

Преобразователи частоты PowerFlex серии 750

Каталожные номера 20F, 20G, 21G



Оригинальные инструкции

Важная информация для пользователя

Прочитайте этот документ и документы, перечисленные в списке дополнительных источников информации, чтобы узнать об установке, настройке и эксплуатации этого оборудования, прежде чем начать осуществлять эти действия. Пользователи обязаны ознакомиться с инструкциями по установке и подключению, а также выполнять требования всех применяемых правил, законов и стандартов.

Действия по установке, настройке, вводу в эксплуатацию, использованию, сборке, разборке, техническому обслуживанию и ремонту требуют привлечения соответствующим образом обученного персонала, действующего по принятым стандартам.

Если это оборудование используется в целях, не предусмотренных производителем, то защитные характеристики оборудования могут быть нарушены.

Компания Rockwell Automation, Inc. ни при каких обстоятельствах не несет ответственности за косвенные или непрямые убытки, связанные с использованием или применением данного оборудования.

Примеры и схемы приведены в данном руководстве исключительно для справки. Из-за большого количества параметров и требований для каждой конкретной установки компания Rockwell Automation, Inc. не может принять на себя ответственность за практическое применение приведенных в документе примеров и схем.

Компания Rockwell Automation, Inc. не несет ответственности за возможные нарушения патентных прав, связанные с использованием информации, схем, оборудования или программного обеспечения, рассматриваемых в данном руководстве.

Воспроизведение содержимого данного руководства, целиком или по частям, без письменного разрешения компании Rockwell Automation, Inc. запрещено.

В данном руководстве при необходимости используются примечания, предупреждающие о необходимых мерах безопасности.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: Обозначает информацию о действиях и обстоятельствах, которые могут вызвать взрыв в опасных условиях, что может привести к травмам или смерти персонала, повреждению имущества или экономическому ущербу.



ВНИМАНИЕ: Обозначает информацию о действиях и обстоятельствах, которые могут привести к травмам или смерти персонала, повреждению имущества или экономическому ущербу. Такие примечания помогают определить опасность, избежать ее и осознать последствия.

ВАЖНО

Обращает внимание на информацию, критически важную для успешного использования и понимания работы оборудования.

Примечания о соблюдении мер предосторожности могут быть нанесены внутри или снаружи оборудования.



ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ: На оборудовании или внутри него, например на приводе или электродвигателе, могут располагаться наклейки для предупреждения персонала о возможном наличии опасного напряжения.



ОПАСНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ОЖОГА: На оборудовании или внутри него, например, на приводе или электродвигателе, могут располагаться наклейки для предупреждения персонала о возможном нагреве поверхностей до опасной температуры.



ОПАСНОСТЬ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДУГИ: На оборудовании или внутри него, например, на приводе или электродвигателе, могут располагаться наклейки для предупреждения персонала о возможном возникновении электрической дуги. Электрическая дуга может стать причиной тяжелых травм или смерти. Используйте соответствующие средства индивидуальной защиты (СИЗ). Выполняйте ВСЕ нормативные требования правил техники безопасности и использования средств индивидуальной защиты (СИЗ).

В этом руководстве содержится новая и измененная информация.

Новая и измененная информация

В этой таблице перечислены темы, добавленные в данное издание.

Раздел	Стр.
Регулируемое напряжение	17
Функция ослабления	54
Владельцы	71
Технологический ПИД-регулятор	77
Вход термистора РТС двигателя	154
Предупреждения	157
Ограничение тока	158
Перегрузка привода	159
Аварии	164
Перегрузка двигателя	169
Пароль	174
Отраженная волна	180
Безопасность	186
Предохранительный штифт	189
Компенсация скольжения	193
Несущая частота (ШИМ)	198
Торможение магнитным потоком	219
Обратная связь с высоким разрешением	223
Адаптация к моменту инерции	223
Контроль нагрузки	228
Режимы управления двигателем	229
Типы двигателей	237
Задание крутящего момента	266
Режимы управления скоростью, крутящим моментом, положением	269

В этой таблице перечислены другие изменения, внесенные в данное издание.

Раздел	Стр.
ПО Studio 5000™ Logix Designer является ребрендингом программного обеспечения RSLogix™ 5000	14
Блок-схемы обновлены в соответствии с версией встроенного ПО 9.xxx.	380
Новые блок-схемы:	
Управление положением – функция ориентации шпинделя	400
Входы и выходы 11-й серии – цифровые	415
Входы и выходы 11-й серии – аналоговые	416
Входы и выходы 11-й серии – ATEX	417

Примечания:

Обзор	Введение	
	Для кого предназначено данное руководство?	9
	Что отсутствует в этом руководстве?	9
	Дополнительные источники информации	9
	Приводы Allen-Bradley Техническая поддержка	11
	Сертификация продукции	11
	Термины и условные обозначения, принятые в руководстве	11
	Общие меры предосторожности	12
	Программная среда Studio 5000	14
Настройка привода	Глава 1	
	Время ускорения/замедления	16
	Регулируемое напряжение	17
	Автоматический перезапуск	25
	Автоматический/ручной режим	27
	Автоматическая настройка конфигурации устройства	35
	Автонастройка	35
	Дополнительный источник питания	42
	Регулирование напряжения на шине постоянного тока	42
	Настройка реакции привода на отключение модуля интерфейса оператора	54
	Функция ослабления	54
	Режимы работы привода при перегрузках	55
	Устройства обратной связи	56
	Автоподхват вращающегося двигателя	56
	Переключатель Hand-Off-Auto	65
	Маски	68
	Владельцы	71
	Потеря питания	73
	Технологический ПИД-регулятор	77
	Сброс параметров на заводские значения по умолчанию	90
	Спящий режим «Sleep/Wake»	92
	Условия для пуска	96
	Режимы останова	97
	Класс напряжения	106
Обратная связь и входы/выводы	Глава 2	
	Аналоговые входы	107
	Аналоговые выходы	115
	Цифровые входы	121
	Цифровые выходы	133
	Вход термистора РТС двигателя	154

Диагностика и защита**Глава 3**

Предупреждения	157
Ограничение тока.....	158
Напряжение на шине постоянного тока/память.....	159
Перегрузка привода.....	159
Аварии	164
Обнаружение потери фазы питания	167
Перегрузка двигателя	169
Ограничение превышения скорости вращения.....	173
Пароль	174
Часы реального времени	175
Отраженная волна	180
Безопасность.....	186
Предохранительный штифт	189
Компенсация скольжения.....	193
Регулятор скольжения.....	195

Управление двигателем**Глава 4**

Несущая частота (ШИМ)	198
Динамическое торможение.....	199
Торможение магнитным потоком	219
Регулятор потока.....	221
Нарращивание магнитного потока.....	221
Обратная связь с высоким разрешением	223
Адаптация к моменту инерции	223
Компенсация инерции	226
Контроль нагрузки.....	228
Режимы управления двигателем	229
Типы двигателей.....	237
Узкополосный фильтр	247
Максимальная мощность в режиме рекуперации	250
Задание скорости	254
Регулирование скорости вращения	263
Задание крутящего момента	266
Режимы управления скоростью, крутящим моментом, положением	269

Возможности привода**Глава 5**

Регистрация данных.....	281
Экономия энергии.....	286
Высокоскоростная регистрация данных.....	286
Определение исходного положения	295

Интегрированное управление движением по сети EtherNet/IP для преобразователей частоты PowerFlex 755

Глава 6

Дополнительные источники информации по интегрированному управлению движением по сети EtherNet/IP	304
Грубая периодичность обновления данных	305
Режимы управления для приводов PowerFlex 755, работающих в режиме интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP	305
Энергонезависимая память привода для двигателей с постоянными магнитами	312
Двухконтурное регулирование	313
Дополнительный модуль с двумя портами EtherNet/IP (ETAP) ..	319
Аппаратное регулирование перебега	320
Взаимосвязи между экземплярами класса объектов интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP и параметрами привода PowerFlex 755	321
Управление тормозом двигателя	342
Топологии сети	345
Сравнение перегрузочных характеристик приводов PowerFlex 755 и Kinetix 7000 при работе с двигателями с постоянными магнитами	349
Конфигурации и ограничения для дополнительных модулей привода PowerFlex 755	350
Рекуперация/тормозной резистор	351
Настройка дополнительного модуля контроля безопасной скорости вращения (20-750-S1)	354
Управление крутящим моментом с ограничением по скорости (SLAT)	356
Поддерживаемые двигатели	361
Настройка системы	366
Использование инкрементального энкодера с двигателем MPx ..	377
Блок-схемы системы интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP для привода PowerFlex 755	380

Приложение А

Алфавитный указатель

Обзор

Настоящее руководство содержит подробную информацию об эксплуатации, описание параметров и программирования.

Для кого предназначено данное руководство?

Это руководство предназначено для квалифицированного обслуживающего персонала. Вы должны уметь работать с частотно-регулируемыми электроприводами (преобразователями) переменного тока и программировать их. Кроме того, вы должны иметь представление о назначении и настройке параметров устройства.

Что отсутствует в этом руководстве?

Настоящее руководство содержит подробную информацию об эксплуатации, описание параметров и программирования.

Дополнительные источники информации

В следующей таблице перечислены публикации с информацией о преобразователях PowerFlex серии 750 (названия публикаций, переведенных на русский язык, указываются на русском языке, остальные названия указываются на языке оригинала).

Источник информации	Описание
«Преобразователи частоты PowerFlex серии 750. Инструкция по монтажу», публикация 750-IN001	Содержит описание основных этапов установки преобразователя частоты PowerFlex® серии 750.
«Преобразователи частоты PowerFlex серии-750. Руководство по программированию», публикация 750-PM001	В руководстве приводятся подробные сведения по следующим темам: <ul style="list-style-type: none"> • функции ввода-вывода, управления и обратной связи; • параметры и программирование; • аварийные сигналы, предупреждения, поиск и устранение неисправностей.
«Преобразователи частоты PowerFlex серии-750. Технические данные», публикация 750-TD001	В руководстве приводятся подробные сведения по следующим темам: <ul style="list-style-type: none"> • технические характеристики преобразователей; • технические характеристики дополнительных модулей; • номинальные характеристики предохранителей и автоматических выключателей.
«PowerFlex 20-HIM-A6 / -C6S HIM (Human Interface Module) User Manual», публикация 20HIM-UM001	Содержит подробную информацию о компонентах, работе и функциях модуля интерфейса оператора HIM.
«Преобразователи частоты PowerFlex серии-750. Руководство по техническому обслуживанию оборудования - типоразмер 8 и более», публикация 750-TG001	В руководстве приводятся подробные сведения по следующим темам: <ul style="list-style-type: none"> • профилактическое обслуживание; • тестирование компонентов; • процедуры замены компонентов.
«PowerFlex 755 Drive Embedded EtherNet/IP Adapter User Manual», публикация 750COM-UM001	Эти публикации содержат подробные сведения о настройке конфигурации, использовании и поиске и устранении неисправностей дополнительных модулей и адаптеров связи приводов PowerFlex серии-750.
«PowerFlex 750-Series Drive DeviceNet Option Module User Manual», публикация 750COM-UM002	
«PowerFlex 7-Class Network Communication Adapter User Manuals», публикации 750COM-UMxxx	

Источник информации	Описание
«Преобразователи PowerFlex серии 750 - Безопасное отключение крутящего момента», публикация 750-UM002	В этих публикациях приводятся подробные сведения об установке, настройке и работе дополнительных плат безопасности приводов серии 750.
«Safe Speed Monitor Option Module for PowerFlex 750-Series AC Drives Safety Reference Manual», публикация 750-RM001	
«Рекомендации по подключению и заземлению преобразователей частоты с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ). Инструкция по монтажу», публикация DRIVES-IN001	Содержит базовые сведения, необходимые для правильного подключения и заземления преобразователей частоты с ШИМ.
«PowerFlex AC Drives in Common Bus Configurations», публикация DRIVES-AT002	Содержит базовые сведения, необходимые для правильного подключения и заземления преобразователей частоты с ШИМ, использующих общую шину постоянного тока.
«Safety Guidelines for the Application, Installation and Maintenance of Solid State Control», публикация SGI-1.1	Содержит общие рекомендации по применению, установке и техническому обслуживанию полупроводниковых устройств управления.
«A Global Reference Guide for Reading Schematic Diagrams», публикация 100-2.10	Содержит удобную таблицу соответствия распространенных символов для принципиальных и монтажных схем, используемых в разных странах мира.
«Guarding Against Electrostatic Damage», публикация 8000-4.5.2	Содержит инструкции по защите от повреждения электростатическим разрядом (ЭСР)
Сайт с информацией о сертификации изделий: http://ab.com	Содержит сведения о декларациях и сертификатах соответствия, а также прочие сведения о сертификации.

Следующие публикации содержат необходимую информацию для применения процессоров Logix.

Источник информации	Описание
«Logix5000 Controllers Common Procedures», публикация 1756-PM001	В этой публикации приводятся ссылки на ряд руководств по программированию, описывающих применение общих процедур, относящихся ко всем проектам с использованием контроллеров Logix5000.
«Logix5000 Controllers General Instructions», публикация 1756-RM003	Содержит предназначенное для программистов подробное описание всех имеющихся программных инструкций для контроллеров на базе Logix.
«Logix5000 Controllers Process Control and Drives Instructions», публикация 1756-RM006	Содержит предназначенное для программистов подробное описание всех имеющихся программных инструкций для контроллеров на базе Logix.

Следующие публикации содержат полезную информацию по планированию и развертыванию сетей связи.

Источник информации	Описание
«Коаксиальные ответвители сети ControlNet. Инструкция по установке», публикация 1786-5.7	Содержит инструкции и технические данные по установке коаксиальных ответвителей ControlNet.
«ControlNet Fiber Media Planning and Installation Guide», публикация CNET-IN001	Содержит базовые сведения о планировании и развертывании сетей на базе оптоволоконных кабелей.

Вы можете просмотреть или загрузить публикации с сайта <http://www.rockwellautomation.com/literature>. Чтобы заказать бумажные копии технической документации, свяжитесь с местным дистрибьютором Allen-Bradley или представительством компании Rockwell Automation.

Приводы Allen-Bradley Техническая поддержка

Связаться со службой технической поддержки систем автоматизации и управления можно одним из нижеуказанных способов:

На сайте:	По электронной почте	По телефону
www.ab.com/support/abdrives	support@drives.ra.rockwell.com	262-512-8176

Наименование	Адрес сайта:
Техническая поддержка компании Rockwell Automation	http://support.rockwellautomation.com/knowledgebase

Сертификация продукции

Сертификаты и декларации соответствия продукции можно найти на сайте www.rockwellautomation.com/products/certification.

Термины и условные обозначения, принятые в руководстве

- В настоящем руководстве частотно-регулируемые электроприводы (преобразователи частоты) PowerFlex серии 750 могут именоваться как: привод PowerFlex 750, привод PowerFlex 750 или преобразователь частоты PowerFlex 750.
- Отдельные ЧРП из серии PowerFlex 750 могут именоваться как:
 - PowerFlex 753, привод PowerFlex 753 или преобразователь частоты PowerFlex 753;
 - PowerFlex 755, привод PowerFlex 755 или преобразователь частоты PowerFlex 755.
- Чтобы отличить названия параметров и текст на ЖК-дисплее от остального текста, используются следующие условные обозначения.
 - Названия параметров указываются на английском языке в [квадратных скобках] после номера параметра. Например: P308 [Direction Mode].
 - Текст на дисплее приводится на английском языке и заключается в «кавычки». Например: «Enabled».
- Следующие слова используются в руководстве для описания действий.

Слово	Значение
Возможно	Возможно, может быть выполнено
Невозможно	Невозможно, не может быть выполнено
Можно	Разрешается, допускается
Необходимо	Неизбежно, это необходимо выполнить
Требуется	Требуется и необходимо
Следует	Рекомендуется
Не следует	Не рекомендуется

Общие меры предосторожности

Квалифицированный персонал



ВНИМАНИЕ: Только квалифицированный персонал, хорошо знакомый с частотно-регулируемыми приводами переменного тока и сопутствующим оборудованием, может планировать или осуществлять установку, наладку и последующее обслуживание системы. Несоблюдение данного правила может привести к травмам персонала и/или повреждению оборудования.

Безопасность персонала



ВНИМАНИЕ: Чтобы предотвратить опасность поражения электрическим током, перед выполнением технического обслуживания убедитесь, что конденсаторы звена постоянного тока полностью разряжены. Измерьте напряжение шины постоянного тока на силовой клеммной колодке между клеммами +DC и –DC, между клеммой +DC и корпусом, а также между –DC и корпусом (DC = постоянный ток). Напряжение должно быть равно нулю при всех трех измерениях.

При использовании биполярных источников входных сигналов существует опасность травм персонала или повреждения оборудования. Помехи и смещение сигнала в чувствительных входных цепях могут привести к непредсказуемым изменениям скорости и направления вращения электродвигателя. Для снижения чувствительности к источнику входного сигнала используйте параметры команд регулирования скорости (частоты) вращения. [Примечание: чтобы отличить скорость вращения двигателя (speed) от частоты тока питания двигателя, выдаваемого электроприводом (frequency), в настоящем руководстве для обозначения частоты вращения двигателя, как правило, используется термин «скорость вращения». Этот термин применительно к электрическим приводам соответствует ГОСТ Р 51524-99].

Опасность получения травм или повреждения оборудования. Прямое соединение хост-систем с интерфейсами DPI или SCANport™ с помощью кабелей 1202 не допускается. Соединение двух или более устройств таким способом может привести к непредсказуемому поведению привода.

В цепях пуска, останова и включения привода содержатся полупроводниковые компоненты. При наличии опасности, связанной со случайным прикосновением к подвижным частям оборудования или непредусмотренным перемещением жидкостей, газа или твердых тел, может потребоваться дополнительная аппаратная цепь останова, предназначенная для отключения привода от цепи переменного тока. В этом случае может потребоваться дополнительный способ торможения.

Существует опасность травм персонала или повреждения оборудования при неожиданном включении машины, если привод настроен на автоматическую выдачу команд «Пуск» или «Работа». При использовании этой функции необходимо учитывать применимые региональные, национальные и международные нормы, стандарты, правила и отраслевые рекомендации.

Безопасность изделия



ВНИМАНИЕ: Неправильное применение или установка привода может привести к повреждению компонентов или уменьшению срока службы изделия. Ошибки при подключении проводов или ошибочный выбор параметров для данной области применения (например, недостаточная мощность двигателя, неправильный или неподходящий источник переменного тока, повышенная температура окружающего воздуха) могут приводить к неправильной работе системы.

Данный привод содержит детали и узлы, чувствительные к электростатическому разряду (ЭСР). При установке, тестировании, обслуживании или ремонте таких узлов необходимо принимать меры по защите от статического электричества. Несоблюдение мер защиты от ЭСР может привести к повреждению компонентов. Если вы не знакомы с правилами защиты от электростатических разрядов, см. документ «Guarding Against Electrostatic Damage», публикация 8000-4.5.2, или любое другое справочное руководство по защите от ЭСР.

Настройка аналогового входа на работу в диапазоне 0–20 мА и последующая подача на него сигнала напряжения может привести к повреждению компонентов. Перед подачей входных сигналов проверьте правильность настройки.

Применение контактора или другого устройства для регулярного отключения и подключения цепи подачи переменного тока на привод для пуска и останова электродвигателя может привести к повреждению аппаратуры привода. Привод рассчитан на использование входных сигналов системы управления, по которым будет производиться пуск и останов двигателя. Если используется входное устройство, его переключение должно производиться не чаще, чем один раз в минуту, чтобы предотвратить повреждение привода.

Привод запрещается устанавливать в помещениях, воздух которых содержит летучие или коррозионные газы, пары или пыль. Если не планируется устанавливать привод в течение какого-то времени, то он должен храниться в условиях, исключающих коррозионное воздействие.

Светодиоды класса 1



ВНИМАНИЕ: При использовании аппаратуры для оптической передачи информации существует опасность хронического поражения глаз. Данное изделие излучает интенсивное световое и невидимое излучение. Не смотрите в порты модулей или разъемы оптоволоконных кабелей.

Программная среда Studio 5000

ПО Studio 5000™ объединяет инженерные и проектные элементы в единой среде. Основным элементом среды Studio 5000 является приложение Logix Designer. Приложение Logix Designer является ребрендингом программного обеспечения RSLogix™ 5000 и будет по-прежнему использоваться для программирования контроллеров Logix5000™ для управления дискретными, непрерывными и периодическими процессами, управления движением, безопасностью и приводами.



Среда Studio 5000™ является основой для будущих инструментов и технологий инженерного проектирования Rockwell Automation®. Эта программная среда применяется инженерами-конструкторами для разработки всех элементов создаваемых ими систем управления.

Настройка привода

Раздел	Стр.
Время ускорения/замедления	16
Регулируемое напряжение	17
Автоматический перезапуск	25
Автоматический/ручной режим	27
Автоматическая настройка конфигурации устройства	35
Автонастройка	35
Дополнительный источник питания	42
Регулирование напряжения на шине постоянного тока	42
Настройка реакции привода на отключение модуля интерфейса оператора	54
Функция ослабления	54
Режимы работы привода при перегрузках	55
Устройства обратной связи	56
Автоподхват вращающегося двигателя	56
Переключатель Hand-Off-Auto	65
Маски	68
Владельцы	71
Потеря питания	73
Технологический ПИД-регулятор	77
Сброс параметров на заводские значения по умолчанию	90
Спящий режим «Sleep/Wake»	92
Условия для пуска	96
Режимы останова	97
Класс напряжения	106

Время ускорения/ замедления

Вы можете настроить время ускорения и время замедления привода.

Время ускорения

Параметры P535 [Accel Time 1] и P536 [Accel Time 2] задают время ускорения для любых изменений скорости вращения. Оно определяется как время ускорения с 0 до номинальной частоты вращения двигателя в герцах, параметр P27 [Motor NP Hertz] или до номинальной скорости вращения двигателя в об/мин, параметр P28 [Motor NP RPM]. Настройка на герцы или об/мин программируется с помощью параметра P300 [Speed Units]. Выбор между параметрами Acceleration Time 1 и Acceleration Time 2 контролируется функцией цифрового входа (см. раздел «Функции цифровых входов» в документе «Преобразователи частоты PowerFlex серии 750. Руководство по программированию», публикация [750-PM001](#), или логической командой (посылаемой по сети связи или через программное обеспечение DeviceLogix™).

Диапазон регулирования от 0,00 до 3600,00 секунд.

Время замедления

Параметры P537 [Decel Time 1] и P538 [Decel Time 2] задают время замедления для любых изменений скорости вращения. Оно определяется как время замедления с номинальной частоты вращения двигателя в герцах, параметр P27 [Motor NP Hertz], до нуля или с номинальной скорости вращения двигателя в об/мин, параметр P28 [Motor NP RPM], до нуля. Настройка на герцы или об/мин программируется с помощью параметра P300 [Speed Units]. Выбор между параметрами Deceleration Time 1 и Deceleration Time 2 контролируется функцией цифрового входа (см. раздел «Функции цифровых входов» в документе «Преобразователи частоты PowerFlex серии 750. Руководство по программированию», публикация [750-PM001](#), или логической командой (посылаемой по сети связи или через программное обеспечение DeviceLogix)).

Диапазон регулирования от 0,00 до 3600,00 секунд.

Регулируемое напряжение

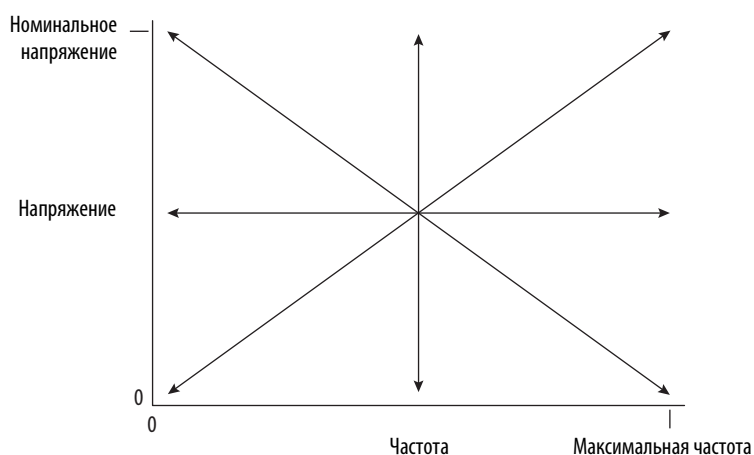
Электроприводы переменного тока все шире внедряются на новых рынках, и для удовлетворения этого спроса требуются новые методы управления электромагнитными устройствами. В некоторых из упомянутых ниже приложений не используются двигатели или применяются нестандартные двигатели, которые требуют независимого управления выходной частотой и напряжением.

- Вибрационная сварка
- Индукционный нагрев
- Источники питания
- Вибропитатели или конвейеры
- Электромагнитное перемешивание
- Резистивная нагрузка

Стандартные режимы управления инвертора включают скалярный режим В/Гц (V/Hz), скалярный режим с подъемом частотной характеристики, управление с обратной связью по скорости, вентиляторный режим, насосный режим, экономичный режим, векторное управление потоком (FV) с энкодером или без энкодера. Управление соотношением выходного напряжения и частоты преобразователя частоты должно производиться в рамках линейного и нелинейного (перемодуляция) участков. Линейность напряжения достигается поддержанием постоянного соотношения напряжения/частоты во всей рабочей зоне. Частотно-регулируемый привод должен создавать переменное напряжение регулируемой частоты, величина которого связана с выходной частотой. При переходе от линейного участка к нелинейному система управления должна компенсировать падение напряжения и обеспечить линейный характер выходного напряжения.

В режиме управления с регулируемым напряжением управление выходным напряжением осуществляется независимо от выходной частоты. У напряжения и частоты есть свои независимые уставки и скорости ускорения/замедления.

Режим управления с регулируемым напряжением позволяет выполнять раздельное управление выходным напряжением и выходной частотой для использования в основном с недвижательными нагрузками. У напряжения и частоты есть свои независимые уставки и независимые скорости ускорения/замедления. Может быть установлено любое значение напряжения и частоты в пределах их диапазона. На следующем графике показаны эти рабочие диапазоны.



Обзор

Управление с регулируемым напряжением включается установкой параметра P35 [Motor Ctrl Mode] на 9 «Adj VltgMode». Эта функция позволяет использовать трехфазное и однофазное выходное напряжение. Режим по умолчанию - это трехфазное выходное напряжение, который выставляется параметром P1131 [Adj Vltg Config]. В однофазном режиме привод не предназначен для работы с однофазными двигателями, а скорее предполагается, что его выходная нагрузка будет иметь отставание по фазе или коэффициент мощности равный единице, и представлять собой активно-индуктивную нагрузку в виде специально разработанного двигателя или неподвижной нагрузки.

Входные сигналы заданного значения можно настроить в параметре P1133 [Adj Vltg Select]. Входной сигнал можно масштабировать и ограничивать сверху и снизу. Источник сигнала смещения можно выбрать через параметр P1136 [Adj Vltg TrimSel], чтобы вычитать или прибавлять его к заданному значению напряжения.

Выбор частоты скалярного режима и линейное изменение частоты скалярного режима - это те же параметры, которые используются во всех других режимах управления. Разница для режима управления с регулируемым напряжением заключается в разделении задания частоты и ее линейного изменения и генерации напряжения, чтобы обеспечить независимое линейное изменение частоты. Используемые величины ускорения и замедления и S-образная кривая одинаковы во всех режимах. Задание выходной частоты ограничивается сверху и снизу.

Линейное изменение напряжения в режиме управления с регулируемым напряжением не зависит от скалярного линейного изменения частоты и определяется выбранным пользователем временем ускорения и замедления. Существует также функция S-образной кривой с регулируемой величиной в процентах.

Функция ограничения тока сокращает выходное напряжение, когда превышен предельный ток. Напряжение ограничено сверху и снизу, поэтому выходное напряжение никогда не оказывается за пределами диапазона.

Настройка режима управления с регулируемым напряжением

Следующие примеры настроек для режима управления с регулируемым напряжением являются отправной точкой для настройки конфигурации. Задачи могут быть разными и требовать своих значений параметров. Данные примеры являются только базовым вариантом.

табл. 1 - Основные параметры управления с регулируемым напряжением

№ параметра	Название параметра	Значение	Описание
35	Motor Ctrl Mode	9 «Adj VltgMode»	Функция регулируемого напряжения используется для неподвижных нагрузок.
1131	Adj Vltg Config	1	1 = 3-фазный режим, 0 = 1-фазный режим
1133	Adj Vltg Select	Предустановленное значение 1	

№ параметра	Название параметра	Значение	Описание
1134	Adj Vltg Ref Hi	100	Проценты
1140	Adj Vltg AccTime	<i>n</i> секунд	Зависит от приложения
1141	Adj Vltg DecTime	<i>n</i> секунд	Зависит от приложения
1142	Adj Vltg Preset1	<i>n</i> В~	Зависит от приложения
1153	Dead Time Comp	<i>n</i> %	Настаивается от 0% до 100%. Dead Time Comp рекомендуется установить на 0% в том случае, когда выходное напряжение синусоидального фильтра подается на трансформатор, чтобы предотвратить или минимизировать появление постоянной составляющей в выходном напряжении.

См. описание параметров и значений по умолчанию в руководстве Преобразователи PowerFlex серии 750. Руководство по программированию, публикация [750-PM001](#).

При использовании синусоидального или dv/dt фильтра, частота ШИМ должна соответствовать конструкции фильтра. Тепловая защита двигателя изменяет частоту ШИМ при перегреве. Выберите в параметре P420 [Drive OL Mode] значение 1 «Reduce CLmt», а в P38 [PWM Frequency] - согласно инструкции фильтра.

Изменение дополнительных параметров

При использовании управления с регулируемым напряжением необходимо изменить дополнительные параметры помимо настроек самой функции. Используйте таблицу ниже для справки при настройке этих параметров.

табл. 2 - Установка параметров режимов с регулируемым напряжением

№ параметра	Название параметра	Значение	Описание
38	PWM Frequency	2 кГц или 4 кГц	Задайте значение в соответствии с настройкой фильтра.
40	Mtr Options Cfg	Бит 5 = 0	Отраженная волна отключается, чтобы исключить пропуск импульсов в выходном напряжении и сократить любые смещения выходного напряжения, которые могут появиться.
		Бит 8 = 1	AsynCPWMLock включен, потому что фильтр настроен на несущую частоту. Несущая частота должна быть фиксированной, если она изменится, то фильтр не будет работать. Кроме того, установите частоту ШИМ в соответствии с настройкой фильтра: 2 кГц или 4 кГц.
		Бит 9 = 1	PWM Freq Lock включен, потому что фильтр настроен на несущую частоту. Несущая частота должна быть фиксированной, если она изменится, то фильтр не будет работать. Кроме того, установите частоту ШИМ в соответствии с настройкой фильтра: 2 кГц или 4 кГц.
		Бит 11 = 0	Бит «Elect Stab» влияет на стабильность по углу и стабильность по напряжению. Коэффициент усиления стабильности по углу установлен на 0, поэтому ток, идущий в конденсаторы фильтра, не компенсируется. Коэффициент усиления стабильности по напряжению установлен на 0 по той же причине.
		Бит 12 = 0	Диагностика транзисторов отключена, потому что последовательность включения и выключения транзисторов заряжает конденсаторы фильтра, что может вызвать отключение по максимальному току.

№ параметра	Название параметра	Значение	Описание
43	Flux Up Enable	0	Не изменять установку «Manual» («Ручной»).
44	Flux Up Time	По умолчанию	Оставить равным «0.0000» секунды.
60	Start Acc Boost	0	Изменяйте, если во входной обмотке трансформатора нагрузки есть сигнал постоянного тока.
61	Run Boost	0	
62	Break Voltage	0	
63	Break Frequency	0	
420	Drive OL Mode	1 «Reduce CLmt»	Drive OL Mode установлен на уменьшение ограничения тока, а не частоты ШИМ, поскольку она должна оставаться неизменной.
1154	DC Offset Ctrl	1 «Enable»	Эта функция отключает любой контроль смещения, запрограммированный во встроенном программном обеспечении.

Режим модуляции по умолчанию выбран пространственным векторным только потому, что 2-х фазная модуляция ухудшит работу фильтра.

ВАЖНО Запрещается использовать автоматическую настройку.

Особенности применения

У любого устройства, которое пользователь хочет подключить к приводу с помощью функции регулируемого напряжения, должны быть какие-то номинальные параметры. Как минимум у устройства должен быть номинальный ток и номинальное напряжение. Выбор привода основывается на этих параметрах.

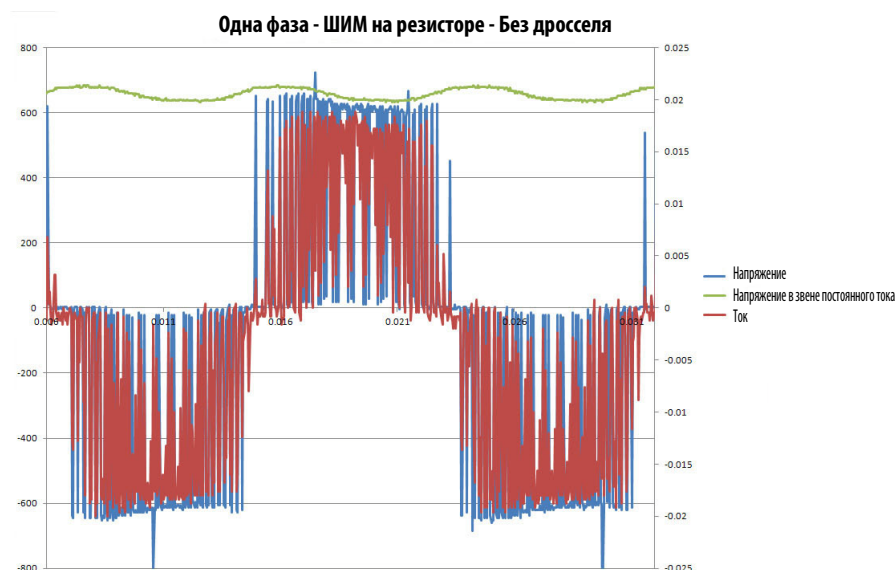
Выбор размера

Во-первых, необходимо определить номинальное напряжение привода. Определите параметры напряжения в сети и выберите соответствующее номинальное напряжение привода. Затем, выберите привод, обеспечивающий ток, соответствующий требованиям устройства.

Однофазный выход

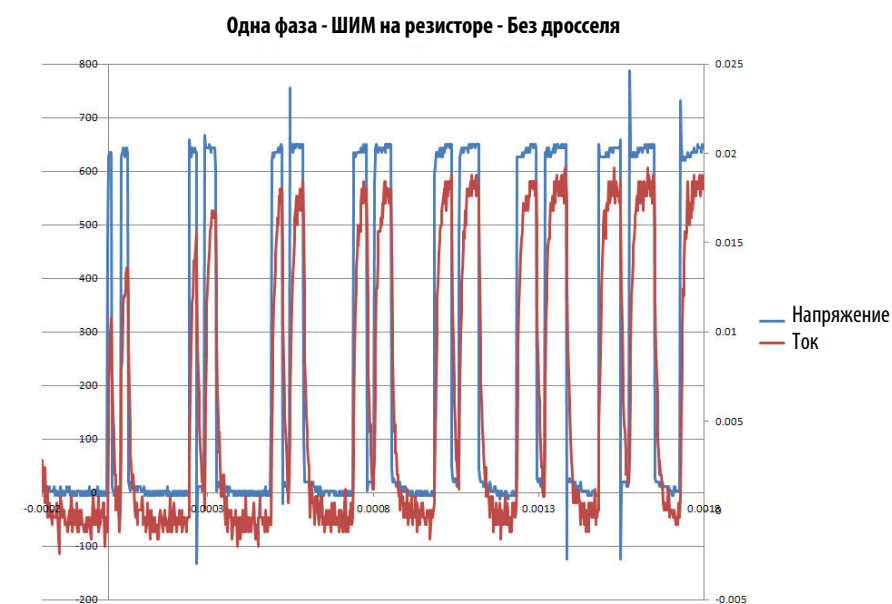
Проконсультируйтесь со специалистами Rockwell Automation прежде, чем выбирать привод для однофазного выхода с регулируемым напряжением. Необходимо учитывать снижение мощности привода из-за повышенной нагрузки на конденсаторы шины постоянного тока или коммутационных потерь IGBT-транзисторов. При подаче напряжения с ШИМ на резистор, вслед за изменением напряжения изменяется и ток. Пульсация напряжения с ШИМ вызывает пульсацию тока. Это быстрое изменение тока не предусмотрено при стандартном выборе IGBT для привода. Поэтому необходимо снижать номинальные параметры привода. Величина этого снижения составляет около 67 %. В этом режиме необходимо измерить фактические потери, чтобы определить процент снижения номинальных параметров. Установка дросселя последовательно с резистором может повысить индуктивность и сгладить пики импульсов тока. В зависимости от величины добавленной индуктивности форма сигнала может быть похожей на синусоиду.

На графике ниже показано выходное напряжение, выходной ток и напряжение в звене постоянного тока. Здесь видно, что ток следует за напряжением в форме типичной широтно-импульсной модуляции.

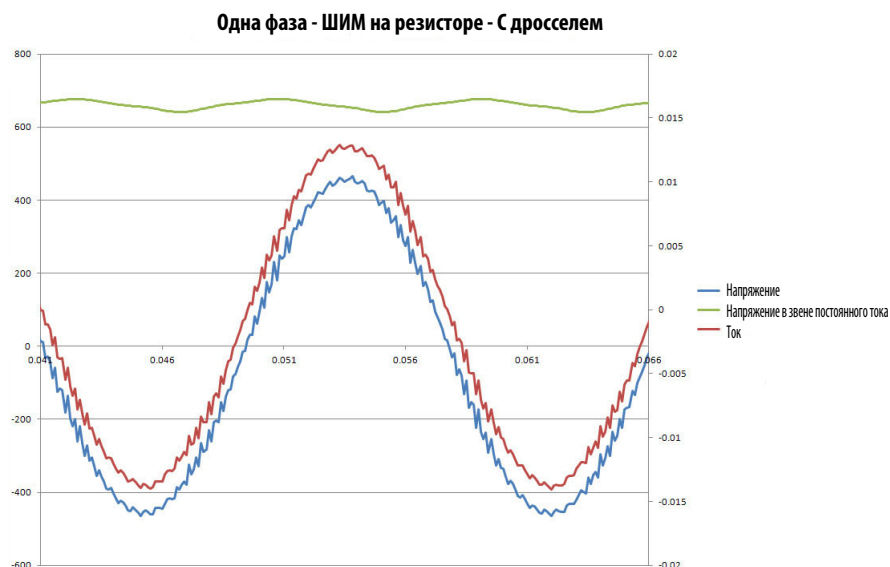


На этом графике некоторые импульсы увеличены, чтобы показать ток и его форму.

Обратите внимание на резкие броски в верхней части кривой. Любое сглаживание формы сигнала в верхней части графика вызвано используемым типом резистора. Резисторы, использованные для получения этого графика, являются проволочными, где резистивный элемент намотан по всей длине его корпуса, что добавляет определенную индуктивность. Эта индуктивность сглаживает передний фронт тока.



Ниже показан этот же график с последовательно подключенным дросселем. Форма сигнала похожа на синусоиду, и синусоидальность сигнала зависит от величины добавленной индуктивности. Однако необходимо учитывать значительное падение напряжения.



Другой вариант - это наличие в цепи синусоидального фильтра. Он позволяет использовать неэкранированный кабель без риска, что помехи, вызываемые ШИМ, повлияют на работу других устройств. Помимо других факторов, необходимо принять во внимание и стоимость экранированного кабеля по сравнению с синусоидальным фильтром.

При работе в однофазном режиме подключите нагрузку к фазам U и V. Фаза W останется под напряжением, но не будет использоваться.

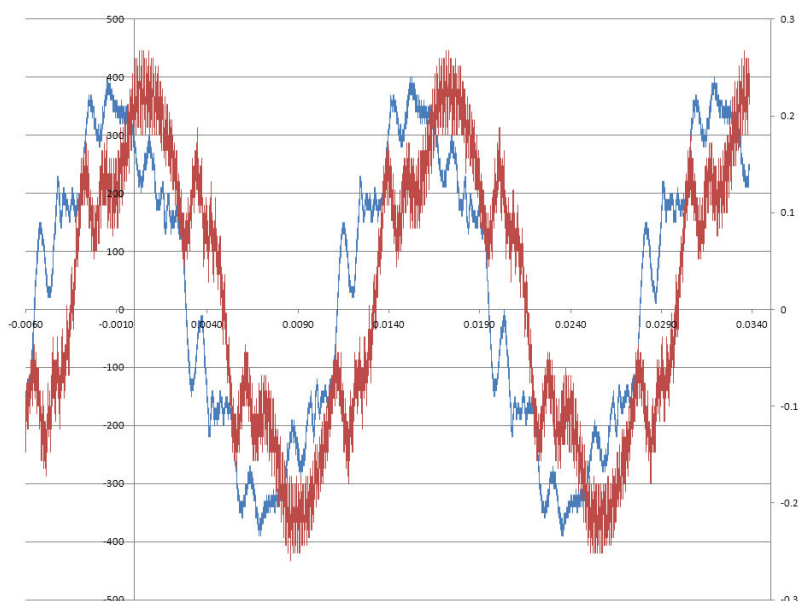
Введите значение максимального тока в параметр Motor NP Amps. Также используйте это значение в параметре Current Limit (ограничение тока). При запуске привод попытается выйти на заданное напряжение. При выходе за пределы ограничения по току привод выровняет или понизит напряжение, для того чтобы оставаться в границах ограничения по току.

Обратите внимание на пульсацию напряжения на шине постоянного тока на двух графиках выше. Большая амплитуда пульсаций может стать причиной отключения привода по защите от обрыва фазы питания. Привод отслеживает амплитуду пульсаций и в случае значительной разницы между максимальным и минимальным напряжением в течении определенного промежутка времени привод предполагает, что фаза питания была потеряна. Эту аварию можно отключить, установив параметр P462 [InPhase LossActn] на 0 «Ignore».

Трехфазная нагрузка

Если используется резистивная нагрузка, то ее лучше всего разделить на три фазы, чтобы избежать использования однофазного режима с регулируемым напряжением. Используйте синусоидальный фильтр, чтобы не допустить проявлений ШИМ на резисторах. Если используются керамические резисторы, то велика вероятность их повреждения в результате воздействия ШИМ.

На следующем графике показаны напряжение и ток в реакторе. Выходное напряжение привода подается через синусоидальный фильтр на реактор. Форма сигнала определяется емкостью синусоидального фильтра.



Чтобы узнать, какое напряжение можно получить на трехфазном реакторе, рассмотрите пример с четырьмя последовательно соединенными реакторами. Индуктивность каждого составляет 1,2 мГн, 5 мГн, 5 мГн и 3 мГн. Первая величина, которую необходимо вычислить — это XL для каждого реактора. $XL = 2 \times \pi \times f \times H$

$$XL1 = 2 \times \pi \times 60 \times (1,2/1000) = 0,45 \text{ Ом}$$

$$XL2 = 2 \times \pi \times 60 \times (5/1000) = 1,88 \text{ Ом}$$

$$XL3 = 2 \times \pi \times 60 \times (5/1000) = 1,88 \text{ Ом}$$

$$XL4 = 2 \times \pi \times 60 \times (3/1000) = 1,13 \text{ Ом}$$

Теперь сложите величины. $XL1 + XL2 + XL3 + XL4 = 5,35 \text{ Ом}$.

Для трехфазных реакторов ток выражается уравнением: $I = V / (XL \times \sqrt{3})$

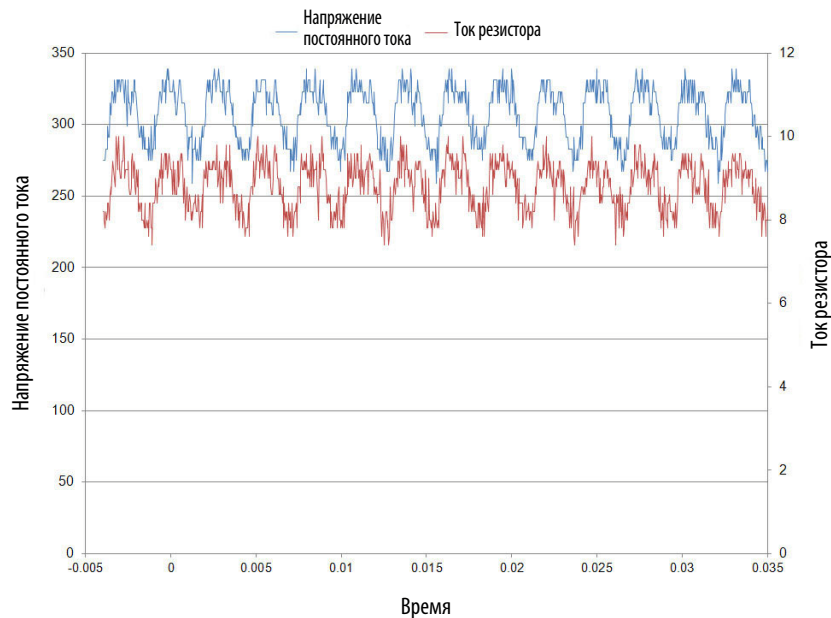
Вычислите напряжение. $V = I \times XL \times \sqrt{3}$

Значение тока может быть равно наименьшему номиналу реактора или если номинал больше номинала привода — номинальному току привода. В данном случае номинальный ток привода — 14 А.

Поэтому подставьте в уравнение значения. $V = 14 \times 5,35 \times 1,73 = 129,8$

Таким образом, номинальный ток 14 А получается, когда напряжение на выходе составляет 129,8. Можно использовать привод с номинальным напряжением 240 В АС.

Ниже показана форма сигнала напряжения и тока в резисторе. Выходное напряжение привода проходит через синусоидальный фильтр. Затем он подается на развязывающий трансформатор. Затем выходное напряжение подается на выпрямительный мост, на выходе которого получается постоянный ток. Благодаря использованию платы обратной связи и ПИ-регулятора привода, напряжение в резисторе не изменялось, даже если во время работы изменялось сопротивление.



Прочее

Установка времени ускорения частоты на ноль приведет к тому, что на выходе привода появится постоянный ток.

Если время ускорения частоты установлено от 0 до 1, то это может вызвать ситуацию, при которой привод будет выдавать частоту, не равную заданной. Причина этой аномалии - влияние функции толчка. Этот бит должен быть отключен в таком режиме.

УПРАВЛЕНИЕ ДВИГАТЕЛЕМ	Mtr Ctrl Options	40	Mtr Options Cfg	RW	32-битное целое число																													
		Настройка конфигурации двигателя																																
		Настройка функций, связанных с управлением двигателем. Для двигателей частотой выше 200 Гц рекомендуется использовать несущую частоту 8 кГц или выше. Примите во внимание снижение номинальных параметров привода и ограничения на длину кабеля двигателя.																																
		Настройки	Зарезервирован																															
		По умолчанию	0																															
		Бит	32	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
			Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Jerk Select	Не используется	Common Mode	Xsistor Diag	Elect Stab	DB WhileStop	PWM FreqLock	AsyncPWMLock	PWM Type Sel	RS Adaption	Reflect Wave	Mtr Lead Rev	EndIsTrqProv (1)	Trq ModeLog	Trq ModeStop	Zero TrqStop	
		(1) Только для приводов 755.																																

При работе в однофазном режиме подключите нагрузку к фазам U и V. Фаза W останется под напряжением, но не будет использоваться.

Использование выходного напряжения постоянного тока может привести к проблемам с температурой. Может потребоваться снизить номинальные параметры привода.

Расчет возможного снижения номинальных параметров

Снизьте номинальные параметры привода для синусоидального фильтра.

Режим с регулируемым напряжением не влияет на перегрузку двигателя или привода.

Автоматический перезапуск

Функция автоматического перезапуска дает возможность автоматического сброса аварии и выполнения последующей попытки запуска без вмешательства пользователя или прикладной программы. Для этого привод должен быть запрограммирован по 2-проводной схеме управления и сигнал Пуск должен сохраниться. Это позволяет эксплуатировать привод в дистанционном или необслуживаемом режиме. Можно сбрасывать только определенные аварийные сигналы. Если в руководстве по программированию указано, что авария является несбрасываемой, то она свидетельствует о возможной неисправности компонентов привода, и такая авария не может быть автоматически сброшена.

При включении этой функции следует соблюдать осторожность, так как привод попытается выдать свою собственную команду пуска, основываясь на выборе пользователя.

Настройка

Функция автоматического перезапуска включается при установке параметра числа попыток перезапуска P348 [Auto Rstrt Tries] больше нуля. Задание числа попыток, равного нулю, приведет к отключению этой функции.



ВНИМАНИЕ: При использовании этого параметра в неподходящей ситуации возможно повреждение оборудования и/или травмы персонала. Использование этой функции допускается только с учетом применимых региональных, национальных и международных норм, стандартов, правил и отраслевых рекомендаций.

В параметре P349 [Auto Rstrt Delay] задается время (в секундах) между последовательными попытками сброса и перезапуска.

Функция автоматического сброса/перезапуска выдает следующую информацию о состоянии привода.

- Параметр P936 [Drive Status 2], бит 1 «AuRstrCntDwn» указывает, что в данный момент ведется отсчет времени до попытки автоматического перезапуска, и что после завершения отсчета привод совершит попытку запуска.
- Параметр P936 [Drive Status 2], бит 0 «AutoRstr Act» указывает, что функция автоматического перезапуска включена.

Работа функции

Типовые этапы цикла автоматического сброса/перезапуска описаны ниже.

1. Во время работы привода происходит авария сбрасываемого типа. С этого момента запускается процедура реагирования привода на аварию.
2. По истечении указанной в секундах задержки, заданной параметром P349 [Auto Rstrt Delay], привод автоматически выполнит внутренний сброс аварии, сбрасывая аварийное состояние.
3. После этого привод выдаст внутреннюю команду пуска, чтобы запустить привод.
4. Если произойдет еще одна авария сбрасываемого типа, то этот цикл будет повторяться в течение максимального числа попыток, заданного параметром P348 [Auto Rstrt Tries].
5. Если число аварий привода превысит число попыток, заданное параметром P348 [Auto Rstrt Tries], причем промежуток времени между последовательными авариями составит менее 5 минут, то операция автоматического сброса/перезапуска считается безуспешной и привод остается в состоянии аварии.
6. Если привод продолжает безотказно работать в течение пяти минут или более после последнего сброса/перезапуска, или же останавливается или сбрасывается по другой причине не в результате аварии, то операция автоматического сброса/перезапуска считается успешной. Параметры состояния функции автоматического перезапуска возвращаются в исходное состояние, и процесс повторяется, если происходит другая авария сбрасываемого типа.

Информация о прекращении цикла сброса/перезапуска приведена в пункте «Прекращение цикла автоматического сброса/перезапуска».

Начало цикла автоматического сброса/перезапуска

Отработка цикла автоматического сброса/перезапуска после возникновения аварии начинается при соблюдении следующих условий:

- Авария должна относиться к сбрасываемому типу.
- Параметр P348 [Auto Rstrt Tries] должен быть больше нуля.
- В момент аварии привод должен находиться в рабочем режиме, т. е. не в толчковом режиме, не в режиме автонастройки и не в состоянии останова. (Состояние торможения постоянным током (DC Brake) является одним из типов останова и поэтому рассматривается как останов).

Прекращение цикла автоматического сброса/перезапуска

Указанные ниже действия или условия во время работы цикла автоматического сброса/перезапуска приведут к прекращению процесса сброса/перезапуска.

- Выдача команды на останов любым источником команд. (Снятие команды вращения вперед или вращения назад в двухпроводной схеме управления рассматривается как принудительный останов).
- Выдача команды сброса аварии любым источником команд.
- Отключение разрешающего входного сигнала «Enable».
- Установка параметра P348 [Auto Rstrt Tries] на ноль.
- Появление аварии несбрасываемого типа.
- Отключение питания привода.
- Истощение количества попыток автоматического сброса/перезапуска.

Если после выполнения всего количества попыток, заданного в параметре [Auto Rstrt Tries], привод не будет успешно запущен или не будет оставаться в рабочем состоянии в течение пяти минут и более, будет считаться, что цикл автоматического сброса/перезапуска окончен и оказался безуспешным. В этом случае цикл автоматического сброса/перезапуска будет прекращен, при этом бит 13 параметра P953 [Fault Status B] «AuRstExhaust» укажет на аварию F33 «AuRsts Exhaust».

Автоматический/ручной режим

Функция переключения автоматического/ручного режима предназначена для временной передачи функций регулирования скорости и/или исключительных прав логического управления (пуск, рабочий режим, направление вращения). Запрос на переключение в ручной режим может поступить от любого порта, включая интерфейс оператора НИМ, цифровой вход и (или) другой входной модуль. Однако функция ручного управления может осуществляться только одним портом, и перед передачей ручного управления другому порту требуется сначала вернуть привод в режим автоматического управления. При работе в режиме ручного управления привод получает заданное значение скорости от того порта, который потребовал ручное управление, если другой источник не будет задан функцией выбора альтернативного заданного значения для ручного управления.

Для запроса ручного управления с модуля интерфейса оператора НИМ следует нажать клавишу Controls, а затем клавишу Manual. Для выхода из режима ручного управления следует нажать клавишу Controls, а затем клавишу Auto. Если ручное управление передано модулю НИМ, то привод использует заданное значение скорости, выбранное на интерфейсе оператора. При желании заданное значение скорости по умолчанию может автоматически загружаться в НИМ при переходе на ручное управление от интерфейса оператора, чтобы обеспечить плавность перехода.

Ручное управление также можно запросить с цифрового входа. Для этого цифровой вход должен быть настроен на запрос ручного управления через параметр P172 [DI Manual Ctrl]. Запросы ручного управления от цифровых входов можно настроить на использование своего собственного заданного значения скорости для управления приводом. Цифровые входы также можно использовать совместно с функцией запуска Hand-Off-Auto (НОА), т. е. «Ручной-Выкл-Автоматический», чтобы настроить трехпозиционный переключатель НОА с ручным режимом работы.

Дополнительный модуль контроля безопасной скорости вращения (Safe Speed Monitor) использует ручной режим для регулирования скорости вращения привода при контроле ограничения безопасной скорости вращения.

Маски автоматического/ручного режима

Настройка конфигурации портов для функции переключения автоматического и ручного режима выполняется с помощью набора масок. Вместе эти маски определяют, какие порты могут регулировать скорость вращения и (или) управлять приводом, а также какие порты могут требовать переключение на ручное управление. Маски настраиваются путем выставления 0 или 1 в бите, номер которого соответствует номеру порта (бит 1 для порта 1, бит 2 для порта 2 и т. д.). Цифровые входы всегда настраиваются через бит 0, независимо от того, в каком порту данный модуль находится физически. Если для данного порта обе маски [Manual Ref Mask] и [Manual Cmd Mask] выставлены на 0, то этот порт не сможет запрашивать переход на ручное управление.

P324 [Logic Mask]

Маска логики включает и отключает функцию выдачи портами логических команд (таких как команды пуска и направления) при работе в любом режиме. Команды останова из любого порта не маскируются и будут по-прежнему останавливать привод.

P325 [Auto Mask]

Маска автоматического режима включает и отключает возможность выдачи портами логических команд (таких как команды пуска и направления) при работе в автоматическом режиме. Команды останова из любого порта не маскируются и будут по-прежнему останавливать привод.

P326 [Manual Cmd Mask]

Маска ручных команд включает и отключает функцию выдачи портами эксклюзивных логических команд управления (таких как команды пуска и направления) при работе в ручном режиме. Если порт переходит на ручное управление и соответствующий бит этого порта в маске [Manual Cmd Mask] выставлен, то никакой другой порт не сможет выдавать логические команды. Команды останова из любого порта не маскируются и будут по-прежнему останавливать привод.

P327 [Manual Ref Mask]

Маска заданного значения скорости для ручного режима включает и отключает функцию выдачи портами заданного значения скорости вращения при работе в ручном режиме. Если порт переходит на ручное управление и соответствующий бит этого порта в маске [Manual Ref Mask] выставлен, то приводу будет выдана команда на переход к заданному значению скорости вращения, установленному этим портом. Для выбора другого заданного значения скорости вращения можно использовать параметр P328 [Alt Man Ref Sel]. Если соответствующий бит для порта с ручным управлением не выставлен, то привод будет пользоваться нормальным заданным значением скорости вращения для автоматического режима, даже при работе в ручном режиме.

Выбор альтернативного заданного значения скорости вращения

По умолчанию заданное значение скорости вращения, используемое в ручном режиме, поступает от порта, потребовавшего ручное управление (например, если модуль интерфейса оператора в порту 1 потребует ручное управление, то заданное значение скорости в ручном режиме будет поступать от порта 1). Если требуется использовать другое заданное значение скорости вращения, то для этого можно использовать параметр P328 [Alt Man Ref Sel]. Порт, выбранный в этом параметре, будет использоваться для получения заданного значения независимо от того, какой порт потребовал ручное управление, если порту, осуществляющему ручное управление, разрешено выдавать заданное значение для ручного режима в соответствии с параметром P327 [Manual Ref Mask]. Если в параметре P328 [Alt Man Ref Sel] задан аналоговый вход, то максимальное и минимальное значения скорости вращения можно настроить с помощью параметров P329 [Alt Man Ref AnHi] и P330 [Alt Man Ref AnLo]. Для аналоговых входных сигналов, находящихся в промежутке между минимальным и максимальным значением, привод будет рассчитывать значение скорости вращения посредством линейной интерполяции.

Ручной выбор заданного значения с помощью параметра P328 [Alt Man Ref Sel] заменяет собой все прочие заданные значения скорости в ручном режиме, включая P563 [DI ManRef Sel].

Управление с помощью интерфейса оператора


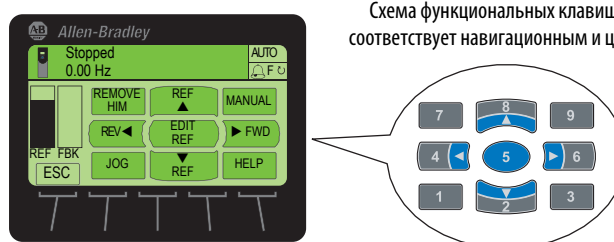


Ручное управление можно запросить с помощью модуля интерфейса оператора, подключенного к порту 1, 2 или 3. В масках (P324 [Logic Mask], P326 [Manual Cmd Mask] и P327 [Manual Ref Mask]) необходимо выставить соответствующие биты для того порта, к которому подключен НИМ. Чтобы запросить управление на модуль интерфейса оператора, нажмите клавишу  (Controls), чтобы вызвать экран управления Control.

Схема функциональных клавиш на экране Control соответствует навигационным и цифровым клавишам



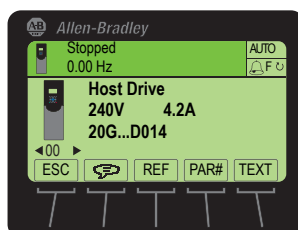
Нажмите клавишу  (Manual).

Нажмите клавишу  (Edit), чтобы подтвердить, что вы хотите переключиться в ручной режим.


Если запрос будет принят, в правом верхнем углу дисплея появится надпись «MAN». Это означает, что данный модуль интерфейса оператора осуществляет ручное управление, а не то, что привод находится в режиме ручного управления. На дисплее будет отображаться надпись «AUTO», если этот модуль не осуществляет ручное управление, даже если сам привод находится в режиме ручного управления. Чтобы увидеть, находится ли привод в режиме ручного управления, проверьте бит 9 параметра P935 [Drive Status 1].



Если модуль интерфейса оператора осуществляет ручное управление приводом, то привод будет использовать заданное значение скорости от этого модуля, если только параметром P328 [Alt Man Ref Sel] не определено иначе. Для изменения заданного значения скорости в модуле интерфейса оператора перейдите к экрану Status и нажмите среднюю экранную кнопку с надписью REF.



Если запрос не будет принят, появится сообщение о том, что ручное управление в данный момент не разрешено. Наиболее вероятной причиной является то, что ручное управление для данного порта отключено или ручное управление осуществляется другим портом. Чтобы узнать, какой порт осуществляет ручное управление, проверьте параметр P924 [Manual Owner].

Чтобы отказаться от ручного управления с модуля интерфейса оператора, нажмите клавишу  (Controls), чтобы показать экран Control.

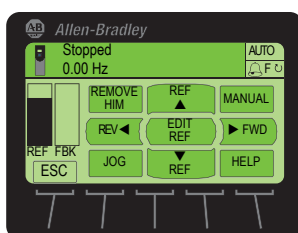
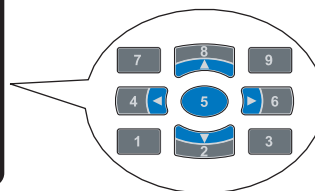




Схема функциональных клавиш на экране Control соответствует навигационным и цифровым клавишам

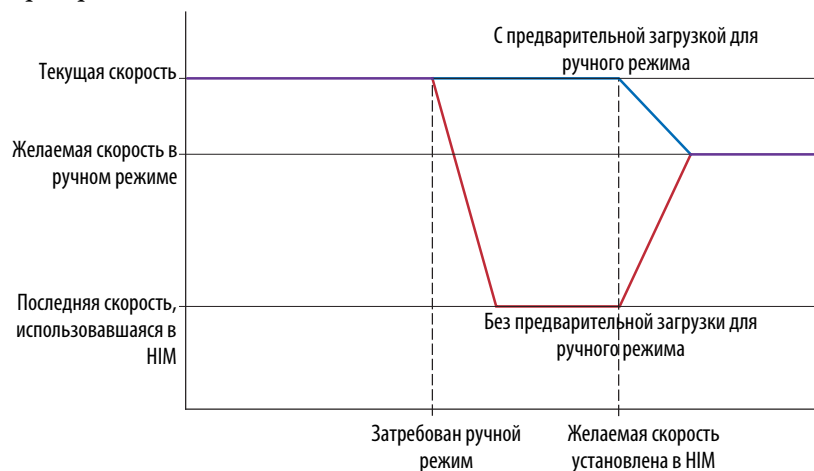


Нажмите клавишу  (Auto).

Нажмите клавишу  (Edit), чтобы подтвердить, что вы хотите переключиться в автоматический режим.

Предварительная загрузка модуля интерфейса оператора

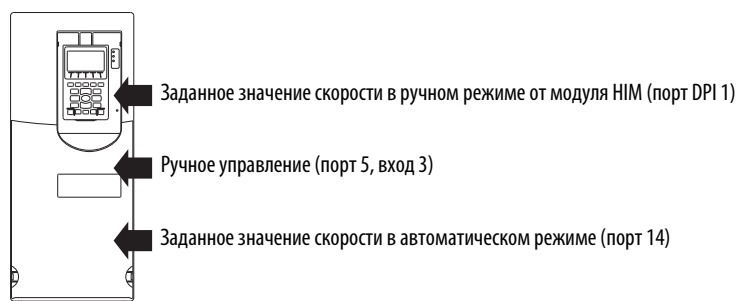
Перед тем, как получить заданное значение скорости от модуля интерфейса оператора, привод может заранее загрузить текущее значение скорости вращения в НИМ, чтобы обеспечить плавный переход. Без этой функции привод немедленно перейдет к последнему заданному значению скорости, установленному в интерфейсе оператора, прежде чем оператор сможет внести требуемые изменения. Благодаря этой функции привод будет продолжать работу с текущей частотой вращения до того момента, как оператор выставит необходимое задание.



Предварительная загрузка интерфейса оператора для автоматического/ручного режима настраивается параметром P331 [Manual Preload]. Порты 1, 2 и 3 можно настроить на предварительную загрузку заданного значения скорости в модуль интерфейса оператора, выставив биты 1, 2 и 3, соответственно.

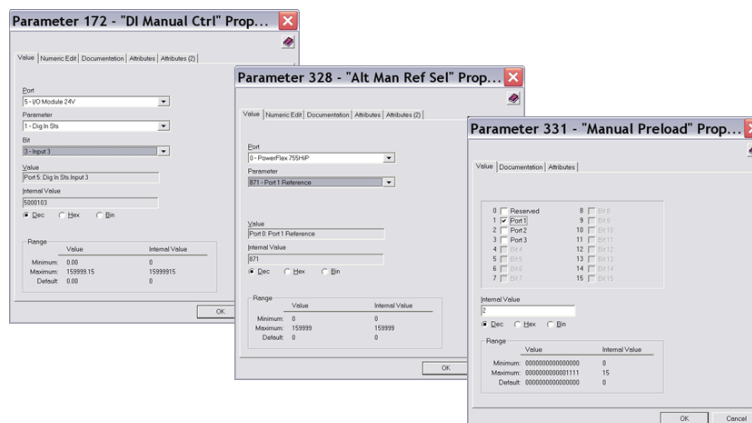
Пример ситуации

Модуль НИМ подключен к порту 1 привода, а модуль ввода/вывода постоянного тока напряжением 24 В подключен к порту 5. Вы хотите установить ручное управление с цифрового входа 3 модуля ввода/вывода. Вы хотите использовать встроенный порт EtherNet/IP в качестве источника заданного значения скорости в автоматическом режиме, и НИМ в качестве источника заданного значения в ручном режиме.



Необходимые действия

1. Установите в параметре P172 [DI Manual Ctrl] значение Port 5-I/O Module > 1-Dig In Sts > 3 – Input 3.
2. Установите P328 [Alt Man Ref Sel] = 871 Port 1 Reference 3.
Установите P331 [Manual Preload] = 0000 0000 0000 0010. Бит 1 разрешает предварительную загрузку значения обратной связи по скорости в интерфейс оператора на порте 1, когда модулю НИМ передается ручное управление.



Управление через цифровой вход

Цифровой вход может быть настроен на запрос ручного управления с помощью параметра P172 [DI Manual Ctrl]. При настройке масок автоматического/ручного управления цифровые входы настраиваются через бит 0, независимо от того, в каком порту данный модуль находится физически.

Заданное значение скорости в ручном режиме управления от цифрового входа может быть установлено путем выбора порта в параметре P328 [Alt Man Ref Sel]. Однако в результате все запросы ручного управления будут использовать этот порт в качестве источника заданного значения, независимо от того, откуда поступит такой запрос – от цифрового входа или от модуля НИМ. Отдельный порт для выбора заданного значения в ручном режиме, когда соответствующий запрос поступает только от цифрового входа, можно настроить с помощью параметра P563 [DI ManRef Sel]. (Чтобы увидеть параметр P564, установите P301 [Access Level] на 1 «Advanced».) Если настроен параметр P328 [Alt Man Ref Sel], то он будет использоваться вместо параметра P563 [DI ManRef Sel] и будет выдавать заданное значение для ручного режима.

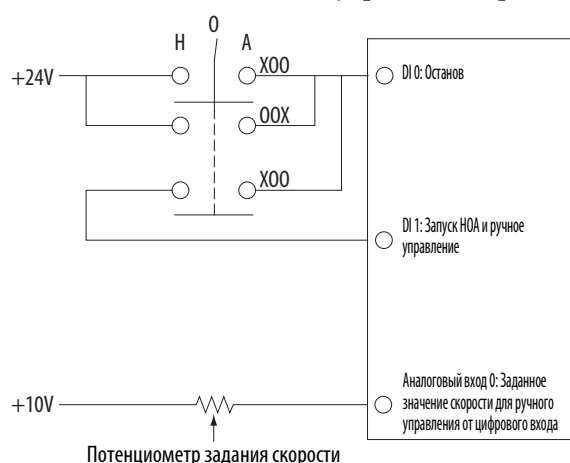
Если в параметре P563 [DI ManRef Sel] выбран аналоговый вход, то максимальное и минимальное значение скорости можно настраивать с помощью параметров P564 [DI ManRef AnlgHi] и P565 [DI ManRef AnlgLo]. Для аналоговых входных сигналов, находящихся в промежутке между минимальным и максимальным значением, привод будет рассчитывать значение скорости вращения посредством линейной интерполяции.

Hand-Off-Auto

Функцию переключения между автоматическим и ручным режимом также можно использовать совместно с функцией запуска Hand-Off-Auto (Ручной-Выкл- Автоматический), чтобы настроить трехпозиционный переключатель Н-О-А, который запускает привод и одновременно с этим запрашивает ручное управление, что позволяет использовать локальное заданное значение скорости для управления приводом. См. раздел [Переключатель Hand-Off-Auto на стр. 65](#), где приводятся более подробные сведения о функции запуска Hand-Off-Auto.

В изображенной ниже цепи к аналоговому входу подключен потенциометр для задания скорости вращения привода. Если переключатель Н-О-А переводится из положения «Auto» в положение «Hand», цифровой вход запрашивает ручное управление и выдает команду запуска на привод. Если порт цифрового входа получает ручное управление, то привод разгоняется до заданного значения скорости вращения, полученного с аналогового входа. Все попытки изменения скорости вращения, кроме как с этого аналогового входа, будут заблокированы. Если привод будет остановлен, когда переключатель Н-О-А находится в положении «Hand», то для перезапуска привода необходимо перевести этот переключатель в положение «Off» и затем назад в положение «Hand».

Если другой порт осуществляет ручное управление приводом, но не обладает функцией эксклюзивной выдачи логических команд (из-за значения маски P326 [Manual Cmd Mask]), то поворот этого переключателя в положение «Hand» приведет к тому, что привод начнет вращение, но аналоговый вход не сможет управлять скоростью привода.



Для настройки этой схемы следует установить указанные ниже параметры (P301 [Access Level] должен быть равен 1 «Advanced», чтобы увидеть параметр P563 [DI ManRef Sel]).

Номер	Название параметра	Значение
158	DI Stop	Digital Input 0
172	DI Manual Ctrl	Digital Input 1
176	DI HOA Start	Digital Input 1
324	Logic Mask	xxxxxxxxxxxxx1 (цифровой вход)
326	Manual Cmd Mask	xxxxxxxxxxxxx1 (цифровой вход)
327	Manual Ref Mask	xxxxxxxxxxxxx1 (цифровой вход)
563	DI ManRef Sel	Anlg In0 Value

При повороте переключателя Н-О-А в положение «Hand» привод запрашивает ручной режим управления, запускается и отслеживает заданное значение скорости, поступающее с аналогового входа. (На дисплее модуля интерфейса оператора сохраняется надпись Auto. Эта индикация изменится только в том случае, если НІМ примет на себя управление в ручном режиме).

Безопасное ограничение скорости

Дополнительный модуль контроля безопасной скорости (Safe Speed Monitor) привода PowerFlex использует ручной режим для регулирования скорости вращения привода при реализации функции безопасного ограничения скорости вращения Safe Limited Speed. Если включен контроль безопасной скорости Safe Limited Speed, то указанный модуль запросит ручное управление приводом. Если привод в течение времени P53 [LimSpd Mon Delay] не достигнет безопасной скорости вращения, указанной в дополнительном модуле в параметре P55 [Safe Speed Limit], то привод перейдет в состояние аварии.

Хотя этот дополнительный модуль использует ручной режим, он не может определять заданное значение скорости и запускать привод. Поэтому необходимо настроить следующие параметры.

P326 [Manual Cmd Mask]

Выключите бит, соответствующий порту дополнительного модуля безопасности, чтобы модули, установленные в других портах, сохранили возможность управления приводом при работе в ручном режиме. Например, если дополнительный модуль безопасности установлен в порту 6, то в этом параметре следует выключить бит 6.

P327 [Manual Ref Mask]

Включите бит, соответствующий порту дополнительного модуля безопасности, чтобы этот модуль смог выдать на привод команду об использовании его заданного значения скорости для ручного режима при работе в ручном режиме. Например, если дополнительный модуль безопасности установлен в порту 6, то в этом параметре следует включить бит 6.

P328 [Alt Man Ref Sel]

Установите этот параметр, чтобы выбрать желаемое заданное значение скорости при работе привода в ручном режиме. Например, установите этот параметр на значение Port 0: Preset Speed 1, чтобы настроить привод на использование его параметра P571 [Preset Speed 1] в качестве заданного значения скорости для ручного режима. В этом случае значение параметра привода P571 [Preset Speed 1] должно быть меньше значения параметра P55 [Safe Speed Limit], заданного в дополнительном модуле безопасности, чтобы не допустить появления аварийного сигнала SLS Speed Fault.

См. руководство «Safe Speed Monitor Option Module for PowerFlex 750-Series AC Drives Safety Reference Manual», публикация [750-RM001](#), где приведена более подробная информация.

Автоматическая настройка конфигурации устройства

Функция Automatic Device Configuration (ADC) поддерживает автоматическую загрузку параметров конфигурации в контроллер Logix, подключенный по сети EtherNet/IP к приводу PowerFlex 755 (встроенное программное обеспечение версии 4.001 или выше) и его периферийным устройствам. ADC поддерживается в следующем ПО:

- ПО RSLogix 5000, версия 20 и выше
- Среда Studio 5000, версия 21 и выше

Файлы проектов (файлы .ACD), созданные с помощью этого программного обеспечения, содержат параметры конфигурации приводов PowerFlex. При загрузке проекта в контроллер, параметры конфигурации сохраняются в памяти контроллера. В ПО для программирования более ранних версий требовалась ручная загрузка в контроллер параметров конфигурации.

ADC также может работать вместе с утилитой Firmware Supervisor. Если утилита Firmware Supervisor для данного привода настроена и включена (для чего необходимо использовать кодировку типа точное совпадение), привод/периферийное устройство будет автоматически обновляться (при необходимости), прежде чем будет выполнена любая операция ADC на этом порту.

Информация об автоматической настройке конфигурации устройства (ADC) приводится в руководстве «PowerFlex 755 Embedded EtherNet/IP Adapter User Manual», публикация [750COM-UM001](#), в главе 4 «Настройка ввода-вывода», где содержатся следующие разделы:

- Описание работы функции ADC;
- Влияние профилей устройств (AOP) на ADC;
- Настройка привода PowerFlex 755 (встроенное ПО версии 4.001 или выше) для использования функции ADC;
- ADC и память Logix;
- Хранение встроенного ПО привода и периферийных устройств в контроллере Logix (Firmware Supervisor);
- Особенности использования программы DeviceLogix;
- Особенности использования модуля Safe Speed Monitor 20-750-S1;
- Слежение за ходом работы функции ADC;
- Примеры возможных проблем и их решения.

Автонастройка

Функция автонастройки используется для измерения параметров двигателя. Функция автонастройки состоит из нескольких отдельных этапов, каждый из которых предназначен для измерения одного или нескольких параметров двигателя. Для проведения этих испытаний необходимо ввести информацию с шильдика двигателя в привод. Хотя некоторые значения параметров можно изменить вручную, оптимальная работа привода будет обеспечена при использовании измеренных значений параметров двигателя. Каждый режим управления двигателем нуждается в отдельных испытаниях. Информация, полученная в результате этих измерений, будет храниться в энергонезависимой памяти привода и использоваться во время его работы. Испытания разделены на группы – в одну группу включены измерения, для проведения которых не требуется вращение двигателя (Static Tune), в другую – все измерения в рамках выбранного режима управления с вращением двигателя (Rotate Tune) или измерения, для которых в соответствии с режимом управления требуется определение момента инерции (Inertia Tune).

Выбор испытаний для автонастройки выполняется с помощью параметра P70 [Autotune]. Автонастройка предусматривает ручной или автоматический выбор параметров P73 [IR Voltage Drop], P74 [Ixo Voltage Drop] и P75 [Flux Current Ref]. Эта функция работает только в том случае, если режим управления двигателем – параметр P35 [Motor Ctrl Mode] - установлен на 1 «Induction SV», 2 «Induct Econ», или 3 «Induction FV».

Другие режимы управления двигателем, такие как «Permanent Magnet» и «Interior Permanent magnet» используют другие параметры, соответствующие этим режимам. Набор параметров автонастройки приведен ниже.

Испытания

В системе управления привода PowerFlex 755 предусматриваются четыре варианта автонастройки. Все четыре варианта выбираются с помощью параметра автонастройки.

P70 [Autotune]

- 0 = Ready
- 1 = Calculate
- 2 = Static Tune
- 3 = Rotate Tune
- 4 = Inertia Tune

Ready

Параметр возвращается в состояние готовности Ready после настройки без вращения или с вращением двигателя. Чтобы после этого запустить привод в нормальном режиме, необходимо еще раз подать команду пуска. Эта функция также обеспечивает возможность ручной настройки параметров P73 [IR Voltage Drop], P74 [Ixo Voltage Drop] и P75 [Flux Current Ref].

Calculate

Если параметр автонастройки установлен на режим вычисления – Calculate (по умолчанию), то привод использует паспортные данные двигателя для автоматической настройки параметров P73 [IR Voltage Drop], P74 [Ixo Voltage Drop], P75 [Flux Current Ref] и P621 [Slip RPM at FLA].

Параметры P73 [IR Volt Drop], P87 [PM IR Voltage], P79 [EncdrLss VltComp], P74 [Ixo Voltage Drop], P75 [Flux Current Ref], P93 [PM Dir Test Cur] и Slip Frequency изменяются с учетом значений, указанных на шильдике двигателя. При изменении паспортных двигателя параметры автонастройки обновляются с учетом изменений.

При использовании режима вычисления Calculate значения параметров определяются по справочной таблице.

Static Tune

Если выбран параметр автонастройки без вращения двигателя (Static), то выполняются только те испытания, для которых не требуется вращения двигателя. Это временная команда, инициирующая измерение сопротивления статора неподвижного двигателя для оптимальной автоматической настройки параметра P73 [IR Voltage Drop] во всех действительных режимах, а также измерение индуктивности рассеяния неподвижного двигателя для оптимальной автоматической настройки параметра P74 [Ixo Voltage Drop] в режиме векторного управления потоком (FV). После выбора этого значения параметра требуется подать команду пуска. Используется в случае, когда вращение двигателя невозможно.

Rotate Tune

Фактически выполняемые измерения в режимах автонастройки без вращения и с вращением двигателя зависят от имеющихся режимов управления двигателем, типа обратной связи и выбранного типа двигателя. Выполняемые измерения зависят от значения параметров P35 [Motor Ctrl Mode], P125 [Pri Vel Fdbk Sel] и P70 [Autotune]. Обновление параметров производится в зависимости от результатов выполненных измерений; в некоторых случаях вычисленные значения некоторых параметров будут использоваться для изменения других параметров. См. [табл. 3](#).

Это временная команда, инициирующая автонастройку без вращения двигателя и последующую автонастройку вращающегося двигателя для оптимальной автоматической настройки параметра P75 [Flux Current Ref]. В режиме векторного управления потоком (FV) с обратной связью от энкодера также проводится испытание для оптимальной автоматической настройки параметра P621 [Slip RPM at FLA]. После выбора этого значения параметра требуется подать команду пуска.

ВАЖНО

При автонастройке с вращающимся двигателем в режиме бездатчикового векторного управления (SV) двигатель следует отсоединить от нагрузки, так как в противном случае результаты могут оказаться некорректными. В режиме векторного управления потоком (FV) корректные результаты будут получены как с присоединенной, так и с отсоединенной нагрузкой. Следует соблюдать осторожность при выполнении автонастройки с нагрузкой, подсоединенной к валу двигателя. Обороты двигателя в процессе автонастройки могут выйти за пределы, установленные для данной нагрузки.

табл. 3 - Источник параметров автонастройки

Режим управления	Тип двигателя	Выбранная обратная связь	Автонастройка	Rs	Xo	Idlt	Rslt	Id	Rsid	Slip	Encls	Cemf	PmOffset
VF	Асинхронный	–	Статический	ВКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ
			Динамический	ВКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВКЛ	ВКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ
	С постоянными магнитами	–	Статический	ВКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ
			Динамический	ВКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ
	Реактивный синхронный	–	Статический	ВКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ
			Динамический	ВКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ
FV	Асинхронный	С энкодером	Статический	ВКЛ	ВКЛ	ВКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ
			Динамический	ВКЛ	ВКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВКЛ	ВЫКЛ	ВКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ
		Без энкодера	Статический	ВКЛ	ВКЛ	ВКЛ	ВКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ
			Динамический	ВКЛ	ВКЛ	ВКЛ	ВКЛ	ВКЛ	ВКЛ	ВЫКЛ	ВКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ
	С постоянными магнитами	С энкодером	Статический	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ
			Динамический	ВКЛ	ВКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВКЛ	ВКЛ
		Без энкодера	Статический	ВКЛ	ВКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ
			Динамический	ВКЛ	ВКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВКЛ	ВЫКЛ
	Реактивный синхронный	С энкодером	Статический	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ
			Динамический	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ
		Без энкодера	Статический	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ
			Динамический	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ	ВЫКЛ

Настройка момента инерции

При выборе режима автонастройки момента инерции выполняется только одно измерение. По результатам этого измерения производится обновление нескольких параметров. См. таблицы, приведенные в разделе «Отдельные измерения».

Эта временная команда инициирует измерение момента инерции двигателя с нагрузкой. Двигатель будет увеличивать и уменьшать скорость вращения, а привод в это время будет измерять величину момента инерции. Этот вариант автонастройки применим только в режимах векторного управления потоком FV, выбранных в параметре P35 [Motor Ctrl Mode]. Окончательные результаты измерений должны быть получены на двигателе с подсоединенной нагрузкой, если только вращение не приведет к повреждению механизма.

Ограничения при измерениях

При измерении магнитного потока используется установленное время разгона, если оно составляет не менее 10 секунд. В противном случае будет принудительно использоваться значение в 10 секунд. При измерении момента инерции используется время разгона, составляющее 0,1 секунды. Для всех измерений с вращающимся двигателем будет использоваться направление вращения, выбранное для нормальной работы. Кроме того, при любом измерении с вращающимся двигателем будут использоваться нормальные ограничения скорости вращения.

Менеджер тепловой нагрузки будет постоянно работать в цикле 2 мс, обеспечивая защиту при проведении любых измерений при автонастройке.

Отдельные измерения

В процессе автонастройки выполняются некоторые из указанных ниже измерений.

Измерение сопротивления

Это измерение всегда проводится без вращения двигателя, какой бы режим автонастройки не был выбран. Служит для измерения сопротивления статора.

Измерения индуктивности

Это измерение всегда проводится без вращения двигателя, какой бы режим автонастройки не был выбран. Один вид измерения применяется для асинхронных двигателей, а другой – для двигателей с постоянными магнитами. Результаты измерения для асинхронного двигателя записываются в параметр I_{x0} , а результаты измерения для двигателя с постоянными магнитами записываются в параметры I_{Xd} и I_{Xq} .

Измерение магнитного потока

Это измерение выполняется при вращающемся двигателе и служит для измерения тока холостого хода. Результаты используются для вычисления тока намагничивания. Если выполняется только статическая автонастройка, то конечное значение берется из справочной таблицы.

Измерение скольжения

Это измерение выполняется при вращающемся двигателе и служит для измерения разности скоростей вращения ротора и поля статора. Измерение выполняется во время разгона двигателя.

Измерение положения ротора двигателя с постоянными магнитами

Во время этого измерения может произойти незначительное проворачивание вала двигателя, поэтому его надо выполнять в режиме с вращающимся двигателем. Здесь измеряется положение энкодера при частоте 0 Гц на выходе привода.

Измерение момента инерции

Это независимое измерение служит для измерения момента инерции системы.

Привод записывает это значение в параметр P76 [Total Inertia] в виде момента инерции, выраженного в секундах. Это значение отражает время, требуемое для ускорения нагрузки при 100%-ном крутящем моменте до номинальной скорости вращения. Эта информация может быть весьма полезной для определения общего момента инерции нагрузки (в фунто-футах²), подсоединенной к валу двигателя.

Используя формулу: $Tacc = \frac{WK^2 \times \Delta N}{308(t)}$

и приведя ее к виду $WK^2 = \frac{Tacc \times 308 \times (t)}{\Delta N}$

получаем формулу для определения только момента инерции нагрузки.

Здесь Тасс - это 100% крутящий момент привода, выраженный в фунто-футах. Допустим, что используется двигатель мощностью 10 л.с. с приводом мощностью 10 л.с. Можно преобразовать следующую формулу мощности, чтобы определить по ней крутящий момент в фунто-футах.

Используется двигатель мощностью 10 л.с. со скоростью вращения 1785 об/мин, $HP = \frac{T \times Speed}{5252}$

и приведя ее к виду $T = \frac{HP \times 5252}{Speed}$

Подставим численные значения. $T = \frac{10 \times 5252}{1785}$ T = фунто-фут

Значение (t) представляет собой значение момента инерции в секундах, полученное приводом после выполнения автонастройки момента инерции. Допустим, что измеренный момент инерции составляет 2,12 секунды. Упорядочив переменные, получим

$Tacc = 29,42$
 $(t) = 2,12$
 $N = 1785$

подставим эти значения в формулу: $WK^2 = \frac{Tacc \times 308 \times (t)}{\Delta N}$ $WK^2 = 10,76$

По результатам расчета можно заключить, что момент инерции присоединенной нагрузки равен 10,76 фунто-футов². Умножив это значение на коэффициент 0,04214011, получим 0,453 кг•м².

Как параметр P71 [Autotune Torque] влияет на эти вычисления? Независимо от значения этого параметра, привод интерполирует результаты, как если бы это значение составляло 100%. Так момент инерции, измеренный приводом, всегда отражает 100%-ый крутящий момент.

Измерение противо-ЭДС

Это измерение с вращающимся двигателем, предназначенное для измерения противо-ЭДС двигателя с постоянными магнитами

Информация о некоторых других параметрах автонастройки, не рассмотренных выше.

Параметры автонастройки

P71 [Autotune Torque]

Как правило, используемое по умолчанию значение 50% будет достаточным для большинства задач. Можно увеличить или уменьшить это значение.

P73 [IR Voltage Drop]

Падение напряжения из-за сопротивления.

P74 [Ixo Voltage Drop]

Падение напряжения из-за индуктивности.

P75 [Flux Current Ref]

Ток, требуемый для создания необходимого магнитного потока двигателя. Это значение берется из справочной таблицы для автонастройки без вращения двигателя и измеряется во время автонастройки с вращающимся двигателем. Очевидно, что автонастройка с вращением даст более точный результат.

P76 [Total Inertia]

Момент инерции в секундах. См. описание, приведенное выше.

P77 [Inertia Test Lmt]

Значение этого параметра ограничивает количество оборотов при измерении момента инерции. При превышении этого параметра привод перейдет в состояние аварии F144 «Autotune Inertia». Кроме того, если этот параметр задан и привод определит, что количество оборотов будет превышено, привод затормозит и остановится до того, как это значение будет превышено.

P78 [EncdrLss AngComp] и P79 [EncdrLss VltComp]

Эти параметры используются только в режиме векторного управления потоком при разомкнутом контуре. P78 измеряется только при автонастройке с вращением. Параметр P79 измеряется без вращения двигателя.

P80 [PM Cfg]

Этот параметр автонастройки позволяет выполнять определенные измерения в зависимости от типа подключенного двигателя.

Двигатели с постоянными магнитами

Параметры P81...P93 и P120 измеряются во время автонастройки, если выбран двигатель с постоянными магнитами. Значения этих параметров определяются только при автонастройке с вращением.

Двигатели со встроенными постоянными магнитами

Параметры P1630...P1647 измеряются во время автонастройки, если выбран двигатель со встроенными постоянными магнитами. Значения этих параметров определяются только при автонастройке с вращением.

Дополнительный источник питания

Модуль дополнительного источника питания (20-750-APS) предназначен для питания цепей управления привода в случае отключения привода от сети питания.

Подключение к источнику питания 24 В постоянного тока позволяет поддерживать работу сети связи и обмен данными в ней. Это также позволяет поддерживать работу программы DeviceNet и управлять любыми подсоединенными входами и выходами.

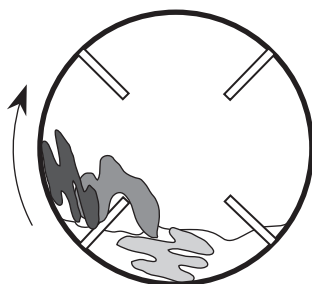
Модуль дополнительного источника питания рассчитан на питание всех периферийных устройств, вводов/выводов и подключенных устройств обратной связи.

Регулирование напряжения на шине постоянного тока

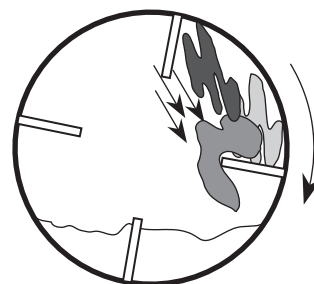
В некоторых случаях возникают временные условия для рекуперации энергии. Такая ситуация показана в следующем примере. Привод используется для дублирования шкур в барабане, который частично заполнен раствором для дублирования и шкурами. Во время подъема шкур (слева) двигатель потребляет электроэнергию. Однако, когда шкуры поднимаются до верхней точки и затем падают на лопасть барабана, двигатель начинает генерировать электроэнергию, возвращая ее в привод, и возникает опасность отключения привода из-за перенапряжения на шине постоянного тока.

Когда двигатель переменного тока генерирует электроэнергию за счет движения нагрузки, напряжение звена постоянного тока привода возрастает, если в системе нет других средств рассеяния энергии, таких как тормозные транзистор и резистор, или если привод не осуществляет каких либо превентивных мер для защиты от перенапряжения.

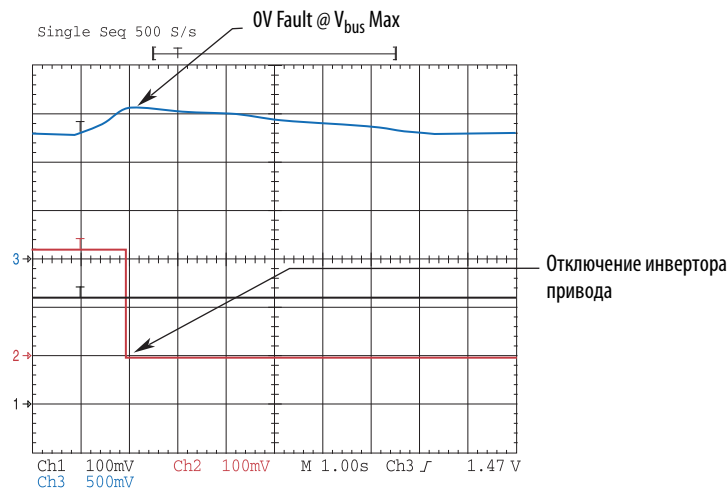
Двигательный режим



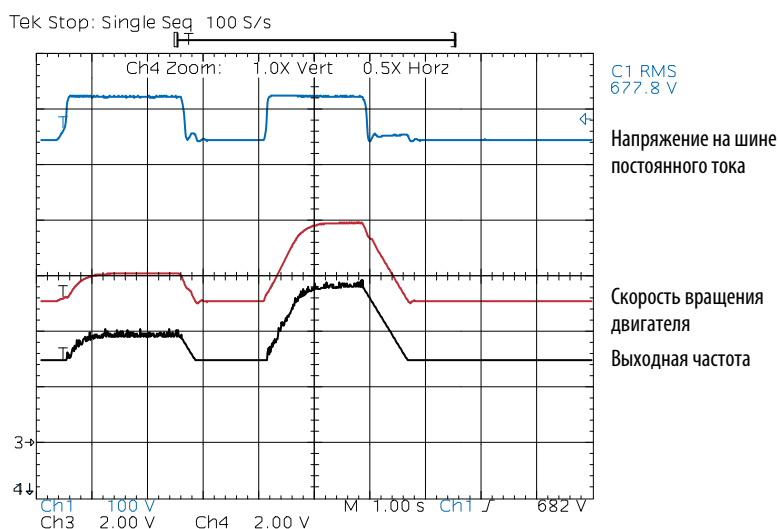
Генераторный режим



Если функция регулирования напряжения на шине постоянного тока отключена, напряжение на шине может превысить предельное рабочее значение, в результате чего привод перейдет в состояние аварии, осуществляя защиту от перенапряжения.



Если функция регулирования напряжения звена постоянного тока включена, привод может реагировать на повышение напряжения путем увеличения выходной частоты до полного подавления эффекта рекуперации. Это позволяет поддерживать напряжение на шине на заданном уровне ниже уставки срабатывания защиты.



Функция регулирования напряжения на шине постоянного тока является приоритетной по отношению к функциям ускорения/замедления.

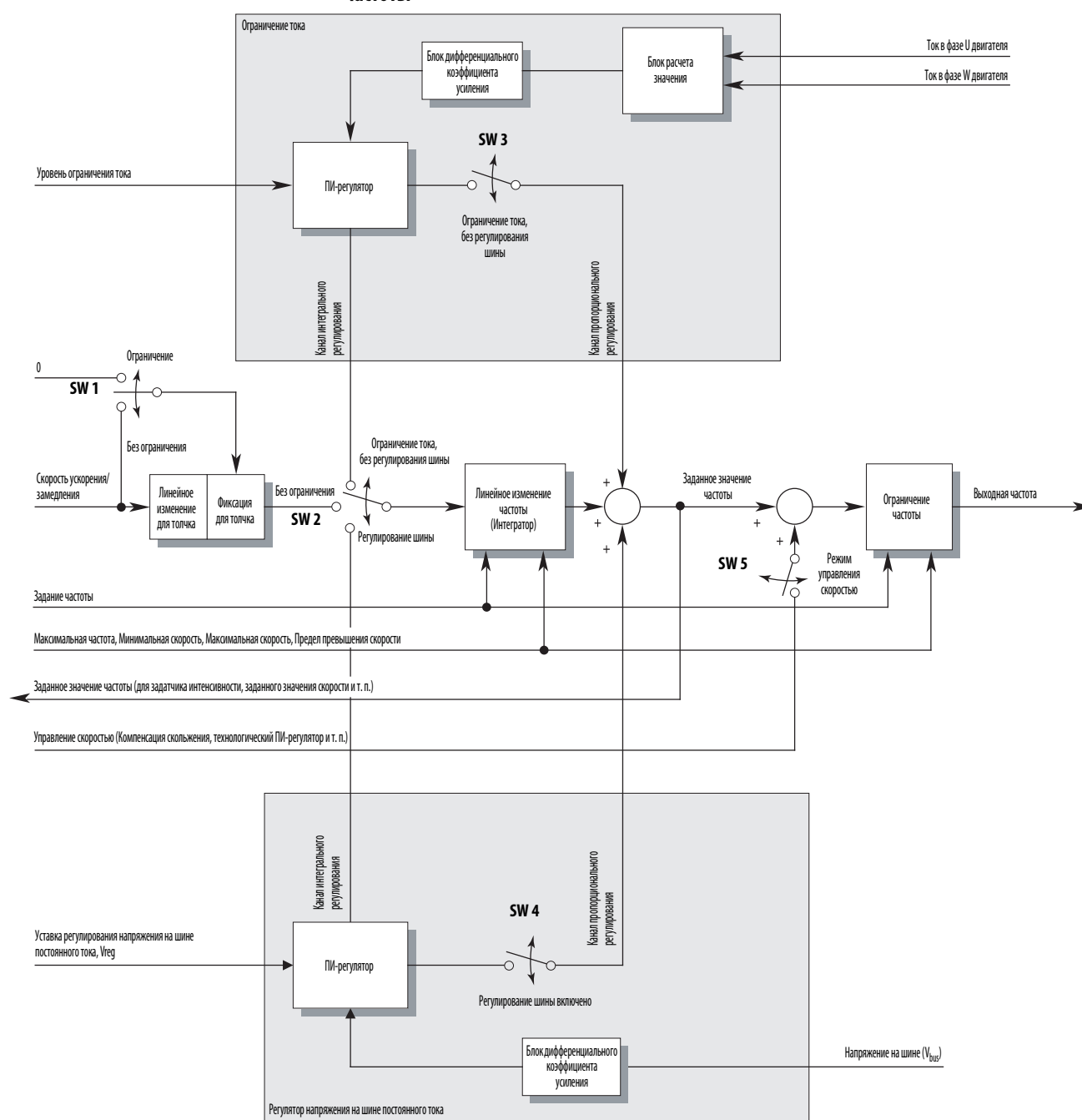
Регулирование напряжения на шине постоянного тока выбирается в параметре режима Bus Reg.

Работа функции

Регулирование напряжения на шине постоянного тока начинается, когда напряжение на ней превысит уставку регулирования V_{reg} , и переключатели, показанные на [рис. 1](#), перейдут в указанные положения.

	SW 1	SW 2	SW 3	SW 4	SW 5
Регулирование напряжения на шине постоянного тока	Ограничение	Регулирование шины	Разомкнут	Замкнут	Не имеет значения

рис. 1 - Блоки регулятора напряжения на шине, ограничения тока и линейного изменения частоты



Дифференциальное звено регулятора распознает быстрое увеличение напряжения на шине постоянного тока и начинает обрабатывать это изменение еще до достижения заданной уставки регулирования напряжения на шине V_{reg} . Дифференциальное звено имеет важное значение, так как оно сводит к минимуму перерегулирование напряжения на шине постоянного тока в начале процесса регулирования, тем самым предотвращая аварию по перенапряжению. Сигнал интегрального канала регулирования используется для ускорения или замедления и поступает в задатчик линейного изменения частоты. Сигнал пропорционального звена добавляется непосредственно к выходу задатчика линейного изменения частоты для получения выходной частоты. Выходное значение частоты затем ограничивается на максимальном заданном уровне.



ВНИМАНИЕ: Функция «adjust freq» регулятора напряжения на шине постоянного тока чрезвычайно полезна для предотвращения нежелательных срабатываний защиты от перенапряжения в результате резкого торможения или воздействия обгонных и эксцентриковых нагрузок. Эта функция вызывает принудительное повышение заданной частоты, когда напряжение на шине постоянного тока привода начинает приближаться к уставке защиты. Однако ее работа также может привести к возникновению любой из двух ситуаций, описанных ниже.

1. Быстрый прирост входного напряжения (более чем на 10% за 6 минут) может привести к самопроизвольному увеличению скорости вращения. Тогда при достижении скорости вращения [Max Speed] + [Overspeed Limit] произойдет аварийное отключение из-за превышения допустимой скорости вращения «OverSpeed Limit». Если такая ситуация недопустима, то следует принять меры: 1) по ограничению напряжения питания в пределах технических характеристик привода и 2) по ограничению прироста напряжения до уровня менее 10%. Если такой режим работы недопустим, и принятие перечисленных мер не предоставляется возможным, тогда функцию «adjust freq» регулятора напряжения на шине постоянного тока необходимо отключить (см. параметры 372 и 373).
2. Фактическое время замедления может превышать заданное время замедления. Однако в случае прекращения замедления привода появится аварийный сигнал прекращения замедления «Decel Inhibit». Если такая ситуация недопустима, тогда функцию «adjust freq» регулятора напряжения на шине постоянного тока необходимо отключить (см. параметры 372 и 373). Кроме того, в большинстве случаев правильно выбранный резистор динамического торможения будет работать так же, как эта функция, или еще лучше. **Важно:** Эти аварийные сигналы не появляются мгновенно. Результаты испытаний показывают, что они появляются через 2...12 секунд.

Режимы регулирования напряжения звена постоянного тока

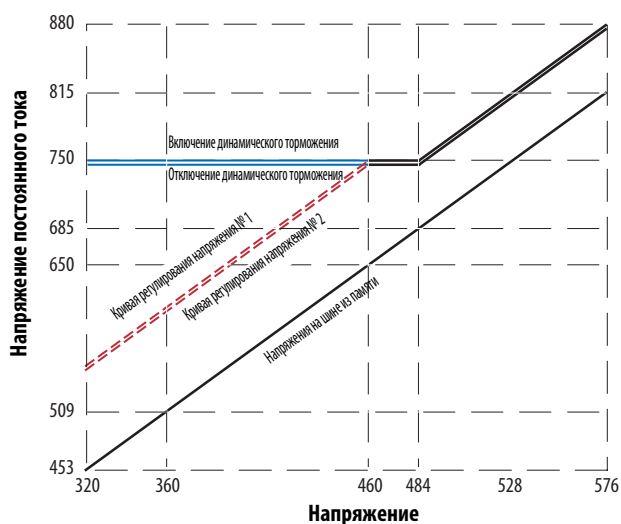
Привод можно запрограммировать на один из пяти различных режимов регулирования напряжения звена постоянного тока:

- Отключено
- Регулирование частотой
- Динамическое торможение
- Оба режима с приоритетом динамического торможения
- Оба режима с приоритетом регулирования частотой

Обычно в приводе используется режим P372 [Bus Reg Mode A], кроме того случая, когда функция цифрового входа «DI BusReg Mode B» используется для мгновенного переключения режимов, и в таком случае действующим режимом регулирования становится режим P373 [Bus Reg Mode B].

Уставка регулирования напряжения на шине постоянного тока берется из памяти напряжения на шине (усредненное значение напряжения на шине за период времени). Работа этой функции описывается в следующих таблицах и на рисунке.

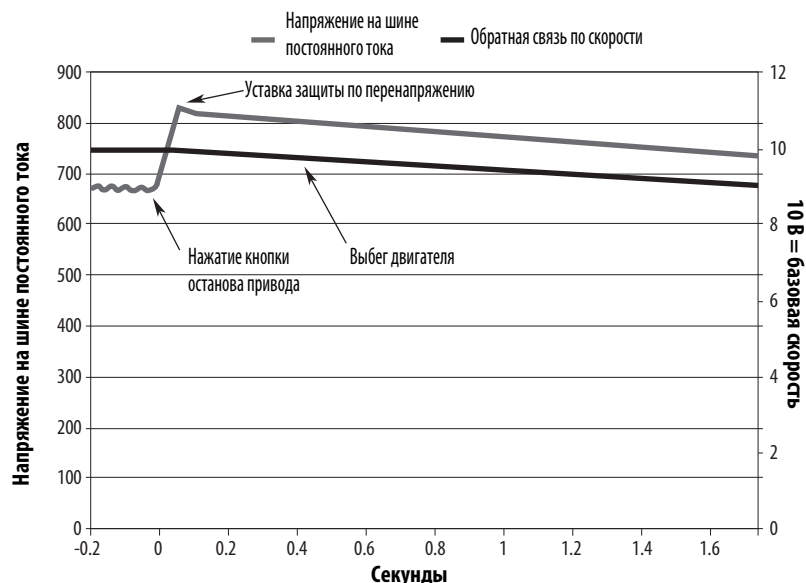
Класс напряжения	Память напряжения на шине	Уставка включения динамического торможения	Уставка отключения динамического торможения
480	<685 В=	750 В=	Вкл – 8 В=
	>685 В=	Память + 65 В=	



Вариант 0 «Disabled» (Отключено)

Если параметр [Bus Reg Mode *n*] выставлен на 0 «Disabled», то регулятор напряжения выключен и транзистор динамического торможения не работает. Энергия, возвращаемая в звено постоянного тока, приведет к неконтролируемому повышению напряжения и к защитному отключению привода, когда будет достигнуто предельно допустимое значение напряжения.

рис. 2 - Регулирование напряжения на шине привода PowerFlex серии 750 – отключено

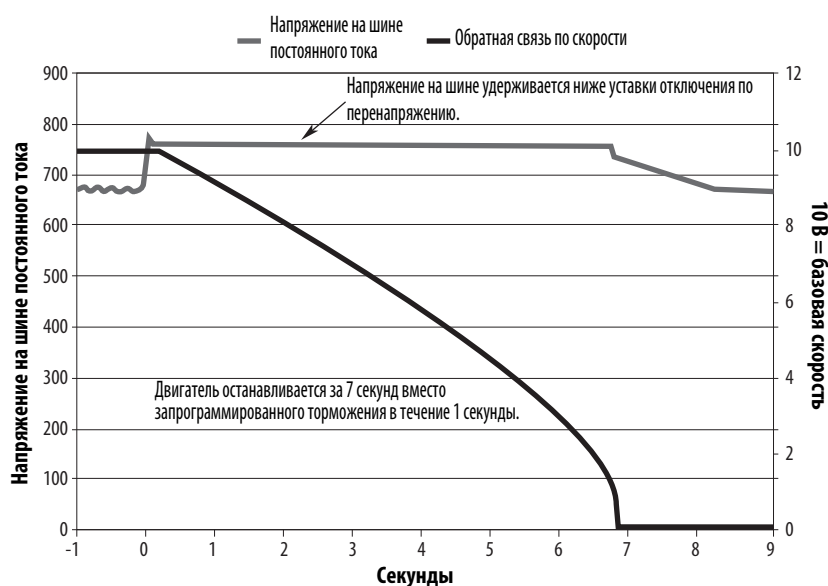


Вариант 1 «Adjust Freq» (Регулирование частотой)

Если параметр [Bus Reg Mode *n*] выставлен на 1 «Adjust Freq», то регулятор напряжения на шине постоянного тока будет включен. Уставка регулятора напряжения на шине соответствует кривой регулирования напряжения на шине № 1, если значение напряжения из памяти меньше 650 В=, и кривой динамического торможения, если значение напряжения из памяти больше 650 В=. (табл. 5). Например, если значение напряжения из памяти равно 684 В=, то в качестве уставки для регулирования частоты используется значение 750 В=.

Ниже можно видеть, как регулируется напряжение на шине постоянного тока – темп торможения снижается, чтобы не допустить отключения привода из-за перенапряжения.

рис. 3 - Регулирование напряжения на шине привода PowerFlex серии 750 – регулирование частотой



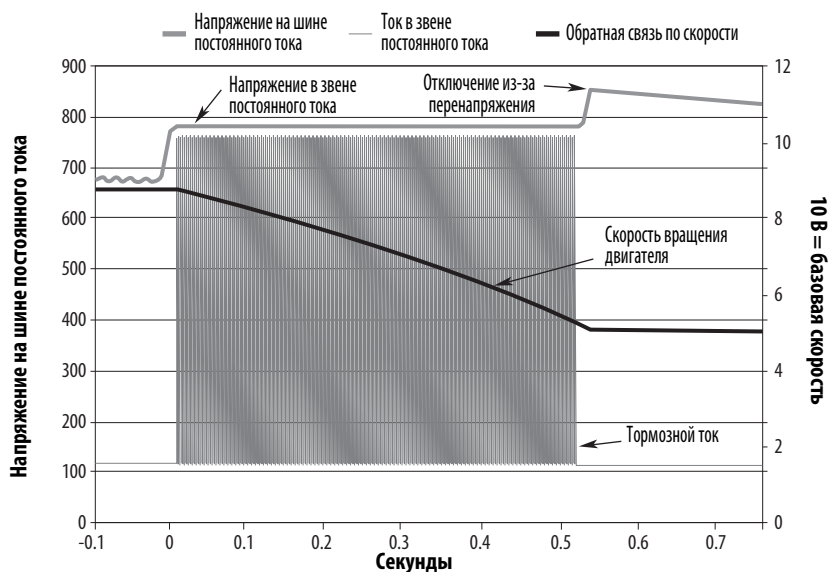
Вариант 2 «Dynamic Brak» (Динамическое торможение)

Если параметр [Bus Reg Mode *n*] выставлен на 2 «Dynamic Brak», будет включена функция регулирования посредством динамического торможения. В режиме динамического торможения регулятор напряжения на шине постоянного тока выключен. При этом применяются кривые включения и выключения динамического торможения. Например, если значение напряжения из памяти равно 684 В, то динамическое торможение включится при напряжении 750 В и выключится при напряжении 742 В. Режим динамического торможения может работать по-разному в зависимости от выбора в параметре P382 [DB Resistor Type] внешнего или внутреннего типа резистора динамического торможения.

Внутренний резистор

Если в приводе выбран внутренний резистор, то защитная схема во встроенном ПО будет ограничивать работу транзистора динамического торможения, если будет выявлено чрезмерное рассеяние мощности на резисторе. Поэтому напряжение на шине постоянного тока будет расти, что приведет к защитному отключению из-за перенапряжения.

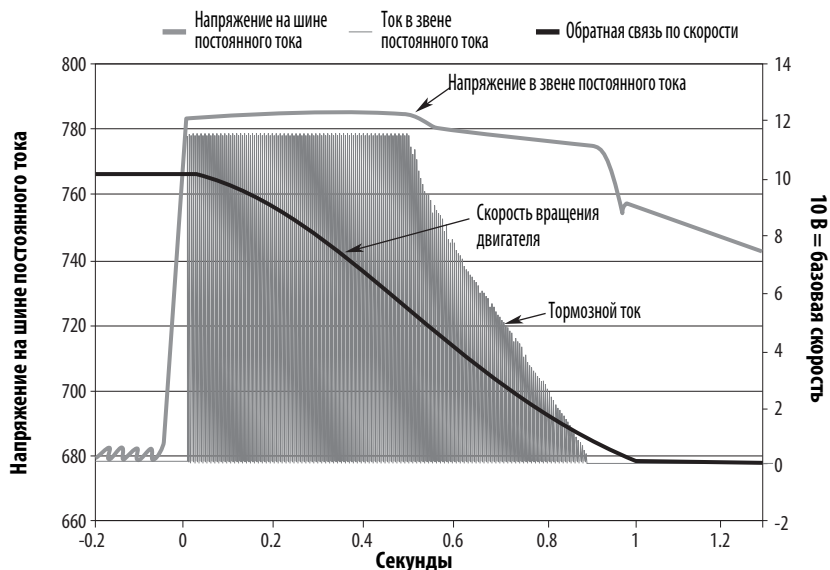
рис. 4 - Регулирование напряжения на шине привода PowerFlex серии 750 – внутренний резистор динамического торможения



Внешний резистор

Если в приводе выбран внешний резистор, если этот резистор выбран правильно и если задана максимальная мощность в режиме генератора, обеспечивающая полное рассеяние рекуперативной мощности, то транзистор динамического торможения будет работать в течение всего времени торможения.

рис. 5 - Регулирование напряжения на шине привода PowerFlex серии 750 – внешний резистор динамического торможения



Кажется, что ток динамического торможения уменьшается по мере приближения к концу замедления. Однако это происходит только из-за влияния развертки осциллографа и работы измерительных приборов. В конце концов, эта схема работает не по закону Ома. Очевидным является тот факт, что транзистор динамического торможения работает в течение всего времени торможения.

Вариант 3 «Both DB 1st» (Оба режима с приоритетом динамического торможения)

Если параметр [Bus Reg Mode *n*] выставлен на 3 «Both DB 1st», то будут включены оба регулятора, но уставка срабатывания динамического торможения будет ниже, чем у регулятора напряжения на шине постоянного тока. Уставка регулятора напряжения на шине соответствует кривой включения динамического торможения. Регулятор динамического торможения работает по кривым включения и отключения динамического торможения. Например, если значение напряжения из памяти будет от 650 до 685 В, то регулятор напряжения на шине сработает при напряжении 750 В, а динамическое торможение включится при напряжении 742 В и выключится при напряжении 734 В.

Привод может реагировать по-разному в зависимости от выбранного режима – векторного управления потоком или бездатчикового векторного управления. Важно помнить, что в режиме бездатчикового векторного управления привод **не** использует значение, введенное в параметр P426 [Regen Power Lmt]. Если будет оставлено значение по умолчанию (-50%) и при замедлении будет выделяться значительная мощность, то привод опять попытается защитить резистор.

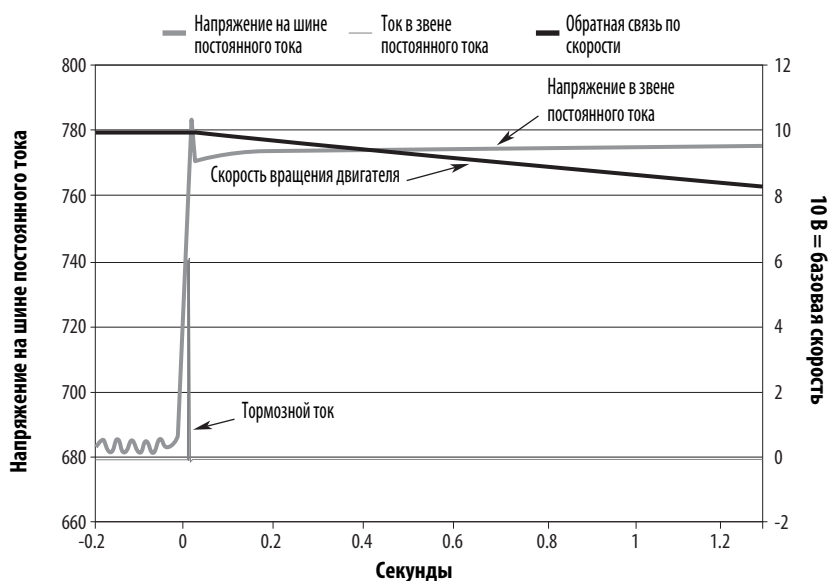
Рассмотрите приведенные ниже графики.

Вариант 4 «Both Frq 1st» (Оба режима с приоритетом регулирования частотой)

Если параметр [Bus Reg Mode *n*] выставлен на 4 «Both Frq 1st», то будут включены оба регулятора, но уставка срабатывания регулятора напряжения на шине будет ниже, чем у динамического торможения. Уставка регулятора напряжения на шине соответствует кривой регулирования напряжения №2, если значение напряжения из памяти меньше 650 В, и кривой выключения динамического торможения, если значение напряжения из памяти больше 650 В. (табл. 4). Регулятор динамического торможения работает по кривым включения и отключения динамического торможения. Например, если значение напряжения из памяти будет равно 684 В, то регулятор напряжения на шине сработает при напряжении 742 В, а динамическое торможение включится при напряжении 750 В и выключится при напряжении 742 В.

На рис. 6 показано, что после команды останова напряжение на шине мгновенно повышается до точки, в которой кратковременно включается динамическое торможение, что позволяет снизить напряжение до значения, при котором регулятор напряжения на шине сможет регулировать напряжение за счет корректировки частоты (скорости вращения).

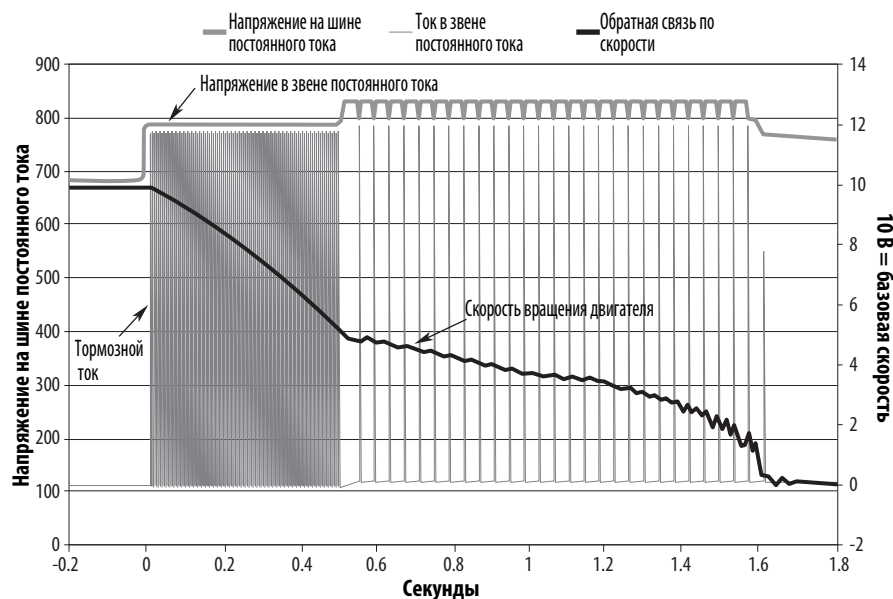
рис. 6 - Регулирование напряжения на шине привода PowerFlex серии 750 – оба регулятора – сначала регулирование частоты



Векторное управление потоком

Если ограничение мощности в режиме рекуперации оставлено по умолчанию, а время замедления равно 0,1 секунды, то привод ограничит мощность до уровня, при котором резистор может начать перегреваться. После чего привод заблокирует работу транзистора и переключится на режим регулирования частоты, чтобы предотвратить рост напряжения на шине, потом снова разрешит одно включение тормозного транзистора и опять вернется в режим регулирования частоты, и этот процесс будет продолжаться до тех пор, пока напряжение на шине не опустится ниже уставки включения регулятора.

рис. 7 - Регулирование напряжения на шине привода PowerFlex серии 750 – оба регулятора – сначала динамическое торможение – векторное управление потоком



Если ограничение мощности в режиме рекуперации будет увеличено, например, до 100%, то график будет выглядеть точно так же, как показанный ниже график для режима бездатчикового векторного управления.

Бездатчиковое векторное управление

Так как привод не ограничивает мощность рекуперации в этом режиме, тормозной транзистор сможет рассеивать эту мощность в течение всего времени замедления, пока возможности динамического торможения не будут ограничены по соображениям допустимой нагрузки на резистор.

Регулирование напряжения на шине привода PowerFlex серии 750 – оба регулятора – сначала динамическое торможение – бездатчиковое векторное управление

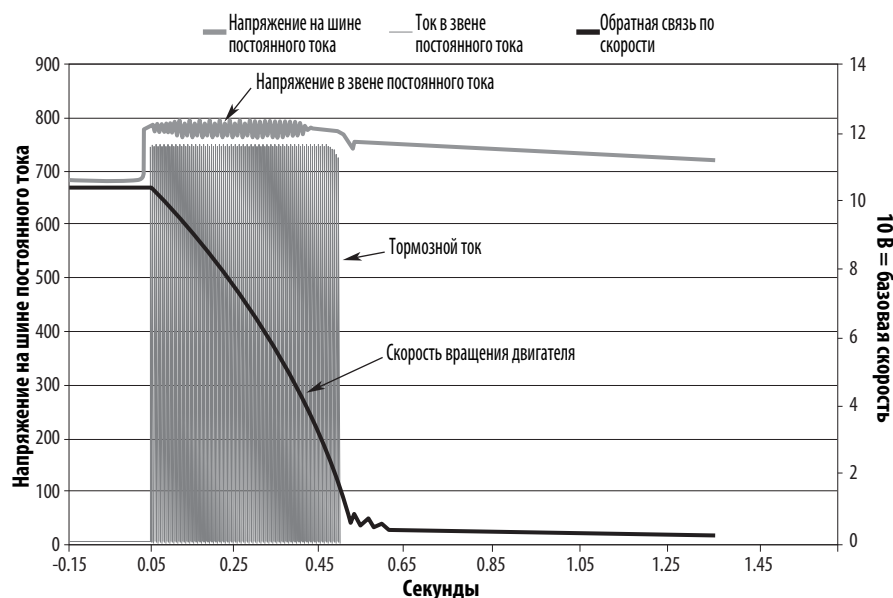


табл. 4 - Кривые регулирования напряжения на шине

Класс напряжения	Память напряжения на шине	Кривая регулирования напряжения № 1	Кривая регулирования напряжения № 2
480	<650 В=	Память + 100 В=	Кривая 1 – 8 В=
	650 В= ≤ память напряжения ≤ 685 В=	750 В=	
	>685 В=	Память + 65 В=	

Уровень и коэффициенты усиления регулятора напряжения на шине

Ниже указаны параметры, относящиеся к регулированию напряжения на шине постоянного тока.

P374 [Bus Reg Lvl Cfg]

Настройка уровня регулирования напряжения – определяет заданное значение, используемое для определения уровня регулирования напряжения на шине, и заданное значение, используемое для динамического торможения.

- «Bus Memory» (0) – заданные значения определяются на основании значения из памяти, хранящегося в параметре P12 [DC Bus Memory].
- «BusReg Level» (1) – заданные значения определяются на основании напряжения, заданного параметром уровня регулятора напряжения P375 [Bus Reg Level].

Если требуется совместная работа тормозных транзисторов приводов с общей шиной постоянного тока, то следует использовать эту настройку и задать параметр P375 [Bus Reg Level] так, чтобы обеспечить координацию работы транзисторов приводов с общей шиной постоянного тока.

P375 [Bus Reg Level]

Уровень регулирования напряжения на шине - задает уровень напряжения для включения регулятора напряжения на шине и регулятора динамического торможения.

табл. 5 - Напряжение на шине для включения регулирования

P20 [Rated Volts] =	Напряжение включения по умолчанию =	Максимум/минимум
< 252 В	375 В	375 В / 389 В
252...503 В	750 В	750 / 779 В
504...629 В	937 В	937 / 974 В
> 629 В	1 076 В	1076 / 1118 В

Хотя следующие параметры можно редактировать, как правило, для них не требуется никакой настройки. При изменении этих параметров следует соблюдать осторожность, так это может привести к нежелательному изменению работы других частей системы управления двигателем.

P376 [Bus Limit Kp]

Пропорциональный коэффициент усиления регулятора – позволяет ускорять торможение привода (если привод отстаёт от заданного времени торможения), уменьшая время реакции контура. Более высокое значение параметра означает, что привод попытается сократить время торможения. **Этот параметр не действует в режимах векторного управления потоком.**

P377 [Bus Limit Kd]

Дифференциальный коэффициент усиления регулятора – позволяет ускорить начало работы регулятора. Чем выше это значение, тем быстрее достигается уставка и начнется регулирование. Фактически это позволяет осуществлять регулирование ниже типовой уставки (750 В= для привода с напряжением 460 В). Слишком большое значение может повлиять на нормальную работу двигателя. (колебания частоты в диапазоне 60...60,5 Гц). **Этот параметр не действует в режимах векторного управления потоком.**

P378 [Bus Limit ACR Ki]

Интегральный коэффициент усиления регулятора активного тока – если регулятор в системе работает нестабильно или входит в колебательный режим, уменьшение значения этого параметра снизит колебания. **Этот параметр не действует в режимах векторного управления потоком.**

P379 [Bus Limit ACR Kp]

Пропорциональный коэффициент усиления регулятора активного тока – определяет скорость реакции активного тока на управляющее воздействие, а значит и генерируемой мощности, и напряжения на шине. Увеличение этого значения может привести к зашумлению или пульсациям выходной частоты (когда привод работает в режиме регулирования напряжения на шине). Слишком низкое значение может помешать срабатыванию функции регулирования напряжения, что приведет к отключению привода по перенапряжению.

Этот параметр не действует в режимах векторного управления потоком.

P380 [Bus Reg Ki]

Интегральный коэффициент усиления регулятора напряжения – при регулировании напряжения на шине оно, как правило, колеблется вокруг своей уставки. Данный параметр влияет на этот колебательный процесс. Уменьшение значения этого параметра уменьшит колебания.

Этот параметр действует только в режимах векторного управления потоком.

P381 [Bus Reg Kp]

Пропорциональный коэффициент усиления регулятора напряжения – этот параметр определяет скорость включения регулятора напряжения. Чем выше значение параметра, тем быстрее привод будет реагировать в момент достижения уставки напряжения на шине постоянного тока.

Этот параметр действует только в режимах векторного управления потоком.

Опять-таки, крайне маловероятно, что настройка этих параметров когда-либо потребуется. На самом деле, в данном тексте подробные описания работы этих параметров были намеренно опущены, чтобы защититься от ухудшения работы двигателя при необдуманном изменении этих параметров.

Настройка реакции привода на отключение модуля интерфейса оператора

В приводах PowerFlex серии 750 можно настроить реакцию на потерю связи с модулем интерфейса оператора (или его отключение). Эта функция предусмотрена только в приводах со встроенным ПО версии 3.0 или выше.

С помощью этой функции можно избежать непреднамеренной остановки привода при отключении модуля интерфейса оператора. Однако эта функция будет работать только в том случае, если модуль интерфейса оператора не является единственным источником команды останова.

Настройка функции аналогична настройке функции потери связи с адаптером связи:

- 0 = Авария
- 1 = Остановка
- 2 = Нулевые данные
- 3 = Удержание последнего значения
- 4 = Отправка конфигурации аварии

По умолчанию выбрана опция 0 «Fault».

Модуль НІМ может быть подключен к одному из трех портов, указанных в следующих параметрах. Каждый порт настраивается отдельно:

- P865 [DPI Pt1 Flt Actn] служит для определения действий при аварии в порту 1.
- P866 [DPI Pt2 Flt Actn] для определения действий при аварии в порту 2.
- P867 [DPI Pt3 Flt Actn] для определения действий при аварии в порту 3.

Если в качестве действия при аварии выбран 4-й вариант «Send Flt Cfg», следует настроить соответствующий параметр, указанный ниже.

- P868 [DPI Pt1 Flt Ref] для выбора заданного значения скорости при отключении модуля интерфейса оператора от порта 1.
- P869 [DPI Pt2 Flt Ref] для выбора заданного значения скорости при отключении модуля интерфейса оператора от порта 2.
- P870 [DPI Pt3 Flt Ref] для выбора заданного значения скорости при отключении модуля интерфейса оператора от порта 3.

В этом случае в качестве аварийного заданного значения скорости следует ввести некоторое постоянное значение.

Функция ослабления

Ослабление используется для распределения нагрузки в тех случаях, когда используется нежесткое соединение двух двигателей. Ведущий привод задает скорость, а ведомый использует функцию ослабления, чтобы не работать против ведущего. Входной сигнал для блока ослабления - это заданный вращающий момент двигателя. Выходной сигнал блока ослабления уменьшает заданное значение скорости. P620 [Droop RPM at FLA] устанавливает значение скорости в RPM, на которое уменьшается заданное значение скорости при максимальном крутящем моменте. Например, если параметр P620 [Droop RPM at FLA] установлен на 50 об/мин, и привод работает при 100% номинального момента, блок ослабления вычитает 50 об/мин из заданного значения скорости.

Режимы работы привода при перегрузках

Для разных областей применения требуются разные значения перегрузки по току.

Нормальный режим

Выбор мощности привода для работы в нормальном режиме позволяет использовать самое высокое значение номинального выходного тока привода с допустимой перегрузкой до 110% номинального тока в течение 60 секунд (один раз в 10 минут) и до 150% в течение 3 секунд (один раз в минуту).

Тяжелый режим

Для областей применения с тяжелым режимом работы необходимо выбирать привод на один типоразмер больше требуемого для используемого двигателя, что обеспечит увеличение перегрузки по току в сравнении с номинальным током двигателя. Выбор привода для тяжелого режима обеспечит допустимый ток перегрузки, составляющий 150% в течение 60 секунд (один раз в 10 минут) и 180% в течение 3 секунд (один раз в минуту).

Легкий режим

Настройка на легкий режим работы для привода, рассчитанного на нормальный режим, обеспечит повышенное значение номинального выходного тока, но перегрузочная способность будет ограничена. При работе в легком режиме привод позволит увеличивать ток только до 110% в течение 60 секунд (каждые 10 минут). Легкий режим доступен только на приводах PowerFlex 755, типоразмера 8 и выше.

Процент перегрузки указан относительно номинального тока двигателя, подключенного к приводу.

Режим работы программируется в параметре P306 [Duty Rating]. Этот параметр будет сброшен на значение по умолчанию, если будет выполнена команда выставления значений по умолчанию для всех параметров (Set Defaults «ALL»). Для приводов мощностью менее 7,5 кВт (10 л.с.) номинальный ток для нормального и тяжелого режимов работы будет одинаковым и значение допустимой перегрузки будет соответствовать тяжелому режиму.

При изменении режима работы [Duty Rating] следует также проверить параметры P422 [Current Limit 1] и P423 [Current Limit 2].

См. документ «Технические характеристики преобразователей частоты PowerFlex серии 750», публикация [750-TD001](#), где указаны значения номинального тока и тока перегрузки для каждого каталожного номера.

Устройства обратной связи

Для приводов PowerFlex серии 750 предлагаются три различных дополнительных модуля для подключения устройств обратной связи:

- Модуль для одного инкрементального энкодера (20-750-ENC-1)
- Модуль для двух инкрементальных энкодеров (20-750-DENC-1)
- Универсальный модуль обратной связи (20-750-UFB-1)

Модуль для двух инкрементальных энкодеров и универсальный модуль обратной связи поддерживают до двух энкодеров, тогда как модуль для одного инкрементального энкодера поддерживает один энкодер. В приводе можно использовать несколько дополнительных модулей обратной связи, но при использовании функции интегрированного управления перемещением по сети EtherNet/IP допускается установка не более двух модулей обратной связи

Более подробная информация о дополнительных модулях, включая их технические характеристики и сведения о подключении, приводится в документе «Инструкции по установке преобразователей частоты PowerFlex серии 750», публикация [750-IN001](#).

Более подробная информация о дополнительных модулях обратной связи, включая сведения о подключении и совместимости, приводится в Приложении Е к документу «Преобразователи частоты PowerFlex серии 750. Руководство по программированию», публикация [750-PM001](#).

Автоподхват вращающегося двигателя

Функция автоподхвата используется для скорейшего пуска вращающегося двигателя и возобновления его нормальной работы с минимальным влиянием на нагрузку и скорость вращения.

Если привод запускается в обычных условиях, то он сначала выдает частоту 0 Гц и затем линейно изменяет частоту до требуемого уровня. Если привод будет запущен в таком режиме, когда двигатель уже вращается, при этом возникнут большие токи. Если функция ограничения тока преобразователя не сможет достаточно быстро отреагировать, это может привести к отключению из-за превышения допустимого тока. Вероятность такого отключения еще более возрастет, если в момент пуска привода во вращающемся двигателе имеется остаточный магнитный поток, создающий противо-ЭДС. Даже в том случае, если ограничение тока сработает достаточно быстро и предотвратит защитное отключение, может потребоваться недопустимо длительное время для синхронизации и разгона двигателя до требуемой частоты. Кроме того, в этом случае возникнут значительные механические напряжения в нагрузке.

В режиме автоподхвата реакция привода на команду пуска заключается в синхронизации привода с вращением двигателя (по частоте и фазе) и с его напряжением. После этого двигатель начнет ускоряться до заданной частоты. Эта функция не допускает отключения из-за превышения допустимого тока и значительно сокращает время, требуемое для достижения заданной частоты вращения двигателя. Поскольку привод синхронизируется с двигателем на его скорости вращения и затем разгоняет его до требуемой частоты, механические нагрузки практически отсутствуют.

Функция Sweep (поиска частоты) в настоящее время не предусмотрена в приводах PowerFlex серии 750 типоразмера 8 и более.

Настройка

Функцию автоподхвата можно настроить, задав значение параметра P356 [FlyingStart Mode]:

- 0 «Disabled»
- 1 «Enhanced»
- 2 «Sweep»

Отключена

Отключает функцию.

Улучшенный автоподхват

Усовершенствованный режим позволяет быстро настроиться на частоту двигателя, измеряя его противо-ЭДС. Для данной функции обычно выбирается этот режим.

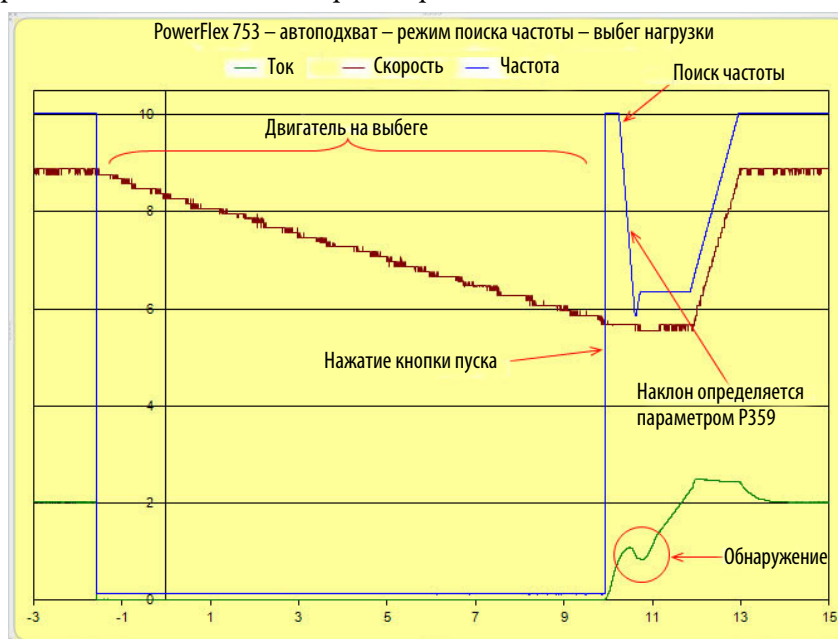
Поиск частоты

Режим поиска частоты используется, если на выходе преобразователя установлен синусный фильтр. Преобразователь пытается подключиться к двигателю, выдавая частоту, начиная с P520 [Max Fwd Speed] + P524 [Overspeed Limit] и постепенно снижая с коэффициентом P359 [FS Speed Reg Ki], до того момента, когда будет обнаружено изменение в токе, свидетельствующее о совпадении со скоростью вращения двигателя. Если при поиске частоты в прямом направлении вращение двигателя не будет обнаружено, преобразователь выполнит поиск частоты в обратном направлении, начиная со значения P521 [Max Rev Speed] + P524 [Overspeed Limit].

Пояснительные графики

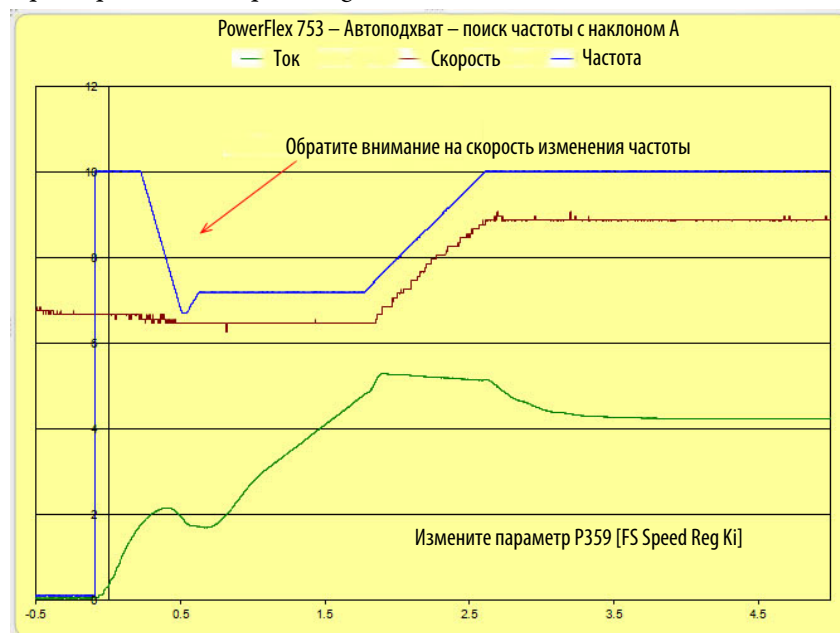
Автоподхват – режим поиска частоты Sweep

На этом графике показан двигатель, находящийся в состоянии выбега. При подаче команды пуска выходная частота скачком изменяется до P520 [Max Fwd Speed] + P524 [Overspeed Limit] при некотором значении тока. При снижении частоты контролируется ток. Когда частота преобразователя совпадет с частотой выбегающего двигателя, направление тока меняется на противоположное и процесс поиска на этом завершается. Двигатель снова разгоняется до заданной скорости вращения.

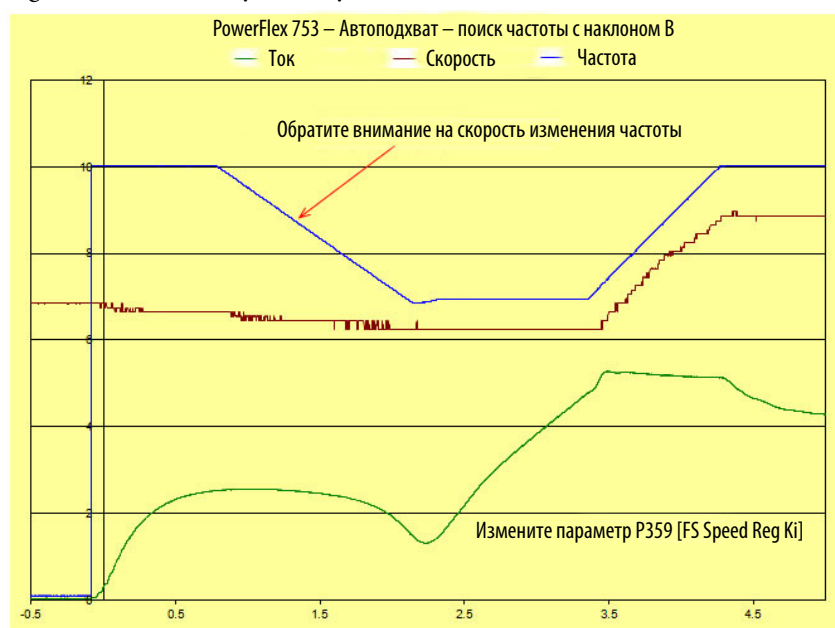


Автоподхват – режим поиска частоты с наклоном А

На этом графике показано, что в процессе изменения частоты привода для поиска вращающегося двигателя изменение частоты производится с определенной скоростью. Скорость изменения частоты можно изменить в параметре P359 [FS Speed Reg Ki].

*Автоподхват – режим поиска частоты с наклоном В*

На этом графике показан результат увеличения параметра P359 [FS Speed Reg Ki]. Наклонный участок удлиняется.



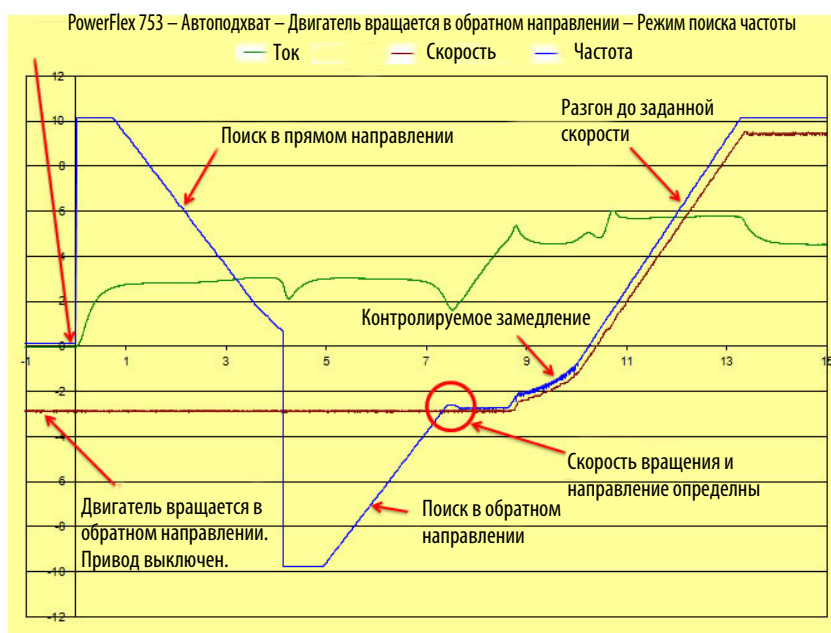
В двух описанных выше примерах двигатель замедлялся. Функции поиска и регулирование наклона работают точно так же и в том случае, если двигатель вращается с некоторой постоянной скоростью.

Автоподхват – режим поиска частоты с провалом А

На этом графике показан результат изменения параметра P360 [FS Speed Reg Kp]. На этом графике двигатель вращается с некоторой постоянной скоростью, когда привод получает команду пуска и начинает поиск частоты. Обратите внимание на провал тока при минимальном значении параметра, когда привод определяет частоту вращающегося двигателя. На следующем графике показано, что происходит при максимальном значении этого параметра.

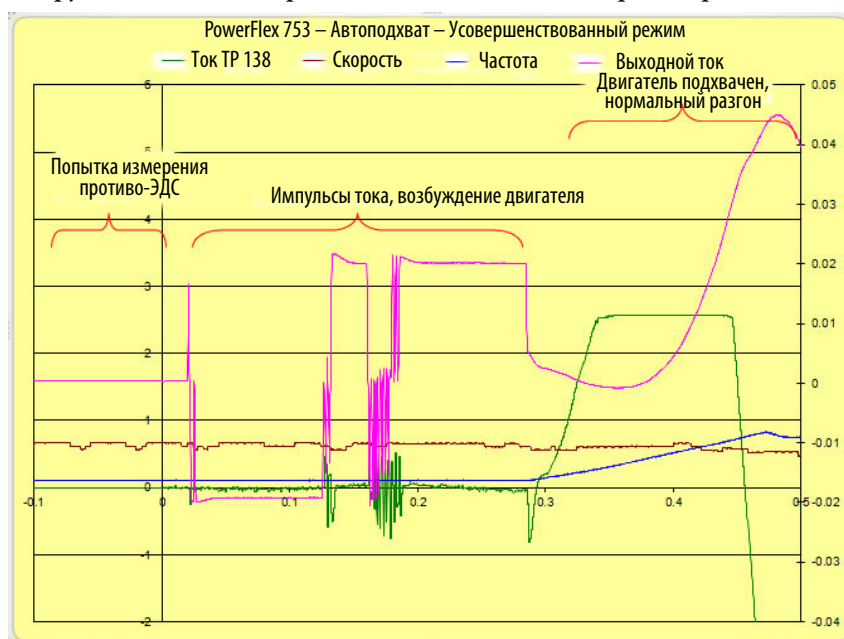
Автоподхват – поиск частоты двигателя, вращающегося в обратном направлении

На этом графике показан поиск частоты, когда направление вращения двигателя противоположно заданному. Поиск частоты начинается так же, как было описано выше. Если скорость вращения двигателя не обнаруживается при снижении частоты преобразователя до 3 Гц, то начинается поиск частоты в обратном направлении. С этого момента процесс продолжается так же, как было описано выше.



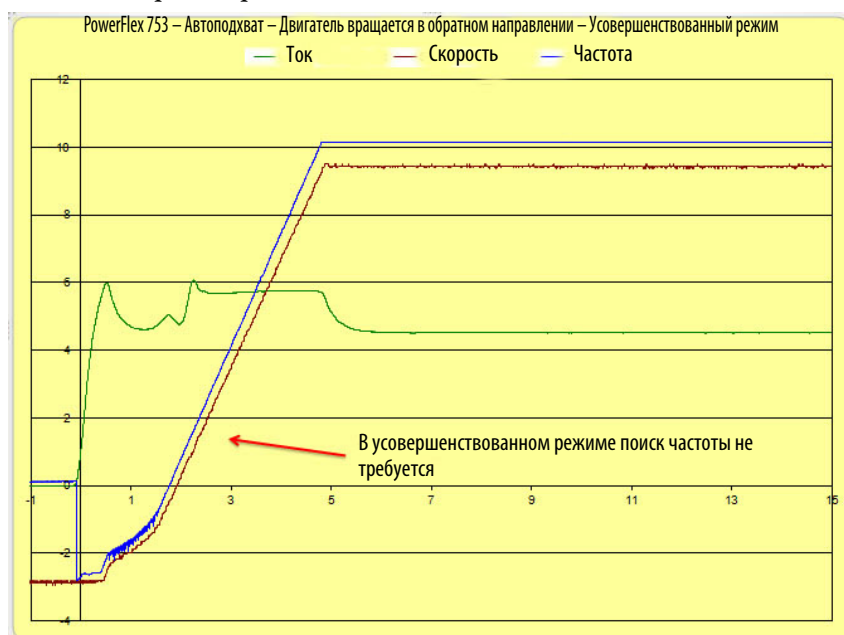
Автоподхват – Усовершенствованный режим

На этом графике показана быстрая работа автоподхвата в усовершенствованном режиме. Если привод обнаруживает против-ЭДС двигателя, он может мгновенно подхватить двигатель и обеспечить его разгон до заданной скорости вращения. Если привод не может измерить против-ЭДС (это показано в начале графика), то он будет выдавать на двигатель импульсы тока, пытаясь обеспечить возбуждение двигателя, что позволит приводу определить скорость вращения двигателя. Обычно это происходит только на очень низкой скорости вращения. После того, как привод обнаружит двигатель, он разгонит его до заданной скорости вращения.



Автоподхват – Усовершенствованный режим при обратном вращении

Здесь двигатель вращается в направлении, обратном заданному. В усовершенствованном режиме обнаружение происходит очень быстро, после чего двигатель замедляется до нулевой скорости и разгоняется до заданной скорости вращения.



P357 [FS Gain]

Режим поиска частоты Sweep – время, в течение которого сигнал обнаружения (ток) должен быть ниже уставки. Задание очень короткого времени может привести к ложному обнаружению. При слишком большом значении времени момент обнаружения может быть пропущен.

Усовершенствованный режим – для обнаружения используется коэффициент пропорционального усиления K_p в регуляторе тока. Используется с параметром P358.

P358 [FS Ki]

Режим поиска частоты Sweep – интегральный коэффициент восстановления напряжения, косвенно связанный со временем; более высокое значение может сократить время обнаружения, но при этом может привести к нестабильной работе.

Усовершенствованный режим – для обнаружения используется коэффициент интегрального усиления K_i в регуляторе тока. Используется с параметром P357.

P359 [FS Speed Reg Ki]

Режим поиска частоты Sweep – время поиска частоты. Задание небольшого времени приведет к крутому наклону графика частоты. Более высокое значение (более длительное время) обеспечит изменение частоты с более пологим наклоном. Показано на графиках выше.

Усовершенствованный режим – для обнаружения используется коэффициент усиления K_i в регуляторе скорости вращения. Используется с параметром P358.

P360 [FS Speed Reg Kp]

Режим поиска частоты Sweep – указывается значение, ниже которого должен опуститься ток. При увеличении этого параметра для обнаружения потребуется меньшее изменение тока.

Усовершенствованный режим – для обнаружения используется коэффициент усиления K_p в регуляторе скорости вращения. Используется с параметром P357.

P361 [FS Excitation Ki]

Режим поиска частоты Sweep – интегральный коэффициент, используемый для регулирования начального выходного напряжения.

Усовершенствованный режим – интегральный коэффициент, используемый в регуляторе тока, управляет возбуждением двигателя, если в процессе обнаружения потребуется обеспечить возбуждение двигателя.

P362 [FS Excitation Kp]

Режим поиска частоты Sweep – пропорциональный коэффициент, используемый для регулирования начального выходного напряжения.

Усовершенствованный режим – пропорциональный коэффициент, используемый в регуляторе тока, управляет возбуждением двигателя, если в процессе обнаружения потребуется обеспечить возбуждение двигателя.

P363 [FS Reconnect Dly]

Время задержки с момента выдачи команды пуска до начала работы функции определения частоты вращения двигателя. Этот параметр в основном используется в случаях потери питания, чтобы автоподхват не происходил слишком быстро и это не приводило к сбоям.

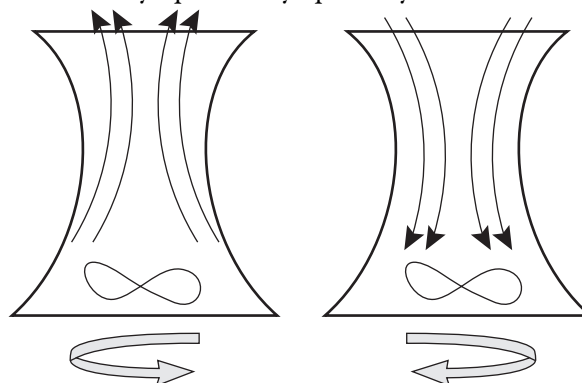
P364 [FS Msrmnt CurLvl]

При работе в усовершенствованном режиме используются два различных метода измерения. Если этот параметр равен 0, то второй метод не используется, и попытка подхвата будет выполняться после первого измерения. Любое другое значение параметра поможет проведению второго процесса измерения. Обычно более высокое значение работает лучше.

Пример приводов вентиляторов градирни

В некоторых областях применения, например, для крупных вентиляторов, ветер или тяга может вращать вентилятор в обратном направлении, когда привод остановлен. Если бы привод запускался в обычном порядке, то он начал бы с выходной частоты 0 Гц, действуя в качестве тормоза, останавливающего вентилятор, вращающийся в обратном направлении, а затем обеспечил бы разгон в требуемом направлении. Это может оказать неблагоприятное влияние на механические части системы, включая вентиляторы, приводные ремни и другие соединительные узлы.

Тяга или ветер вращает остановившийся вентилятор в обратном направлении. Перезапуск с нулевой скорости с последующим разгоном может привести к повреждению вентиляторов и обрыву приводных ремней. Запуск с автоподхватом устраняет эту проблему.



В некоторых случаях режим поиска частоты, а также режим измерения противо-ЭДС не приводят к успеху при низкой частоте вращения двигателя. Это объясняется низким уровнем сигналов обнаружения двигателя. Было установлено, что в таких случаях режим поиска частоты является более успешным, чем усовершенствованный режим.

В режиме Sweep сначала всегда осуществляется изменение частоты в заданном направлении вращения.

Обнаружение двигателя при низкой скорости вращения может оказаться затруднительным. Поэтому при достижении частоты 3 Гц вместо ложного обнаружения направление поиска частоты меняется на противоположное.

Переключатель Hand-Off-Auto

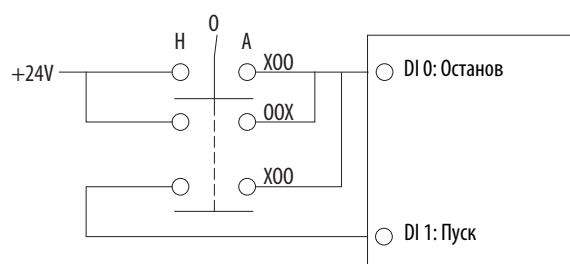
Во многих ранее установленных приводах применялась 3-проводная схема управления (такая как переключатель Hand-Off-Auto, или НОА), которая одновременно выдавала на привод сигналы пуска и останова. Приводы PowerFlex серии 750 не запустятся, если между сигналами останова и пуска не пройдет полный цикл опроса входов. Параметр P176 [DI HOA Start] добавляет задержку сигнала пуска, обеспечивая требуемый интервал между сигналами пуска и останова. Это позволяет использовать одну 3-проводную схему управления для пуска и останова привода.

Запуск переключателем Hand-Off-Auto

Если одновременно заданы параметры P161 [DI Start] и P176 [DI HOA Start], будет выдано предупреждение «DigIn Cfg B». Нельзя использовать одновременно пуск от цифровых входов и пуск от цифровых входов в режиме Hand-Off-Auto.

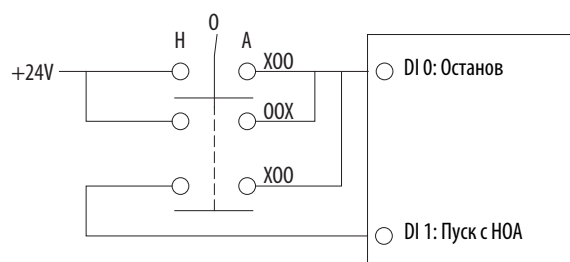
Пример переключателя Hand-Off-Auto

Шкаф управления двигателем снабжен переключателем Hand-Off-Auto, подключенным в соответствии с показанной схемой.



Когда переключатель повернут в положение «Off» (Выключен), размыкаются контакты между источником и входом Стоп (DI:0), а также между входами Стоп и Пуск (DI:1). В результате привод переходит в состояние принудительного останова. Если переключатель повернут в положение «Auto» (Автоматическое), сигнал управления поступает на вход Стоп, но не поступает на вход Пуск. Привод может быть остановлен и запущен командой из другого места. Если переключатель повернут в положение «Hand» (Ручное), то питание подается на оба входа Стоп и Пуск.

Для запуска привода необходимо, чтобы сигнал останова поступил раньше сигнала пуска. При использовании показанной выше схемы сигналы поступают почти одновременно и слишком быстро, чтобы гарантировать, что привод готов к пуску. Это приводит к тому, что переключатель будет работать ненадежно или вообще не будет работать. Для устранения этого состояния можно добавить задержку времени для сигнала пуска. При изменении функции цифрового входа 1 с DI Start на DI Hand-Off-Auto Start привод автоматически добавит эту задержку, что обеспечит готовность системы к пуску, прежде чем она получит команду пуска.



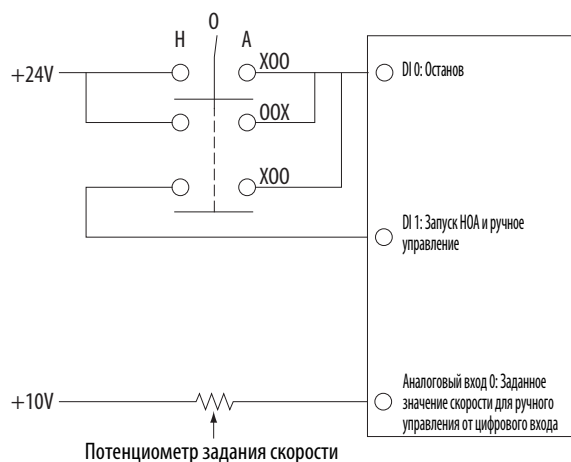
Использование переключателя Hand-Off-Auto с автоматическим и ручным режимами управления

Чтобы обеспечить управление скоростью привода при переключении с «Auto» на «Hand» переключателем Н-О-А, можно использовать функцию переключения ручного и автоматического режимов управления.

Дополнительная информация приведена в разделе [Автоматический/ручной режим на стр. 27](#).

В изображенной ниже цепи к аналоговому входу подключен потенциометр для задания скорости вращения привода. Если переключатель Н-О-А переводится из положения «Auto» в положение «Hand», цифровой вход запрашивает ручное управление и выдает команду запуска на привод. Если порт цифрового входа получает ручное управление, то привод разгоняется до заданного значения скорости вращения, полученного с аналогового входа. Все попытки изменения скорости вращения, кроме как с этого аналогового входа, будут заблокированы. Если привод остановить, когда переключатель Н-О-А находится в положении «Hand», то для перезапуска привода необходимо перевести этот переключатель в положение «Off» и затем назад в положение «Hand».

Если другой порт осуществляет ручное управление приводом, но не обладает функцией эксклюзивной выдачи логических команд (из-за настройки маски P326 [Manual Cmd Mask]), то поворот этого переключателя в положение «Hand» приведет к тому, что привод начнет движение, но аналоговый вход не сможет управлять скоростью привода.



Для настройки этой схемы следует установить указанные ниже параметры (P301 [Access Level] должен быть равен 1 «Advanced», чтобы увидеть параметр P563 [DI ManRef Sel]).

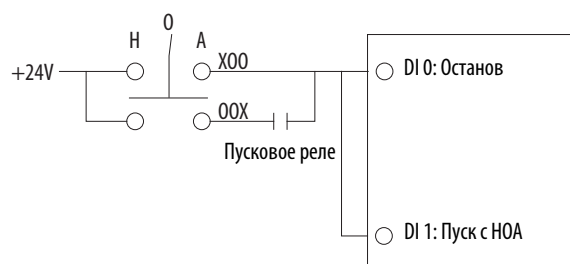
№ параметра	Название параметра	Значение
158	DI Stop	Digital Input 0
172	DI Manual Control	Digital Input 1
176	DI HOA Start	Digital Input 1
324	Logic Mask	xxxxxxxxxxxxx1 (цифровой вход)
326	Manual Cmd Mask	xxxxxxxxxxxxx1 (цифровой вход)
327	Manual Ref Mask	xxxxxxxxxxxxx1 (цифровой вход)
563	DI Manual Reference Select	Anlg In0 Value

Когда переключатель Н-О-А установлен в положение «Hand», привод должен запросить ручной режим управления, запуститься и отслеживать заданное значение скорости вращения, поступающее с аналогового входа. (На дисплее модуля интерфейса оператора сохраняется надпись Auto. Эта индикация изменится только в том случае, если интерфейс оператора примет на себя управление в ручном режиме).

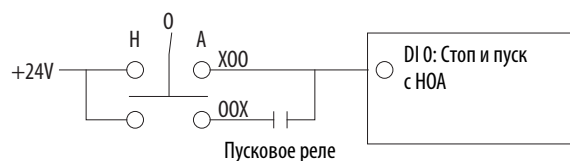
Использование переключателя Hand-Off-Auto с пусковым реле

Переключатель «Hand-Off-Auto» можно подключить так, чтобы пуск привода производился через отдельное пусковое реле.

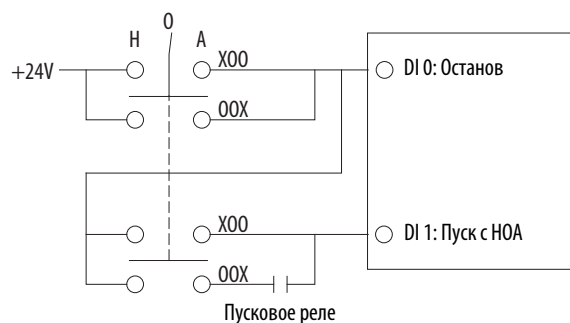
На следующей схеме пусковое реле будет замыкать цепи входов пуска и останова, когда переключатель Н-О-А находится в положении «Auto». При использовании этого варианта привод запустится только в том случае, если переключатель Н-О-А находится в положении «Hand» или «Auto» и пусковое реле включено. В этой ситуации управление приводом через сеть или модуль интерфейса оператора будет невозможно.



Эта же схема также может быть реализована с помощью одного цифрового входа. В отличие от параметра P161 [DI Start], в параметре P176 [DI НОА Start] может использоваться тот же физический вход, что и в параметре P158 [DI Stop]. Поэтому схема приобретает следующий вид.



Чтобы обеспечить управление приводом через сеть или модуль интерфейса оператора при использовании переключателя Н-О-А и пускового реле, схема может быть выполнена, как показано на следующем рисунке.



Здесь на входной сигнал останова подается логическая единица, когда переключатель Н-О-А находится в положениях «Hand» или «Auto». Это отменяет принудительный останов, когда входной сигнал останова равен логическому нулю, что позволяет запускать привод из разных источников, когда переключатель Н-О-А находится в положении «Auto».

Маски

Маска представляет собой параметр, содержащий по одному биту для каждого возможного порта соответствующего привода PowerFlex серии 750. Каждый бит действует в качестве клапана для поданной команды. Закрытие клапана (выставление значения бита на 0) не дает команде поступить на привод. Открытие клапана (выставление значения бита на 1) позволяет команде пройти через маску на привод.

табл. 6 - Параметры и функции масок

№ параметра	Название параметра	Описание
222	Dig In Filt Mask ⁽¹⁾	Маска фильтра цифровых входов. Фильтрует выбранный цифровой вход.
324	Logic Mask	Включает и отключает порты для управления логической командой (такой как команды пуска и направления). Не маскирует команды останова.
325	Auto Mask	Включает и отключает порты для управления логической командой (такой как команды пуска и направления) при работе в автоматическом режиме. Не маскирует команды останова.
326	Manual Cmd Mask	Включает и отключает порты для управления логической командой (такой как команды пуска и направления) при работе в ручном режиме. Не маскирует команды останова.
327	Manual Ref Mask	Включает и отключает порты для управления заданием скорости при работе в ручном режиме. Если какой-либо порт выдает команду на переход в ручной режим, то уставка принудительно берется с этого порта, если в этом параметре выставлен соответствующий бит. Если требуется использовать другой источник задания скорости, используйте параметр P328 [Alt Man Ref Sel] для выбора источника.
885	Port Mask Act ⁽²⁾	Связь с портом разрешена. Бит 15 «Security» определяет, осуществляют ли средства сетевой безопасности управление логической маской вместо этого параметра.
886	Logic Mask Act ⁽²⁾	Логическая маска портов включена. Бит 15 «Security» определяет, осуществляют ли средства сетевой безопасности управление логической маской вместо этого параметра.
887	Write Mask Act ⁽²⁾	Доступ к портам для записи разрешен. Бит 15 «Security» определяет, осуществляют ли средства сетевой безопасности управление маской записи вместо этого параметра.
888	Write Mask Cfg	Разрешает или запрещает доступ для записи (параметров, ссылок и т. п.) через порты DPI. Изменения этого параметра вступают в силу только после выключения и включения питания, перезапуска привода или переключения бита 15 параметра P887 [Write Mask Actv] с «1» на «0».
2	Dig In Filt Mask ⁽³⁾	Маска фильтра цифровых входов. Фильтрует выбранный цифровой вход.

(1) Используется только в плате управления привода PowerFlex 753.

(2) Этот параметр предназначен только для чтения.

(3) Используется только в модулях ввода/вывода 20-750-2263C-1R2T и 20-750-2262C-2R. (Модули со входами 24 В пост. тока).

Отдельные биты для каждого параметра указаны ниже.

табл. 7 - Параметры масок и обозначения битов

	P222 [Dig In Filt Mask] ⁽¹⁾	P324 [Logic Mask]	P325 [Auto Mask]	P326 [Manual Cmd Mask]	P327 [Manual Ref Mask]	P885 [Port Mask Act]	P886 [Logic Mask Act]	P887 [Write Mask Act]	P888 [Write Mask Cfg]	P2 [Dig In Filt Mask] ⁽⁴⁾
Бит 0	Зарезервирован	Цифровой вход	Цифровой вход	Цифровой вход	Цифровой вход	Цифровой вход	Цифровой вход	Зарезервирован	Зарезервирован	Вход 0
Бит 1	Вход 1	Порт 1	Порт 1	Порт 1	Порт 1	Порт 1	Порт 1	Порт 1	Порт 1	Вход 1
Бит 2	Вход 2	Порт 2	Порт 2	Порт 2	Порт 2	Порт 2	Порт 2	Порт 2	Порт 2	Вход 2
Бит 3	Зарезервирован	Порт 3	Порт 3	Порт 3	Порт 3	Порт 3	Порт 3	Порт 3	Порт 3	Вход 3
Бит 4	Зарезервирован	Порт 4	Порт 4	Порт 4	Порт 4	Порт 4	Порт 4	Порт 4	Порт 4	Вход 4
Бит 5	Зарезервирован	Порт 5	Порт 5	Порт 5	Порт 5	Порт 5	Порт 5	Порт 5	Порт 5	Вход 5
Бит 6	Зарезервирован	Порт 6	Порт 6	Порт 6	Порт 6	Порт 6	Порт 6	Порт 6	Порт 6	Зарезервирован
Бит 7	Зарезервирован	Порт 7	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Порт 7	Зарезервирован	Порт 7	Порт 7	Зарезервирован
Бит 8	Зарезервирован	Порт 8	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Порт 8	Зарезервирован	Порт 8	Порт 8	Зарезервирован
Бит 9	Зарезервирован	Порт 9	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Порт 9	Зарезервирован	Порт 9	Порт 9	Зарезервирован
Бит 10	Зарезервирован	Порт 10 ⁽²⁾	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Порт 10 ⁽²⁾	Зарезервирован	Порт 10 ⁽²⁾	Порт 10 ⁽²⁾	Зарезервирован
Бит 11	Зарезервирован	Порт 11 ⁽²⁾	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Порт 11 ⁽²⁾	Зарезервирован	Порт 11 ⁽²⁾	Порт 11 ⁽²⁾	Зарезервирован
Бит 12	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован
Бит 13	Зарезервирован	Порт 13 ⁽³⁾	Порт 13 ⁽³⁾	Порт 13 ⁽³⁾	Порт 13 ⁽³⁾	Порт 13 ⁽³⁾	Порт 13 ⁽³⁾	Порт 13 ⁽³⁾	Порт 13 ⁽³⁾	Зарезервирован
Бит 14	Зарезервирован	Порт 14	Порт 14	Порт 14	Порт 14	Порт 14	Порт 14	Порт 14	Порт 14	Зарезервирован
Бит 15	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Безопасность	Безопасность	Безопасность	Безопасность	Зарезервирован

(1) Используется только в плате управления привода PowerFlex 753.

(2) Только для приводов PowerFlex 755 типоразмера 8 и больше.

(3) Только для приводов PowerFlex 755.

(4) Используется только в модулях ввода/вывода 20-750-2263C-1R2T и 20-750-2262C-2R. (Модули со входами 24 В пост. тока.)

Пример

Управление приводом PowerFlex 755 выполняется дистанционно через встроенный порт Ethernet (порт 13) с контроллера. В нормальном режиме работы предотвращается выдача любых команд управления с удаленного модуля интерфейса оператора (порт 2). Однако в некоторых случаях необходимо управлять двигателем вручную с помощью интерфейса оператора. Чтобы реализовать эти два режима управления, маски можно выставить следующим образом.

The image displays four screenshots of the parameter configuration interface for a PowerFlex 755 drive, specifically focusing on mask settings. Each window has a 'Value' tab and a 'Documentation' tab.

- Parameter 324 - "Logic Mask" Properties:** Shows a list of 16 items. Items 0 through 14 are checked, representing Digital In, Port 1 through Port 14. Item 15 is Bit 15, which is unchecked.
- Parameter 325 - "Auto Mask" Properties:** Shows a list of 16 items. Items 0 through 14 are checked, representing Digital In, Port 1 through Port 14. Item 15 is Bit 15, which is unchecked. Item 2 (Port 2) is highlighted with a red rectangle.
- Parameter 326 - "Manual Cmd Mask" Properties:** Shows a list of 16 items. Items 0 through 14 are checked, representing Digital In, Port 1 through Port 14. Item 15 is Bit 15, which is unchecked.
- Parameter 327 - "Manual Ref Mask" Properties:** Shows a list of 16 items. Items 0 through 14 are checked, representing Digital In, Port 1 through Port 14. Item 15 is Bit 15, which is unchecked.

Такая настройка маскирует (отключает) удаленный модуль интерфейса оператора (порт 2) от управления логическими командами (такие как пуск, толчок и направление вращения), когда привод находится в автоматическом режиме управления, и включает интерфейс оператора, разрешая ему контролировать логические команды, когда привод находится в ручном режиме управления.

Владельцы

Владелец - это параметр, который содержит один бит для каждого из возможных адаптеров порта. Высокое значение бита (значение 1) выставляется, когда адаптер выдает эту команду, а низкое (значение 0) выставляется, когда адаптер не выдает эту команду.

Параметры и функции

- P919 [Stop Owner] указывает, через какой порт выдается действительная команда остановки.
- P920 [Start Owner] указывает, через какой порт выдается действительная команда запуска.
- P921 [Jog Owner] указывает, через какой порт выдается действительная команда толчка.
- P922 [Dir Owner] указывает, какой порт эксклюзивно управляет направлением.
- P923 [Clear Flt Owner] указывает, какой порт в настоящее время сбрасывает аварию.
- P924 [Manual Owner] указывает, какой порт запросил ручное управление всей логикой и заданным значением.
- P925 [Ref Select Owner] указывает, какой порт выпускает действительную команду выбора заданного значения.

Биты для каждого параметра имеют следующее значение.

Варианты	Зарезервирован		Порт 14	Порт 13 ⁽¹⁾	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Порт 6	Порт 5	Порт 4	Порт 3	Порт 2	Порт 1	Цифровой вход
По умолчанию	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Бит	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	

(1) Только для приводов 755.

Владение бывает двух категорий.

Исключительное: Только один адаптер в данный момент времени может выдавать команду, и только один бит в параметре может быть равен 1.

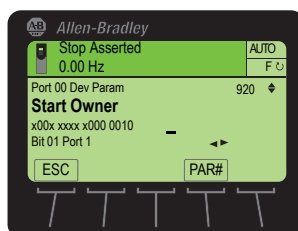
Не исключительное: Несколько адаптеров могут одновременно выдавать одну и ту же команду, и несколько битов могут быть равны 1.

Некоторые типы владения должны быть исключительным; т.е. только один адаптер в данный момент времени может выдавать определенные команды и требовать владения этой функцией. Например, не допускается, чтобы один адаптер давал команду приводу работать в одном направлении, в то время как другой адаптер дает команду работать в обратном направлении. Владение заданием направления вращения является исключительным.

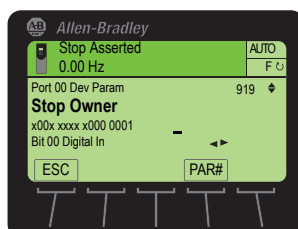
И наоборот, любое количество адаптеров может одновременно выдавать команду остановки. Владение командой остановки не является исключительным.

Пример владения

Оператор нажимает кнопку **Stop** интерфейса, чтобы остановить привод. Когда оператор пытается перезапустить привод, нажимая кнопку **Start**, привод не запускается. Оператор должен определить, почему привод не запускается. Оператор сначала ищет владельца команды **Пуск**, чтобы понять, выдает ли интерфейс оператора действительную команду пуска. При нажатии кнопки пуска на интерфейсе оператора, выдается действительная команда пуска, как показано ниже.



Поскольку команда пуска не выполняется и привод не запускается, оператор ищет владельца команды остановки. Обратите внимание на то, что строка состояния интерфейса указывает, что остановка принудительная, но не показывает, от какого порта происходит команда остановки. Заметьте, что значение бита 0 равно «1», показывая, что контакты устройства останова, подключенного к клеммной колодке цифрового входа, разомкнуты и выдают команду остановки на привод. Пока контакты этого устройства не будут замкнуты, будет присутствовать постоянное состояние запрета пуска, и привод не будет запускаться.



Потеря питания

Привод имеет сложный алгоритм управления при первоначальном включении питания, а также восстановлении после частичной потери питания. Привод также оснащен программируемыми функциями для уменьшения проблем при потере питания в некоторых случаях.

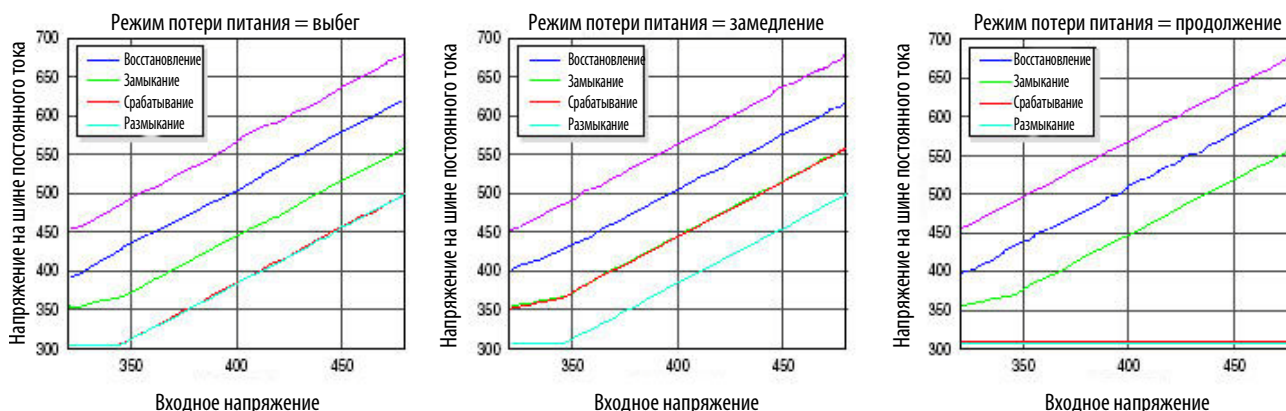
Термины и определения

Термин	Определение
Vbus	Мгновенное значение напряжения звена постоянного тока
Vmem	Среднее значение напряжения звена постоянного тока. Среднее значение напряжения определяется путем сильной фильтрации мгновенных значений этого напряжения. Сразу же после замыкания реле предварительной зарядки конденсаторов звена постоянного тока при включении привода, среднее значение напряжения на шине постоянного тока приравнивается к мгновенному напряжению. Затем это значение обновляется путем очень медленного линейного изменения в сторону мгновенного напряжения Vbus. Фильтрованное значение линейно изменяется на 2,4 В в минуту (для привода на 480 В). Увеличение хранящегося в памяти значения Vmem блокируется во время торможения двигателя, чтобы предотвратить появление ложного высокого значения в результате рекуперации энергии на шину постоянного тока. Любые изменения значения Vmem также блокируются на время работы привода за счет инерции нагрузки.
Vslew	Скорость изменения значения Vmem, выраженная в вольтах в минуту.
Vrecover	Пороговое значение для восстановления после потери питания.
Vtrigger	Пороговое значение для определения потери питания. Это значение можно изменять. По умолчанию используется значение, указанное в таблице уровней напряжения на шине постоянного тока привода PowerFlex серии 750. Если «Pwr Loss Lvl» будет выбрана в качестве входной функции и включена, то значение Vtrigger выставляется на разность Vmem и [Pwr Loss Level]. Vopen обычно на 60 В ниже значения Vtrigger (в приводе на 480 В). Оба значения Vopen и Vtrigger не могут быть меньше значения Vmin. Это важно только в том случае, если значение параметра [Pwr Loss Level] велико. Важно: Если значение параметра P451/P454 [Pwr Loss A/B Level] установлено выше значения по умолчанию, необходимо обеспечить минимально необходимое сопротивление линии, чтобы ограничить бросок пускового тока при восстановлении сетевого питания. Полное входное сопротивление должно быть не меньше эквивалентного импеданса 5% трансформатора с номинальной полной мощностью (в ВА), которая в 5 раз превышает номинальную полную входную мощность привода.
Vinertia	Программное заданное значение для регулирования Vbus во время работы привода за счет инерции нагрузки
Vclose	Пороговое значение для замыкания контактора предварительной зарядки.
Vopen	Пороговое значение для размыкания контактора предварительной зарядки.
Vmin	Минимальное значение напряжения Vopen.
Voff	Напряжение звена постоянного тока, ниже которого импульсный источник питания собственных нужд перестает работать.

табл. 8 - Уровни напряжения на шине постоянного тока привода PowerFlex серии 750

Класс	200/240 В~	400/480 В~	600/690 В~
Vslew	1,2 В=	2,4 В=	3,0 В=
Vrecover	Vmem – 30 В	Vmem – 60 В	Vmem – 75 В
Vclose	Vmem – 60 В	Vmem – 120 В	Vmem – 150 В
Vtrigger1,2	Vmem – 60 В	Vmem – 120 В	Vmem – 150 В
Vtrigger1,3	Vmem – P451/P454 [Power Loss A/B Level]	Vmem – P451/P454 [Power Loss A/B Level]	Vmem – P451/P454 [Power Loss A/B Level]
Vopen	Vmem – P451/P454 [Power Loss A/B Level]	Vmem – P451/P454 [Power Loss A/B Level]	Vmem – P451/P454 [Power Loss A/B Level]
Vopen4	153 В=	305 В=	382 В=
Vmin	153 В=	305 В=	382 В=
Voff	–	200 В=	–

На следующем графике по оси X в нижней части показывается напряжение на входе привода, а по оси Y – соответствующее напряжение звена постоянного тока. На графике отражены уровни напряжения для каждого события. Например, если измеряется фазное напряжение на входе привода (450 В), оно отложено на графике по оси X. Теперь различные уровни напряжения можно определить по этому уровню напряжения.



Перезапуск после восстановления питания

Если после потери питания привод перейдет в режим выбега, а затем питание восстановится, то привод продолжит управлять двигателем, если он находится в состоянии, разрешающем работу. Привод находится в состоянии, разрешающем работу, если выполняются следующие условия:

- **3-проводной режим** – если привод не находится в состоянии аварии, и если подан сигнал на все входы разрешения и запрета останова.
- **2-проводной режим** – если привод не находится в состоянии аварии, и если подан сигнал на все входы разрешения, запрета останова и разрешения работы.

Режимы работы при потере питания

Привод рассчитан на работу при номинальном входном напряжении. Если напряжение значительно снижается относительно номинального значения, то могут быть приняты меры, чтобы сохранить энергию в звене постоянного тока и как можно дольше поддерживать работу схем управления привода. В приводе предусмотрены три способа работы мер при понижении напряжения на шине постоянного тока:

- «Coast» - привод перестает питать двигатель, и двигатель переходит в режим выбега (по умолчанию).
- «Decel» - замедление двигателя со скоростью, необходимой для поддержания напряжения звена постоянного тока, до того момента, когда кинетическая энергия нагрузки окажется недостаточной для дальнейшего питания привода.
- «Continue» – привод продолжает питать двигатель, пока напряжение на шине постоянного тока не снизится до 50% от номинального уровня. При потере питания включается бит 0 параметра P959 [Alarm Status A], если параметр P449 [Power Loss Actn] выставлен на 1 «Alarm».

Если параметр P449 [Power Loss Actn] выставлен на 3 «FltCoastStop», то привод перейдет в состояние аварии F3 «Power Loss», после того как отсутствие питания будет продолжаться дольше, чем указано в параметре P452/455 [Pwr Loss A/B Time].

Привод перейдет в состояние аварии F4 «UnderVoltage», если напряжение на шине постоянного тока станет меньше V_{min} и параметр P460 [UnderVltg Action] равен 3 «FltCoastStop».

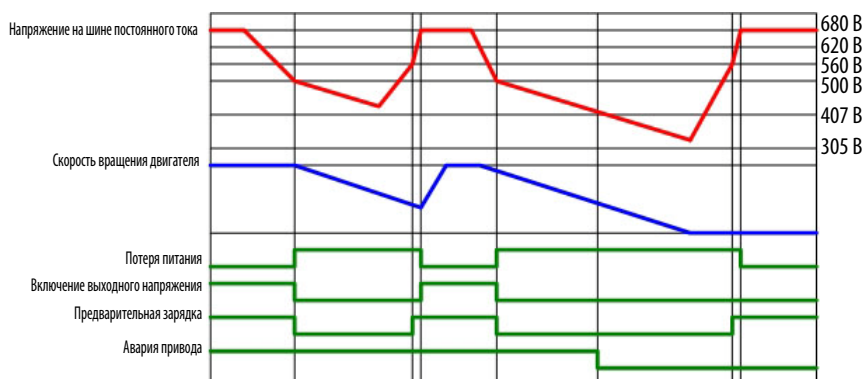
Реле предварительной зарядки разомкнется, если напряжение на шине постоянного тока станет меньше V_{open} и замкнется, если напряжение превысит значение V_{close} .

Если напряжение на шине постоянного тока будет превышать значение $V_{recovery}$ в течение 20 мс, то привод будет считать, что потеря питания прекратилась. Сигнал предупреждения о потере питания снимается.

Если привод находится в состоянии, разрешающем работу, то срабатывает алгоритм подхвата вращающегося двигателя. Затем привод разгоняется с запрограммированным ускорением до заданной скорости вращения.

Выбег

Этот режим работы используется по умолчанию. Привод определяет факт потери питания, если напряжение на шине постоянного тока снизится ниже уровня $V_{trigger}$. Если привод работает, то инвертор выключается и двигатель переходит в режим выбега.



Замедление

Этот режим работы полезен в случае механической нагрузки с большим моментом инерции и низким трением. Напряжение на шине постоянного тока поддерживается благодаря преобразованию механической энергии в электрическую и ее возврату в привод. Пока есть механическая энергия, работа при потере питания продолжается, и в двигателе сохраняется полный магнитный поток.

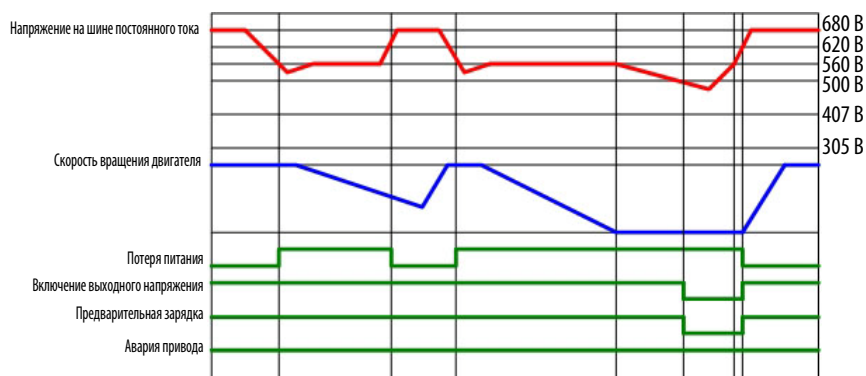
Если питание восстанавливается, привод может линейно изменить скорость вращения двигателя до заданного уровня без необходимости его подхвата. Привод определяет факт потери питания, если напряжение на шине постоянного тока снизится ниже уровня $V_{trigger}$.

Если привод работает, включается функция работы с использованием инерции нагрузки.

Нагрузка замедляется с такой скоростью, чтобы энергия, получаемая от механической нагрузки, обеспечивала поддержание напряжения на шине на уровне $V_{inertia}$.

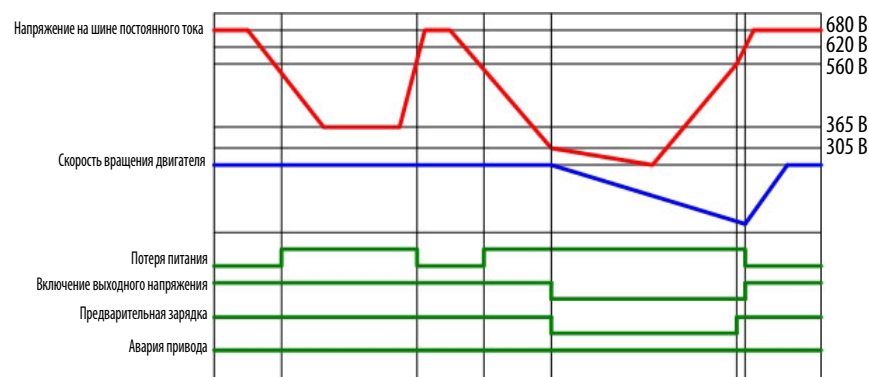
Инвертора отключается и двигатель переходит в режим выбега, если выходная частота падает до 0, или если напряжение на шине постоянного тока снижается ниже уровня V_{open} , или если обесточивается любой из входов разрешения работы привода.

Если при восстановлении питания привод все еще работает с использованием инерции, то он немедленно выполняет разгон с запрограммированной скоростью до заданной скорости вращения. Если привод находится в режиме выбега и в состоянии, разрешающем работу, то срабатывает алгоритм подхвата вращающегося двигателя. Затем привод разгоняется с запрограммированным ускорением до заданной скорости вращения.



Продолжение

В этом режиме обеспечивается максимальная отдача энергии двигателю при потере питания. Напряжение на входе может упасть до 50% от номинального уровня, но при этом привод все же сможет выдавать на двигатель свой номинальный ток (но не свою номинальную мощность).





ВНИМАНИЕ: Для защиты привода от повреждения необходимо обеспечить минимально необходимое сопротивление линии, чтобы ограничить бросок пускового тока при восстановлении сетевого питания. Полное входное сопротивление должно быть не меньше эквивалентного импеданса 5% трансформатора с номинальной полной мощностью (в ВА), которая в 6 раз превышает номинальную полную входную мощность привода.

Недостаточное полное сопротивление линии может привести к повреждению привода. Если значение параметра [Power Loss Level] превышает 18% от [DC Bus Memory], необходимо обеспечить минимально необходимое сопротивление линии, чтобы ограничить бросок пускового тока при восстановлении сетевого питания. Полное входное сопротивление должно быть не меньше эквивалентного импеданса 5% трансформатора с номинальной полной мощностью (в ВА), которая в 5 раз превышает номинальную полную входную мощность привода.

Технологический ПИД-регулятор

Встроенный ПИД-регулятор обеспечивает управление технологическим параметром в замкнутом контуре с пропорциональным и интегральным регулятором. Функция разработана для того, чтобы использоваться в случаях, которые требуют простого управления технологическим процессом без использования отдельного контроллера.

ПИД-регулятор считывает входной сигнал технологического параметра и сравнивает его с требуемым заданным значением, сохраненным в приводе. Алгоритм корректирует выходной сигнал ПИД-регулятора, изменяя выходную частоту двигателя для получения нулевой разности между технологическим параметром и уставкой.

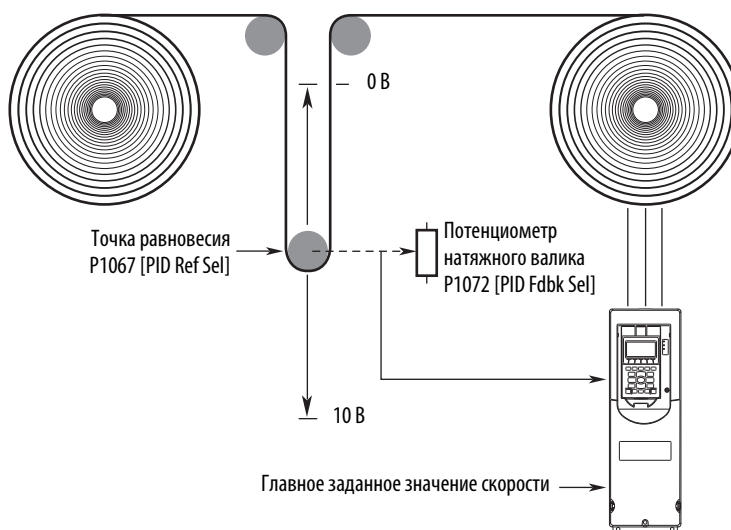
ПИД-регулирование технологического параметра может использоваться для изменения заданной скорости вращения или корректировки крутящего момента. Есть два способа настройки ПИД-регулятора для изменения заданной скорости вращения.

- Коррекция скорости - Выходной сигнал ПИД-регулятора добавляется к главному заданному значению скорости вращения.
- Эксклюзивное управление - ПИД-регулятор обладает правом эксклюзивного управления заданной скоростью вращения.

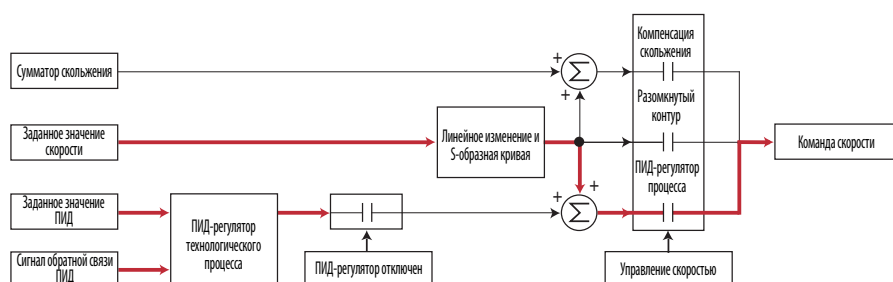
Выбор между коррекцией скорости вращения, эксклюзивным управлением и коррекцией крутящего момента осуществляется параметром P1079 [PID Output Sel].

Режим коррекции скорости вращения

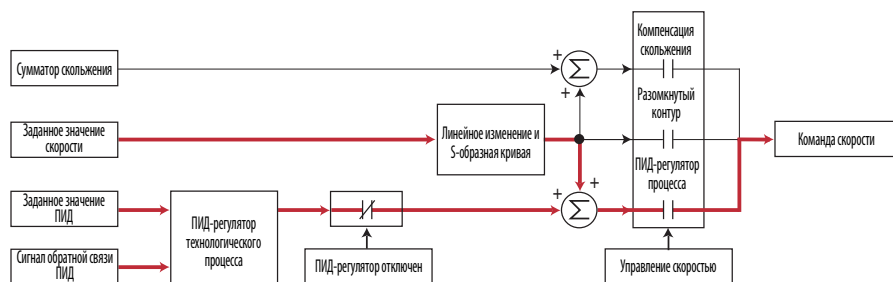
В этом режиме выходной сигнал ПИД-регулятора суммируется с главным заданным значением скорости вращения для управления технологическим процессом. Этот режим используется при необходимости точного и устойчивого управления процессом, путем суммирования или вычитания небольших величин непосредственно из выходной частоты (скорости). В следующем примере главное заданное значение скорости вращения устанавливает скорость наматывания/разматывания, а сигнал с потенциометра натяжного валика используется в качестве обратной связи ПИД-регулятора для управления натяжением. Точка равновесия программируется как уставка ПИД-регулятора и так как натяжение увеличивается или уменьшается при намотке, то главная скорость вращения корректируется для компенсации и поддержания натяжения около точки равновесия.



При отключении ПИД-регулятора скорость вращения устанавливается датчиком скорости вращения.

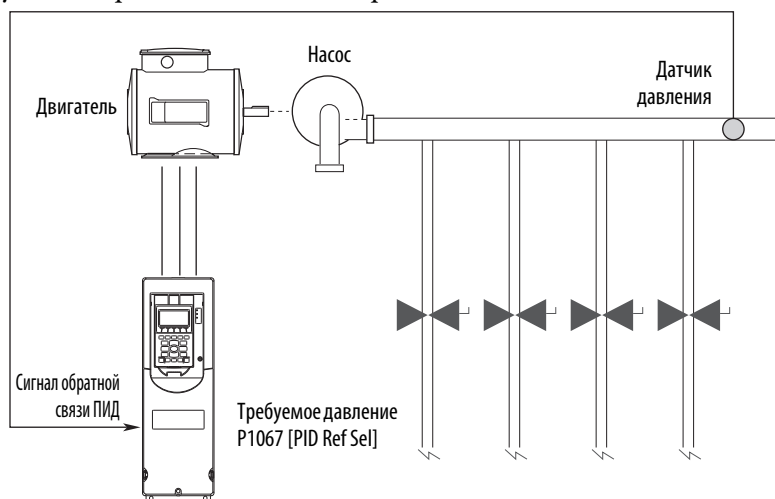


Если ПИД-регулирование включено, то выходной сигнал ПИД-регулятора суммируется с сигналом задатчика скорости вращения.

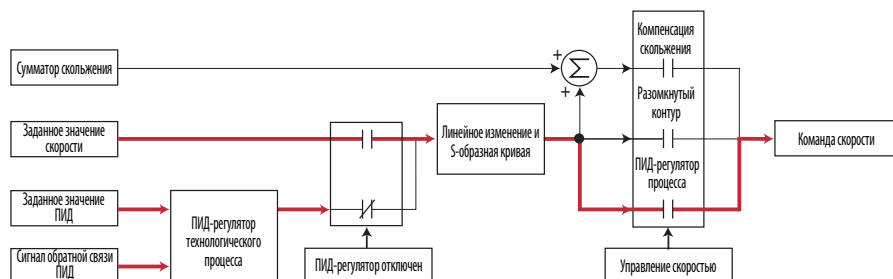


Эксклюзивный режим

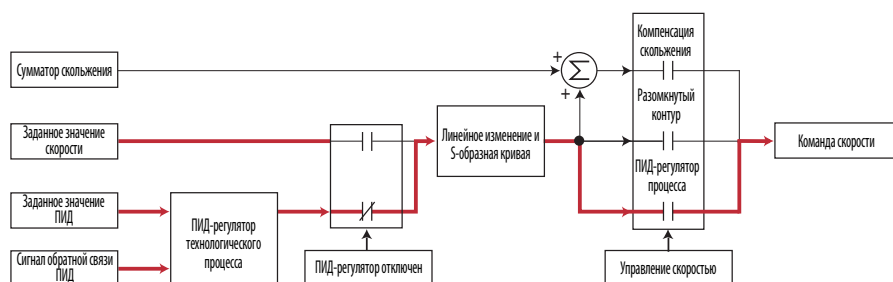
В этом режиме выходной сигнал ПИД-регулятора является заданным значением скорости вращения, в не корректирует основное заданное значение скорости вращения. Этот режим используется, когда скорость вращения не является основным параметром, а главным является поддержание параметра контура обратной связи. В примере с насосом, приведенным ниже, заданным значением или уставкой является требуемое давление в системе. Входной сигнал от датчика является сигналом обратной связи ПИД-регулятора и изменяется при изменении давления. Выходная частота привода увеличивается или уменьшается для поддержания давления в системе вне зависимости от изменения расхода. Благодаря вращению насоса от привода на требуемой скорости, в системе поддерживается давление.



Однако, при открытии дополнительных клапанов в системе и падении давления, ошибка ПИД регулятора изменяет выходную частоту, чтобы сохранить заданное значение давления. При отключении ПИД-регулятора скорость вращения устанавливается датчиком скорости вращения.



При включении ПИД-регулирования заданное значение скорости отключается и выходной сигнал ПИД-регулятора осуществляет эксклюзивное управление заданной скоростью вращения, проходя через блок линейного изменения и S-образной кривой.




Выбор выходного сигнала ПИД-регулятора

Параметр 1079 [PID Output Sel]

- «Not Used» (0) - Выходной сигнал ПИД-регулятора не применяется ни к какому заданному значению скорости.
- «Speed Excl» (1) - Выходной сигнал ПИД-регулятора является единственным значением, используемым в качестве заданного значения скорости.
- «Speed Trim» (2) - Выходной сигнал ПИД-регулятора применяется к заданному значению скорости как корректировочное значение. (по умолчанию).
- «Torque Excl» (3) - Выходной сигнал ПИД-регулятора является единственным значением, используемым в качестве заданного значения крутящего момента.
- «Torque Trim» (4) - Выходной сигнал ПИД-регулятора применяется к заданному значению крутящего момента как корректировочное значение.
- «Volt Excl» (5) - Выходной сигнал ПИД-регулятора является единственным значением, используемым в качестве заданного значения напряжения.
- «Volt Trim» (6) - Выходной сигнал ПИД-регулятора применяется к заданному значению напряжения как корректировочное значение.

Конфигурация ПИД-регулятора

Параметр 1065 [PI Cfg] – набор битов, определяющих различные режимы работы. Значение этого параметра можно изменять только при остановленном двигателе.

Файл	Группа	№	Название на дисплее Полное наименование Описание	Значения	Чтение/запись	Тип данных											
APPLICATIONS	Process PID	1065	PID Cfg  Конфигурация ПИД-регулятора Основные параметры конфигурации ПИД-регулятора технологического процесса.		RW	16-битное целое число											
		Настройки															
		По умолчанию	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Percent Ref	Anti Windup	Stop Mode	Fdbk Sqrt	Zero Clamp	Ramp Ref	Preload Int
		Бит	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
				0 = Отключено 1 = Включено													

PID Preload

Эта функция устанавливает некое предварительное значение выходного сигнала ПИД-регулятора для улучшения динамических характеристик при его включении. См. график ниже. Если ПИД-регулятор не включен, в качестве начального значения интегрального звена ПИД может быть установлена величина предварительной установки ПИД или текущее заданное значение скорости. Работа с предварительной установкой включается в параметре конфигурации ПИД-регулятора. По умолчанию предварительная установка отключена, и выходное значение ПИД равно нулю, то есть при отключенном ПИД-регуляторе значение, подающееся на интегральное звено, равно нулю. Как показано на графике А ниже, при включении ПИД-регулятора его выходной сигнал начинается с нуля и выходит на требуемый уровень. При включении ПИД-регулятора с предварительной установкой ПИД, отличной от нуля, выходной сигнал начинается со ступени, как показано на графике В ниже. Это может привести к тому, что ПИД-регулятор достигнет установившегося значения быстрее, однако если ступень будет слишком большой, может произойти повышение тока привода до предельного уровня, и ускорение замедлится.

График А

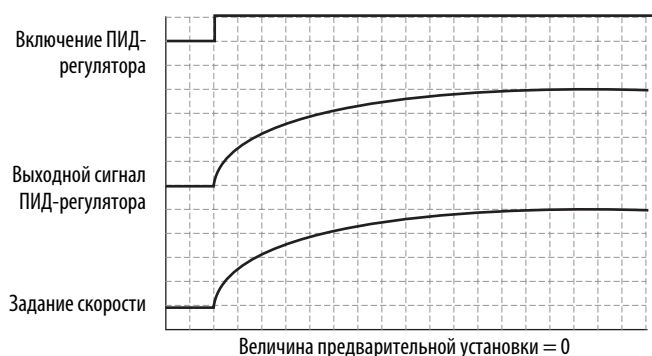
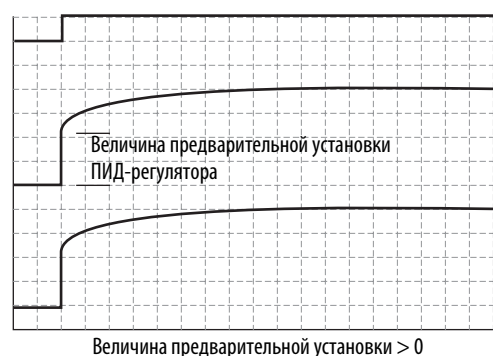


График В



Команда предварительной установки может использоваться, когда ПИД-регулятор имеет исключительный контроль над заданной скоростью вращения. Если для интегрального звена установлена заданная скорость, то возмущения в заданной скорости при включении ПИД-регулятора не происходит. После включения ПИД-регулятора его выходной сигнал выводится на требуемый уровень.



Если ПИД-регулятор настроен таким образом, что он имеет исключительный контроль над заданной скоростью, и привод работает в режиме ограничения тока или напряжения, для интегрального звена устанавливается заданная скорость для обозначения точки восстановления, когда ограничение будет снято.

Ramp Ref

Функция задатчика интенсивности изменения ПИД-регулятора используется для обеспечения плавного перехода при включении ПИД-регулятора, когда выходной сигнал используется для коррекции скорости (не исключительный контроль). Когда в параметре конфигурации ПИД-регулятора включен задатчик интенсивности изменения ПИД-регулятора, а ПИД-регулятор отключен, в качестве заданного значения для ПИД используется сигнал обратной связи ПИД. Таким образом, ошибка ПИД-регулятора будет нулевой. После включения ПИД-регулятора значение, используемое в качестве заданного значения для ПИД, линейно изменяется до выбранной величины с выбранным ускорением или замедлением. После того как заданное значение для ПИД достигнет выбранной величины, задатчик интенсивности не будет использоваться до тех пор, пока ПИД-регулятор не будет выключен и включен снова. Линейный задатчик интенсивности изменения ПИД-регулятора не включает в себя S-образную кривую.

Zero Clamp

Эта функция ограничивает работу привода только одним направлением. Выходная частота привода изменяется от нуля до максимальной частоты в прямом направлении и от нуля до максимальной частоты в обратном направлении. Это исключает возможность регулирования в обратном направлении при попытке привести ошибку к нулю. Этот бит активен только в режиме корректировки скорости.

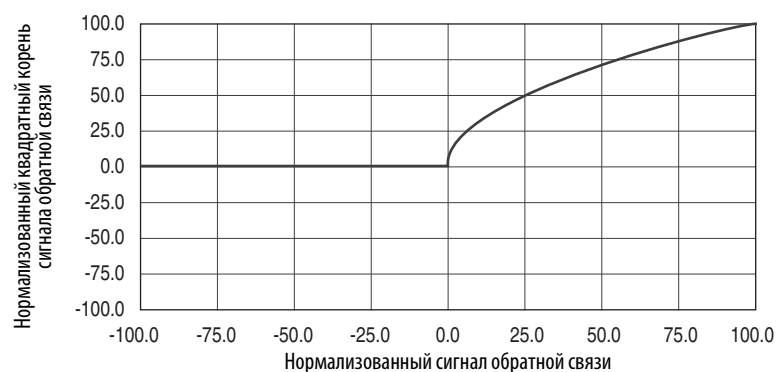
Работу ПИД-регулятора можно ограничить так, чтобы выходная частота всегда имела тот же знак, что и главное заданное значение скорости. Функция запрета перехода через ноль включается в параметре конфигурации ПИД-регулятора. Запрет перехода через ноль отключается, если ПИД-регулятор имеет исключительный контроль над заданием скорости вращения.

Например, если главное заданное значение скорости вращения составляет +10 Гц, а выходной сигнал ПИД-регулятора добавляет скорость –15 Гц, функция запрета перехода через ноль ограничивает выходную частоту, чтобы она не становилась меньше нуля. Аналогично, если главное заданное значение скорости вращения составляет –10 Гц, а выходной сигнал ПИД-регулятора добавляет скорость +15 Гц, функция запрета перехода через ноль ограничивает выходную частоту, чтобы она не становилась больше нуля.

Feedback Square Root

Эта функция позволяет использовать квадратный корень сигнала обратной связи в качестве сигнала обратной связи ПИД-регулятора. Это полезно при управлении давлением, потому что давление центробежных насосов и вентиляторов пропорционально квадрату скорости.

ПИД-регулятор может брать квадратный корень выбранного сигнала обратной связи. Эта функция используется, чтобы сделать сигнал обратной связи линейным, если датчик измеряет технологический параметр в квадрате. Результат математической операции нормализуется по полной шкале для обеспечения постоянного рабочего диапазона. Функция извлечения квадратного корня включается в параметре конфигурации ПИД-регулятора.



Stop Mode

Когда параметр P370/371 [Stop Mode A/B] равен 1 «Ramp» и на привод подается команда останова, ПИД-регулятор продолжает работать во время замедления, пока его выходная частота не станет больше главного заданного значения. Если задано значение 0 «Coast», привод отключает ПИД-регулятор и выполняет нормальную остановку. Этот бит активен только в режиме корректировки скорости.

Anti-Wind Up

Когда параметр P1065 [PID Cfg], бит 5 «Anti Windup», равен 1 «Enabled», ПИД-регулятор автоматически препятствует тому, чтобы ошибка на выходе из интегрального звена была слишком большой и могла вызвать нестабильность контура регулирования. Управление интегральным звеном происходит автоматически, без необходимости работы входов сброса или удержания ПИД-регулятора.

Percent Ref

При использовании ПИД-регулирования технологического процесса выходной сигнал может выражаться в процентах от заданного значения скорости. Такая возможность есть только в режиме корректировки скорости, ее нет в режиме корректировки крутящего момента или исключительном режиме.

Примеры

Функция Percent Ref включена, заданное значение скорости = 43 Гц, выходной сигнал ПИД-регулятора = 10%, максимальная частота = 130 Гц. 4,3 Гц добавляется к окончательному заданному значению скорости.

Функция Percent Ref не включена, заданное значение скорости вращения = 43 Гц, выходной сигнал ПИД-регулятора = 10%, максимальная частота = 130 Гц. 13,0 Гц добавляется к окончательному заданному значению скорости.

Управление ПИД-регулятором

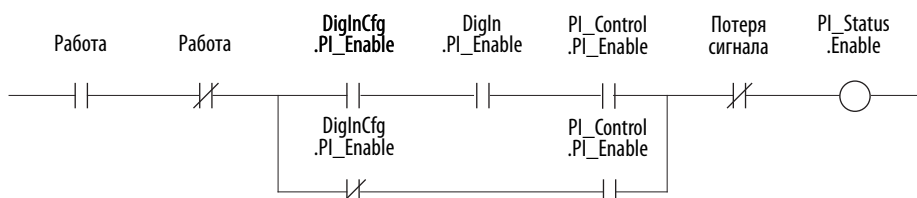
Параметр P1066 [PID Control] – это набор битов для динамического включения и отключения ПИД-регулятора технологического процесса. Если этот параметр записывается по сети в интерактивном режиме, его необходимо записывать через линию передачи данных, чтобы значения не записывались в EEprom.

Включение ПИД-регулятора

ПИД-регулятор можно включать и отключать. Включенное или отключенное состояние ПИД-регулятора определяет, является ли выходной сигнал ПИД-регулятора всем заданием скорости вращения или его частью. Логика определения состояния ПИД-регулятора показана на релейной схеме ниже.

Привод должен находиться в работающем состоянии, чтобы можно было включить ПИД-регулятор. Если привод работает в толчковом режиме, ПИД-регулятор остается отключенным. ПИД-регулятор отключен, если привод замедляется для останова, кроме случая, когда ПИД-регулятор находится в режиме корректировки и включен бит режима останова в P1065 [PID Cfg].

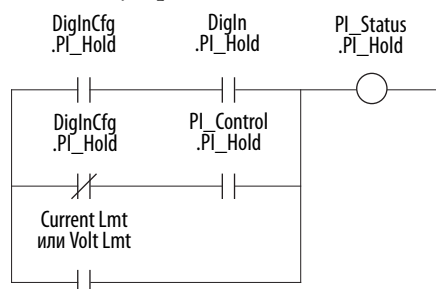
Если цифровой вход настроен на «PI Enable», то бит включения ПИД-регулятора в P1066 [PID Control] должен быть выставлен, чтобы включить ПИД-регулятор. Если цифровой вход не настроен на «PI Enable», а бит включения ПИД-регулятора в [PID Control] выставлен, то ПИД-регулятор может быть включен. Если бит включения ПИД-регулятора в [PID Control] выставлен постоянно, то ПИД-регулятор может включиться, как только привод перейдет в рабочее состояние. Если обнаружена потеря сигнала аналогового входа, ПИД-регулятор отключается.



Удержание PID-регулятора

ПИД-регулятор технологического процесса может удерживать сигнал интегрального звена равным текущему значению, поэтому если в какой-то части процесса действует ограничение, то на интегральном звене сохраняется текущее значение во избежание его насыщения. Логика удержания интегрального звена на текущем значении показана на релейной схеме ниже. Есть три условия, при которых включается удержание.

- Если цифровой вход настроен на управление удержанием ПИД-регулятора, и этот цифровой вход включен, сигнал интегрального звена прекращает изменяться. Обратите внимание: если цифровой вход настроен на управление удержанием ПИД-регулятора, он имеет приоритет над параметром управления ПИД-регулятором.
- Если цифровой вход не настроен на управление удержанием ПИД-регулятора, а бит удержания в параметре управления ПИД-регулятором включен, сигнал интегрального звена прекращает изменяться.
- Если включено ограничение тока или напряжения, то ПИД-регулятор переходит в состояние удержания.



Сброс PI-составляющей

Эта функция удерживает нулевое значение на выходе интегрального звена. К подобным функциям часто применяется термин «anti windup» (предотвращение насыщения интегрального звена). Она может использоваться для предварительной установки интегрального звена при переходе на ПИД-регулятор, а также для удержания сигнала интегрального звена на нуле в ручном режиме.

Например, сигнал обратной связи технологического процесса ниже заданного значения создаст ошибку. Привод увеличивает свою выходную частоту в попытке привести процесс к заданному значению. Однако, если увеличение выходной частоты привода не уменьшает ошибку до нуля, выдается команда дополнительно увеличить выходную частоту. Когда привод достигает запрограммированной максимальной частоты, возможно, что интегральное звено насыщено, то есть его сигнал очень велик. Это может вызвать нежелательные и резкие перемещения при переключении системы в режим ручной работы и обратно. Сброс интегральной составляющей устраняет это насыщение.

Инвертирование ошибки

Эта функция изменяет знак ошибки, приводя к уменьшению выходного сигнала при увеличении ошибки или увеличению выходного сигнала при ее уменьшении. Примером применения этой функции является система вентиляции с термостатным управлением. Летом рост сигнала термостата должен вызывать увеличение выходной частоты привода, потому что нагнетается холодный воздух. Зимой же уменьшение сигнала термостата должно вызывать увеличение выходной частоты привода, потому что нагнетается теплый воздух. ПИД-регулятор имеет функцию изменения знака ошибки ПИД. Она используется, когда рост сигнала обратной связи должен вызывать увеличение выходной частоты. Функция изменения знака ошибки ПИД включается в параметре конфигурации ПИД-регулятора.

Состояние ПИД-регулятора

Параметр P1089 [PID Status] – это набор битов, которые отображают состояние ПИД-регулятора технологического процесса.

Файл	Группа	№	Название на дисплее Полное наименование Описание	Значения	Чтение/запись	Тип данных																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
APPLICATIONS	Process PID	1089	PID Status Состояние ПИД-регулятора Состояние ПИД-регулятора технологического процесса. Варианты		RO	16-битное целое число																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				

0 = условие ложно
1 = условие истинно

Заданное значение и сигнал обратной связи ПИД-регулятора

В параметре P1067 [PID Ref Sel] выбирается источник сигнала заданного значения. В параметре P1072 [PID Fdbk Sel] выбирается источник сигнала обратной связи. Сигнал заданного значения и сигнал обратной связи могут поступать из одного и того же набора источников.

Источники включают в себя адаптеры DPI, МОР, предустановленные скорости, аналоговые входы, импульсный вход, вход от энкодера, а также параметр уставки ПИД.

Значение, используемое в качестве сигнала заданного значения, отображается в параметре P1090 [PID Ref Meter] (только для чтения). Значение, используемое в качестве сигнала обратной связи, отображается в параметре P1091 [PID Fdbk Meter] (только для чтения). Эти значения отображаются вне зависимости от того, включен ли ПИД-регулятор. Полный масштаб отображается как $\pm 100,00\%$.

Масштабирование заданного значения и обратной связи ПИД-регулятора

Аналоговый сигнал заданного значения ПИД-регулятора можно ограничить параметрами P1068 [PID Ref AnlgHi] и P1069 [PID Ref AnlgLo]. [PID Ref AnlgHi] определяет максимальное значение аналогового сигнала заданного значения ПИД-регулятора, в процентах. [PID Ref AnlgLo] определяет минимальное значение сигнала заданного значения ПИД-регулятора, в процентах.

Аналоговый сигнал обратной связи ПИД-регулятора можно ограничить параметрами P1068 [PID Ref AnlgHi] и P1069 [PID Ref AnlgLo]. [PID Ref AnlgHi] определяет максимальное значение сигнала обратной связи ПИД-регулятора, в процентах. [PID Ref AnlgLo] определяет минимальное значение сигнала обратной связи ПИД-регулятора, в процентах.

Пример

Отобразить P1090 [PID Ref Meter] и P1091 [PID Fdbk Meter] в виде положительных и отрицательных значений. Сигнал обратной связи от натяжного ролика поступает на аналоговый вход 2 в виде сигнала постоянного тока с напряжением 0–10 В.

- P1067 [PID Ref Sel] = 0 «PI Setpoint»
- P1070 [PID Setpoint] = 50%
- P1072 [PID Fdbk Sel] = 2 «Analog In 2»
- P1068 [PID Ref AnlgHi] = 100%
- P1069 [PID Ref AnlgLo] = -100%
- P1073 [PID Fdbk AnlgHi] = 100%
- P1074 [PID Fdbk AnlgLo] = 0%
- P61 [Anlg In1 Hi] = 10 В
- P62 [Anlg In2 Lo] = 0 В

Масштабирование сигнала обратной связи ПИД-регулятора

- P675 [Trq Ref A Sel] = «Analog In 1»
- P61 [Anlg In1 Hi] = 10 В
- P62 [Anlg In2 Lo] = 0 В
- P1073 [PID Fdbk AnlgHi] = 100%
- P1074 [PID Fdbk AnlgLo] = 0%

Теперь 5 В соответствуют 50 % сигнала обратной связи ПИД-регулятора, и мы пытаемся поддерживать уставку ПИД, равную 50 % (5 В).

Уставка ПИД-регулятора

Этот параметр можно использовать в качестве внутреннего значения уставки или заданного значения для технологического процесса. Если P1067 [PID Ref Sel] указывает на этот параметр, введенное здесь значение становится точкой равновесия технологического процесса.

Ошибка ПИД-регулятора

Ошибка ПИД-регулятора направляется в пропорциональное и интегральное звено, выходной сигнал которых суммируется.

Фильтр ошибки P1084 [PID LP Filter BW] определяет параметры фильтра для ошибки ПИД-регулятора. Эта функция полезна для фильтрации нежелательных составляющих сигнала, таких как шум в сигнале обратной связи ПИД-регулятора. Фильтр представляет собой фильтр низких частот с полосой пропускания в рад/сек.

Коэффициенты усиления ПИД-регулятора

Параметры P1086 [PID Prop Gain], P1087 [PID Int Time] и P1088 [PID Deriv Time] определяют работу ПИД-регулятора.

Пропорциональное звено регулятора (П) корректирует выходной сигнал в зависимости от величины ошибки (больше ошибка = пропорционально большая коррекция). Если ошибка удваивается, то выходной сигнал пропорционального регулятора также удваивается. И наоборот, если ошибка уменьшается вдвое, то выходной сигнал пропорционального регулятора также уменьшается вдвое. Если используется только пропорциональный регулятор, всегда есть ошибка, поэтому сигнал обратной связи никогда не равен заданному значению. [PID Prop Gain] – безразмерный параметр и по умолчанию равен 1,00. Если [PID Prop Gain] равен 1,00 и ошибка ПИД-регулятора равна 1,00%, то выходной сигнал ПИД-регулятора будет равен 1,00% от максимальной частоты.

Интегральное звено регулятора (И) корректирует выходной сигнал в зависимости от продолжительности ошибки (чем дольше ошибка присутствует, тем интенсивнее он пытается ее исправить). Интегральное регулирование представляет собой линейное изменение выходного сигнала. Этот тип регулирования сглаживает выходной сигнал и продолжает работать до достижения нулевой ошибки. Само по себе интегральное регулирование является более медленным, чем того требуют многие задачи, поэтому его комбинируют с пропорциональным регулированием (ПИ). [PID Int Time] вводится в секундах. Если [PID Int Time] равен 2,0 секундам, а ошибка ПИ-регулятора равна 100,00%, то выходной сигнал ПИ-регулятора изменяется от 0 до 100,00% за 2 секунды.

Дифференциальное звено регулятора (D) корректирует выходной сигнал в зависимости от скорости изменения ошибки и само по себе обычно бывает нестабильным. Чем быстрее происходит изменение ошибки, тем больше изменяется выходной сигнал. Дифференциальное регулирование обычно используется в режиме корректировки крутящего момента и не требуется в режиме управления скоростью.

Например, моталки, в которых используется управление крутящим моментом, управляются ПД-регулятором, а не ПИ-регулятором. Кроме того функция P1084 [PID LP Filter BW] полезна для фильтрации нежелательных составляющих сигнала в контуре ПИД-регулятора. Фильтр представляет собой фильтр низких частот с полосой пропускания в рад/сек.

Максимальное и минимальное значение / масштабирование выходного сигнала ПИД-регулятора

Значение выходного сигнала ПИД-регулятора отображается в диапазоне $\pm 100\%$ в P1093 [PID Output Meter].

Параметры P1082 [PID Lower Limit] и P1081 [PID Upper Limit] задаются в процентах. В исключительном режиме или режиме корректировки скорости вращения они масштабируют выходной сигнал ПИД-регулятора в процентах от P37 [Maximum Freq]. В режиме корректировки крутящего момента они масштабируют выходной сигнал ПИД-регулятора в процентах от номинального крутящего момента двигателя.

Пример

Установите максимальное и минимальное значение ПИД-регулятора на $\pm 10\%$ при максимальной частоте 100 Гц. Это позволит ПИД-регулятору корректировать выходную частоту привода в пределах ± 10 Гц.

P1081 [PID Upper Limit] должен всегда быть больше, чем P1082 [PID Lower Limit].

Как только привод достигнет заданного минимального или максимального значения, интегральное звено прекращает работу и дальнейшее «насыщение» невозможно.

Множитель выходного сигнала ПИД-регулятора

P1080 [PID Output Mult] включает дополнительное масштабирование выходного сигнала ПИД-регулятора.

Пример

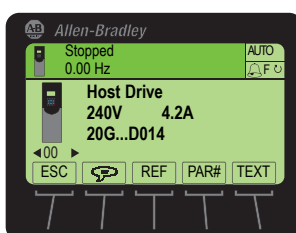
Привод работает с моталкой с регулируемой скоростью вращения. По мере наматывания рулона, коэффициент усиления выходного сигнала можно уменьшать, чтобы ПИД-регулятор надлежащим образом реагировал на сигнал натяжного ролика без изменения настроек самого ПИД-регулятора.

Зона нечувствительности ПИД-регулятора

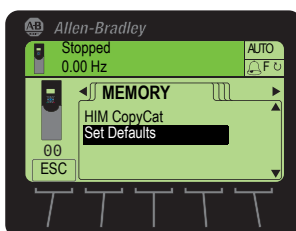
P1083 [PID Deadband] нормализует сигнал заданного значения ПИД-регулятора. Если в сигнале заданного значения ПИД есть нежелательные быстрые колебания, зона нечувствительности может помочь сгладить эти переходные процессы.

Сброс параметров на заводские значения по умолчанию

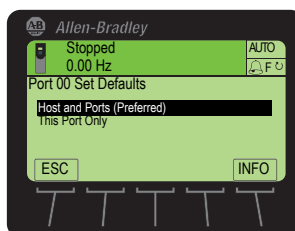
1. Перейдите на экран состояния в модуле интерфейса оператора 20-HIM-A6 или 20-HIM-CS6.



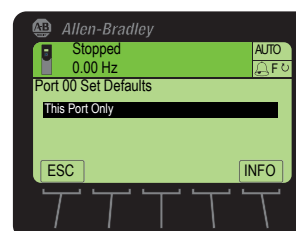
2. С помощью левой и правой стрелок выберите порт устройства, параметры которого требуется сбросить на заводские настройки (например, порт 00 для самого привода или соответствующий номер порта для периферийного оборудования привода).
3. Затем нажмите клавишу Folder рядом с зеленой клавишей Start, чтобы открыть папку, просматривавшуюся в последний раз.
4. С помощью левой и правой стрелок выберите папку Memory.
5. С помощью стрелок вверх и вниз, выберите опцию Set Defaults.



6. Нажмите клавишу Enter (5), чтобы открыть экран сброса на настройки по умолчанию Set Defaults.



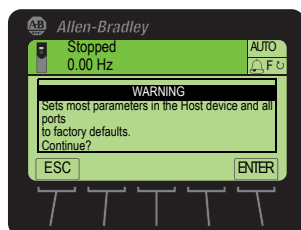
Для привода-хоста



Для подключенного периферийного оборудования

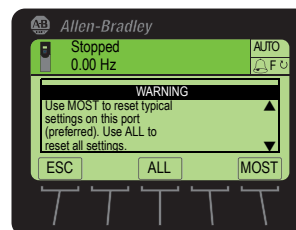
7. С помощью стрелок вверх и вниз выберите соответствующее действие.
- Host and Ports (Preferred): Для сброса на заводские настройки выбираются привод-хост и все порты.
 - This Port Only Для сброса на заводские настройки выбирается только этот порт. (для получения информации о выбранном пункте меню нажмите экранную кнопку INFO).
8. Нажмите клавишу Enter (5), чтобы отобразить всплывающее окно с предупреждением о сбросе на заводские настройки.

Всплывающее окно для варианта «Host and Ports (preferred)»



Нажмите экранную клавишу ENTER, чтобы подтвердить свои действия и сбросить большинство параметров привода-хоста и устройств, подключенных к портам, на заводские настройки. В этом случае см. руководства по эксплуатации привода-хоста и периферийных устройств, чтобы узнать, какие настройки НЕ БУДУТ сброшены – или нажмите экранную клавишу ESC, чтобы отменить эту операцию.

Всплывающее окно для варианта «This Port Only»



Нажмите экранную кнопку MOST, чтобы сбросить БОЛЬШИНСТВО параметров устройства на выбранном порту на заводские настройки. В этом случае см. руководство по эксплуатации привода-хоста, чтобы узнать, какие настройки НЕ БУДУТ сброшены. Нажмите экранную кнопку ALL, чтобы сбросить ВСЕ параметры устройства на выбранном порту на заводские настройки – или нажмите экранную клавишу ESC, чтобы отменить эту операцию.

После изменения параметров появится всплывающее окно с предупреждением об аварии. Для сброса этой аварии можно нажать экранную клавишу Clear. Следующее всплывающее окно с подтверждением можно убрать, нажав экранную клавишу Enter. При двойном нажатии клавиши Escape снова появится экран состояния.

Более подробная информация об использовании модуля интерфейса оператора и сбросе параметров в исходное состояние приведена в руководстве «PowerFlex 20-HIM-A6/-C6S HIM (Human Interface Module) User Manual», публикация [20HIM-UM001](#).

Спящий режим «Sleep/Wake»

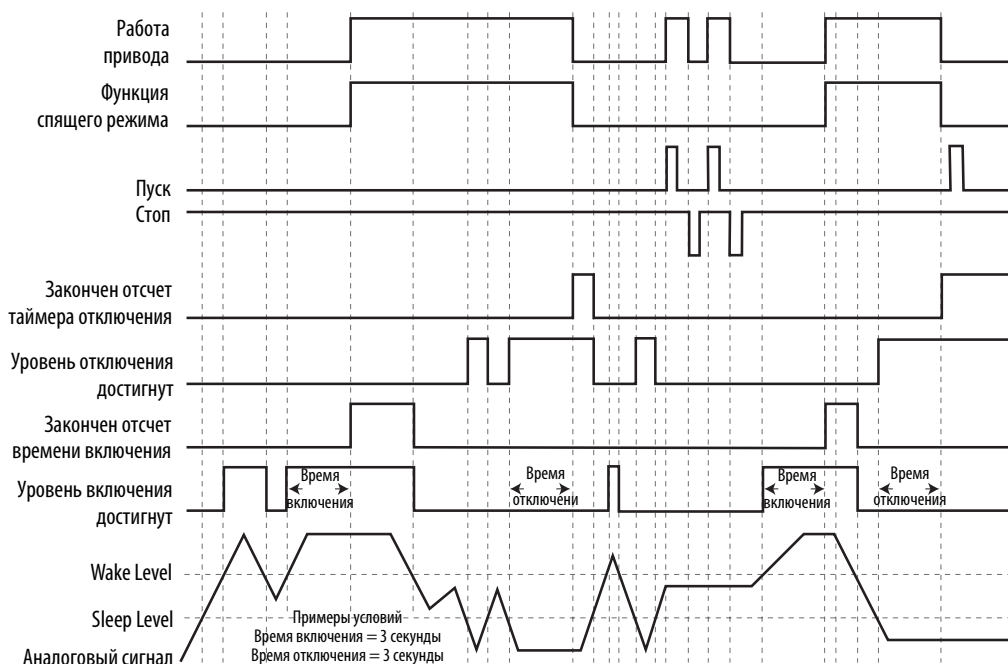
Функция спящего режима предназначена для пуска привода (выхода из спящего режима), когда сигнал SleepWake RefSel становится равен или больше значения параметра P354 [Wake Level], и для остановки привода (перехода в спящий режим), когда этот аналоговый сигнал уменьшится до значения параметра P352 [Sleep Level] или ниже. Установка параметра P350 [Sleep Wake Mode] равным 1 «Direct» обеспечит работу функции спящего режима, как описано выше.

Также есть инвертированный режим, меняющий эту логическую последовательность таким образом, чтобы аналоговый сигнал, не превышающий значение параметра P354 [Wake Level], запускал привод, а сигнал SleepWake RefSel, равный или больше значения параметра P352 [Sleep Level], останавливал привод.

Соответствующие параметры функции спящего режима описаны ниже.

№ параметра	Название параметра	Описание
350	Sleep Wake Mode	Включает/выключает функцию спящего режима.
351	SleepWake RefSel	Выбирает источник входного сигнала, управляющего функцией спящего режима.
352	Sleep Level	Задается уровень сигнала SleepWake RefSel, при котором привод будет остановлен.
353	Sleep Time	Задается задержка выдачи команды останова, начиная с момента, когда сигнал уменьшится до или ниже значения параметра 352 [Sleep Level].
354	Wake Level	Задается уровень сигнала SleepWake RefSel, при котором привод будет запущен.
355	Wake Time	Задается задержка выдачи команды пуска, начиная с момента, когда сигнал увеличится до или выше значения параметра 354 [Wake Level].

Работа функции спящего режима



Требования

Помимо включения функции спящего режима с помощью параметра P350 [Sleep Wake Mode] должны выполняться следующие условия:

- Необходимо задать правильные значения параметров P352 [Sleep Level] и P354 [Wake Level].
- Необходимо выбрать заданное значение для спящего режима с помощью параметра P351 [SleepWake RefSel].
- Необходимо запрограммировать, как минимум, один из следующих параметров (и включить соответствующий вход): P155 [DI Enable], P158 [DI Stop], P163 [DI Run], P164 [DI Run Forward] или P165 [DI Run Reverse].

Условия для пуска и перезапуска



ВНИМАНИЕ: Включение функции спящего режима может привести к неожиданному включению оборудования в режиме пробуждения. Использование этого параметра в неподходящей ситуации может привести к повреждению оборудования и/или травмам персонала. При использовании этой функции необходимо учитывать следующую [табл. 9](#), а также применимые региональные, национальные и международные нормы, стандарты, правила и отраслевые рекомендации.

табл. 9 - Условия для пуска привода ^{(1) (2) (3)}

Вход	После включения питания	После аварии привода		После команды останова
		Сброс с модуля интерфейса или программный останов	Сброс с модуля интерфейса, из сети / программы или с цифрового входа сброса аварии «Clear Faults»	
Stop ⁽⁴⁾	Подан сигнал останова Сигнал включения Новая команда пуска или перехода в рабочий режим ⁽⁵⁾	Подан сигнал останова Сигнал включения Новая команда пуска или перехода в рабочий режим ⁽⁵⁾	Подан сигнал останова Сигнал включения	Подан сигнал останова Прямой режим: Сигнал SleepWake RefSel > Уровня отключения ⁽⁷⁾ Инвертированный режим: Сигнал SleepWake RefSel < Уровня отключения ⁽⁸⁾ Новая команда пуска или перехода в рабочий режим ⁽⁵⁾
Enable	Подан сигнал разрешения работы Сигнал включения	Подан сигнал разрешения работы Сигнал включения Новая команда пуска или перехода в рабочий режим ⁽⁵⁾	Подан сигнал разрешения работы Сигнал включения	Подан сигнал разрешения работы Прямой режим: Сигнал SleepWake RefSel > Уровня отключения ⁽⁷⁾ Инвертированный режим: Сигнал SleepWake RefSel < Уровня отключения ⁽⁸⁾ Новая команда пуска или перехода в рабочий режим ⁽⁵⁾
Run Run Forward Run Reverse	Подан сигнал пуска Сигнал включения	Новая команда пуска ⁽⁶⁾ Сигнал включения	Подан сигнал пуска Сигнал включения	Новая команда пуска Прямой режим: Сигнал SleepWake RefSel > Уровня отключения ⁽⁷⁾ Инвертированный режим: Сигнал SleepWake RefSel < Уровня отключения ⁽⁸⁾

(1) При выключении и включении питания произойдет перезапуск, если все указанные условия будут удовлетворены в момент восстановления питания.

(2) Привод запустится, если все указанные условия будут удовлетворены, когда включен спящий режим [Sleep-Wake Mode].

(3) Текущее задание скорости вращения. Функция спящего режима и заданная скорость вращения могут быть приписаны к одному и тому же входу.

(4) Использование параметра P159 [DI Cur Lmt Stop] или P160 [DI Coast Stop] в качестве единственного входа команды останова не допускается. Это приведет к выдаче приводом аварийного сигнала ошибочной настройки спящего режима – Sleep Cfg Alarm – событие № 161.

(5) Команда должна быть подана с модуля интерфейса оператора, клеммной колодки или из сети.

(6) Команда пуска должна быть выключена и включена.

(7) Сигнал SleepWake Ref не должен быть выше уровня включения.

(8) Сигнал SleepWake Ref не должен быть ниже уровня включения.

Функция инвертирования описана в параметре [Anlg Inn LssActn].

Для нормальной работы требуется, чтобы параметр P354 [Wake Level] был больше параметра P352 [Sleep Level]. Однако не предусмотрено никаких ограничений, препятствующих неправильному заданию значений параметров, но привод не запустится, пока эти значения не будут исправлены. Эти параметры можно запрограммировать во время работы привода. Если значение параметра P352 [Sleep Level] станет больше P354 [Wake Level] во время работы привода, то привод будет продолжать работу, пока сигнал P351 [SleepWake RefSel] остается на уровне, не требующем перехода в спящий режим. При этом также учитывается параметр P353 [Sleep Time]. После того, как в этой ситуации привод перейдет в спящий режим, его запуск будет невозможен до тех пор, пока значения параметров не будут исправлены (следует увеличить значение P354 [Wake Level] или уменьшить значение P352 [Sleep Level]). Однако, если эти параметры будут исправлены до того, как привод перейдет в спящий режим, то возобновится нормальная работа спящего режима.

Таймеры

P353 [Sleep Time]
P355 [Wake Time]

Таймеры определяют время задержки включения функций спящего режима. Эти таймеры начинают отсчет времени с момента достижения уровня включения / отключения и выполняют обратный отсчет, если сигнал вернется в заданные пределы. Если таймер выполнит полный отсчет времени, заданного пользователем, он выдаст импульс для переключения функции спящего режима в соответствующее состояние (включенное или отключенное). При включении питания эти таймеры переходят в состояние, не допускающее пуска. После того, как аналоговый сигнал достигнет требуемого уровня, таймеры начинают отсчет.

Интерактивные функции

Отдельные команды пуска также выполняются (включая пуск с цифрового входа), но только в том случае, если таймер спящего режима не завершил отсчет. После завершения отсчета этого таймера функция спящего режима выступает в качестве постоянной команды останова. Есть два исключения, игнорирующие функцию спящего режима.

1. Если устройство выдает команду на включение местного управления, например, с модуля интерфейса оператора в режиме ручного управления, или от цифрового входа, запрограммированного в параметре P172 [DI Manual Ctrl].

2. Если подана команда на включение толчкового режима.

Если устройство подает команду на включение местного управления, то порт, через который подается команда, осуществляет эксклюзивное управление пуском (а также выбором заданного значения), по сути игнорируя функцию спящего режима и позволяя приводу продолжать работу в ситуации, требующей перехода в спящий режим. То же самое происходит и в случае, когда цифровой вход задан в параметре P172 [DI Manual Ctrl] – команда пуска или рабочего режима, поданная с цифрового входа, игнорирует состояние, требующее перехода в спящий режим.

Источники сигналов спящего режима

Источником сигнала P351 [SleepWake RefSel] для функции спящего режима может служить любой аналоговый вход, независимо от того, используется ли он другими функциями, программный источник DeviceLogix (параметры с P90 [DLX Real OutSP1] по P97 [DLX Real OutSP8]) или корректная конфигурация цифровой правки. Выбор источника сигнала спящего режима производится с помощью параметра P351 [SleepWake RefSel].

Параметры [Anlg In π Hi] и [Anlg In π Lo] не влияют на эту функцию, однако используется откалиброванный на заводе результирующий параметр [Anlg In π Value]. Кроме того, здесь используется абсолютное значение откалиброванного результирующего параметра, что позволяет применять эту функцию в режимах с вращением в обе стороны.

Функция выбора действий при потере аналогового сигнала, настраиваемая параметром [Anlg In π LssActn], не затрагивается и продолжает работать вместе с функцией спящего режима, но не привязывается к уровням перехода в спящий режим или включения и зависит от величины параметра [Anlg In π Raw Value].

Более подробная информация приведена в документе «Преобразователи частоты серии PowerFlex 750. Руководство по программированию», публикация [750-PM001](#).

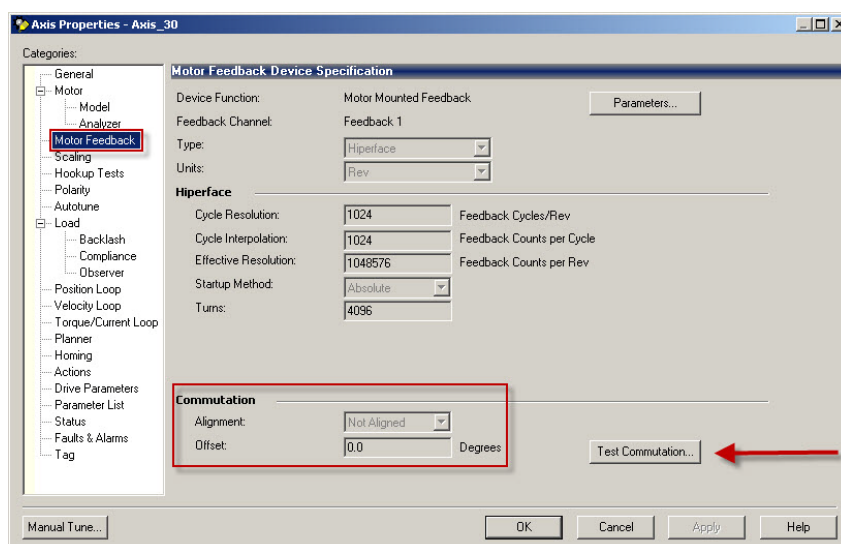
Условия для пуска

Условиями разрешения пуска называются такие условия, которые должны быть выполнены для того, чтобы привод можно было запустить в любом режиме, таком как рабочий режим, толчковый режим или режим автонастройки. Когда все эти условия удовлетворены, считается, что привод готов к пуску. Готовность к пуску подтверждается статусом готовности в параметре P935 [Drive Status 1].

Условия, разрешающие пуск

- Не должно быть активных аварийных сигналов.
- Не должно быть активных сигналов предупреждения типа 2.
- Цифровой вход Enable, если он настроен, должен быть включен.
- Логика предварительной зарядки звена постоянного тока должна выдавать сигнал, разрешающий пуск.
- Все входы команды останова должны быть отключены и никакие функции привода не должны выдавать команду останова.
- В текущий момент времени время не производится настройка конфигурации (т. е. никакие параметры не изменяются).
- Условия логики дополнительного модуля безопасности привода должны быть удовлетворены.

Если активно соединение CIP Motion, а параметр совмещения выставлен на отсутствие совмещения «Not Aligned», то бит отсутствия настройки коммутации «CommutNotCfg» примет значение логической единицы (т. е. включится). Для снятия этой блокировки пуска следует запустить проверку коммутации в окне Axis Properties приложения Logix Designer, ввести требуемое значение сдвига Offset, и затем выбрать в параметре совмещения сдвиг контроллера – «Controller Offset»



Если все условия, разрешающие пуск, удовлетворяются, то любая корректная команда пуска, рабочего режима или толчка запустит привод. Состояние всех действующих в данный момент блокировок пуска отражается в параметре P933 [Start Inhibits], а последние блокировки отражаются в параметре P934 [Last StrtInhibit], как описано ниже.

Файл	Группа	№	Название на дисплее	Значения	Чтение/запись	Тип данных																													
			Полное наименование Описание																																
DIAGNOSTICS	Status	933	Start Inhibits Start Inhibits		RO	32-битное целое число																													
			Показывает, какие условия препятствуют пуску или работе привода.																																
			Варианты	Резервирован	Резервирован	Резервирован	Резервирован	Резервирован	Резервирован	Резервирован	Резервирован	Резервирован	Резервирован	Резервирован	Резервирован	Резервирован	Резервирован	Резервирован	Резервирован	CommNotCfg	Profiler ⁽¹⁾	Sleep	Safety	Startup	Database	Stop	Precharge	Enable	Alarm	Faulted					
			По умолчанию	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
			Бит	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
			(1) Только для приводов PowerFlex 755. 0 = ложно, 1 = истинно																																
			Бит 0 «Faulted» – привод находится в состоянии аварии. См. параметр P951 [Last Fault Code]. Бит 1 «Alarm» – активен сигнал предупреждения 2-го типа. См. параметр P961 [Type 2 Alarms]. Бит 2 «Enable» – цепь входа разрешения Enable разомкнута. Бит 3 «Precharge» – привод находится в состоянии предварительной зарядки. См. параметры P321 [Prchrg Control], P11 [DC Bus Volts]. Бит 4 «Stop» – привод получает сигнал останова. См. параметр P919 [Stop Owner]. Бит 5 «Database» – база данных выполняет операцию загрузки. Бит 6 «Startup» – осуществляется запуск привода, что препятствует пуску. Перейдите к процедуре запуска и отмените ee. Бит 7 «Safety» – дополнительный модуль безопасности препятствует пуску. Бит 8 «Sleep» – функция режима сна подает команду останова. См. параметры P 350 [Sleep Wake Mode], P351 [SleepWake RefSel]. Бит 9 «Profiler» – функция профилирования подает команду останова. См. параметр P1210 [Profile Status]. Бит 10 «CommNotCfg» – функция коммутации двигателя с постоянными магнитами не настроена.																																
					934	Last StrtInhibit Последний запрет пуска		RO	32-битное целое число																										
						Показывает условие, воспрепятствовавшее пуску привода при подаче последнего сигнала пуска. Эти биты обнуляются после следующего успешного пуска. Описания битов см. в параметре 933 [Start Inhibits].																													
						Варианты	Резервирован	Резервирован	Резервирован	Резервирован	Резервирован	Резервирован	Резервирован	Резервирован	Резервирован	Резервирован	Резервирован	Резервирован	Резервирован	Резервирован	Резервирован	Резервирован	CommNotCfg	Profiler	Sleep	Safety	Startup	Database	Stop	Precharge	Enable	Alarm	Faulted		
По умолчанию	0	0				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Бит	31	30				29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0 = ложно, 1 = истинно																																			

Режимы останова

Способ останова привода при выдаче команды останова можно настроить с помощью режимов останова А и В. Выдача нормальной команды останова и изменение логического значения входа рабочего режима с истинного на ложное приведет к отработке нормальной команды останова. Однако при использовании функции TorqueProve и включении в параметре P1100 [Trq Prove Cfg] бита 0, параметр [Stop Mode A/B] необходимо установить на 1 «Ramp».

Параметр P392 [Stop Dwell Time] также может использоваться с командой останова. Его можно использовать для задания задержки времени с момента обнаружения нулевой скорости вращения до момента отключения выхода привода.

В приводах PowerFlex серии 750 предусмотрено несколько способов останова двигателя. Способ или режим останова определяется параметрами 370/371 [Stop Mode A/B]. Существуют следующие способы останова:

- Выбег
- Линейное замедление
- Линейное замедление с последующим удержанием двигателя
- Торможение постоянным током
- Торможение постоянным током с автоматическим отключением
- Ограничение тока
- Быстрое торможение

Кроме того, отдельно от выбора режима останова может быть выбран параметр торможения магнитным потоком P388 [Flux Braking In], который обеспечивает дополнительное торможение во время действия команды останова или команды на снижение скорости вращения. Что касается команд останова, этот параметр обеспечивает дополнительное торможение только в режимах линейного замедления или линейного замедления с удержанием. Если используются режимы быстрого торможения или торможения постоянным током, торможение магнитным потоком будет действовать только во время изменения скорости вращения (если эта функция включена).

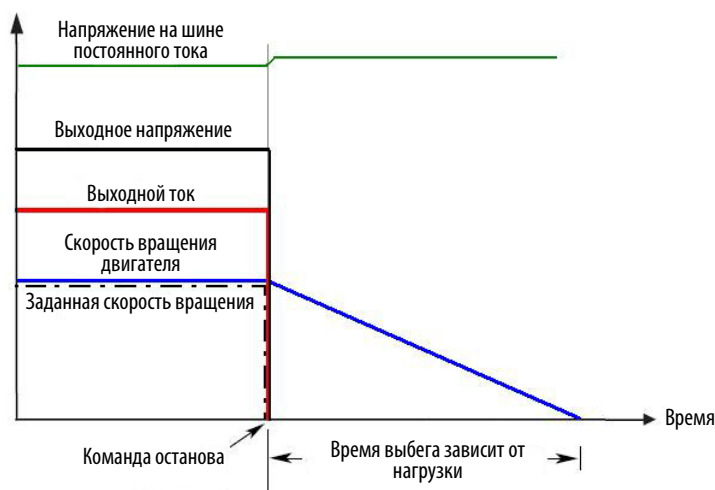
Режим линейного замедления всегда будет обеспечивать самое короткое время остановки, если предусмотрен метод рассеяния энергии из звена постоянного тока (т. е. тормозной резистор, рекуперативный преобразователь и т. п.). Подробная информация о динамическом торможении приведена в руководстве по выбору тормозных резисторов для приводов PowerFlex, приведенном в приложении А.

Если время, требуемое для полной остановки, не имеет решающего значения, то вместо внешних тормозных резисторов можно использовать другие способы торможения. Каждый из этих способов обеспечивает рассеяние энергии в двигателе (следует соблюдать осторожность во избежание перегрева двигателя).

Способы торможения

Способ	Используется в зависимости от требований выполняемой задачи	Тормозная мощность
Выбег	Отключается питание двигателя, и он осуществляет выбег до полной остановки.	Нет
Линейное замедление	Самое короткое время остановки и самое короткое время замедления при изменении скорости вращения (для сокращения времени замедления по сравнению с другими способами требуется внешний тормозной резистор или система рекуперации). Работа с высокой нагрузкой, частые остановки или изменения скорости вращения. (Другие способы могут привести к чрезмерному перегреву двигателя).	Наибольшая
Линейное замедление с последующим удержанием двигателя	Аналогично описанному выше способу линейного замедления, но после достижения нулевой скорости вращения привод обеспечивает удержание двигателя постоянным током, чтобы вал двигателя не вращался после остановки. Это удержание продолжается до следующего пуска привода.	Та же, что и в режиме линейного замедления
Торможение постоянным током	Торможение постоянным током начинается немедленно (а не после завершения запрограммированного линейного замедления). Может потребоваться настройка пропорционального коэффициента усиления в параметре P397 [DC Brake Kp].	Меньше, чем в режиме линейного замедления или быстрого торможения
Торможение постоянным током с автоматическим отключением	Торможение постоянным током выполняется до нулевой скорости или до истечения времени торможения постоянным током, в зависимости от того, что произойдет быстрее.	Меньше, чем в режиме линейного замедления или быстрого торможения
Ограничение тока	Максимальный крутящий момент / ток подается до достижения нулевой скорости.	Большая
Быстрое торможение	Торможение с высоким скольжением для обеспечения максимальной эффективности торможения в интервале, превышающем базовую скорость вращения.	Больше чем в режимах торможения постоянным током (с автоматическим отключением)

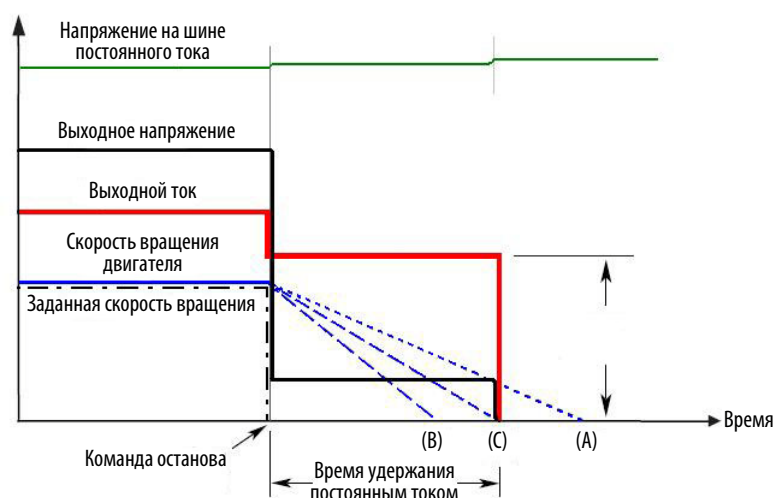
Выбег



Режим выбега выбирается установкой параметра P370/371 [Stop Mode A/B] на 0 «Coast». В режиме выбега привод выполняет команду останова, отключая выходное напряжение и прекращая управление двигателем. Двигатель с нагрузкой будет совершать выбег, т. е. вращаться по инерции до полного исчерпания своей кинетической энергии.

- По команде останова выходное напряжение привода немедленно отключается.
- Подача мощности на двигатель прекращается. Привод прекращает управление двигателем.
- Продолжительность выбега двигателя зависит от механических характеристик системы (момента инерции, трения и т. п.).

Торможение постоянным током

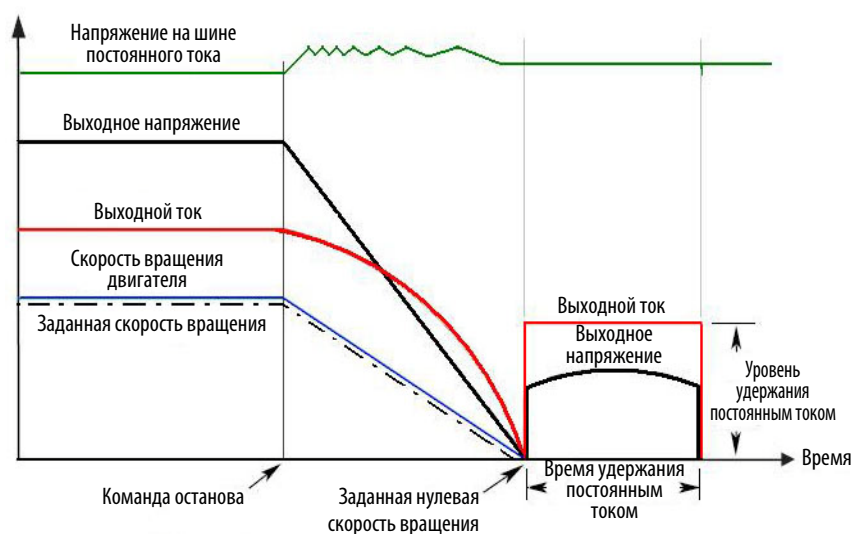


В этом способе используется подача постоянного тока в двигатель для остановки и (или) удержания нагрузки в неподвижном состоянии. Режим торможения постоянным током выбирается установкой параметра P370/371 [Stop Mode A/B] на 3 «DC Brake». С помощью параметров P395 [DC Brake Time] и P394 [DC Brake Level] можно выбрать продолжительность торможения и величину тока, используемого для торможения. Этот режим создает для торможения до 40% от номинального крутящего момента двигателя и обычно применяется для нагрузок с низким моментом инерции и нечастыми остановками.

- По команде останова 3-фазное выходное напряжение инвертора отключается.
- Привод выдает напряжение постоянного тока по последней использовавшейся фазе, чтобы обеспечить уровень тока, запрограммированный в параметре P394 [DC Brake Level]. Это напряжение обеспечивает тормозной момент, приводящий к остановке. Если напряжение подается дольше, чем требуется для фактической остановки, оставшееся время будет использоваться для попытки удержания нулевой скорости двигателя (см. профиль замедления «В» на графике выше).
- Подача напряжения постоянного тока на двигатель продолжается в течение времени, заданного в параметре P395 [DC BrakeTime]. По истечении этого времени торможение прекращается.
- После прекращения торможения постоянным током подача питания на двигатель также прекращается. При этом двигатель и нагрузка могут и не остановиться. Привод прекращает управление двигателем/нагрузкой (см. профиль замедления «А» на графике выше).
- Если двигатель продолжает вращаться, он останавливается выбегом, и время остановки зависит от оставшейся кинетической энергии и механических характеристик системы (момента инерции, трения и т. п.).

- Выбор чрезмерного тока или чрезмерной длительности работы двигателя в этом режиме останова может привести к его повреждению. Напряжение на двигателе может сохраняться в течение длительного времени после подачи команды останова. Необходимо определить оптимальное сочетание тока торможения и продолжительности торможения, чтобы обеспечить наиболее безопасную и эффективную остановку двигателя (см. профиль замедления «С» на предыдущей схеме).

Линейное замедление



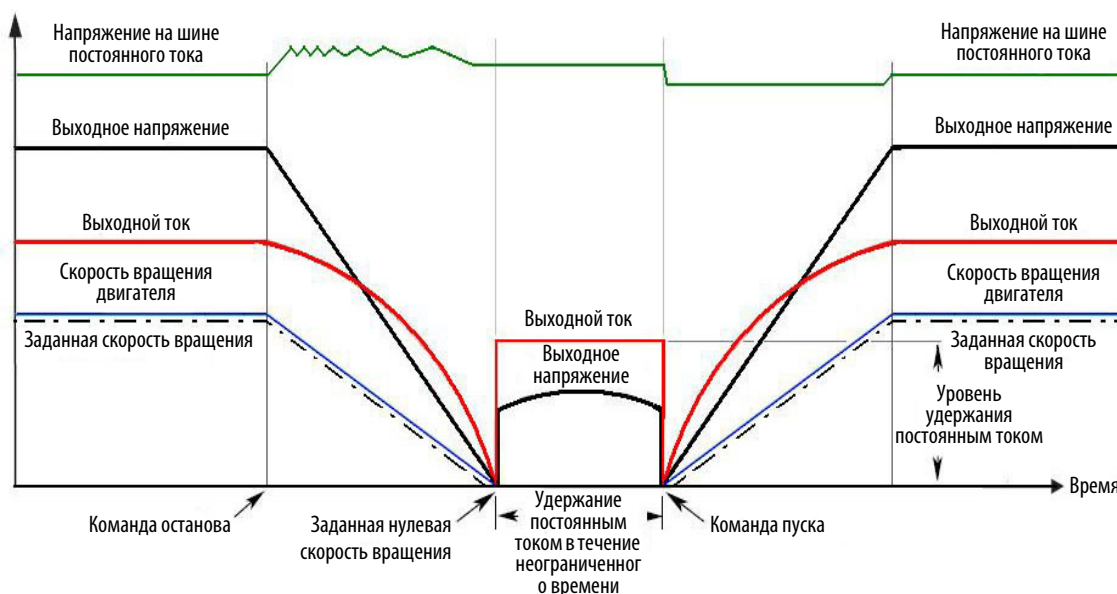
В этом способе для останова нагрузки используется снижение выходной частоты привода.

Режим линейного замедления выбирается установкой параметров 370/371 [Stop Mode A/B] на 1 «Ramp». Привод линейно снижает частоту до 0 в течение времени замедления, заданного в параметрах 537/538 [Decel Time 1/2]. В нормальном режиме работы оборудования используется параметр [Decel Time 1]. Если остановку оборудования требуется произвести быстрее, чем в нормальном режиме, можно выбрать вариант [Decel Time 2] с меньшей продолжительностью замедления. При работе в режиме линейного замедления привод выполняет команду останова путем уменьшения или линейного понижения выходного напряжения и частоты до нуля в течение заданного периода времени (Decel Time), сохраняя управление двигателем до достижения нулевой частоты на выходе привода. После этого выход привода отключается. Нагрузка и двигатель линейно замедляются с той же скоростью. Фактическая скорость замедления может меняться в зависимости от других факторов, таких как регулирование напряжения на шине постоянного тока и ограничение тока.

Режим линейного замедления также может быть дополнен удержанием двигателя постоянным током в течение заданного времени. После того как выходная частота привода будет снижена до 0 Гц при работе в режиме линейного замедления, и при этом оба параметра 395 [DC Brake Time] и P394 [DC Brake Level] будут отличны от нуля, привод будет подавать на двигатель постоянный ток заданного уровня в течении заданного времени торможения:

- При поступлении команды останова выходная частота привода будет снижаться по заданному графику с ее текущего значения до нуля. Это график может представляться собой линейную или квадратичную зависимость. Скорость снижения выходной частоты до нуля определяется параметрами P520 [Max Fwd Speed] или P521 [Max Rev Speed] и действующим заданным временем замедления (Decel Time n).
- Снижение выходной частоты привода может ограничиваться другими факторами, такими как регулирование напряжения на шине постоянного тока и ограничение тока.
- После достижения нулевой выходной частоты привод отключается.
- Продолжительность остаточного выбега двигателя с достигнутой скорости вращения (если он не остановился) зависит от механических характеристик системы (момента инерции, трения и т. п.).

Линейное замедление с последующим удержанием двигателя

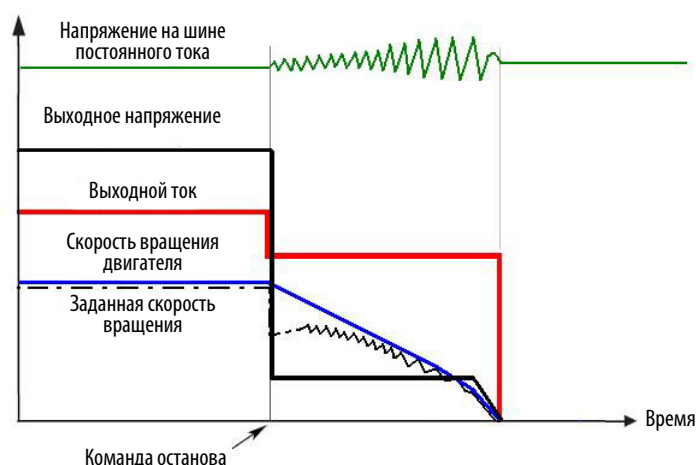


Этот способ сочетает в себе два способа, описанные выше. Здесь используется снижение выходной частоты привода до остановки и подача постоянного тока в двигатель для удержания нулевой скорости после остановки:

- При поступлении команды останова выходная частота привода будет снижаться по заданному графику с ее текущего значения до нуля. Это график может представляться собой линейную или квадратичную зависимость. Скорость снижения выходной частоты до нуля определяется параметром P37 [Maximum Freq] и действующим временем замедления P537/538 [Decel Time 1/2].

- Снижение выходной частоты привода может ограничиваться другими факторами, такими как регулирование напряжения на шине постоянного тока и ограничение тока.
- По достижении нулевой частоты 3-фазное выходное напряжение инвертора отключается, и привод выдает напряжение постоянного тока по последней использовавшейся фазе с уровнем, заданным в параметре P394 [DC Brake Level]. Это напряжение обеспечивает тормозной момент для удержания двигателя.
- Подача постоянного тока на двигатель продолжается до поступления следующей команды пуска или до полного отключения привода.
- Если будет выдана новая команда пуска, торможение постоянным током прекращается, и привод возобновляет работу в обычном режиме, питая двигатель переменным током. Если команда разрешения работы будет снята, то привод перейдет в состояние отсутствия готовности до тех пор, пока команда разрешения не будет восстановлена.

Быстрое торможение



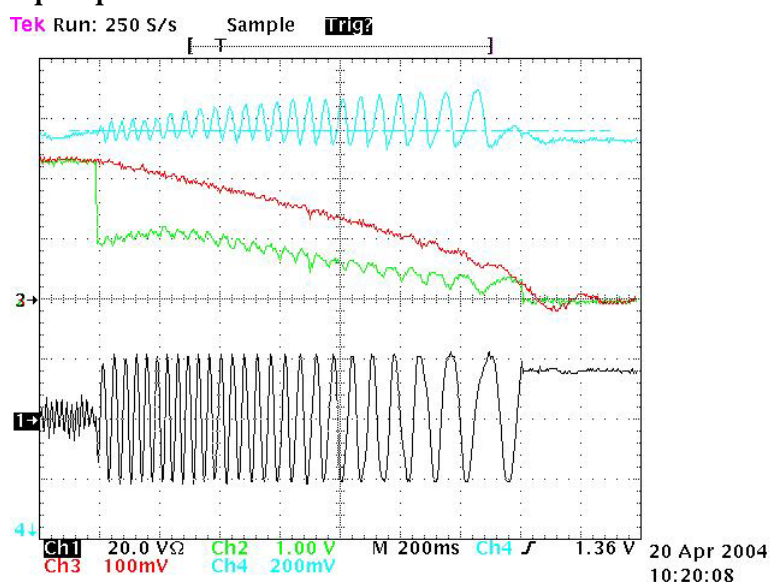
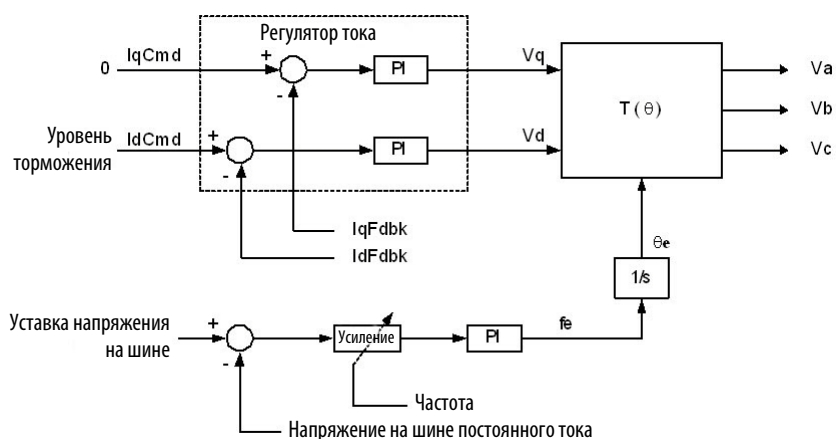
Этот способ позволяет воспользоваться свойством асинхронных двигателей, позволяющим подавать на вращающийся двигатель ток с ненулевой частотой (вместо торможения постоянным током), что обеспечивает увеличение тормозного момента без перехода привода в генераторный режим:

- При поступлении команды останова выходная частота привода будет снижаться в зависимости от скорости вращения двигателя, не допуская его переход в генераторный режим. Для этого выходная частота привода удерживается ниже скорости вращения двигателя, в результате чего рекуперация не происходит. Избыток энергии рассеивается в двигателе.
- В этом способе используется ПИ-регулятор звена постоянного тока, стабилизирующий напряжение на нем на уровне 750 В, автоматически уменьшая выходную частоту с требуемой скоростью.

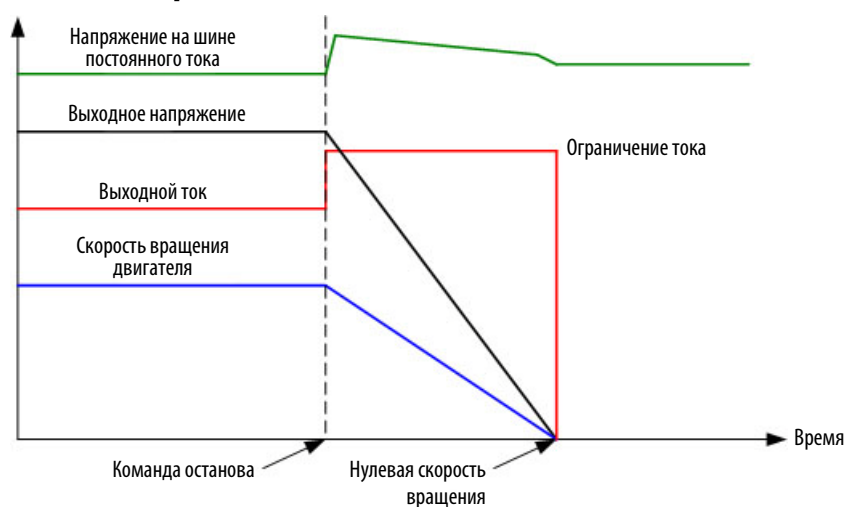
- Когда частота снизится до точки, в которой двигатель уже не сможет увеличивать напряжение на шине постоянного тока, частота принудительно снижается до нуля. Если время торможения постоянным током отличается от нуля, для завершения останова будет использоваться торможение постоянным током, после чего выход привода будет отключен.
- Использование регулятора тока позволяет предотвращать защитное отключение из-за перегрузки по току, а также позволяет легко регулировать и контролировать уровень тормозного момента.
- Использование регулятора напряжения на шине постоянного тока обеспечивает плавное и непрерывное управление частотой и постоянное получение максимального возможного тормозного момента.

ВАЖНО

Для нормальной работы этой функции действующий параметр [Bus Reg Mode A/B] должен быть установлен на 1 «Adjust Freq», а не на 0 «Disabled».

Пример**Блок-схема**

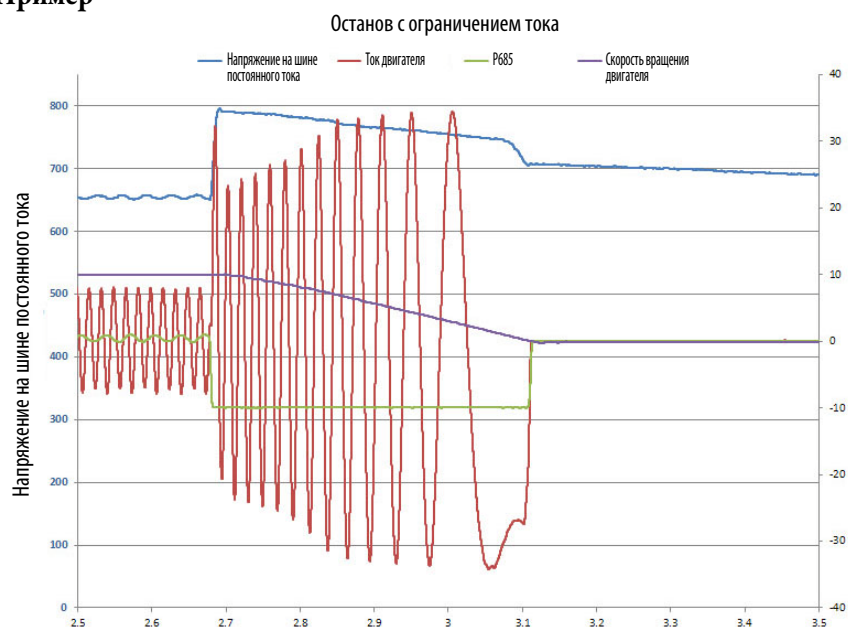
Останов с ограничением тока



Останов в режиме ограничения тока обычно не используется в качестве нормального режима останова. Обычно для нормального останова программируется некоторое линейное замедление. При использовании останова в режиме ограничения тока для этой цели используется цифровой вход. Однако, разумеется, можно задать останов в режиме ограничения тока в качестве нормального останова.

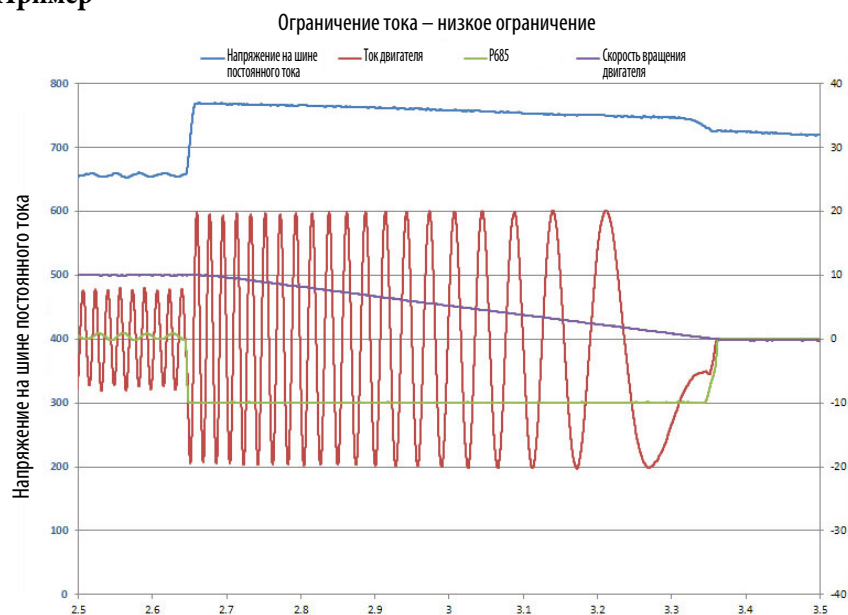
Длительность замедления при ограничении тока составляет 0,1 с и не может быть изменена.

Пример



В этом примере задано достаточно высокое ограничение тока, что позволяет использовать всю мощность привода для останова.

Пример



В этом примере задано такое значение ограничения тока, на котором при выдаче команды останова будет зафиксировано значение выходного тока. Обратите внимание на то, что время замедления увеличилось.

Класс напряжения

Для приводов PowerFlex иногда указывается класс напряжения, отражающий стандартное напряжение на входе привода. В параметре P305 [Voltage Class] можно выбрать один из нескольких диапазонов напряжения. Например, у привода класса 400 В диапазон входного напряжения составляет от 380 до 480 В. Хотя аппаратная часть для каждого класса не меняется, другие параметры, такие как заводские настройки по умолчанию, каталожный номер и номинальная мощность, могут меняться. В большинстве случаев напряжение привода можно перепрограммировать на другое значение в пределах того же класса путем задания настроек по умолчанию, отличающихся от заводских настроек.

Параметр P305 [Voltage Class] требуется для привода при загрузке параметров и обычно не может быть запрограммирован отдельно. Этот параметр содержит уставки низкого и высокого напряжения – «Low Voltage» и «High Voltage». Значение по умолчанию зависит от напряжения, соответствующего каталожному номеру (например, 400 В или 480 В). Например, привод с номинальным напряжением 400 В (код по каталогу «C») по умолчанию будет настроен на «Low Voltage» в параметре P305 [Voltage Class]. Привод с номинальным напряжением 480 В (код по каталогу «D») по умолчанию будет настроен на «High Voltage».

При изменении параметра P305 [Voltage Class] номинальный ток привода изменится на величину, соответствующую опубликованному значению разности между каталожными номерами. При изменении номинального тока также следует проверить параметры P422 [Current Limit 1] и P423 [Current Limit 2].

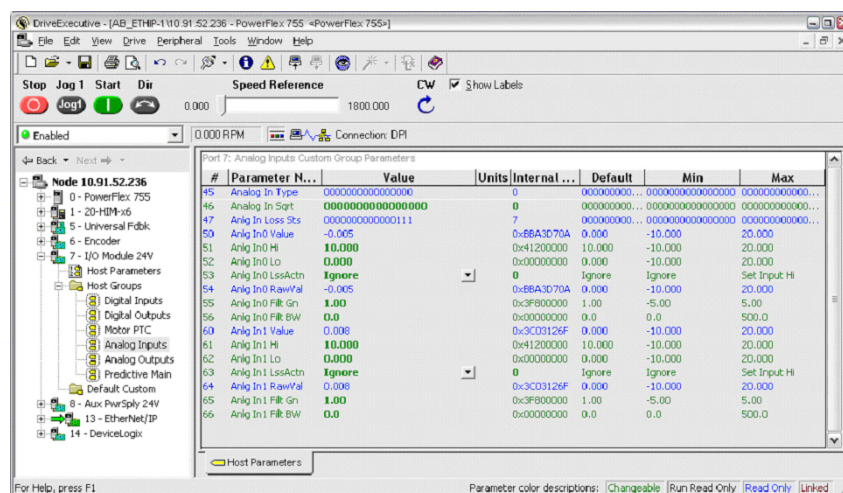
Также следует помнить, что сброс всех параметров на заводские настройки приведет к тому, что будет восстановлено значение напряжения по умолчанию.

Обратная связь и входы/выходы

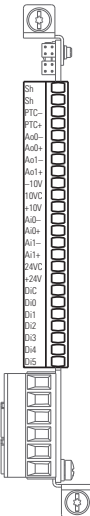
Раздел	Стр.
Аналоговые входы	107
Аналоговые выходы	115
Цифровые входы	121
Цифровые выходы	133
Вход термистора PTC двигателя	154

Аналоговые входы

На каждом модуле ввода/вывода есть по два аналоговых входа. В порты привода можно установить до четырех плат ввода/вывода. Доступные порты указаны в руководстве «Преобразователи частоты PowerFlex серии 750. Инструкция по монтажу», публикация [750-IN001](#). Доступ к параметрам аналогового входа осуществляется путем выбора порта, в котором установлен модуль, и последующего доступа к группе параметров аналогового входа.



Характеристики аналоговых входов

	Клемма	Название	Описание	Связанный параметр ⁽⁵⁾	
	Sh	Экран	Точка подсоединения экранов кабелей, если не установлен ЭМС-совместимый кожух или кабельная коробка		
	Sh				
	PTC-	РТС двигателя (-)	Устройство защиты двигателя от перегрева – термистор с положительным температурным коэффициентом	40 в порту X	
	PTC+	РТС двигателя (+)			
	Ao0-	Аналоговый выход 0 (-)	Биполярный, $\pm 10V$, 11 битов и знак, минимальная нагрузка 2 кОм. 4–20 мА, 11 битов и знак, максимальная нагрузка 400 Ом.	75 в порту X	
	Ao0+	Аналоговый выход 0 (+)		85 в порту X	
	Ao1-	Аналоговый выход 1 (-)			
	Ao1+	Аналоговый выход 1 (+)			
	-10V	Опорное напряжение -10 В	2 кОм минимум.		
	10V	Общая точка 10 В	Общая точка для опорных напряжений (-) и (+) 10 В		
	+10V	Опорное напряжение +10 В	2 кОм минимум.		
	Ai0-	Аналоговый вход 0 (-)	Изолированный ⁽³⁾ , биполярный, дифференциальный, 11 битов и знак. Режим напряжения: $\pm 10 В$ при входном импедансе 88 кОм.	50, 70 в порту X	
	Ai0+	Аналоговый вход 0 (+)		60, 70 в порту X	
	Ai1-	Аналоговый вход 1 (-)	Режим тока: 0–20 мА при входном импедансе 93 Ом.		
	Ai1+	Аналоговый вход 1 (+)			
	24V	Общая точка 24 В ⁽¹⁾	Источник напряжения для питания внешних логических схем. 200 мА (макс.) на модуль ввода/вывода 600 мА (макс.) на привод		
	+24V	+24 В пост. тока ⁽¹⁾			
	Di C	Общая точка для цифровых входов	Общая точка для цифровых входов 0...5	1 в порту X	
	Di 0	Цифровой вход 0 ⁽²⁾	24 В= с оптической развязкой Логический ноль: менее 5 В= Логическая единица: более 20 В=, 11,2 мА 115 В~, 50/60 Гц ⁽⁴⁾ с оптической развязкой Логический ноль: менее 30 В~ Логическая единица: свыше 100 В~		
	Di 1	Цифровой вход 1 ⁽²⁾			
	Di 2	Цифровой вход 2 ⁽²⁾			
	Di 3	Цифровой вход 3 ⁽²⁾			
	Di 4	Цифровой вход 4 ⁽²⁾			
Di 5	Цифровой вход 5 ⁽²⁾				

(1) Отсутствует в исполнениях на 120 В.

(2) Цифровые входы рассчитаны на 24 В пост. тока (2262C) или на 115 В пер. тока (2262D), в зависимости от каталожного номера модуля. Убедитесь в том, что на плату ввода/вывода подается правильное напряжение.

(3) Дифференциальная развязка – напряжение внешнего источника относительно земли (РЕ) должно быть ниже 160 В. Вход обеспечивает высокую степень защиты от синфазных помех.

(4) Для соблюдения требований европейских норм следует использовать экранированный кабель. Не используйте кабель длиннее 30 метров.

(5) Для параметров модуля ввода/вывода также указывается порт.

Масштабирование аналоговых сигналов

[Anlg In_n Lo]

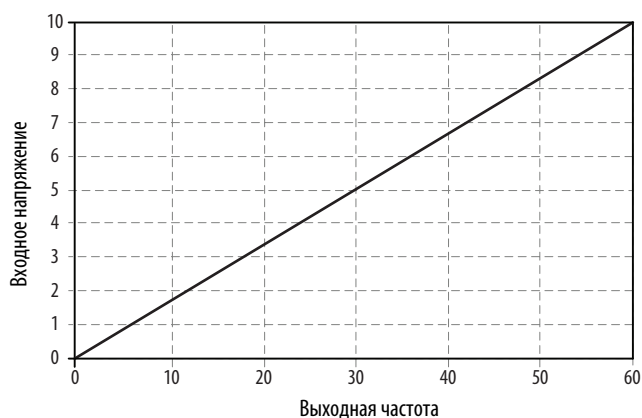
[Anlg In_n Hi]

Масштабирование сигнала с аналогового входа производится с целью преобразования этой величины в единицы, пригодные для каких-либо конкретных целей. Настройка масштабирования производится заданием параметров, определяющих соответствие максимального и минимального аналогового сигнала (в вольтах или миллиамперах) высокому и низкому итоговому значению (в герцах).

Пример 1

- P255 [Anlg In Type], бит 0 = «0» (напряжение)
- P545 [Spd Ref A Sel] = «Analog In 1»
- P547 [Spd Ref A AnlgHi] = 60 Гц
- P548 [Spd Ref A AnlgLo] = 0 Гц
- P61 [Anlg In1 Hi] = 10 В
- P62 [Anlg In1 Lo] = 0 В

Это настройка по умолчанию, где 0 В соответствует 0 Гц, а 10 В соответствует 60 Гц с 1024 интервалами (при 10-битном разрешении аналогового входа) между 0 и 60 Гц.

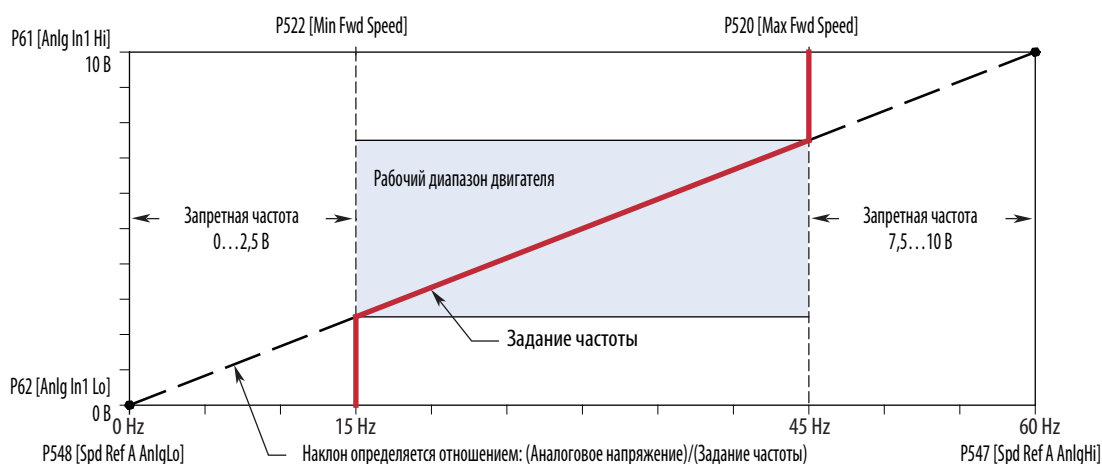


Пример 2

Рассмотрим следующую настройку.

- P255 [Anlg In Type], бит 0 = «0» (напряжение)
- P545 [Spd Ref A Sel] = «Analog In 1»
- P61 [Anlg In1 Hi] = 10 В
- P62 [Anlg In1 Lo] = 0 В
- P547 [Spd Ref A AnlgHi] = 60 Гц
- P548 [Spd Ref A AnlgLo] = 0 Гц
- P520 [Max Fwd Speed] = 45 Hz
- P522 [Min Fwd Speed] = 15 Hz

Эта конфигурация используется, если минимальная и максимальная скорость должны отличаться от значений по умолчанию, но при этом должно сохраниться масштабирование всего диапазона (0...10 В) в частоту 0...60 Гц.



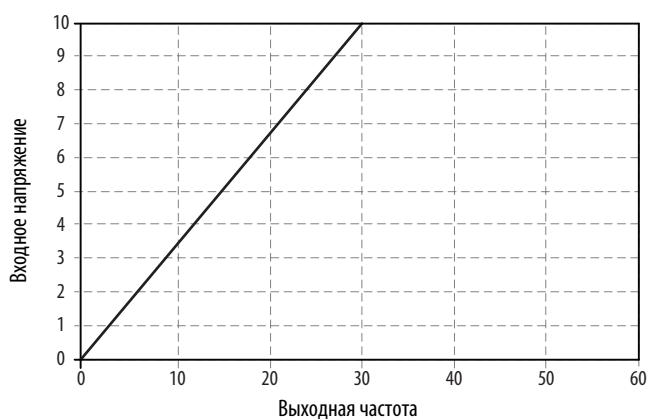
В этом примере создаются зоны нечувствительности для частоты в интервалах 0...2,5 В и 7,5...10 В. Если действовать по-другому, зону нечувствительности аналогового входа можно устранить, сохранив пределы 15 и 45 Гц, для чего необходимо внести следующие изменения:

- P548 [Spd Ref A AnlgLo] = 15 Гц
- P547 [Spd Ref A AnlgHi] = 45 Гц

Пример 3

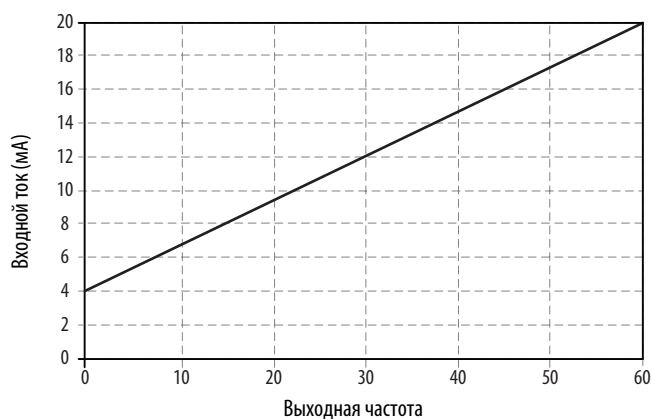
- P255 [Anlg In Type], бит 0 = «0» (напряжение)
- P545 [Spd Ref A Sel] = «Analog In 1»
- P547 [Spd Ref A AnlgHi] = 30 Гц
- P548 [Spd Ref A AnlgLo] = 0 Гц
- P61 [Anlg In1 Hi] = 10 В
- P62 [Anlg In1 Lo] = 0 В

В этом случае максимальная выходная частота не превышает 30 Гц, но при этом все же используется полный диапазон входного напряжения до 10 В. В результате разрешение входа удваивается, и 1024 интервала обеспечиваются в диапазоне от 0 до 30 Гц.

**Пример 4**

- P255 [Anlg In Type], бит 0 = «1» (ток)
- P545 [Spd Ref A Sel] = «Analog In 1»
- P547 [Spd Ref A AnlgHi] = 60 Гц
- P548 [Spd Ref A AnlgLo] = 0 Гц
- P61 [Anlg In1 Hi] = 20 мА
- P62 [Anlg In1 Lo] = 4 мА

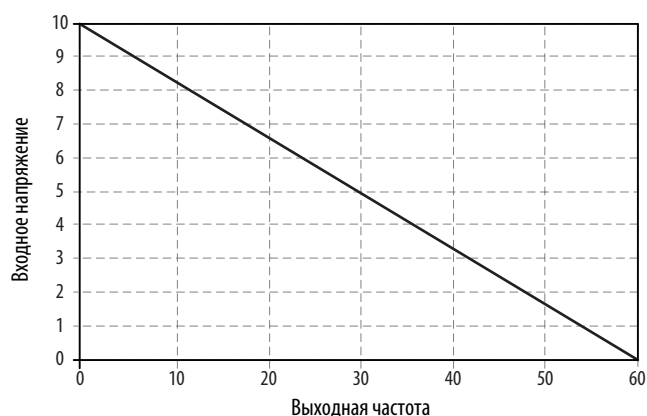
Эта конфигурация называется смещением. В данном случае входной сигнал 4...20 мА соответствует выходной частоте 0...60 Гц, обеспечивая сдвиг на 4 мА для команды скорости вращения.



Пример 5

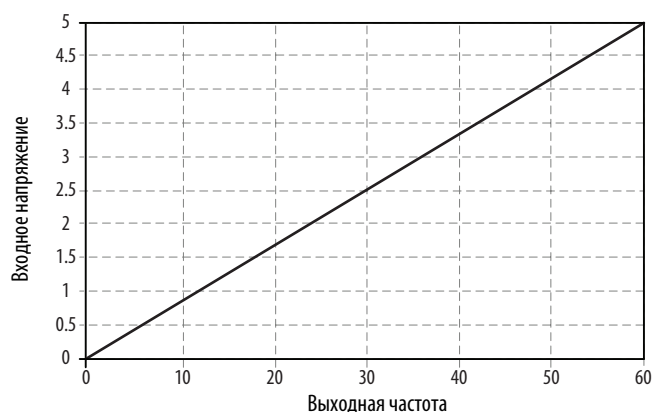
- P255 [Anlg In Type], бит 0 = «0» (напряжение)
- P545 [Spd Ref A Sel] = «Analog In 1»
- P547 [Spd Ref A AnlgHi] = 0 Гц
- P548 [Spd Ref A AnlgLo] = 60 Гц
- P61 [Anlg In1 Hi] = 10 В
- P62 [Anlg In1 Lo] = 0 В

В этой конфигурации входной сигнал инвертируется. Здесь максимальный входной сигнал (10 В) соответствует 0 Гц, а минимальный входной сигнал (0 В) соответствует 60 Гц.

**Пример 6**

- P255 [Anlg In Type], бит 0 = «0» (напряжение)
- P545 [Spd Ref A Sel] = «Analog In 1»
- P547 [Spd Ref A AnlgHi] = 60 Гц
- P548 [Spd Ref A AnlgLo] = 0 Гц
- P61 [Anlg In1 Hi] = 5 В
- P62 [Anlg In1 Lo] = 0 В

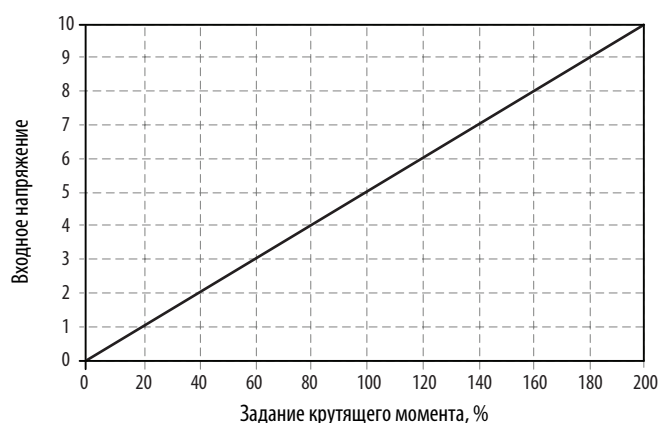
Эта конфигурация используется, когда входной сигнал меняется в диапазоне 0...5 В. Здесь минимальный входной сигнал (0 В) соответствует 0 Гц, а максимальный входной сигнал (5 В) соответствует 60 Гц. Это обеспечивает возможность использовать полный диапазон для сигнала 0...5 В.



Пример 7

- P255 [Anlg In Type], бит 0 = «0» (напряжение)
- P675 [Trq Ref A Sel] = «Analog In 1»
- P677 [Trq Ref A AnlgHi] = 200%
- P678 [Trq Ref A AnlgLo] = 0%

Эта конфигурация используется, когда входной сигнал меняется в диапазоне 0...10 В. Минимальный входной сигнал (0 В) соответствует заданию крутящего момента 0%, а максимальный входной сигнал (10 В) соответствует заданию крутящего момента 200%.

**Квадратный корень**

Функцию извлечения квадратного корня можно применять для каждого аналогового входа с помощью параметра P256 [Anlg In Sqrt]. Эту функцию следует включать в том случае, если входной сигнал изменяется пропорционально квадрату контролируемой величины (например, скорости вращения).

Если вход работает в режиме биполярного напряжения (-10...+10 В), то функция извлечения квадратного корня будет выдавать 0 для всех отрицательных напряжений.

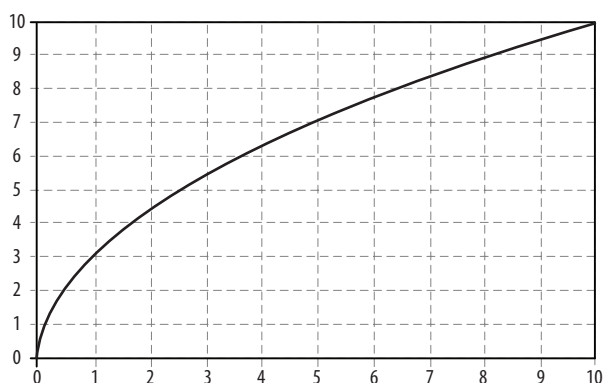
В этой функции используется квадратный корень аналогового значения, выраженного в долях от его максимального значения (например, 5V = 0.5 or 50% and $\sqrt{0.5} = 0.707$) с последующим умножением на максимальное значение контролируемого параметра (например, 60 Гц).

Всю функцию целиком можно описать следующим образом:

$$\left(\sqrt{\frac{\text{Analog Value} - [\text{Analog In x Lo}]}{[\text{Analog In x Hi}] - [\text{Analog In x Lo}]}} \right) \times ([\text{Speed Ref A Hi}] - [\text{Speed Ref A Lo}]) + [\text{Speed Ref A Lo}]$$

При подстановке минимальных и максимальных значений 0 В, 10 В, 0 Гц и 60 Гц это выражение можно привести к следующему виду:

$$\left(\sqrt{\frac{\text{Analog Value}}{10V}} \right) \times 60 \text{ Hz}$$



Обнаружение потери сигнала аналогового входа

Потеря сигнала может быть обнаружена на каждом аналоговом входе. Индикация потери сигнала осуществляется битами 0, 1, 2 параметра P47 [Anlg In Loss Sts]. Бит 0 указывает на потерю одного или обоих аналоговых сигналов. Параметры P53 [Anlg In0 LssActn] и P63 [Anlg In1 LssActn] определяют, какие действия будет выполнять привод в случае потери любого аналогового сигнала.

Выбор действий привода при обнаружении потери аналогового сигнала. Потеря сигнала определяется, если уровень аналогового сигнала составляет меньше 1 В или 2 мА. Состояние потери сигнала исчезает и нормальная работа возобновляется после того, как входной сигнал увеличится до уровня не менее 1,5 В или 3 мА.

- «Ignore» (0) – никаких действий не предпринимается.
- «Alarm» (1) – индикация сигнала предупреждения типа 1.
- «Flt Minor» (2) – индикация неосновной аварии. Работающий привод продолжает работать. Включается параметром P950 [Minor Flt Cfg]. Если эта функция не включена, привод действует как в случае основной аварии.
- «FltCoastStop» (3) – индикация основной аварии. Выбег до остановки.
- «Flt RampStop» (4) – индикация основной аварии. Линейное замедление до остановки.
- «Flt CL Stop» (5) – индикация основной аварии. Останов с ограничением тока
- «Hold Input» (6) – сохраняется последнее значение входного сигнала.
- «Set Input Lo» (7) – входной сигнал выставляется на значение параметра P52 [Anlg In0 Lo] или P62 [Anlg In1 Lo].
- «Set Input Hi» (8) – входной сигнал выставляется на значение параметра P51 [Anlg In0 Hi] или P61 [Anlg In1 Hi].

Если вход находится в режиме тока, в качестве минимального значения входного сигнала обычно используется 4 мА. Любое значение ниже 3,2 мА будет восприниматься приводом как потеря входного сигнала, причем для исчезновения состояния потери сигнала потребуется увеличение тока на входе до 3,8 мА.

Если вход находится в режиме униполярного напряжения, в качестве минимального значения входного сигнала обычно используется 2 В. Любое значение ниже 1,6 В будет восприниматься приводом как потеря входного сигнала, причем для исчезновения состояния потери сигнала потребуются увеличение напряжения на входе до 1,9 В. Если вход находится в режиме биполярного напряжения, обнаружение потери сигнала невозможно. В этом случае привод никогда не перейдет в состояние потери сигнала, даже если функция обнаружения потери сигнала будет включена.

Аналоговые выходы

В каждом модуле ввода/вывода есть по два аналоговых выхода. В порты привода можно установить до пяти плат ввода/вывода. Доступные порты указаны в руководстве [750-IN001](#). Доступ к параметрам аналогового выхода осуществляется путем выбора порта, в котором установлен модуль, и последующего доступа к группе параметров аналогового выхода.

Характеристики аналоговых выходов

The diagram shows the terminal block of the 750-IN001 module. The terminals are labeled as follows: Sh, Sh, PTC-, PTC+, Ao0-, Ao0+, Ao1-, Ao1+, -10V, 10V, +10V, Ai0-, Ai0+, Ai1-, Ai1+, 24V, +24V, Di C, Di 0, Di 1, Di 2, Di 3, Di 4, Di 5. The module is shown from the side, with the terminal block on the left and the main body on the right.

Клемма	Название	Описание	Связанный параметр ⁽⁴⁾
Sh	Экран	Точка подсоединения экранов кабелей, если не установлен ЭМС-совместимый кожух или кабельная коробка	
Sh			
Ptc-	РТС двигателя (-)	Устройство защиты двигателя от перегрева – термистор с положительным температурным коэффициентом	40 в порту X
Ptc+	РТС двигателя (+)		
Ao0-	Аналоговый выход 0 (-)	Биполярный $\pm 10V$, 11 битов и знак, минимальная нагрузка 2 кОм. 4–20 мА, 11 битов и знак, максимальная нагрузка 400 Ом.	75 в порту X
Ao0+	Аналоговый выход 0 (+)		85 в порту X
Ao1-	Аналоговый выход 1 (-)		
Ao1+	Аналоговый выход 1 (+)		
-10V	Опорное напряжение -10 В	2 кОм минимум.	
10V	Общая точка 10 В	Общая точка для опорных напряжений (-) и (+) 10 В	
+10V	Опорное напряжение +10 В	2 кОм минимум.	
Ai0-	Аналоговый вход 0 (-)	Изолированный ⁽²⁾ , биполярный, дифференциальный, 11 битов и знак. Режим напряжения: $\pm 10 В$ при входном импедансе 88 кОм. Режим тока: 0 – 20 мА при входном импедансе 93 Ом.	50, 70 в порту X
Ai0+	Аналоговый вход 0 (+)		60, 70 в порту X
Ai1-	Аналоговый вход 1 (-)		
Ai1+	Аналоговый вход 1 (+)		
24V	Общая точка 24 В	Источник напряжения для питания внешних логических схем. 200 мА (макс.) на модуль ввода/вывода 600 мА (макс.) на привод	
+24V	+24 В пост. тока		
Di C	Общая точка для цифровых входов	Общая точка для цифровых входов 0...5	1 в порту X
Di 0	Цифровой вход 0 ⁽¹⁾	24 В с оптической развязкой	
Di 1	Цифровой вход 1 ⁽¹⁾	Логический ноль: менее 5 В=	
Di 2	Цифровой вход 2 ⁽¹⁾	Логическая единица: более 20 В=, 11,2 мА	
Di 3	Цифровой вход 3 ⁽¹⁾	115 В~, 50/60 Гц ⁽³⁾ с оптической развязкой	
Di 4	Цифровой вход 4 ⁽¹⁾	Логический ноль: менее 30 В~ Логическая единица: более 100 В~	
Di 5	Цифровой вход 5 ⁽¹⁾		

(1) Цифровые входы рассчитаны на 24 В пост. тока (2262C) или на 115 В пер. тока (2262D), в зависимости от каталожного номера модуля. Убедитесь в том, что на плату ввода/вывода подается правильное напряжение.

(2) Дифференциальная развязка – напряжение внешнего источника относительно земли (РЕ) должно быть ниже 160 В. Вход обеспечивает высокую степень защиты от синфазных помех.

(3) Для соблюдения требований европейских норм следует использовать экранированный кабель. Не используйте кабель длиннее 30 метров.

(4) Для параметров модуля ввода/вывода также указывается порт.

Конфигурация аналоговых выходов

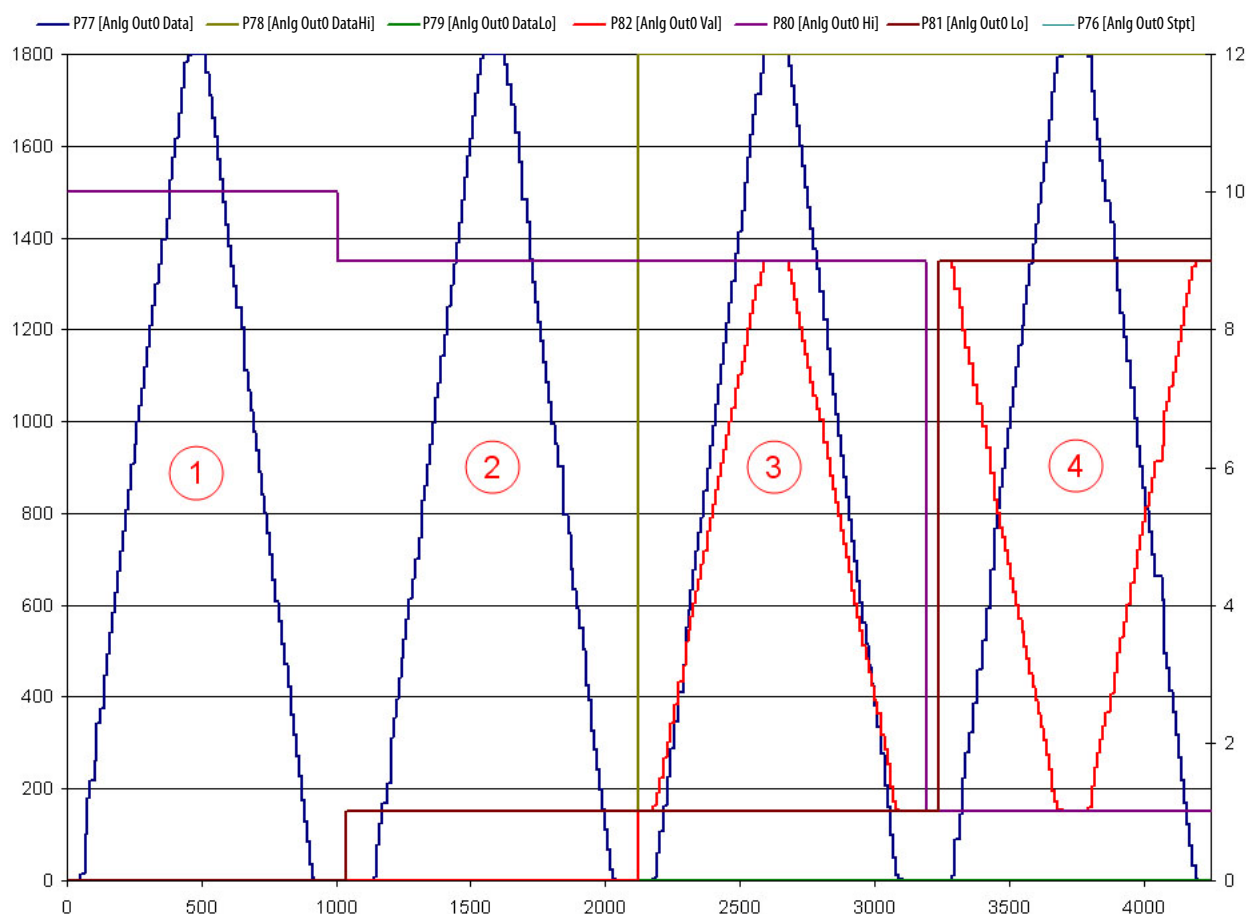
Параметры 75 и 85 [Anlg Out n Select] используются для указания сигнала, подаваемого на аналоговые выходы 1 и 2 соответственно. Эти параметры могут принимать следующие значения.

№ параметра	Название параметра
1	Выходная частота
2	Заданное значение скорости
3	Обратная связь по скорости двигателя
4	Заданное значение момента
5	Обратная связь по моментной составляющей тока
6	Обратная связь по потоковой составляющей тока
7	Выходной ток
8	Выходное напряжение
9	Выходная мощность
11	Напряжение на шине постоянного тока

Масштабирование

Масштабирование сигнала аналогового выхода задается путем ввода значений напряжения на аналоговом выходе в два параметра: P91 [Anlg Out1 Lo] и P90 [Anlg Out1 Hi]. Эти два значения выходного напряжения соответствуют минимальному и максимальному значению возможного диапазона изменения величины, используемой в качестве выходного сигнала. Масштабирование аналоговых выходов осуществляется заданием максимального и минимального значения аналогового сигнала, которые соответствуют фиксированным диапазонам для каждой целевой функции (см «Преобразователи частоты серии PowerFlex 750. Руководство по программированию», публикация [750-PM001](#)). Кроме того, в приводе PowerFlex 755 предусмотрен переменный коэффициент масштабирования, позволяющий изменить фиксированный диапазон целевой функции. Параметры P77 [Anlg Out0 Data] и 82 [Anlg Out0 Val] описаны на следующих графиках.

Вариант 1



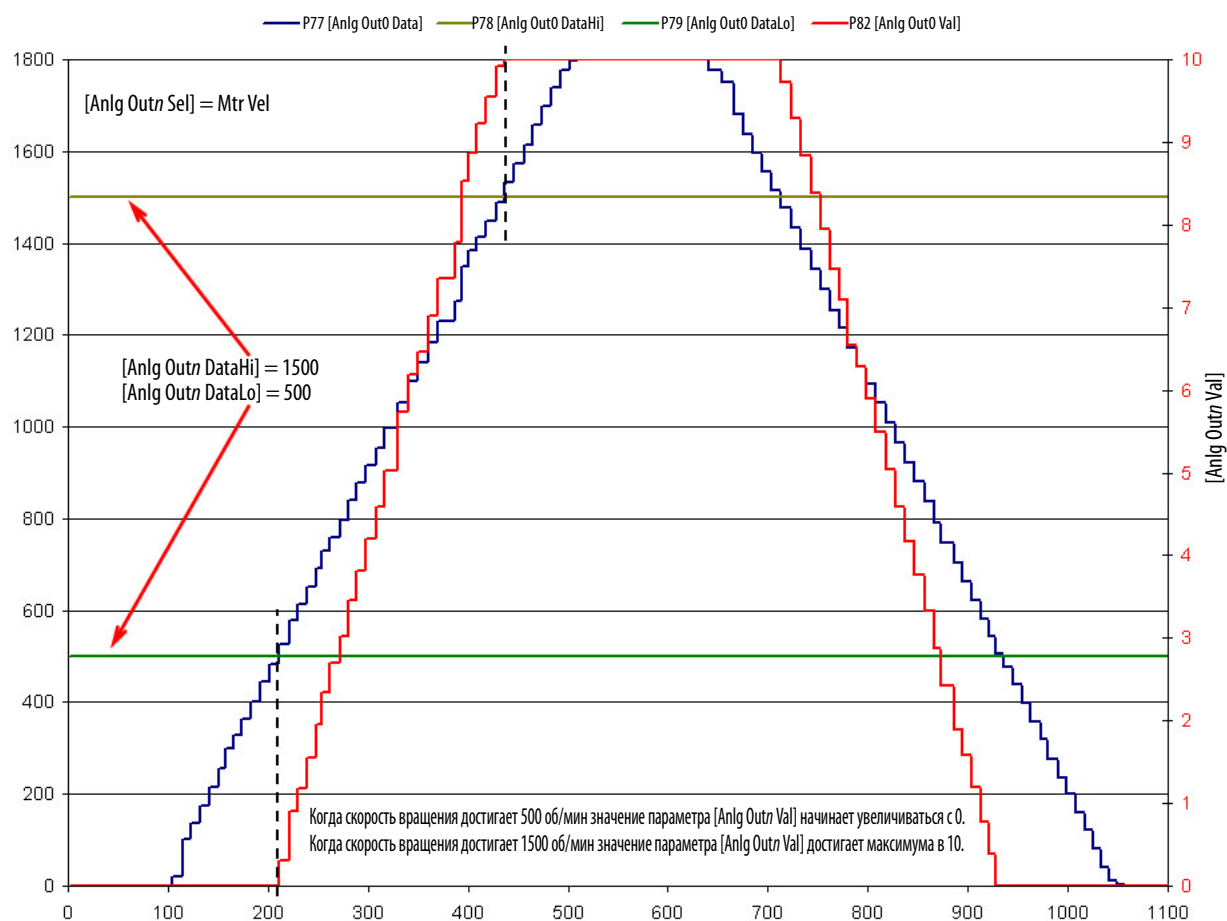
Вариант 1. Здесь показан параметр P77 [Anlg Out0 Data], единицы измерения которого соответствуют значению параметра P75 [Anlg Out0 Sel]. В данном случае для аналогового выхода выбран параметр P3 [Mtr Vel Fdbk], а в качестве единиц измерения используются об/мин. Параметры P80 [Anlg Out0 Hi], P81 [Anlg Out0 Lo], P78 [Anlg Out0 DataHi] и P79 [Anlg Out0 DataLo] соответствуют своим значениям по умолчанию. Двигатель был запущен и разогнан до скорости 1800 об/мин. Обратите внимание на то, что параметр P82 [Anlg Out0 Val] остается равным нулю.

Вариант 2. Здесь значение параметра P80 [Anlg Out0 Hi] изменено на 9, значение параметра P81 [Anlg Out0 Lo] – на 1. Во время линейного ускорения и замедления двигателя значение и масштаб параметра P77 [Anlg Out0 Data], не изменяются. Обратите внимание на то, что P82 [Anlg Out0 Val] все еще остается равным нулю.

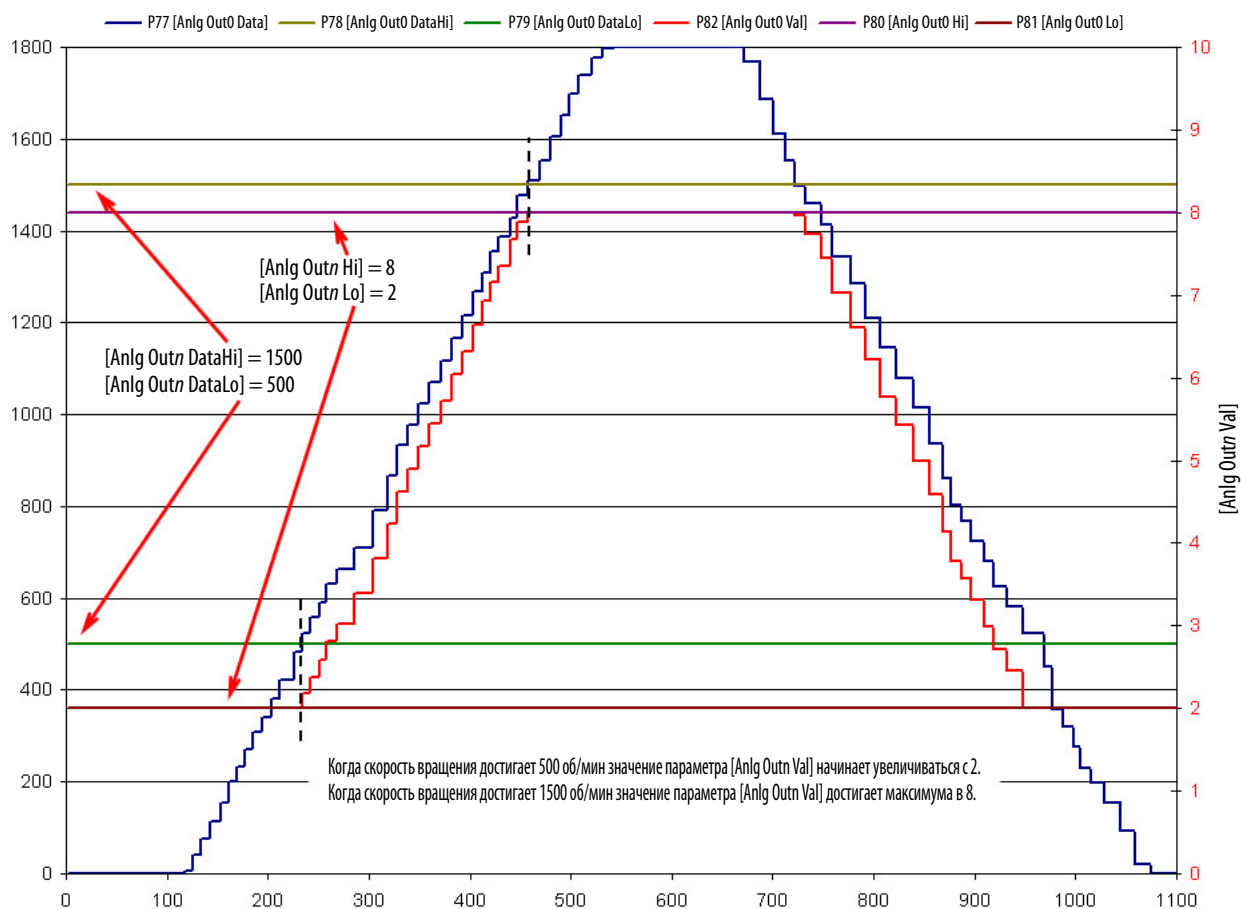
Вариант 3. Теперь значение параметра P78 [Anlg Out0 DataHi] меняется на 1800, а параметр P79 [Anlg Out0 DataLo] остается равным нулю. При пуске параметр P82 [Anlg Out0 Val] начинает расти с 1 до 9 при достижении максимальной скорости вращения двигателя.

Вариант 4. На этом участке значения параметров P80 [Anlg Out0 Hi] и P81 [Anlg Out0 Lo] изменены на обратные. Теперь во время линейного ускорения и замедления двигателя значение параметра P82 [Anlg Out0 Val] будет прямо противоположным. Его изменение начинается с 9 и достигает 1 при достижении максимальной скорости вращения.

Вариант 2



Вариант 3

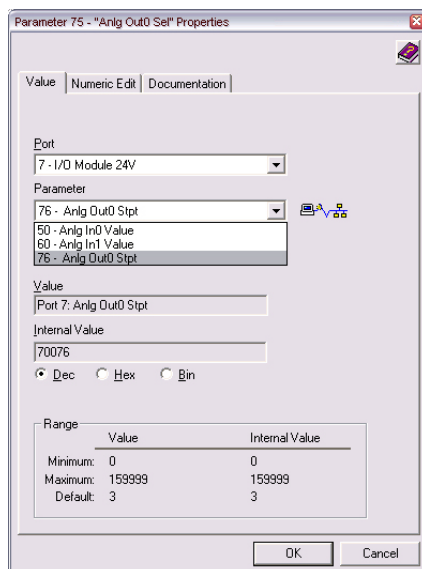


Абсолютное значение (по умолчанию)

Некоторые величины, определяющие аналоговый выходной сигнал, имеют знак, т. е. такая величина может быть как положительной, так и отрицательной. Можно использовать абсолютное значение такой величины (т. е. ее величину без знака) перед выполнением масштабирования. Использование абсолютного значения включается отдельно для каждого выхода с помощью битового параметра P71 [Analog Out Abs].

Уставка

Уставка является возможным источником для аналогового выходного сигнала. С помощью уставки управление аналоговым выходом можно осуществлять с устройства связи на канале передачи данных DataLink. Измените параметр P75 [Anlg Out0 Sel] на 76 [Anlg Out0 Stpt]. Затем укажите канал данных для параметра P76, после чего можно будет управлять аналоговым выходом по сети.



Цифровые входы

Физическим входам присваиваются необходимые функции цифровых входов. Эти параметры нельзя изменять во время работы привода.

Техническая информация

В приводе PowerFlex 753 есть три цифровых входа, размещенные на его главной плате управления.

- Di 0 – настроен на 115 В_~ или 24 В₌
 - Единая общая точка (Di C) для клемм Di 0ac и Di 0dc
 - TB3 – в нижней части главной платы управления
- Di1 и Di2 – настроены на 24 В₌
 - Единая общая точка (Di C) для клемм Di 1 и Di 2
 - TB1 – в нижней передней части главной платы управления

Примеры подключения клеммной колодки TB1 платы управления привода PowerFlex 753 приведены в руководстве «Преобразователи частоты PowerFlex серии 750. Инструкция по монтажу», публикация [750-IN001](#).

В приводе PowerFlex 755 есть всего один цифровой вход, размещенный на его главной плате управления.

- Di0 – настроен на 115 В_~ или 24 В₌
 - Единая общая точка (Di C) для клемм Di 0ac и Di 0dc
 - TB1 – в нижней части главной платы управления

Также выпускаются дополнительные платы для приводов PowerFlex серии 750, позволяющие увеличить количество цифровых входов для приводов PowerFlex 753 и 755.

20-750-2262C-2R / 20-750-2263C-1R2T

- Шесть входных клемм на 24 В₌:
 - Маркированы как Di 0, Di 1, Di 2, Di 3, Di 4 и Di 5
 - Единая общая точка (Di C)
 - TB1 – в передней части дополнительного модуля

20-750-2262D-2R

- Шесть входных клемм на 115 В_~:
 - Маркированы как Di 0, Di 1, Di 2, Di 3, Di 4 и Di 5
 - Единая общая точка (Di C)
 - TB1 – в передней части дополнительного модуля

Примеры подключения клеммной колодки TB1 дополнительной платы ввода/вывода приводов PowerFlex серии 750 приведены в руководстве «Преобразователи частоты PowerFlex серии 750. Инструкция по монтажу», публикация [750-IN001](#).

Конфигурация

Цифровые входы можно запрограммировать на требуемую функцию с помощью параметров 155...201, описанных ниже. Эти параметры нельзя изменять во время работы привода.

Номер	Название параметра	Номер	Название параметра	Номер	Название параметра
155	DI Enable	170	DI Jog 2 Forward	187	DI PwrLoss ModeB
156	DI Clear Fault	171	DI Jog 2 Reverse	188	DI Pwr Loss
157	DI Aux Fault	172	DI Manual Ctrl	189	DI Precharge
158	DI Stop	173	DI Speed Sel 0	190	DI Prchrg Seal
159	DI Cur Lmt Stop	174	DI Speed Sel 1	191	DI PID Enable
160	DI Coast Stop	175	DI Speed Sel 2	193	DI PID Hold
161	DI Start	176	DI HOA Start	193	DI PID Reset
162	DI Fwd Reverse	177	DI MOP Inc	194	DI PID Invert
163	DI Run	178	DI MOP Dec	195	DI Torque StptA
164	DI Run Forward	179	DI Accel 2	196	DI Fwd End Limit
165	DI Run Reverse	180	DI Decel 2	197	DI Fwd Dec Limit
166	DI Jog 1	181	DI SqTqPs Sel 0	198	DI Rev End Limit
167	DI Jog 1 Forward	182	DI SqTqPs Sel 1	199	DI Rev Dec Limit
168	DI Jog 1 Reverse	185	DI Stop Mode B	200	DI PHdwr OvrTrvl
169	DI Jog 2	186	DI BusReg Mode B	201	DI NHdwr OvrTrvl

Поведение параметров, отвечающих за пуск привода, определяется параметром P150 [Digital In Cfg]:

- «Run Edge» (0) – функция управления требует поступления сигнала с нарастающим фронтом (переход из разомкнутого в замкнутое состояние), чтобы запустить привод.
- «Run Level» (1) – пока не поступит отдельный сигнал останова, только уровень сигнала определяет, работает или не работает привод (нарастающий фронт не требуется). Если выбран вариант 1 «Run Level», то отсутствие команды пуска расценивается как команда принудительного останова, и бит 0 параметра P935 [Drive Status 1] будет нулевым.



ВНИМАНИЕ: При использовании этого параметра в неподходящей ситуации возможно повреждение оборудования и/или травмы персонала. При использовании этой функции необходимо учитывать применимые региональные, национальные и международные нормы, стандарты, правила и отраслевые рекомендации.

Описание работы параметров

DI Enable

Замыкание этого входа разрешает работу привода при подаче команды пуска. Если сигнал на этот вход перестанет поступать, когда привод уже работает, то привод остановится выбегом и выдаст индикацию «not enabled» на модуле интерфейса оператора (если имеется). Это не считается аварийной ситуацией, и привод не перейдет в состояние аварии. Если эта функция не настроена, то привод будет всегда иметь разрешение на работу.

ВАЖНО

Если снята перемычка ENABLE (J1), вход Di0 будет использоваться для аппаратного разрешения пуска привода. В приводе PowerFlex 753 вход Di 0 находится на клеммной колодке TB3, а в приводе PowerFlex 755 вход Di 0 располагается на клеммной колодке TB1.

Можно использовать сочетание аппаратного и программного разрешения пуска; однако привод не будет работать, если любой из этих входов будет разомкнут.

DI Clear Fault

Функция цифрового входа «Clear Fault» позволяет внешнему устройству сбросить аварийное состояние привода подачей сигнала на клеммную колодку. Переход этого входа из разомкнутого в замкнутое состояние обеспечит сброс имеющегося аварийного состояния (если такое состояние есть).

DI Aux Fault

Этот нормально замкнутый входной сигнал позволяет внешним устройствам переводить привод в состояние аварии. Когда этот вход размыкается, привод переходит в состояние аварии с кодом F2 «Auxiliary Input». Если эта функция не включена, то переход в состоянии аварии не произойдет.

DI Stop

Размыкание этого входа приведет к останову привода и его переходу в состояние неготовности «Not Ready». Замыкание входа позволит приводу работать при поступлении команды пуска Start или Run. Если настроен вход пуска «Start», обязательно следует настроить и вход останова «Stop», так как в противном случае будет выдан сигнал предупреждения о неправильной настройке конфигурации цифровых входов.

Действия привода при останове определяются параметрами P370 [Stop Mode A] и P371 [Stop Mode B]. Дополнительные сведения см. в пункте [Режимы останова на стр. 97](#).

DI Cur Lmt Stop

При использовании этой функции цифрового входа размыкание сигнала на входе приведет к останову привода с ограничением тока. Привод подтверждает команду останова, устанавливая заданное значение скорости двигателя на ноль, в результате чего привод снижает скорость вращения двигателя до нуля настолько быстро, насколько это позволяют ограничения мощности, крутящего момента и тока. После достижения нулевой выходной частоты привода выходные транзисторы отключаются.

DI Coast Stop

При использовании этой функции цифрового входа размыкание сигнала на входе приведет к останову привода выбегом. Привод подтверждает команду останова, выключая выходные транзисторы и прекращая управление двигателем. Двигатель с нагрузкой будет совершать выбег, т. е. вращаться по инерции до полного исчерпания своей кинетической энергии.

DI Start

Переход сигнала из разомкнутого в замкнутое состояние в то время, когда привод остановлен, приведет к запуску привода в заданном направлении, если не разомкнут вход «Stop». Если настроена функция «Start», то необходимо также настроить функцию «Stop».

DI Fwd Reverse

Эта функция цифрового входа представляет один из способов управления направлением вращения, когда используются функции пуска «Start» и «Run» (не связанные с указанием направления вращения). Разомкнутый вход задает направление вращения вперед. Замкнутый вход задает направление вращения назад. Если состояние этого входа изменяется в то время, когда привод находится в рабочем или толчковом режиме, то привод изменит направление вращения.

DI Run Forward, DI Run Reverse

Эти функции цифрового входа обеспечивают перевод привода в рабочий режим с определенным направлением вращения на время, пока настроенный вход остается замкнутым. Кроме того, такая настройка «2-проводного» управления препятствует осуществлению пуска привода с любых других подключенных устройств. Переход одного или обоих входов из разомкнутого в замкнутое состояние в то время, когда привод остановлен, приведет к пуску привода, если только не будет разомкнут настроенный вход функции «Stop».

В следующей таблице описаны основные действия, выполняемые приводом в ответ на переход этих входов в различные состояния.

Run Forward	Run Reverse	Действие
Разомкнут	Разомкнут	Привод останавливается, клеммная колодка утрачивает право на управление направлением вращения.
Разомкнут	Замкнут	Привод вращается в обратном направлении; клеммная колодка получает право на управление направлением вращения.
Замкнут	Разомкнут	Привод вращается в прямом направлении; клеммная колодка получает право на управление направлением вращения.
Замкнут	Замкнут	Привод продолжает вращаться в текущем направлении, но клеммная колодка сохраняет за собой право на управление направлением вращения.

Не обязательно программировать сразу обе функции «Run Forward» и «Run Reverse». Эти две функции могут работать как совместно, так и независимо друг от друга.

ВАЖНО

Управление направлением вращения - это функция с «Эксклюзивным владением» (см. «Обладатели прав»). Это означает, что в любой момент времени только одно управляющее устройство (клеммная колодка, устройство с протоколом DPI, модуль интерфейса оператора и т. п.) имеет право на управление направлением вращения. Поэтому клеммная колодка должна стать «обладателем прав» на управление направлением, прежде чем ее можно будет использовать для управления направлением. Если обладателем прав на управление направлением в данный момент является другое устройство (указанное в параметре P922 [Dir Owner]), запуск привода или изменение направления вращения с помощью цифровых входов на клеммной колодке, запрограммированных на одновременное управление пуском и направлением вращения (например «Run/Fwd»), будет невозможен.

DI Run

Эта функция цифрового входа аналогична функциям «Run Forward» и «Run Reverse». Единственным отличием является тот факт, что направление вращения определяется другим входом или по команде другого устройства (модуля интерфейса или адаптера связи).

DI Jog 1 Forward, DI Jog 1 Reverse, DI Jog 2 Forward, DI Jog 2 Reverse

Команда толчкового режима Jog не фиксируется, как и команда пуска Run, и заменяет собой нормальный сигнал заданного значения скорости вращения и вместо этого использует параметры P556 [Jog Speed 1] или P557 [Jog Speed 2] соответственно.

Переход одного или обоих входов из разомкнутого в замкнутое состояние в то время, когда привод остановлен, приведет к работе привода в толчковом режиме, если только не будет разомкнут настроенный вход функции останова «Stop». В следующей таблице описаны действия, выполняемые приводом в ответ на переход этих входов в различные состояния.

Толчок вперед	Толчок назад	Действие
Разомкнут	Разомкнут	Привод остановится, если он находился в толчковом режиме, но может быть запущен другими способами. Клеммная колодка уступает право на управление направлением вращения.
Разомкнут	Замкнут	Привод работает в толчковом режиме в обратном направлении. Клеммная колодка берет на себя право на управление направлением вращения.
Замкнут	Разомкнут	Привод работает в толчковом режиме в прямом направлении. Клеммная колодка берет на себя право на управление направлением вращения.
Замкнут	Замкнут	Привод продолжает работу в толчковом режиме в текущем направлении, но клеммная колодка сохраняет за собой право на управление направлением вращения.

Привод не перейдет в толчковый режим, если он уже находится в работе или если разомкнут вход останова «Stop». Команда пуска является приоритетной.

DI Jog 1, DI Jog 2

Эти функции цифровых входов аналогичны функциям «Толчок вперед» и «Толчок назад», с тем лишь отличием, что направление вращения задается другим входом или по команде с другого устройства (модуля интерфейса оператора или адаптера связи). Кроме того, в этих режимах будут использоваться параметры P556 [Jog Speed 1] или P557 [Jog Speed 2] соответственно. В униполярном режиме будет использоваться абсолютное значение скорости и отдельная команда направления. В биполярном режиме направление толчка будет зависеть от знака параметров P556 [Jog Speed 1] или P557 [Jog Speed 2].

DI Manual Ctrl

Эта функция цифрового входа работает совместно с функцией выбора автоматического или ручного режима управления. Если этот вход замкнут, он заменяет все прочие источники задания скорости, но только в том случае, если другое устройство (интерфейс оператора) не является обладателем права на ручное управление. Если цифровой вход принимает на себя ручное управление, задание скорости будет поступать из параметра P563 [DI ManRef Sel], в котором можно установить любые аналоговые входы, предустановленные значения скорости, задание скорости от потенциометра MOP, или заданные значения от любого подходящего порта.

С этой функцией цифрового входа связана возможность настройки привода на плавное переключение с автоматического задания скорости (по сети) на задание скорости, вводимое вручную с модуля интерфейса оператора (НИМ). При получении через цифровой вход команды на переключение с автоматического задания скорости на ручное, привод загружает последнее значение скорости, поступившее по каналу обратной связи, в модуль интерфейса оператора. После этого оператор сможет вручную изменять задание скорости на интерфейсе. Это предотвращает бросок скорости вращения, который в противном случае произошел бы при таком переключении. Для использования этой функции следует настроить параметры P328 [Alt Man Ref Sel], P331 [Manual Preload], P172 [DI Manual Ctrl] и P563 [DI ManRef Sel]. Для этой функции требуется встроенное ПО интерфейса 20-НИМ-А6 версии 2.001 и выше.

DI Speed Sel 0, 1, and 2

Эти цифровые входы могут использоваться для выбора задания скорости. На основании замкнутого или разомкнутого состояния всех этих цифровых входов выбирается источник, из которого поступает задание скорости вращения.

DI Speed Sel 2	DI Speed Sel 1	DI Speed Sel 0	Источник задания скорости для автоматического режима (параметр)
0	0	0	Задание А (P545 [Spd Ref A Sel])
0	0	1	Задание А (P545 [Spd Ref A Sel])
0	1	0	Задание В (P550 [Spd Ref B Sel])
0	1	1	Предустановленная скорость 3 (P573 [Preset Speed 3])
1	0	0	Предустановленная скорость 4 (P574 [Preset Speed 4])
1	0	1	Предустановленная скорость 5 (P575 [Preset Speed 5])
1	1	0	Предустановленная скорость 6 (P576 [Preset Speed 6])
1	1	1	Предустановленная скорость 7 (P577 [Preset Speed 7])

Дополнительные сведения см. в пункте [Задание скорости на стр. 254](#).

DI HOA Start

Эта функция цифрового входа может использоваться для управления в режиме Hand-Off-Auto. Этот вход работает как 3-проводной сигнал пуска, с тем исключением, что перед тем, как привод будет ждать нарастающий фронт сигнала на входе «DI HOA Start», не потребуется наличие логической единицы на входе «DI Stop» в течение полного цикла опроса входов. Для использования этой функции следует настроить параметр P176 [DI HOA Start].

DI MOP Inc, DI MOP Dec

Эти функции цифрового входа используются для увеличения и уменьшения сигнала цифрового потенциометра для задания скорости двигателя. Цифровой потенциометр MOP выдает задание скорости, которое может увеличиваться и уменьшаться внешними устройствами. Начальное значение сигнала потенциометра MOP настраивается и сохраняется после отключения и включения питания. Для того, чтобы привод использовал сигнал потенциометра MOP в качестве текущего задания скорости, необходимо установить в параметре P545 [Speed Ref A Sel], P550 [Speed Ref B Sel] или P563 [DI ManRef Sel] значение P558 [MOP Reference].

DI Accel 2, DI Decel 2

Эти функции цифрового входа могут использоваться для переключения между основной и вторичной скоростью линейного изменения. Например, если цифровой вход запрограммирован на P179 [DI Accel 2], размыкание этого входа обеспечит применение параметра P535 [Accel Time 1]. При замыкании этого входа будет использоваться параметр P536 [Accel Time 2].

DI SpTqPs Sel 0 and 1

Эти функции цифрового входа дают возможность переключения между различными режимами регулирования скорости вращения, крутящего момента или положения (параметры P309 [SpdTrqPsn Mode A], P310 [SpdTrqPsn Mode B], P311 [SpdTrqPsn Mode C] и P312 [SpdTrqPsn Mode D]) в зависимости от сочетания состояний цифровых входов. См. пункт [Режимы управления скоростью, крутящим моментом, положением на стр. 269](#), где приводится полное описание этих режимов и сочетаний состояний цифровых входов, включающих каждый режим.

DI Stop Mode B

Эта функция цифрового входа позволяет выбрать два различных режима останова привода. Если вход разомкнут, то используется режим останова, выбранный в параметре P370 [Stop Mode A]. Если вход замкнут, то используется режим останова, выбранный в параметре P371 [Stop Mode B]. Если эта функция не настроена, то всегда используется режим останова, выбранный в параметре P370 [Stop Mode A]. Подробную информацию см. в пункте [Режимы останова на стр. 97](#).

DI BusReg Mode B

Эта функция цифрового входа выбирает способ регулирования избыточного напряжения на шине постоянного тока привода. Если этот вход разомкнут, то используется режим регулирования, выбранный в параметре P372 [Bus Reg Mode A]. Если вход замкнут, то используется режим регулирования, выбранный в параметре P373 [Bus Reg Mode B]. Если эта функция не настроена, то всегда используется режим регулирования, выбранный в параметре P372 [Bus Reg Mode A]. Подробную информацию см. в пункте [Регулирование напряжения на шине постоянного тока на стр. 42](#).

DI PwrLoss ModeB

Эта функция цифрового входа выбирает один из двух различных способов реагирования на потерю питания привода. Если этот вход разомкнут, то действия привода при потере питания выбираются в параметре P450 [Pwr Loss Mode A]. Если этот вход замкнут, то действия привода при потере питания выбираются в параметре P371 [Stop Mode B]. Если эта функция не настроена, то действия привода при потере питания всегда выбираются в параметре P450 [Power Loss Mode A]. Подробную информацию см. в пункте [Потеря питания на стр. 73](#).

DI Pwr Loss

Привод обладает сложным алгоритмом работы при первоначальном включении питания, а также при восстановлении после частичной потери питания. Эта функция цифрового входа используется для принудительного перевода привода в состояние потери питания. Если этот вход разомкнут, то переводом привода в состояние потери питания управляет внутренний алгоритм. Если вход замкнут, то вместо этого алгоритма переводом привода в состояние потери питания управляет внешний сигнал. Параметр P449 [Power Loss Actn] настраивает реакцию привода на срабатывание таймера потери питания, а параметр P452 [Pwr Loss A Time] или P455 [Pwr Loss B Time] задает время, в течение которого привод будет оставаться в режиме потери питания до перехода в состояние аварии. Подробную информацию см. в пункте [Потеря питания на стр. 73](#).

DI Precharge

Эта функция цифрового входа используется для отключения от общей шины постоянного тока. Если вход замкнут, это означает, что привод подключен к общей шине постоянного тока и может выполняться нормальная предварительная зарядка, после чего привод сможет работать (пуск будет разрешен). Если вход разомкнут, это означает, что привод отключен от общей шины постоянного тока и должен перейти в состояние предварительной зарядки и немедленно начать останов с выбегом, чтобы подготовиться в восстановлению соединения с шиной. Если эта функция не настроена, то привод предполагает, что он всегда соединен с шиной постоянного тока, и никаких специальных процедур для предварительной зарядки не выполняется.

DI Prchrg Seal

Эта функция цифрового входа используется для принудительного перехода в особое аварийное состояние при размыкании внешней цепи предварительной зарядки. Действия, выполняемые при размыкании внешней цепи предварительной зарядки, определяются параметром P323 [Prchrg Err Cfg].

DI PID Enable

Если цифровой вход этой функции замкнут, включается контур ПИД-регулирования технологического процесса. Если вход этой функции разомкнут, работа контура ПИД-регулирования технологического процесса прекращается.

DI PID Hold

Если вход этой функции замкнут, то сигнал интегрального звена ПИД-регулятора технологического процесса будет сохранять свое текущее значение. Если вход этой функции разомкнут, то сигнал интегрального звена ПИД-регулятора технологического процесса сможет увеличиваться.

DI PID Reset

Если вход этой функции замкнут, сигнал интегрального звена ПИД-регулятора технологического процесса будет сброшен на 0. Если вход этой функции разомкнут, интегральное звено ПИД-регулятора технологического процесса будет работать нормально.

DI PID Invert

Если вход этой функции замкнут, ошибка ПИ-регулятора будет инвертироваться. Если вход этой функции разомкнут, ошибка ПИ-регулятора не инвертируется.

DI Torque StptA

Эта функция цифрового входа применяется для принудительного выбора параметра P676 [Trq Ref A Stpt] в качестве источника задания крутящего момента «Torque Reference A» независимо от значения параметра P675 [Trq Ref A Sel]. Эта функция используется, когда привод находится в режиме управления крутящим моментом. См. параметры P309 [SpdTrqPsn Mode A], P310 [SpdTrqPsn Mode B], P311 [SpdTrqPsn Mode C] и P312 [SpdTrqPsn Mode D].

DI Fwd End Limit, DI Rev End Limit

Эти функции цифрового входа используются в качестве концевого выключателя прямого хода и/или концевого выключателя обратного хода. Выполняемые действия зависят от того, в каком режиме работает привод – регулирования скорости вращения, крутящего момента или положения. Режим работы задается в параметре P935 [Drive Status 1] выбором бита 21 «Speed Mode», бита 22 «Position Mode» и бита 23 «Torque Mode». Если привод работает в режиме регулирования скорости вращения, при срабатывании этой функции будет выдана команда быстрого останова «Fast Stop». Если привод был остановлен таким способом, он может начать вращение только в обратном направлении (после подачи новой команды пуска). Эта функция обычно используется вместе с конечным выключателем, установленным вблизи той точки, в которой привод должен остановиться. Если привод работает в режиме регулирования крутящего момента, при срабатывании этой функции будет выдана команда быстрого останова «Fast Stop». Если привод был остановлен таким способом, он может быть снова запущен и будет продолжать работу (после подачи новой команды пуска). Если привод работает в режиме регулирования положения, при срабатывании этой функции будет выдана команда быстрого останова «Fast Stop». Если привод был остановлен таким способом, он может быть снова запущен и будет продолжать работу до достижения заданного положения (после подачи новой команды пуска).

DI Fwd Dec Limit, DI Rev Dec Limit

Эти функции цифрового входа используются в качестве замедлителя прямого хода и/или замедлителя обратного хода. Выполняемые действия зависят от того, в каком режиме работает привод – регулирования скорости вращения, крутящего момента или положения. Режим работы задается в параметре P935 [Drive Status 1] выбором бита 21 «Speed Mode», бита 22 «Position Mode» и бита 23 «Torque Mode». Если привод работает в режиме регулирования скорости вращения, при срабатывании этой функции вместо поддержания заданного значения скорости привод замедлится до предустановленной скорости Preset Speed 1. Эта функция обычно используется вместе с концевым выключателем, чтобы начать замедление перед концевым выключателем останова. Если привод работает в режиме регулирования крутящего момента, он игнорирует этот сигнал и продолжает работать с заданным значением крутящего момента. Если привод работает в режиме регулирования положения, он игнорирует этот сигнал и продолжает движение к заданному положению.

DI PHdwr OvrTrvl, DI NHdwr OvrTrvl

Эти функции цифрового входа используются для включения защиты оборудования от положительного перебега или от отрицательного перебега. При срабатывании этой функции немедленно происходит переход в состояние аварии, и привод выдает нулевой крутящий момент. После остановки привода потребуется очистить это состояние и сбросить аварию. Привод вновь запустится (при подаче новой команды пуска) и будет продолжать работу. Привод будет следовать всем заданным значениям скорости вращения, положения или крутящего момента. Направление вращения, обеспечиваемое приводом, не будет изменяться или ограничиваться после перезапуска. Эта функция обычно используется вместе с концевым выключателем, расположенным за точкой установки концевого выключателя останова, в качестве дополнительной меры безопасности, предотвращающей повреждение оборудования крутящим моментом в случае перехода за точку останова.

Status

Статус цифровых входов (Di) 0, 1 и 2 главной платы управления привода PowerFlex 753 отражается битами 0, 1 и 2 параметра P220 [Digital In Sts] соответственно. Статус цифрового входа (Di) 0 главной платы управления привода PowerFlex 755 отражается битом 0 параметра P220 [Digital In Sts]. Статус цифровых входов (Di) 0, 1, 2, 3, 4 и 5 дополнительных модулей ввода/вывода PowerFlex серии 750 отражается битами 0, 1, 2, 3, 4 и 5 параметра P1 «Dig In Sts». Если бит, относящийся к цифровому входу, включен (т. е. принимает значение 1), это означает, что привод считает этот цифровой вход включенным. Если бит, относящийся к цифровому входу, отключен (т. е. принимает значение 0), это означает, что привод считает этот цифровой вход отключенным.

Configuration Conflicts

Если при настройке конфигурации цифровых входов один или несколько параметров настройки конфликтуют друг с другом, будет выдан один из сигналов предупреждения об ошибке конфигурации цифровых входов. При наличии конфликта между цифровыми входами запуск привода будет невозможен. Эти аварийные сигналы автоматически очищаются приводом, как только эти конфликты будут устранены путем соответствующего изменения параметров. Ниже приводятся примеры конфигураций, при которых выдаются сигналы предупреждения:

- Одновременно настроены функции «Start» (Пуск) и «Run Forward» (Работа вперед). «Start» используется только для режима «3-проводного» пуска, а «Run Forward» используется только для «2-проводного» управления, поэтому их никогда не следует включать одновременно.
- Одновременная настройка одной и той же переключающей входной функции (например, «Fwd Reverse») для нескольких цифровых входов.

Эти сигналы называются сигналами предупреждения типа 2 и отличаются от остальных сигналов предупреждения тем, что при их наличии запуск привода будет невозможен. Эти сигналы не могут появляться во время работы привода, так как любые изменения параметров цифровых входов могут производиться только на остановленном приводе. При наличии одного или нескольких таких сигналов состояние готовности привода изменится на «not ready», а на экране модуля интерфейса оператора появится сообщение о конфликте. Кроме того, индикатор состояния привода будет мигать желтым светом. Полный список сигналов предупреждения типа 2 приводится в документе «Преобразователи частоты PowerFlex серии 750 Руководство по программированию», публикация [750-PM001](#).

DigIn Cfg B

Конфликт цифровых входов. Выбраны функции входов, которые не могут действовать в одно и то же время. Исправьте настройку конфигурации цифровых входов.

DigIn Cfg C

Конфликт цифровых входов. Выбраны функции входов, которые не могут быть настроены для одного и того же цифрового входа. Исправьте настройку конфигурации цифровых входов.

Блок-схемы

рис. 8 - PowerFlex 753

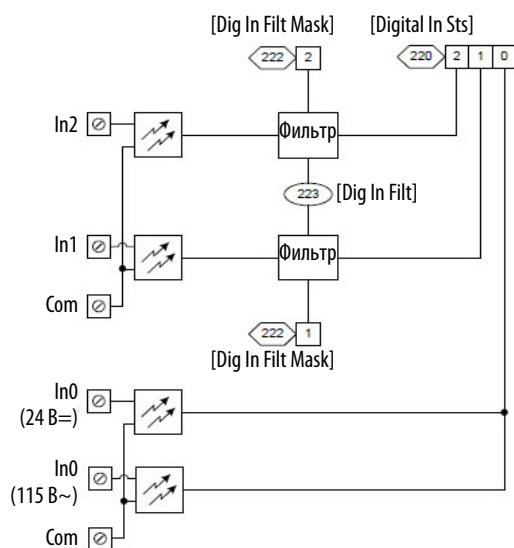


рис. 9 - PowerFlex 755

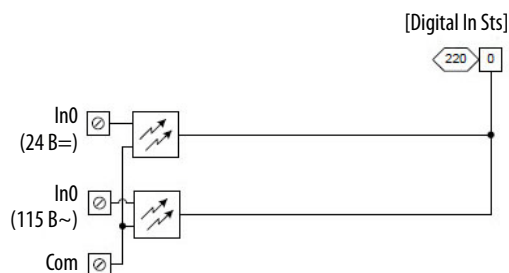
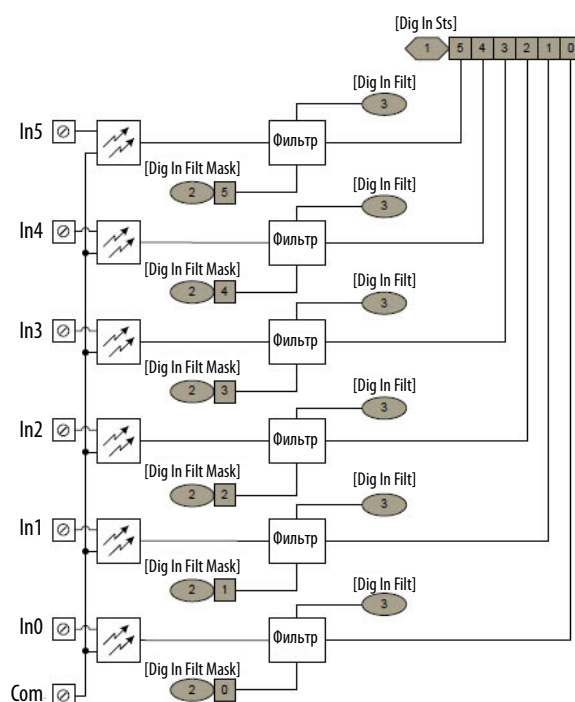


рис. 10 - Дополнительный модуль PowerFlex серии 750



Цифровые выходы

У привода PowerFlex 753 есть один транзисторный выход и один релейный выходом, которые встроены в его плату управления.

Транзисторный выход находится на клеммной колодке ТВ1 в передней нижней части главной платы управления.

Клемма	Название	Описание	Номиналы
TO	Transistor Output 0	Транзисторный выход	48 В~, макс. нагрузка 250 мА Выход с открытым стоком.

Релейный выход находится на клеммной колодке ТВ2 в нижней части главной платы управления.

Клемма	Название	Описание	Номиналы
RONC	Relay 0 N.C.	Выходное реле 0 с нормально замкнутыми контактами	240 В~, 24 В=, 2 А макс. Только резистивная нагрузка
ROC	Relay 0 Common	Общая точка выходного реле 0	
RONO	Relay 0 N.O.	Выходное реле 0 с нормально разомкнутыми контактами	240 В~, 24 В=, 2 А макс. Общее назначение (индуктивная нагрузка) / резистивная нагрузка

Примеры подключения входов и выходов платы управления привода PowerFlex 753 приведены в руководстве «Преобразователь частоты PowerFlex серии 750. Инструкция по монтажу», публикация [750-IN001](#).

На плате управления привода PowerFlex 755 нет встроенных выходов.

Выпускаются дополнительные модули PowerFlex серии 750, позволяющие увеличить количество цифровых выходов у приводов PowerFlex 753 и 755.

Модули с каталожными номерами 20-750-2262C-2R и 20-750-2262D-2R содержат по два релейных выхода, находящихся на клеммной колодке ТВ2 в передней части платы.

Клемма	Название	Описание	Номиналы
RONC	Relay 0 N.C.	Выходное реле 0 с нормально замкнутыми контактами	240 В~, 24 В=, 2 А макс. Только резистивная нагрузка
ROC	Relay 0 Common	Общая точка выходного реле 0	
RONO	Relay 0 N.O.	Выходное реле 0 с нормально разомкнутыми контактами	240 В~, 24 В=, 2 А макс. Общее назначение (индуктивная нагрузка) / резистивная нагрузка
R1NC	Relay 1 N.C.	Выходное реле 1 с нормально замкнутыми контактами	240 В~, 24 В=, 2 А макс. Только резистивная нагрузка
ROC	Relay 1 Common Output	Общая точка выходного реле 1	
RONC	Relay 0 N.C.	Выходное реле 1 с нормально замкнутыми контактами	240 В~, 24 В=, 2 А макс. Только резистивная нагрузка

У модуля с каталожным номером 20-750-2263C-1R2T есть один транзисторный выход и два релейных выхода, находящиеся на клеммной колодке ТВ2 в передней части платы.

Клемма	Название	Описание	Номиналы
RONC	Relay 0 N.C.	Выходное реле 0 с нормально замкнутыми контактами	240 В~, 24 В=, 2 А макс. Только резистивная нагрузка
ROC	Relay 0 Common Output	Общая точка выходного реле 0	
RONO	Relay 0 N.O.	Выходное реле 0 с нормально разомкнутыми контактами	240 В~, 24 В=, 2 А макс. Общее назначение (индуктивная нагрузка) / резистивная нагрузка
T0	Transistor Output 0	Транзисторный выход	24 В=, 1 А макс.
TC	Transistor Output Common	Общая точка транзисторного выхода	24 В=, 0,4 А макс. для применения по U.L. Резистивная нагрузка.
T1	Transistor Output 1	Транзисторный выход	24 В=, 1 А макс.; 24 В~, = 0,4 А макс. для применения по U.L. Резистивная нагрузка.

Примеры подключения дополнительных модулей ввода/вывода серии PowerFlex 750 приведены в руководстве «Преобразователи частоты PowerFlex серии 750. Инструкция по монтажу», публикация [750-IN001](#).

Конфигурация

Каждый цифровой выход можно запрограммировать на изменение своего состояния в зависимости от одного из нескольких условий. Эти условия могут относиться к различным категориям.

- Условия, относящиеся к состоянию привода (авария, предупреждение и реверс)
- Условия, относящиеся к уровню значений (напряжение на шине, ток и частота)
- Условия, контролируемые цифровыми входами.
- Условия, контролируемые по сети.
- Условия, контролируемые программой DeviceLogix.

Условия, относящиеся к состоянию привода

В следующей таблице содержится обзор конфигураций цифровых выходов для приводов PowerFlex серии 750 с дополнительным модулем.

№ параметра	Название параметра	Описание
220 ⁽¹⁾	Digital In Sts	Состояние цифровых входов, находящихся на плате управления (порт 0)
227 ⁽¹⁾	Dig Out Setpoint	Управляет релейными или транзисторными выходами при выборе в качестве источника. Может использоваться для управления выходами с устройства связи по каналам данных DataLink.
233 ⁽¹⁾	R00 Level CmpSts	Результат сравнения уровней и возможный источник для релейного или транзисторного выхода.
720	PTP PsnRefStatus	Отображает текущий режим работы планировщика перемещений от точки к точке для задания значений положения.
724	Psn Reg Status	Отображает состояние логической схемы управления положением.
730	Homing Status	Отображает состояние логической схемы управления положением.
933	Start Inhibits	Показывает, какое условие препятствует пуску привода.
935	Drive Status 1	Текущий режим работы привода.
936	Drive Status 2	Текущий режим работы привода.
937	Condition Sts 1	Состояние условий, которые могут привести к выполнению приводом каких-либо действий (переходу в состояние аварии) с учетом настроек защитных функций.
945	At Limit Status	Состояние динамических условий в приводе, которые действуют в настоящее время или приводят к применению ограничения.
952	Fault Status A	Означает наступление условий или событий, которые настроены как аварии. Эти условия определяются параметром P937 [Condition Sts 1].
953	Fault Status B	Означает наступление условий или событий, которые настроены как аварии.
959	Alarm Status A	Означает наступление условий или событий, которые настроены как сигналы предупреждения. Эти условия определяются параметром P937 [Condition Sts 1].
960	Alarm Status B	Означает наступление условий или событий, которые настроены как сигналы предупреждения.
961	Type 2 Alarms	Означает наступление условий или событий, которые настроены как сигналы предупреждения.
1089	PID Status	Состояние ПИ-регулятора технологического процесса.
1103 ⁽²⁾	Trq Prove Status	Отображает биты состояния функции TorqProve.
1210 ⁽²⁾	Profile Status	Показывает состояние логики управления профилем скорости / индекса положения.
1 ⁽³⁾⁽⁴⁾	[Dig In Sts]	Состояние цифровых входов.
7 ⁽³⁾⁽⁴⁾	Dig Out Setpoint	Управляет релейными или транзисторными выходами при выборе в качестве источника. Может использоваться для управления выходами с устройства связи по каналам данных DataLink.
13 ⁽³⁾⁽⁴⁾	R00 Level CmpSts	Результат сравнения уровней и возможный источник для релейного или транзисторного выхода.
50 ⁽⁵⁾	DLX DigOut Sts	Показывает включенное/выключенное состояние отдельных битов слова логической команды программы DeviceLogix.
51 ⁽⁵⁾	DLX DigOut Sts2	Показывает включенное/выключенное состояние 16 цифровых выходов (DOP) программы DeviceLogix.

(1) Только для приводов PowerFlex 753.

(2) Только для приводов PowerFlex 755.

(3) Дополнительные модули могут устанавливаться в портах 4, 5 и 6 приводов PowerFlex 753.

(4) Дополнительные модули могут устанавливаться в портах 4, 5, 6, 7 и 8 приводов PowerFlex 755.

(5) Порт 14: Параметры программы DeviceLogix.

Более подробная информация приводится в документе «Преобразователи частоты серии PowerFlex 750. Руководство по программированию», публикация [750-PM001](#).

Соответствующая информация о параметрах выбора для привода PowerFlex 753 приведена ниже.

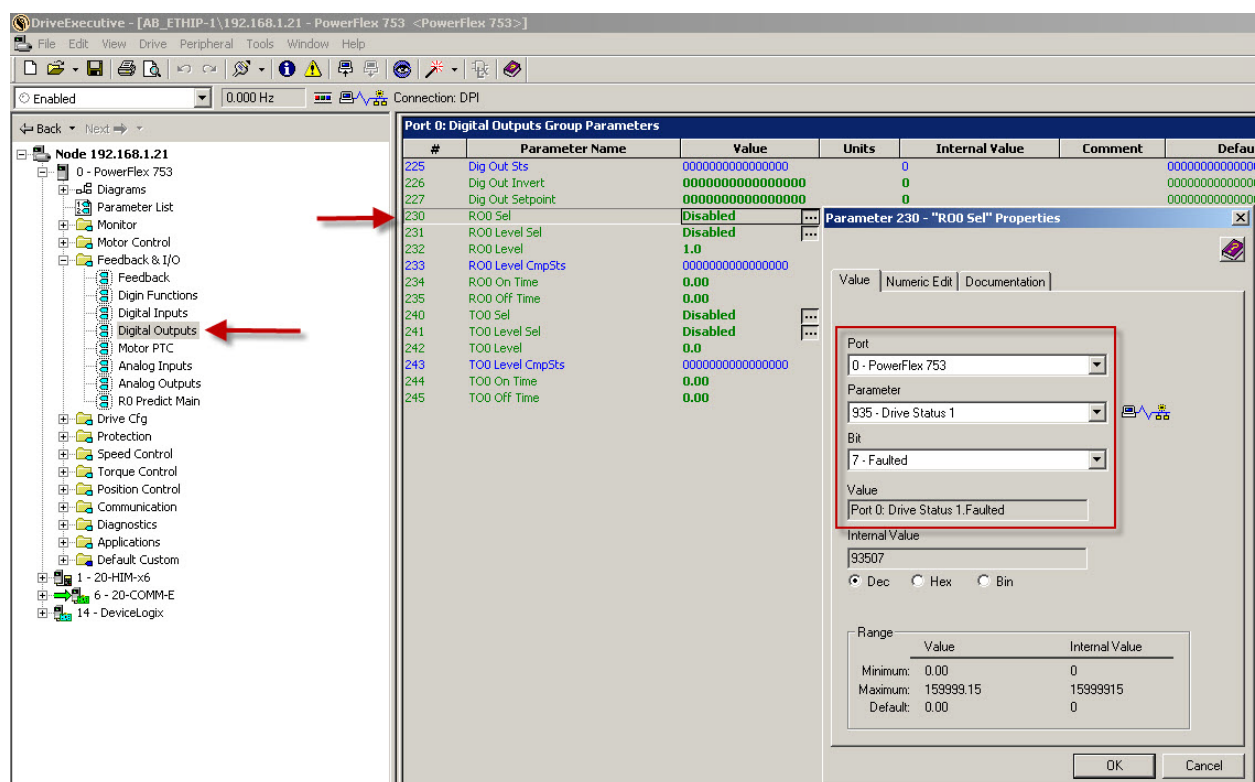
№ параметра	Название параметра	Описание
230	R00 Sel	Выбор источника, включающего релейный выход.
240	T00 Sel	Выбор источника, включающего релейный или транзисторный выход.

Ниже приводится соответствующая информация о параметрах выбора при установке на привод PowerFlex серии 750 одного или нескольких дополнительных модулей.

№ параметра	Название параметра	Описание
10	R00 Sel	Выбор источника, включающего релейный выход.
20	R01 Sel или T00 Sel	Выбор источника, включающего релейный или транзисторный выход.
30	T01 Sel	Выбор источника, включающего транзисторный выход.

Пример

Ниже приведен пример привода PowerFlex 753, параметр выбора встроенного цифрового выхода которого настроен так, что выход включается при наличии аварии на приводе.

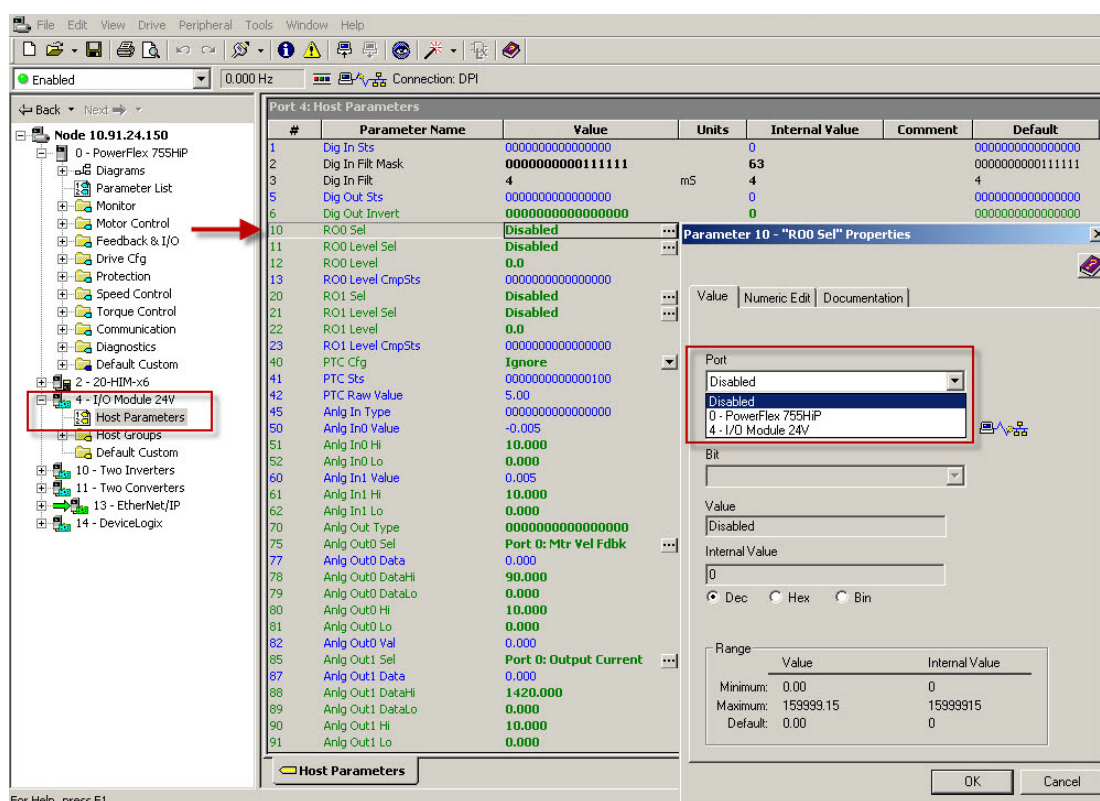


Пример

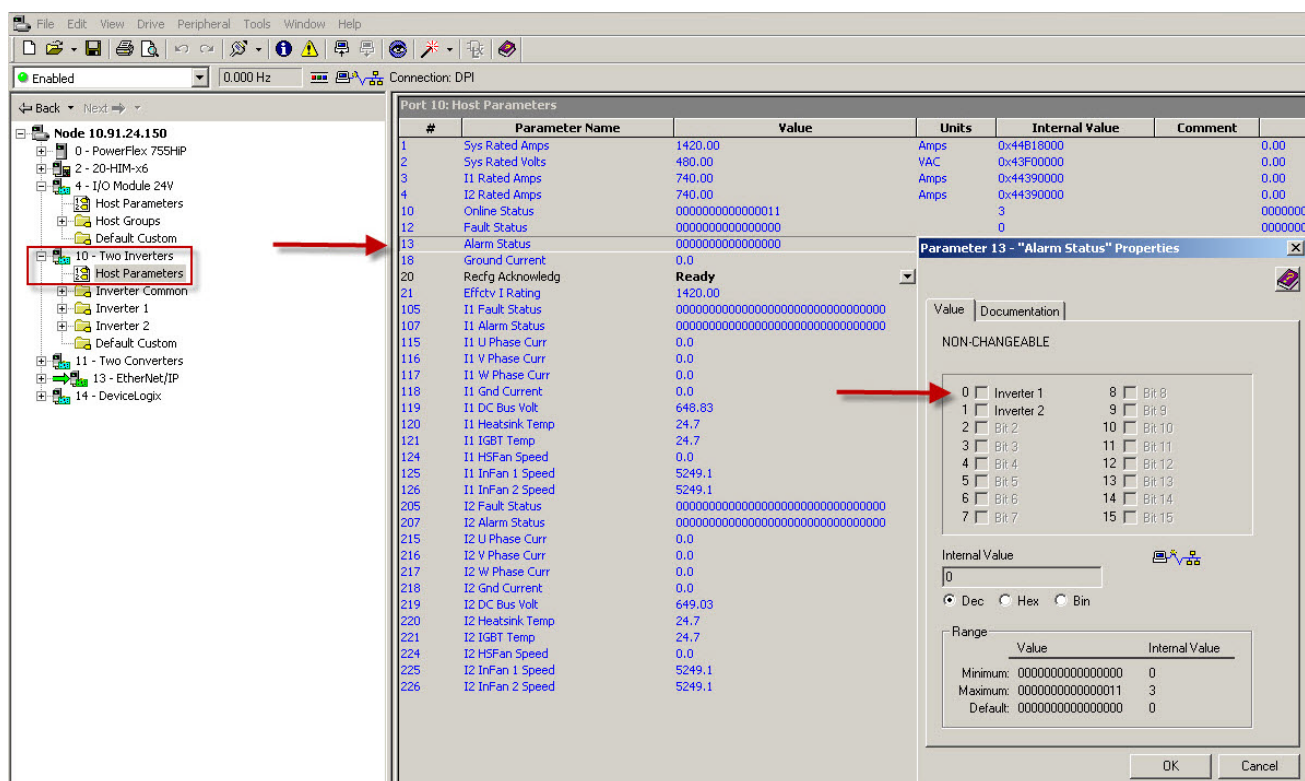
Для настройки параметров, которые нельзя настроить с помощью раскрывающегося окна на вкладке «Value» в окне свойств параметров, можно использовать вкладку редактирования цифровых значений «Numeric Edit», обеспечивающую другой способ настройки цифрового вывода для требуемой функции.

Ниже приводится пример привода PowerFlex 755, параметр выбора цифрового выхода дополнительного модуля PowerFlex серии 750 которого настроен так, что выход включается при наличии сигнала предупреждения в одной из инверторных секций привода.

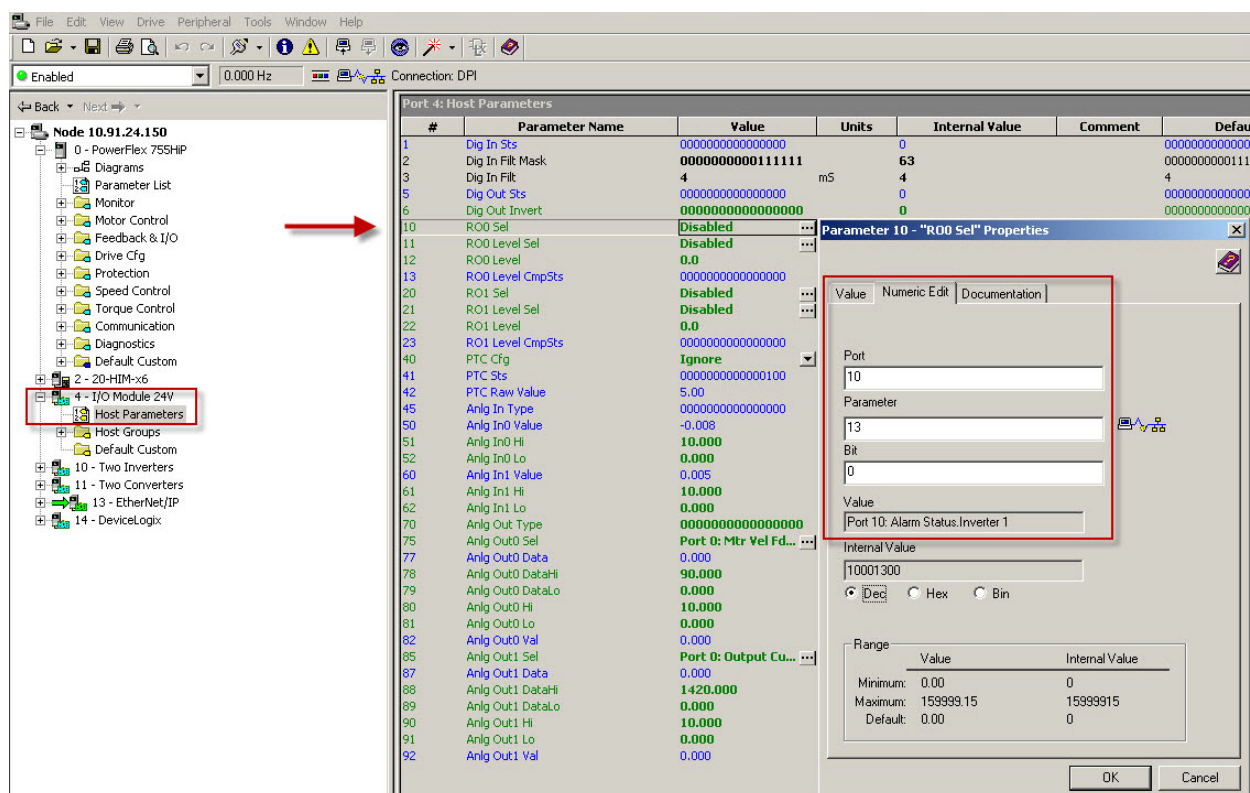
Ниже показано что нельзя выбрать порт 10 для инверторной секции в раскрывающемся окне на вкладке «Value».



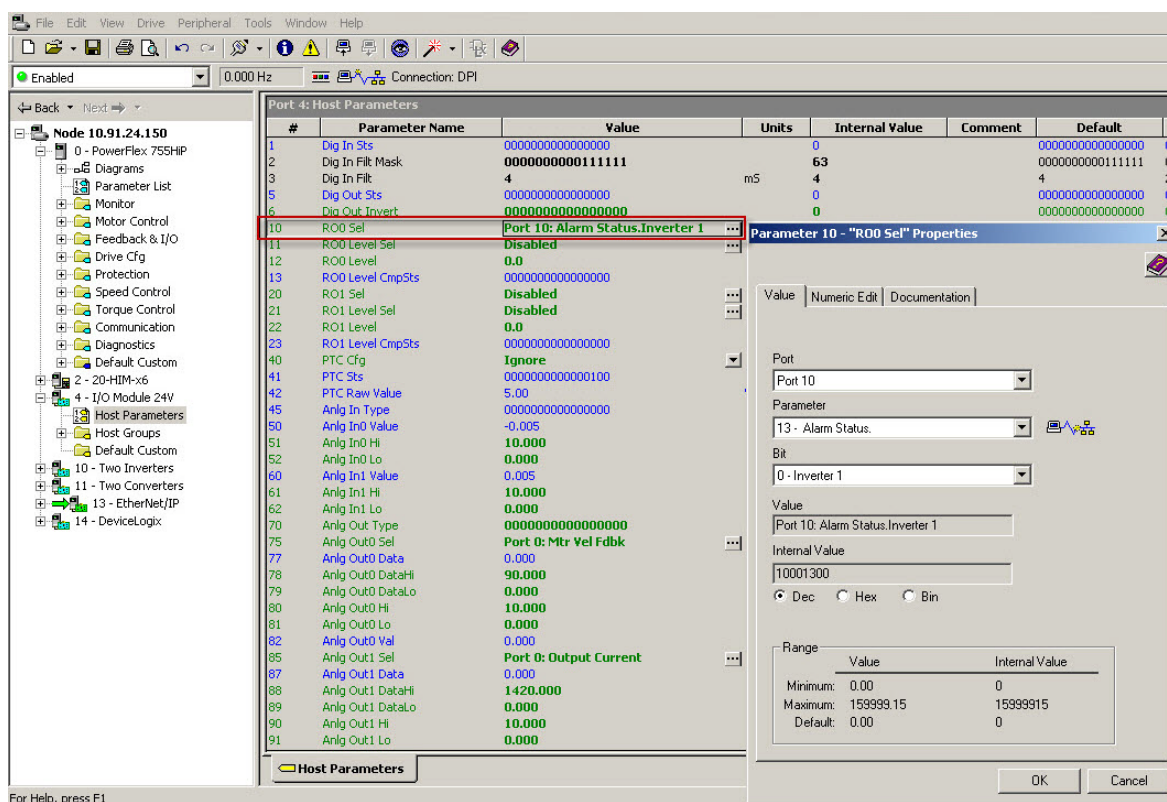
Показаны параметры порта 10 для инверторной секции, где видно, что бит 0 параметра P13 [Alarm Status] указывает на наличие или отсутствие сигнала предупреждения на секции инвертора 1.



На вкладке «Numeric Edit» можно настроить цифровой выход на необходимую функцию. См. ниже.



После настройки параметра на вкладке «Numeric Edit» можно нажать кнопку ОК или же вернуться на вкладку «Value», чтобы увидеть записи в раскрывающемся окне, а затем нажать кнопку ОК.



Условия, относящиеся к уровню значений

Требуемую функцию уровня необходимо запрограммировать в параметре выбора уровня «Level Sel» в зависимости от используемого выхода. Если значение указанной функции (частота, ток и т. п.) будет больше заданного предела в параметре «Level», равно этому пределу или меньше него, то выход будет включаться или отключаться в зависимости от настройки параметра выбора «Sel».

Обратите внимание на то, что параметры выбора уровня являются безразмерными. Привод принимает единицы, а также максимальные и минимальные значения из выбранной в параметре функции. Например, если в параметре выбора уровня «Level Sel» задан параметр P943 [Drive Temp Rct], показывающий рабочую температуру радиатора силовой части привода, то в качестве единицы измерения используются проценты от максимальной температуры радиатора, а минимальное и максимальное значения составляют -200%/+200%.

В следующей таблице содержится обзор параметров выбора уровня для цифровых выходов приводов PowerFlex серии 750 с дополнительным модулем.

№ параметра	Название параметра	Описание
1	Output Frequency	Выходная частота на клеммах T1, T2 и T3 (U, V и W).
2	Commanded SpdRef	Значение текущего заданного значения скорости вращения / частоты
3	Mtr Vel Fdbk	Расчетная или фактическая скорость вращения двигателя (с обратной связью).
4	Commanded Trq	Окончательное заданное значение крутящего момента после применения ограничений и фильтрации. В процентах от номинального крутящего момента двигателя.
5	Torque Cur Fdbk	В зависимости от двигателя – величина тока, совпадающего по фазе с основной гармоникой напряжения.
6	Flux Cur Fdbk	Величина тока, фаза которого не совпадает с фазой основной гармоники напряжения.
7	Output Current	Общий выходной ток на клеммах T1, T2 и T3 (U, V и W).
8	Output Voltage	Выходное напряжение на клеммах T1, T2 и T3 (U, V и W).
9	Output Power	Выходная мощность на клеммах T1, T2 и T3 (U, V и W).
10	Output Powr Fctr	Коэффициент мощности на выходе.
11	DC Bus Volts	Напряжение на шине постоянного тока
13	Elapsed MWH	Суммарное количество электроэнергии, выданной приводом (в МВт-ч).
14	Elapsed kWh	Суммарное количество электроэнергии, выданной приводом (в кВт-ч).
260 ⁽¹⁾	Anlg In0 Value	Сигнал аналогового входа после фильтрации, извлечения квадратного корня и действий при потере сигнала.
418	Mtr OL Counts	Суммарная перегрузка двигателя в процентах.
419	Mtr OL Trip Time	Отображает величину, обратную времени перегрузки двигателя.
558	MOP Reference	Заданное значение скорости от цифрового потенциометра MOP, который можно использовать в качестве возможного источника для параметров P545 и P550.
707	Load Estimate	Отображает расчетное значение момента нагрузки для привода.
940	Drive OL Count	Показывает перегрузку силового блока (IT) в процентах.
943	Drive Temp Pct	Показывает рабочую температуру радиатора силовой части привода в процентах от максимальной температуры радиатора.
1090	PID Ref Meter	Текущее значение сигнала задания ПИ-регулятора.
1091	PID Fdbk Meter	Текущее значение сигнала обратной связи ПИ-регулятора.
1092	PID Error Meter	Текущее значение ошибки ПИ-регулятора.
1093	PID Output Meter	Текущее значение выходного сигнала ПИ-регулятора.
1567 ⁽²⁾	FrctnComp Out	Отображает заданное значение крутящего момента, выдаваемое функцией компенсации трения.
50 ⁽³⁾⁽⁴⁾	Anlg In0 Value	Сигнал аналогового входа после фильтрации, извлечения квадратного корня и действий при потере сигнала.
60 ⁽³⁾⁽⁴⁾	Anlg In1 Value	Сигнал аналогового входа после фильтрации, извлечения квадратного корня и действий при потере сигнала.
90...97 ⁽⁵⁾	DLX Real Out SP1 - SP8	8 оперативных регистров 32-битных действительных чисел, предназначенных для записи выходных сигналов программы DeviceLogix.

(1) Только для приводов PowerFlex 753.

(2) Только для приводов PowerFlex 755.

(3) Дополнительные модули могут устанавливаться в портах 4, 5 и 6 приводов PowerFlex 753.

(4) Дополнительные модули могут устанавливаться в портах 4, 5, 6, 7 и 8 приводов PowerFlex 755.

(5) Порт 14: Параметры программы DeviceLogix.

Информация о параметрах выбора уровня «Level Select» приводов PowerFlex 753 приведена ниже.

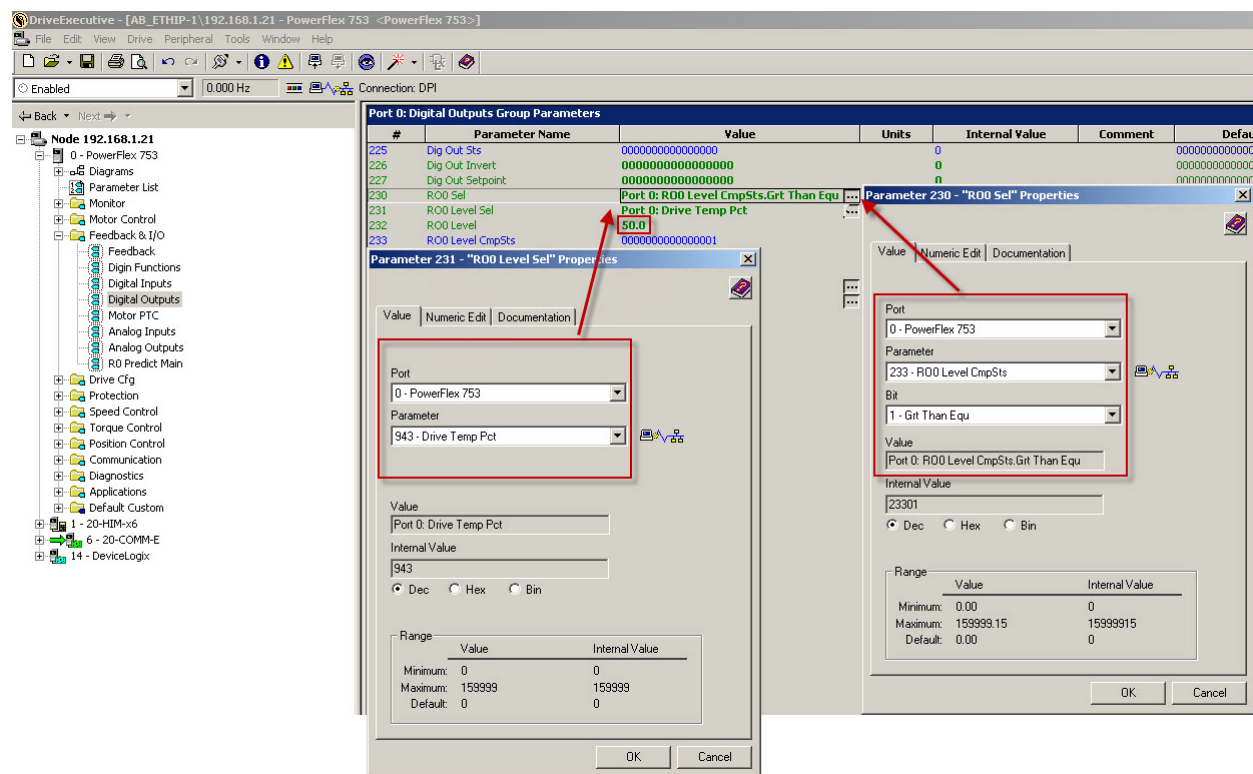
№ параметра	Название параметра	Описание
230	R00 Sel	Выбор источника, включающего релейный выход.
231	R00 Level Sel	Выбор источника уровня для сравнения.
232	R00 Level	Задаёт значение, с которым будет сравниваться уровень.
233	R00 Level CmpSts	Результат сравнения уровней и возможный источник для релейного или транзисторного выхода.
240	T00 Sel	Выбор источника, включающего релейный или транзисторный выход.
241	T00 Level Sel	Выбор источника уровня для сравнения.
242	T00 Level	Задаёт значение, с которым будет сравниваться уровень.
243	T00 Level CmpSts	Результат сравнения уровней и возможный источник для транзисторного выхода.

Ниже приведена информация о параметрах выбора уровня «Level Select» в зависимости от установленного на приводе дополнительного модуля (модулей) PowerFlex серии 750.

№ параметра	Название параметра	Описание
10	R00 Sel	Выбор источника, включающего релейный выход.
11	R00 Level Sel	Выбор источника уровня для сравнения.
12	R00 Level	Задаёт значение, с которым будет сравниваться уровень.
13	R00 Level CmpSts	Результат сравнения уровней и возможный источник для релейного или транзисторного выхода.
20	R01 Sel или T00 Sel	Выбор источника, включающего релейный или транзисторный выход.
21	R01 Level Sel или T00 Level Sel	Выбор источника уровня для сравнения.
22	R01 Level или T00 Level	Задаёт значение, с которым будет сравниваться уровень.
23	R01 Level CmpSts или T00 Level CmpSts	Результат сравнения уровней и возможный источник для релейного или транзисторного выхода.
30	T01 Sel	Выбор источника, включающего транзисторный выход.
31	T01 Level Sel	Выбор источника уровня для сравнения.
32	T01 Level	Задаёт значение, с которым будет сравниваться уровень.

Пример

Ниже приведен пример привода PowerFlex 753, параметры выбора, выбора уровня и уровня для встроенного цифрового выхода которого настроены так, что выход включается, когда температура радиатора силовой части привода, выраженная в % от максимальной температуры, превышает 50%.

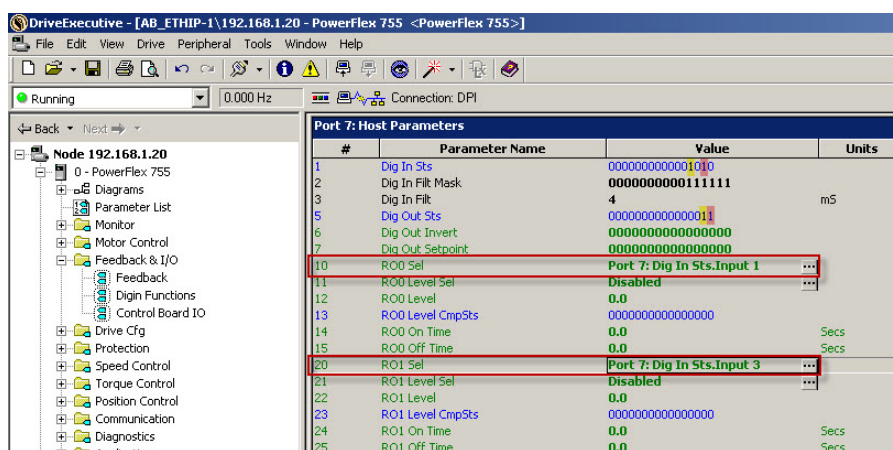
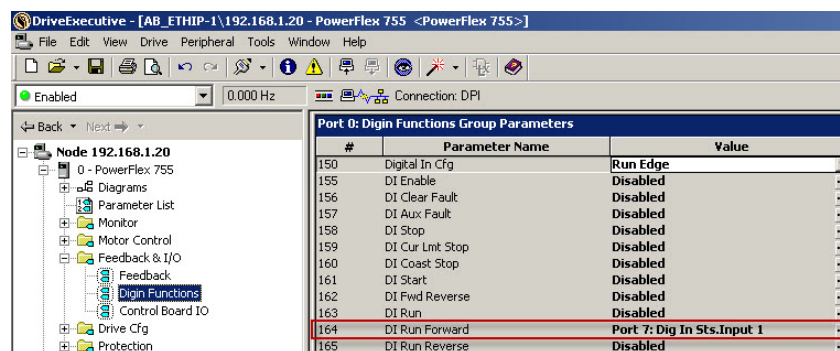


Условия, контролируемые цифровым входом

Цифровой выход может быть запрограммирован на управление от цифрового входа. Например, если вход замкнут, выход будет включаться, а когда вход разомкнут, выход будет отключаться. Обратите внимание на то, что выход будет зависеть от состояния входа даже в том случае, если этот вход используется для выполнения нормальной функции привода (пуск, толчок и т. п.).

Пример

В этом примере в приводе используется дополнительная плата с двумя реле на 24 В=, установленная в порту 7. Одна из функций цифрового входа, P164 [DI Run Forward], запрограммирована для порта 7: Digital In Sts.Input 1; параметр дополнительного модуля P10 [RO0 Sel], запрограммирован для порта 7: Dig In Sts.Input 1; параметр P20 [RO1 Sel], запрограммирован для порта 7: Dig In Sts.Input 3.



Как можно видеть на приведенном выше рисунке, когда цифровые входы 1 (выделены розовым цветом) и 3 (выделены желтым цветом) принимают истинное значение (т. е. «1»), то соответствующие цифровые выходы также принимают истинное значение (т. е. включаются).

Условия, контролируемые по сети

Эта конфигурация используется для управления цифровыми выходами через сеть вместо функций привода. Для встроенных цифровых выходов привода PowerFlex 753 используется параметр P227 [Dig Out Setpoint], а для дополнительного модуля PowerFlex серии 750 используется параметр P7 [Dig Out Setpoint]. Для завершения настройки конфигурации на управление через сеть необходимо настроить канал данных для соответствующего параметра уставки цифрового выхода.

Информация о параметре уставки привода PowerFlex 753 приведена ниже.

Файл	Группа	№	Название на дисплее Полное наименование Описание	Значения	Чтение/запись	Тип данных
FEEDBACK & I/O	Цифровые выходы	227	753 Dig Out Setpoint Уставка цифрового выхода Управляет релейными или транзисторными выходами при выборе в качестве источника. Может использоваться для управления выходами с устройства связи по каналам данных Datalink. Варианты		RO	16-битное целое число
			По умолчанию			
			Бит			
			Зарезервирован Зарезервирован Зарезервирован Зарезервирован Зарезервирован Зарезервирован Зарезервирован Зарезервирован Зарезервирован Зарезервирован Trans Out 0 Relay Out 0			
			0 = условие ложно 1 = условие истинно			

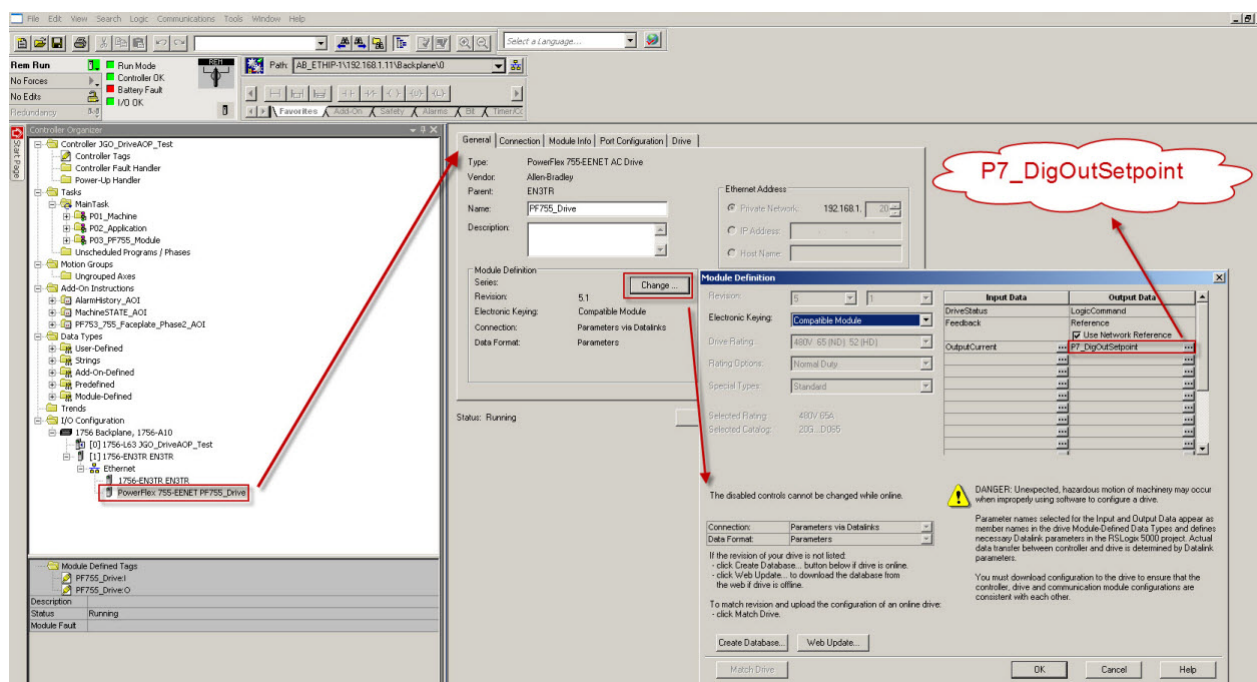
Ниже приводится информация о параметре уставки при установке на привод одного или нескольких дополнительных модулей PowerFlex серии 750.

Файл	Группа	№	Название на дисплее Полное наименование Описание	Значения	Чтение/запись	Тип данных																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
I/O	Цифровые выходы	7	Dig Out Setpoint Уставка цифрового выхода Управляет релейными или транзисторными выходами при выборе в качестве источника. Может использоваться для управления выходами с устройства связи по каналам данных Datalink. Варианты		RW	16-битное целое число																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
		По умолчанию	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

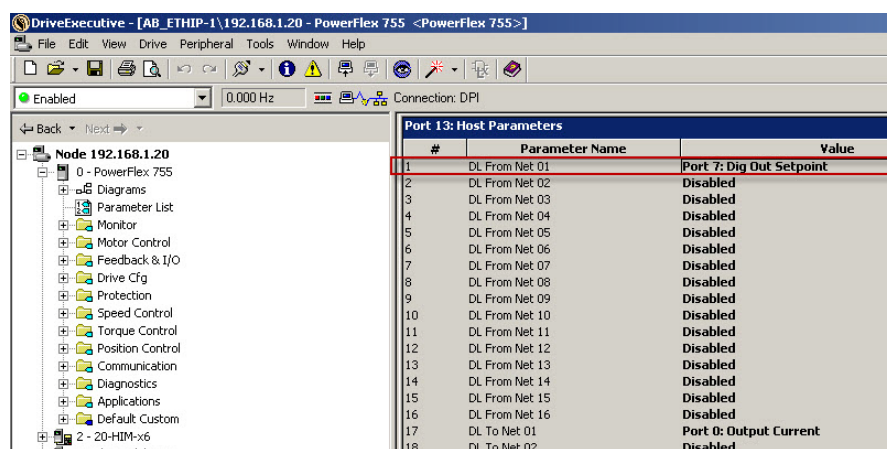
Пример

В этом примере рассмотрен привод PowerFlex 755 с дополнительным модулем ввода/вывода модели 20-750-2262C-2R на 24 В пост. тока и процессор ControlLogix™ L63. Дополнительный модуль привода, параметр P10 [RO0 Sel] настроен на порт 7: Dig Out Setpoint.Relay Out 0. Для программирования используется приложение Logix Designer с дополнительными профилями приводов (AOP). Это даст возможности связываться с приводом PowerFlex 755 и управлять им через его встроенный порт Ethernet по каналу данных P7 [Dig Out Setpoint], релейный выход 0.

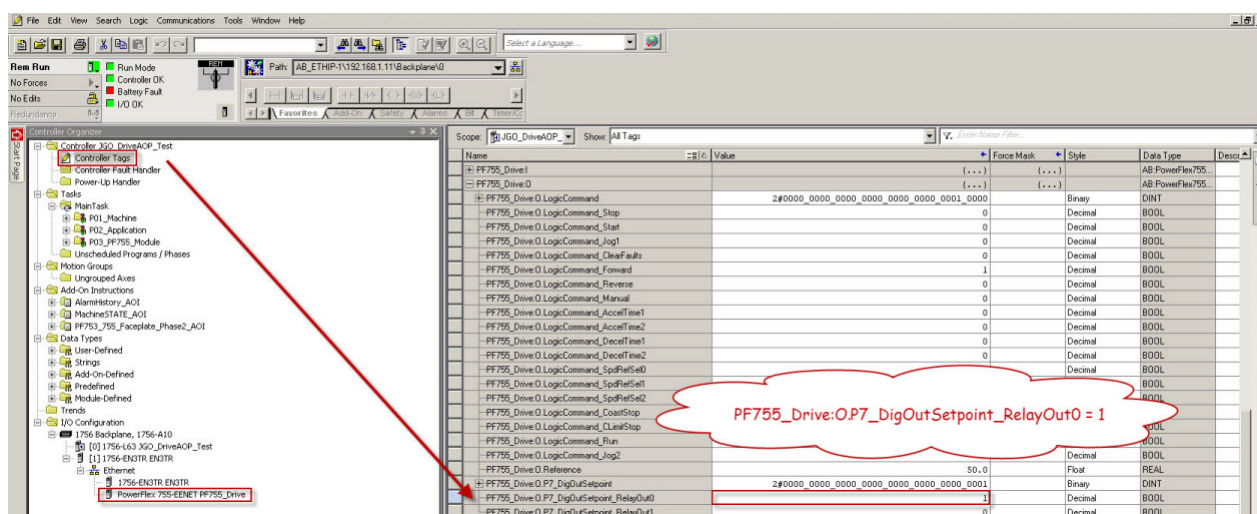
На следующем рисунке показана конфигурация канала данных привода PowerFlex 755.



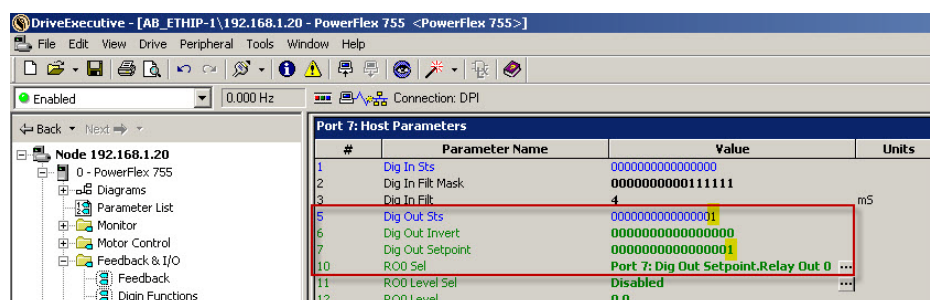
Ниже показана конфигурация канала данных привода PowerFlex 755 в программе DriveExecutive™.



Используя дополнительные профили привода и канал данных, можно применять созданный тэг контроллера (выделен ниже) для передачи сигналов управления релейным выходом по сети.



На следующем рисунке показаны результаты управления цифровым выходом по сети (выделены желтым цветом).



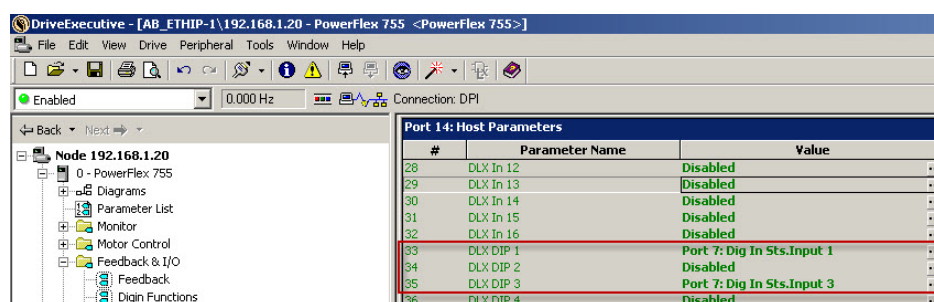
Условия, контролируемые программой DeviceLogix

Технология управления с помощью ПО DeviceLogix дает возможность гибкой адаптации привода к потребностям решаемой задачи. Программа DeviceLogix управляет выходами и информацией о состоянии на локальном уровне привода, что позволяет управлять приводом независимо или вместе с системой диспетчерского контроля, помогая улучшать характеристики и производительность системы. Программу DeviceLogix для приводов PowerFlex серии 750 можно использовать для чтения данных с входов и записи данных на выходы, а также для эксклюзивного управления приводом.

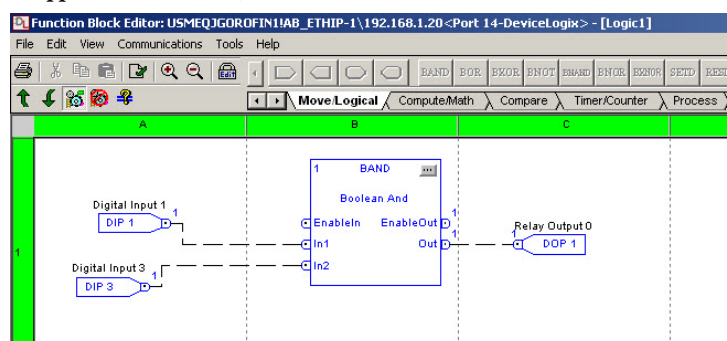
Пример

В следующем примере используются два входа, применяемые в реальных условиях, такие как концевые выключатели, сигналы которых подаются на дополнительный модуль PowerFlex серии 750, а для управления цифровым выходом используется программа DeviceLogix.

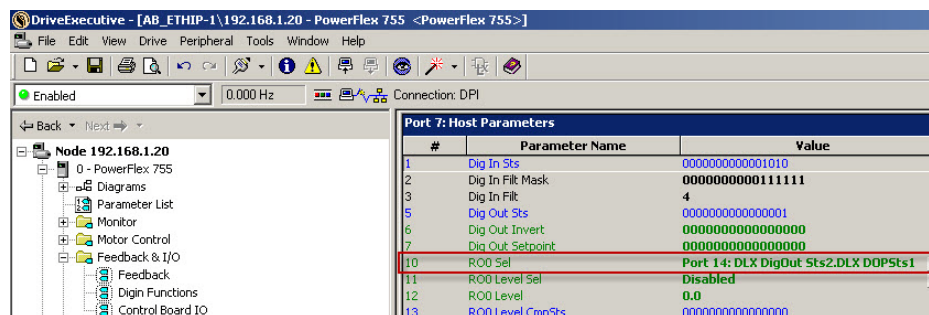
На следующем рисунке показана конфигурация цифровых входов для ПО DeviceLogix. Параметр P33 [DLX DIP 1] настроен на порт 7: Dig In Sts.Input 1, а параметр P35 [DLX DIP 3] настроен на порт 7: Dig In Sts.Input 3. Такая настройка дает возможность завести в программу DeviceLogix два входа, применяемых в реальных условиях.



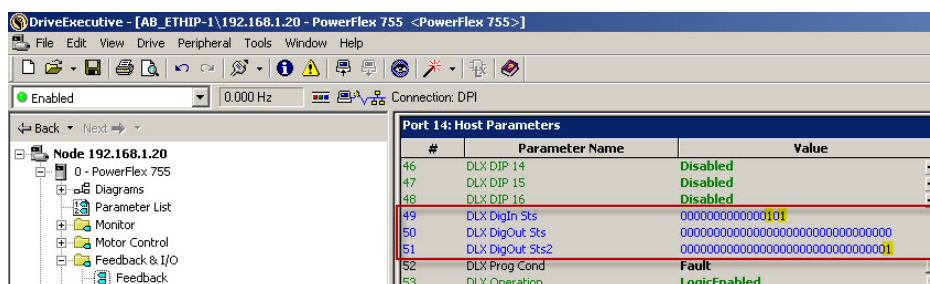
Затем программа DeviceLogix используется так, чтобы в том случае, когда оба цифровых входа 1 и 2 включены, программа DeviceLogix включала цифровой выход 1 (DOP 1).



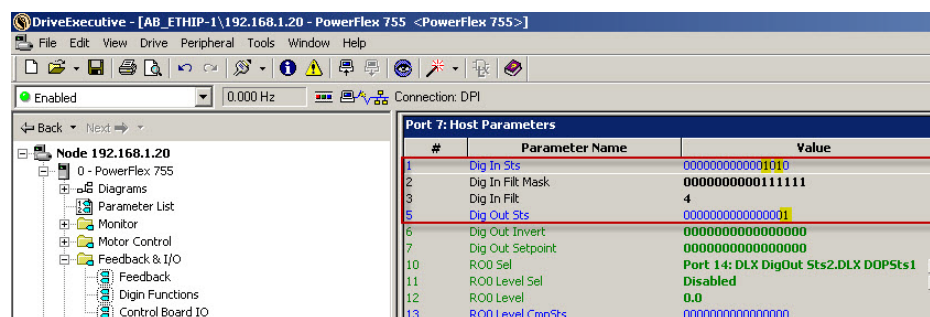
На следующем рисунке показана настройка конфигурации дополнительного модуля, P10 [RO0 Sel], на порт 14 программы DeviceLogix: DLX DigOut Sts2.DLX DOPSts1. Этот параметр связывает цифровой выход 1 (DOP 1) программы DeviceLogix с физическим выходом привода, чтобы сигнал логической единицы на выходе DOP 1 включал релейный выход дополнительного модуля привода.



На следующем рисунке показано состояние входов и выходов программы DeviceLogix, отображаемое параметрами P49 [DLX DigIn Sts] и P51 [DLX DigOut Sts2].



На следующем рисунке показано состояние входов и выходов программы DeviceLogix, отображаемое параметрами P1 [Dig In Sts] и P5 [Dig Out Sts].



Инверсия

Существует функция логической инверсии цифровых выходов привода PowerFlex серии 750. Для привода PowerFlex 753 эта функция настраивается параметром P226 [Dig Out Invert], а для дополнительного модуля PowerFlex серии 750 – параметром P6 [Dig Out Invert]. Функция инверсии меняет бит состояния выхода с 0 (ложно) на 1 (истинно), и наоборот.

Для работы функции логической инверсии требуется работа логической схемы привода, т. е. на модуль управления привода должно подаваться питание. Этого можно добиться, если включить модуль управления привода, подав питание на вход привода или подав 24 В пост. тока от внешнего источника питания на дополнительный модуль вспомогательного питания.

Информация о параметре инверсии привода PowerFlex 753 приведена ниже.

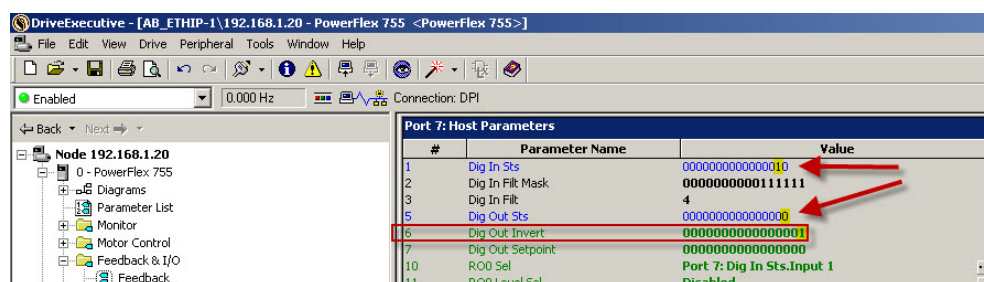
Файл	Группа	№	Название на дисплее Полное наименование Описание	Значения	Чтение/запись	Тип данных
FEEDBACK & I/O	Цифровые выходы	226	<div>753</div> Dig Out Invert Инверсия цифрового выхода Инвертирует выбранный цифровой выход.		RO	16-битное целое число
			Варианты			
			По умолчанию	Зарезервирован Зарезервирован Зарезервирован Зарезервирован Зарезервирован Зарезервирован Зарезервирован Зарезервирован Зарезервирован Зарезервирован Зарезервирован Зарезервирован Trans Out 0 Relay Out 0		
			Бит	0 = условие ложно 1 = условие истинно		

Ниже приведена информация о параметре инверсии при установке на привод одного или нескольких дополнительных модулей PowerFlex серии 750.

Файл	Группа	№	Название на дисплее Полное наименование Описание	Значения	Чтение/запись	Тип данных																																																				
I/O	Цифровые выходы	6	Dig Out Invert Инверсия цифрового выхода Инвертирует выбранный цифровой выход. Опции <table><tr><td></td><td>Зарезервирован</td><td>Зарезервирован</td><td>Зарезервирован</td><td>Зарезервирован</td><td>Зарезервирован</td><td>Зарезервирован</td><td>Зарезервирован</td><td>Зарезервирован</td><td>Зарезервирован</td><td>Зарезервирован</td><td>Зарезервирован</td><td>Зарезервирован</td><td>Зарезервирован</td><td>Зарезервирован</td><td>Trans Out 1⁽²⁾</td><td>Trans Out 0⁽¹⁾</td><td>Relay Out 0</td></tr><tr><td>Default</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>Бит</td><td>15</td><td>14</td><td>13</td><td>12</td><td>11</td><td>10</td><td>9</td><td>8</td><td>7</td><td>6</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td><td></td></tr></table>		Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Trans Out 1 ⁽²⁾	Trans Out 0 ⁽¹⁾	Relay Out 0	Default	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Бит	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0		
	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Trans Out 1 ⁽²⁾	Trans Out 0 ⁽¹⁾	Relay Out 0																																									
Default	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																									
Бит	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0																																										

Пример

В этом примере в привод используется установленный в порту 7 дополнительный модуль на 24 В пост. тока с двумя реле; параметр P10 [ROO Sel] запрограммирован на порт 7: Dig In Sts.Input 1. Обратите внимание на бит инверсии для релейного выхода 0: если бит состояния входа имеет истинное значение (1), то бит состояния цифрового выхода будет иметь ложное значение (0).



Время включения/выключения

Каждый цифровой выход снабжен двумя таймерами, контролируемые пользователем. Таймер «On» определяет время задержки с момента перехода из ложного состояния в истинное (т. е. с момента возникновения соответствующего условия) до момента соответствующего изменения состояния цифрового выхода. Таймер «Off» определяет время задержки с момента перехода из истинного состояния в ложное (т. е. с момента исчезновения соответствующего условия) до момента соответствующего изменения состояния цифрового выхода. Каждый таймер можно отключить, задав соответствующее время задержки равным 0.

Информация о параметрах включения/выключения привода PowerFlex 753 приведена ниже.

№ параметра	Название параметра	Описание
234	R00 On Time	Задаёт задержку включения «ON Delay» для цифровых выходов. Это время с момента возникновения условия до включения реле.
235	R00 Off Time	Задаёт задержку отключения «OFF Delay» для цифровых выходов. Это время с момента исчезновения условия до отключения реле.
244	T00 On Time	Задаёт задержку включения «ON Delay» для цифровых выходов. Это время с момента возникновения условия до включения реле или транзистора.
245	T00 Off Time	Задаёт задержку отключения «OFF Delay» для цифровых выходов. Это время с момента исчезновения условия до отключения реле или транзистора.

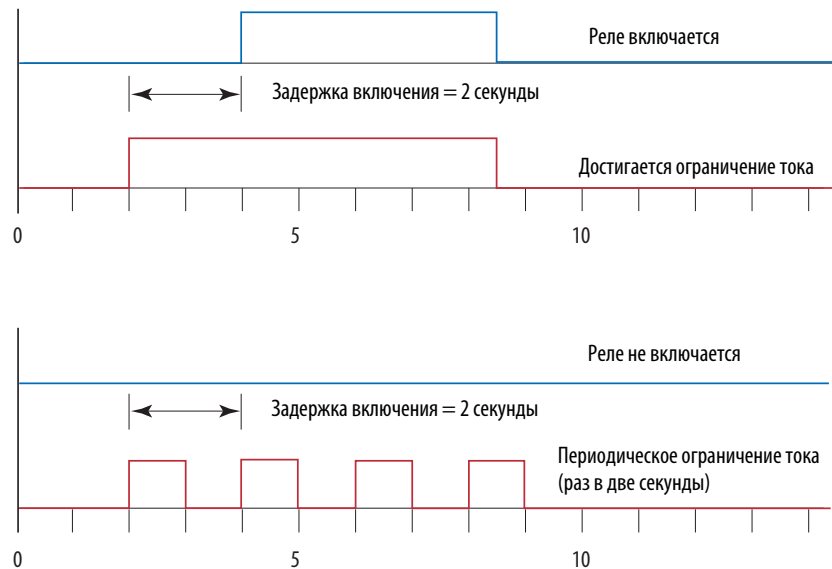
Ниже приведена информация о параметрах включения/выключения при установке одного или нескольких дополнительных модулей PowerFlex серии 750.

№ параметра	Название параметра	Описание
14	R00 On Time	Задаёт задержку включения «ON Delay» для цифровых выходов. Это время с момента возникновения условия до включения реле.
15	R00 Off Time	Задаёт задержку отключения «OFF Delay» для цифровых выходов. Это время с момента исчезновения условия до отключения реле.
24	R01 On Time или T00 On Time	Задаёт задержку включения «ON Delay» для цифровых выходов. Это время с момента возникновения условия до включения реле или транзистора.
25	R01 Off Time или T00 Off Time	Задаёт задержку отключения «OFF Delay» для цифровых выходов. Это время с момента исчезновения условия до отключения реле или транзистора.
34	T01 On Time	Задаёт задержку включения «ON Delay» для цифровых выходов. Это время с момента возникновения условия до включения транзистора.
35	T01 Off Time	Задаёт задержку отключения «OFF Delay» для цифровых выходов. Это время с момента исчезновения условия до отключения транзистора.

Результат перехода выхода (из ложного в истинное или из истинного в ложное состояние) во включенное или отключенное состояние при наличии условия управления выходом, зависит от этого условия. Если переход при возникновении условия управления выходом произойдет и включится таймер, а это условие вернется к исходному состоянию до истечения времени таймера, то отсчет времени будет прекращен и состояние соответствующего цифрового выхода не изменится.

Пример

На следующей схеме приведен пример, в котором цифровой выход настроен на параметр P935 [Drive Status 1], бит 27 «Cur Limit», время включения запрограммировано на 2 секунды, а время выключения запрограммировано на 0 секунд.



Состояние

Параметр [Dig Out Sts] отображает состояние цифровых выходов и может использоваться для поиска и устранения неисправностей цифровых выходов. Если бит, соответствующий цифровому выходу, включен, это означает, что логическая схема привода отдает команду на включение этого цифрового выхода. Если бит, соответствующий цифровому выходу, выключен, это означает, что логическая схема привода отдает команду на отключение этого цифрового выхода.

Информация о параметре состояния привода PowerFlex 753 приведена ниже.

Файл	Группа	№	Название на дисплее Полное наименование Описание	Значения	Чтение/запись	Тип данных
FEEDBACK & I/O	Цифровые выходы	225	753 Dig Out Sts		RO	16-битное целое число
			Состояние цифрового выхода			
			Состояние цифровых выходов.			
			Варианты			
			По умолчанию	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0		
			Бит	15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0		
				Зарезервирован Зарезервирован Зарезервирован Зарезервирован Зарезервирован Зарезервирован Зарезервирован Зарезервирован Зарезервирован Зарезервирован Зарезервирован Зарезервирован Зарезервирован Trans Out 0 Relay Out 0		
				0 = условие ложно 1 = условие истинно		

Файл	Группа	№	Название на дисплее Полное наименование Описание	Значения	Чтение/запись	Тип данных																																																			
I/O	Цифровые выходы	5	Dig Out Sts Состояние цифрового выхода Состояние цифровых выходов. Варианты <table><tr><td></td><td>Зарезервирован</td><td>Зарезервирован</td><td>Зарезервирован</td><td>Зарезервирован</td><td>Зарезервирован</td><td>Зарезервирован</td><td>Зарезервирован</td><td>Зарезервирован</td><td>Зарезервирован</td><td>Зарезервирован</td><td>Зарезервирован</td><td>Зарезервирован</td><td>Зарезервирован</td><td>Trans Out 1⁽²⁾</td><td>Trans Out 0⁽¹⁾</td><td>Relay Out 0</td></tr><tr><td>По умолчанию</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>Бит</td><td>15</td><td>14</td><td>13</td><td>12</td><td>11</td><td>10</td><td>9</td><td>8</td><td>7</td><td>6</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr></table> (1) Бит 1 = «Trans Out 0» для модуля ввода/вывода модели 20-750-2263C-1R2T. = «Relay Out 1» для модулей ввода/вывода моделей 20-750-2262C-2R и 20-750-2262D-2R. (2) Бит 2 используется только в модуле ввода/вывода 20-750-2263C-1R2T.		Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Trans Out 1 ⁽²⁾	Trans Out 0 ⁽¹⁾	Relay Out 0	По умолчанию	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Бит	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0 = выход обесточен 1 = выход запитан	R0	16-битное целое число
	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Зарезервирован	Trans Out 1 ⁽²⁾	Trans Out 0 ⁽¹⁾	Relay Out 0																																									
По умолчанию	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																									
Бит	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0																																									

Блок-схемы

рис. 11 - Привод PowerFlex 753

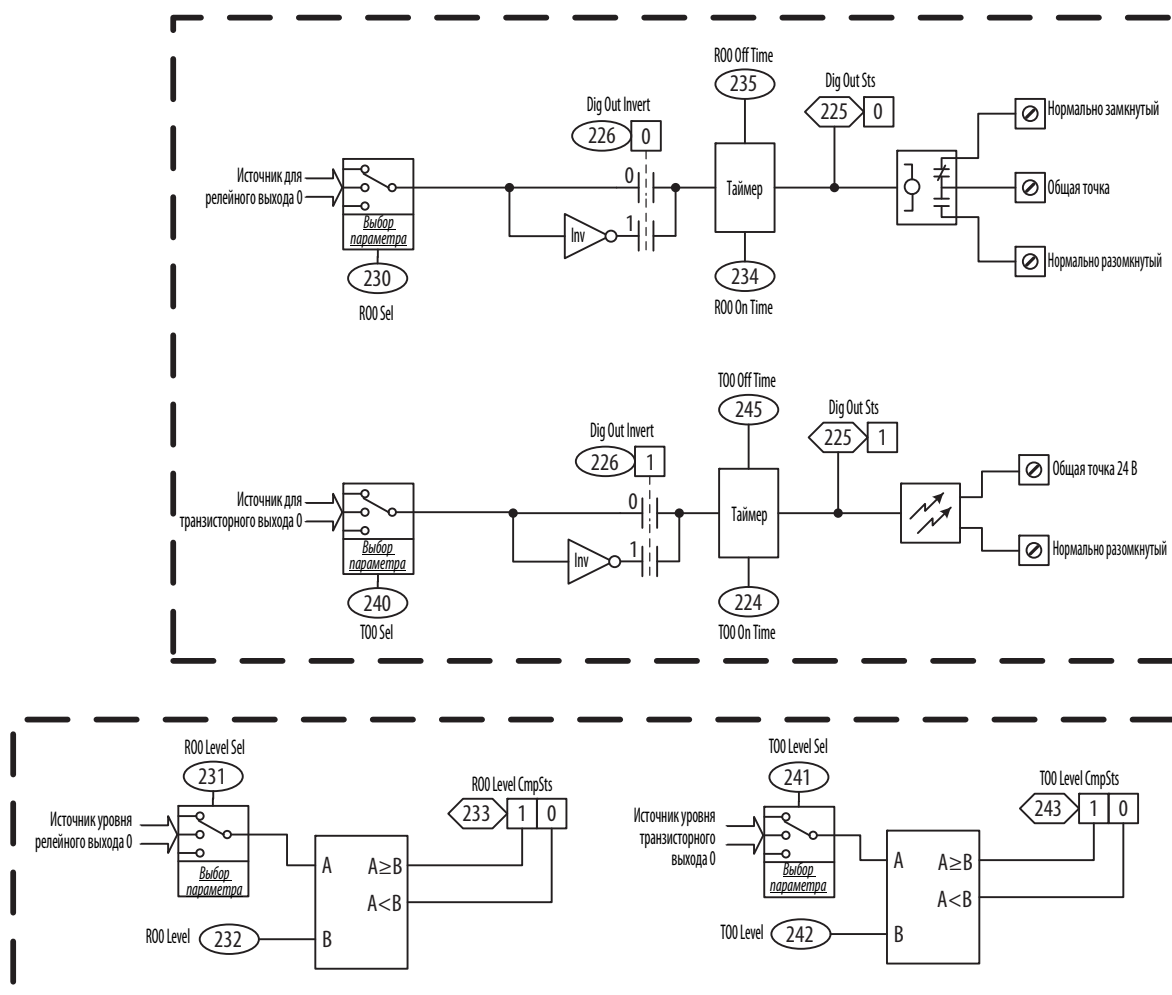
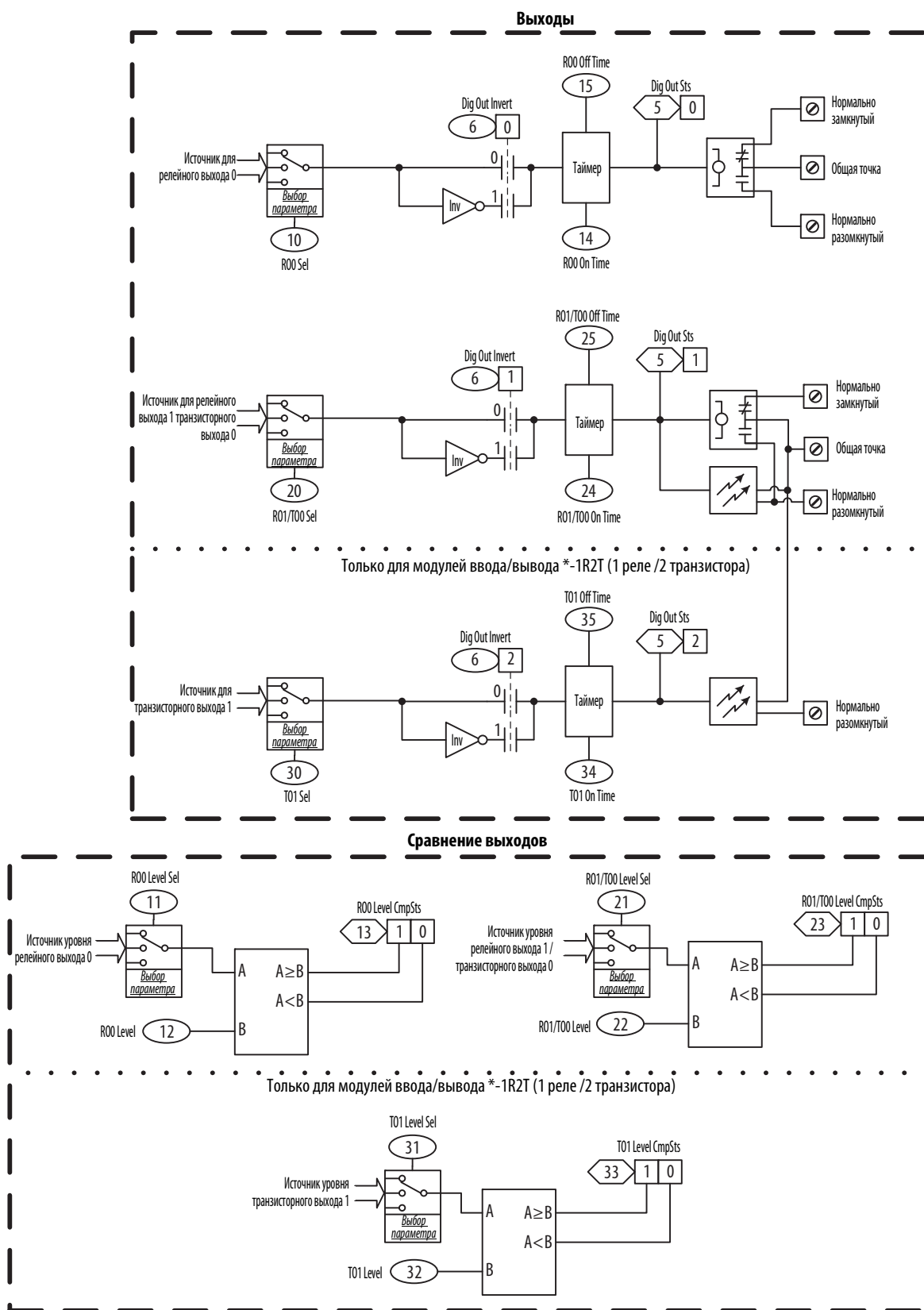


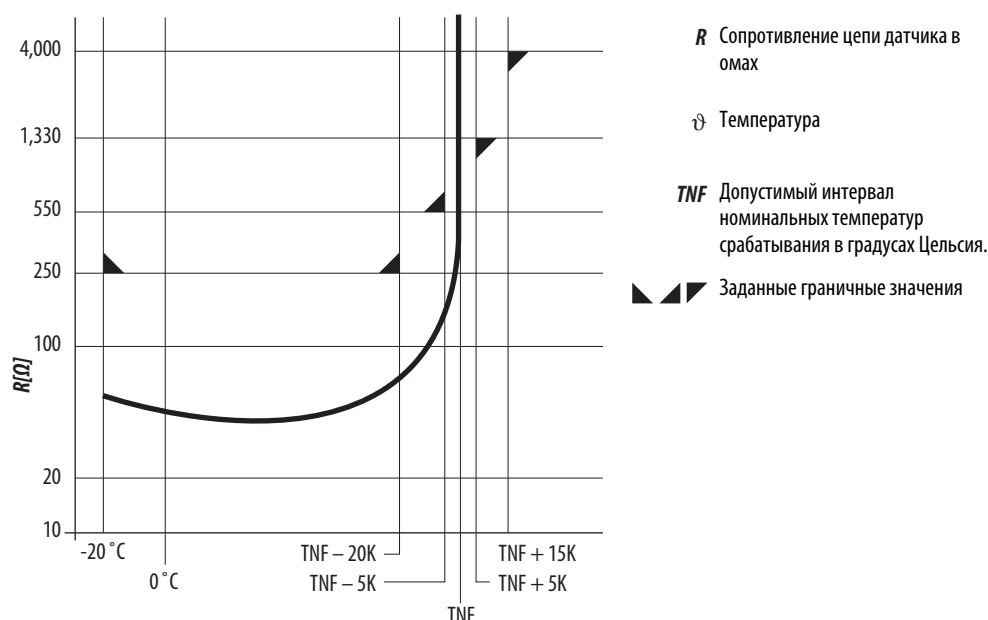
рис. 12 - Дополнительный модуль PowerFlex серии 750



Вход термистора РТС двигателя

Датчик РТС (термистор с положительным температурным коэффициентом), также известный как термистор двигателя, встроен в обмотку двигателя и может опрашиваться приводом для тепловой защиты двигателя. В обмотки двигателя обычно устанавливаются три датчика РТС (по одному на фазу), соединенные последовательно, как показано на схеме ниже. Миниатюрные датчики с малым сопротивлением ниже номинальной температуры срабатывания увеличивают свое сопротивление (по экспоненте) в номинальном диапазоне температур срабатывания. Номинальная температура срабатывания определяется типом датчика РТС. На двигателях с разными тепловыми классами изоляции (класс F или H) устанавливаются различные датчики РТС, каждый с собственной температурой срабатывания, например 120, 130 и 140 градусов Цельсия. В отличие от датчиков РТ100 или термисторов КТУ, у которых существует линейная зависимость между температурой и сопротивлением, термисторы РТС используются для индикации уровня температуры, а не ее прямого измерения в градусах Цельсия.

рис. 13 - График зависимости температуры от сопротивления для РТС по IEC-34-11-2

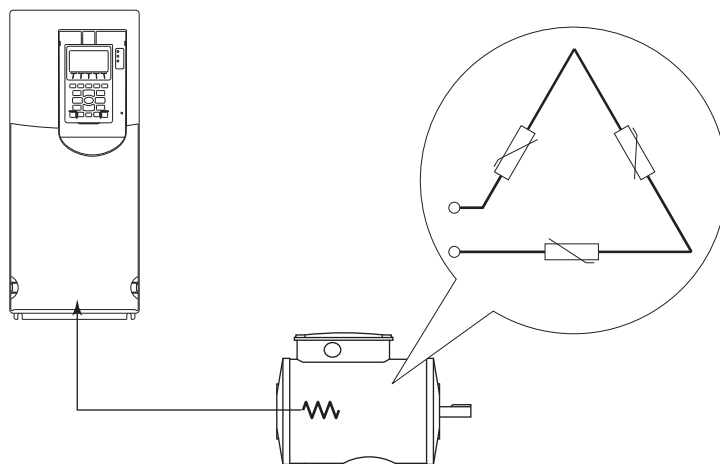


Оборудование и разъемы

Провода от термисторов РТС соединяются с клеммами РТС+ и РТС- на клеммной колодке ТВ1 на главной плате управления привода PowerFlex 753 или на колодке ТВ1 одного из дополнительных модулей ввода/вывода с каталожными номерами 20-750-2262C-2R, 20-750-2263C-1R2T, 20-750-2262D-2R.

Термисторы РТС для двигателей, сертифицированных АТЕХ, подключаются к дополнительному модулю АТЕХ, 20-750-АТЕХ, который устанавливается на одну из плат ввода/вывода 11-ой серии с каталожными номерами 20-750-1132C-2R, 20-750-1133C-1R2T, 20-750-1132D-2R.

рис. 14 - Схема подключения датчиков РТС



Конфигурация для датчика РТС, подключенного к главной плате управления PowerFlex 753

Порт 0: P250 [PTC Cfg] = 0 «Ignore,» 1 «Alarm,» 2 «Flt Minor,»
3 «FltCoastStop,» 4 «Flt RampStop,» или 5 «Flt CL Stop»

Статус отображается в параметре Порт 0: P251 [PTC Sts]

Конфигурация для дополнительного модуля ввода/вывода

Порт X (модуль ввода/вывода): P40 [PTC Cfg] = 0 «Ignore,» 1 «Alarm,»
2 «Flt Minor,» 3 «Flt CoastStop,» 4 «Flt RampStop,» или 5 «Flt CL Stop»

Статус отображается в параметре Порт X (модуль ввода/вывода): P41 [PTC Sts] и Порт X (модуль ввода/вывода): P42 [PTC Raw Value]

Конфигурация для модуля ввода/вывода 11-ой серии с опцией АТЕХ

Статус отображается в параметре Порт X (модуль ввода/вывода): P41 [ATEX Sts]. При использовании модуля АТЕХ действие при аварии не настраивается.

Авария или предупреждение

Реакция на увеличение сопротивления датчика РТС зависит от соответствующей настройки на аварию или предупреждение. При использовании модуля АТЕХ реакция может быть только одна – авария. Если сопротивление датчика РТС превышает 3,2 кОм, подается сигнал аварии или предупреждения. Функция сбрасывается, когда сопротивление падает ниже 2,2 кОм. При уменьшении сопротивления ниже 100 Ом подается сигнал обнаружения короткого замыкания. Если привод был настроен на аварию, то после сброса функции РТС (значение ниже порогового) необходимо также сбросить аварию.

Диагностика и защита

Раздел	Стр.
Предупреждения	157
Ограничение тока	158
Напряжение на шине постоянного тока/память	159
Перегрузка привода	159
Аварии	164
Обнаружение потери фазы питания	167
Перегрузка двигателя	169
Ограничение превышения скорости вращения	173
Пароль	174
Часы реального времени	175
Отраженная волна	180
Безопасность	186
Предохранительный штифт	189
Компенсация скольжения	193
Регулятор скольжения	195

Предупреждения

Предупреждения служат для индикации ситуаций, которые происходят в приводе или в нагрузке, и о которых оповещается пользователь. Эти ситуации могут влиять на работу привода или функционирование нагрузки. Также могут обнаруживаться и отображаться такие состояния, как потеря питания или потеря аналогового входного сигнала, чтобы привод или оператор мог предпринять необходимые действия.

Есть два типа предупреждений.

- Предупреждения типа 1 – состояния, которые не приводят к остановке и отключению привода, но если состояние сохраняется, оно может привести к повреждению привода.
- Предупреждения типа 2 – состояния, вызванные неправильным программированием и препятствующие запуску привода, пока программирование не исправлено. Пример предупреждения типа 2: функция запуска назначена цифровому входу, а функция остановки не назначена другому цифровому входу.

В разделе поиска и устранения неисправностей Руководства по программированию преобразователей частоты PowerFlex серии 750, публикация [750-PM001](#), содержится перечень характерных для привода аварий и предупреждений, их тип и действие при их возникновении.

В программе Control Logix не следует устанавливать параметр P410 [Motor OL Actn] на вариант 1 «Alarm». В приводах со встроенным ПО версии 8.001 или ниже есть аномалия, которая предотвращает появление предупреждения о перегрузке в параметрах P959 [Alarm Status A] и P937 [Condition Sts 1], бит 2 «Motor OL». В этом случае ни один из этих параметров не может инициировать процедуры реакции на предупреждение.

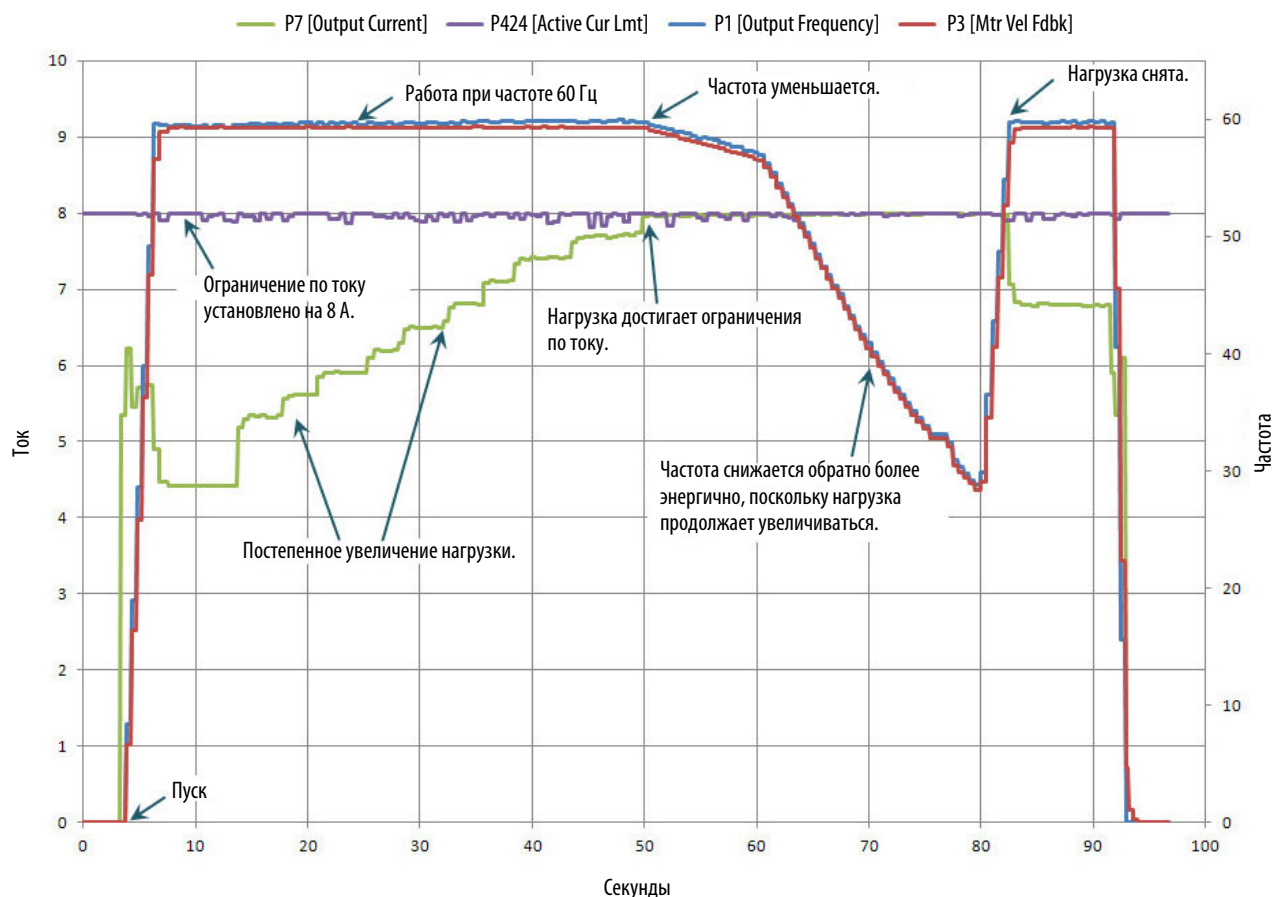
Установка параметра P410 [Motor OL Actn] на один из аварийных вариантов или обновление флеш-памяти привода до версии встроенного ПО выше 8.001 устраняет эти проблемы. Инструкции по обновлению флеш-памяти приводов приведены в примечаниях к выпускам новых версий встроенного ПО привода.

Ограничение тока

Есть пять способов, с помощью которых привод может защитить себя от превышения тока или перегрузок.

Способ	Описание
Аппаратная перегрузка по току	Это функция мгновенно отключает привод по аварии, если выходной ток превышает заданное значение. Это значение зафиксировано в оборудовании и обычно составляет 250% от номинального тока привода. Код аварии для этой функции – F12 «HW OverCurrent». Эту функцию нельзя отменить или игнорировать.
Программная перегрузка по току	Этот способ защиты используется, когда максимальное значение тока не достигает уровня аппаратной перегрузки по току, сохраняется достаточно долго и на достаточно высоком уровне, чтобы повредить определенные компоненты привода. При возникновении такой ситуации схема защиты привода вызывает появление аварии F36 «SW OverCurrent». Значение, при котором возникает авария, фиксируется и сохраняется в памяти привода.
Программное ограничение тока	Эта функция пытается уменьшить ток, снижая выходное напряжение и частоту, если выходной ток превышает запрограммированное значение. Параметр P422/423 [Current Limit 1/2], выбранный в параметре P421 [Current Lmt Sel], можно устанавливать в пределах 150% номинального тока привода. Реакция на превышение этого значения программируется с помощью аварии по срезу предохранительного штифта Shear Pin. Задание этого параметра создает аварию F61 или F62 «Shear Pin n». Отключение этого параметра приводит к тому, что привод снижает выходные параметры, чтобы уменьшить нагрузку.
Тепловая защита радиатора	Привод постоянно контролирует температуру радиатора. Если температура превышает максимальную для привода, возникает авария F8 «Heatsink OvrTemp». Уставка аварии зафиксирована в оборудовании на уровне 100 градусов Цельсия. Эта авария обычно не используется для защиты от превышения тока из-за значительной тепловой постоянной времени радиатора. Это защита от перегрузки.
Защита привода от перегрузки	Смотрите раздел Перегрузка привода на стр. 159 .

рис. 15 - Примеры уменьшения частоты для ограничения тока



Напряжение на шине постоянного тока/память

Параметр P11 [DC Bus Volts] служит для измерения мгновенного значения. Параметр P12 [DC Bus Memory] представляет собой сильно отфильтрованное или среднее значение напряжения на шине постоянного тока. Сразу же после включения реле предварительной зарядки при подаче питания на привод в значение памяти напряжения записывается текущее напряжение на шине постоянного тока. Затем это значение изменяется на усредненное мгновенное напряжение на шине постоянного тока за период в 6 минут.

Память напряжения на шине используется в качестве эталонного значения для выявления потери питания. Если привод переходит в состояние потери питания, то шинная память также будет использоваться для возобновления работы (например, для управления предварительной зарядкой или работы при движении по инерции) после восстановления питания. Обновление памяти напряжения на шине блокируется на время замедления, чтобы предотвратить запоминание ложного высокого значения в результате рекуперации энергии при торможении.

Перегрузка привода

Функция тепловой перегрузки привода предназначена для защиты силового модуля привода, если в процессе работы превышаются расчетные ограничения. Эта функция не защищает двигатель, для этого существует функция защиты от перегрузки двигателя (см. [Перегрузка двигателя на стр. 169](#)).

Функция тепловой перегрузки привода использует два способа защиты привода. Защита с обратнoзависимой выдержкой времени по среднему выходному току и тепловая защита, которая моделирует температуру IGBT-транзисторов на основе измеренной температуры силового модуля и условий работы. Каждый способ может уменьшать частоту коммутации ШИМ или снижать ограничение по току. Если номинальные условия превышены и даже после применения одной из мер, упомянутых выше, нагрузка на привод не уменьшается, создается авария F64 «Drive Overload». Механизм обнаружения аварии нельзя отключить. Может быть заблокирована только возможность уменьшения частоты ШИМ и ограничения по току.

Привод контролирует температуру силового модуля, основываясь на измеренной температуре и тепловой модели силового модуля. Если температура повышается и включается счетчик P940 [Drive OL Count], привод может понизить частоту ШИМ, чтобы уменьшить коммутационные потери в силовом модуле. Если температура продолжает повышаться, привод может снизить ограничение по току, чтобы попытаться уменьшить нагрузку. Такая реакция настроена по умолчанию, но ее можно изменить с помощью параметра P420 [Drive OL Mode], увеличив температуру привода. Если температура привода становится критической, параметр P940 [Drive OL Count] достигает 100%, и привод отключается по аварии.

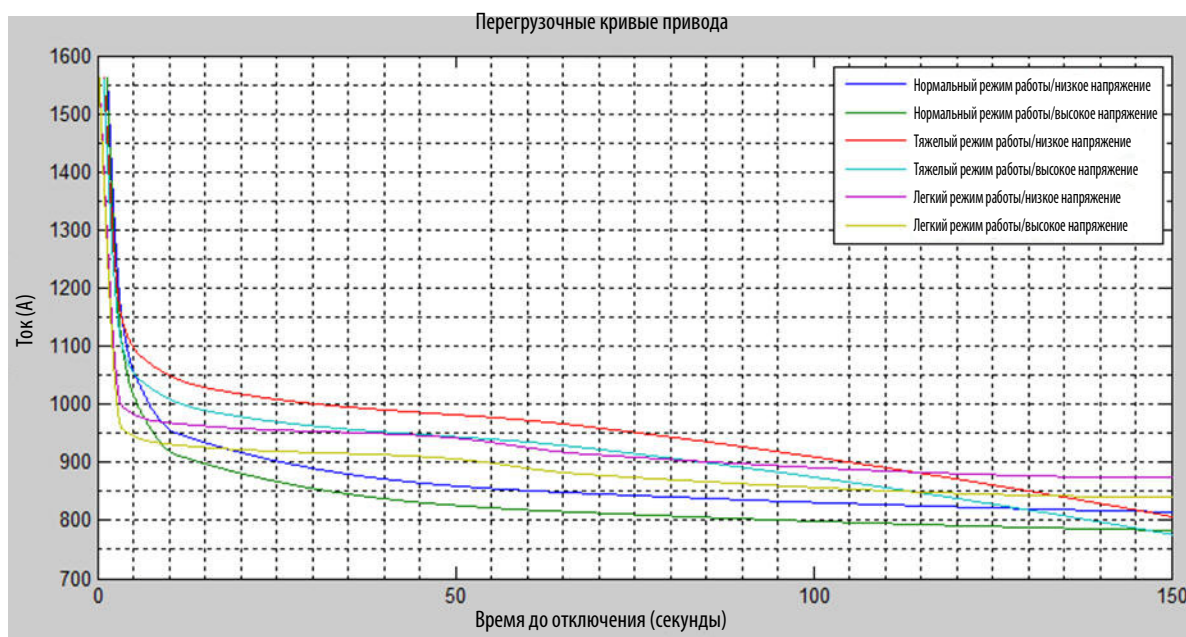
Если привод работает при низкой температуре окружающего воздуха, он может превысить номинальный ток прежде, чем контролируемая температура станет критической. Для защиты от такой ситуации тепловая перегрузка привода также содержит алгоритм с обратнoзависимой выдержкой времени. Когда эта схема обнаруживает выход за номинальные пределы, она может уменьшить ограничение тока или отключить привод по аварии.

Защита с обратнoзависимой выдержкой времени

На следующих графиках показан пример работы привода 20G1AxС770 близко к предельным параметрам. Кривая определяется номинальной нагрузкой привода и соответствующими перегрузочными способностями. Они зависят от класса напряжения и нагрузочной способности привода и настраиваются в параметрах P305 [Voltage Class] и P306 [Duty Rating]. В этом конкретном примере показано шесть различных режимов перегрузки.

- Низкое напряжение/нормальный режим работы или высокое напряжение/нормальный режим работы
 - Низкое напряжение/тяжелый режим работы или высокое напряжение/тяжелый режим работы
 - Низкое напряжение/легкий режим работы или высокое напряжение/легкий режим работы
- Легкий режим работы доступен только для приводов типоразмера 8 и выше.

Если нагрузка на привод превышает уровень тока, выраженный одной из кривых, защита с обратной зависимой выдержкой времени будет увеличивать счетчик перегрузки. Ограничение по току может уменьшаться до 100% номинального значения привода, когда счетчик перегрузки привода достигает 97,35%, чтобы был обеспечен рабочий цикл 10/90 или 5/95. Например, после 60 секунд при 110% нагрузки следуют 9 минут при 100%, а после 3 секунд при 150% следуют 57 секунд при 100%. Если предельное значение, при котором принимаются меры, немного выше номинального значения, привод будет уменьшать свои выходные параметры только тогда, когда номинальные параметры привода будут превышены. Если снижение ограничения по току не разрешено в P940 [Drive OL Mode], при превышении номинальных параметров происходит отключение по аварии F64 «Drive Overload».

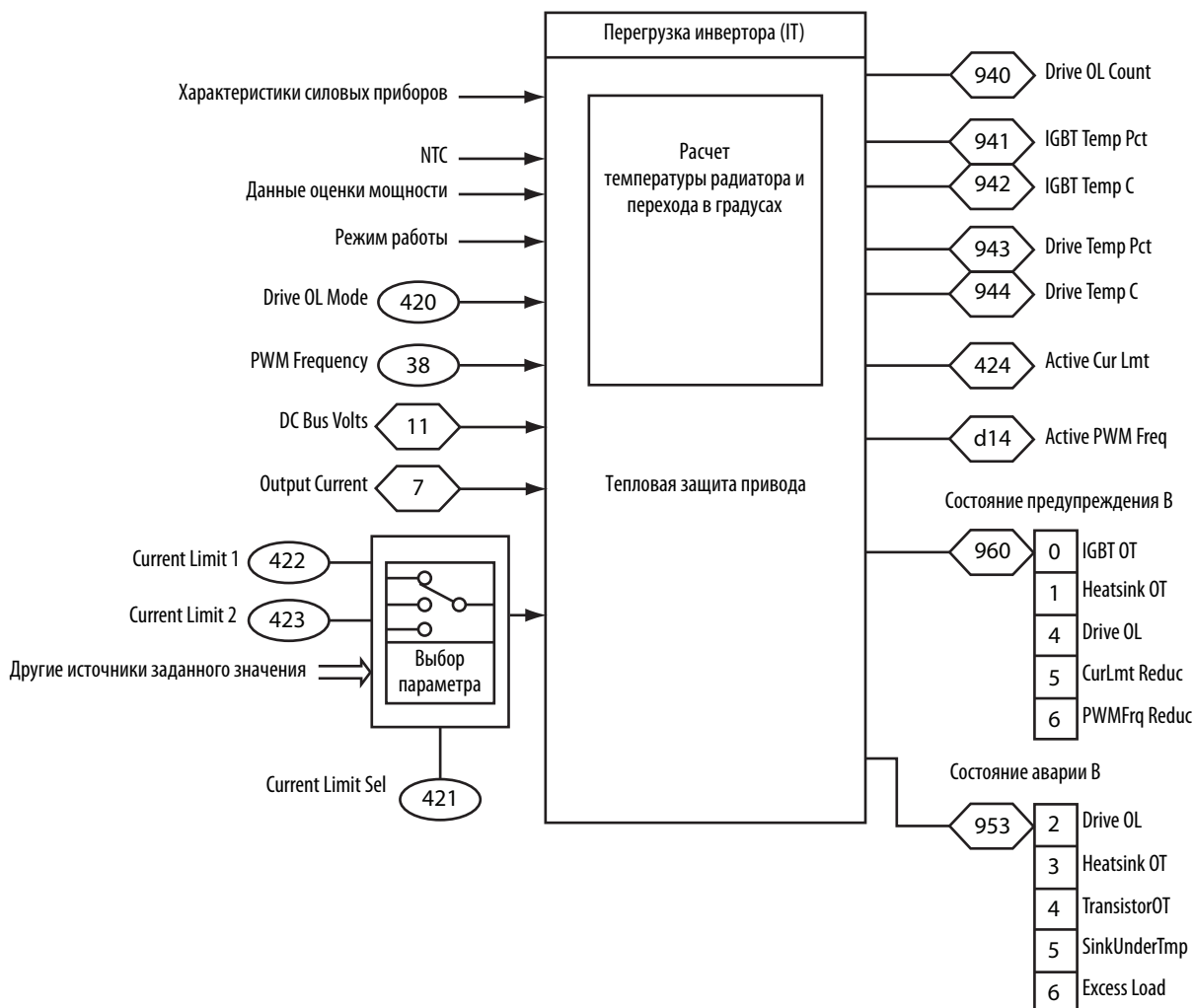


Нормальный и тяжелый режим работы

Для различных задач требуются различные значения перегрузки по току. Выбор размера привода для нормального режима обеспечивает его работу с перегрузкой 110% в течение 60 секунд и 150% в течение 3 секунд. Для областей применения с тяжелым режимом работы необходимо выбирать привод на один типоразмер больше необходимого для двигателя, что обеспечит увеличение перегрузки по току в сравнении с номинальными параметрами двигателя. Выбор привода для тяжелого режима обеспечивает его работу с перегрузкой по току 150% в течение 60 секунд и 180% в течение 3 секунд. Процент перегрузки указан относительно номинального тока подключенного двигателя.

Тепловая защита

Тепловая защита гарантирует, что не будут превышены номинальные тепловые характеристики силового модуля. Работу тепловой защиты можно представить как функциональный блок с входами и выходами, показанный ниже.



Ниже приведены обобщенные вычисления, выполняемые тепловой защитой. Температура перехода IGBT-транзистора рассчитывается на основании измеренной температуры привода и повышения температуры, которое зависит от условий эксплуатации. Когда расчетная температура перехода достигает максимального значения, привод отключается по аварии. Эту аварию нельзя отключить. Эта максимальная температура перехода хранится в энергонезависимой памяти силовой платы вместе с другой информацией, определяющей работу функции перегрузки привода. Пользователь не может изменить эти параметры. Помимо максимальной температуры перехода есть значения температуры, при которых начинает уменьшаться частота ШИМ и снижаться ограничение по току. В битах предупреждения P960 [Alarm Status B] содержится информация о достижении состояния, при котором уменьшаются выходные параметры, независимо от того, настроен ли привод на такое уменьшение на самом деле. Бит 6 «PWMFrq Reduc» является битом предупреждения об уменьшении частоты ШИМ и появляется при температуре на 10 °C ниже температуры аварии. Бит 5 «CurLmt Reduc» является битом предупреждения о снижении ограничения по току и появляется при температуре на 5 °C ниже температуры аварии. Уставка аварии по превышению температуры уменьшается при работе с выходной частотой ниже 5 Гц.

Конфигурация

Параметр P420 [Drive OL Mode] позволяет пользователю выбирать действие, выполняемое при повышении тока или температуры привода. Когда этот параметр установлен на 0 «Disabled», привод не будет изменять частоту ШИМ или ограничение по току. Когда он установлен на 2 «Reduce PWM», привод будет изменять только частоту ШИМ. Этот вариант обычно используется на подъемных устройствах. Вариант 1 «Reduce CLmt» приведет к изменению только ограничения по току. При выборе значения параметра 3 «Both-PWM 1st», привод сначала будет изменять частоту ШИМ, а затем, при необходимости, ограничение по току, чтобы предотвратить отключение привода по аварии F64 «Drive Overload» или от F8 «Heatsink OvrTemp».

Отображение температуры

Температура привода измеряется (датчик NTC на радиаторе) и отображается в процентах от тепловой перегрузочной способности привода в P943 [Drive Temp Pct], и от тепловой перегрузочной способности IGBT-транзисторов в P941 [IGBT Temp Pct]. Эти два параметра нормализованы по тепловой перегрузочной способности привода, которая зависит от типоразмера и отображает тепловое использование в процентах от максимума (100% = отключение привода). Температура радиатора P944 [Drive Temp C] и температура IGBT-транзистора P942 [IGBT Temp Pct] в градусах Цельсия также отображаются на контрольных точках. Они не связаны непосредственно с моментом отключения, поскольку максимальные значения заданы в процентах.

Работа с низкой скоростью

При работе с частотой ниже 5 Гц рабочий цикл IGBT-транзисторов такой, что тепло в силовых приборах накапливается быстрее. Тепловая защита увеличивает расчетную температуру IGBT-транзисторов при пониженных выходных частотах и быстрее выполняет корректирующие действия. Обратитесь в службу технической поддержки, если требуется длительная работа на пониженных выходных частотах, чтобы можно было подобрать необходимое снижение номинальных параметров привода. Также необходимо учитывать, что когда привод работает в режиме ограничения по току, выходная частота уменьшается, чтобы попытаться сократить нагрузку. Это хорошо работает при нагрузке с переменным крутящим моментом, но при нагрузке с постоянным моментом уменьшение выходной частоты не понижает ток (нагрузку). Снижение ограничения по току при нагрузке с постоянным моментом переводит привод в область, где тепловые проблемы становятся только хуже. В этой ситуации тепловая защита увеличивает расчетные потери в силовом модуле, чтобы отслеживать наихудший случай. Таким образом, если тепловая защита обычно позволяет работать с перегрузкой 150% в течение 3 секунд на высоких скоростях, она может позволить работать при 150% только в течение одной секунды при низких скоростях, прежде чем отключить привод по аварии. В некоторых областях применения, таких как подъемные устройства, может быть лучше отключить снижение ограничения по току.

Аварии

Аварии – это события или состояния, происходящие в приводе и/или вне его. Эти события или состояния по умолчанию считаются настолько существенными, что работа привода прекращается. Информация об аварии отображается с помощью индикатора STS (Состояния) привода, на интерфейсе оператора, по сети и/или через цифровые выходы.

Реакция привода на аварии

Когда происходит авария, состояние аварии фиксируется, чтобы пользователь или приложение выполнили сброс аварии и сняли фиксацию. Состояние, которое вызвало аварию, должно определять реакцию пользователя. Если состояние, которое вызвало аварию, все еще существует после сброса аварии, привод снова отключится по аварии и это состояние зафиксировано.

- В ответ на аварию привод принимает определенные меры в зависимости от типа аварии. Пользователь может настроить реакцию привода на некоторые типы аварий. При ненастраиваемых авариях выход привода автоматически отключается и происходит остановка двигателя выбегом. В разделе поиска и устранения неисправностей Руководства по программированию преобразователей частоты PowerFlex серии 750, публикация [750-PM001](#), содержатся подробные данные об обоих типах аварий.
- Код аварии вводится в первый буфер очереди аварий (см. правила в разделе [Очередь аварий](#) ниже).
- Дополнительные данные о состоянии привода во время возникновения аварии записываются. Эта информация всегда связана с самой новой записью в очереди аварий в параметре P951 [Last Fault Code]. Когда происходит следующая авария, эти данные перезаписываются.

В энергонезависимой памяти привода записываются и фиксируются следующие данные/состояния.

- P952 [Fault Status A]
P953 [Fault Status B]
Указывают на возникновение ситуаций, которые были настроены как аварии.
- P954 [Status1 at Fault]
P955 [Status2 at Fault]
Записывает рабочее состояние привода в момент аварии.
- P957 [Fault Amps]
Ток двигателя в момент аварии.
- P958 [Fault Bus Volts]
Напряжение на шине постоянного тока в момент аварии.
- P956 [Fault Frequency]
Выходная частота в момент аварии.
- P962 [AlarmA at Fault]
P963 [AlarmB at Fault]
Записывают и отображают значения параметров P959/960 [Alarm Status A/B] при последней аварии.

Очередь аварий

Аварии также регистрируются в очереди аварий, чтобы сохранялась история последних аварий. Каждое записанное событие содержит код аварии (с соответствующим текстом) и «время возникновения» аварии. У приводов PowerFlex серии 750 в очереди сохраняются 32 события.

В очереди аварий сохраняются все аварийные события, происходящие, когда не зафиксирована никакая другая авария. Каждая запись в очереди аварий содержит код аварии и отметку времени. Новые аварии не регистрируются в очереди, если предыдущая авария уже произошла, но еще не была сброшена. Регистрируются только те аварии, которые фактически отключают привод. Никакие аварии, которые происходят в то время, когда привод уже находится в состоянии аварии, не регистрируются.

Очередь аварий работает по принципу «первая запись удаляется первой» (FIFO). Запись 1 в очереди аварий всегда является самой новой записью. Запись 32 всегда самая старая. После регистрации новой аварии каждая существующая запись перемещается на одну позицию. Существующая запись 1 перемещается на позицию 2, существующая запись 2 перемещается на позицию 3 и т. д. Если при возникновении аварии очередь аварий уже заполнена, самая старая запись стирается.

Очередь аварий хранится в энергонезависимой памяти и ее содержимое сохраняется при отключении и включении питания.

Код и отметка времени аварии

Код аварии с текстовым описанием для каждой записи можно посмотреть с помощью интерфейса оператора. Когда на дисплее отображается код аварии, можно еще раз нажать на кнопку ввода на интерфейсе оператора, чтобы увидеть отметку времени для этой аварии. Отметка времени показывает время, прошедшее с момента возникновения аварии.

При использовании одного из программных средств (DriveExecutive, DriveExplorer, Connected Component Workbench или Logix Designer) код аварии, текст с описанием и отметка времени отображаются одновременно.

Сброс или очистка аварии

Зафиксированное состояние аварии можно сбросить следующими способами.

- Переход цифрового входа, запрограммированного на сброс аварии DI Clear Fault, из выключенного состояния во включенное.
- Нажатие программной клавиши «CLR» или кнопки Stop на интерфейсе оператора, когда отображается авария.
- Через периферийное устройство с протоколом DPI (несколько способов).
- Сброс на заводские настройки по умолчанию через изменение параметра.

- Отключение и включение питания привода, чтобы панель управления прошла через процедуру включения питания.

Сброс аварий также отключает отображение состояния аварии. Если какое-либо аварийное состояние все еще существует, авария повторно фиксируется и новая запись вносится в очередь аварий.

Очистка очереди аварий

Сброс аварии не очищает очередь аварий. Это можно сделать через меню интерфейса оператора или с помощью команды протокола DPI через порт связи.

Настройка конфигурации аварий

Привод можно настроить так, чтобы некоторые состояния не приводили к его отключению.

Ниже приведен краткий список настраиваемых аварий привода. Некоторые из этих аварий описаны более подробно в соответствующих разделах этого документа.

У дополнительного оборудования, такого как энкодер или платы ввода/вывода, есть свои настраиваемые аварии. См. раздел поиска и устранения неисправностей Руководства по программированию преобразователя частоты PowerFlex серии 750, публикация [750-PM001](#).

- P409 [Dec Inhibit Actn]
- P410 [Motor OL Actn]
- P435 [Shear Pin 1 Actn]
- P438 [Shear Pin 2 Actn]
- P444 [OutPhaseLossActn]
- P449 [Power Loss Actn]
- P462 [InPhase LossActn]
- P466 [Ground Warn Actn]
- P493 [HSFan EventActn]
- P500 [InFan EventActn]
- P506 [MtrBrngEventActn]
- P510 [MtrLubeEventActn]
- P515 [MchBrgEventActn]
- P519 [MchLubeEventActn]
- P865 [DPI Pt1 Flt Actn]
- P866 [DPI Pt2 Flt Actn]
- P867 [DPI Pt3 Flt Actn]
- P1173 [TorqAlarm TOActn]

Обнаружение потери фазы питания

Иногда в трехфазных сетях может произойти отключение одной фазы, и питание будет осуществляться по оставшимся двум фазам (однофазная авария). Работа привода при отсутствии одной фазы на мощности свыше 50% от номинальной может привести к его повреждению. Если такая ситуация возможна, рекомендуется включить функцию обнаружения потери фазы питания. Привод можно запрограммировать на включение бита предупреждения или на выдачу сигнала аварии привода (неосновной или основной). Привод определяет отсутствие фазы по пульсациям напряжения на шине постоянного тока.

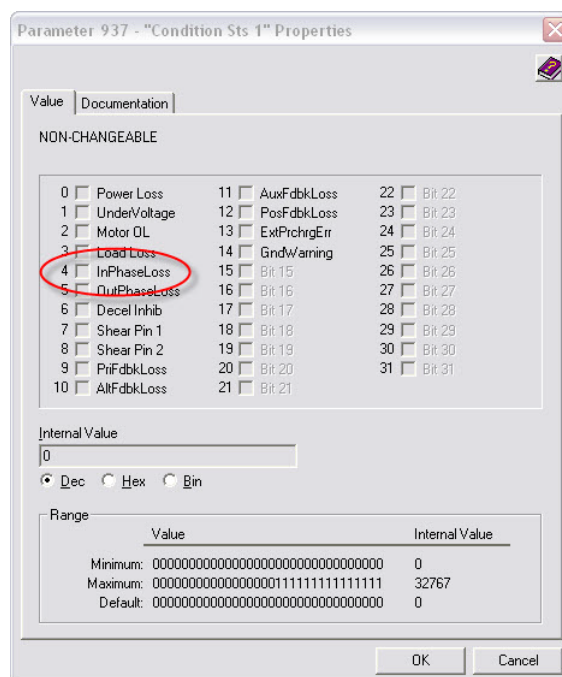
Настройка действий при потере фазы питания

P462 [InPhase LossActn]

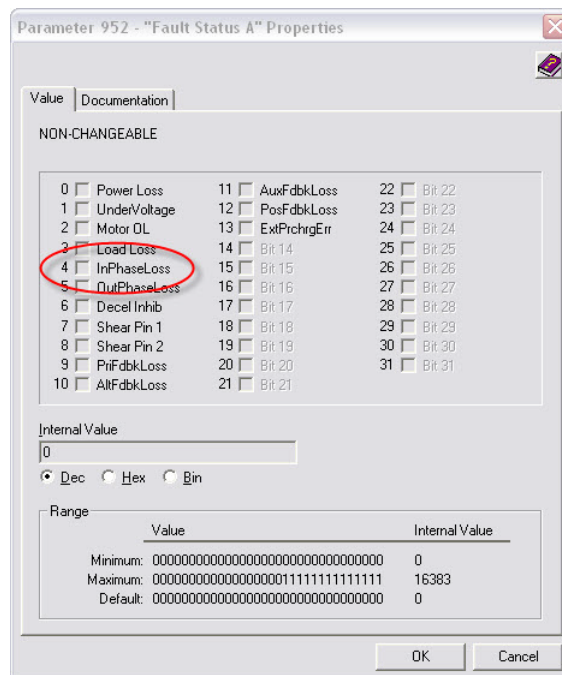
Для настройки действий при потере фазы питания используются следующие биты:

- «Ignore» (0) – никаких действий не предпринимается. Это может привести к значительному повреждению привода.
- «Alarm» (1) – индикация сигнала предупреждения типа 1.
- «Flt Minor» (2) – индикация неосновной аварии. Работающий привод продолжает работать. Включается параметром P950 [Minor Flt Cfg]. Если эта функция не включена, привод действует как в случае основной аварии.
- «Flt CoastStop» (3) – индикация основной аварии. Выбег до остановки.
- «Flt RampStop» (4) – индикация основной аварии. Линейное замедление до остановки.
- «Flt CL Stop» (5) – индикация основной аварии. Останов с ограничением тока.

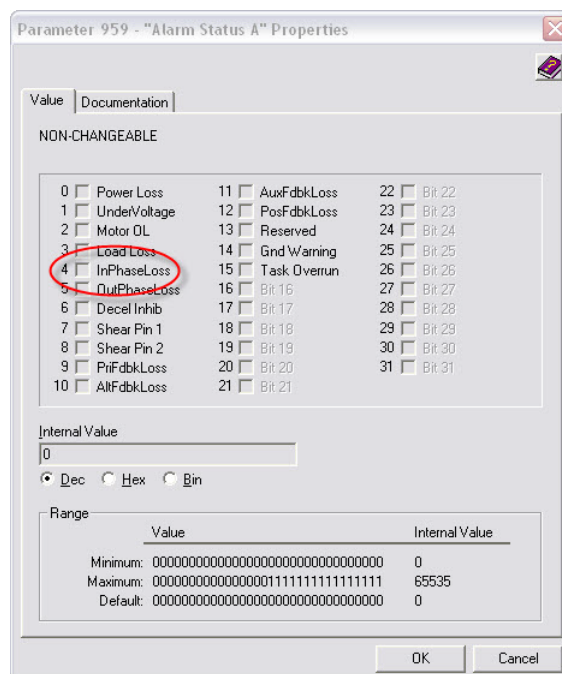
Потеря фазы питания отображается битом 4 «InPhaseLoss» параметра P937 [Condition Sts 1].



Если в качестве действия при потере фазы питания настроена авария, выставляется бит 4 «InPhaseLoss» параметра P952 [Fault Status A].



Если в качестве действия при потере фазы питания настроено предупреждение, выставляется бит 4 «InPhaseLoss» параметра P959 [Alarm Status A].



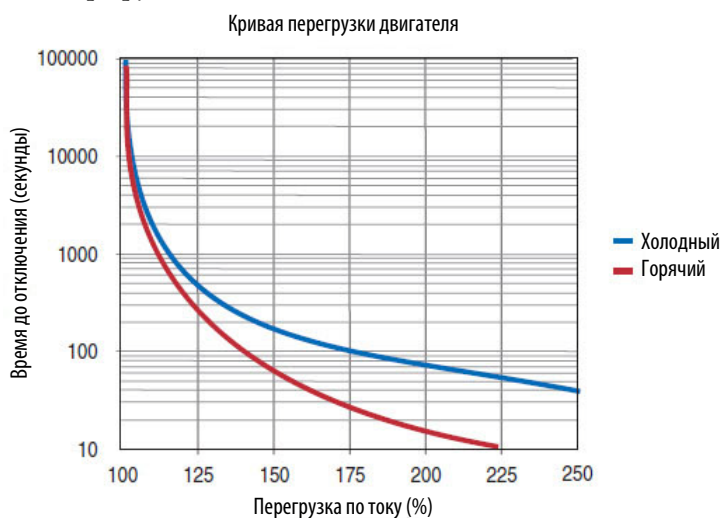
P463 [InPhase Loss Lvl]

Задаёт предельное значение пульсаций напряжения на шине постоянного тока, при котором срабатывает авария F17 «Input Phase Loss». Если пульсации напряжения на шине постоянного тока в течение определенного времени превышают допустимое значение, заданное этим параметром, то считается, что произошла потеря фазы питания. Увеличение значения этого параметра допускает более значительные пульсации напряжения на шине без возникновения аварии, но также приводит к повышенному нагреву конденсаторов звена постоянного тока, что сокращает срок их службы или может вызвать их выход из строя. Значение по умолчанию 325 соответствует ожидаемому уровню пульсаций при работе двигателя номинальной мощности с 50-процентной нагрузкой при однофазном питании. Другими словами, если известно, что придется работать с одной фазой, то номинальную мощность привода следует уменьшить на 50%.

Параметры нагрузки двигателя также могут влиять на этот параметр. В особенности это относится к ударным нагрузкам.

Перегрузка двигателя

Функция защиты двигателя от перегрузки использует алгоритм IT (с обратной зависимой выдержкой времени), чтобы моделировать температуру двигателя, и придерживается той же кривой, что и аппаратное устройство защиты от перегрузки класса 10.



Функция перегрузки использует параметр P26 [Motor NP Amps], чтобы определить 100% нагрузки (ось Y) на графике выше.

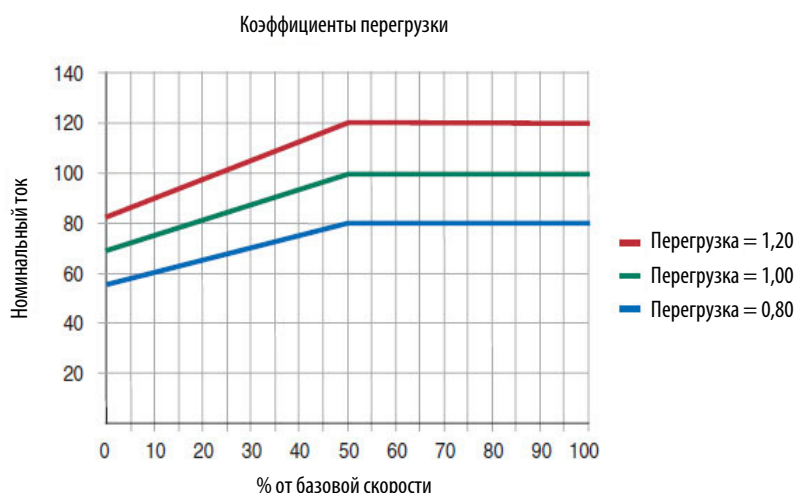
Настройка параметра P410 [Motor OL Actn] на 0 отключает тепловую защиту двигателя. Для многодвигательных применений (несколько двигателей, подключенных к одному приводу) следует использовать отдельные устройства защиты от перегрузки для каждого двигателя, а защиту от перегрузки двигателя в приводе можно отключить.

Работа защиты от перегрузки основывается на трех параметрах.

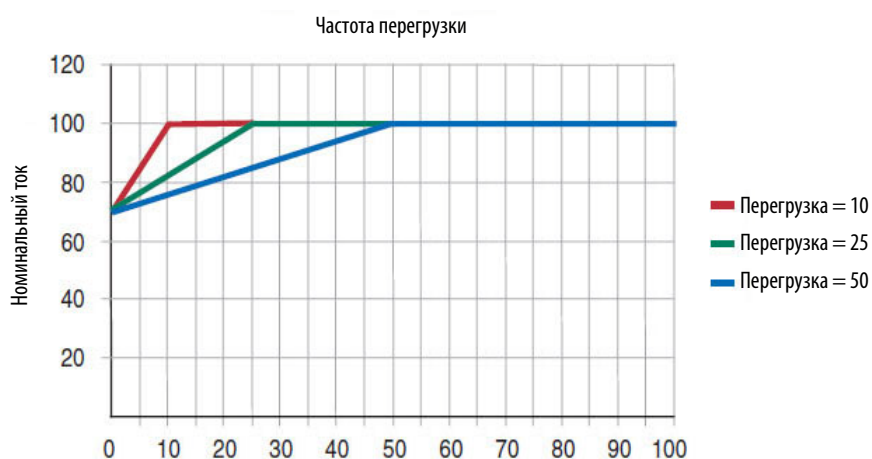
- P26 [Motor NP Amps] является базовым значением для защиты двигателя.
- P413 [Mtr OL Factor] используется для учета коэффициента перегрузки двигателя. В приводе номинальный ток двигателя умножается на коэффициент перегрузки двигателя, чтобы задать номинальный ток для защиты от тепловой перегрузки двигателя. Этот параметр можно использовать, чтобы поднять или понизить ток, при котором срабатывает защита от тепловой перегрузки двигателя без необходимости изменять ток двигателя. Например, если номинальный ток двигателя составляет 10 А и коэффициент перегрузки двигателя составляет 1,2, то защита от тепловой перегрузки двигателя использует ток 12 А в качестве 100%.

ВАЖНО

У некоторых двигателей коэффициент перегрузки действует только при синусоидальном питании (не от преобразователя частоты). Обратитесь к производителю двигателя, чтобы проверить, действует ли паспортный коэффициент перегрузки, или его необходимо уменьшить при работе от преобразователя.

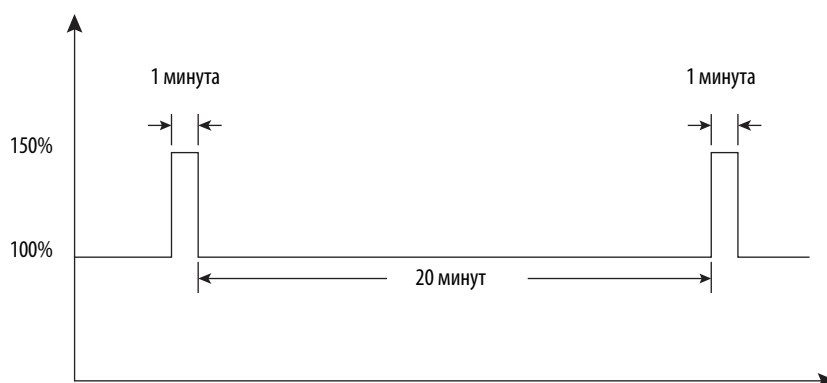


- P414 [Mtr OL Hertz] используется для дополнительной защиты двигателей с ограниченным диапазоном скорости вращения. Поскольку многие двигатели не могут эффективно охлаждаться на низких скоростях, функцию перегрузки можно запрограммировать на увеличение защиты при низких скоростях. Этот параметр определяет частоту, при которой начинается снижение номинального значения перегрузочной способности двигателя. Для всех значений частоты перегрузки, отличных от нуля, перегрузочная способность уменьшается до 70%, когда выходная частота равна нулю. При торможении постоянным током ток двигателя может превышать 70% номинального, но это вызовет более быстрое отключение по перегрузке двигателя, чем при работе на базовой скорости. При низких частотах ограничивающим фактором может быть перегрузка привода, а не перегрузка двигателя.



Режим работы и перегрузка двигателя

Если двигатель холодный, эта функция позволяет работать 3 минуты при 150%. Если двигатель горячий, она позволяет работать 1 минуту при 150%. Длительно допустимая нагрузка, не превышающая 102%, не вызывает ложных срабатываний защиты. Режим работы двигателя с перегрузкой определяется следующим образом. При непрерывной работе со 100% полной нагрузки и после увеличения нагрузки до 150% на 59 секунд с последующим возвратом к 100% полной нагрузки, для стабилизации температуры нагрузка должна оставаться равной 100% в течение 20 минут.



Соотношение 1:20 остается неизменным для всех периодов повышения нагрузки до 150%. При непрерывной работе со 100% полной нагрузки и после увеличения нагрузки до 150% на 1 секунду, до следующего периода нагрузки в 150% от номинальной нагрузка должна вернуться на 100% и оставаться такой в течение 20 секунд.

Нагрузка в % от номинальной	Время до отключения в холодном состоянии	Время от отключения в горячем состоянии
105	6320	5995
110	1794	1500
115	934	667
120	619	375
125	456	240
130	357	167
135	291	122
140	244	94
145	209	94
150	180	60
155	160	50
160	142	42
165	128	36
170	115	31
175	105	27
180	96	23
185	88	21
190	82	19
195	76	17
200	70	15

ВАЖНО

Если условия работы требуют большой перегрузки по току на длительное время (например, 150% в течение 60 секунд), необходимо подбирать привод и двигатель для тяжелого режима работы.

Включение защиты от перегрузки двигателя

Чтобы включить защиту от перегрузки двигателя, необходимо настроить параметр P410 [Motor OL Actn]. Функция начнет работать. Значение параметра по умолчанию – 3 «FltCoastStop». Параметр P410 [Motor OL Actn] может принимать следующие значения.

- «Ignore» (0) – никаких действий не предпринимается.
- «Alarm» (1) – индикация сигнала предупреждения типа 1.
- «Flt Minor» (2) – индикация неосновной аварии. Работающий привод продолжает работать. Включается параметром P950 [Minor Flt Cfg]. Если эта функция не включена, привод действует как в случае основной аварии.
- «FltCoastStop» (3) – индикация основной аварии. Выбег до остановки.

- «Flt RampStop» (4) – индикация основной аварии. Линейное замедление до остановки.
- «Flt CL Stop» (5) – индикация основной аварии. Останов с ограничением тока.

табл. 10 - Другие параметры

№ параметра	Название параметра	Описание
411	Mtr OL at Pwr Up	Параметр защиты от перегрузки двигателя при включении настраивает состояние счетчика перегрузки при включении питания. <ul style="list-style-type: none"> • «Assume Cold» (0) – Счетчик P418 [Mtr OL Counts] будет сброшен на ноль при следующем включении привода. • «UseLastValue» (1) – Значение параметра P418 [Mtr OL Counts] будет сохраняться при отключении питания и восстанавливаться при следующем включении привода. • RealTimeClk (2) – Значение P418 [Mtr OL Counts] начнет уменьшаться при отключении привода, отражая охлаждение двигателя, и будет останавливаться при включении питания привода или по достижении нуля. Эта опция доступна, если на приводе есть часы реального времени.
412	Mtr OL Alarm Lvl	Привод может подавать сигнал предупреждения, когда значение параметра P418 [Mtr OL Counts] достигнет определенного уровня. Этот уровень необходимо ввести в параметр P412 [Mtr OL Alarm Lvl]. Уровень срабатывания этого предупреждения отличается и не зависит от предупреждения, заданного параметром P410 [Motor OL Actn].
413	Mtr OL Factor	Коэффициент перегрузки двигателя устанавливает минимальный уровень тока (в процентах от P26 [Motor NP Amps]), который включает счетчик перегрузки двигателя. Токи ниже этого значения уменьшают счетчик перегрузки. Например, коэффициент перегрузки 1,15 подразумевает непрерывную работу двигателя при нагрузке до 115% номинального тока.
414	Mtr OL Hertz	Параметр частоты перегрузки двигателя устанавливает выходную частоту, ниже которой рабочий ток двигателя снижается, чтобы учесть ухудшение охлаждения типовых двигателей при низких скоростях. Для двигателей с нормальным охлаждением при сверхнизкой скорости (например, 10:1 или с независимым вентилятором) эту уставку можно уменьшить, чтобы в полной мере использовать двигатель.
415	Mtr OL Reset Lvl	Параметр «Уровень сброса перегрузки двигателя» устанавливает уровень, при котором сбрасывается перегрузка двигателя, и позволяет вручную сбросить аварию (если она установлена в качестве реакции на перегрузку двигателя).
416	MtrOL Reset Time	Параметр «Время сброса перегрузки двигателя» показывает время, оставшееся до перезапуска двигателя после аварии по перегрузке двигателя и после того, как значение P418 [Mtr OL Counts] станет меньше, чем P415 [Mtr OL Reset Lvl].
418	Mtr OL Counts	Счетчик перегрузки двигателя отображает накопленную перегрузку двигателя в процентах. Работа двигателя при токе больше 100% перегрузочного значения постепенно увеличивает значение счетчика до 100% и вызывает действие, выбранное в P410 [Motor OL Actn].
419	Mtr OL Trip Time	Время до отключения при перегрузке двигателя выражает величину, обратную времени перегрузке двигателя, и равно количеству секунд до того момента, когда параметр P418 [Mtr OL Counts] достигнет 100% и произойдет действие при перегрузке двигателя.

Ограничение превышения скорости вращения

Превышение допустимой скорости вращения имеет место в том случае, если скорость вращения двигателя выходит за рамки его нормального рабочего диапазона. Максимальная скорость вращения двигателя в прямом направлении равна P520 [Max Fwd Speed] + P524 [Overspeed Limit], а максимальная скорость вращения двигателя в обратном направлении равна P521 [Max Rev Speed] - P524 [Overspeed Limit]. В режиме векторного управления потоком или в режиме скалярного управления с энкодером для определения скорости вращения двигателя используется усредненное за 2 мс значение параметра P131 [Active Vel Fdbk]. В режиме скалярного управления без энкодера, для проверки скорости вращения используется параметр P1 [Output Frequency]. Авария по превышению допустимой скорости вращения возникает в том случае, если это состояние сохраняется не менее 16 мс.

Режим перемещения CIP

Если привод PowerFlex 755 работает в режиме перемещения CIP, то момент срабатывания защиты от превышения допустимой скорости вращения задается непосредственно в атрибуте 695 «Motor Overspeed User Limit». В качестве единицы измерения для этого атрибута используются проценты от номинальной скорости вращения двигателя. Таким образом, если атрибут 695 равен 120%, то авария по превышению допустимой скорости вращения будет возникать при достижении или превышении 120% номинальной скорости вращения.

Двигатели с внутренними постоянными магнитами

В режиме управления двигателями с внутренними постоянными магнитами к предельному значению Speed Limit + Overspeed добавляется дополнительное ограничение. Это предельное значение не должно превышать значение параметра P1641 [IPM Max Spd], а также проверяется на знак (+/-). В параметре P1641 [IPM Max Spd] задается скорость вращения, при которой двигатель будет вырабатывать предельно допустимое напряжение для привода. Если привод отключится по аварии при вращении двигателя с этой скоростью, двигатель будет создавать напряжение на выходе привода. Это напряжение может повредить привод, если оно будет выше допустимого. Предельное значение напряжения определяется во время автонастройки с вращающимся двигателем. Например, если расчетное значение P1641 составляет 57,82 Гц, то максимально допустимое значение скорости вращения будет определяться суммой параметров Speed Limit + Overspeed Limit, а полученный результат будет ограничен значениями +/- 57,82 Гц.

Пароль

Настройки всех параметров привода и его периферийных устройств можно защитить от несанкционированного доступа через клавиатуру при помощи пароля.

Если главный привод защищен паролем, значения параметров привода и его периферийных устройств можно просматривать, но нельзя изменять, пока не будет введен правильный пароль. При попытке изменить значение параметра интерфейс оператора запросит пароль, чтобы разрешить доступ.

Защита паролем также относится к следующему:

- Процедура запуска привода
- Заводские настройки по умолчанию
- Пользовательские наборы
- Функция копирования















Подробные инструкции по включению и отключению защиты паролем см. в руководстве PowerFlex 20-HIM-A6 and 20-HIM-C6S HIM (Human Interface Module) User Manual, публикация [20HIM-UM001](#).

Часы реального времени

В приводе PowerFlex 755 есть часы реального времени с питанием от батареи. Они позволяют использовать реальное время для программирования привода и сохранять отсчет времени даже при отключении привода от сети питания. Они позволяют проставлять метки реального времени (вместо времени наработки) при регистрации аварий и событий. Часы также используются при подсчете времени наработки для планирования профилактического обслуживания, например, для определения полной наработки, продолжительности работы вентиляторов и т. п. Если батарея установлена и значения времени выставлены, будет идти отсчет времени. Примерное время работы батареи – 4,5 года при хранении привода без питания или весь срок службы привода, если на привод подается питание.

Часы реального времени на приводе можно выставить двумя различными способами. Настройку можно выполнить с модуля интерфейса оператора или с помощью программ Drive Executive/Drive Explorer.

Настройка часов реального времени с помощью модуля интерфейса оператора

1. Перейдите к экрану состояния Status .
2. Если над экранной клавишей ESC не отображается Port 00 (главный привод), перейдите к Port 00 с помощью клавиши  или .
3. Нажмите клавишу  для отображения последней открытой папки.
4. С помощью клавиши  или  найдите папку PROPERTIES.
5. С помощью клавиши  или  выберите Set Date and Time.
6. Нажмите клавишу  (Enter) для отображения последней открытой папки.
7. Нажмите экранную клавишу EDIT, чтобы перейти к экрану настройки даты и времени, на котором будет указан выбранный часовой пояс.
8. Выбор часового пояса (в месте нахождения привода) производится следующим способом.
 - Нажмите экранную клавишу ZONES, чтобы открыть экран выбора часового пояса.
 - С помощью клавиши  или  выберите основной регион для выбора часового пояса (например, полный список)
 - Нажмите клавишу  (Enter), чтобы подтвердить выбранный вариант.
 - С помощью клавиши  или  выберите конкретный часовой пояс (например, Чикаго) и нажмите клавишу  (Enter), чтобы подтвердить выбор.

9. Установка даты для привода (текущей даты) производится следующим способом.

- Нажмите экранную клавишу ▲, чтобы выбрать год в верхней строке и затем с помощью цифровых клавиш введите требуемый год.

Неправильно введенную дату (или время) можно стереть с помощью экранной клавиши ←. Чтобы принять частично или полностью введенную дату (или время), необходимо нажать экранную клавишу ►. Для перехода к другому полю повторно нажмите экранную клавишу ?; для возврата к предыдущему экрану нажмите экранную клавишу ESC.

- Нажмите экранную клавишу ►, чтобы выбрать месяц в верхней строке, и затем с помощью цифровых клавиш введите требуемый месяц.
- Нажмите экранную клавишу ►, чтобы выбрать день в верхней строке, и затем с помощью цифровых клавиш введите требуемый день.

10. Установка времени для привода (текущего времени) производится следующим способом.

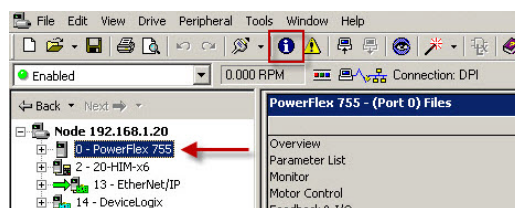
- Нажмите экранную клавишу ►, чтобы выбрать час в верхней строке, и затем с помощью цифровых клавиш введите требуемый час.
- Нажмите экранную клавишу ►, чтобы выбрать минуты в верхней строке, и затем с помощью цифровых клавиш введите требуемое количество минут.
- Нажмите экранную клавишу ►, чтобы выбрать секунды в верхней строке, и затем с помощью цифровых клавиш введите требуемое количество секунд.

11. Нажмите экранную клавишу ESC, чтобы вернуться к предыдущему экрану.

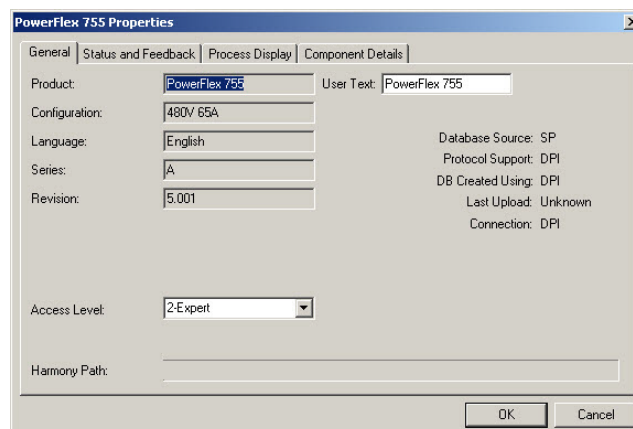
Настройка часов реального времени с помощью программного обеспечения привода

Установка часов реального времени с помощью программного обеспечения, такого как DriveExecutive или DriveExplorer™, производится одинаково.

1. Сначала нажмите значок  в верхней центральной части окна программы.

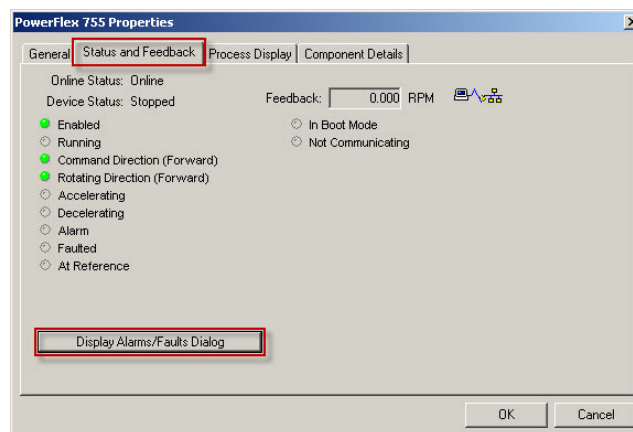


Появляется следующее диалоговое окно.

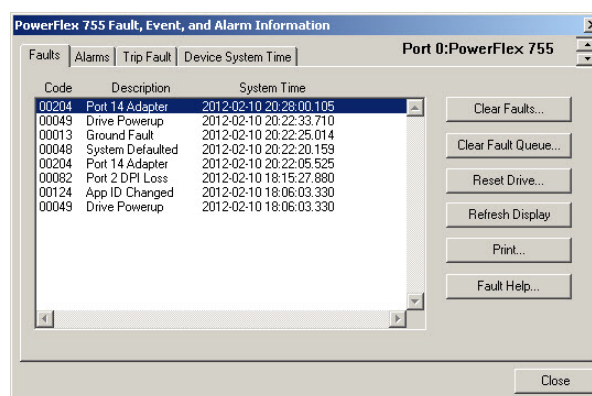


2. Выберите вкладку «Status and Feedback».

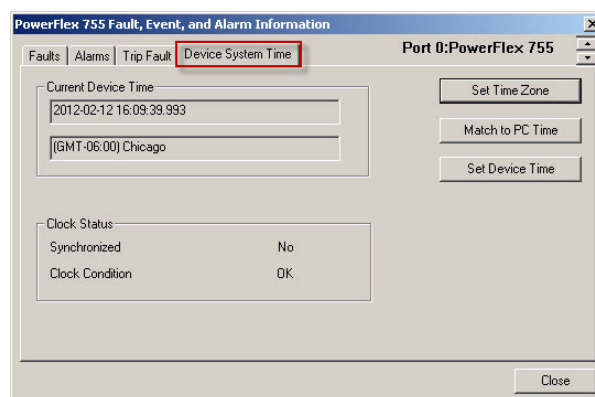
3. Нажмите кнопку «Display Alarms/Faults Dialog».



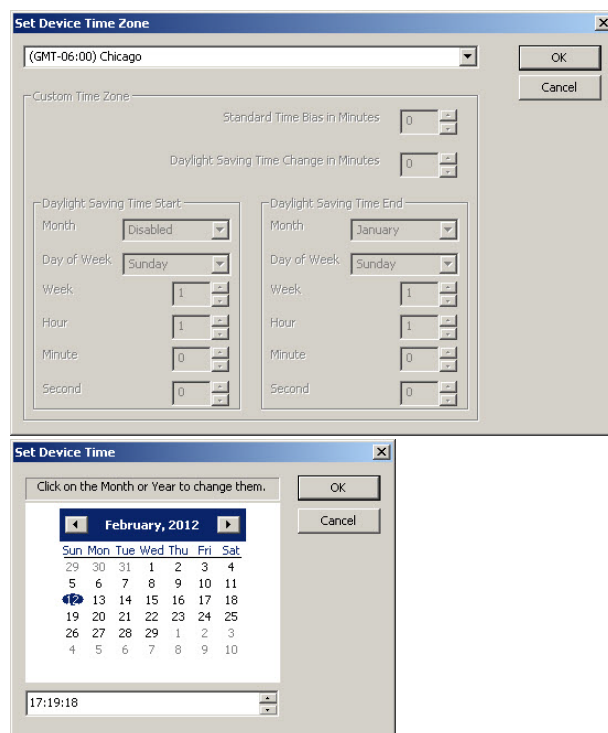
Появляется новое диалоговое окно.



4. Выберите вкладку «Device System Time».



5. Если потребуется, измените значения в диалоговых окнах настройки часового пояса и времени «Set Time Zone» и «Set Device Time».



Установка батарей

Перед установкой батареи прежде всего необходимо найти основную плату управления. Основная плата управления находится в крайнем правом углу блока управления. Основные платы управления приводов PowerFlex 753 и 755 показаны ниже.

рис. 16 - Основная плата управления привода PowerFlex 753

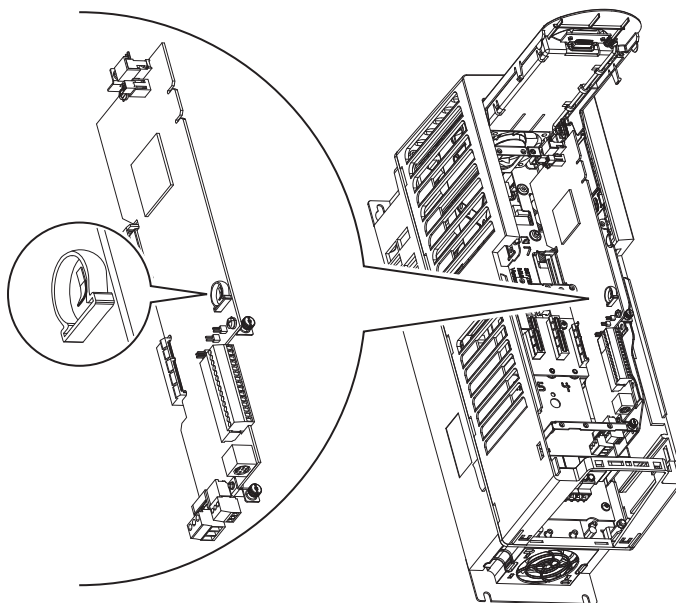
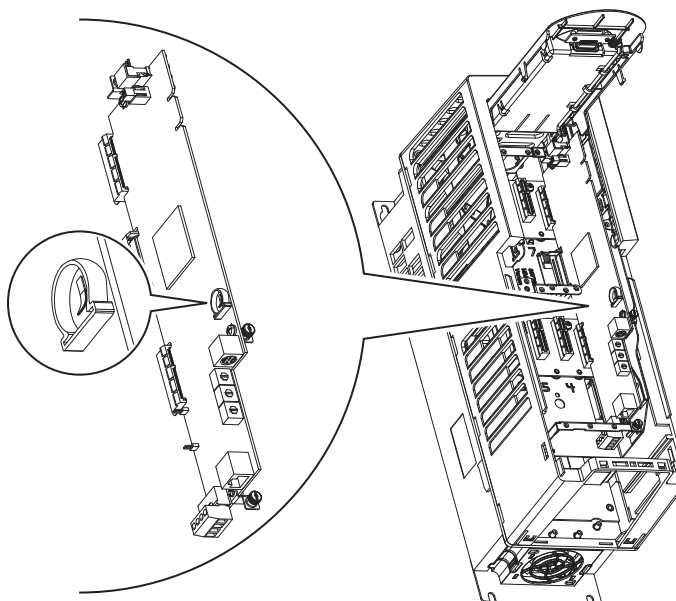


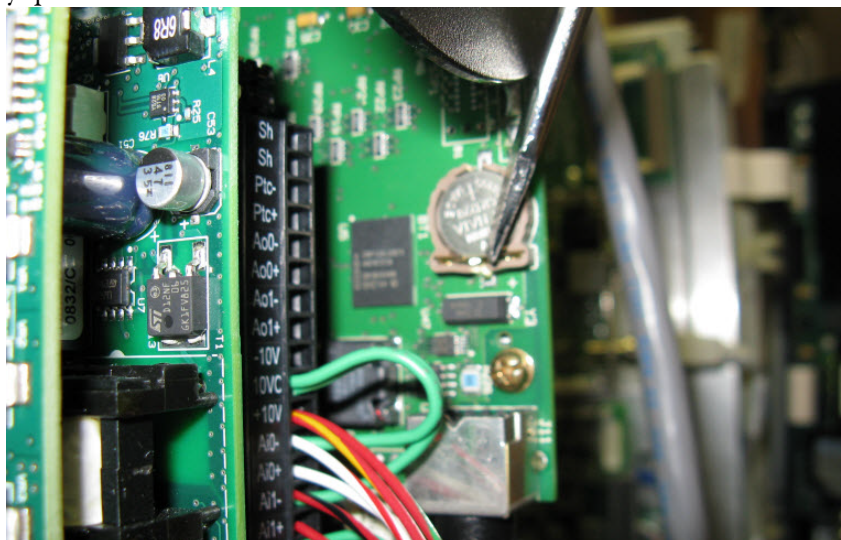
рис. 17 - Основная плата управления привода PowerFlex 755



Батарея устанавливается в указанном месте. Держатель батареи питания часов реального времени рассчитан на дисковый литиевый элемент питания CR1220. Установка батареи позволит сохранить настройку часов реального времени в случае отключения питания или перебоя в питании привода. Примерное время работы батареи – 4,5 года при хранении привода без питания или весь срок службы привода, если на привод подается питание. Установите батарею стороной «+» наружу.

Извлечение батареи

Чтобы снять батарею, достаточно нажать отверткой на металлический язычок, прижимающий батарею. Попытка извлечь батарею из держателя силой может привести к неустранимому повреждению основной платы управления.



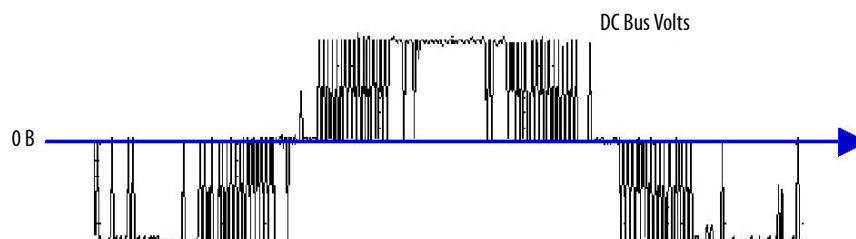
Отраженная волна

Отраженные волны – явление, связанное с длинными кабелями и быстрыми изменениями напряжения. Они впервые были обнаружены на ЛЭП, длина которых составляет сотни километров. При включении питания с одного конца, скачок напряжения проходит по всей длине линии и отражается обратно на выключатель. Бросок напряжения на дальнем конце часто в два раза превышает начальное значение напряжения. Поскольку напряжения на ЛЭП достаточно высоки, например 230 000 В или больше, бросок напряжения величиной 460 000 В может привести к разрушительному дуговому разряду.

Преобразователи частоты на базе IGBT-транзисторов, которые включаются и выключаются за несколько наносекунд, вызывают аналогичное явление на клеммах электродвигателя. Это может привести к выходу из строя двигателя через несколько месяцев или даже недель после ввода в эксплуатацию двигателя с приводом.

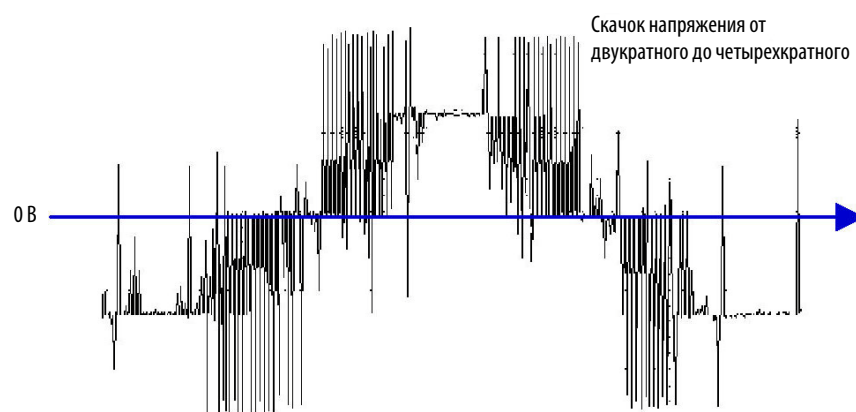
Привод переменного тока с ШИМ подает на двигатель регулируемое напряжение регулируемой частоты, преобразуя его из напряжения на шине постоянного тока. Он создает синусоидальное переменное напряжение на двигателе, непрерывно изменяя скважность IGBT-транзисторов в режиме широтно-импульсной модуляции. Поскольку двигатель – это в основном индуктивная нагрузка, протекающий ток является результатом интеграции напряжения с запаздыванием по фазе. На [рис. 18](#) показано выходное линейное напряжение привода. Амплитуда импульсов выходного напряжения равна напряжению на шине постоянного тока привода. Изменяется только ширина и полярность импульсов.

рис. 18 - Напряжение ШИМ на выходных клеммах привода

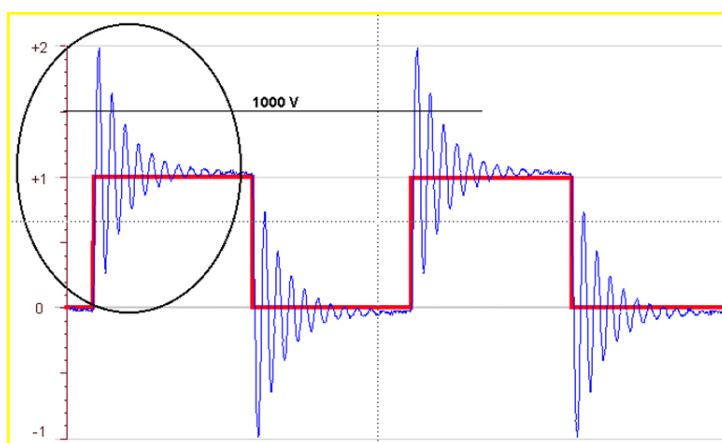


В идеале сигнал напряжения на двигателе выглядит точно так же, как выходное напряжение привода. Однако в напряжении на двигателе присутствуют отдельные коммутационные импульсы, которые добавляются к сигналу напряжения ШИМ, наряду с затухающими колебаниями, которые возникают при каждом переключении. Это показано на [рис. 19](#). Амплитуда этих затухающих колебаний может легко достигать двойной амплитуды импульсов напряжения на приводе (напряжение на шине постоянного тока). Колебания быстро затухают, и на двигатель подается нормальное напряжение с шины постоянного тока. Именно эти колебания напряжения вызывают неисправности двигателя.

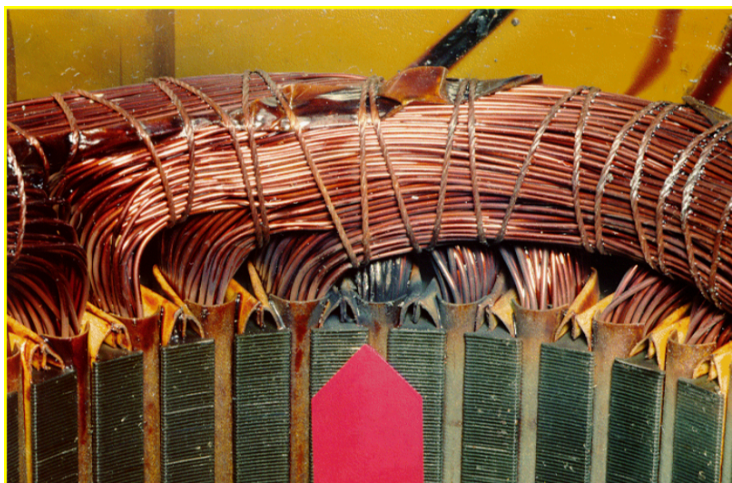
рис. 19 - Напряжение ШИМ на клеммах двигателя



Если уменьшить развертку или растянуть эти импульсы, можно увидеть затухающие колебания на клеммах двигателя.



Когда напряжение на клеммах двигателя превышает номинальные параметры изоляции, начинает появляться коронный разряд. Этот коронный разряд разрушает изоляцию, в конечном счете приводя к замыканию на землю. Такая неисправность показана ниже.



Величина напряжения на шине постоянного тока оказывает прямое влияние на амплитуду колебаний напряжения. Если привод работает при 230 В~, напряжение на шине постоянного тока составляет приблизительно 310 В= и двойная амплитуда составляет только 620 В. Такое напряжение не нанесет ущерба большинству двигателей. Однако привод на 460 В~ работает при напряжении на шине постоянного тока 620 В= и амплитудном напряжении 1240 В, а привод на 575 В~ работает при напряжении на шине постоянного тока 775 В= и амплитудном напряжении 1550 В.

У двигателей обычного исполнения система изоляции рассчитана на 1000 В или 1200 В, в зависимости от конструкции.

- У двигателей на 1000 В нет бумажной изоляции фаз.
- У двигателей на 1200 В есть бумажная изоляция фаз и пазов.

Двигатели обычного исполнения выйдут из строя при работе от привода на 460 В или 575 В.

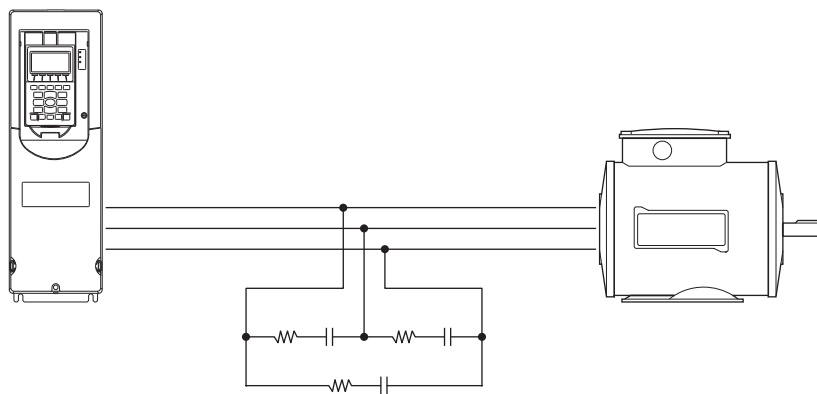
Есть три способа устранения воздействия отраженных волн на двигатели.

1. Согласование полного волнового сопротивления двигателя с полным волновым сопротивлением кабеля.
2. Уменьшение скорости нарастания напряжения dv/dt .
Эти способы уменьшают или устраняют отраженную волну и броски напряжения на двигателе.
3. Применение двигателя с лучшей изоляцией, чтобы броски напряжения не наносили ущерб двигателю.

Для инверторных установок NEMA обновила свой стандарт MG 1-1998, раздел 31, касающийся систем изоляции двигателей. Двигатель в инверторном исполнении должен выдерживать броски напряжения, которые в 3,1 раза больше номинального напряжения двигателя, и время нарастания которых больше, чем 0,1 мкс. Это составляет 1488 В для двигателя на 460 В. Чтобы обеспечить лучшую защиту, некоторые производители двигателей начали изготавливать инверторные двигатели с изоляцией, рассчитанной на 1600 В. Однако, даже если двигатель может выдерживать импульсы величиной 1600 В, он все еще может быть поврежден, если изоляция не может работать при номинальной температуре двигателя.

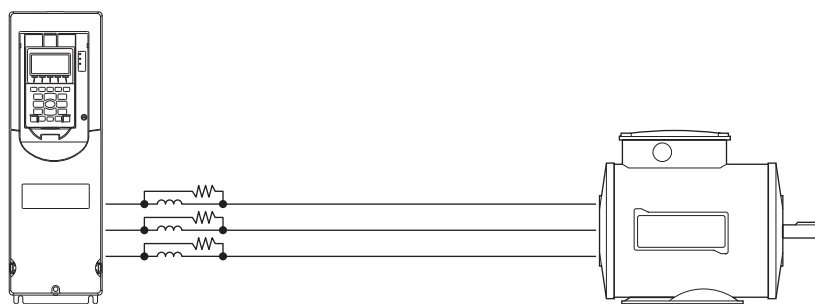
Терминатор

Действительно ли возможно согласовать волновое сопротивление двигателя и кабеля? Существует устройство, которое может это сделать. Оно называется терминатором и показано на рисунке ниже. Это RC-фильтр на двигателе, который согласует волновое сопротивление нагрузки с кабелем. На [рис. 20](#) показаны броски напряжения при использовании терминатора. Выброс будет очень небольшим, практически без затухающих колебаний. Из-за потерь это устройство подходит для кабелей длиной до 180 метров и для несущей частоты ШИМ меньше или равной 4 кГц. Однако его главное преимущество в том, что это устройство работает одинаково хорошо с любыми двигателями мощностью от 0,5 до 500 л. с., потому что оно не нагружается током двигателя, так как подключено параллельно.



Линейный реактор

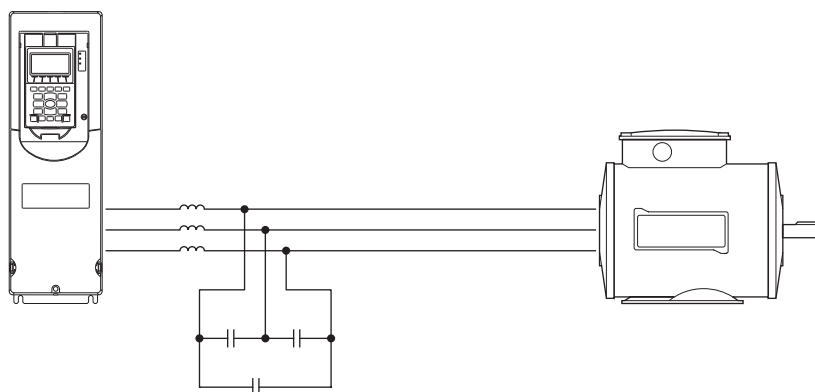
Что, если пойти другим путем, согласуя волновое сопротивление кабеля и двигателя? Есть несколько устройств, которые могут сделать это. Все они представляют собой линейный реактор, подключенный на выходе привода. См. рисунок ниже. 3-процентный линейный реактор сокращает скорость нарастания напряжения dV/dt , но его большой недостаток в том, что он уменьшает напряжение двигателя на 3%. Это устройство подходит для кабелей длиной приблизительно до 180 метров. Лучшие характеристики имеет устройство, которое называется «устройством уменьшения отраженной волны», в котором индуктивность линейного реактора уменьшается приблизительно до 0,2% и параллельно с каждым из реакторов устанавливается резистор. Оно уменьшает скорость нарастания напряжения dV/dt , а падение напряжения на нем составляет только 0,2% вместо 3%. Это устройство может использоваться с кабелями длиной приблизительно до 370 метров.



Способом для уменьшения только скорости нарастания напряжения dV/dt является применение экранированного кабеля между приводом и двигателем. Емкость между фазами и экраном помогает ограничивать броски напряжения до уровня 1200 В при длине кабеля до 180 метров с ШИМ приводами.

Синусоидальный фильтр

Вместо того, чтобы согласовывать полное сопротивление или уменьшать скорость нарастания напряжения dV/dt отдельных импульсов, поступающих от привода, можно использовать фильтр, который пропускает низкие частоты основных гармоник и блокирует или поглощает высокие частоты, вызванные быстрой коммутацией IGBT-транзисторов и несущей частотой ШИМ. На сегодняшний день поставляются два типа фильтров. Один представляет собой LC-фильтр, а другой состоит из выходных реакторов вместе с подобранными LC-фильтрами.

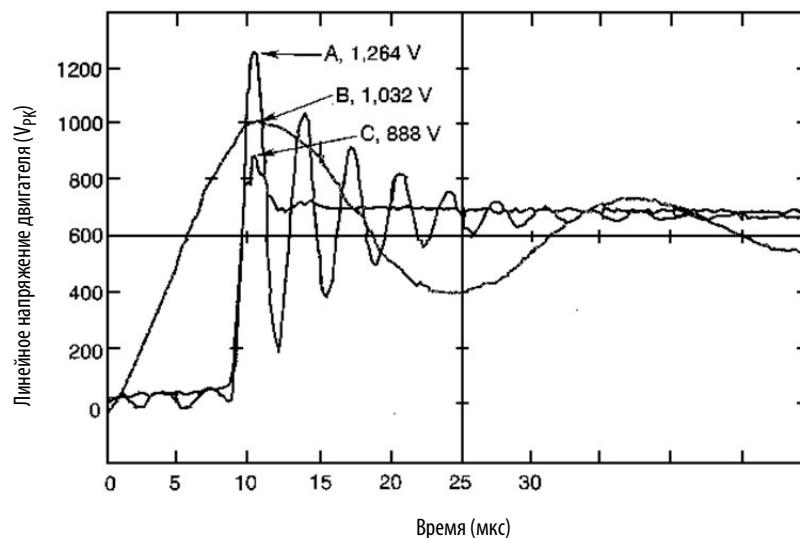


Формы сигналов

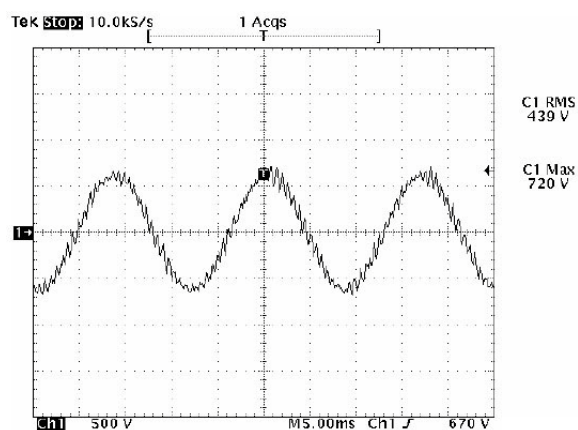
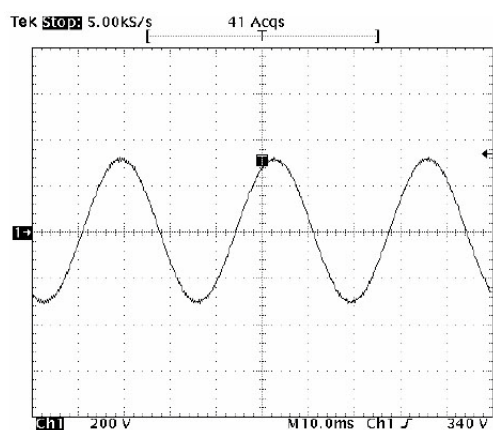
Сигналов А, В, и С показанные с наложением на графике ниже, соответствуют различным решениям для подавления отраженной волны.

- А – Незащищенный двигатель
- В – Линейный реактор привода
- С – Терминатор или RWR

рис. 20 - Сравнение форм сигналов



Ниже показаны формы сигнала при использовании синусоидального фильтра при 30 и 60 Гц. Можно видеть, что никаких проблем с отраженной волной при использовании синусоидального фильтра нет.



Безопасность

Функция безопасности обеспечивает защиту от несанкционированного доступа к приводу.

Порты

Эта функция обеспечивает защиту от записи для отдельных портов связи в приводе. С помощью интерфейса оператора или программных средств через модули связи можно установить для любого порта состояние только для чтения.

Также на интерфейсе оператора можно установить пароль, чтобы предотвратить запись параметров с клавиатуры. См. [Пароль на странице 174](#).

Следующие периферийные устройства привода могут использоваться для управления доступом.

- Клавиатуры 20-HIM-A6 или 20-HIM-C6S
- Модули связи 20-750-*n* и 20-COMM-*n*
- Устаревшие модули связи 20-COMM-*n*

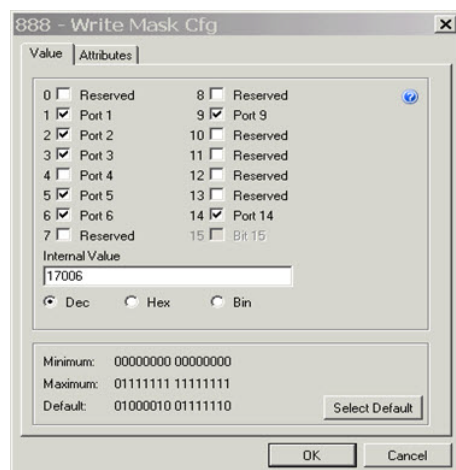
Более подробная информация о применении приведена в руководстве «Преобразователи частоты PowerFlex серии 750», публикация [750-TD001](#).

Для управления доступом могут использоваться следующие программные средства.

- Connected Components Workbench (CCW) версии 2.0 или выше (бесплатное ПО)
- Drive Explorer версии 6.04.99 (бесплатное ПО)
- Drive Executive версии 5.03 или выше

По умолчанию конфигурация каждого DPI-порта в приводе позволяет доступ к чтению и записи.

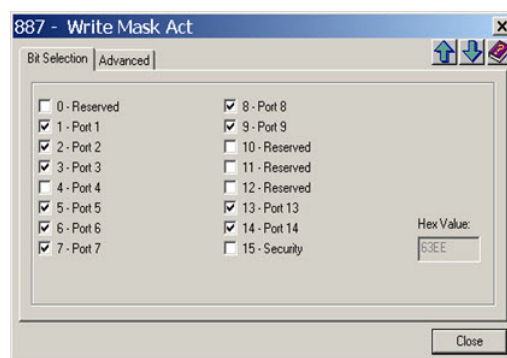
Чтобы изменить доступ к записи для отдельного порта DPI, измените значение бита для соответствующего порта в P888 [Write Mask Cfg]. Если изменить значение бита с 1 (чтение/запись) на 0 с помощью интерфейса оператора, будет обеспечиваться только возможность чтения. Отключить указанные биты также можно с помощью программного обеспечения, такого как Drive Explorer, Drive Executive или CCW. Ниже приведен пример использования ПО CCW для изменения доступа для порта 4 на доступ только для чтения.



Любые изменения в параметре P888 [Write Mask Cfg] не вступят в силу до возникновения одного из следующих трех событий.

- Отключение и включение питания.
- Сброс привода (но не сброс на настройки по умолчанию).
- Изменение бита 15 параметра P887 [Write Mask Act] с 1 на 0.

Наличие доступа для записи к порту можно проверить в параметре P887 [Write Mask Act]. Например, при блокировке доступа для записи, бит 4 «Port 4» параметра P887 [Write Mask Act] равен 0.



Порт, который используется для внесения изменений, связанных с безопасностью (например, сетевой адаптер, подключенный к порту 5), может устанавливать доступ только для чтения только для других портов, но не для своего порта. Таким образом предотвращается полная блокировка привода без какой-либо возможности восстановить доступ для записи.

DPI (Сеть)

Сетевую безопасность можно включить только с помощью внешних программ, у которых есть функции безопасности, например, программного обеспечения FactoryTalk®.

Если бит 15 «Security» параметра P885 [Port Mask Act], бит 15 «Security» параметра P886 [Logic Mask Act] и бит 15 «Security» параметра P887 [Write Mask Act] равны 1 «Read/Write», внешняя программа, такая как FactoryTalk, включит сетевую безопасность и будет управлять логической маской и маской записи вместо параметра. Эти биты можно включить или выключить только с помощью сетевой программы.

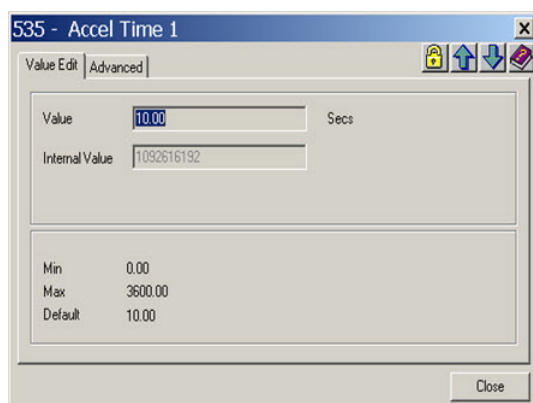
Порт, который используется для связи с приводом и установки масок или сетевой безопасности, может вносить изменения только для других портов, но не для своего. Таким образом предотвращается полная блокировка привода.

Если возможность записи для портов 1, 2, или 3 замаскирована в параметре 888 [Write Mask Cfg] или через сетевую безопасность, при попытке редактирования параметров на интерфейсе оператора отображается следующее сообщение.

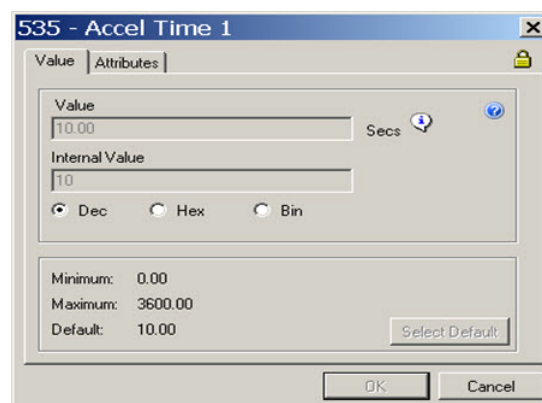
- A6-HIM: Security is enabled. Access Denied
- A3-HIM со встроенным ПО, у которого есть функции безопасности: Security Enable. Access Denied
- A3-HIM со встроенным ПО, у которого нет функций безопасности: Device State has Disabled Function

Программное обеспечение, используемое для подключения к приводу, также указывает, были ли возможности записи заблокированы в параметре P888 [Write Mask Cfg] или через сетевую безопасность для используемого порта связи.

Ниже приведены примеры параметров, просматриваемых в программном обеспечении привода через Drive Explorer или CCW, если порт, через который выполняется подключение, заблокирован для записи. Значение параметра выделяется серым цветом и отображается значок блокировки.

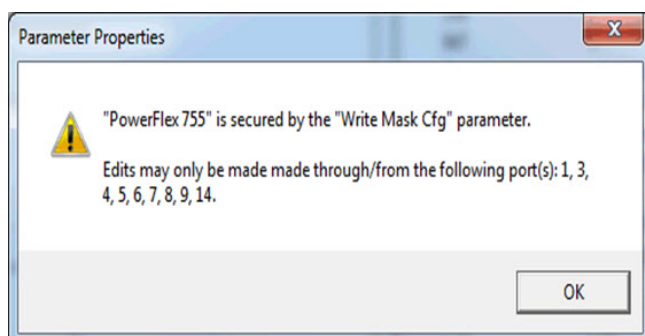


Drive Explorer

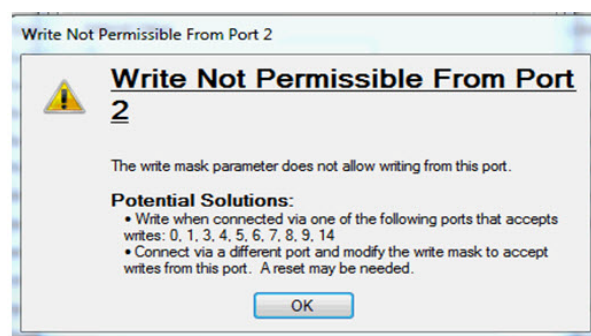


Connected Components Workbench

Попытка отредактировать параметр или нажать на значок блокировки вызывает появление одного из следующих сообщений, отображаемых в окне программного обеспечения Drive Executive или CCW.



Drive Explorer



Connected Components Workbench

Предохранительный штифт

По умолчанию привод снижает выходную частоту, когда выходной ток превышает уровень ограничения тока. Однако функцию предохранительного штифта можно использовать для немедленного отключения привода по аварии, когда выходной ток превышает заданное значение. Кроме того привод можно запрограммировать так, чтобы он игнорировал это ограничение в режиме ускорения и замедления, так в этих режимах часто достигается такой ток, который в противном случае вызовет аварию по функции предохранительного штифта. Кроме того, привод может игнорировать защиту в течение заданного промежутка времени.

Включение функции предохранительного штифта

Чтобы включить функцию предохранительного штифта 1 или 2, настройте параметр [Shear Pin n Actn]. Функция начнет работать. Параметр P435 [Shear Pin 1 Actn] или P438 [Shear Pin 2 Actn] нельзя выбрать с помощью цифрового входа. Эти параметры можно настроить по сети. Настройки параметра для каждой функции предохранительного штифта одинаковы. По умолчанию значение каждого параметра равно 0 «Ignore». Ниже перечислены возможные значения параметров P435 и P438.

- «Ignore» (0) – никаких действий не предпринимается.
- «Alarm» (1) – индикация сигнала предупреждения типа 1.
- «Flt Minor» (2) – индикация неосновной аварии. Работающий привод продолжает работать. Включается параметром P950 [Minor Flt Cfg]. Если эта функция не включена, привод действует как в случае основной аварии.
- «FltCoastStop» (3) – индикация основной аварии. Выбег до остановки.
- «Flt RampStop» (4) – индикация основной аварии. Линейное замедление до остановки.
- «Flt CL Stop» (5) – индикация основной аварии. Останов с ограничением тока.

Игнорирование ускорений

Есть ситуации, когда быстрое ускорение двигателя вызывает потребление двигателем от привода тока, близкого к ограничению тока для функции предохранительного штифта и приводит к отключению привода по аварии во время ускорения. Чтобы избежать этого, установите бит 0 «Shear1NoAcc» или бит 1 «Shear2NoAcc» параметра P434 [Shear Pin Cfg] на 1, чтобы игнорировать защиту во время ускорения.

Уровень срабатывания предохранительного штифта

Необходимо запрограммировать уровень срабатывания функции предохранительного штифта, который будет контролировать привод. При превышении этого уровня запускается таймер, который должен закончить отсчет до выполнения [Shear Pin *n* Actn]. Этот уровень вводится в параметре P436 [Shear Pin 1 Level] или P439 [Shear Pin 2 Level]. Единицы измерения - амперы. По умолчанию уровень равен номинальному току привода. Максимальное значение равно номинальному току, умноженному на 1,5.

Время срабатывания предохранительного штифта

Если действие после срабатывания защиты должно произойти немедленно, время срабатывания функции предохранительного штифта устанавливается на 0. Если уровень срабатывания предохранительного штифта необходимо игнорировать в течение какого-либо периода времени, это время вводится в P437 [Shear Pin 1 Time] или P440 [Shear Pin 2 Time].

Обычно задается время срабатывания предохранительного штифта больше нуля, чтобы защититься от аварий при очень коротких импульсах тока. Таким образом не допускаются ложные отключения привода.

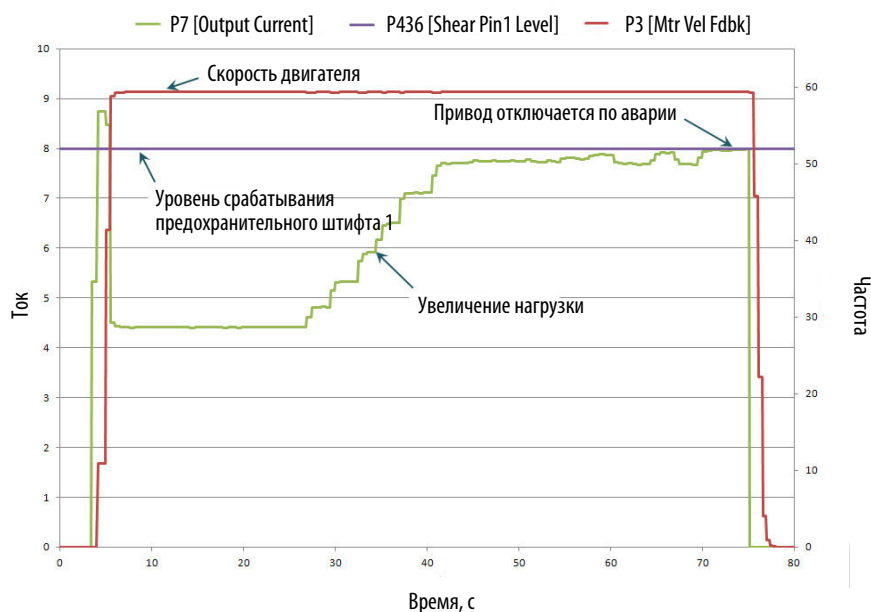
Индикация аварии

Если появляется условие для срабатывания функции, возникает специальная авария (Shear Pin 1, F61) или (Shear Pin 1, F62).

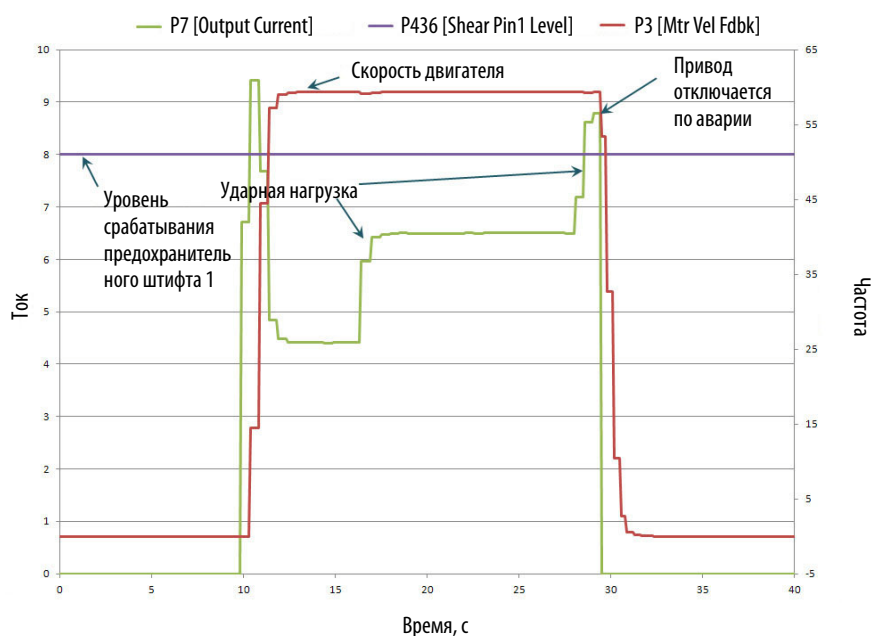
Прикладной пример

Запрограммировав функцию предохранительного штифта, можно отключить привод по аварии до того, как избыточный крутящий момент вызовет механическое повреждение.

Предохранительный штифт – постепенное нагружение



Предохранительный штифт – ударная нагрузка



Аномальная авария при ускорении

Привод может отключиться по аварии предохранительного штифта во время ускорения, даже если установлены биты 0 или 1 в параметре P434 [Shear Pin Cfg]. Это происходит, если установлено очень маленькое время ускорения. Встроенное ПО следит за внутренним битом «at speed», показывающим, когда закончится ускорение. Этот бит может быть установлен быстрее, чем закончится реальный процесс. Например, если время ускорения установлено приблизительно равным 0,5 секунды и установлен бит 0 параметра P434. При этом скорее всего произойдет авария привода по предохранительному штифту.

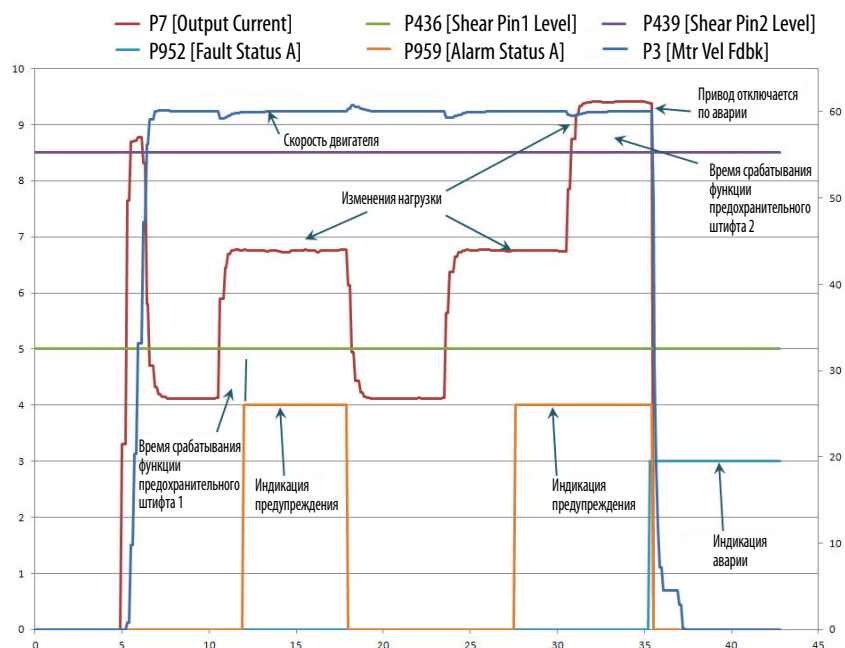
Есть несколько способов избежать этого.

- Установить более длительное время ускорения. При этом снизится потребление тока.
- Установить время срабатывания предохранительного штифта больше, чем время ускорения.

Использование обеих функций предохранительного штифта

Обе функции можно использовать, если требуется уведомление о предстоящей аварии предохранительного штифта. Можно настроить предохранительный штифт 1 для выдачи предупреждения при определенном уровне тока и предохранительный штифт 2 на аварию при большем уровне тока или при более длительном времени срабатывания функции предохранительного штифта.

Предохранительный штифт – предупреждение и авария



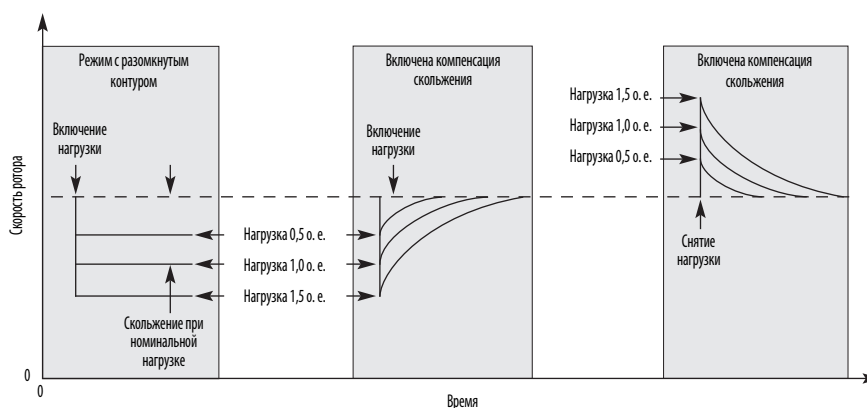
Прочие соображения

Функция предохранительного штифта не должна использоваться в качестве точной защиты по току. В сигнале обратной связи по току, используемом для определения уровня срабатывания предохранительного штифта, может быть погрешность вплоть до $\pm 5\%$. Поэтому есть вероятность, что порог включения таймера будет превышен несколько раз до того, как действительный ток поднимется выше заданного значения.

Компенсация скольжения

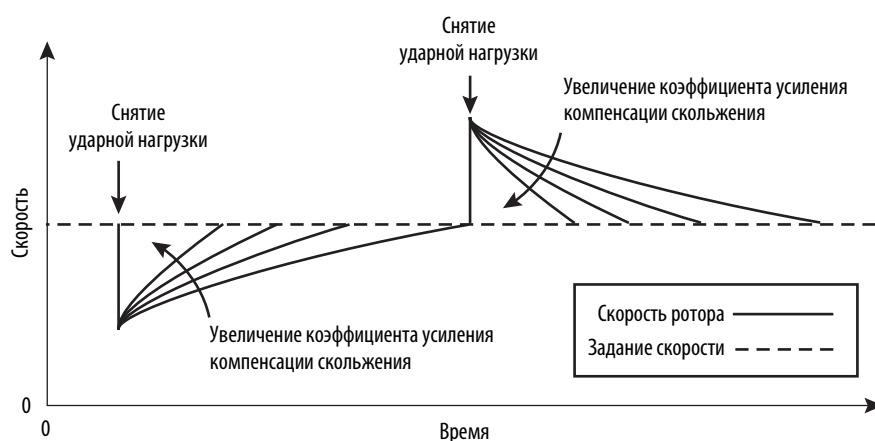
При выборе режима компенсации скольжения привод автоматически увеличивает выходную частоту на необходимое значение для поддержания постоянной скорости двигателя независимо от нагрузки. При наладке привода необходимо задать параметр P621 [Slip RPM at FLA] на основании информации с шильдика двигателя. Этот параметр можно изменять для обеспечения большей или меньшей компенсации.

Сравнение работы с компенсацией скольжения и без нее показано на рисунке ниже. На нем показано, что с течением времени компенсация скольжения корректирует скорость при изменении нагрузки (изогнутые линии). Напротив, работа с разомкнутым контуром показывает, что коррекция в зависимости от нагрузки не производится.



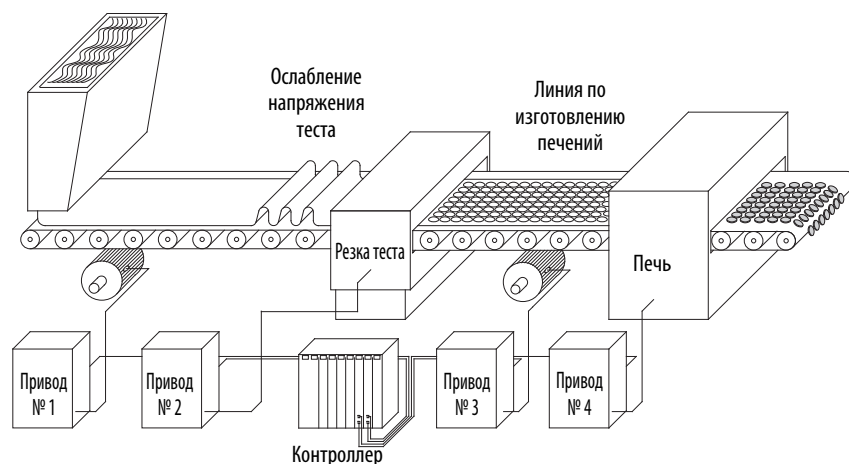
Внутри привода номинальное скольжение в об/мин преобразуется в номинальное скольжение в Гц. Для более точного определения номинальной частоты скольжения в Гц необходима оценка потоковой составляющей тока. В этом параметре содержится либо значение по умолчанию на основе информации с шильдика двигателя, либо значение, полученное в результате автонастройки. Привод масштабирует величину компенсации скольжения в соответствии с номинальным током двигателя. Частота скольжения, добавляемая к заданию частоты, масштабируется в соответствии с измеренной моментной составляющей тока (косвенные измерения нагрузки) и отображается.

Компенсация скольжения также влияет на динамическую погрешность скорости (способность поддерживать скорость при ударной нагрузке), как показано на графике скорости ротора ниже. Сначала двигатель работает на некоторой скорости без нагрузки. Некоторое время спустя появляется ударная нагрузка и скорость ротора снижается в зависимости от нагрузки и инерции. Затем ударная нагрузка снимается и сразу же увеличивается скорость ротора, пока компенсация скольжения не уменьшится в соответствии с приложенной нагрузкой. Чувствительность к ударной нагрузке задается в параметре P622 [Slip Comp BW]. Однако слишком высокое значение параметра может привести к нестабильной работе и перерегулированию.



Пример применения на линии для выпечки

На приведенной ниже схеме показано типичное применение функции компенсации скольжения. Контроллер управляет заданием частотой для всех четырех приводов. Привод № 1 и привод № 3 управляют скоростью ленточного конвейера. Компенсация скольжения используется для поддержания оборотов независимо от изменений нагрузки, вызванных резкой или подачей теста. При поддержании требуемых оборотов время выпечки остается постоянным, и поэтому конечный продукт получается одинаковым.



Регулятор скольжения

Регулятор скольжения используется для компенсации температурных изменений в асинхронном двигателе при векторном управлении потоком. В регуляторе скольжения используется математическая модель двигателя для определения необходимого напряжения на оси d для данного режима работы. Затем используется ПИ-регулятор, изменяющий коэффициент усиления скольжения привода, управляя напряжением двигателя по оси d . Это, в свою очередь, позволяет компенсировать температурные изменения в двигателе (изменение сопротивления обмотки). Регулятор скольжения работает только на тех участках характеристики, где есть запас напряжения (определяемый по данным обратной связи или расчетным путем), достаточный для обеспечения регулирования.

Регулятор скольжения включен по умолчанию.

Не отключайте этот регулятор. Если вы считаете, что эту функцию требуется отключить, обязательно проконсультируйтесь у изготовителя, чтобы убедиться, что это допустимо.

Примечания:

Управление двигателем

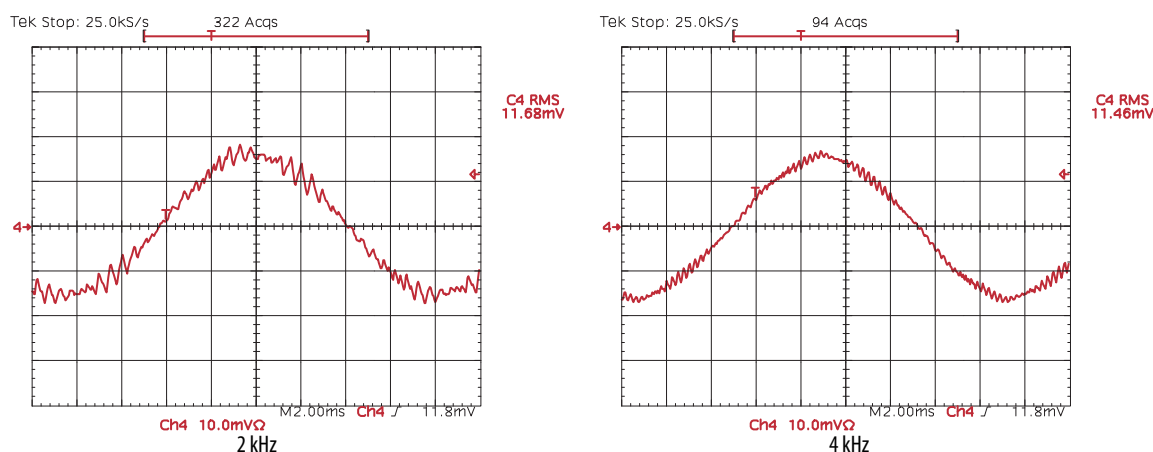
Раздел	Стр.
Несущая частота (ШИМ)	198
Динамическое торможение	199
Торможение магнитным потоком	219
Регулятор потока	221
Наращивание магнитного потока	221
Обратная связь с высоким разрешением	223
Адаптация к моменту инерции	223
Компенсация инерции	226
Контроль нагрузки	228
Режимы управления двигателем	229
Типы двигателей	237
Узкополосный фильтр	247
Максимальная мощность в режиме рекуперации	250
Задание скорости	254
Регулирование скорости вращения	263
Задание крутящего момента	266
Режимы управления скоростью, крутящим моментом, положением	269

Несущая частота (ШИМ)

Параметр P38 [PWM Frequency] устанавливает несущую частоту, с которой коммутируются выходные IGBT-транзисторы инвертора (биполярные транзисторы с изолированным затвором). Обычно лучше всего использовать самую низкую частоту коммутации, которая возможна в данном конкретном случае. Высокая несущая частота приводит к меньшему нагреву электродвигателя и снижает его шумность. Однако при этом IGBT-транзисторы нагреваются быстрее, чем при использовании частоты ШИМ по умолчанию, равной в 4 кГц или 2 кГц в зависимости от типоразмера привода. Более высокая частота коммутации сглаживает форму кривой тока. Это уменьшает вибрации обмоток двигателя и железа статора, снижая шумность двигателя. Высокую частоту желательно применять в тех случаях, когда двигатели устанавливаются близко к диспетчерским или жилым помещениям. На [рис. 21](#) показан выходной ток при 2 кГц и 4 кГц. Сглаживание формы кривой тока продолжается до 12 кГц.

Максимальная несущая частота для разных типоразмеров привода и указания по снижению номинальной мощности в зависимости от частоты ШИМ приведены в документе «Преобразователи частоты PowerFlex серии 750. Технические данные», публикация [750-TD001](#).

рис. 21 - Ток при частоте ШИМ 4 кГц и 2 кГц



Некоторые нежелательные эффекты от использования более высокой частоты коммутации заключаются в более высоком зарядном токе кабеля, в более высоком потенциале синфазных помех и повышенной опасности выхода из строя изоляции обмоток электродвигателя из-за явления отраженной волны. Более подробная информация приведена в руководстве «Рекомендации по подключению и заземлению приводов (ШИМ)», публикация [DRIVES-IN001](#). В подавляющем большинстве случаев применения привода будет достаточно частоты 2 кГц или 4 кГц.

В некоторых случаях требуется фиксированная минимальная частота ШИМ (например, при использовании синусного фильтра на выходе преобразователя). В этом случае бит 9 «PWM FreqLock» параметра P40 [Mtr Options Cfg] должен быть выставлен, чтобы преобразователь не понижал свою несущую частоту при перегрузке.

Динамическое торможение

Если скорость вращения ротора асинхронного двигателя меньше синхронной скорости вращения, соответствующей выходной частоте преобразователя, то двигатель преобразует электрическую энергию, получаемую от преобразователя, в механическую энергию, поступающую на вал двигателя. Этот режим называется двигательным.

Если скорость вращения ротора асинхронного двигателя больше синхронной скорости вращения, соответствующей выходной частоте преобразователя, то двигатель преобразует механическую энергию на своем валу в электрическую энергию, которая может быть возвращена в электросеть. Этот режим называется генераторным режимом или режимом рекуперации.

В большинстве электроприводов переменного тока с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ) переменный ток, поступающий из питающей сети с фиксированной промышленной частотой, сначала преобразуется в постоянный ток при помощи мостового диодного выпрямителя или регулируемого мостового тиристорного выпрямителя, а затем с помощью инвертора преобразуется в переменный ток с регулируемой частотой. Диодные или тиристорные выпрямители весьма экономичны, но могут пропускать энергию только в одном направлении, т. е. в направлении, соответствующем двигательному режиму. Если двигатель находится в генераторном режиме, то выпрямитель не сможет проводить требуемый отрицательный постоянный ток, а напряжение на шине постоянного тока будет возрастать до тех пор, пока привод не отключится из-за перенапряжения в звене постоянного тока.

Существуют выпрямители на базе тириستоров или транзисторов, которые могут преобразовывать постоянный ток в переменный ток фиксированной промышленной частоты, но такие решения являются более дорогостоящими. Гораздо более экономичным решением является установка силового ключа – транзистора (чоппера), подключенного к звену постоянного тока частотно-регулируемого привода и к внешнему резистору, и предназначенного для преобразования генерируемой двигателем электрической энергии в тепловую энергию, рассеиваемую в окружающей среде.

Этот процесс обычно называют динамическим торможением, транзисторный ключ и связанные с ними средства управления и прочие компоненты называют тормозным модулем, а силовой резистор называют резистором динамического торможения. Весь блок, включающий тормозной модуль и резистор динамического торможения, иногда называют модулем динамического торможения.

Тормозные модули могут подключаться параллельно, если номинальный ток одного модуля недостаточен для текущей задачи. Один тормозной модуль назначается ведущим, а остальные тормозные модули – ведомыми. На передней панели корпуса предусмотрены два индикатора работы тормозного модуля: индикатор напряжения постоянного тока и индикатор включения торможения. Индикатор напряжения постоянного тока включается, когда на тормозной модуль подано напряжение постоянного тока. Индикатор включения торможения загорается в те моменты, когда тормозной модуль работает, т. е. преобразует поступающую энергию; этот индикатор будет мигать.

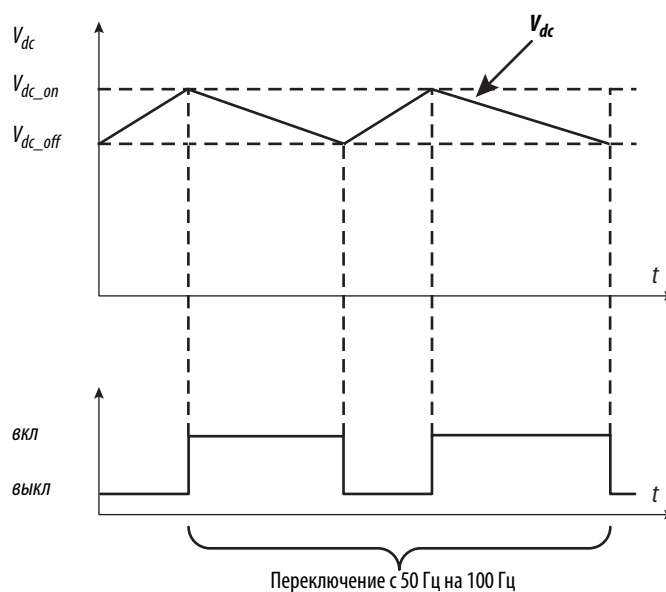
Уточнение: начиная с декабря 2010 г. компания Rockwell Automation больше не выпускает тормозные модули и модули динамического торможения. Описанная выше конфигурация индикаторов относилась к изделиям компании Rockwell Automation.

Способы управления

Существуют два способа управления процессом динамического торможения: гистерезисное управление и широтно-импульсная модуляция (ШИМ). При использовании в стандартном отдельном устройстве каждый из этих способов сам по себе не имеет никаких преимуществ перед другим. При использовании общего звена постоянного тока (для нескольких приводов) предпочтительным способом управления является ШИМ. Преимущества этого способа описаны ниже.

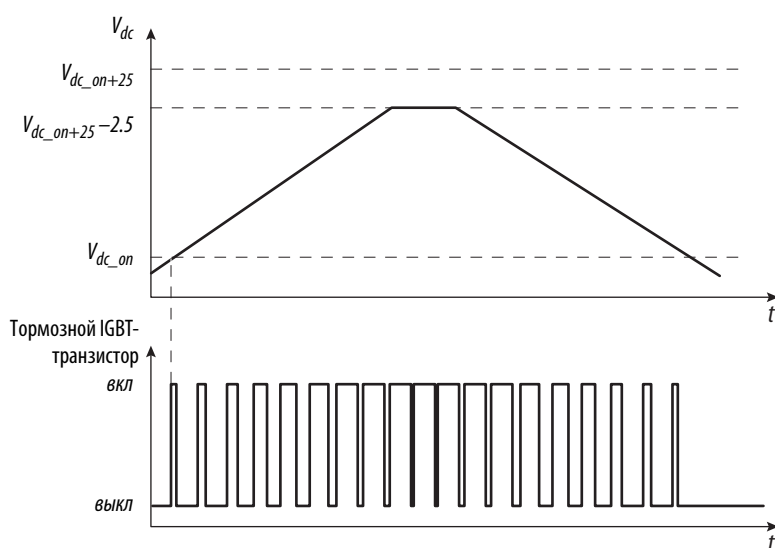
Гистерезисное управление

При гистерезисном управлении динамическим торможением применяется цепь измерения напряжения, контролирующая шину постоянного тока. Когда напряжение на шине повышается до уровня V_{dc_on} , тормозной IGBT-транзистор включается и остается включенным до тех пор, пока напряжение не снизится до уровня V_{dc_off} , что нежелательно для установок с общим звеном постоянного тока – см. ниже. В некоторых преобразователях PowerFlex предусмотрена возможность изменения уровня V_{dc_off} (параметр [DB Threshold]), если это требуется для текущей задачи. Снижение этого значения увеличивает скорость реагирования динамического тормоза, но может привести к слишком частому включению системы динамического торможения.

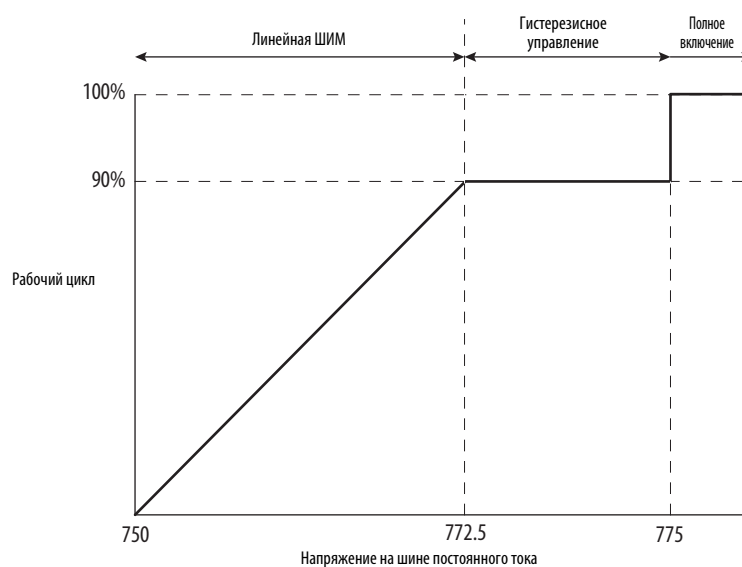


Управление с ШИМ

Этот способ управления тормозным IGBT-транзистором аналогичен способу управления выходным напряжением преобразователя для питания двигателя. Когда напряжение на шине постоянного тока повышается до некоторого заданного уровня, тормозной IGBT-транзистор будет включаться и выключаться в соответствии с алгоритмом управления с частотой 1 кГц. Этот тип управления позволяет практически полностью устранить пульсации напряжения на шине постоянного тока. Значительное преимущество обеспечивается в том случае, если этот тип управления используется в системах с общей шиной постоянного тока.

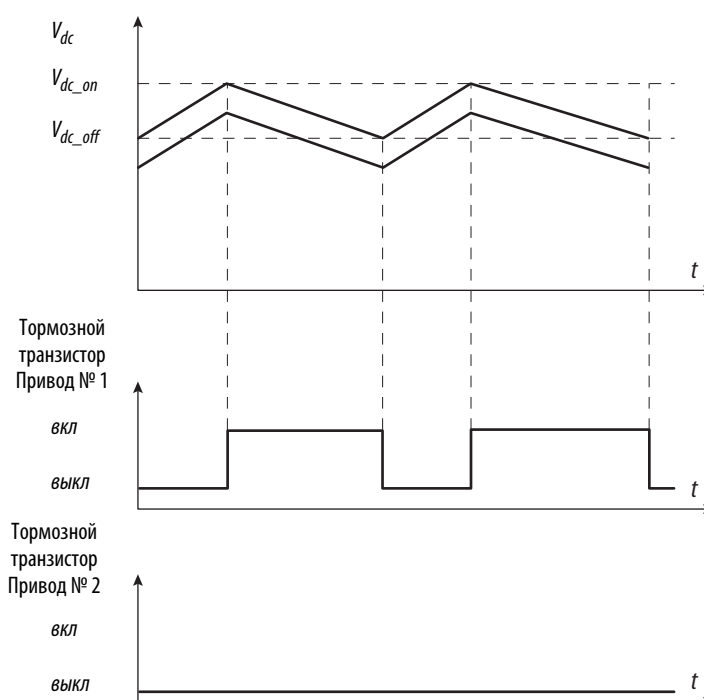


Рабочий цикл

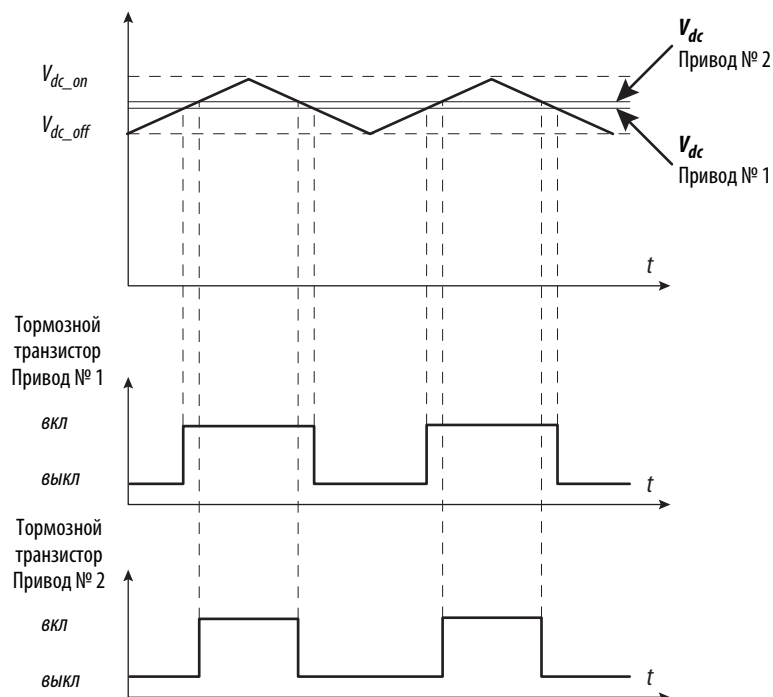


Установки с общим звеном постоянного тока

В системах с общей шиной постоянного тока, если резистор динамического торможения установлен в каждом приводе, подключенном к общей шине постоянного тока, тормозной транзистор на некоторых приводах может не включаться, создавая впечатление неправильной работы привода или выхода из строя тормозного транзистора одного привода, тогда как все остальные приводы работают нормально. На следующем графике показан уровень напряжения на шине постоянного тока у двух приводов на общей шине. Разность напряжений преувеличена для наглядности. При повышении напряжения транзистор привода № 1 включается и снижает напряжение еще до того, как привод № 2 обнаружит повышение напряжения до уровня, при котором требуется включить его динамический тормоз. В результате все динамическое торможение осуществляется приводом № 1. Эта ситуация может быть приемлемой, если не нарушается условие минимального необходимого значения сопротивления и если генерируемая энергия не превышает допустимую нагрузку для одного резистора. Разумеется, если генерируется значительная энергия и напряжение продолжает расти после включения тормоза привода № 1, то привод № 2 включит свой тормозной IGBT-транзистор, когда будет достигнут его предельно допустимый уровень напряжения.



Здесь показаны два привода на общей шине постоянного тока с ШИМ-управлением динамическим торможением. Поскольку один привод будет включаться с определенной скважностью, рост напряжения на шине скорее всего будет продолжаться, что гарантирует включение транзистора другого привода (с другой скважностью).



Правила выбора тормозного модуля и резистора динамического торможения

Как правило, для определения номинальных параметров тормозного модуля и резистора динамического торможения необходимо знать номинальную мощность, скорость вращения, крутящий момент и характеристики генераторного режима работы двигателя. В порядке упрощения можно считать, что модуль динамического торможения допустимо применять в тех случаях, когда рассеяние генерируемой энергии будет требоваться время от времени или периодически. Если привод регулярно работает в режиме рекуперации, то следует рассмотреть возможность применения оборудования для рекуперации, которое позволит преобразовывать получаемую электроэнергию и возвращать ее в электросеть.

Для определения максимальной величины сопротивления резистора динамического торможения и оценки минимального номинального тока тормозного модуля необходимо рассчитать максимальную мощность привода в режиме рекуперации. Номинальные параметры тормозного модуля выбираются из справочника по тормозным модулям. После определения номинального тока тормозного модуля станет известно и минимальное значение сопротивления резистора динамического торможения. После этого станет известен диапазон допустимых значений сопротивления резистора динамического торможения. Этот диапазон охватывает значения от минимума, определяемого по номинальному току тормозного транзистора, до максимума, определяемого по максимальной мощности генерирования энергии в приводе во время замедления или в иных условиях, приводящих к работе в генераторном режиме. Если будет выбран и применен резистор динамического торможения с сопротивлением меньше минимального значения, обусловленного выбором тормозного модуля, то это может привести к повреждению тормозного транзистора. Если будет выбран и применен резистор динамического торможения с сопротивлением больше максимального значения, обусловленного выбором максимальной мощности генерирования энергии в приводе, это может привести к защитному отключению привода из-за перенапряжения на шине постоянного тока. После выбора приблизительного значения сопротивления резистора динамического торможения можно определить требуемую номинальную мощность этого резистора.

Номинальная мощность резистора динамического торможения определяется на основе имеющихся сведений о двигателе и генераторном режимах работы привода. Необходимо оценить среднее значение рассеиваемой мощности в генераторном режиме и выбрать резистор динамического торможения, номинальная мощность которого немного превышает это среднее значение рассеиваемой мощности привода. Если резистор динамического торможения обладает большой теплоемкостью, то резистивный элемент способен поглотить большое количество энергии без превышения своей допустимой рабочей температуры. Критерию большой теплоемкости в этих условиях применения соответствуют резисторы с тепловой постоянной времени порядка 50 секунд и более. Если теплоемкость резистора мала, то температура резистивного элемента может превысить максимальный допустимый уровень во время поступления в него импульсов тока, что может привести к превышению предельной температуры безопасной эксплуатации резистора.

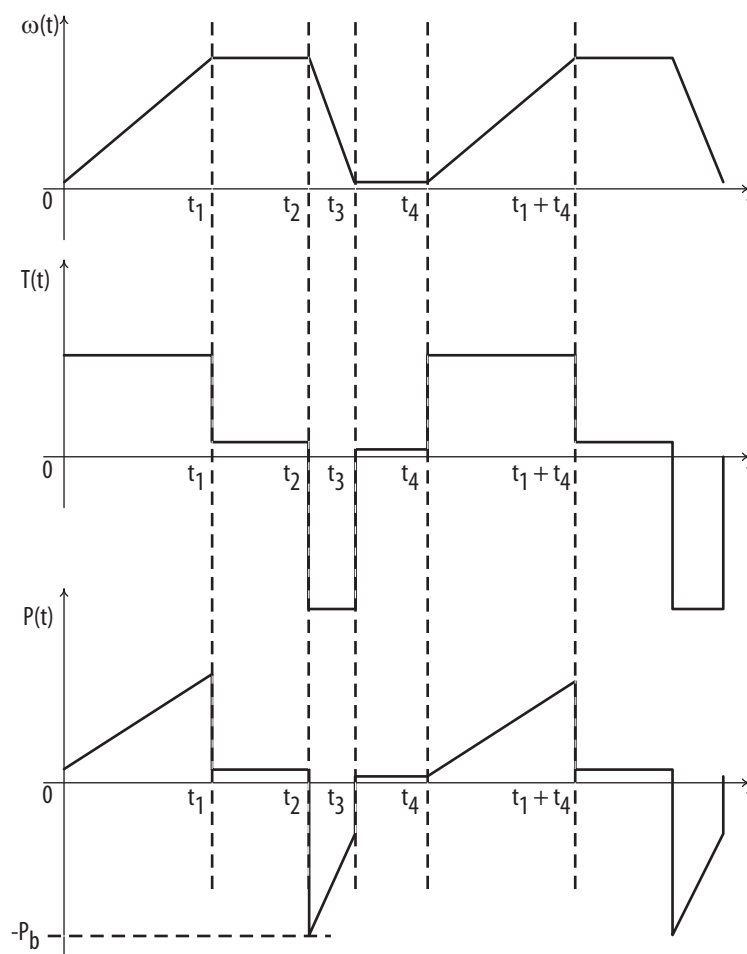
Максимальная генерируемая мощность может быть рассчитана в британских единицах (лошадиных силах), в единицах системы СИ (в ваттах) или в системе относительных единиц (pu), которые в большинстве случаев являются безразмерными. В любом случае окончательное значение мощности должно быть выражено в ваттах, чтобы рассчитать величину активного сопротивления тормозного резистора. Примеры расчетов на этой странице выполняются в единицах системы СИ.

Профили скорости, крутящего момента и мощности

На следующем графике показано типичное применение динамического торможения. На верхнем графике показана скорость вращения, обозначенная греческой буквой ω . При работе по этому профилю двигатель разгоняется до некоторой скорости, работает на этой скорости в течение определенного периода времени, а затем замедляется. Замедление не обязательно производится до нулевой скорости. Затем этот цикл повторяется.

На среднем графике показан крутящий момент двигателя. Сначала значение крутящего момента является высоким, так как двигатель ускоряется, а затем это значение снижается до уровня, требуемого для поддержания заданной скорости вращения. После этого крутящий момент становится отрицательным, так как двигатель замедляется. Затем этот цикл повторяется.

На нижнем графике показана мощность двигателя. Мощность увеличивается по мере увеличения скорости вращения двигателя. Затем мощность немного снижается до уровня, требуемого для поддержания заданной скорости вращения, а затем становится отрицательной, когда начинается замедление. (эта точка, называемая $-P_b$, представляет собой первое значение, которое требуется рассчитать). Затем этот цикл повторяется.



Модуль динамического торможения (больше не выпускается компанией Rockwell Automation)

На [рис. 22](#) приведена упрощенная схема тормозного модуля с резистором. Показанный тормозной модуль подключен к положительному и отрицательному проводникам шины постоянного тока преобразователя с ШИМ. Два конденсатора, включенные последовательно, входят в состав фильтра звена постоянного тока привода. Основными компонентами силовой части тормозного модуля являются защитные предохранители, шунтирующий тиристор (для защиты цепи), транзисторный ключ (тормозной IGBT-транзистор), регулятор напряжения транзисторного ключа (гистерезисный компаратор напряжения) и обратный диод для тормозного резистора.

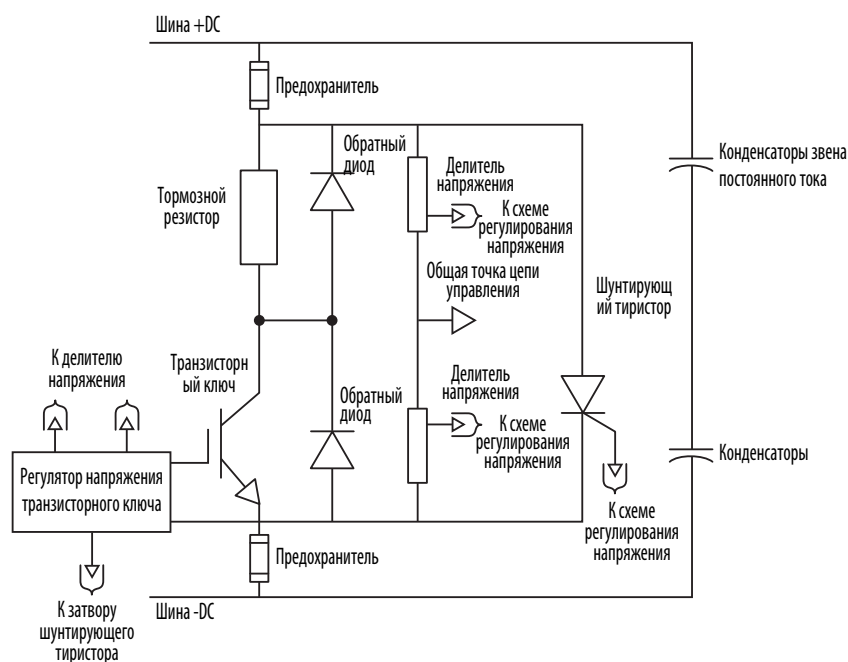
Защитный предохранитель рассчитан на работу совместно с шунтирующим тиристором. Измерительная цепь регулятора напряжения транзисторного ключа может выявлять неисправности тормозного модуля. Одной из таких неисправностей может быть короткое замыкание транзисторного ключа. Если эта неисправность будет обнаружена, то регулятор напряжения транзисторного ключа включит шунтирующий тиристор, который закоротит шины звена постоянного тока, что приведет к расплавлению плавких вставок предохранителя. Это позволит изолировать тормозной модуль от звена постоянного тока до устранения проблемы.

В качестве транзисторного ключа применяется биполярный транзистор с изолированным затвором (IGBT). Для оснащения тормозных модулей различной номинальной мощности используются несколько транзисторов с разными номинальными параметрами. Наиболее важным параметром является номинальный ток коллектора тормозного ключа, который позволяет определить минимальное значение активного сопротивления резистора динамического торможения. Транзисторный ключ может находиться во включенном или выключенном состоянии – включенный транзистор соединяет тормозной резистор со звеном постоянного тока и обеспечивает рассеяние мощности, а выключенный транзистор отключает резистор от звена постоянного тока.

Регулятор напряжения транзисторного ключа регулирует напряжение звена постоянного тока при работе в генераторном режиме. Среднее значение напряжения на шине постоянного тока составляет 375 В пост. тока (при входном напряжении 230 В пер. тока), 750 В пост. тока (при входном напряжении 460 В пер. тока) и 937,5 В пост. тока (при входном напряжении 575 В пер. тока). Делители напряжения снижают напряжение звена постоянного тока до достаточно низкого уровня, приемлемого для использования в схемах управления. Обратная связь по напряжению звена постоянного тока, поступающая от делителей напряжения, сравнивается с заданным значением напряжения, и полученное значение ошибки используется для управления транзисторным ключом.

Обратный диод (FWD), включенный параллельно тормозному резистору, обеспечивает безопасное рассеяние электромагнитной энергии, накапливающейся в паразитной индуктивности этой цепи, во время выключения транзисторного ключа.

рис. 22 - Схема тормозного модуля



Для выбора параметров модуля динамического торможения требуется собрать следующую информацию.

1. Номинальная мощность двигателя в ваттах, киловаттах или лошадиных силах.
2. Номинальная скорость вращения двигателя в об/мин или об/сек.
3. Моменты инерции двигателя и нагрузки в $\text{кг} \cdot \text{м}^2$ или $\text{фунт} \cdot \text{фут}^2$.
4. Передаточное отношение (GR), если между двигателем и нагрузкой установлен редуктор.
5. Рассмотрите профили скорости, крутящего момента и мощности для данной приводной системы.

В уравнениях для расчета параметров динамического торможения используются следующие переменные.

$\omega(t)$ = скорость вращения вала двигателя в радианах в секунду или

$$\omega \text{ Rad/s} = \frac{2\pi N}{60} \text{ RPM}$$

$N(t)$ = скорость вращения вала двигателя в оборотах в минуту (об/мин)

$T(t)$ = крутящий момент на валу двигателя в ньютон-метрах, 1,01 фунт•фут = 1,355818 Н•м

$P(t)$ = мощность на валу двигателя в ваттах, 1,0 л. с. = 746 Вт

$-P_b$ = максимальная генерируемая мощность на валу двигателя в ваттах

Шаг 1 – определение суммарного момента инерции

$$J_T = J_m + GR^2 \times J_L$$

J_T = суммарный момент инерции, приведенный к валу двигателя, в килограммах на метр², кг•м², или фунтах на фут², фунт•фут²

J_m = момент инерции двигателя в килограммах на метр², кг•м², или фунтах на фут², фунт•фут²

GR = передаточное отношение любой передачи между двигателем и нагрузкой, безразмерная величина

J_L = момент инерции нагрузки в килограммах на метр², кг•м², или фунтах на фут², фунт•фут² – 1 фунт•фут² = 0,04214011 кг•м²

Шаг 2 – расчет максимальной тормозной мощности

$$P_b = \frac{J_T \times \omega^2}{t_3 - t_2}$$

J_T = суммарный момент инерции, приведенный к валу двигателя, в кг•м²

ω = номинальная угловая скорость вращения, $Rad/s = \frac{2\pi N}{60}$

N = номинальная скорость вращения двигателя, об/мин

$t_3 - t_2$ = полное время замедления с номинальной скорости вращения до 0, в секундах

P_b = максимальная тормозная мощность, в ваттах (1,0 л. с. = 746 Вт)

Сравните максимальную тормозную мощность с номинальной мощностью двигателя. Если максимальная тормозная мощность более чем в 1,5 раза превышает мощность двигателя, то время замедления ($t_3 - t_2$) необходимо увеличить, чтобы не допустить повышение тока привода до предельного уровня. Коэффициент 1,5 используется по той причине, что привод может в течение 3 секунд выдерживать максимальный ток, составляющий 150% от номинального.

Максимальная мощность может быть снижена с учетом потерь в двигателе и инверторе.

Шаг 3 – расчет максимального значения сопротивления тормозного резистора

$$R_{db1} = \frac{V_d^2}{P_b}$$

V_d = напряжение на шине постоянного тока, которое регулируется тормозным модулем, и которое будет равно 375, 750 или 937,5 В пост. тока.

P_b = максимальная тормозная мощность, рассчитанная в шаге 2.

R_{db1} = максимальное допустимое значение для тормозного резистора.

Выберите сопротивление динамического тормоза меньше, чем значение, рассчитанное в шаге 3. Если это значение будет больше расчетного, то привод может отключаться из-за перенапряжения на шине постоянного тока. Не забудьте учесть допуски на величину сопротивления резистора.

Шаг 4 – выбор требуемого модуля динамического торможения

Каталожный №	Сопротивление	Мощность
240 В		
КА005	28 Ом	666 Вт
КА010	13,2 Ом	1650 Вт
КА050	—	—
460 В		
КВ005	108 Ом	1500 Вт
КВ010	52,7 Ом	2063 Вт
КВ050	10,5 Ом	7000 Вт
600 В		
КС005	108 Ом	1500 Вт
КС010	52,7 Ом	2063 Вт
КС050	15,8 Ом	8000 Вт

В предыдущей таблице выберите требуемый модуль динамического торможения с учетом того, что значение сопротивления должно быть меньше максимального значения сопротивления, рассчитанного в шаге 3. Если сопротивление резистора одного модуля динамического торможения будет недостаточно низким, то можно рассмотреть возможность включения до трех модулей динамического торможения параллельно, чтобы сопротивление параллельных резисторов динамического торможения было меньше величины R_{db1} , рассчитанной в шаге 3. Если параллельное включение нескольких модулей динамического торможения чрезмерно усложняет конструкцию, рассмотрите возможность применения тормозного модуля с отдельно заказанным резистором динамического торможения.

Шаг 5 – оценка средней мощности

Считается, что для данной приводной системы существует периодическая функция ускорения и замедления. Если $(t_3 - t_2)$ = время в секундах, требуемое для замедления с номинальной скорости вращения до 0, а t_4 = время в секундах до начала повторения процесса, то средний рабочий цикл составит $(t_3 - t_2)/t_4$. Мощность как функция времени линейно уменьшается от значения, равного максимальной генерируемой мощности, до 0 после истечения $(t_3 - t_2)$ секунд. Средняя мощность, генерируемая за промежуток $(t_3 - t_2)$ секунд, равна $P_b/2$. Средняя мощность в ваттах, генерируемая за период t_4 , равна:

$$P_{av} = \frac{(t_3 - t_2)}{t_4} \times \frac{P_b}{2}$$

P_{av} = средняя мощность рассеяния на тормозном резисторе, Вт

$t_3 - t_2$ = время замедления с номинальной скорости вращения до 0, в секундах

t_4 = полная продолжительность рабочего цикла, или периодичность процесса, в секундах

P_b = максимальная тормозная мощность, в ваттах

Выбираемая номинальная мощность резистора в модуле динамического торможения (или в двух параллельных модулях) должна быть больше значения, рассчитанного в шаге 5. Если это условие не выполняется, то следует заказать по отдельности тормозной модуль и подходящий тормозной резистор.

Шаг 6 – расчет средней нагрузки в процентах

Средняя нагрузка AL представляет собой значение нагрузки резистора, выраженное в процентах. P_{db} – это суммарная допустимая рассеиваемая мощность модуля динамического торможения, которая берется из таблицы в шаге 4. При этом будет получена одна точка для построения линии на кривой, показанной на рис. 3. Расчетное значение AL должно быть меньше 100%. Если значение AL больше 100%, то это свидетельствует об ошибке в расчетах или о неправильном выборе модуля динамического торможения.

$$AL = \frac{P_{av}}{P_{db}} \times 100$$

AL = средняя нагрузка тормозного резистора в процентах

P_{av} = средняя мощность рассеяния в резисторе, рассчитанная в шаге 5 (в ваттах)

P_{db} = допустимое рассеяние мощности в резисторах в установившемся режиме, взятое из таблицы в шаге 4 (в ваттах)

Шаг 7 – расчет максимальной нагрузки в процентах

Величина максимальной нагрузки (PL) в процентах рассчитывается как процентное отношение мгновенной мощности, рассеиваемой в тормозных резисторах, и допустимого рассеяния мощности в резисторах в установившемся режиме. Это даст точку для построения кривой, показанной на рис. 3. Расчетное значение PL для модулей динамического торможения обычно находится в диапазоне от 300% до 600%. Если расчетное значение PL будет меньше 100%, то это значит, что допустимое рассеяние мощности в тормозных резисторах в установившемся режиме больше, чем требуется.

$$PL = \frac{P_b}{P_{db}} \times 100$$

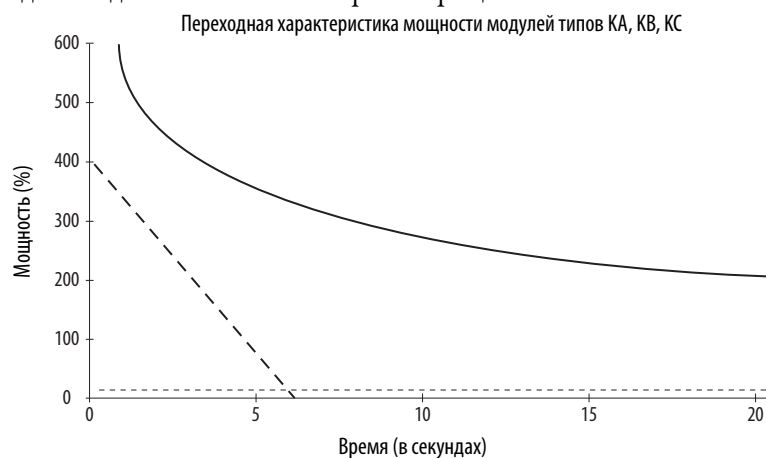
PL = максимальная нагрузка тормозного резистора в процентах

P_{av} = максимальная тормозная мощность, рассчитанная в шаге 2 (в ваттах)

P_{db} = допустимое рассеяние мощности в резисторах в установившемся режиме, взятое из таблицы в шаге 4 (в ваттах)

Шаг 8 – нанесение PL и AL на график

Проведите горизонтальную линию с ординатой, равной рассчитанному в шаге 6 значению AL (средней нагрузки) в процентах. Это значение должно быть меньше 100%. Выберите на вертикальной оси точку, равную рассчитанному в шаге 7 значению PL (максимальной нагрузки) в процентах. Это значение должно быть больше 100%. Проведите вертикальную линию через точку ($t_3 - t_2$) секунд, так чтобы эта линия пересекла линию AL под прямым углом. Обозначьте это пересечение как точку 1. Проведите прямую линию от точки PL на вертикальной оси к точке 1 на линии AL. Эта линия будет представлять собой характеристику мощности двигателя во время его замедления до минимальной скорости вращения.



Если начерченная линия находится слева от кривой мощности при постоянной температуре для резистора динамического торможения, то при применении динамического торможения не возникнет никаких проблем. Если любая часть этой линии будет находиться справа от кривой мощности при постоянной температуре для резистора динамического торможения, то это свидетельствует о проблемах с применением динамического торможения. Эти проблемы заключаются в том, что номинальная температура резистора будет превышена на том участке, где переходная характеристика мощности находится справа от кривой, отражающей допустимую рассеиваемую мощность резистора. В таком случае рекомендуется установить параллельно еще один модуль динамического торможения или же применить тормозной модуль с отдельным тормозным резистором.

Выбор параметров тормозного модуля и резисторов

Тормозной модуль и резисторы (больше не выпускаются компанией Rockwell Automation)

Выбор параметров тормозного модуля производится так же, как выбор параметров модуля динамического торможения, но при этом добавляется еще несколько операций. Поскольку в этом случае тормозной модуль выбирается отдельно от резисторов, требуется дополнительный расчет тока. Кроме того, для выбора резистора требуется расчет энергии в ватт-секундах, или джоулях.

Шаг 1 – определение суммарного момента инерции

$$J_T = J_m + GR^2 \times J_L$$

J_T = суммарный момент инерции, приведенный к валу двигателя, в килограммах на метр², кг•м², или фунтах на фут², фунт•фут²

J_m = момент инерции двигателя в килограммах на метр², кг•м², или фунтах на фут², фунт•фут²

GR^2 = передаточное отношение любой передачи между двигателем и нагрузкой, безразмерная величина

J_L = момент инерции нагрузки в килограммах на метр², кг•м², или фунтах на фут², фунт•фут² (1 фунт•фут² = 0,04214011 кг•м²)

Шаг 2 – расчет максимальной тормозной мощности

$$P_b = \frac{J_T \times \omega^2}{t_3 - t_2}$$

J_T = суммарный момент инерции, приведенный к валу двигателя, в кг•м²

ω = номинальная угловая скорость вращения, $Rad/s = \frac{2\pi N}{60}$

N = номинальная скорость вращения двигателя, об/мин

$t_3 - t_2$ = полное время замедления с номинальной скорости вращения до 0, в секундах

P_b = максимальная тормозная мощность, в ваттах (1,0 л. с. = 746 Вт)

Сравните максимальную тормозную мощность с номинальной мощностью двигателя. Если максимальная тормозная мощность более чем в 1,5 раза превышает мощность двигателя, то время замедления ($t_3 - t_2$) необходимо увеличить, чтобы предотвратить повышение тока привода до предельного уровня. Коэффициент 1,5 используется по той причине, что привод может в течение 3 секунд выдерживать максимальный ток, составляющий 150% от номинального.

Максимальная мощность может быть снижена с учетом потерь в двигателе и инверторе.

Шаг 3 – расчет максимального значения сопротивления тормозного резистора

$$R_{db1} = \frac{V_d^2}{P_b}$$

V_d = напряжение на шине постоянного тока, которое регулируется тормозным модулем, и которое будет равно 375, 750 или 937,5 В пост. тока.

P_b = максимальная тормозная мощность, рассчитанная в шаге 2.

R_{db1} = максимальное допустимое сопротивление тормозного резистора.

Выбираемое значение сопротивления динамического тормоза должно быть меньше значения, рассчитанного в шаге 3. Если это значение будет больше расчетного, то привод может отключаться из-за перенапряжения на шине постоянного тока. Не забудьте учесть допуски на величину сопротивления резистора.

Шаг 4 – выбор тормозного модуля

$$I_{dl} = \frac{V_d}{R_{dbl}}$$

I_{dl} = минимальный ток, протекающий через транзистор тормозного модуля

V_d = значение напряжения на шине постоянного тока, выбранное в шаге 3

R_{dbl} = значение сопротивления тормозного резистора, рассчитанное в шаге 3

Значение I_{d1} представляет собой минимальное значение номинального тока тормозного модуля. Номинальный ток транзистора выбранного тормозного модуля должен быть не меньше расчетного значения I_{d1} . Номинальные параметры указаны в следующей таблице.

Напряжение привода (В~)	Напряжение включения (В=)	Каталожный №	Максимальный ток транзистора (А)	Минимальное сопротивление тормозного резистора (Ом)
230	375	WA018	50	9,0
		WA070	200	2,3
		WA115	400	1,25
460	750	WB009	25	37
		WB035	100	9,0
		WB110	400	2,5
575	935	WC009	25	46
		WC035	75	15,5
		WC085	400	3,0

Шаг 5 – определение минимального сопротивления

Для каждого тормозного модуля в предыдущей таблице указано относящееся к нему минималезисторальное сопротивление. Если к тормозному модулю будет подключен , сопротивление которого меньше указанного в таблице, то тормозной транзистор скорее всего будет поврежден.

Шаг 6 – выбор сопротивления тормозного резистора

Чтобы получить требуемые тормозные характеристики и не допустить повреждения транзистора, следует выбрать резистор, сопротивление которого находится между максимальным сопротивлением, рассчитанным в шаге 3, и минимальным сопротивлением для выбранного тормозного модуля.

Шаг 7 – оценка минимальной требуемой мощности тормозного резистора

Считается, что для данной приводной системы существует периодическая функция ускорения и замедления. Если $(t_3 - t_2)$ = время в секундах, требуемое для замедления с номинальной скорости вращения до 0, а t_4 = время в секундах до начала повторения процесса, то средний рабочий цикл составит $(t_3 - t_2)/t_4$. Мощность как функция времени линейно уменьшается от значения, равного максимальной генерируемой мощности, до 0 по истечении $(t_3 - t_2)$ секунд. Средняя мощность, генерируемая за промежуток $(t_3 - t_2)$ секунд, равна $P_b/2$. Средняя мощность в ваттах, генерируемая за период t_4 , равна:

$$P_{av} = \frac{(t_3 - t_2)}{t_4} \times \frac{P_b}{2}$$

P_{av} = средняя мощность рассеяния в тормозном резисторе, в ваттах

$t_3 - t_2$ = истекшее время замедления с номинальной скорости вращения до 0, в секундах

t_4 = полная продолжительность цикла, или периода процесса, в секундах

P_b = максимальная тормозная мощность, в ваттах

Выбираемая номинальная мощность резистора динамического торможения должна быть не меньше значения, рассчитанного в шаге 7.

Шаг 8 – расчет энергии, рассеиваемой в резисторе (в ватт-секундах, или джоулях)

Чтобы убедиться в том, что характеристики термостойкости резистора не будут превышены, выполняется расчет энергии, рассеиваемой в резисторе. Это позволит определить энергию (в джоулях), которая может быть поглощена резистором.

$$P_{ws} = (t_3 - t_2) \times \frac{P_b}{2}$$

P_{ws} = требуемое поглощение энергии в резисторе, в ватт-секундах

$t_3 - t_2$ = истекшее время замедления со скорости вращения ω_b до ω_0 , в секундах

P_b = максимальная тормозная мощность, в ваттах

Встроенный тормозной IGBT-транзистор для приводов PowerFlex 755

Выбор резисторов для встроенного транзистора системы динамического торможения

Выбор резисторов для встроенного тормозного транзистора производится по тем же формулам, которые были описаны выше, и в основном аналогично процессу выбора тормозного модуля.

Шаг 1 – определение суммарного момента инерции

$$J_T = J_m + GR^2 \times J_L$$

J_T = суммарный момент инерции, приведенный к валу двигателя, в килограммах на метр², кг•м², или фунтах на фут², фунт•фут²

J_m = момент инерции двигателя в килограммах на метр², кг•м², или фунтах на фут², фунт•фут²

GR = передаточное отношение любой передачи между двигателем и нагрузкой, безразмерная величина

J_L = момент инерции нагрузки в килограммах на метр², кг•м², или фунтах на фут², фунт•фут² (1 фунт•фут² = 0,04214011 кг•м²)

Шаг 2 – расчет максимальной тормозной мощности

$$P_b = \frac{J_T \times \omega^2}{t_3 - t_2}$$

J_T = суммарный момент инерции, приведенный к валу двигателя, в кг•м²

ω = номинальная угловая скорость вращения, $Rad/s = \frac{2\pi N}{60}$

N = номинальная скорость вращения двигателя, об/мин

$t_3 - t_2$ = полное время замедления с номинальной скорости вращения до 0, в секундах

P_b = максимальная тормозная мощность, в ваттах (1,0 л. с. = 746 Вт)

Сравните максимальную тормозную мощность с номинальной мощностью двигателя. Если максимальная тормозная мощность более чем в 1,5 раза превышает мощность двигателя, то время замедления ($t_3 - t_2$) необходимо увеличить, чтобы предотвратить повышение тока привода до предельного уровня. Коэффициент 1,5 используется по той причине, что привод может в течение 3 секунд выдерживать максимальный ток, составляющий 150% от номинального.

Максимальная мощность может быть снижена с учетом потерь в двигателе и инверторе.

Шаг 3 – расчет максимального значения сопротивления тормозного резистора

$$R_{db1} = \frac{V_d^2}{P_b}$$

V_d = напряжение на шине постоянного тока, которое регулируется приводом и которое будет равно 375, 750 или 937,5 В пост. тока в зависимости от напряжения входного питания.

P_b = максимальная тормозная мощность, рассчитанная в шаге 2.

R_{db1} = максимальное допустимое значение для тормозного резистора.

Выбираемое значение сопротивления динамического тормоза должно быть меньше значения, рассчитанного в шаге 3. Если это значение будет больше расчетного, то привод может отключаться из-за перенапряжения на шине постоянного тока. Не забудьте учесть допуски на величину сопротивления резистора.

Шаг 4 – определение минимального сопротивления

Для каждого привода со встроенным тормозным IGBT-транзистором указывается минимальное сопротивление резистора. Если будет подключен резистор, сопротивление которого меньше минимального для данного привода, то тормозной транзистор скорее всего будет поврежден. В следующей таблице указаны значения минимального сопротивления для приводов PowerFlex серии 750 типоразмеров 2 – 7.

Типоразмер	400V				480V			
	Мощность привода, кВт	Код по каталогу	Мин. сопротивление	Макс. тормозной ток	Мощность привода, л. с.	Код по каталогу	Мин. сопротивление	Макс. тормозной ток
2	0,75	C2P1	31,6	25	1,0	D2P1	31,6	25
	1,5	C3P5	31,6	25	2,0	D3P4	31,6	25
	2,2	C5P0	31,6	25	3,0	D5P0	31,6	25
	4,0	C8P7	31,6	25	5,0	D8P0	31,6	25
	5,5	C011	31,6	25	7,5	D011	31,6	25
	7,5	C015	31,6	25	10	D014	31,6	25
	11	C022	22,6	34,9	15	D022	22,6	34,9
3	15	C030	31,6	25	20	D027	31,6	25
	18,5	C037	31,6	25	25	D034	31,6	25
	22	C043	16,6	47,6	30	D040	16,6	47,6
4	30	C060	15,8	50	40	D052	15,8	50
	37	C072	15,8	50	50	D065	15,8	50
5	37	C072	7,9	100	50	D065	7,9	100
	45	C085	7,9	100	60	D077	7,9	100
	55	C104	7,9	100	75	D096	7,9	100
6	55	C104	3,3	239,4	75	D096	3,3	239,4
	75	C140	3,3	239,4	100	D125	3,3	239,4
	90	C170	3,3	239,4	125	D156	3,3	239,4
	110	C205	3,3	239,4	150	D186	3,3	239,4
	132	C260	3,3	239,4	200	D248	3,3	239,4
7	132	C260	2,4	329	200	D248	2,4	329
	160	C302	2,4	329	250	D302	2,4	329
	200	C367	2,4	329	300	D361	2,4	329
	250	C456	1,65	478,8	350	D415	1,65	478,8

Шаг 5 – выбор сопротивления тормозного резистора

Чтобы получить требуемые тормозные характеристики и не допустить повреждения транзистора, следует выбрать резистор, сопротивление которого находится между максимальным сопротивлением, рассчитанным в шаге 3, и минимальным сопротивлением для выбранного тормозного модуля.

Шаг 6 – оценка минимальной требуемой мощности тормозного резистора

Считается, что для данной приводной системы существует периодическая функция ускорения и замедления. Если $(t_3 - t_2)$ = время в секундах, требуемое для замедления с номинальной скорости вращения до 0, а t_4 = время в секундах до начала повторения процесса, то средний рабочий цикл составит $(t_3 - t_2)/t_4$. Мощность как функция времени линейно уменьшается от значения, равного максимальной генерируемой мощности, до 0 по истечении $(t_3 - t_2)$ секунд. Средняя мощность, генерируемая за промежуток $(t_3 - t_2)$ секунд, равна $P_b/2$. Средняя мощность в ваттах, генерируемая за период t_4 , равна:

$$P_{av} = \frac{(t_3 - t_2)}{t_4} \times \frac{P_b}{2}$$

P_{av} = средняя мощность рассеяния на тормозном резисторе, Вт

$t_3 - t_2$ = время замедления с номинальной скорости вращения до 0, в секундах

t_4 = полная продолжительность рабочего цикла, или периодичность процесса, в секундах

P_b = максимальная тормозная мощность, в ваттах

Выбираемая номинальная мощность резистора динамического торможения должна быть не меньше значения, рассчитанного в шаге 6.

Шаг 7 – расчет энергии, рассеиваемой в резисторе (в ватт-секундах, или джоулях)

Чтобы убедиться в том, что характеристики термостойкости резистора не будут превышены, выполняется расчет энергии, рассеиваемой в резисторе. Это позволит определить энергию (в джоулях), которая может быть поглощена резистором.

$$P_{ws} = (t_3 - t_2) \times \frac{P_b}{2}$$

P_{ws} = требуемое поглощение энергии в резисторе, в ватт-секундах

$t_3 - t_2$ = истекшее время замедления со скорости вращения ω_b до ω_0 , в секундах

P_b = максимальная тормозная мощность, в ваттах

Торможение магнитным потоком

Торможение магнитным потоком - независимый вариант настройки параметра P370/371 [Stop Mode A/B], доступный в приводах PowerFlex серии 750. Если эта функция включена, то торможение магнитным потоком будет выполняться при линейном замедлении. Торможение магнитным потоком изменяет соотношение U/f , подавая на двигатель более высокое напряжение по сравнению с нормальной кривой U/f , вызывая тем самым избыточный магнитный поток в двигателе и снижая скорость вращения быстрее, чем при обычном линейном замедлении. Эта функция не предназначена для нагрузок с большим моментом инерции, так как избыточный магнитный поток может вызвать чрезмерный нагрев двигателя. Большое время замедления приводит к перегреву.

Торможение магнитным потоком работает во всех режимах управления двигателем.

табл. 11 - Параметры торможения магнитным потоком

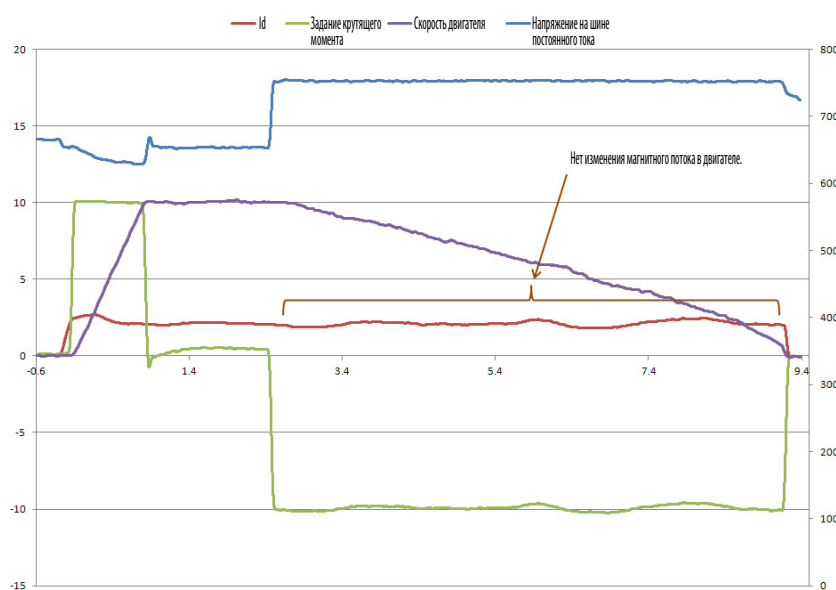
Номер	Название параметра	Мин./макс.	По умолчанию
388	Flux Braking En	Отключено/включено	Отключено
389	Flux Braking Lmt	100,00/250,00 %	125,00
390	Flux Braking Ki	0,0/1000000,0	10000,0
391	Flux Braking Kp	0,0/1000000,0	0,0 (отключено)

Графики

На всех следующих графиках время ускорения/замедления составляет 0,5 сек. Параметр P372/373 [Bus Reg Mode, A/B] равен 1 «Adjust Freq». Нагрузка на валу двигателя обладает достаточно большой инерцией. Параметр для останова P370/371 [Stop Mode A/B] равен 1 «Ramp».

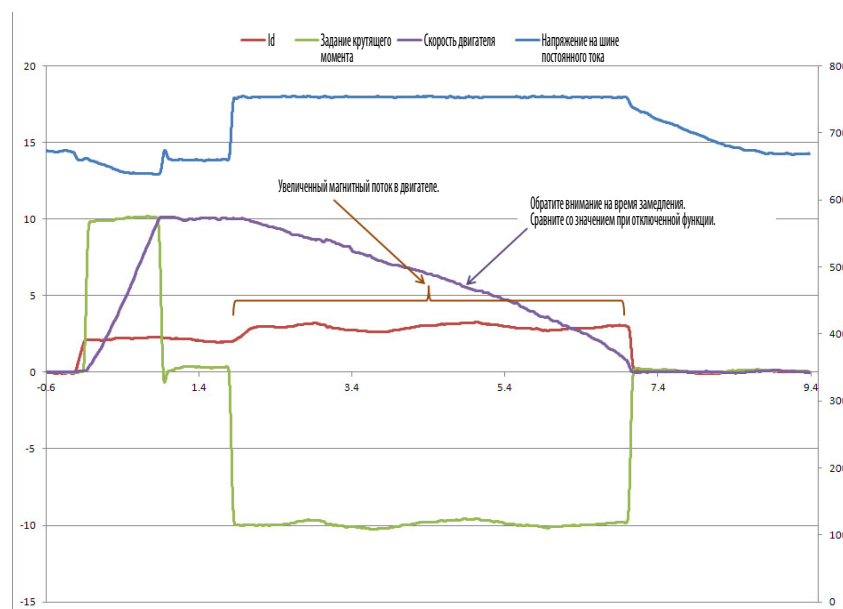
На приведенном ниже графике функция торможения магнитным потоком отключена. Обратите внимание на время замедления. Здесь временем останова управляет регулятор напряжения на шине постоянного тока.

Торможение магнитным потоком отключено



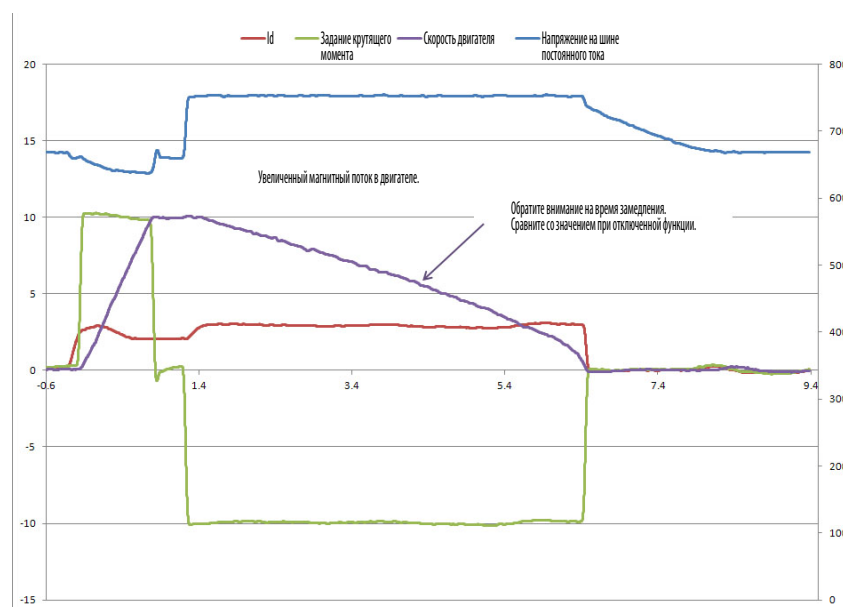
На следующем графике сохраняются те же условия, но функция торможения магнитным потоком включена. Обратите внимание на то, что магнитный поток в двигателе увеличен, а время замедления меньше.

Торможение магнитным потоком включено



Наконец, то же испытание с коэффициентами усиления регулятора, установленными на максимум. Время замедления немного меньше. Коэффициенты усиления регулятора должны меняться в зависимости от подсоединенной нагрузки.

Торможение магнитным потоком – коэффициенты усиления регулятора на максимуме



Регулятор потока

Регулятор потока используется для регулирования и ограничения полного (фундаментального) напряжения, подаваемого на асинхронный двигатель в режиме векторного управления потоком. Регулятор потока контролирует ослабление поля при превышении базовой скорости вращения и поддерживает запас напряжения для регулятора тока. Для регулирования двигателей с постоянными магнитами при скорости вращения, превышающей базовую, используется модифицированный регулятор потока асинхронных двигателей.

Регулятор потока включен по умолчанию. После выключения регулятор теряет свою настройку.

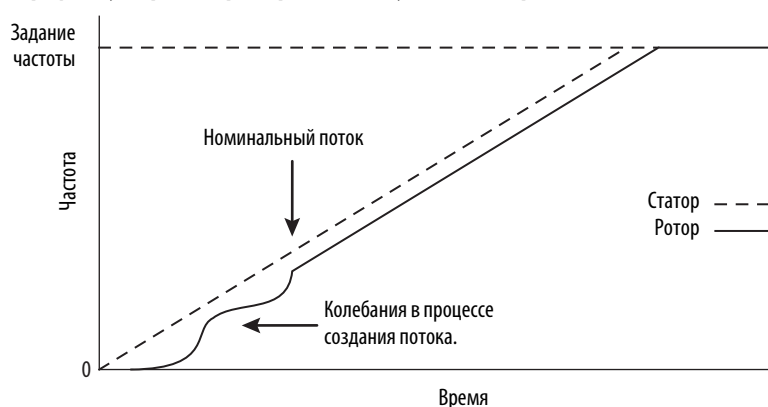
Не отключайте этот регулятор. Если вы считаете, что эту функцию требуется отключить, обязательно проконсультируйтесь у изготовителя, чтобы убедиться, что это допустимо.

Наращивание магнитного потока

Для получения регулируемого крутящего момента в асинхронных двигателях необходимо предварительно создать магнитный поток. Для создания потока прилагается напряжение. Существуют два способа создания магнитного потока в двигателе.

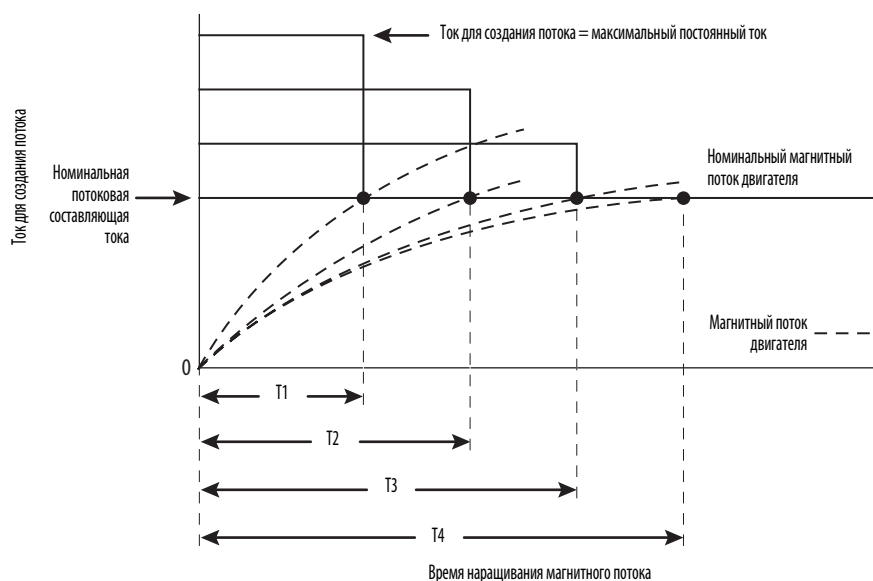
Первым способом является автоматический режим, используемый при нормальном пуске. Магнитный поток создается при приложении к двигателю напряжения и частоты с выхода привода. В процессе создания магнитного потока развивающийся крутящий момент носит непредсказуемый характер, что может приводить к колебаниям ротора даже при возможном ускорении нагрузки. Профиль ускорения, развиваемого двигателем, может не соответствовать заданному профилю ускорения из-за недостаточной величины крутящего момента.

рис. 23 - Профиль ускорения при нормальном пуске – без наращивания потока



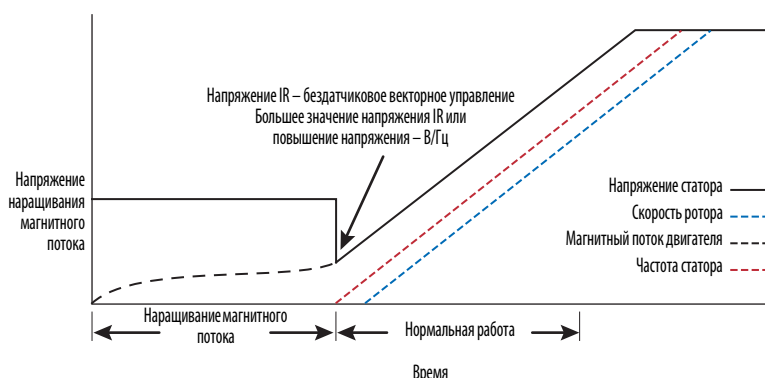
Вторым способом является ручной режим. В этом режиме на двигатель подается постоянный ток, чтобы создать магнитный поток до начала вращения вала двигателя. Время создания потока зависит от величины требуемого для этого тока и от значения постоянной времени ротора двигателя. Пользователь не может изменять ток для создания магнитного потока.

рис. 24 - Ток для создания потока в зависимости от времени наращивания потока



После того, как в двигателе будет создан номинальный магнитный поток, начинается нормальная работа и достигается заданный профиль ускорения.

Номинальный поток создан



После того, как в двигателе будет создан номинальный магнитный поток, начинается нормальная работа и достигается заданный профиль ускорения.

Параметры

Файл	Группа	№	Название на дисплее Полное наименование Описание	Значения	Чтение/запись	Тип данных
MOTOR CONTROL	Mtr Ctrl Options	43	Flux Up Enable Включение режима наращивания потока «Manual» (0) – поток создается в течение времени, заданного в параметре P44 [Flux Up Time], до начала разгона. «Automatic» (1) – поток создается в течение времени, вычисленного на основании паспортных данных двигателя, до начала разгона. Параметр P44 [Flux Up Time] не используется.	По умолчанию: 1 Варианты: 0 = «Manual», 1 = «Automatic»	RW	32-битное целое число
		44	Flux Up Time Время наращивания магнитного потока Время, в течение которого привод попытается создать полный магнитный поток в статоре двигателя. Когда появляется команда пуска, для создания магнитного потока в статор до начала разгона двигателя подается постоянный ток, указанный в параметре P26 [Motor NP Amps].	Единицы измерения: Секунды По умолчанию: 0,0000 Мин./макс.: 0,0000/5,0000	RW	Действ. число

Области применения

Эта функция обычно используется в областях применения, где требуется увеличенное время разгона. По умолчанию привод настроен на автоматический режим и попытается создать полный магнитный поток в статоре на основе паспортных данных двигателя. В некоторых случаях характеристики нагрузки и линейного увеличения скорости в процессе разгона могут оказывать неблагоприятное влияние на тепловую защиту привода. К таким областям применения относятся шахтные конвейеры и большие центрифуги. Эта функция дает возможность вручную обеспечить создание полного магнитного потока в статоре двигателя до начала разгона, для чего вручную задается время наращивания потока. Это позволяет улучшить разгон при низкой частоте без возникновения чрезмерных токов.

Обратная связь с высоким разрешением

Универсальный дополнительный модуль обратной связи, предназначенный только для приводов PowerFlex 755, интерполирует любой синусно-косинусный сигнал в 1 048 576 отсчетов на оборот.

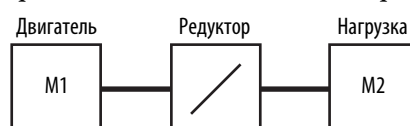
Дискретность интерполяции не изменяется, Она составляет 1 048 576 отсчетов на оборот независимо от собственного разрешения синусно-косинусного сигнала на один оборот. Дискретность интерполяции изменяется на 24 бита, если выставлен бит 1 «24-bit Resol» параметра P8 [FB0 Cfg] или P38 [FB1 Cfg].

Пригодный для использования синусно-косинусный сигнал представляет собой сигнал с амплитудой напряжения в 1 В и смещением 2,5 В. Большинство производителей модулей обратной связи - Sick (SSI), Stegmann (Hiperface) и Heidenhain (En Dat, не en dat) отвечают этим требованиям.

Адаптация к моменту инерции

Адаптация к моменту инерции используется для компенсации холостого хода, который появляется при наличии редуктора и/или эластичной муфты. Холостым ходом называется состояние, при котором перемещение на входе в механизм не вызывает соответствующего перемещения на выходе. Это особенно заметно в системах с большим моментом инерции и использованием редукторов или эластичных муфт. Термин «адаптация к моменту инерции» характеризует то, как эта функция адаптирует или изменяет динамический момент инерции, воспринимаемый регулятором скорости. Адаптация к моменту инерции может увеличить полосу пропускания регулятора скорости, обычно ограничиваемую механической передачей, максимум в четыре раза. Эта функция работает только на приводах PowerFlex 755. В параметре P35 [Motor Ctrl Mode] должно быть выбрано векторное управление и должно использоваться устройство обратной связи по скорости двигателя. Адаптация к моменту инерции не включена по умолчанию.

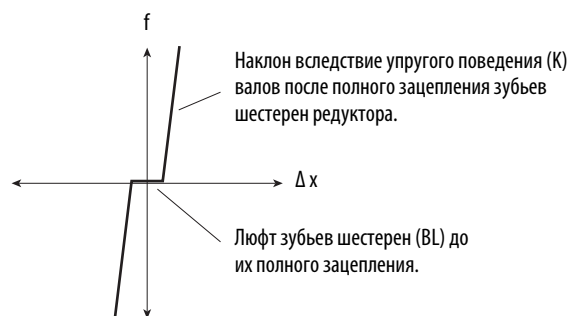
Ниже показан пример двигателя, подключенного через редуктор.



Редуктор можно представить в виде пружины (K) и люфта зубьев шестерен (BL).

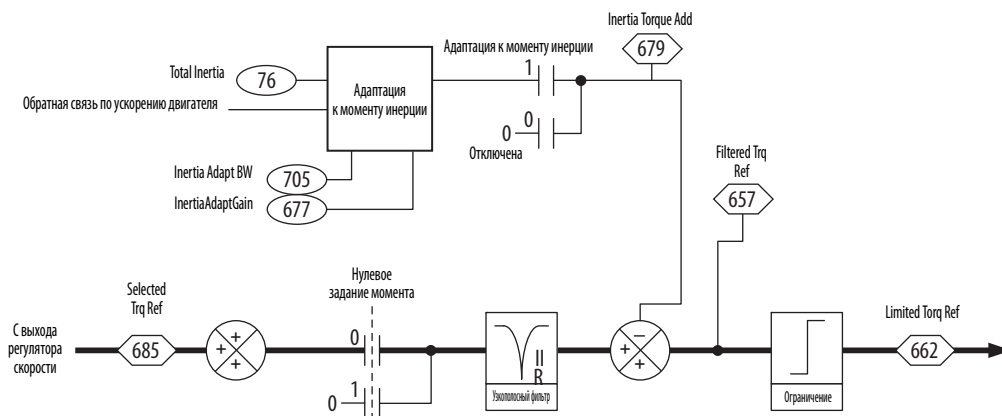


При увеличении скорости вращения двигателя есть промежуток времени (показанный как $\Delta x = \text{люфт}$), в течение которого зубья шестерен редуктора приходят в соприкосновение. По прошествии этого времени происходит некоторое скручивание (как у пружины) вала после того, как зубья шестерен редуктора полностью войдут в зацепление. Этот холостой ход вызывает механическую нестабильность и ограничивает максимальную величину полосы пропускания регулятора скорости, не приводящую к потере устойчивости. Функция адаптации к моменту инерции обнаруживает холостой ход, что позволяет устанавливать большее значение полосы пропускания регулятора скорости без потери устойчивости.



Настройка конфигурации

Функция адаптации к моменту инерции работает, если в параметр P76 [Total Inertia] введено правильное значение момента инерции. Суммарный момент инерции измеряется во время пуска наладки с помощью модуля интерфейса оператора или мастера наладки в программном обеспечении. Настройку момента инерции можно выполнить вручную, установив в параметре P70 [Autotune] вариант 4 «Inertia Tune» и запустив привод.



Адаптация к моменту инерции включается установкой параметра P704 [InAdp LdObs Mode] на 1 «InertiaAdapt». После включения функции автоматически обновляются два фильтра, P705 [Inertia Adapt BW] и P710 [InertAdptFltrBW], если параметр P636 [Speed Reg BW] не равен нулю. Постепенно увеличивайте параметр P636 [Speed Reg BW] при работе двигателя под нагрузкой. Итоговая полоса пропускания регулятора скорости станет больше полосы пропускания до включения адаптации, тем самым подтверждая, что система удовлетворяет критериям, приведенным ниже.

Если адаптация к моменту инерции включена, необходимо отключить (установить значение OFF) два фильтра опережения/запаздывания в регуляторе скорости. Эти фильтры находятся в цепи обратной связи по скорости P637 [SReg FB Fltr Sel] и на выходе регулятора скорости P657 [SReg OutFltr Sel]. Оба фильтра отключены по умолчанию.

Функцию адаптации к моменту инерции можно использовать вместе с функцией компенсации инерции для минимизации крутящего момента при ускорении, задаваемого регулятором скорости.

Более подробная информация приведена в документе «Преобразователи PowerFlex серии 750. Руководство по программированию», публикация [750-PM001](#).

Как работает функция адаптации к моменту инерции?

- Алгоритм адаптации к моменту инерции использует составляющую сигнала обратной связи по ускорению, чтобы создать своего рода электронный момент инерции.
- Электронный момент инерции компенсирует уменьшение момента инерции при внезапном отсоединении нагрузки при выборке люфта редуктора или при холостом ходе. Таким образом, регулятор скорости не чувствует резкого изменения момента инерции, которое обычно связано с отсоединением нагрузки и может привести к потере устойчивости.

Где используется адаптация к моменту инерции?

- В любой системе с соотношением моментов инерции больше 3:1, в которой присутствуют помехи от редуктора или резонанс и в которой невозможно достичь требуемых характеристик путем обычной настройки. (Соотношение моментов инерции вычисляется как отношение момента инерции системы к моменту инерции двигателя)
- В большинстве высоко динамичных следящих систем или систем с электронной трансмиссией.
- В большинстве систем с редукторами, требующих большей полосы пропускания и жесткости регулирования.

В чем недостаток функции адаптации к моменту инерции?

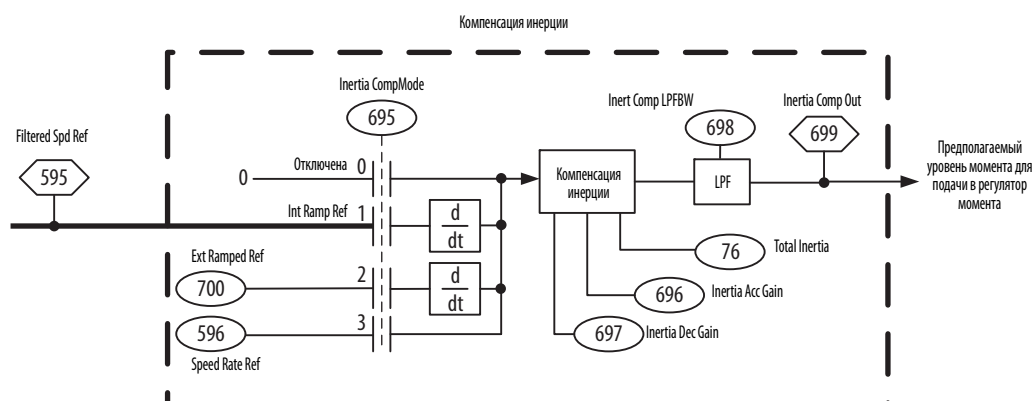
- Функция может стать причиной появления высокочастотного шума в системах с жесткими муфтами с малым свободным ходом или недостаточной гибкостью. В таких случаях не рекомендуется использовать функцию адаптации к моменту инерции.

- Функция может стать причиной появления низкочастотного шума от двигателя. Этот шум является побочным эффектом работы функции и не влияет на ее характеристики, а также не вредит двигателю.

Компенсация инерции

Компенсация инерции работает только в приводе PowerFlex 755 и в режимах векторного управления потоком (FV), выбранных в параметре P35 [Motor Ctrl Mode].

При изменении скорости вращения необходим определенный крутящий момент для преодоления момента инерции нагрузки. Этот крутящий момент больше крутящего момента, необходимого для работы при постоянной скорости. Функция компенсации инерции пытается предсказать величину крутящего момента, необходимую для ускорения и замедления инерциальной нагрузки. Функция компенсации инерции рассчитывает предполагаемый уровень момента, основываясь на скорости нарастания и снижения скорости вращения при ускорении и замедлении и суммарном моменте инерции. Этот предполагаемый уровень момента также можно считать производной скорости по времени. Затем этот рассчитанный уровень момента P699 [Inertia Comp Out] подается в регулятор крутящего момента в качестве одного из значений параметра P313 [Actv SpTqPs Mode] для суммирования с параметром P660 [SReg Output] для более плавного ускорения и замедления, особенно при нагрузках с высоким моментом инерции.



- Параметр 695 [Inertia CompMode] включает функцию компенсации инерции и выбирает возможные источники задания скорости вращения двигателя из следующих вариантов.
- «Disabled» (0) – функция компенсации инерции отключена. Параметр P699 [Inertia Comp Out] равен нулю и не влияет на задание крутящего момента двигателя.
- «Int Ramp Ref» (1) – функция компенсации инерции включена. Функция настроена на использование скорости изменения параметра P595 [Filtered Spd Ref]. Это стандартная настройка, которую следует применять для компенсации инерции в автономном приводе.
- «Ext Ramp Ref» (2) – функция компенсации инерции включена. Функция настроена на использование скорости изменения параметра P700 [Ext Ramped Ref]. Эта настройка используется в случаях, когда на привод поступает внешнее линейно изменяющееся задание скорости вращения.

- «Int Ramp Ref» (3) – функция компенсации инерции включена. Функция настроена на использование параметра P596 [Speed Rate Ref]. В этом параметре должна содержаться величина скорости изменения задания скорости вращения двигателя. Эта настройка используется в случаях, когда на привод поступает внешнее линейно изменяющееся задание скорости вращения.

Параметр 76 [Total Inertia] рассчитывается во время автонастройки и используется вместе с расчетными значениями интенсивности ускорения или замедления для определения дополнительного крутящего момента.

Параметр 696 [Inertia Acc Gain] задает коэффициент усиления функции компенсации инерции во время ускорения. Коэффициент усиления, равный 1, соответствует 100% компенсации.

Параметр 697 [Inertia Dec Gain] задает коэффициент усиления функции компенсации инерции во время замедления. Коэффициент усиления, равный 1, соответствует 100% компенсации.

Параметр 698 [Inertia Comp LPFBW], полоса пропускания фильтра низких частот функции компенсации инерции. Задает полосу пропускания фильтра низких частот для функции компенсации инерции. Выходной сигнал этого фильтра поступает в параметр P699.

Параметр 699 [Inertia Comp Out], выходной сигнал функции компенсации инерции. Представляет собой величину выходного сигнала функции компенсации инерции.

Параметр 700 [Ext Ramped Ref], внешнее линейно изменяющееся задание скорости. Этот параметр должен содержать сигнал внешнего линейно изменяющегося задания скорости вращения двигателя. Этот сигнал будет использоваться функцией компенсации инерции, если параметр P695 [Inertia CompMode] = 2 «Ext Ramp Ref». Этот сигнал задается в Гц или об/мин, в зависимости от значения параметра P300 [Speed Units].

Параметр 596 [Speed Rate Ref], интенсивность изменения скорости. Этот параметр используется функциями компенсации инерции и компенсации скорости вращения.

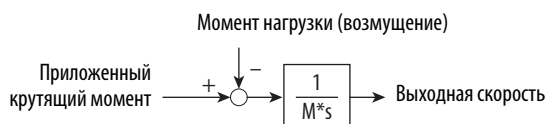
Величина, используемая функциями компенсации инерции и компенсации скорости вращения (работают только в режимах с векторным управлением потоком), которая обычно поступает от внешнего контроллера, который также служит источником линейно изменяющегося сигнала задания скорости. Интенсивность изменения скорости равна производной по времени сигнала задания скорости. Время задается в секундах.

Например, если контроллер устанавливает время линейного изменения сигнала задания скорости, равное 10 с, то он также устанавливает и величину интенсивности изменения скорости, равную 1 о.е. / 10 с = 0,1 с-1, для режима ускорения. Если задание скорости не изменяется, то интенсивность изменения скорости равна нулю.

Более подробная информация об управлении содержится в разделе Блок-схемы системы управления PF755 документа «Преобразователи PowerFlex серии 750. Руководство по программированию», публикация [750-PM001](#).

Контроль нагрузки

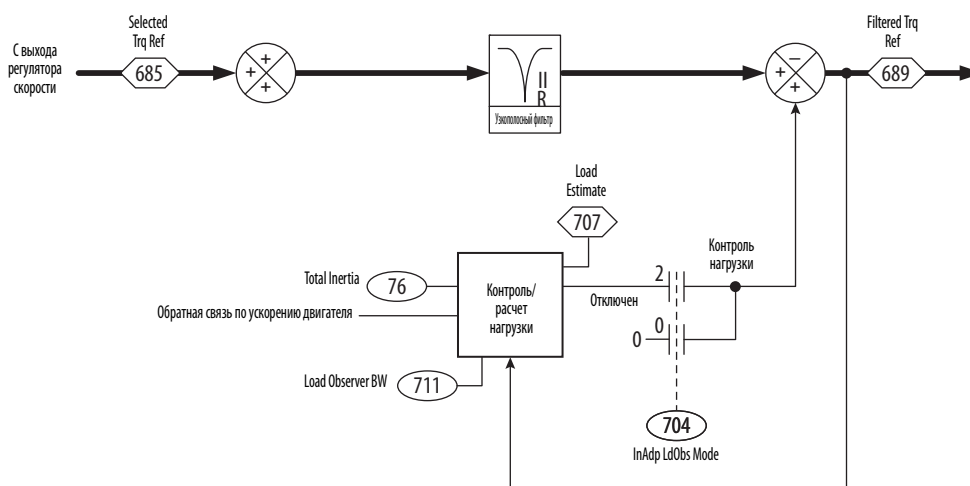
Функция контроля нагрузки преобразователя PowerFlex 755 компенсирует и значительно сокращает возмущения в нагрузке и обеспечивает более быструю реакцию системы. Она минимизирует влияние момента нагрузки на регулятор скорости. Функция контроля нагрузки пытается определить расчетное значение нагрузки, соответствующее текущему значению момента в упрощенной модели нагрузки. Ниже приведена упрощенная модель двигателя/нагрузки.



С точки зрения системы управления, момент нагрузки – это такой же входной сигнал, как и задание скорости, но для которого нет параметра. Момент нагрузки исключить нельзя, потому что именно произведение крутящего момента и скорости вращения определяет мощность, потребляемую нагрузкой. В рассматриваемой модели нагрузки четко показан приложенный крутящий момент, равный электромагнитному моменту, создаваемому устройством управления двигателем, и момент нагрузки. M – суммарная масса двигателя и нагрузки (момент инерции). Приложенный крутящий момент должен быть больше, чем момент нагрузки, чтобы система ускорялась.

Момент нагрузки не выражен параметром и поэтому непосредственно не доступен, но его можно измерить косвенно. В модели системы, можно непосредственно измерить приложенный крутящий момент и выходную скорость, а момент инерции известен или может быть рассчитан. В этом случае момент нагрузки остается единственным неизвестным. Введя все три известных величины в функцию контроля нагрузки, можно определить момент нагрузки.

Поскольку выходной сигнал функции контроля нагрузки суммируется с выходным сигналом регулятора скорости, эта функция минимизирует влияние момента нагрузки на выходной сигнал регулятора скорости. Так как функция контроля нагрузки влияет на задание крутящего момента и использует обратную связь по ускорению, ее можно использовать только в режимах векторного управления потоком (параметр P35 [Motor Ctrl Mode]) и только с устройством обратной связи на двигателе. Эта функция есть только на приводах PowerFlex 755.



Настройка конфигурации

Контроль нагрузки можно включить, установив параметр P704 [InAdp LdObs Mode] на 2 «LoadObserver». Для работы этой функции необходимо значение суммарного момента инерции P76 [Total Inertia]. Это значение лучше всего определять при наладке привода во время измерения инерции. Также можно ввести достаточно близкое (расчетное) значение вручную. При работе функции контроля нагрузки в параметре P711 [Load Observer BW] задается собственная частота фильтра низких частот в радианах в секунду (рад/сек). Обычно полоса пропускания фильтра изменяется от 10 до 150, причем более высокие значения обеспечивают лучшую реакцию на возмущения, но увеличивают количество помех в системе. Наилучшего значения полосы пропускания не существует, но начинать работу лучше с 40 рад/сек. Это значение может не обеспечивать нормальную работу систем с большими зазорами в механических передачах. В отличие от функции адаптации к моменту инерции, для функции контроля нагрузки нет автоматической настройки параметров.

Функция контроля нагрузки может использоваться вместе с P695 [Inertia CompMode]. При совместном использовании этих функций сокращается влияние момента нагрузки и момента при ускорении на регулятор скорости.

Где можно использовать функцию контроля нагрузки?

Функцию контроля нагрузки можно использовать в системах, где возмущения нагрузки препятствуют дальнейшему улучшению рабочих характеристик привода. Контроль нагрузки можно применять как при периодических возмущениях нагрузки, например, у плунжерного насоса, так и при случайных возмущениях. Контроль нагрузки может применяться в системах, не работающих с функцией адаптации к моменту инерции. Функция контроля нагрузки не может работать одновременно с функцией адаптации к моменту инерции.

Режимы управления двигателем

В параметре P35 [Motor Ctrl Mode] выбирается режим работы привода в соответствии с необходимым режимом управления двигателем. Значение этого параметра по умолчанию равно 1 = «Induction SV». Этот параметр задается во время выполнения любой из процедур запуска привода с помощью модуля интерфейса оператора или мастера в программном обеспечении. Возможные значения параметра перечислены ниже.

- InductionVHz (0) – асинхронный двигатель, скалярный режим управления (U/f).

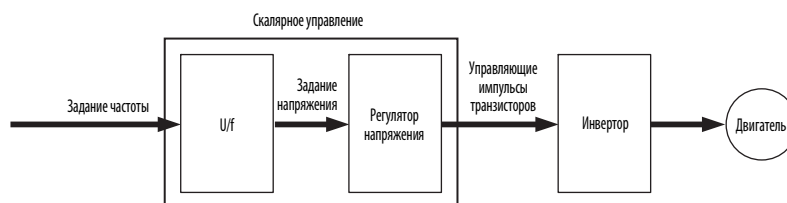
К приводу подключен асинхронный двигатель. Используется для нагрузок с переменным крутящим моментом с улучшенными показателями энергосбережения и для нагрузок с постоянным крутящим моментом и регулируемой скоростью, таких как конвейеры. Может использоваться для многодвигательных применений или для синхронных двигателей.

- Induction SV (1) – асинхронный двигатель, режимом бездатчикового векторного управления.
К приводу подключен асинхронный двигатель. Используется для большинства нагрузок с постоянным крутящим моментом. Обеспечивает наибольший момент при запуске, разгоне и работе с постоянной скоростью.
- Induct Econ (2) – асинхронный двигатель, экономичный режим управления.
Используется для дополнительной экономии энергии на нагрузках с постоянным крутящим моментом, у которых есть периоды работы с меньшей нагрузкой и постоянной скоростью вращения.
- Induction FV (3) – асинхронный двигатель, режим векторного управления потоком.
К приводу подключен асинхронный двигатель. Используется в тех случаях, когда требуется эффективное и точное регулирование скорости вращения и/или положения в системах управления с обратной связью. Может также работать с входным сигналом непосредственного управления моментом. Этот режим может также использоваться без обратной связи с меньшей точностью.
- PM VHz (4) – двигатель с постоянными магнитами, скалярный режим управления (U/f).
К приводу подключен двигатель с поверхностным расположением постоянных магнитов (SPM) или синхронный двигатель с постоянными магнитами (PMSM). Используется для нагрузок с переменным крутящим моментом с улучшенными показателями энергосбережения и для нагрузок с постоянным крутящим моментом и регулируемой скоростью, таких как конвейеры. Также используется для многодвигательных применений или для синхронных двигателей без датчика обратной связи.
- PM SV (5) – двигатель с постоянными магнитами, режим бездатчикового векторного управления.
К приводу подключен двигатель с поверхностным расположением постоянных магнитов (SPM) или синхронный двигатель с постоянными магнитами (PMSM). Используется для нагрузок с постоянным крутящим моментом. Обеспечивает наибольший момент при запуске, разгоне и работе с постоянной скоростью.
- PM FV (6) – двигатель с постоянными магнитами, режимом векторного управления потоком.
К приводу подключен двигатель с поверхностным расположением постоянных магнитов. Используется в тех случаях, когда требуется эффективное и точное регулирование скорости вращения и/или положения в системах управления с обратной связью. Может также работать с входным сигналом непосредственного управления моментом. Этот режим может также использоваться без обратной связи с меньшей точностью.
- SyncRel VHz (7) – реактивный синхронный двигатель, скалярный режим управления (U/f).
К приводу подключен реактивный синхронный двигатель. Используется для нагрузок с постоянным крутящим моментом с улучшенными показателями энергосбережения и для нагрузок с переменным крутящим моментом, таких как конвейеры. Может использоваться для многодвигательных применений.

- SyncRel SV (8) – реактивный синхронный двигатель, режим бездатчикового векторного управления.
К приводу подключен реактивный синхронный двигатель. Используется для нагрузок с постоянным крутящим моментом с улучшенными показателями энергосбережения и для нагрузок с переменным крутящим моментом, таких как конвейеры. Не используется на нагрузках с малой скоростью вращения и низкими моментом инерции, которые вызывают пульсации крутящего момента.
- Adj VltgMode (9) – режим урегулирования напряжения.
Независимое регулирование частоты и напряжения, режим фиксированной частоты и регулирования напряжения или фиксированного напряжения и регулирования частоты. Обычно используется для неэлектродвигательных применений, таких как резистивные и индуктивные нагревательные элементы, вибрационная сварка, источники питания, электромагнитные мешалки расплавленного металла и некоторые виды линейных асинхронных двигателей.
- IPM FV (10) – двигатель со встроенными постоянными магнитами, режим векторного управления потоком.
К приводу подключен двигатель со встроенными постоянными магнитами. Используется в тех случаях, когда требуется эффективное и точное регулирование скорости вращения и/или положения в системах управления с обратной связью. Может также работать с входным сигналом непосредственного управления моментом. Этот режим может также использоваться без обратной связи с меньшей точностью.

Скалярное управление (U/f)

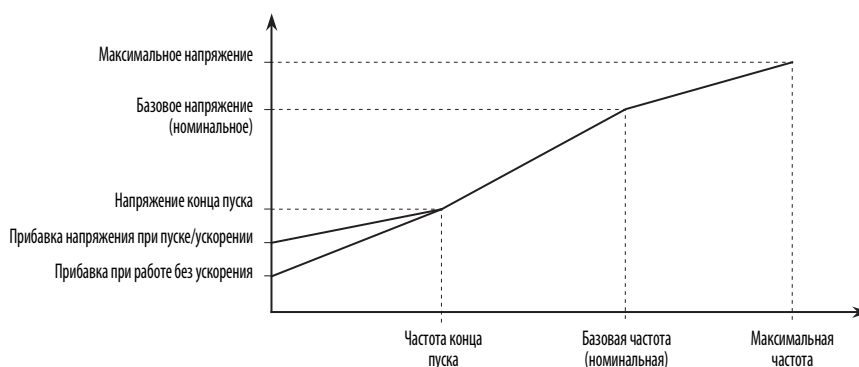
Работа в режиме скалярного управления подразумевает фиксированное соотношение между выходным напряжением и выходной частотой. Двигатели с постоянными магнитами и реактивные синхронные двигатели работают в скалярном режиме так же, как и асинхронные двигатели. Соотношение между напряжением и частотой можно задать двумя способами, установив параметр P65 [V/Hz Curve] на 0 «Custom V/Hz» или на 1 «Fan/Pump.»



0 = «Custom V/Hz»

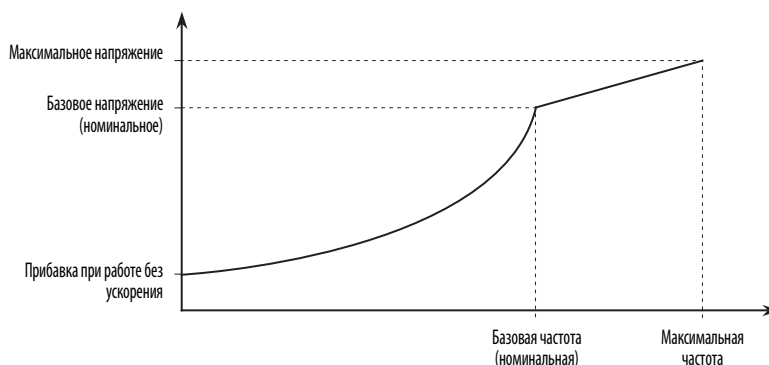
Пользовательская настройка соотношения U/f позволяет создавать различные зависимости, состоящие из линейных участков. Зависимость по умолчанию – это прямая линия от нуля до номинального значения напряжения и частоты. Это такое же соотношение частоты и напряжения, с которым работает двигатель при пуске от сети. Как видно по графику ниже, соотношение U/f можно изменять для увеличения крутящего момента на нужных участках путем программирования пяти различных точек на кривой.

- P60 [Start Acc Boost] – используется для создания дополнительного момента при трогании с нулевой скорости вращения и ускорении тяжелых нагрузок при низких скоростях вращения.
- P61 [Run Boost] – используется для создания дополнительного крутящего момента при низких скоростях вращения. Это значение обычно меньше требуемого для ускорения крутящего момента. Привод уменьшит прибавку напряжения до этого уровня при работе на низких оборотах (без ускорения). За счет этого можно избежать чрезмерного нагрева двигателя, которым сопровождается использование прибавки напряжения для пуска/ускорения.
- P62 [Break Voltage] и P63 [Break Frequency] – используются для увеличения наклона нижней части характеристики U/f для создания дополнительного крутящего момента.
- P25 [Motor NP Volts] и P27 [Motor NP Hertz] – настраивают верхнюю часть характеристики в соответствии с параметрами двигателя. Соответствуют началу участка постоянной мощности.
- P36 [Maximum Voltage] и P37 [Maximum Frequency] – определяют наклон участка характеристики выше базовой скорости вращения.



1 = «Fan/Pump»

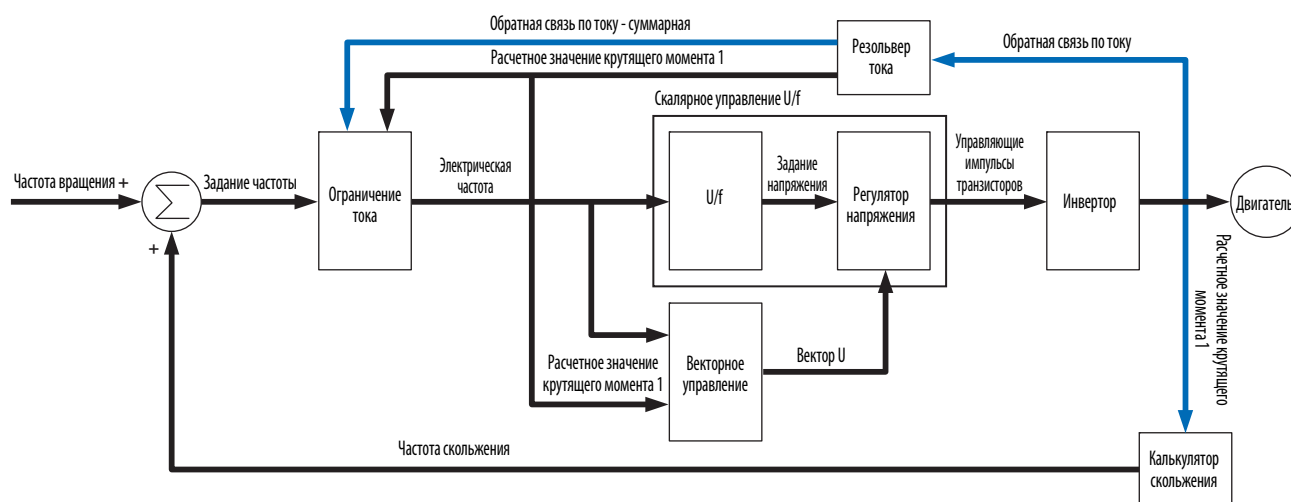
При выборе этого варианта соотношение U/f равно $1/x^2$. Поэтому при максимальной частоте подается максимальное напряжение. При $1/2$ номинальной частоты подается $1/4$ напряжения. Эта характеристика близко соответствует характеристике нагрузке с переменным крутящим моментом (центробежный вентилятор или насос, где увеличение скорости вращения увеличивает нагрузку) и обладает наилучшими параметрами энергосбережения для таких нагрузок.



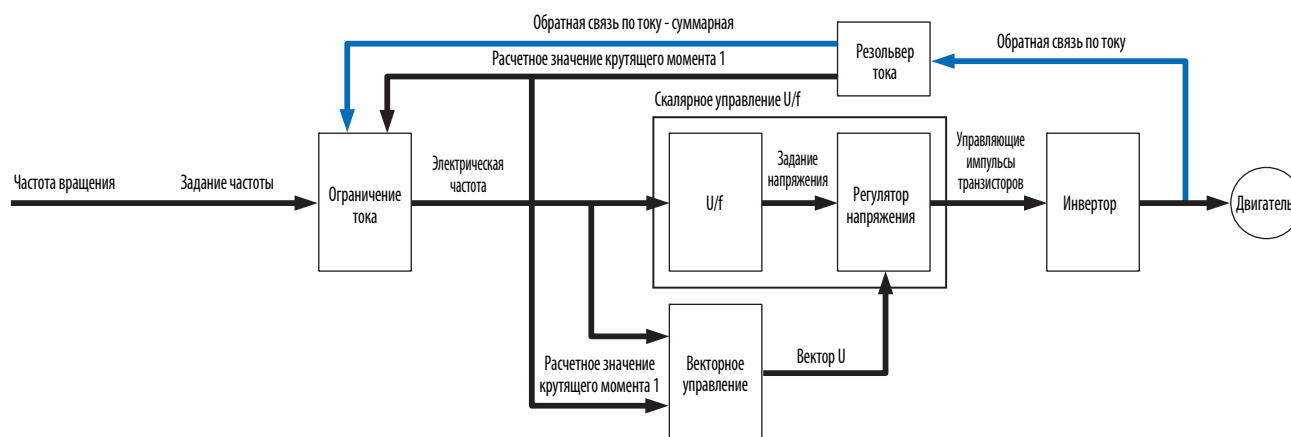
Бездатчиковое векторное управление

Режим бездатчикового векторного управления построен на базе скалярного управления, дополненного улучшенной разрешающей способностью по току, расчетом скольжения, эффективным ограничением тока и алгоритмами векторного управления. Основные функции этого режима аналогичны для всех трех типов двигателей: асинхронного двигателя, двигателя с постоянными магнитами и реактивного синхронного двигателя, однако для двух последних двигателей не требуется корректировка частоты скольжения.

Бездатчиковое векторное управление асинхронным двигателем

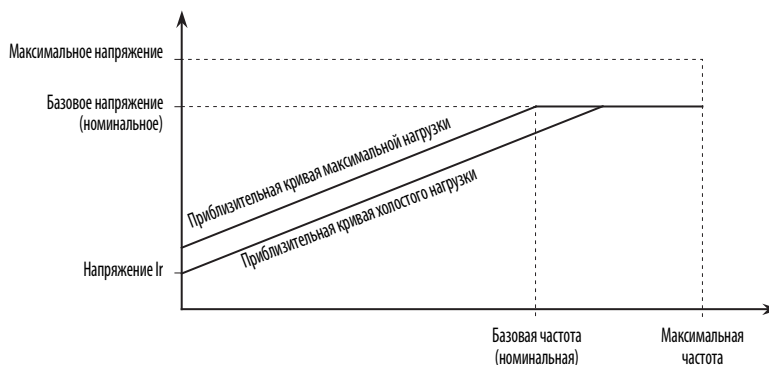


Бездатчиковое векторное управление двигателем с постоянными магнитами и реактивным синхронным двигателем



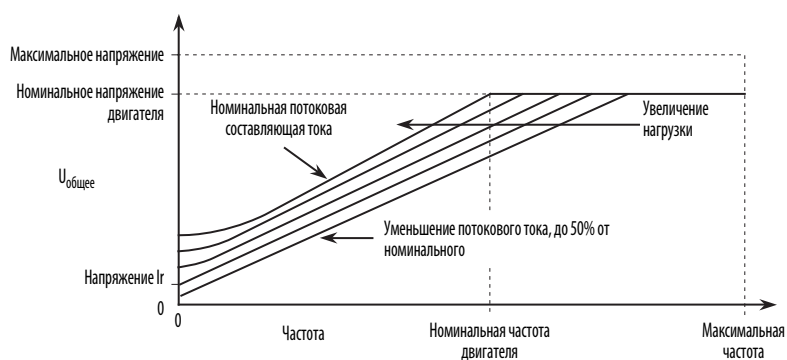
Алгоритмы работы основываются на знании, что ток двигателя – это векторная сумма моментной и потоковой составляющих тока. Параметры двигателя могут как вводиться вручную, так и определяться в ходе автонастройки (см. [Автонастройка на стр. 35](#)). Бездатчиковое векторное управление обеспечивает лучший крутящий момент и более широкий диапазон регулирования скорости, чем скалярное управление. Однако его нельзя использовать, если к одному приводу подключено несколько двигателей

В режиме бездатчикового векторного управления привод использует часть напряжения для создания магнитного потока.



Бездатчиковое векторное управление с экономайзером

Режим экономайзера сочетает режим бездатчикового векторного управления с дополнительными функциями экономии энергии. При достижении установившейся скорости вращения включается режим экономии энергии, который автоматически корректирует выходное напряжение привода в зависимости от приложенной нагрузки. Регулирование выходного напряжения в зависимости от приложенной нагрузки позволяет оптимизировать к.п.д. двигателя. При снижении нагрузки уменьшается потоковая составляющая тока двигателя. Магнитный поток уменьшается и остается таким, пока суммарный выходной ток привода не превышает 75% от номинального тока двигателя, заданного в параметре P26 [Motor NP Amps]. Потоковую составляющую тока нельзя уменьшать ниже 50% потокового тока двигателя, заданного в параметре P75 [Flux Current Ref]. При ускорении и замедлении экономайзер не работает, и осуществляется нормальное бездатчиковое векторное управление двигателем.



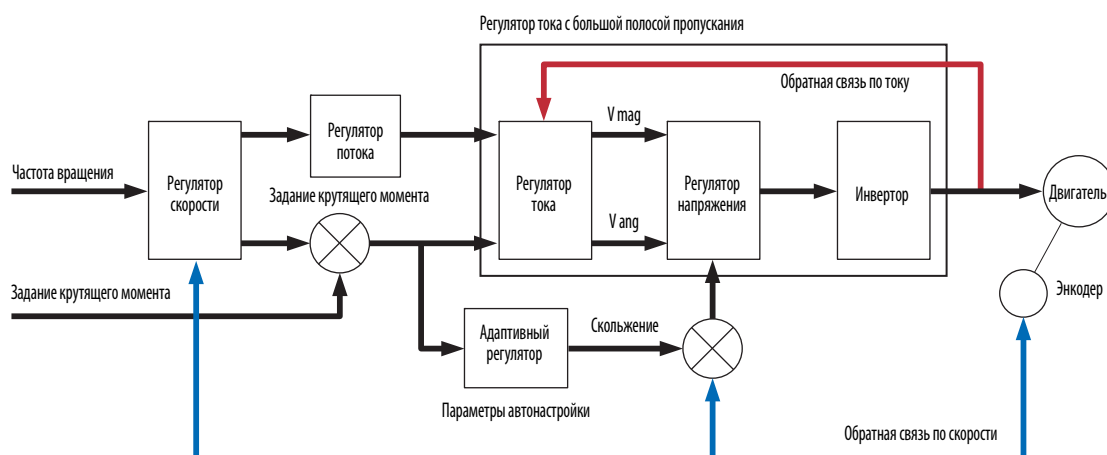
Векторное управление магнитным потоком

В режиме векторного управления магнитным потоком потоковая и моментная составляющие тока управляются независимо друг от друга, а скоростью вращения косвенно управляет задание крутящего момента. В этом режиме привод также может управлять крутящим моментом вместо скорости. В любом случае этот режим может работать с обратной связью или без нее и обеспечивает самую быструю реакцию на изменения нагрузки.

Векторное управление магнитным потоком используется с асинхронными двигателями с короткозамкнутым ротором и обеспечивает высокую эффективность их работы. Для правильной работы в этом режиме необходимы параметры двигателя и выполненная автонастройка (подробности см. в [Автонастройка на стр. 35](#)). В режиме векторного управления магнитным потоком привод использует задание скорости, вычисленное блоком выбора задания скорости, и сравнивает его с величиной обратной связи по скорости. Для управления заданием момента двигателя используется пропорциональное и интегральное звено регулятора скорости. Это задание крутящего момента используется для обеспечения работы двигателя с заданной скоростью вращения. Для этого задание крутящего момента преобразуется в моментную составляющую тока двигателя.

Такой тип регулятора скорости хорошо реагирует на изменения задания скорости и нагрузки. Поскольку режим векторного управления магнитным потоком управляет потоковой и моментной составляющей тока независимо друг от друга, привод может непосредственно создавать задание крутящего момента, а не получать его из задания скорости с помощью регулятора скорости. Независимое управление магнитным потоком также позволяет снижать его для разгона двигателя быстрее базовой скорости.

Векторное управление магнитным потоком



Управление двигателями с постоянными магнитами

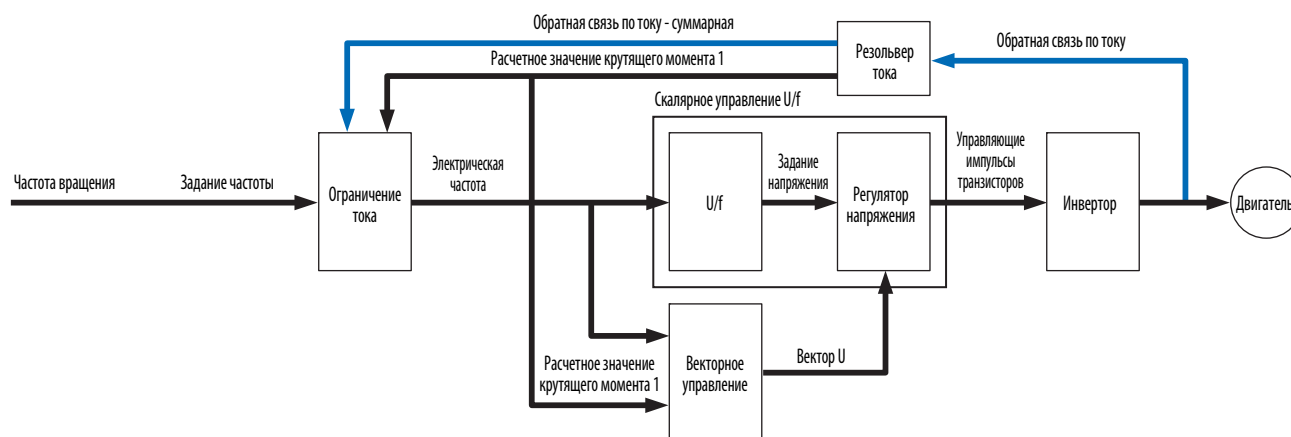
Для управления двигателями с постоянными магнитами необходимо выбрать в параметре P35 [Motor Ctrl Mode] соответствующий тип двигателя. Список совместимых серводвигателей Allen-Bradley и их параметров приведен в приложении D руководства «Преобразователи PowerFlex серии 750. Руководство по программированию», публикация [750-PM001](#).

Двигатель с поверхностным расположением постоянных магнитов (SPM) или синхронный двигатель с постоянными магнитами (PMSM) представляют собой вращающуюся электрическую машину с фазной обмоткой статора и постоянными магнитами на роторе. Магнитное поле в воздушном зазоре создается этими постоянными магнитами и соответственно остается неизменным. В стандартном двигателе постоянного тока коммутация обеспечивается с помощью щеточно-коллекторного узла, тогда как для двигателей SPM/PMSM требуется электронная коммутация для управления направлением тока в обмотках. Поскольку у двигателей SPM/PMSM обмотки якоря расположены на статоре, ток в них должен коммутироваться при помощи внешней схемы управления. Для этой цели используется трехфазный инвертор с ШИМ.

Крутящий момент создается из-за того, что взаимодействие магнитных полей заставляет ротор вращаться. В двигателях с постоянными магнитами одно из магнитных полей создается постоянными магнитами, а другое создается катушками обмотки статора. Максимальный крутящий момент создается, когда вектор магнитного потока ротора смещен на 90 градусов по отношению к вектору магнитного потока статора.

Для правильной работы в этом режиме требуются параметры двигателя и результаты автонастройки. Дополнительные сведения см. в пункте [Автонастройка на стр. 35](#).

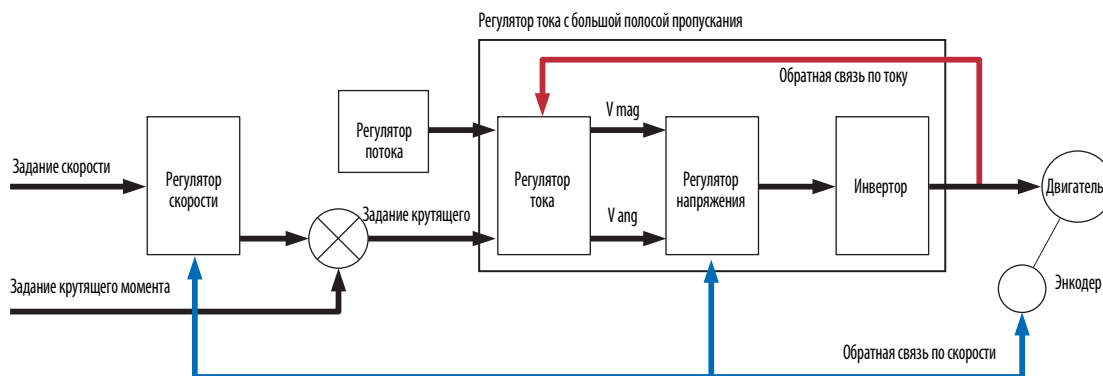
Бездатчиковое векторное управление двигателем с постоянными магнитами



Векторное управление магнитным потоком двигателей с постоянными магнитами

В режиме векторного управления магнитным потоком потоковая и моментная составляющие тока управляются независимо друг от друга, а скорость вращения косвенно управляет заданием крутящего момента. В этом режиме привод также может управлять крутящим моментом вместо скорости. В любом случае этот режим может работать с обратной связью или без нее и обеспечивает самую быструю реакцию на изменения нагрузки.

Для эффективного и точного управления потребуется обратная связь от энкодера. Список совместимых энкодеров высокого разрешения Stegmann и энкодеров Heidenhain приведен в руководстве «Преобразователь частоты PowerFlex серии 750. Инструкция по монтажу», публикация [750-IN001](#).

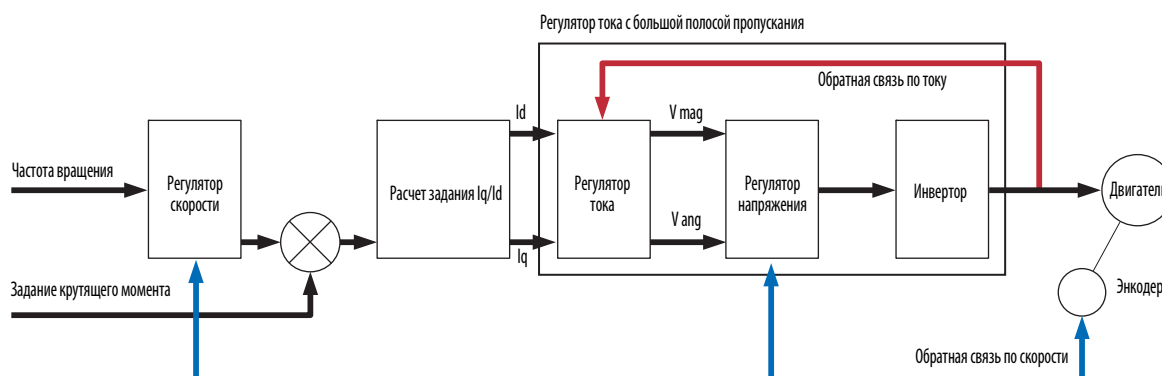


Векторное управление магнитным потоком двигателей со встроенными постоянными магнитами

В этом режиме векторного управления магнитным потоком потоковая и моментная составляющие тока продолжают управляться независимо друг от друга. Скоростью вращения косвенно управляет выходной сигнал задания крутящего момента регулятора скорости. В этом режиме привод также можно настроить на управление крутящим моментом вместо скорости. В любом случае, для обеспечения точного регулирования, в этом режиме необходимо использовать обратную связь от энкодера, чтобы обеспечить максимально быструю реакцию на изменения нагрузки.

Блок расчета задания I_q/I_d будет создавать оптимальное задание моментного и потокового тока для обеспечения максимального крутящего момента при текущем выходном токе.

Векторное управление магнитным потоком двигателя со встроенными постоянными магнитами



Типы двигателей

Приведенные ниже описания типов двигателей переменного тока и принципов их работы представляют собой сжатые резюме, полученные из множества источников, в которых рассказывается об истории, развитии и преимуществах разных типов двигателей. Эти типы двигателей используются во всех областях применения в различных машинах, станках и технологических процессах.

Скорость вращения описанных здесь типов двигателей переменного тока при питании от сети с промышленной частотой полностью зависит от числа полюсов и конструкции обмоток. Частотно-регулируемые приводы (ЧРП) расширяют диапазон скоростей вращения этих типов двигателей, преобразуя напряжение постоянной частоты с помощью режимов управления ЧРП, подобранных в полном соответствии с конструкцией двигателя. Режимы управления двигателем, параметр P35 [Motor Ctrl Mode], также рассматриваются в разделе [Режимы управления двигателем на стр. 229](#) и в руководстве «Преобразователи PowerFlex серии 750. Руководство по программированию», публикация [750-PM001](#).

В этом разделе кратко рассматриваются следующие темы.

- Основы конструкции двигателей переменного тока
- Асинхронные двигатели
- Двигатели переменного тока с фазным ротором
- Многоскоростные двигатели переменного тока
- Синхронные двигатели переменного тока
- Управление двигателями с постоянными магнитами
- Реактивные синхронные двигатели
- Линейные двигатели переменного тока

Основы конструкции двигателей переменного тока

Электродвигатели переменного тока бывают различных конструкций, каждая из которых имеет собственное функциональное назначение и преимущества. Двигатели переменного тока подразделяются на две основные категории: асинхронные и синхронные.

Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором - это самый распространенный тип асинхронного двигателя, по сути представляющий собой трансформатор с вращающейся вторичной обмоткой. Первичная обмотка (на статоре) соединена с источником питания, а в короткозамкнутой вторичной обмотке (на роторе) наводится вторичный ток. Крутящий момент создается взаимодействием токов в роторе (вторичных) с магнитным потоком в воздушном зазоре. Синхронный двигатель значительно отличается по конструкции и рабочим характеристикам и считается отдельным классом электродвигателей переменного тока.

Асинхронные двигатели

Значения параметра P35 [Motor Ctrl Mode] для асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором.

- 0 = «Induction VHz»
- 1 = «Induction SV»
- 2 = «Induction Econ»
- 3 = «Induction FV»

Асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором являются самыми простыми и наиболее надежными электродвигателями, состоящими из двух основных электрических узлов: статора с обмотками и ротора. В асинхронном двигателе с короткозамкнутым ротором токи, текущие во вторичной обмотке (роторе), наводятся переменным током, текущим в первичной обмотке (статоре). Электромагнитное взаимодействие токов статора и ротора создают силу, приводящую двигатель во вращение.

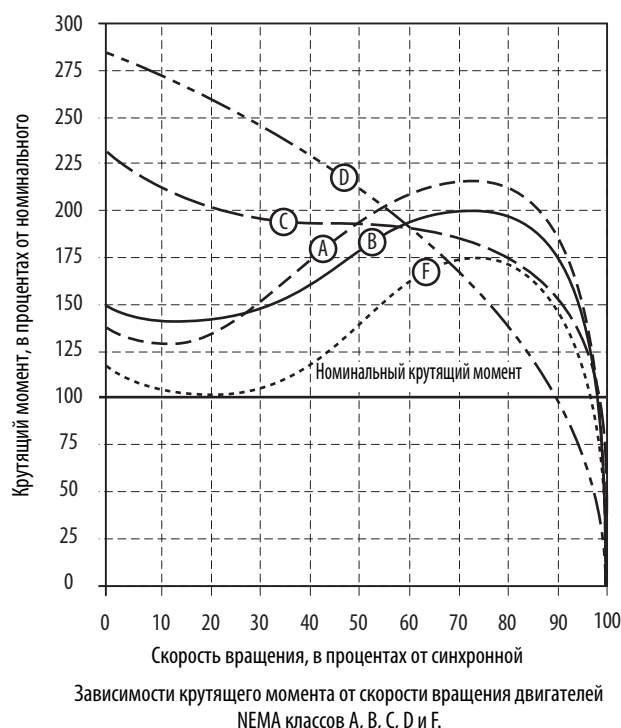
Ротор асинхронных двигателей такого вида обычно состоит из шихтованного сердечника из электротехнической стали с прорезями для укладки обмотки. Наиболее распространенная обмотка ротора представляет собой литые алюминиевые проводники, накоротко замкнутые по торцам кольцами. Такой ротор с обмоткой в виде беличьей клетки начинает вращаться, когда движущееся магнитное поле наводит ток в короткозамкнутых проводниках. Скорость, с которой вращается магнитное поле двигателя, является синхронной скоростью двигателя и зависит от числа полюсов статора и частоты источника питания: $n_s = 120f/p$, где n_s = синхронная скорость вращения, f = частота, а p = число полюсов (например, $120 \cdot 60 \text{ Гц} / 4 = 1800$ об/мин). Для вращения двигателя со скоростью, отличной от частоты промышленной сети, требуется преобразователь частоты (ЧРП).

Синхронная скорость вращения - это максимальное значение, которое может принять скорость асинхронного двигателя. Если ротор асинхронного двигателя вращается точно с такой же скоростью, что и вращающееся магнитное поле, то силовые линии поля не будут пересекать проводники обмотки ротора и крутящий момент будет равен нулю. В работающих асинхронных двигателях ротор всегда вращается медленнее, чем магнитное поле. Скорость вращения ротора асинхронного двигателя медленнее настолько, чтобы в роторе протекало столько тока, чтобы полученного крутящего момента было достаточно для преодоления сопротивления воздуха и потерь на трение, а также вращения нагрузки. Разность скорости вращения ротора и магнитного поля называется скольжением и обычно указывается в процентах от синхронной скорости вращения: $s = 100 (n_s - n_a) / n_s$, где s = скольжение, n_s = синхронная скорость, а n_a = текущая скорость. Скольжение указывается на шильдике в виде базовой скорости (например, 1780 об/мин) при номинальной нагрузке и частоте и зависит от числа полюсов.

Многофазные асинхронные двигатели

Многофазные двигатели переменного тока с короткозамкнутым ротором - это в основном двигатели с постоянной скоростью вращения, но с определенными различиями в рабочих характеристиках за счет различной конструкции пазов ротора. Эти различия в конструкции являются причиной разницы в крутящем моменте, токе и скорости вращения при полной нагрузке. Развитие конструкций и стандартизация привели к появлению четырех основных типов двигателей переменного тока.

Существует пять основных классов двигателей переменного тока по классификации NEMA: A, B, C, D, и F. Зависимости крутящего момента от скорости вращения для всех пяти классов показаны на следующем графике.



Двигатели переменного тока классов A и B являются двигателями переменного тока общего назначения со стандартным пусковым моментом, током и малым скольжением. Как показано на графике, характеристики классов A и B схожи. Главное различие между этими двумя классами состоит в том, что пусковой ток для класса B ограничен стандартами NEMA, а на пусковой ток для класса A ограничений нет.

Двигатели переменного тока класса C обладают высоким пусковым моментом при нормально пусковом токе и малом скольжении. Двигатели класса C по NEMA обладает более высоким пусковым моментом, чем у классов A или B. Этот момент составляет около 225% номинального крутящего момента. Двигатели переменного тока класса C обычно используются при высоких пусковых нагрузках, но при номинальной скорости работают с номинальным моментом и не испытывают больших перегрузок по достижении номинальной скорости.

Двигатели переменного тока класса D обладают высоким пусковым моментом двигателей с большим скольжением, который составляет приблизительно 280% от номинального крутящего момента, низким пусковым током и низкой номинальной скоростью вращения. Из-за высокого скольжения скорость вращения может понизиться из-за колебаний нагрузки. Благодаря высокому пусковому моменту двигатели класса D лучше всего подходят для нагрузок с затрудненным пуском. Другой полезной особенностью этого двигателя является пологая форма кривой зависимости крутящего момента от скорости вращения. Это позволяет двигателю замедляться при максимальных нагрузках, позволяя выделяться накопленной в нагрузке кинетической энергии. Характерной областью применения таких двигателей являются пробивные прессы и прессы тормоза.

Двигатели переменного тока класса F имеют низкий пусковой момент, низкий пусковой ток и низкое скольжение. Эти двигатели сконструированы так, чтобы обладать минимальным током короткого замыкания. Значения тока короткого замыкания и пускового момента таких двигателей малы. Обычно эти двигатели используются при малом пусковом моменте и без больших перегрузок на номинальной скорости.

В заключение следует сказать, что при выборе двигателя для конкретной нагрузки помимо скорости и мощности важно проверять момент нагрузки и перегрузочную способность двигателя.

Наиболее важны три значения крутящего момента:

- Пусковой момент
- Максимальный момент
- Номинальный момент.

Двигатели переменного тока с фазным ротором

Значения параметра P35 [Motor Ctrl Mode] для асинхронных двигателей.

- 0 = «Induction VHz»
- 1 = «Induction SV»
- 3 = «Induction FV»

Двигатели переменного тока с короткозамкнутым ротором не обладают гибкими характеристиками скорости и крутящего момента. В отличие от них у двигателей переменного тока с фазным ротором можно управлять скоростью и крутящим моментом. Применение двигателей переменного тока с фазным ротором заметно отличается от двигателей с короткозамкнутым ротором из-за доступности цепи ротора. Изменение рабочих характеристик двигателя осуществляется включением различных сопротивлений в цепь ротора.

Пуск двигателей переменного тока с фазным ротором обычно осуществляется при включенных в цепь ротора резисторах. Это сопротивление постепенно уменьшается, обеспечивая разгон двигателя до номинальной скорости. Таким образом эти двигатели могут развивать значительный крутящий момент при ограниченном токе ротора. Резисторы цепи ротора могут быть рассчитаны на работу в длительном режиме с возможностью рассеяния тепла при непрерывной работе с пониженной скоростью, частых ускорениях или разгонах нагрузки с большим моментом инерции. Внешнее сопротивление позволяет таким двигателям значительно снижать скорость при довольно небольшом изменении нагрузки. Скорость вращения двигателя можно снизить до 50% от номинальной, но КПД при этом достаточно мал.

Для оснащения двигателей переменного тока с фазным ротором частотно-регулируемым приводом необходимо отключить резисторы с коммутационной аппаратурой и замкнуть накоротко контактные кольца обмоток ротора. **ВНИМАНИЕ!** Поскольку двигатели с фазным ротором изначально не предназначены для работы с инверторами, диэлектрическая прочность системы изоляции двигателя не выдержит бросков напряжения отраженной волны, которые могут достигать 1,5 - 2,5 кратного номинального напряжения двигателя. Следует предусмотреть соответствующие меры по снижению напряжения отраженной волны. На практике ЧРП следует выбирать так, чтобы его номинальный ток составлял 125 - 135% от номинального тока двигателя, что связано с отсутствием резисторов в цепи ротора и конструкцией двигателя, рассчитанной на более высокий пусковой момент.

Многоскоростные двигатели переменного тока

Значения параметра P35 [Motor Ctrl Mode] для асинхронных двигателей.

- 0 = «Induction VHz»
- 1 = «Induction SV»
- 3 = «Induction FV»

Двигатели переменного тока с последовательно подключенными обмотками рассчитаны на работу с одной скоростью вращения. Физически переключив выводы обмоток можно получить соотношение скоростей 2:1.

Стандартными синхронными скоростями таких двигателей при частоте 60 Гц будут: 3600/1800 об/мин (2/4 полюса), 1800/900 об/мин (4/8 полюсов) и 1200/600 об/мин (6/12 полюсов).

У двухобмоточных двигателей есть две отдельные обмотки, которые могут быть намотаны с любым числом полюсов, поэтому могут быть получены другие соотношения скоростей. Однако соотношения больше 4:1 непрактичны из-за увеличения размера и веса двигателя.

Мощность многоскоростных двигателей пропорциональна скорости. Номинальная мощность этих двигателей выбирается в соответствии с одной из характеристик нагрузки.

При установке частотно-регулируемого привода обмотки двигателя обычно соединяются в соответствии с той скоростью, близко к которой двигатель будет работать больше всего. Автонастройка выполняется по соответствующим данным на шильдике, и двигатель работает как асинхронный двигатель с одной обмоткой и одной номинальной скоростью.

Синхронные двигатели переменного тока

Значения параметра P35 [Motor Ctrl Mode] для двигателей.

- 0 = «Induction VHz»

Синхронные двигатели переменного тока по своей конструкции являются электрическими машинами с постоянной скоростью вращения, работающими в полном синхронизме с частотой сети. Как и у асинхронных двигателей короткозамкнутым ротором, их скорость определяется числом пар полюсов и всегда пропорциональна частоте сети.

Изготавливаются синхронные двигатели от небольших мощностей с самовозбуждением до очень мощных с возбуждением постоянным током. Синхронные двигатели малой мощности используются прежде всего там, где требуется точная постоянная скорость вращения.

Синхронные двигатели большой мощности для промышленных нагрузок выполняют две важные функции. Во-первых, эти двигатели обеспечивают эффективное преобразование электрической энергии в механическую. Во-вторых, синхронные двигатели могут работать с опережающим или равным единице коэффициентом мощности, обеспечивая компенсацию реактивной мощности.

Существует два основных типа синхронных двигателей: двигатели без возбуждения и двигатели с возбуждением от постоянного тока. Применение ЧРП позволяет изменять синхронную скорость вращения двигателя.

Управление двигателями с постоянными магнитами

Для управления двигателями с постоянными магнитами необходимо выбрать в параметре P35 [Motor Ctrl Mode] соответствующий тип двигателя. Список совместимых серводвигателей Allen-Bradley и их параметров приведен в приложении D руководства «Преобразователи PowerFlex серии 750. Руководство по программированию», публикация [750-PM001](#).

Двигатель с поверхностным расположением постоянных магнитов (SPM) или синхронный двигатель с постоянными магнитами (PMSM).

Значения параметра P35 [Motor Ctrl Mode] для двигателей.

- 4 = «PM VHz»
- 5 = «PM SV»
- 6 = «PM FV»

Двигатель с поверхностным расположением постоянных магнитов или синхронный двигатель с постоянными магнитами представляет собой вращающуюся электрическую машину с фазной обмоткой статора и постоянными магнитами на роторе. Магнитное поле в воздушном зазоре создается этими постоянными магнитами и поэтому остается неизменным.

В стандартном двигателе постоянного тока коммутация обеспечивается с помощью щеточно-коллекторного узла, тогда как для двигателей SPM/PMSM требуется электронная коммутация для управления направлением тока в обмотках. Поскольку у двигателей SPM/PMSM обмотки якоря расположены на статоре, ток в них должен коммутироваться при помощи внешней схемы управления. Для этой цели используется трехфазный инвертор с ШИМ (ЧРП).

Крутящий момент создается из-за того, что взаимодействие магнитных полей заставляет ротор вращаться. В двигателях с постоянными магнитами одно из магнитных полей создается постоянными магнитами, а другое создается катушками обмотки статора. Максимальный крутящий момент создается, когда вектор магнитного потока ротора смещен на 90 градусов по отношению к вектору магнитного потока статора.

Для правильной работы в этом режиме требуются параметры двигателя и результаты автонастройки. Подробная информация по автонастройке содержится в разделе [Автонастройка на стр. 35](#).

Синхронный двигатель с постоянными магнитами (PMSM) может считаться комбинацией асинхронного двигателя и бесщеточного двигателя постоянного тока. Конструкция ротора такого двигателя аналогична конструкции ротора бесщеточных двигателей постоянного тока, но содержат постоянные магниты. Однако конструкция их статора напоминает конструкцию асинхронного двигателя, где обмотки выполнены таким образом, чтобы создавать синусоидальный магнитный поток в воздушном зазоре. Наилучшие характеристики такого двигателя обеспечиваются при питании синусоидальным током. Однако в отличие от асинхронных двигателей, двигатели PMSM плохо работают в скалярном режиме управления без обратной связи из-за отсутствия роторной обмотки для демпфирования переходных процессов.

Режим векторного управления с ориентацией по полю (FOC) лучше всего подходит для двигателей PMSM. При таком способе управления пульсации крутящего момента могут быть чрезвычайно малыми, сравнимыми с асинхронным двигателем. Двигатели PMSM обладают более высокой удельной мощностью по сравнению с асинхронными. Это связано с тем, что в асинхронном двигателе часть тока статора расходуется на наведение тока в роторе и создание магнитного потока. Эти дополнительные токи только нагревают двигатель. В двигателе PMSM магнитный поток ротора уже создан постоянными магнитами на роторе.

У большинства двигателей PMSM постоянные магниты располагаются на поверхности ротора. Такая конструкция создает у двигателя «круглое» магнитное поле, а его крутящий момент является результатом взаимодействия между магнитами ротора и электромагнитами статора. Оптимальный угол крутящего момента такого двигателя равен 90 градусам, чего можно добиться заданием нулевого тока по оси d при стандартном векторном управлении с ориентацией по полю (FOC).

Двигатели с внутренними постоянными магнитами

Значения параметра P35 [Motor Ctrl Mode] для двигателей.

- 10 = «IPMn VHz»

У некоторых синхронных двигателей с постоянными магнитами эти магниты установлены глубоко внутри ротора. Эти двигатели называют двигателями с внутренними постоянными магнитами или двигателями IPM. В результате такой конструкции радиальный магнитный поток больше сконцентрирован в определенных секторах ротора, чем в других двигателях. Благодаря этому появляется дополнительная составляющая момента, называемая реактивным крутящим моментом, которая вызывается разницей индуктивности двигателя в секторах с высокой и низкой напряженностью магнитного поля.

При этом оптимальный угол между векторами для создания момента в режиме векторного управления с ориентацией по полю превышает 90 градусов, для чего ток по оси d должен быть пропорционален току по оси q и быть противоположным ему по знаку. Этот отрицательный ток по оси d также приводит к ослаблению поля и снижению напряженности магнитного поля вдоль оси d, что в свою очередь частично понижает потери в сердечнике. В результате двигатели IPM имеют еще более высокую удельную мощность.

Для правильной работы в этом режиме требуются параметры двигателя и результаты автонастройки. Подробная информация по автонастройке содержится в разделе [Автонастройка на стр. 35](#).

Эти двигатели все чаще применяются в качестве тяговых двигателей в гибридных автомобилях, а также в приводах с регулированием скорости для бытовых приборов и систем отопления, вентиляции и кондиционирования. Все больше проектировщиков, работающих с серводвигателями, применяют вместо двигателей SPM двигатели IPM, чтобы воспользоваться их конструктивными преимуществами. Нет никаких конструктивных ограничений на размер двигателей IPM, поэтому их мощность может вскоре вырасти с сотен ватт до сотен киловатт, выводя их на новые рынки, где может понадобиться применение частотно-регулируемого привода.

Реактивные синхронные двигатели

Значения параметра P35 [Motor Ctrl Mode] для двигателей.

- 7 = «SyncRel VHz»
- 8 = «SyncRel SV»

У реактивных синхронных двигателей одинаковое количество полюсов статора и ротора. Ротор двигателя сконструирован таким образом, чтобы создать «барьеры» для внутреннего магнитного потока и отверстия, которые направляют магнитный поток вдоль так называемой прямой оси. Стандартное количество полюсов равно 4 и 6. Ниже приводится пример с 4 полюсами ротора и 6 полюсами статора.

Поскольку ротор вращается с синхронной скоростью и в роторе нет никаких проводящих частей, то потери в роторе минимальны по сравнению с потерями в асинхронном двигателе, что позволяет экономить энергию в некоторых случаях. После пуска и разгона до синхронной скорости двигатель может работать с синусоидальным напряжением питания. Поэтому для пуска и регулирования скорости на частотах отличных от промышленной требуется применение частотно-регулируемого привода.

Линейные электродвигатели переменного тока

Значения параметра P35 [Motor Ctrl Mode] для двигателей.

- 0 = «Induction VHz»
- 9 = «Adjustable Voltage»

Первая модель линейного двигателя была предложена Чарльзом Уитстоном более 100 лет назад. Но большой воздушный зазор и низкий КПД препятствовали широкому применению линейных электродвигателей до недавнего появления новых конструкций и средств управления в виде частотно-регулируемого привода.

Линейные асинхронные электродвигатели

В линейном асинхронном двигателе статор создает переменное электромагнитное поле, которое наводит токи в реактивной плите (движущемся элементе), которая обычно изготавливается из алюминия. Это поле создает вихревые токи в движущемся элементе, которые реагируют с движущимся полем в статоре и создают тяговое усилие. Асинхронные линейные двигатели обычно постоянно перемещаются, избегая остановок (эквивалентных режиму короткого замыкания двигателя), которые сопровождаются существенным нагревом реактивной плиты.

Обмотки линейного электродвигателя по сути представляют собой обмотки статора обычного вращающегося двигателя, развернутые по прямой. Кольцевой статор становится линейным статором, а двигатель считается односторонним линейным асинхронным двигателем. Аналогично, если круглый статор разрезать пополам и развернуть, то электродвигатель становится двухсторонним линейным асинхронным электродвигателем. В обоих типах двигателей используется статор с двух- или трехфазной обмоткой и плоский металлический или иной проводящий якорь вместо ротора.

Движущийся элемент в линейном асинхронном двигателе обычно представляет собой сплошную электропроводящую плиту или лист. Этот движущийся элемент не содержит катушек или обмоток. Однако линейный электродвигатель может быть сконструирован таким образом, чтобы статор двигался, а якорь оставался неподвижным.

Линейные асинхронные двигатели все чаще используются для решения задач транспортировки материалов и в аттракционах, потому что они тише, надежнее и дешевле вращающихся электродвигателей. Так как линейные электродвигатели не требуют редукторов или устройств для преобразования вращательного движения в поступательное, их КПД выше.

Есть несколько важных различий между линейными и вращательными асинхронными двигателями, которые необходимо понять. В отличие от вращательных электродвигателей, у линейного двигателя есть начало и конец перемещения. Движущийся элемент входит во взаимодействие с полем статора на одном конце электродвигателя и выходит на противоположном конце. Наведенные токи в материале якоря на входе сопротивляются росту магнитного потока в воздушном зазоре. А на выходе, материал сопротивляется снижению магнитного потока в воздушном зазоре. Это приводит к неравномерному распределению магнитного потока в воздушном зазоре, из-за чего возникают трудности с выбором мощности ЧРП и оптимизацией настройки частоты и напряжения. Для управления ЧРП используется либо фиксированное соотношение U/f , либо независимое управление частотой и напряжением.

Линейные синхронные двигатели

Линейные синхронные двигатели существенно отличаются от линейных асинхронных двигателей способом создания электродвижущих сил или движения.

У линейных синхронных двигателей, как и у вращающихся, есть обмотки статора, но расположенные вдоль прямой, а не установленные в круглый корпус. Поле в движущемся элементе линейного синхронного двигателя обычно создается постоянными магнитами. В таких двигателях практически нет наведенных токов. Магниты встроены в движущийся элемент. Это позволяет осуществлять более точное управление положением и удержание в одном положении без выделения лишнего тепла. Обычно для управления линейными синхронными двигателями с помощью ЧРП необходимы какие-либо датчики положения и обратная связь.

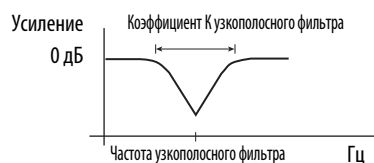
К моменту написания данного руководства было накоплено очень мало практического опыта применения частотно-регулируемого привода для управления линейными синхронными двигателями. Поэтому приводится только это краткое описание его конструкции.

Узкополосный фильтр

В контур регулирования крутящего момента включен узкополосный фильтр, который служит для снижения резонанса от механической передачи. В параметре P687 [Notch Fltr Freq] задается центральная частота для 2-полюсного узкополосного фильтра, а в параметре P688 [Notch Fltr Atten] - затухание, обеспечиваемое этим фильтром в контуре регулирования крутящего момента системы векторного управления. Затуханием называется отношение сигнала на входе фильтра к его выходному сигналу при частоте P687 [Notch Fltr Freq]. Затухание, равное 30, означает, что выходной сигнал фильтра составляет $1/30$ от входного сигнала на данной частоте.

Этот фильтр работает только в режимах векторного управления потоком (FV) (P35).

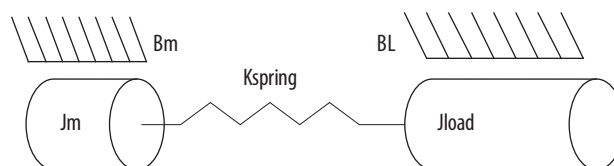
рис. 25 - Частота узкополосного фильтра



Пример

Кинематическая цепь состоит из двух масс (двигателя и нагрузки) и пружины (механическая связь между ними).

Кинематическая цепь



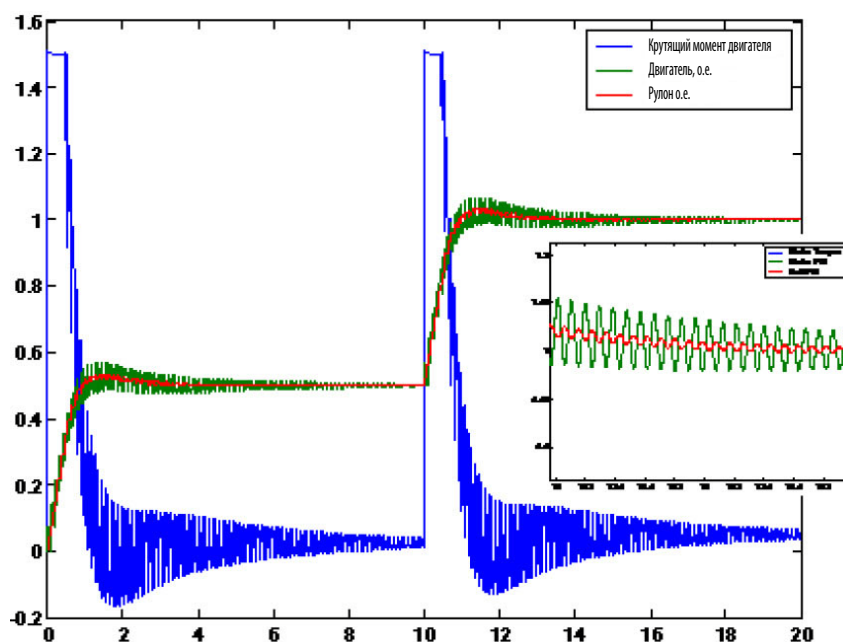
Резонансная частота определяется по следующему уравнению:

$$ResonanceHz = \sqrt{Kspring \times \frac{(Jm + Jload)}{(Jm \times Jload)}}$$

- Jm – инерция двигателя (в секундах)
- $Jload$ – инерция нагрузки (в секундах)
- $Kspring$ – постоянный коэффициент упругости муфты (рад² / сек.)

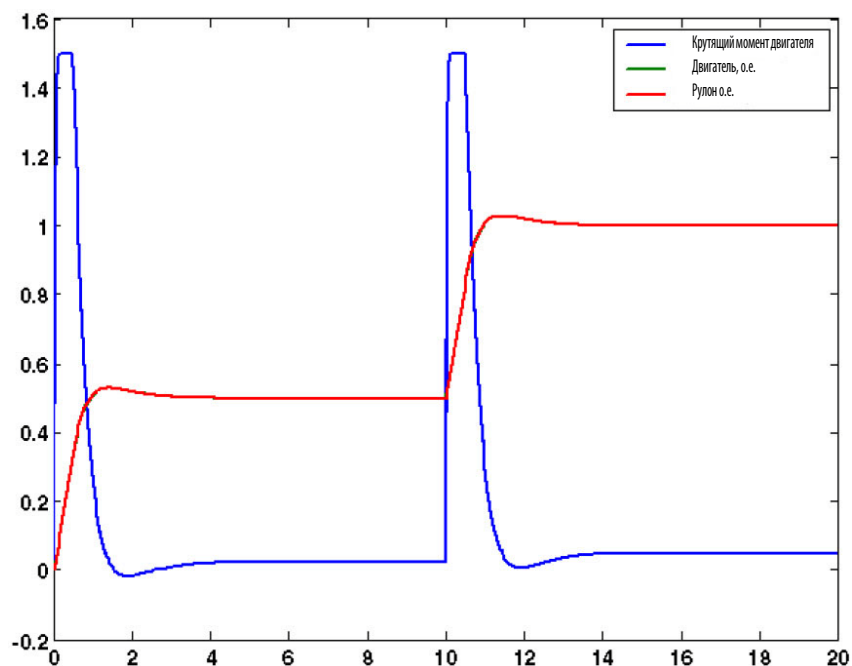
На следующем графике показана двухмассовая система с резонансной частотой 62 рад/сек (9,87 Гц). 1 Гц равен 2 π рад/сек.

рис. 26 - Резонанс

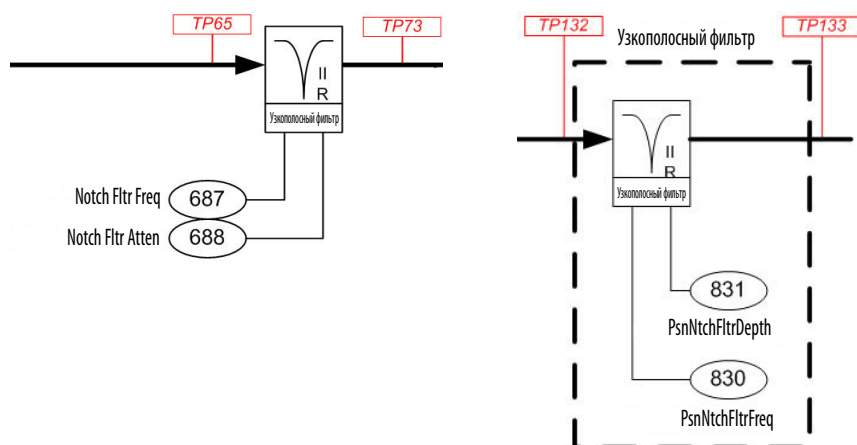


Ниже показана та же механическая кинематическая цепь, но с частотой фильтра [Notch Filter Freq], равной 10.

рис. 27 - Фильтр с частотой 10 Гц



Для наблюдения за работой узкополосного заградительного фильтра используются контрольные точки T65 и T73 в регуляторе крутящего момента. T65 находится перед фильтром, а T73 после него. А также контрольные точки T132 (до фильтра) и T133 (после фильтра) в регуляторе положения. Части блок-схем приведены ниже.



Максимальная мощность в режиме рекуперации

Параметр P426 [Regen Power Lmt] задается в процентах от номинальной мощности. На этом уровне ограничивается механическая энергия, преобразуемая в электрическую во время замедления или при работе нагрузки в обгонном режиме, т. е. быстрее скорости вращения, задаваемой приводом. Отсутствие ограничения может привести к перенапряжению на шине постоянного тока. При использовании регулятора напряжения на шине параметр [Regen Power Lmt] можно оставить равным значению по умолчанию, т. е. -50%.

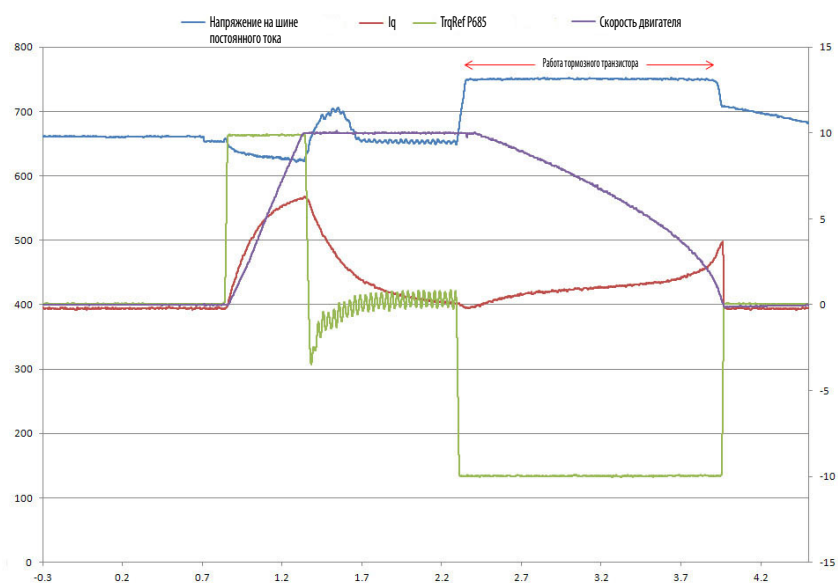
При использовании динамического торможения или устройства рекуперации параметр [Regen Power Lmt] можно установить на предельно возможное отрицательное значение (-800%). Если при использовании динамического торможения или устройства рекуперации необходимо ограничить мощность, поступающую в систему торможения или рекуперации, можно установить параметр [Regen Power Lmt] на необходимый уровень. Значение этого параметра учитывается только в режиме векторного управления потоком (FV).

На следующих графиках показаны различия между изменением максимальной мощности в режиме рекуперации и максимального отрицательного крутящего момента. Начальный участок каждого графика идентичен – это разгон двигателя. На каждом графике обращайте внимание на красную линию на участке после подачи команды останова и начала замедления. Эта линия отображает моментную составляющую тока. Поскольку мощность пропорциональна скорости вращения, то по мере снижения скорости моментная составляющая тока возрастает, тем самым увеличивая рассеиваемую мощность.

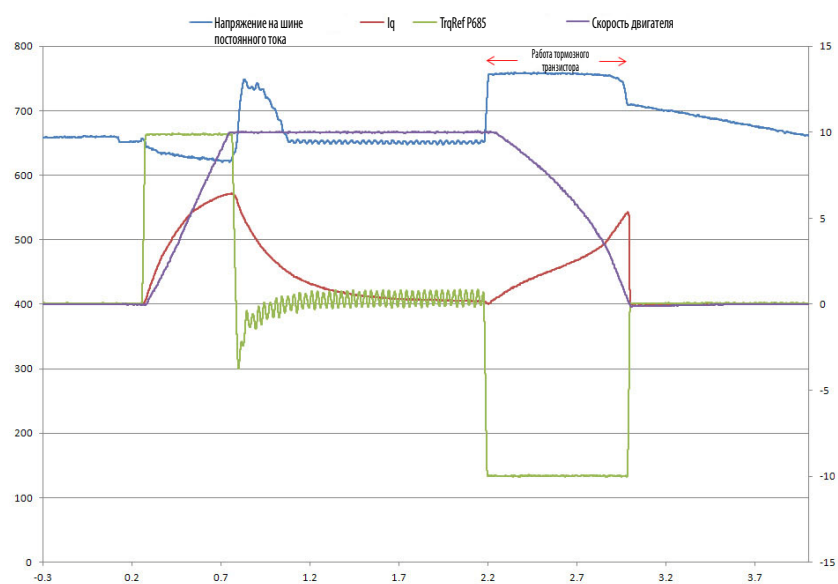
Обратите внимание на сигнал обратной связи по скорости на уровне RPL = -20%: чем медленнее вращается двигатель, тем быстрее он замедляется до нулевой скорости и тем быстрее возрастает моментная составляющая тока. Увеличение максимальной мощности в режиме рекуперации обеспечивает увеличение проходящей через привод мощности.

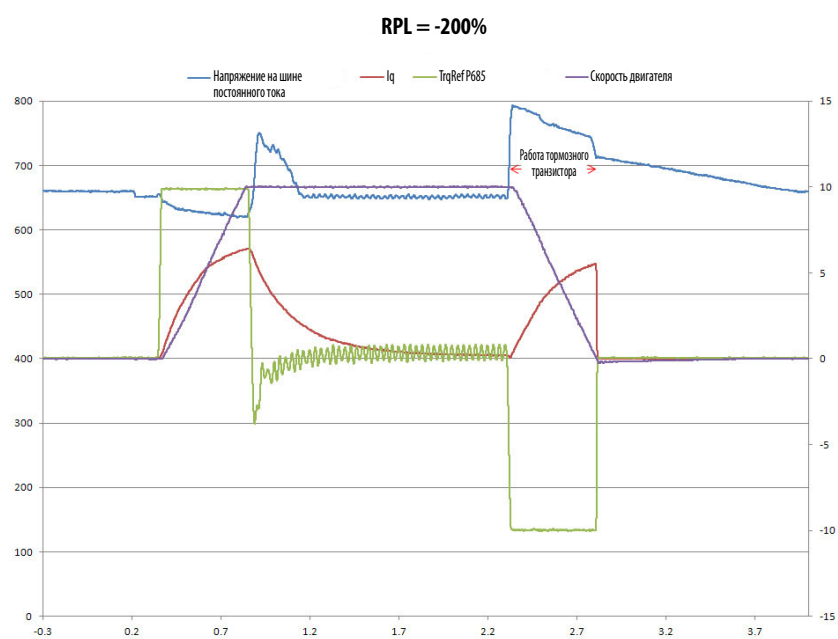
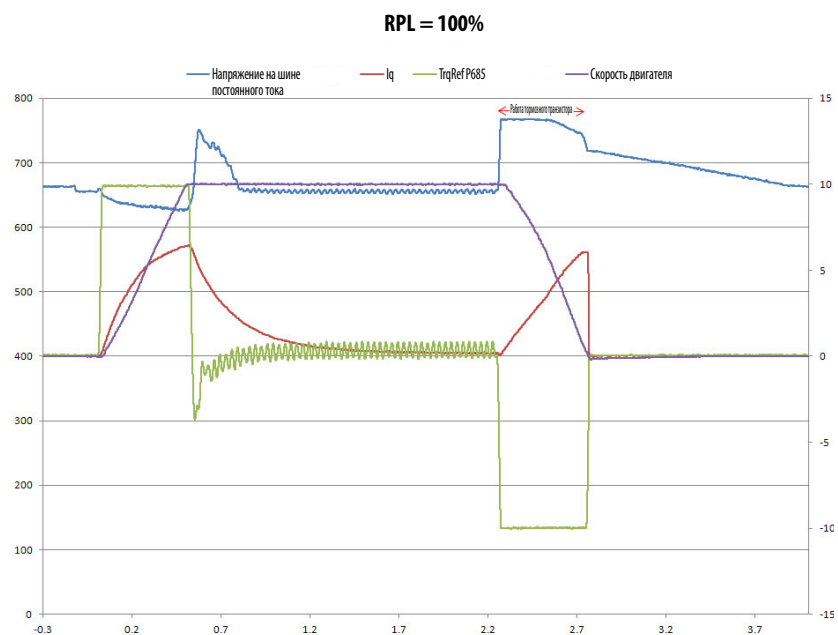
При рассмотрении графиков обращайте внимание на кривые моментной составляющей тока (красного цвета) и наблюдайте за изменениями формы кривой по мере увеличения максимальной мощности в режиме рекуперации. Затем посмотрите, как эта кривая фиксируется на определенном уровне при изменении максимального отрицательного крутящего момента.

RPL = -20%

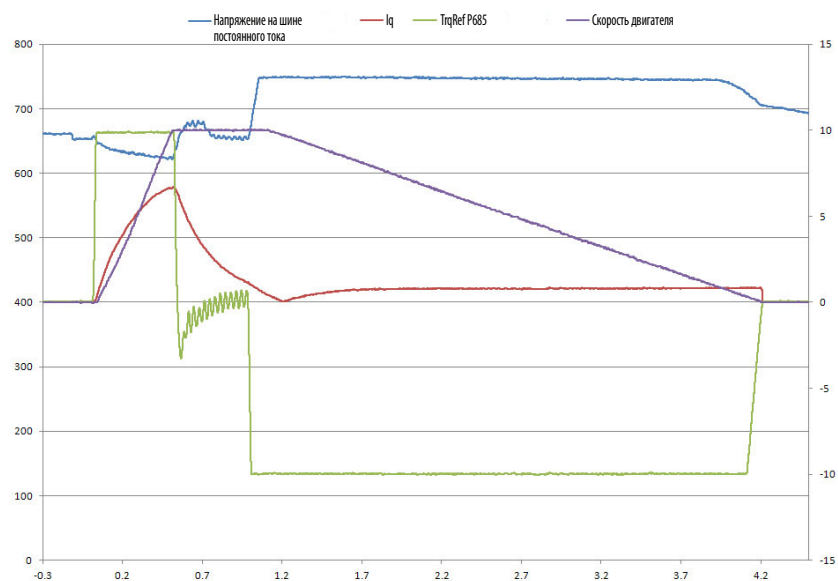


RPL = -50%

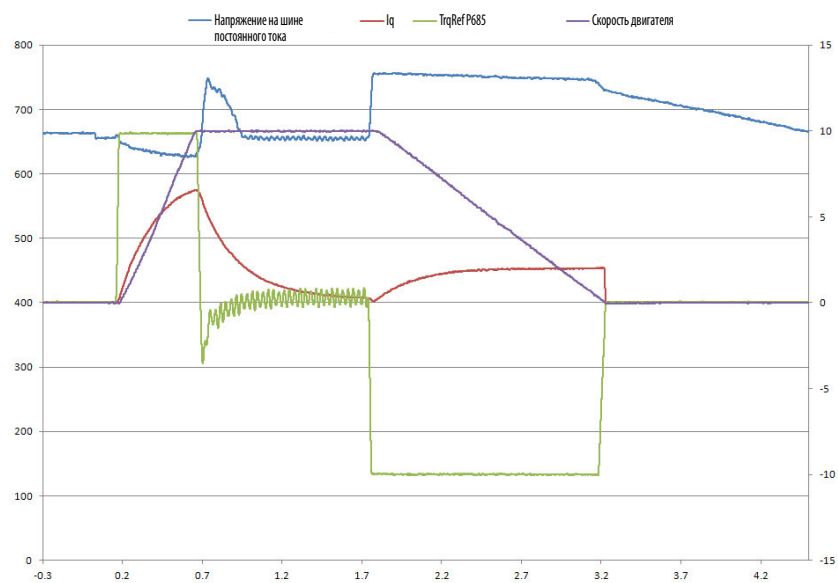


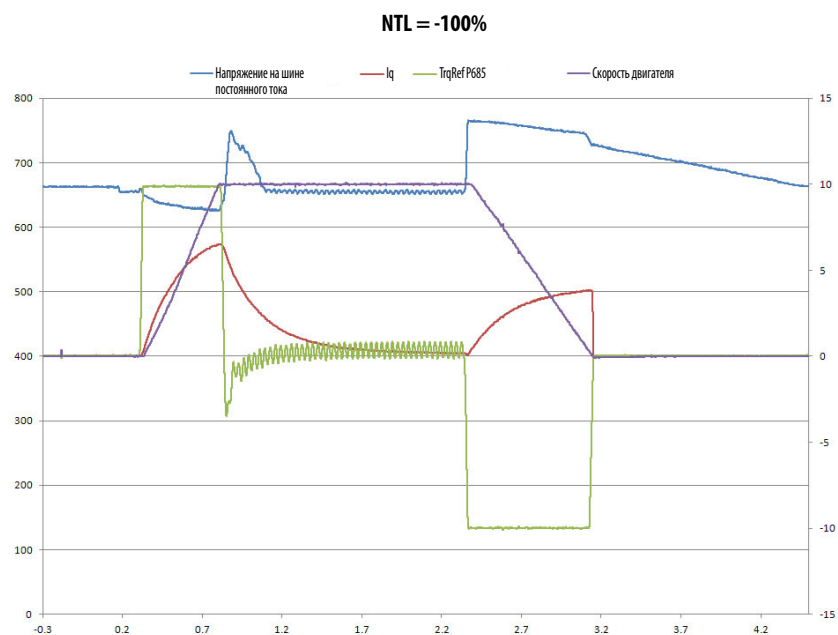


NTL = -20%



NTL = -50%



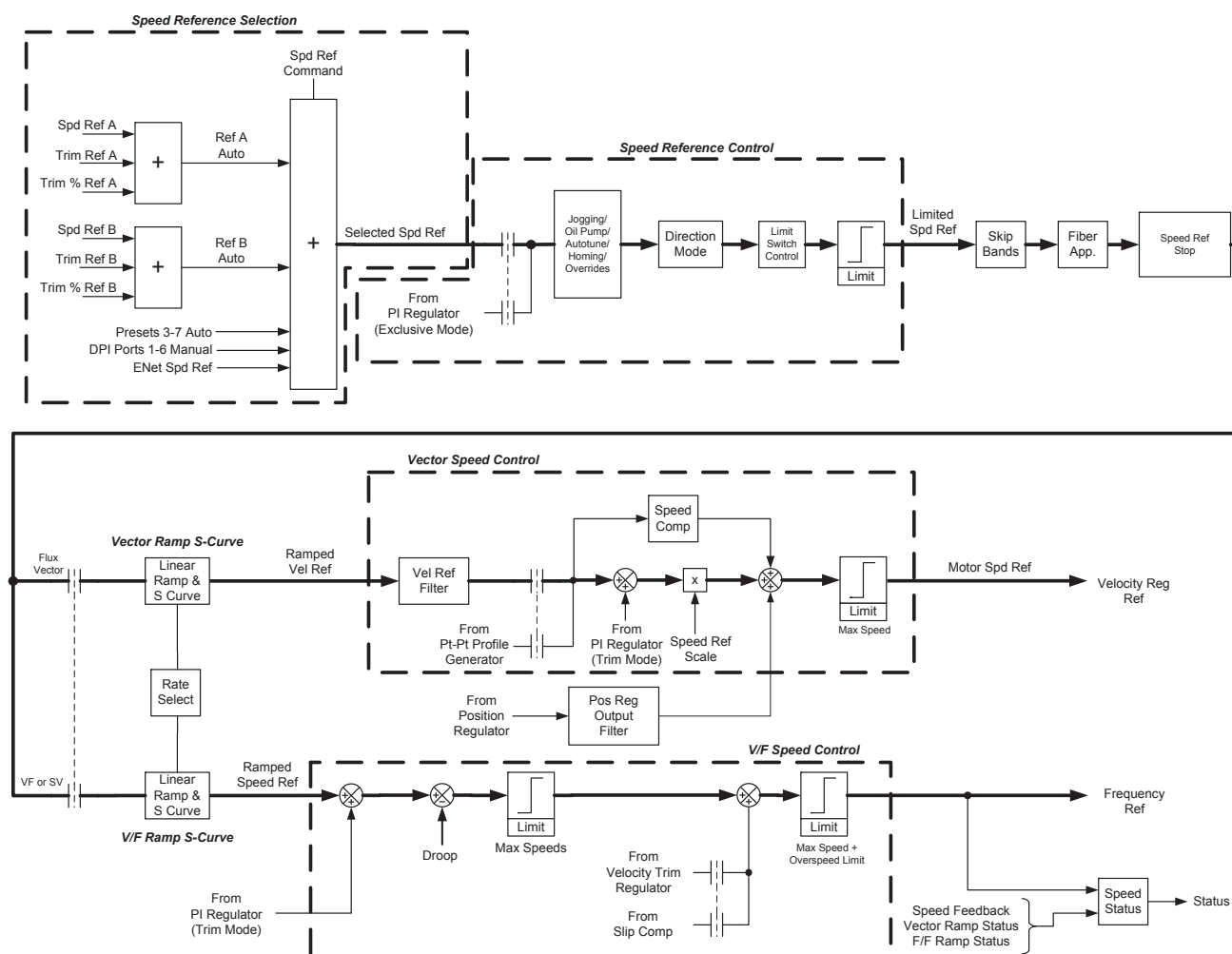


Задание скорости

Задание скорости может поступать из разных источников. Некоторые можно выбрать с помощью цифровых входов или изменения битов логического слова управления, передаваемого по сети:

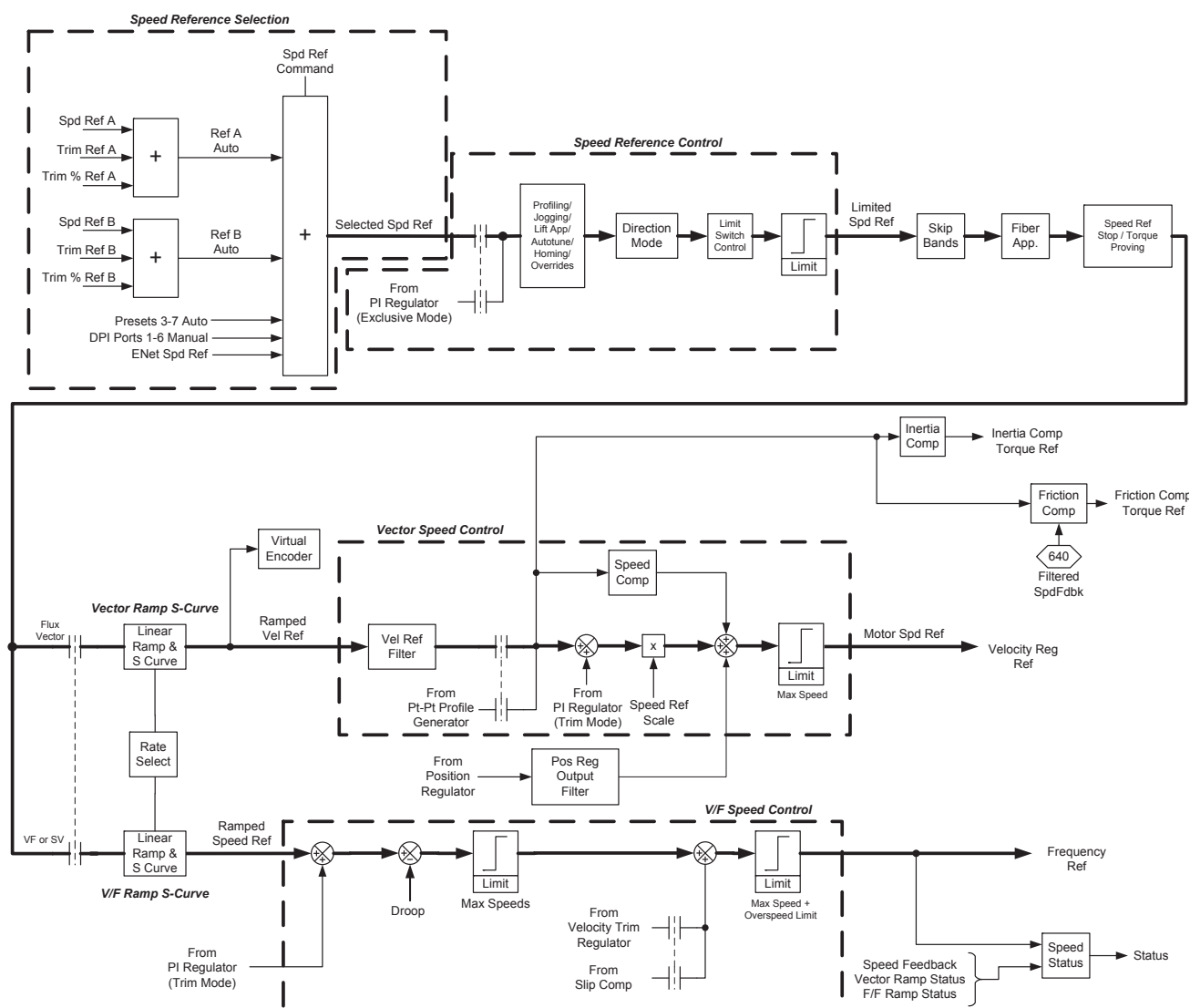
- Модуль интерфейса оператора (локальный или удаленный)
- Аналоговый вход
- Предустановленные скорости вращения
- Скорости вращения в толчковом режиме
- Вспомогательная обратная связь по скорости
- Информационная сеть
- ПИД-регулятор технологического процесса
- Задание от цифрового потенциометра (MOP)
- Программное обеспечение DeviceLogix

рис. 28 - Обзор источников задания скорости привода PowerFlex 753



Более подробная информация о блок-схемах системы управления привода PowerFlex 753 приведена в документе «Преобразователи PowerFlex серии 750. Руководство по программированию», публикация [750-PM001](#), приложение А.

рис. 29 - Обзор источников задания скорости привода PowerFlex 755



Более подробная информация о блок-схемах системы управления привода PowerFlex 755 приведена в документе «Преобразователи PowerFlex серии 750. Руководство по программированию», публикация [750-PM001](#), приложение А.

Сетевое задание скорости

Параметр «Speed Reference A» содержит нормальное задание скорости вращения. Чтобы выбрать источник для этого задания, необходимо настроить параметр P545 [Spd Ref A Sel]. Кроме того, подробное описание режима работы, при котором в качестве источника задания скорости используется информационная сеть (логическое слово управления), приведено в следующих документах.

- «Преобразователи PowerFlex серии 750. Руководство по программированию», публикация [750-PM001](#)
- «PowerFlex 755 Drive Embedded EtherNet/IP Adapter User Manual», публикация [750COM-UM001](#)
- «Дополнительный модуль привода PowerFlex 20-750-ENETR с 2 портами EtherNet/IP. Руководство пользователя», публикация [750COM-UM008](#)
- «EtherNet/IP Network Configuration User Manual», публикация [ENET-UM001](#)

Задание скорости – это 32-битное слово в формате REAL (действительное число с плавающей точкой), производимое контроллером и потребляемое сетевым адаптером. Сигнал обратной связи – это 32-битное слово в формате действительного числа с плавающей точкой, производимое сетевым адаптером и потребляемое контроллером.

При использовании контроллера ControlLogix 32-битное задание скорости в формате REAL всегда отображается в формате двойного целого числа DINT 1 в изображении выхода, а 32-битный сигнал обратной связи в формате REAL всегда отображается в формате двойного целого числа:

- DINT 1 в изображении входа при использовании дополнительного профиля привода;
- DINT 2 при использовании типового профиля.

При использовании контроллеров PLC-5®, SLC™ 500 или MicroLogix™ 100/1400, 32-битное задание скорости в формате REAL всегда отображается в виде слов 2 (самое старшее слово) и 3 (самое младшее слово) в изображении выхода, а 32-битный сигнал обратной связи в формате REAL всегда отображается в виде слов 2 (самое младшее слово) и 3 (самое старшее слово) в изображении входа.

При использовании дополнительного профиля привода задание скорости и сигнал обратной связи автоматически форматируются и отображаются в виде тега контроллера. При использовании типового профиля изображение ввода/вывода является целочисленным, а задание скорости и сигнал обратной связи выражаются числами с плавающей точкой. Поэтому для правильной записи значений в параметр «Reference» и правильного чтения значений из параметра «Feedback» необходимо использовать команду COP (Copy) или пользовательский тип данных (UDDT). Примеры программ на языке релейной логики см. в руководствах «PowerFlex 755 Drive Embedded EtherNet/IP Adapter User Manual» или «Дополнительный модуль привода PowerFlex 20-750-ENETR с 2 портами EtherNet/IP. Руководство пользователя».

При использовании дополнительного профиля привода теги контроллера для задания скорости и сигнала обратной связи автоматически переводятся в правильный формат. Это устраняет необходимость в преобразовании данных с помощью команды копирования COP или пользовательского типа данных UDDT, чтобы скопировать данные в формате двойного целого числа DINT в слово в формате действительного числа REAL.

32-битное задание скорости и сигнал обратной связи в формате действительного числа REAL отображают скорость привода. Масштабирование задания скорости и сигнала обратной связи зависит от параметра привода P300 [Speed Units]. Например, если параметр P300 установлен на Гц, то 32-битное задание скорости в формате действительного числа REAL, равное 30,0, будет соответствовать заданию скорости 30,0 Гц. Если параметр P300 установлен на RPM, т. е. на об/мин, то 32-битное задание скорости в формате действительного числа REAL, равное 1020,5 будет соответствовать заданию скорости 1020,5 об/мин. Обратите внимание, что задание максимальной скорости не может превышать значение параметра привода P520 [Max Fwd Speed]. В [табл. 12](#) показаны примеры заданий и результаты их применения в приводе PowerFlex серии 755, в котором:

- параметр P300 [Speed Units] выставлен на Гц;
- параметр P37 [Maximum Freq] выставлен на 130 Гц;
- параметр P520 [Max Fwd Speed] выставлен на 60 Гц.

Если параметр P300 [Speed Units] выставлен на об/мин, другие параметры также выражаются в об/мин.

табл. 12 - Пример масштабирования задания скорости и сигнала обратной связи в приводе PowerFlex серии 755

Сетевое задание скорости	Задание скорости в приводе ⁽²⁾	Выходная скорость	Сетевой сигнал обратной связи
130,0	130 Гц	60 Гц ⁽³⁾	60,0
65,0	65 Гц	60 Гц ⁽³⁾	60,0
32,5	32,5 Гц	32,5 Гц	32,5
0,0	0 Гц	0 Гц	0,0
-32,5 ⁽¹⁾	32,5 Гц	32,5 Гц	32,5

(1) Результат обработки отрицательных значений зависит от того, какой режим используется в приводе PowerFlex 755, биполярный или униполярный. Подробнее см. в документации на привод.

(2) В этом примере параметр привода P300 [Speed Units] выставлен на Гц.

(3) Привод работает со частотой 60 Гц вместо 130 Гц или 65 Гц, потому что параметр привода P520 [Max Fwd Speed] задает максимальную частоту, равную 60 Гц.

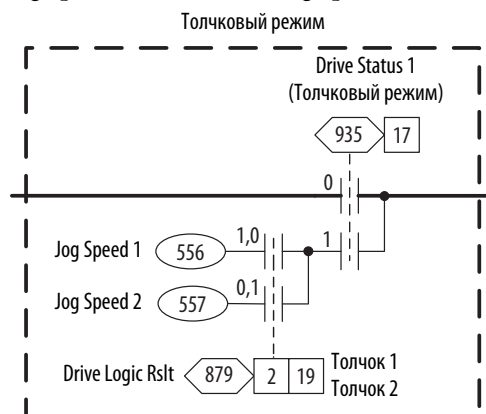
Если в качестве источника задания скорости используется сеть (адаптер связи), то в качестве задания скорости используется 32-битное слово. Если параметр направления вращения P308 [Direction Mode] равен 1 «Bipolar», то для управления направлением вращения используется самый старший бит (MSB). В противном случае этот бит игнорируется.

ВАЖНО

Если используется адаптер типа 20-COMM с сетевой платой 20-750-20COMM привода PowerFlex серии 750, то старшее слово (биты 16...31) логического слова управления и логического слова состояния будет недоступны. Старшее слово используется и доступно только для модулей связи типа 20-750-* и встроенного порта EtherNet/IP в приводах PowerFlex 755.

Толчок

Если привод не работает, то нажатие экранной кнопки Jog модуля интерфейса оператора, включение запрограммированного для функции Jog цифрового входа, или передача логической команды (по сети) переведет привод в толчковый режим с отдельно запрограммированным заданием скорости толчка. Это задание скорости толчка вводится в параметр P556 [Jog Speed 1] или P557 [Jog Speed 2].

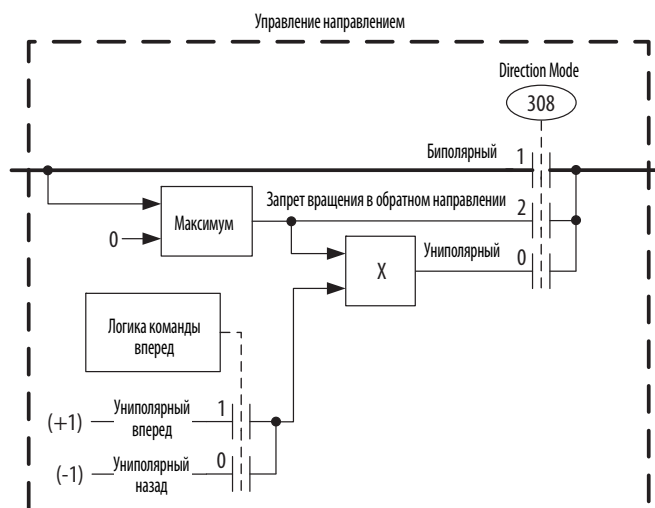


Масштабирование аналогового задания скорости

См. пункт [Аналоговые входы на стр. 107](#).

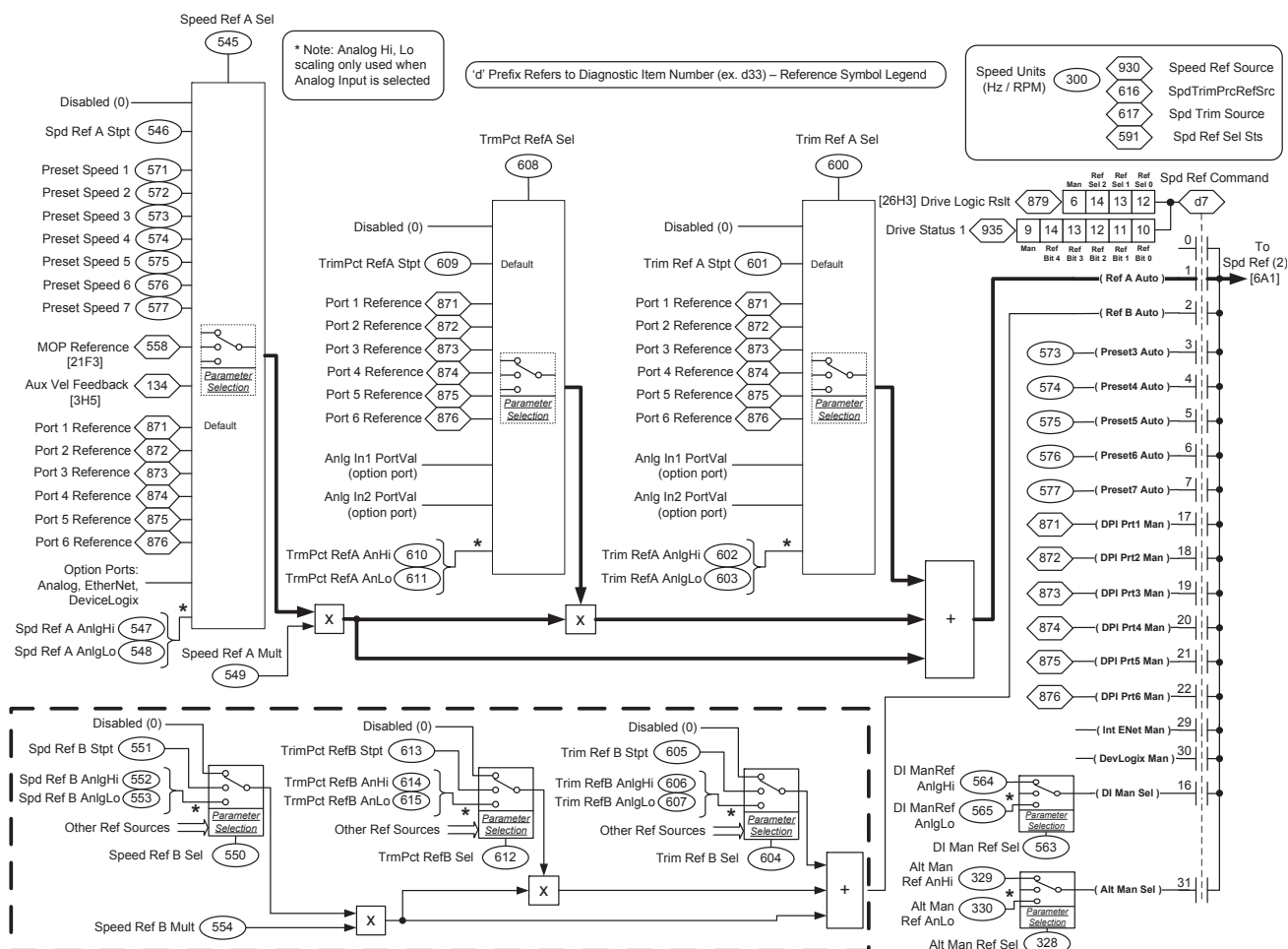
Полярность

С помощью параметра P308 [Direction Mode] можно выбрать различные настройки полярности – вращение в одном направлении (униполярный режим), вращение в обоих направлениях (биполярный режим), либо запрет вращения в обратном направлении. При работе в униполярном режиме знак задания скорости (и направление вращения двигателя) определяется параметром P879 [Drive Logic Rslt], бит 4 «Forward» и бит 5 «Reverse», задающими вращение вперед и назад. При работе в биполярном режиме знак задания скорости будет определять направление вращения двигателя. В режиме запрета вращения в обратном направлении отрицательные значения задания скорости игнорируются и заменяются нулевым значением скорости.



Коррекция

Задание скорости, поступающее из источника, указанного в параметре P545 [Spd Ref A Sel] или P550 [Spd Ref B Sel], можно откорректировать на некоторую переменную величину. Можно корректировать задание скорости на некоторый процент от этого значения и/или на некоторую постоянную величину, также можно задавать знак коррекции. См. приведенную ниже блок-схему коррекции для привода PowerFlex серии 750.



Пример 1

В следующем примере показана конфигурация и результаты коррекции в процентах:

- P545 [Spd Ref A Sel] = P546 [Spd Ref A Stpt]
- P546 [Spd Ref A Stpt] = 20,00 Гц
- P608 [TrmPct RefA Sel] = P609 [TrmPct RefA Stpt]
- P609 [TrmPct RefA Stpt] = 25%
- P2 [Commanded SpdRef] = 25,00 Гц

Если задание скорости = 20 Гц, а процент коррекции = 25%, то получаемая величина коррекции составит $20 \text{ Гц} \times 25\% = 5 \text{ Гц}$, добавление которой к заданию даст 25 Гц. При изменении задания скорости величина коррекции также меняется, так как она определяется в процентах от заданного значения. Если процент коррекции = -25%, то получаемая величина коррекции составит $20 \text{ Гц} \times -25\% = -5 \text{ Гц}$, и задание = 15 Гц.

Пример 2

В следующем примере показана конфигурация и результаты коррекции на фиксированную величину:

- P545 [Spd Ref A Sel] = P546 [Spd Ref A Stpt]
- P546 [Spd Ref A Stpt] = 20,00 Гц
- P600 [Trim Ref A Sel] = P601 [Trim Ref A Stpt]
- P601 [Trim Ref A Stpt] = 10,00 Гц
- P2 [Commanded SpdRef] = 30,00 Гц

Если задание скорости = 20 Гц, а величина коррекции выставлена на 10 Гц, то задание будет равно $20 \text{ Гц} + 10 \text{ Гц} = 30 \text{ Гц}$. Если величина коррекции выставлена на -10 Гц, то задание будет равно $20 \text{ Гц} - 10 \text{ Гц} = 10 \text{ Гц}$.

Пример 3

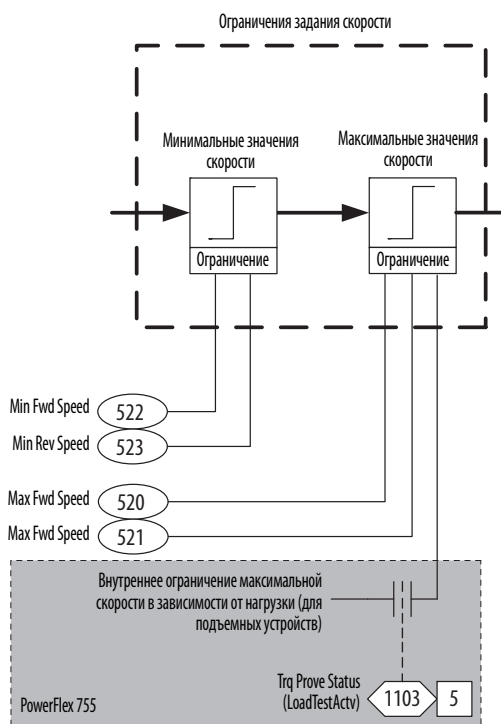
В следующем примере показана конфигурация и результаты коррекции как в процентах, так и на фиксированную величину:

- P545 [Spd Ref A Sel] = P546 [Spd Ref A Stpt]
- P546 [Spd Ref A Stpt] = 20,00 Гц
- P608 [TrmPct RefA Sel] = P609 [TrmPct RefA Stpt]
- P609 [TrmPct RefA Stpt] = 25%
- P600 [Trim Ref A Sel] = P601 [Trim Ref A Stpt]
- P601 [Trim Ref A Stpt] = 10,00 Гц
- P2 [Commanded SpdRef] = 35,00 Гц

Если задание скорости = 20 Гц, а процент коррекции = 25%, то получаемая величина коррекции составит $20 \text{ Гц} \times 25\% = 5 \text{ Гц}$, и если величина коррекции выставлена на 10 Гц, то задание будет равно: $20 \text{ Гц} + 5 \text{ Гц} + 10 \text{ Гц} = 35 \text{ Гц}$. Если процент коррекции = -25%, а величина коррекции выставлена на -10 Гц, то задание будет равно 5 Гц.

Минимальная/максимальная скорость вращения вперед/назад

Ограничения максимальной и минимальной скорости вращения применяются к заданиям скорости вращения вперед и назад. Ограничение минимальной скорости определяет диапазон, в котором привод не будет работать в установившемся режиме, а вместо этого будет проходить его с ускорением. Это связано с настройкой минимальной скорости вращения вперед или назад, параметры P522 [Min Fwd Speed] и P523 [Min Rev Speed], соответственно. Если задание скорости положительно и меньше минимальной скорости вращения вперед, то оно выставляется на эту минимальную скорость. Если задание отрицательно и больше минимальной скорости вращения назад, то оно выставляется на эту минимальную скорость. Если минимальная скорость не равна 0, в точке 0 применяется гистерезис, чтобы предотвратить постоянное переключение между минимальными значениями скорости вперед и назад. Если задание превышает максимальное значение скорости вращения вперед или назад, заданные в параметрах P520 [Max Fwd Speed] и P521 [Max Rev Speed], соответственно, то задание скорости фиксируется на соответствующем максимальном значении.

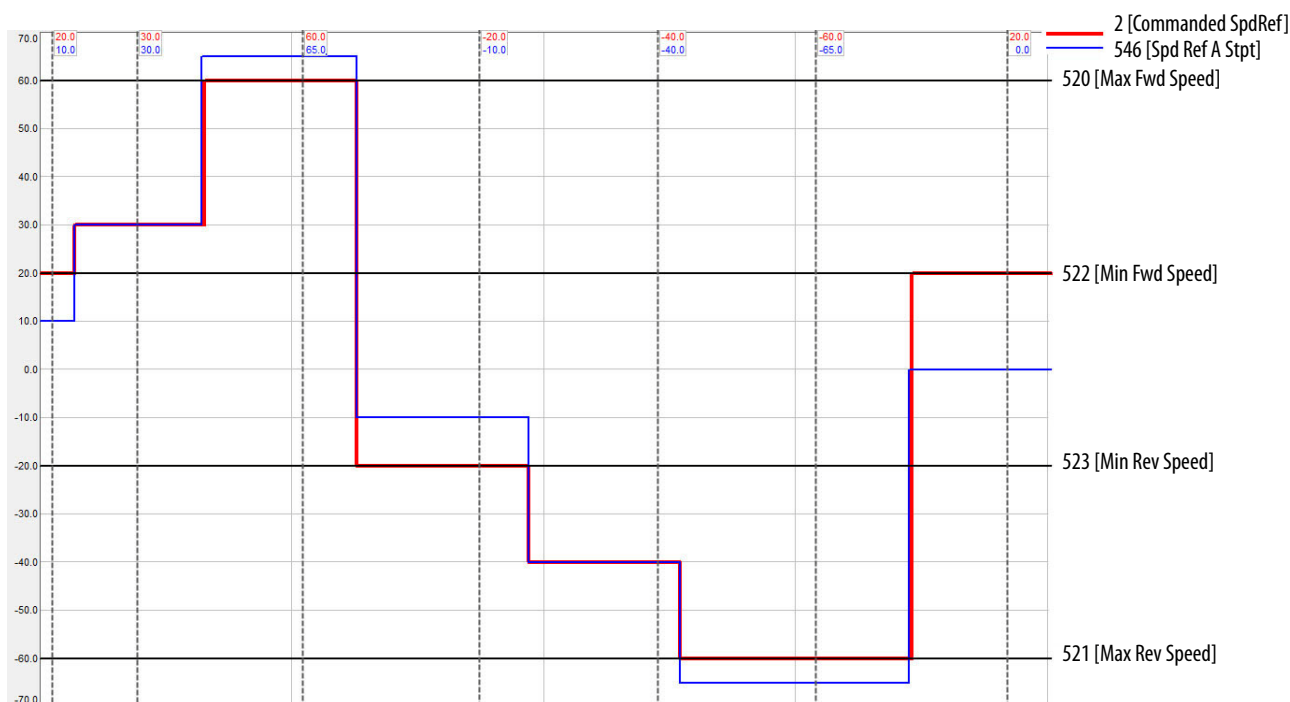


См. следующий пример.

- P520 [Max Fwd Speed] = 60 Гц
- P521 [Max Rev Speed] = -60 Гц
- P522 [Min Fwd Speed] = 20 Гц
- P523 [Min Rev Speed] = -20 Гц
- P545 [Spd Ref A Sel] = P546 [Spd Ref A Stpt]

На следующем графике показаны минимальные/максимальные скорости вращения вперед/назад и их влияние на привод. Синяя линия показывает необходимое задание скорости вращения (уставка), а красная линия показывает принятое приводом задание скорости вращения (фактическое).

Обратите внимание на разные результаты в областях, ограниченных серой пунктирной линией на графике.



Максимальная частота

Параметр P37 [Maximum Freq] определяет максимальное задание частоты. Фактическое значение выходной частоты привода может быть выше в результате компенсации скольжения и других видов регулирования.

Регулирование скорости вращения

Для регулирования скорости вращения используется ряд параметров.

Общее описание работы бездатчикового векторного управления и скалярного управления

Привод получает задание скорости и корректирует его, используя пропорциональное и интегральное звено регулятора, чтобы компенсировать скольжение, а также реализовать запрограммированные ограничения.

Общее описание работы векторного управления магнитным потоком

Привод получает задание скорости от контура регулирования скорости и сравнивает его с сигналом обратной связи по скорости. Регулятор скорости использует пропорциональное и интегральное звено, а также другие дополнительные функции, чтобы управлять заданием крутящего момента для двигателя. Задание крутящего момента используется для обеспечения работы двигателя с заданной скоростью вращения. Регулятор настроен на оптимальный диапазон регулирования скорости вращения и нагрузки. Если применяется переключение устройств обратной связи с автоматическим переключением тахометров, эти параметры также будут изменяться.

Необходимая полоса пропускания регулятора скорости – параметр P636 [Speed Reg BW]

Параметр полосы пропускания регулятора скорости задает полосу пропускания контура регулирования скорости вращения и определяет динамику работы этого регулятора. По мере увеличения полосы пропускания контур регулирования реагирует более динамично и может отслеживать быстрые изменения задания скорости. Изменение этого параметра приводит к автоматическому обновлению параметров P645 [Speed Reg Kp], P647 [Speed Reg Ki] и P644 [Spd Err Fltr BW]. Чтобы отключить автоматическое обновление коэффициентов усиления и фильтра, установите этот параметр на 0. Если эта функция включена, автоматически будут заданы настройки функции адаптации к моменту инерции (только в приводе PowerFlex 755).

Максимально допустимое значение этого параметра ограничивается отношением параметра P646 [Spd Reg Max Kp] к параметру P76 [Total Inertia], а также зависит от типа источника сигнала обратной связи (энкодер или разомкнутый контур). Для работы после автоматического переключения тахометров будет использоваться полоса пропускания, указанная в параметре P648 [Alt Speed Reg BW].

Суммарный момент инерции двигателя и нагрузки – параметр P76 [Total Inertia]

Суммарным моментом инерции называется время (в секундах), требуемое для разгона двигателя с нагрузкой при номинальном крутящем моменте от нуля до базовой скорости вращения. Это значение рассчитывается во время автонастройки инерции, в ходе разгона двигателя до заданной скорости вращения и замедления до нулевой скорости. При изменении этого параметра привод заново рассчитывает и изменяет коэффициенты усиления регулятора скорости.

Демпфирование регулятора скорости - P653 [Spd Loop Damping]

Задаёт коэффициент демпфирования, используемый в характеристическом уравнении контура регулирования скорости при векторном управлении. Демпфирование влияет на интегральный коэффициент усиления при выборе ненулевой полосы пропускания контура регулирования. Коэффициент демпфирования, равный 1,0, считается критическим. Снижение демпфирования приводит к более быстрому подавлению возмущений в нагрузке, но может привести к колебаниям. Если задано нулевое значение полосы пропускания регулятора скорости, коэффициенты усиления выставляются вручную и коэффициент демпфирования не имеет значения.

Интегральный коэффициент усиления - P647 [Speed Reg Ki]

Задаёт коэффициент усиления интегрального звена регулятора скорости (в режимах с векторным управлением магнитным потоком двигателя). Это значение автоматически вычисляется в зависимости от величины полосы пропускания, заданной параметрами P636 [Speed Reg BW], P645 [Speed Reg Kp] и P653 [Spd Loop Damping]. Интегральный коэффициент усиления можно откорректировать вручную, для чего следует установить параметр P636 [Speed Reg BW] на 0. Для масштабирования интегрального коэффициента усиления используется соотношение: (крутящий момент в о.е.) / (скорость в о.е.).

Пропорциональный коэффициент усиления - P645 [Speed Reg Kp]

Это значение автоматически вычисляется в зависимости от величины полосы пропускания, заданной параметрами P636 [Speed Reg BW] и P76 [Total Inertia]. Пропорциональный коэффициент усиления можно откорректировать вручную, для чего следует установить параметр P636 [Speed Reg BW] на 0. Для масштабирования пропорционального коэффициента усиления используется соотношение: (крутящий момент в о.е.) / (скорость в о.е.). Максимально допустимое значение этого параметра ограничивается параметрами P76 [Total Inertia] и P646 [Spd Reg Max Kp].

Коэффициент усиления прогнозирования – P643 [SpeedReg AntiVskup]

Контролирует перерегулирование/недерегулирование при реакции регулятора скорости режима векторного управления на ступенчатое изменение. Перерегулирование и недерегулирование можно практически полностью устранить, введя значение параметра 0,3, которое также препятствует обратному вращению вала двигателя при достижении нулевой скорости. Этот параметр не влияет на реакцию привода на изменения нагрузки. Нулевое значение параметра отключает эту функцию.

Коэффициент усиления сервофиксации – параметр Servo Lock Gain (P642) (только в приводе PowerFlex 755)

Задаёт коэффициент усиления дополнительного интегрального звена в регуляторе скорости в режиме векторного управления. Эффект сервофиксации состоит в повышении жесткости характеристики регулятора скорости относительно возмущений в нагрузке. Эта функция действует подобно регулятору положения с прогнозированием по скорости, но не обладает точностью, обеспечиваемой настоящим регулятором положения. Коэффициент усиления обычно выставляется на величину, не превышающую 1/3 значения полосы пропускания регулятора скорости, или на другую величину, обеспечивающую требуемую характеристику регулятора. Нулевое значение параметра отключает эту функцию.

Задание крутящего момента

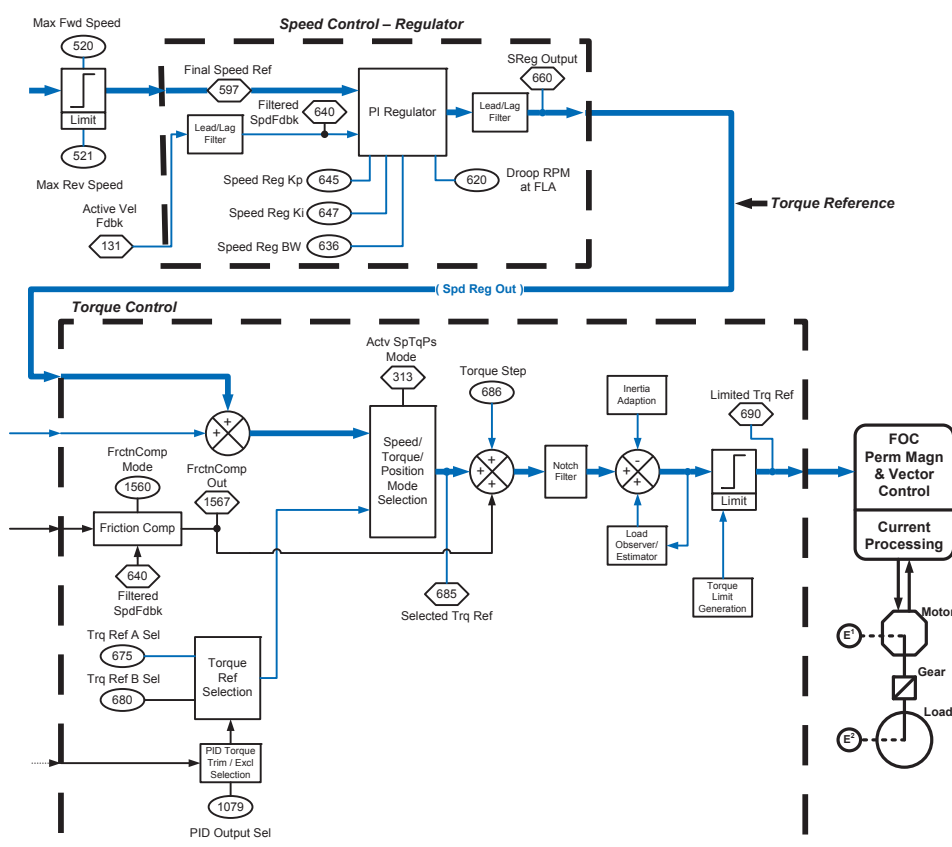
Задание крутящего момента это значение в процентах от номинального крутящего момента двигателя. Во время автонастройки проводятся измерения для определения параметров эквивалентной цепи двигателя, включая импеданс цепи от клемм привода до двигателя. Исходя из номинальных параметров двигателя и результатов автонастройки, задание крутящего момента устанавливается на 100% или 1 о.е. номинального момента двигателя в Н • м (фунт • фут) при номинальном токе с точностью $\pm 5\%$ без обратной связи от энкодера, и с точностью $\pm 2\%$ с обратной связью от энкодера.

Точное управление крутящим моментом на валу двигателя можно осуществлять, установив параметр P35 [Motor Ctrl Mode] на один из режимов векторного управления потоком. Аналогичным образом, параметры задания крутящего момента работают только в режимах векторного управления магнитным потоком, выбранных в параметре P35 [Motor Ctrl Mode], варианты 3 «Induction FV», 6 «PM FV» и 10 «IPM FV».

Внутренний источник задания крутящего момента

Собственным источником задания крутящего момента (значение по умолчанию в любом из режимов векторного управления магнитным потоком) является выходной сигнал регулятора скорости, параметр P660 [SReg Output], в процентах. После прохождения через функции коррекции и ограничения этот сигнал в конечном счете становится командой крутящего момента, параметр P690 [Limited Trq Ref], и входным сигналом регулятора тока инвертора, который определяет выходное напряжение и частоту двигателя и управляет вектором моментной составляющей тока. В результате двигатель развивает крутящий момент, необходимый регулятору скорости для поддержания минимального рассогласования между заданием скорости и обратной связью по скорости.

рис. 30 - Путь сигнала задания крутящего момента



Существуют дополнительные внутренние источники задания крутящего момента в приводе, такие как различные выходные сигналы регулятора положения, которые подаются на двигатель для создания крутящего момента, необходимого для следования по точкам профиля положения, профиля кулачков, поддержания заданного положения или следования профилю Планировщика управления перемещением.

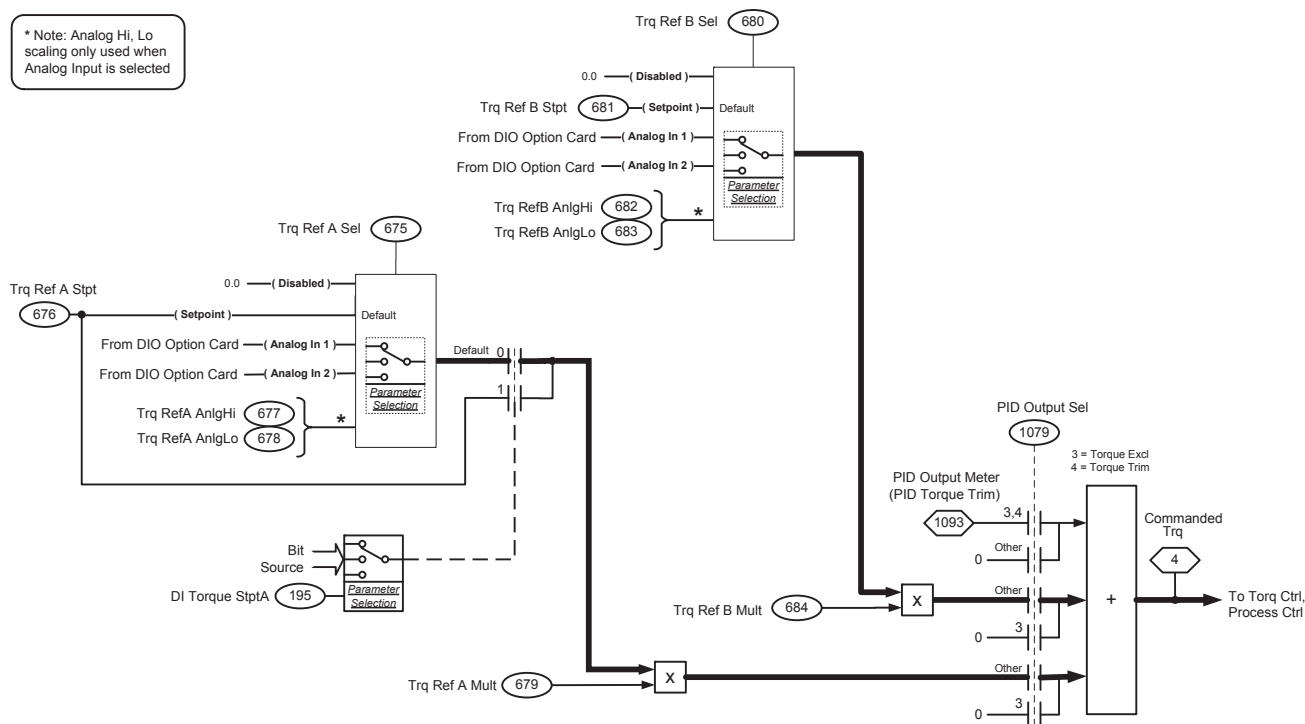
Задание крутящего момента корректируется функциями компенсации трения, адаптации к моменту инерции или контроля нагрузки в соответствии с требованиями нагрузки. Для моделирования возмущений нагрузки можно использовать функцию ступенчатого изменения задания крутящего момента.

Внешний источник задания крутящего момента

Задание крутящего момента также можно передавать через аналоговый вход или сеть в виде уставки задания или подавать в привод извне из различных источников, включая независимый контроллер или другой привод (для многодвигательных применений).

Если привод PowerFlex работает в режиме управления моментом, то в регулятор момента подается задание момента от другого источника задания, обычно от внешнего сигнала. После масштабирования обоих параметров P675 [Trq Ref A Sel] и P680 [Trq Ref B Sel], результат суммируется с выходным сигналом коррекции «Torque Trim» и становится параметром P4 [Commanded Trq].

рис. 31 - Регулятор крутящего момента – масштабирование и коррекция заданного значения



Более подробная информация о регуляторе крутящего момента приведена на блок-схемах системы управления привода PowerFlex 755, начиная со [стр. 380](#).

Ниже рассматриваются основные параметры регулятора крутящего момента, приведенные на [рис. 30](#) и [рис. 31](#).

Параметр P313 [Actv SpTqPs Mode] - Активный режим управления скоростью, крутящим моментом или положением

Показывает выбранный режим управления скоростью, крутящим моментом или положением в зависимости от выбранного режима A, B, C, и D, в параметрах P309...P312 [SpdTqPsn Mode *n*] и состояния цифровых входов, запрограммированных параметрами P181 [DI SpTqPs Sel 0] и P182 [DI SpTqPs Sel 1]. В некоторых случаях, таких как работа в режимах SLAT минимум/максимум, режим управления может быть форсированно переведен на управление скоростью. См. биты управления скоростью, крутящим моментом или положением в параметре P935 [Drive Status 1], которые показывают текущий режим управления во время работы привода.

Параметры P675 [Trq Ref A Sel] и P680 [Trq Ref B Sel] Выбор задания крутящего момента A, B

Выбирает источник задания крутящего момента, используемый, когда привод настроен на управление крутящим моментом в параметрах P309...312 [SpdTqPsn Mode *n*]. Величины, поступающие из источников задания момента, суммируются в единое задание крутящего момента.

Параметры P676 [Trq Ref A Stpt] и P681 [Trq Ref B Stpt] - Уставка задания крутящего момента A, B

Цифровое значение момента, которое может использоваться в качестве возможного источника задания для параметров P675 и P680 соответственно.

Параметры P677 [Trq Ref A AnlgHi] и P682 [Trq Ref B AnlgHi] -

Максимальное значение аналогового сигнала задания момента

Используется только если в качестве источника задания момента в параметре P676 или P681 выбран аналоговый вход. Определяют значение крутящего момента, соответствующее [Anlg In Hi] для модуля ввода/вывода или для главной платы управления (в зависимости от привода). Эти параметры определяют масштабирование для всего диапазона.

Параметры P678 [Trq Ref A AnlgLo] и P683 [Trq Ref B AnlgLo] -

Минимальное значение аналогового сигнала задания момента

Используется только если в качестве источника задания момента в параметре P676 [Trq Ref A Stpt] или P681 [Trq Ref B Stpt] выбран аналоговый вход. Определяют значение крутящего момента, соответствующее [Anlg In Lo] для модуля ввода/вывода или для главной платы управления (в зависимости от привода). Эти параметры определяют масштабирование для всего диапазона.

Параметры P679 [Trq Ref A Mult] и P684 [Trq Ref B Mult] - Множитель A, B задания крутящего момента

Множитель, на который умножаются значения параметров P675 [Trq Ref A Sel] и P680 [Trq Ref B Sel] соответственно. Значение параметра, равное 1, оставляет задание неизменным. Отрицательные значения параметров инвертируют задание.

Виды режимов управления скоростью, крутящим моментом или положением при работе привода в различных режимах с использованием внутренних и/или внешних источников задания крутящего момента описаны в разделе [Режимы управления скоростью, крутящим моментом, положением на стр. 269](#).

Режимы управления скоростью, крутящим моментом, положением

В приводах PowerFlex серии 750 можно задать четыре различных режима управления скоростью, крутящим моментом или перемещением с помощью следующих параметров:

- P309 [SpdTrqPsn Mode A]
- P310 [SpdTrqPsn Mode B]
- P311 [SpdTrqPsn Mode C]
- P312 [SpdTrqPsn Mode D]

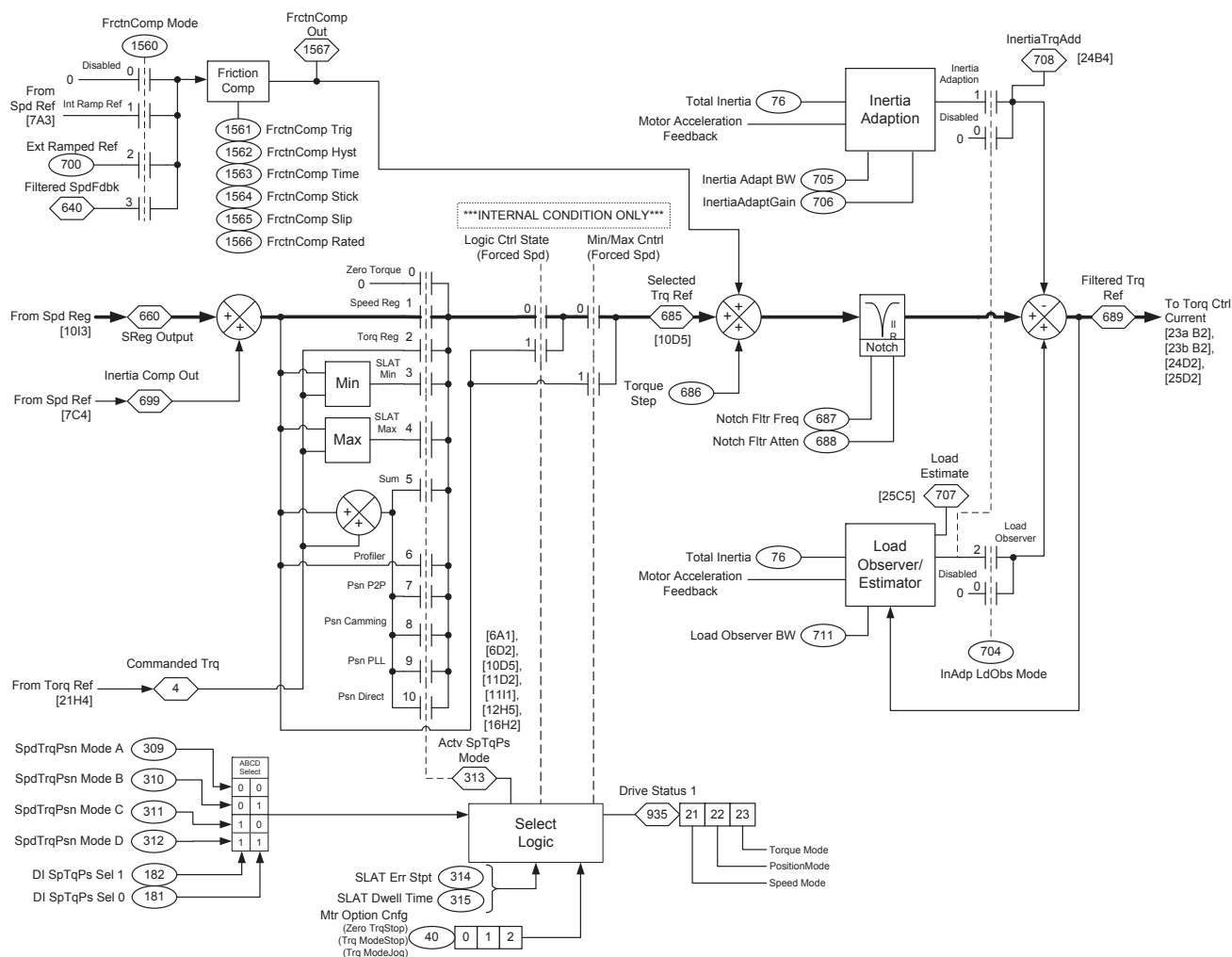
Ниже описаны значения, которые могут принимать перечисленные выше параметры:

- «Zero Torque» (0) – привод работает в режиме управления крутящим моментом с параметром P685 [Selected Trq Ref], принудительно установленным на нулевое значение крутящего момента.
- «Speed Reg» (1) – привод работает в режиме управления скоростью. Значение P685 [Selected Trq Ref] является суммой параметров P660 [SReg Output] и P699 [Inertia Comp Out].
- «Torque Reg» (2) – привод работает в режиме управления крутящим моментом. Значение P685 [Selected Trq Ref] поступает из параметра P4 [Commanded Trq]. В некоторых случаях, например при работе в толчковом режиме или при линейном замедлении до остановки, привод автоматически игнорирует этот параметр и временно переключается в режим управления скоростью.

- «SLAT Min» (3) – привод работает в режиме управления моментом с ограничением по скорости с выбором минимального значения. Это специальный режим работы, который обычно применяется при обработке рулонных материалов. Привод обычно работает в режиме управления крутящим моментом при условии, что значение параметра P4 [Commanded Trq] меньше выходного значения регулятора скорости. Привод может автоматически переходить в режим управления скоростью в зависимости от состояния регулятора скорости и величины выходного сигнала этого регулятора по сравнению с заданием крутящего момента.
- «SLAT Max» (4) – привод работает в режиме управления моментом с ограничением по скорости с выбором максимального значения. Это специальный режим работы, который обычно применяется при обработке рулонных материалов. Привод обычно работает в режиме управления крутящим моментом при условии, что значение параметра P4 [Commanded Trq] больше выходного значения регулятора скорости. Привод может автоматически переходить в режим управления скоростью в зависимости от состояния регулятора скорости и величины выходного сигнала этого регулятора по сравнению с заданием крутящего момента.
- «Sum» (5) – привод работает в режиме управления скоростью. Значение P685 [Selected Trq Ref] равняется сумме параметра P660 [SReg Output] с добавками момента и параметра P4 [Commanded Trq].
- «Profilier» (6) PowerFlex 755 – в приводе используется функция профилирования скорости или индексации положения. Привод работает в режиме управления скоростью или положением. Режим работы будет зависеть от настройки типов шагов в таблице профилирования / индексации.
- «Psn PTP» (7) – привод работает в режиме управления положением. P685 [Selected Trq Ref] поступает из того же источника, что и в режиме «Sum». Регулятор положения работает в режиме перемещения от точки к точке с использованием задания положения из функции перемещения от точки к точке.
- «Psn Camming» (8) PowerFlex 755 – привод работает в режиме управления положением. P685 [Selected Trq Ref] поступает из того же источника, что и в режиме «Sum». Регулятор положения работает в режиме кулачкового позиционирования (PCAM) с использованием заданий положения и скорости из функции планировщика PCAM.
- «Psn PLL» (9) PowerFlex 755 – привод работает в режиме управления положением. P685 [Selected Trq Ref] поступает из того же источника, что и в режиме «Sum». Регулятор положения работает в режиме управления положением с фазовой автоподстройкой частоты (PLL) с использованием заданий положения и скорости из функции планировщика PLL.
- «Psn Direct» (10) – привод работает в режиме управления положением. P685 [Selected Trq Ref] поступает из того же источника, что и в режиме «Sum». Регулятор положения работает в прямом режиме с использованием прямого задания положения.
- «Psn SpdOrnt» (11) для PowerFlex 755 – привод работает в режиме позиционирования, устанавливая нагрузку в положение, соответствующее параметру P1582 [SO Setpoint].

Эти варианты используются только в режимах векторного управления магнитным потоком, соответствующих значениям параметра P35 [Motor Ctrl Mode] 3 «Induction FV», 6 «PM FV» и 10 «IPM FV». Эти параметры позволяют выбрать режим работы привода – с управлением скоростью, крутящим моментом или положением. Источник задания P685 [Selected Trq Ref] определяется исходя из этих параметров, если параметры P181 [DI SpTqPs Sel 0] и P182 [DI SpTqPs Sel 1] отключены, или в выбранных для них битах выставлен логический ноль. В параметре P935 [Drive Status 1] предусмотрены три бита для отображения режима управления работающего привода. Бит 21 «Speed Mode» активен, если привод работает в режиме управления скоростью. Аналогичным образом, бит 22 «Position Mode» и бит 23 «Torque Mode» указывают на включенный режим управления положением и крутящим моментом. В некоторых ситуациях действующий режим управления крутящим моментом может быть принудительно переключен на режим управления скоростью, независимо от выбора режима управления скоростью, крутящим моментом или положением. Это отображается в параметре P313 [Actv SpTqPs Mode], который указывает текущий режим управления.

рис. 32 - Блок-схема встроенного ПО привода PowerFlex 755



Ниже рассмотрены основные параметры, связанные с управлением крутящим моментом, приведенные на [рис. 32](#).

Параметр P313 [Actv SpTqPs Mode] - Активный режим управления скоростью, крутящим моментом или положением

Показывает выбранный режим управления скоростью, крутящим моментом или положением в зависимости от выбранного режима A, B, C, и D, в параметрах P309...P312 [SpdTrqPsn Mode *n*] и состояния цифровых входов, запрограммированных параметрами P181 [DI SpTqPs Sel 0] и P182 [DI SpTqPs Sel 1]. В некоторых случаях, таких как работа в режимах SLAT минимум/максимум, режим управления может быть форсированно переведен на управление скоростью. См. биты управления скоростью, крутящим моментом или положением в параметре P935 [Drive Status 1], которые показывают текущий режим управления во время работы привода.

Параметр P314 [SLAT Err Stpt] Управление моментом с ограничением скорости, уставка ошибки

Задаёт значение параметра P641 [Speed Error], при котором функция SLAT подаёт сигнал на выход из режима форсированного управления скоростью. Это условие должно сохраняться в течение времени, заданного в параметре P315 [SLAT Dwell Time]. После выхода из указанного режима привод может работать в режиме управления крутящим моментом, в зависимости от соотношения параметров P660 [SReg Output] и P4 [Commanded Trq]. Этот параметр задаётся в Гц или об/мин, в зависимости от значения параметра P300 [Speed Units].

Параметр P315 [SLAT Dwell Time] Управление моментом с ограничением скорости, выдержка времени

Устанавливает период времени в течение которого параметр P641 [Speed Error] должен превышать параметр P314 [SLAT Err Stpt], чтобы можно было вернуться в режим управления моментом по минимуму / максимуму.

Параметры P675 [Trq Ref A Sel] и P680 [Trq Ref B Sel] Выбор задания крутящего момента A, B

Выбирает источник задания крутящего момента, используемый, когда привод настроен на управление крутящим моментом в параметрах P309...312 [SpdTrqPsn Mode *n*]. Величины, поступающие из источников задания момента, суммируются в единое задание крутящего момента.

Параметр P685 [Selected Trq Ref] Выбранное задание крутящего момента

Показывает величину выбранного задания крутящего момента (динамический выбор по параметру P313 [Actv SpTqPs Mode]). Это значение суммируется с параметром P686 [Torque Step]. Результат подаётся на вход узкополосного фильтра, расположенного в регуляторе крутящего момента для векторного управления.

Параметр P686 [Torque Step] - Ступенчатое изменение крутящего момента

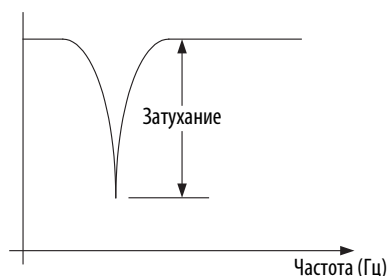
Определяет величину ступенчатого изменения крутящего момента для моделирования возмущения нагрузки при проверке регулятора. Эта величина суммируется с основным заданием крутящего момента P685 [Selected Trq Ref], а затем подаётся на вход узкополосного фильтра, расположенного в регуляторе крутящего момента для векторного управления.

Параметр P687 [Notch Fltr Freq] Частота узкополосного фильтра,

Центральная частота узкополосного фильтра, расположенного в регуляторе крутящего момента для векторного управления. Для отключения фильтра установите параметр на ноль.

Параметр P688 [Notch Fltr Atten] Затухание узкополосного фильтра

Определяет затухание узкополосного фильтра, расположенного в регуляторе крутящего момента для векторного управления. Затуханием называется отношение сигнала на входе фильтра к его выходному сигналу при частоте P687 [Notch Fltr Freq]. Затухание 30 означает, что выходной сигнал фильтра составляет 1/30 от входного сигнала на данной частоте.

**Параметр P689 [Filtered Trq Ref]** Фильтрованное значение задания крутящего момента

Отображает выходной сигнал с узкополосного фильтра, настроенного параметрами P687 и P688. Если параметр P704 [InAdp LdObs Mode] указывает, что включены функции адаптации к моменту инерции или контроля нагрузки, то фильтрованное значение задания крутящего момента будет также изменяться этими функциями.

Параметр P690 [Limited Trq Ref] Задание крутящего момента после ограничений

Отображает задание крутящего момента после фильтрации (P689), ограничения мощности, ограничения крутящего момента и ограничения тока. Этот параметр является самым точным значением задания крутящего момента привода, которое можно контролировать для оценки нагрузки двигателя и которое будет передаваться на другие привода в многодвигательных режимах работы. Значение параметра выражается в процентах от номинального крутящего момента на валу двигателя.

Более подробная информация о регуляторе крутящего момента приведена на блок-схемах системы управления привода PowerFlex 755, начиная со [стр. 380](#).

Режимы управления скоростью, крутящим моментом или положением

Нулевой крутящий момент

Работа в режиме нулевого крутящего момента позволяет создать в двигателе номинальный магнитный поток и подготовить его к началу вращения, когда будет подана команда скорости или крутящего момента. Этот режим может использоваться при циклической работе привода, когда приоритетным фактором является пропускная способность оборудования. Управляющая логика может устанавливать режим нулевого крутящего момента в периоды остановки машины вместо останова привода. В начале цикла вместо подачи команды пуска привода можно сразу включить режим управления скоростью. При этом привод начнет сразу же разгонять двигатель, не теряя время на создание в нем магнитного потока.

ВАЖНО

Длительная работа в режиме нулевого крутящего момента может привести к перегреву двигателя. При работе двигателя в режиме нулевого крутящего момента ток нагрузки или ток намагничивания все еще протекают через двигатель. Может потребоваться применять двигатель с расширенным диапазоном скоростей или с независимым охлаждением (вентилятором).

Управление скоростью

Работа в режиме управления скоростью является наиболее распространенным и простым в настройке методом. Примерами оборудования, управляемого по скорости, являются вентиляторы, конвейеры, питатели, насосы, пилы и электроинструменты. В установках с управлением по скорости выходной сигнал регулятора скорости определяет задание крутящего момента. Обратите внимание на то, что в установившемся режиме сигнал обратной связи по скорости не меняется, тогда как задание крутящего момента постоянно корректируется. Это необходимо для поддержания требуемой скорости вращения. В переходном режиме задание крутящего момента резко меняется, чтобы скомпенсировать изменение скорости вращения. В результате очень быстрого увеличения или уменьшения нагрузки происходят кратковременные изменения скорости вращения.

В приводе PowerFlex 755 на выходной сигнал регулятора скорости влияют функции компенсации инерции, адаптации к моменту инерции и компенсации трения.

Управление крутящим моментом

Управление по моменту может применяться в любых технологических процессах, в которых требуется регулирование натяжения. Примером может служить наматывающее или разматывающее устройство, предназначенное для подачи или вытягивания материала с определенным натяжением. Для такого процесса требуется другой орган управления, задающий скорость вращения. Для настройки привода на управление по моменту требуется установить параметр P309 [SpdTrqPsn Mode A] на 2 «Torque Ref». Кроме того, сигнал задания должен быть связан с заданием крутящего момента. Например, если в качестве источника задания крутящего момента используется аналоговый вход 0, параметр P675 [Trq Ref A Sel] необходимо установить на «Anlg In0 Value».

При работе в режиме управления крутящим моментом ток двигателя будет изменяться так, чтобы обеспечить требуемый крутящий момент. Если наматываемый или разматываемый материал оборвется, нагрузка резко снизится и двигатель может уйти в разнос.

Режимы управления по моменту с ограничением скорости (SLAT)

Режимы SLAT минимум и SLAT максимум предназначены для областей применения, в которых требуется плавный переход из режима управления крутящим моментом в режим управления скоростью, и наоборот. При работе в режиме управления крутящим моментом ток двигателя будет изменяться так, чтобы обеспечить требуемый крутящий момент. К таким областям применения относится обработка рулонных материалов, центральные наматывающие и разматывающие устройства или другие механизмы, где привод обычно управляется по заданию крутящего момента, но при обрыве ленты, перерыве в подаче материала или проскальзывании двигатель может уйти в разнос, с которым лучше всего бороться в режиме управления скоростью.

Выбор применяемого режима, SLAT минимум или SLAT максимум, зависит от направления прилагаемого крутящего момента и направления движения материала.

SLAT минимум

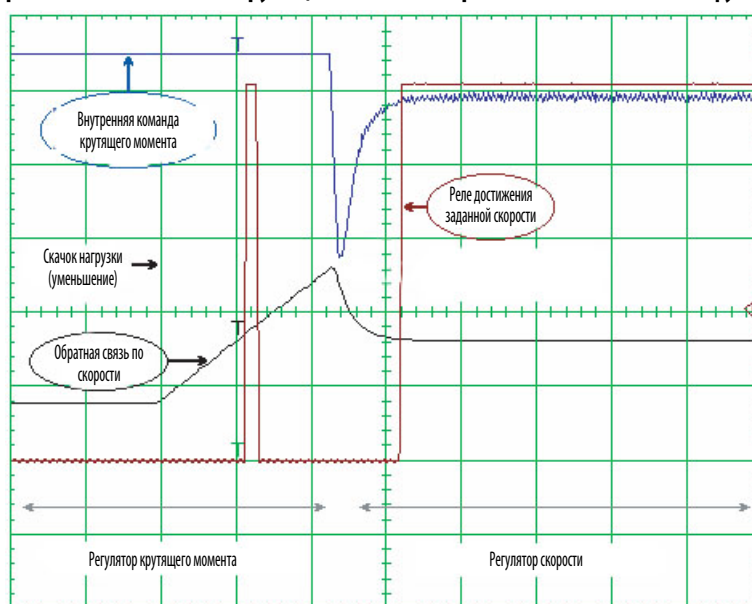
Режим SLAT минимум выбирается, если направление движения материала и задания скорости считается направлением «Вперед», и в регулятор скорости подается положительное задание скорости. Выходной сигнал регулятора скорости создает положительное задание крутящего момента.

Обычно величина положительного задания скорости устанавливается немного больше, чем необходимая для поддержания запланированной скорости движения материала. Это приводит к насыщению регулятора скорости (задание скорости немного выше обратной связи по скорости) и подаче команды чуть более высокого задания крутящего момента, чем текущее задание крутящего момента в режиме управления по моменту. В такой ситуации привод будет отрабатывать задание крутящего момента до тех пор, пока не произойдет обрыв или проскальзывание материала.

Когда привод обрабатывает задание крутящего момента (режим управления по моменту в режиме SLAT минимум), то при возникновении одного из двух следующих условий привод начнет обрабатывать задание скорости (режим управления по скорости):

- Выходной сигнал регулятора скорости становится меньше задания крутящего момента. Реакция на переключение в той самой точке, в которой задание крутящего момента в режиме управления скоростью становится меньше задания в режиме управления крутящим моментом, обычно приводит к большему перерегулированию по скорости. Это аналогично ситуации, которая существует в режиме управления по минимальному крутящему моменту / скорости без использования функции SLAT. На следующем графике показана ситуация без использования функции SLAT.

рис. 33 - Минимальный крутящий момент / скорость без использования функции SLAT



или

- Ошибка по скорости становится отрицательной (т. е. сигнал обратной связи по скорости превышает задание скорости). Это приведет к принудительному переходу в режим управления по скорости, т. е. возникнет ситуация, называемая принудительным управлением по скорости (FSM).

При принудительном переходе привода в режим управления по скорости (FSM) этот переход происходит раньше, чем если бы он произошел в той самой точке, в которой задание крутящего момента в режиме управления скоростью становится меньше задания в режиме управления крутящим моментом, что обычно приводит к меньшему перерегулированию по скорости.

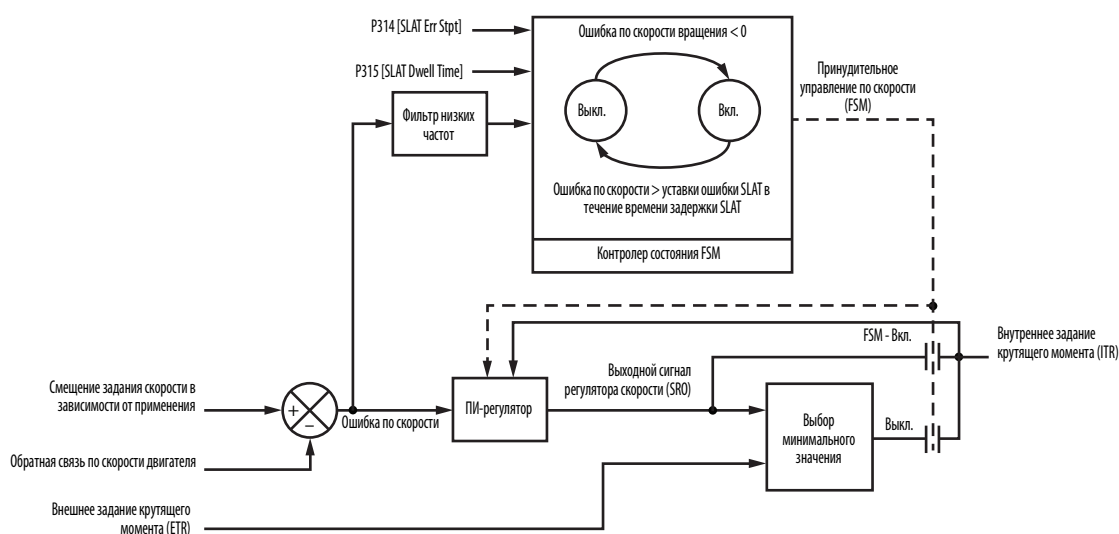
Параметры P314 [SLAT Err Stpt] и P315 [SLAT Dwell Time] позволяют задать некоторый гистерезис для выключения режима принудительного управления по скорости. По умолчанию эти параметры равны 0, т. е. гистерезис отсутствует. В режиме SLAT минимум параметр [SLAT Err Stpt] задает разность задания скорости и сигнала обратной связи, при которой будет отключаться режим принудительного управления по скорости. Параметр [SLAT Dwell Time] задает задержку отключения режима принудительного управления по скорости с момента, когда ошибка по скорости превысит уставку ошибки [SLAT Err Stpt].

В момент, когда привод переключается из режима управления крутящим моментом в режим принудительного управления по скорости, на выход регулятора скорости подается внутреннее задание крутящего момента двигателя, чтобы гарантировать плавный переход. Для переключения привода из режима управления по скорости обратно в режим управления крутящим моментом необходимо сначала отключить режим принудительного управления по скорости (если он включен). Режим принудительного управления по скорости отключается, когда ошибка по скорости превышает уставку ошибки [SLAT Err Stpt] в течение времени задержки [SLAT Dwell Time].

При принятых по умолчанию значениях параметра это произойдет, когда ошибка по скорости станет положительной.

После отключения режима принудительного управления по скорости привод переключается обратно в режим управления крутящим моментом, когда выходной сигнал регулятора скорости превысит задание крутящего момента.

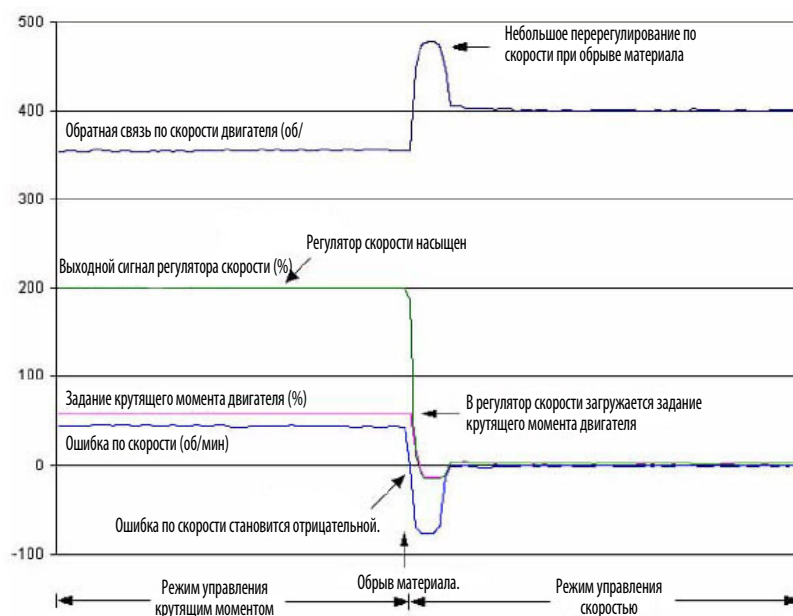
Подбор значений параметров P314 [SLAT Err Stpt] и P315 [SLAT Dwell Time], отличных от значений по умолчанию, может обеспечить еще более плавный переход.



Пример с устройством для намотки бумажных рулонов.

Привод настроен на режим SLAT Minimum, поэтому он обычно работает в режиме управления крутящим моментом и отрабатывает задание P675 [Trq Ref A Sel]. Параметр [Trq Ref A Sel] поступает от внешнего контроллера и в момент, показанный на графике ниже, составляет примерно 60% от крутящего момента двигателя. Задание скорости, также поступающее от внешнего контроллера, выставлено чуть выше сигнала обратной связи по скорости, чтобы обеспечить насыщение регулятора скорости в режиме управления крутящим моментом. На следующем графике показано, что происходит в приводе во время обрыва материала.

рис. 34 - Режим SLAT минимум в режиме принудительного управления по скорости



Режим SLAT максимум

Режим SLAT максимум выбирается, если направление движения материала и задания скорости считается направлением «Назад», и в регулятор скорости подается отрицательное задание скорости. Выходной сигнал регулятора скорости создает отрицательное задание крутящего момента.

В режиме SLAT максимум задание скорости обычно настраивается на принудительный перевод регулятора скорости в область насыщения (задание скорости немного ниже сигнала обратной связи, которое соответствует запланированной скорости материала). В такой ситуации привод будет отрабатывать задание крутящего момента до тех пор, пока не произойдет обрыв или проскальзывание материала.

В режиме SLAT максимум привод переключается из режима управления крутящим моментом в режим управления по скорости при возникновении одного из следующих событий:

- Выходной сигнал регулятора скорости становится больше задания крутящего момента. Это аналогично ситуации, которая существует в режиме управления по максимальному крутящему моменту / скорости без использования функции SLAT.

или

- Ошибка по скорости становится положительной (т. е. сигнал обратной связи по скорости становится меньше задания скорости). Это приводит к принудительному переходу в режим управления по скорости, т. е. возникает ситуация, называемая принудительным управлением по скорости (FSM).

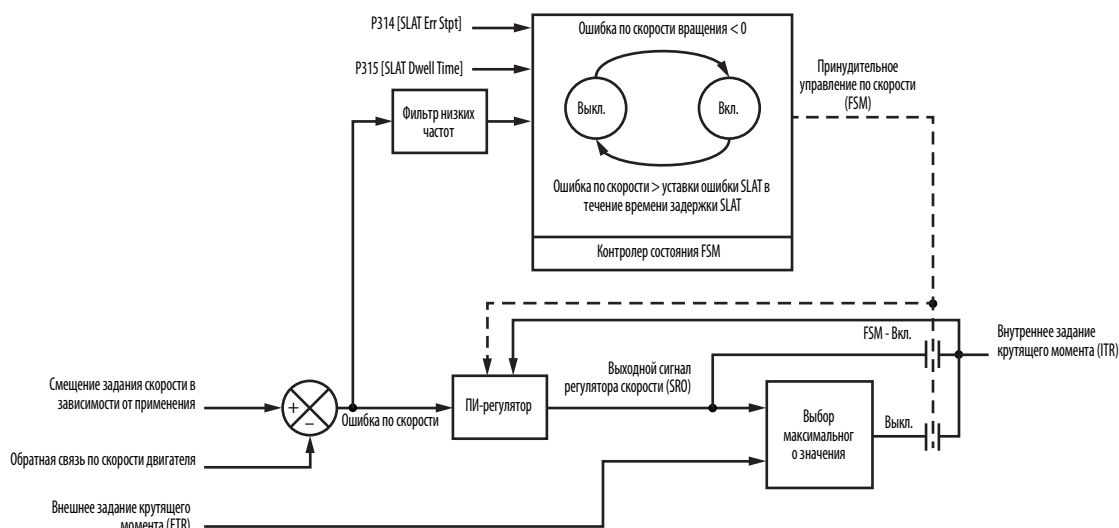
При принудительном переходе привода в режим управления по скорости (FSM) этот переход происходит раньше, чем если бы он произошел в той самой точке, в которой задание крутящего момента в режиме управления скоростью становится больше задания в режиме управления крутящим моментом, что обычно приводит к меньшему перерегулированию по скорости.

Параметры P314 [SLAT Err Stpt] и P315 [SLAT Dwell Time] позволяют задать некоторый гистерезис для выключения режима принудительного управления по скорости. По умолчанию эти параметры равны 0, т. е. гистерезис отсутствует. В режиме SLAT максимум параметр [SLAT Err Stpt] определяет насколько больше сигнал обратной связи по скорости (с учетом знака) должен быть чем задание скорости, чтобы включился режим принудительного управления по скорости. Параметр [SLAT Dwell Time] задает задержку отключения режима принудительного управления по скорости с момента, когда ошибка по скорости станет меньше уставки ошибки [SLAT Err Stpt].

В момент, когда привод переключается из режима управления крутящим моментом в режим управления по скорости, на выход регулятора скорости подается задание крутящего момента, чтобы гарантировать плавный переход.

Для переключения привода из режима управления по скорости обратно в режим управления крутящим моментом необходимо сначала отключить режим принудительного управления по скорости (если он включен). Режим принудительного управления по скорости отключается, если ошибка по скорости остается меньше уставки ошибки [SLAT Err Stpt] в течение времени задержки [SLAT Dwell Time].

При принятых по умолчанию значениях параметра это произойдет, когда ошибка по скорости станет отрицательной. После отключения режима принудительного управления по скорости привод переключится обратно в режим управления крутящим моментом, когда выходной сигнал регулятора скорости станет меньше задания крутящего момента.



Суммирование

Настройка привода на этот режим позволяет суммировать внешний сигнал задания крутящего момента с командой крутящего момента, генерируемой регулятором скорости. Для этого режима требуется внешнее задание скорости и задание крутящего момента. Этот режим может использоваться в тех случаях, когда нужно точно изменить скорость за ограниченный промежуток времени. Если для заданного изменения скорости известны требования к крутящему моменту и времени, то для предварительной загрузки в интегральное звено можно использовать внешний сигнал задания крутящего момента. Для применения этого режима необходимо точно скоординировать момент изменения скорости и момент поступления внешней команды на изменение крутящего момента. Режим суммирования «Sum Spd/Trq» будет выступать в качестве сигнала прогнозирования для регулятора крутящего момента.


Возможности привода

Раздел	Стр.
Регистрация данных	281
Экономия энергии	286
Высокоскоростная регистрация данных	286
Определение исходного положения	295

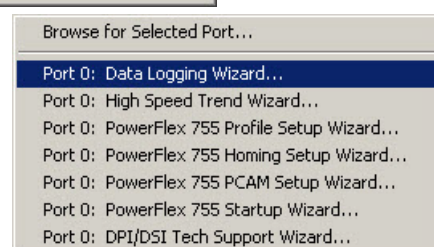
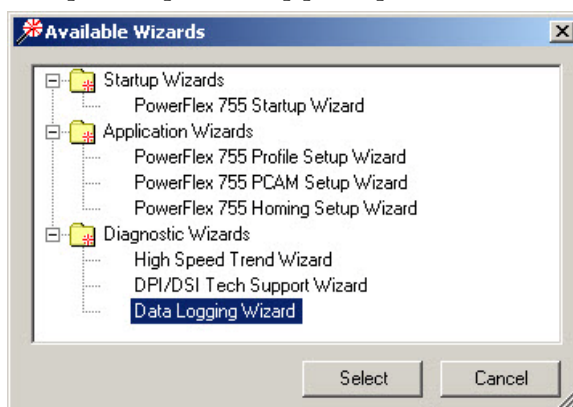
Регистрация данных

Мастер регистрации записывает до 6 параметров одного привода с заданными интервалами не чаще 1 раза в секунду в течение некоторого периода времени. Информация сохраняется в файле *.csv с разделителями-запятыми, рассчитанном на использование в программе Microsoft Excel или любой другой электронной таблице. Выбрав кнопку «Next», можно настроить регистратор данных. После завершения регистрации данных нажмите кнопку «Finish», чтобы закрыть мастер регистрации. Если нажать кнопку «Finish» до завершения регистрации данных, то в файле будут сохранены только те данные, которые были получены до этого момента. Работу мастера регистрации можно прекратить в любой момент, нажав на кнопку «Cancel» или «Close». Все зарегистрированные данные будут потеряны, а файл удален.

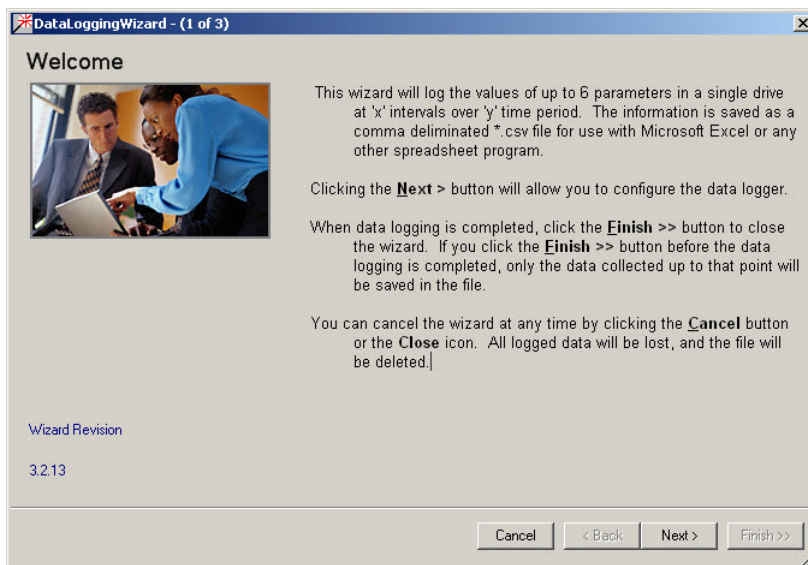
Пример настройки конфигурации

1. Подключитесь к приводу, за которым требуется наблюдать с помощью программы DriveExecutive, DriveExplorer, дополнительного профиля программы Logix Designer или Connected Components Workbench.
2. Выберите значок мастера «Show Wizard»  .

В зависимости от места щелчка – на значке с волшебной палочкой или на значке со стрелкой вниз – откроется определенное меню выбора мастера. Выберите мастер регистрации данных «Data Logging Wizard».



3. После загрузки экрана приветствия нажмите кнопку «Next».



Мастер регистрации данных можно настроить на регистрацию до 6 параметров с интервалом выборки от 1 секунды в течение заданного времени или до получения заданного числа элементов выборки.

Sample Interval: 000:00:00 hhh:mm:ss

Size of Capture

☒ Time: 000:00:00 hhh:mm:ss

☐ Samples: 0 Max: 65000

Port	Parameters To Log	Bit Position

> <

4. Чтобы выбрать параметр для регистрации, выберите порт, а затем прокрутите список параметров, папки с файлами или диагностические элементы, либо воспользуйтесь функцией поиска.

DataLoggingWizard - (2 of 3)

File

Select Items in Tree to choose list:

- 0 - PowerFlex 755 480V 65A
 - Parameter List
 - Monitor
 - Motor Control
 - Feedback & I/O
 - Drive Cfg
 - Protection
 - Speed Control

Parameter List in 0 - PowerFlex 755 480V 65A:

Parameter	Name
1	Output Frequency
2	Commanded SpdRef
3	Mtr Vel Fdbk
4	Commanded Trq
5	Torque Cur Fdbk
6	Flux Cur Fdbk
7	Output Current
8	Output Voltage
9	Output Power

Find: Next Prev

Sample Interval: 000:00:00 hhh:mm:ss

Size of Capture


☒ Time: 000:00:00 hhh:mm:ss

☐ Samples: 0 Max: 65000


Port	Parameters To Log	Bit Position

> <

Cancel < Back Next > Finish >>

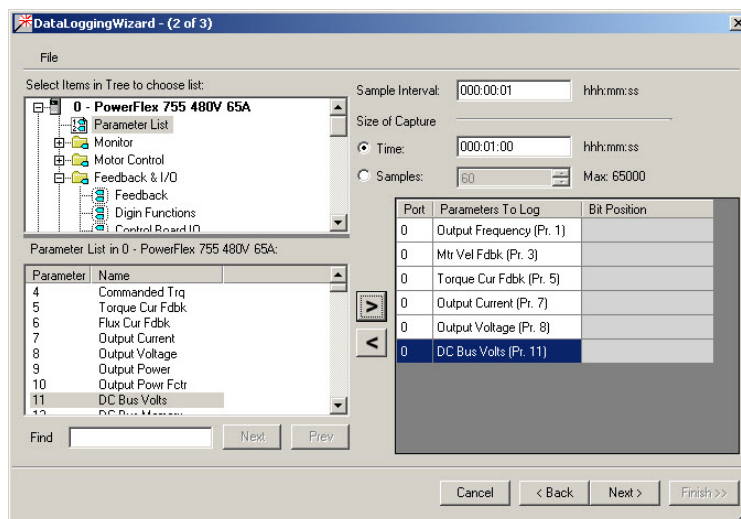
5. Чтобы добавить параметр в список регистрируемых данных, выберите его в левом списке и щелкните на стрелке вправо  .

Этот параметр появится в первой строке в правой части.

6. Чтобы удалить параметр из списка регистрируемых данных, выберите его в правом окне и щелкните на стрелке влево  .

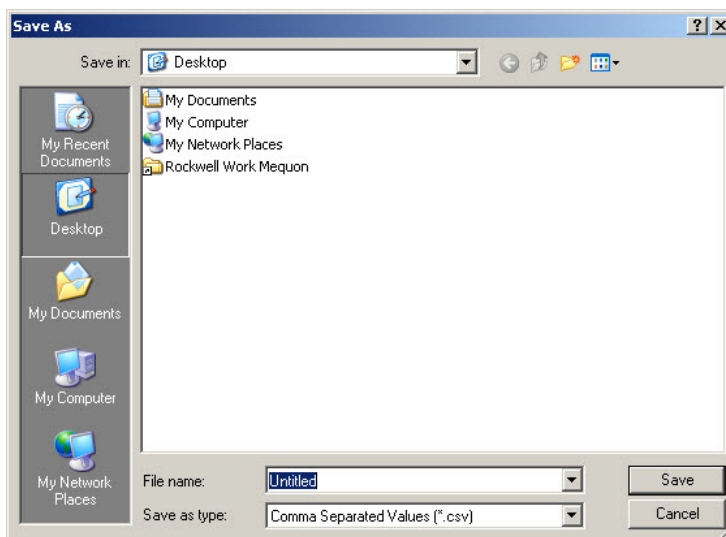
Данный параметр исчезнет из этой строки, а все последующие элементы списка переместятся вверх.

В следующем примере конфигурации мастер регистрации данных настроен на регистрацию шести параметров привода, включая выходную частоту, обратную связь по скорости двигателя, обратную связь по моментной составляющей тока, выходной ток, выходное напряжение и напряжение на шине постоянного тока.



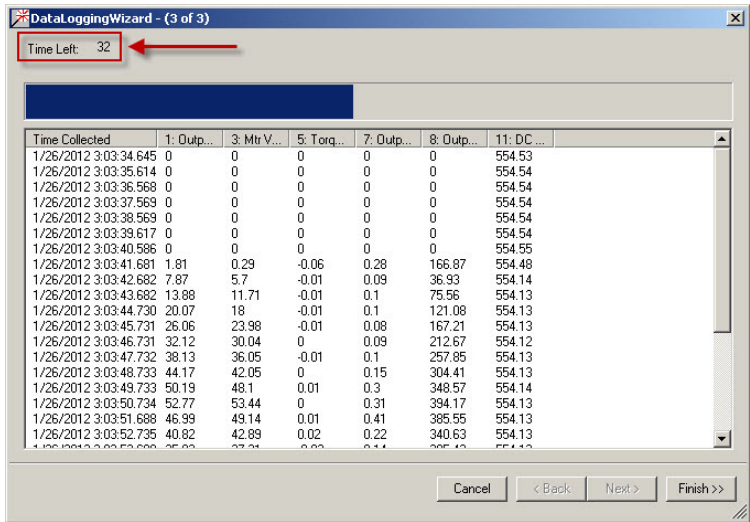
7. Нажмите «Next».

При этом появится диалоговое окно с предложением о сохранении зарегистрированных данных в файле *.csv с разделителями-запятыми, рассчитанном на использование в программе Microsoft Excel или любой другой электронной таблице.

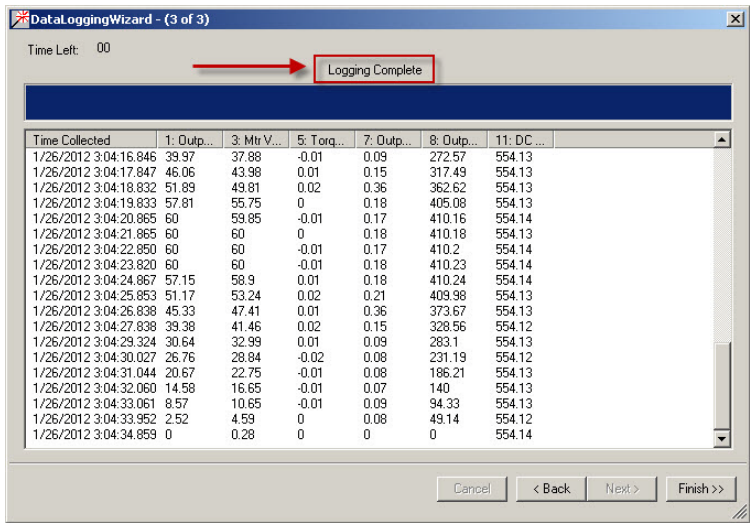


8. Чтобы начать процесс регистрации данных, нажмите кнопку «Save».

После начала регистрации данных запустится обратный отсчет оставшегося времени, а также начнет двигаться синяя строка состояния.



После завершения регистрации данных появится сообщение «Logging Complete».



Ширину каждого столбца можно изменять.

Ниже показан пример электронной таблицы с зарегистрированными данными. Чтобы открыть файл *.csv, следует использовать любую программу электронной таблицы.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Date	Time	Millisecond Part	Ellapsed Milliseconds	Time Label	1: Output Frequency	3: Mtr Vel Fdbk	5: Torque Cur Fdbk	7: Output Current	8: Output Voltage	11: DC Bus Volts
2	26-Jan-12	3:03:34 PM	645	641	03:34.6	0	0	0	0	0	554.53
3	26-Jan-12	3:03:35 PM	614	1610	03:35.6	0	0	0	0	0	554.54
4	26-Jan-12	3:03:36 PM	568	2564	03:36.6	0	0	0	0	0	554.54
5	26-Jan-12	3:03:37 PM	569	3565	03:37.6	0	0	0	0	0	554.54
6	26-Jan-12	3:03:38 PM	569	4565	03:38.6	0	0	0	0	0	554.54
7	26-Jan-12	3:03:39 PM	617	5613	03:39.6	0	0	0	0	0	554.54
8	26-Jan-12	3:03:40 PM	586	6582	03:40.6	0	0	0	0	0	554.55
9	26-Jan-12	3:03:41 PM	681	7677	03:41.7	1.81	0.29	-0.06	0.28	166.87	554.48
10	26-Jan-12	3:03:42 PM	682	8677	03:42.7	7.87	5.7	-0.01	0.09	36.93	554.14
11	26-Jan-12	3:03:43 PM	682	9678	03:43.7	13.88	11.71	-0.01	0.1	75.56	554.13
12	26-Jan-12	3:03:44 PM	730	10726	03:44.7	20.07	18	-0.01	0.1	121.08	554.13
13	26-Jan-12	3:03:45 PM	731	11727	03:45.7	26.06	23.98	-0.01	0.08	167.21	554.13

Экономия энергии

Настройка режима управления двигателем в параметре P35 [Motor Ctrl Mode] на 2 «Induct Econ», т. е. режим экономичного управления асинхронным двигателем, обеспечивает дополнительную экономию энергии в приводе. Конкретнее, дополнительная экономия энергии может быть реализована на нагрузках с постоянным моментом, в которых существуют периоды снижения момента нагрузки при сохранении постоянной скорости вращения.

Режим экономичного управления асинхронным двигателем

Режим экономичного управления асинхронным двигателем представляет собой режим бездатчикового векторного управления с дополнительной функцией экономии энергии. При достижении установившегося значения скорости включается режим экономии энергии, который автоматически корректирует выходное напряжение привода в зависимости от прилагаемой нагрузки. Регулирование выходного напряжения в зависимости от приложенной нагрузки позволяет оптимизировать к.п.д. двигателя. При снижении нагрузки уменьшается потоковая составляющая тока двигателя.

Для оптимизации функции экономичного управления асинхронным двигателем следует настроить перечисленные ниже параметры.

- Параметр P47 [Econ At Ref Ki] – коэффициент усиления интегрального звена регулятора, определяющий изменение выходного напряжения, когда выходная частота равна заданному значению.
- P48 [Econ AccDec Ki] – коэффициент усиления интегрального звена регулятора, определяющий изменение выходного напряжения при увеличении или уменьшении выходной частоты до заданного значения.
- P49 [Econ At AccDec Kp] – коэффициент усиления пропорционального звена регулятора, определяющий изменение выходного напряжения при увеличении или уменьшении выходной частоты до заданного значения.

Высокоскоростная регистрация данных

Мастер высокоскоростной регистрации данных настраивает внутреннюю функцию регистрации данных привода, загружает эти настройки в привод и скачивает результаты с привода по завершении процесса. Информация сохраняется в файле *.csv с разделителями-запятыми, рассчитанном на использование в программе Microsoft Excel или любой другой электронной таблице.


Высокоскоростную регистрацию данных можно настроить на регистрацию до 8 параметров с выборкой 4096 значений каждого параметра с минимальной периодичностью выборки, равной 1,024 мс. Эту функцию также можно настроить на регистрацию до 4 параметров с выборкой 1024 значений каждого параметра с минимальной периодичностью выборки, равной 256 мкс. Настройки зависят от модели привода. На новых моделях приводов могут появиться другие варианты.

Приводы PowerFlex 755 оснащены функцией высокоскоростной регистрации данных. Приводы PowerFlex 753 не оснащены функцией высокоскоростной регистрации данных.

В один момент времени можно использовать только один мастер.

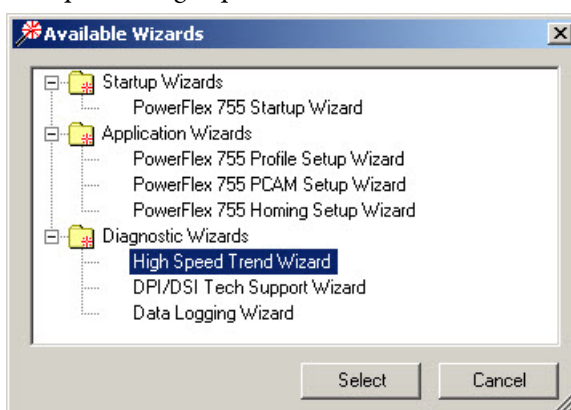
Пример настройки конфигурации

1. Подключитесь к приводу, за которым требуется наблюдать с помощью программы DriveExecutive, DriveExplorer, дополнительного профиля программы Logix Designer или Connected Components Workbench.

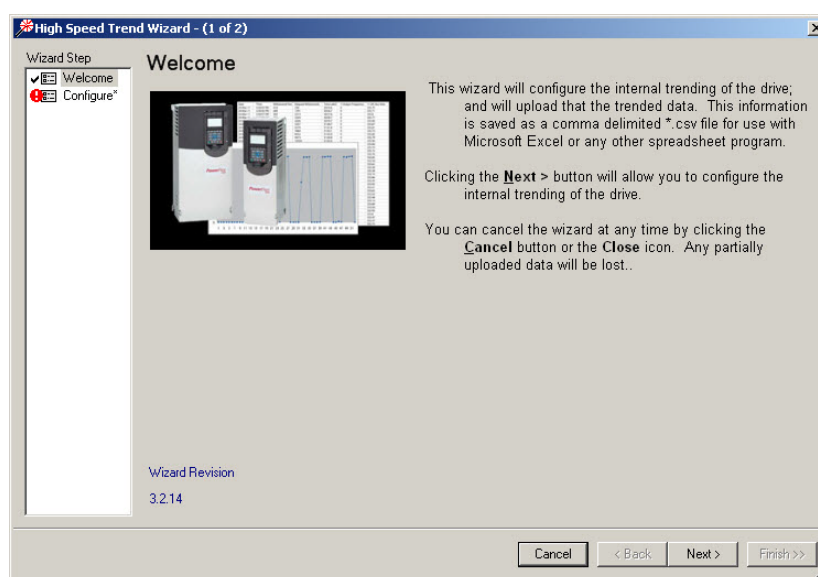
2. Выберите значок мастера «Show Wizard»  .

В зависимости от места щелчка – на значке с волшебной палочкой или на значке со стрелкой вниз – откроется определенное меню выбора мастера.

3. Выберите «High Speed Trend Wizard».

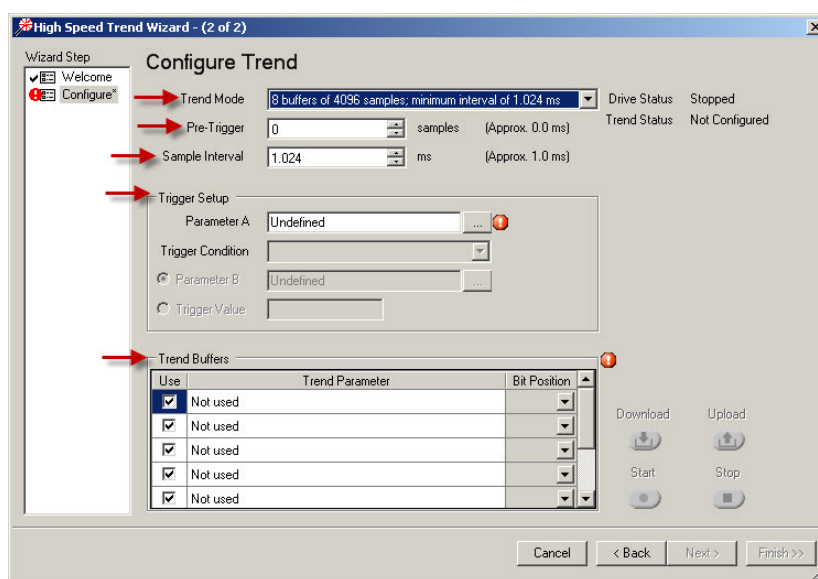



4. После загрузки экрана приветствия нажмите кнопку «Next».

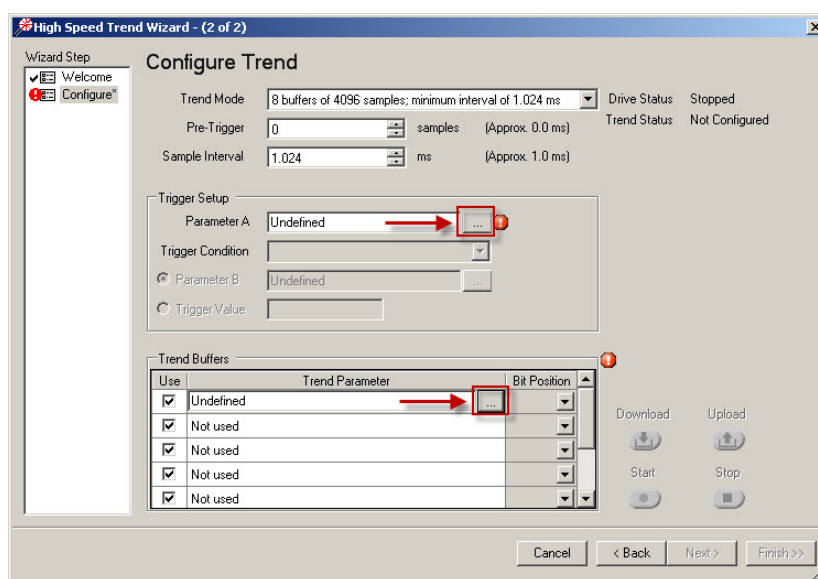


В окне «Configure Trend» можно настроить следующие параметры высокоскоростной регистрации данных.

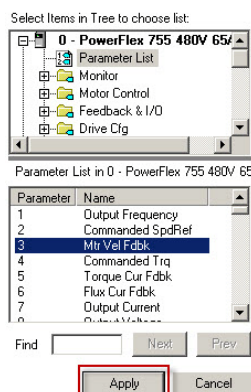
- «Trend Mode» – определяет количество буферов, общее количество выборок и минимальную периодичность выборки.
- «Pre-Trigger» – определяет количество выборок, которые следует записать до срабатывания триггера.
- «Sample Interval» – интервал времени между выборками.
- «Trigger Setup» – настройка триггера для функции регистрации
 - а. Сравнение двух параметров
 - б. Сравнение параметра с константой
 - в. Контрольный бит в параметре
- «Trend Buffers» – определяет параметры привода и/или периферийных устройств и диагностические элементы, которые необходимо регистрировать.



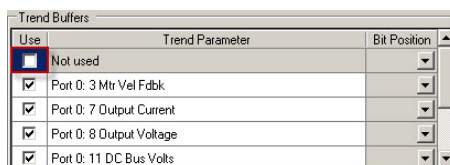
5. Для настройки триггера и буферов тренда нажмите кнопку с многоточием .



6. Чтобы выбрать параметр для регистрации, выберите порт, а затем прокрутите список параметров, папки с файлами, диагностические элементы или воспользуйтесь функцией поиска и нажмите кнопку Apply.



Проще всего удалить выбранный параметр можно сняв его флажок в столбце «Use».



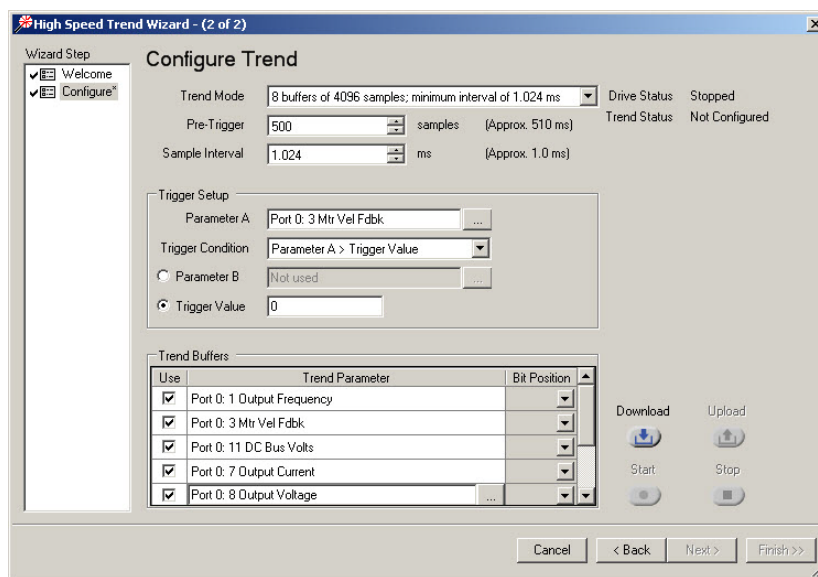
Вместо выбранного параметра будет показано сообщение «Not used». При следующем включении мастера в этом буфере не будет указано никакого параметра.


В следующем примере буферы тренда настроены на пять параметров привода, включая выходную частоту, обратную связь по скорости двигателя, напряжение на шине постоянного тока, выходной ток и выходное напряжение. Тренд настроен на 4096 выборок, включая 500 выборок до срабатывания триггера, с периодичностью выборки 1,024 мс. В качестве триггера для включения регистрации данных будет использоваться увеличение сигнала обратной связи по скорости двигателя выше нуля.

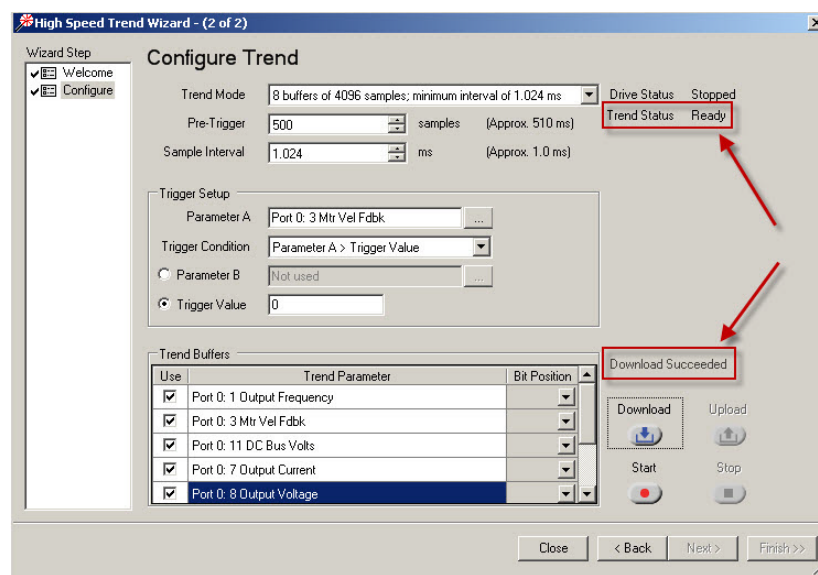
Это означает следующее:

- Привод начнет регистрацию тренда;
- Когда вал двигателя начнет вращаться в прямом направлении, привод начнет процесс регистрации данных;
- Привод будет продолжать регистрацию данных еще примерно 3,7 секунды, чтобы получить оставшиеся 3596 элементов выборки;

- Затем привод прекратит регистрацию данных, и данные будут готовы к скачиванию.



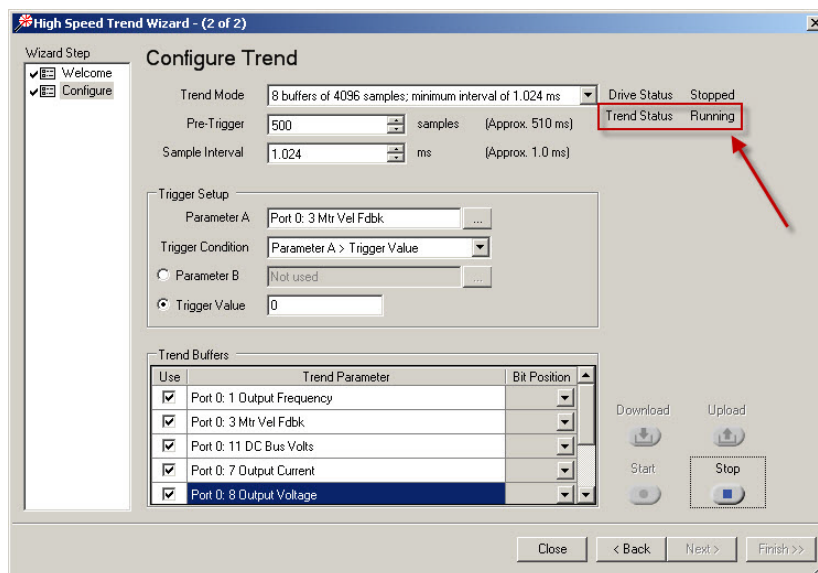
7. Нажмите значок «Download»  после появления сообщения «Download Succeeded» и сообщения «Ready» в графе «Trend Status».



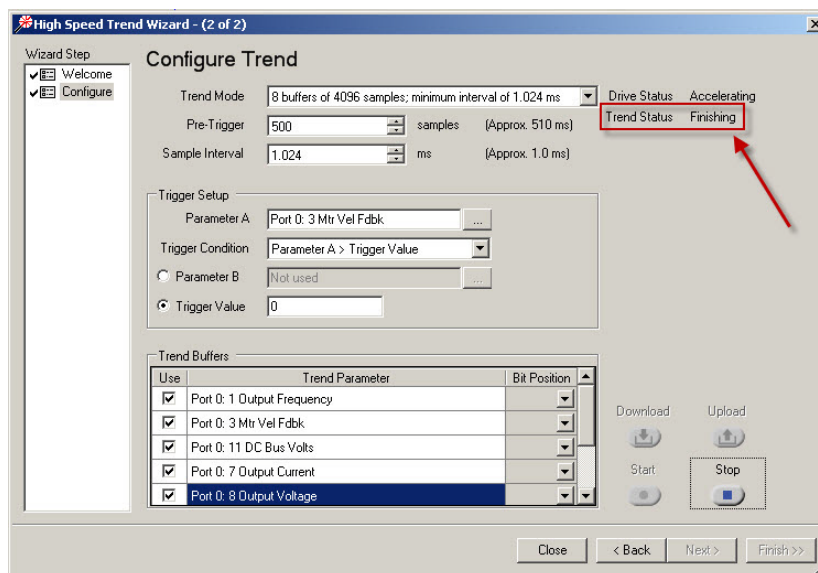
8. Нажмите кнопку «Start» .



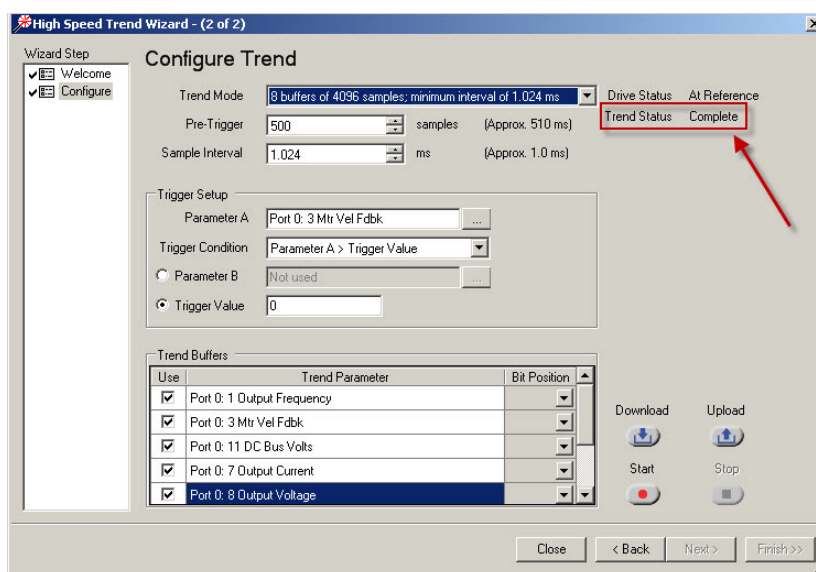
Во время записи тренда («Running» в графе «Trend Status») кнопки загрузки, скачивания и пуска («Download», «Upload» и «Start») будут недоступны.




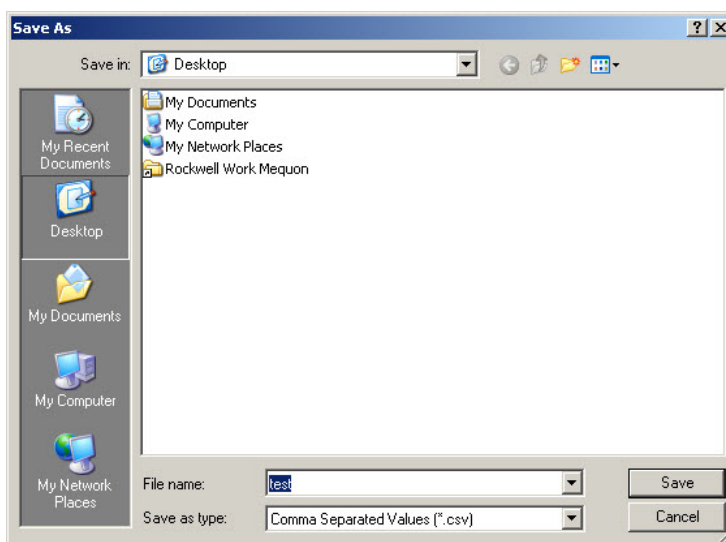
Процесс регистрации данных продолжается, пока отображается сообщение «Finishing» в графе статуса тренда «Trend Status». Можно в любой момент остановить процесс регистрации данных, нажав кнопку «Stop». Затем можно будет скачать все данные, полученные к этому времени.



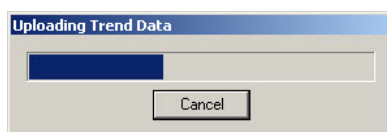
Процесс регистрации данных заканчивается, когда сообщение в графе статуса тренда «Trend Status» «Finishing» изменится на сообщение «Complete».



Нажмите кнопку «Upload»  При этом появится диалоговое окно с предложением о скачивании из привода данных тренда и сохранении их в файле *.csv с разделителями-запятыми, который рассчитан на использование в программе Microsoft Excel или любой другой электронной таблице.



Нажмите кнопку «Save», чтобы начать процесс скачивания данных.

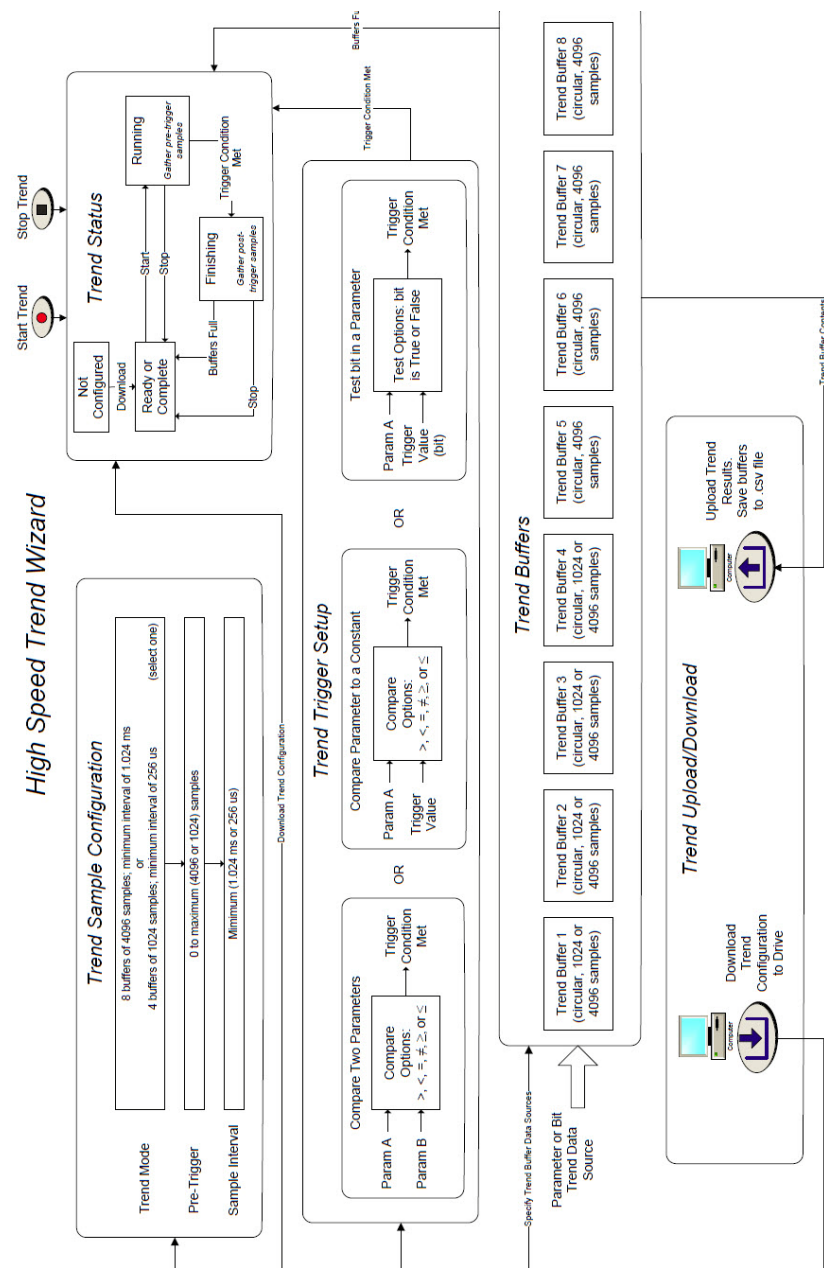


Ниже приведен пример данных, полученных в результате регистрации. Чтобы открыть файл *.csv, следует использовать любую программу электронной таблицы.

	A	B	C	D	E	F
1	Trigger Time	1/6/1970 21:03:02.493990592				
2						
3	Sample #	Time From Trigger (ms)	Port 0: 1 Output Frequency	Port 0: 1 Output Frequency - Internal Value	Port 0: 3 Mtr Vel Fdbk	Port 0: 3 Mtr Vel Fdbk - Internal Value
502	499	-2.048	0.18	0.1844133	0	0
503	500	-1.024	0.2	0.1967048	0	0
504	501	0	0.21	0.2090035	0.01	0.006590744
505	502	1.024	0.22	0.221308	0.01	0.006590744
506	503	2.048	0.23	0.2336136	0.01	0.008272989
507	504	3.072	0.25	0.2458963	0.01	0.008272989
508	505	4.096	0.26	0.258179	0.01	0.01014278
509	506	5.12	0.27	0.2704785	0.01	0.01014278
510	507	6.144	0.28	0.2827779	0.01	0.01219858
511	508	7.168	0.3	0.2950927	0.01	0.01219858
512	509	8.192	0.31	0.3074133	0.01	0.01443886
513	510	9.216	0.32	0.3197084	0.01	0.01443886
514	511	10.24	0.33	0.3319962	0.02	0.01686212

Показанный здесь столбец C совпадает с тем, что отображается в программе DriveExplorer или в любом другом программном обеспечении для привода. В столбце D показано значение, используемое внутри привода. В столбце D приводятся более точные данные, но эта избыточная точность скорее всего не потребуется. Данные в столбце D нельзя увидеть с помощью любого другого мастера или программного обеспечения.

Блок-схема



Определение исходного положения

Функция определения исходного положения является отдельной функцией привода, с помощью которой двигатель перемещается в исходное положение, определяемое концевым выключателем, который соединен со входом сигнала исходного положения на дополнительном модуле обратной связи, цифровым входом на плате управления привода или на дополнительном модуле ввода/вывода, если модуль обратной связи нет. Эта функция обычно применяется только один раз после подачи питания на привод или при потере информации о положении привода. Если используется универсальный модуль обратной связи, то вход для сигнала исходного положения входит в состав типовой аппаратуры для регистрации. Чтобы произвести возврат в исходное положение с помощью этого модуля, привод должен настроить функцию регистрации на самом модуле.

Если производилось перемещение в абсолютное положение «Position Absolute», необходимо выполнить процедуру поиска исходного положения «Find Home» или процедуру повторного определения положения «Position Redefine» через некоторое время после включения привода. До того как это будет сделано, бит 19 «Home Not Set» в параметре [Profile Status] останется включенным, не позволяя исполнять профиль.

Привод переходит в состояние поиска исходного положения «Find Home» из состояния инициализации «Initialize Step», когда профиль включается выставлением бита «Find Home» в параметре «Profile Command». Привод выполнит процедуру определения исходного положения. Эта процедура включает перемещение в режиме управления скоростью с заданной скоростью поиска исходного положения. Для определения момента срабатывания концевого выключателя исходного положения используется цифровой вход. Если привод снабжен энкодером, то логическая схема регистрации фиксирует положение двигателя в момент срабатывания концевого выключателя, как исходное положение. Функция поиска исходного положения рассчитана на три возможных варианта: выключатель и маркер, только выключатель или только маркер.

Выбор входа для возврата в исходное положение

С устройством обратной связи

Универсальные дополнительные модули обратной связи и дополнительные модули обратной связи с энкодером снабжены отдельным входом для сигнала определения исходного положения. Для определения исходного положения используется вход модуля обратной связи, выбираемый параметром P135 [Pos Fdbk Sel]. Если в функции определения исходного положения используется маркерный импульс от энкодера, то он также выбирается параметром P135 [Pos Fdbk Sel].

Без устройства обратной связи

Если привод не оснащен модулем обратной связи и в параметре P135 [Psn Fdbk Sel] выбрана имитация обратной связи «simulator feedback», то используемый приводом вход сигнала определения исходного положения выбирается в параметре P734 [DI OL Home Limit] из числа цифровых входов на подключенном модуле ввода/вывода. При определении исходного положения без обратной связи вход для маркерных импульсов не применяется.

Включение функции определения исходного положения

Функцию определения исходного положения можно включить с помощью цифрового входа или параметра. Цифровой вход выбирается из числа цифровых входов на подключенном модуле ввода/вывода с помощью параметра Find Home или Return Home. Чтобы включить функцию определения исходного положения с помощью параметра, следует установить бит 0 «Find Home» или бит 3 «Return Home» в параметре P731 [Homing Control]. Функцию определения исходного положения можно включить независимо от режима, выбранного в параметре P313 [Actv SpTqPs Mode]. Если в приводе установлен дополнительный модуль обратной связи, то в параметре P35 [Motor Cntl Mode] следует выбрать режим векторного управления двигателем. Если дополнительного модуля обратной связи нет, можно выбрать любой тип управления двигателем.

Если с помощью цифрового входа или параметра выбрана функция поиска исходного положения «Find Home», то в параметре настройки P731 [Homing Control] следует выбрать бит 1 «Home DI» или бит 2 «Home Marker», или оба эти бита.

Если с помощью цифрового входа или параметра выбрана функция возврата в исходное положение «Return Home», то бит 1 «Home DI» или бит 2 «Home Marker» в параметре P731 [Homing Control] будет проигнорирован.

Если привод остановлен, то для включения функции определения исходного положения потребуется команда пуска привода. Если привод работает, то при выборе этой функции привод должен находиться в состоянии нулевой скорости вращения – «At Zero Speed».

Привод остановлен во время включения

Если привод остановлен, то для включения функции определения исходного положения потребуется команда пуска привода.

Привод работает и во время включения находится в состоянии нулевой скорости «At Zero Speed»

Если привод уже запущен и работает на «нулевой скорости», то нарастающий фронт сигнала включения или переключение бита включит функцию определения исходного положения.

Привод работает и во время включения не находится в состоянии нулевой скорости «At Zero Speed»

Если привод уже запущен, но работает не на «нулевой скорости», то нарастающий фронт сигнала включения будет проигнорирован и функция определения исходного положения не будет включена.

Возврат к концевому выключателю с использованием обратной связи

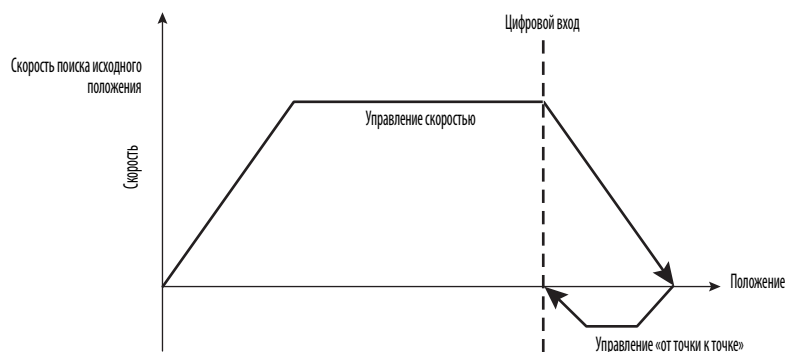
После включения функции определения исходного положения привод начинает движение в режиме управления скоростью и выполняет разгон с ускорением, заданным в параметре P736 [Find Home Ramp], до скорости вращения и в направлении, которые заданы в параметре P735 [Find Home Speed]. В момент достижения концевого или бесконтактного выключателя включается входной сигнал «Homing Input». Отсчет импульсов измерения положения фиксируется и рассматривается как отсчет, соответствующий исходному положению. Затем привод выполняет замедление с ускорением, заданным в параметре P736 [Find Home Ramp]. После этого привод выполняет перемещение «от точки к точке» назад к месту отсчета исходного положения со скоростью, равной 1/10 от значения, заданного в параметре P735 [Find Home Speed]. Когда двигатель будет находиться в заданном положении и в состоянии нулевой скорости, определение исходного положения будет завершено.

«NOT Hold At Home», бит 7 параметра P731

Если в параметре P313 [Actv SpTqPs Mode] выбран режим управления положением, то привод будет продолжать работу, удерживая положение, и станет получать задание положения из его предыдущего источника. Если в параметре P313 [Actv SpTqPs Mode] выбран режим управления скоростью, то привод будет продолжать работу, удерживая нулевую скорость, и станет получать задание скорости из его предыдущего источника.

«Hold At Home», бит 7 параметра P731

Если в параметре P313 [Actv SpTqPs Mode] выбран режим управления положением, то привод будет продолжать работу, удерживая положение; привод станет получать задание положения из его предыдущего источника после получения команды пуска. Если в параметре P313 [Actv SpTqPs Mode] выбран режим управления скоростью, то привод будет продолжать работу, удерживая нулевую скорость; привод станет получать задание скорости из его предыдущего источника после получения команды пуска.



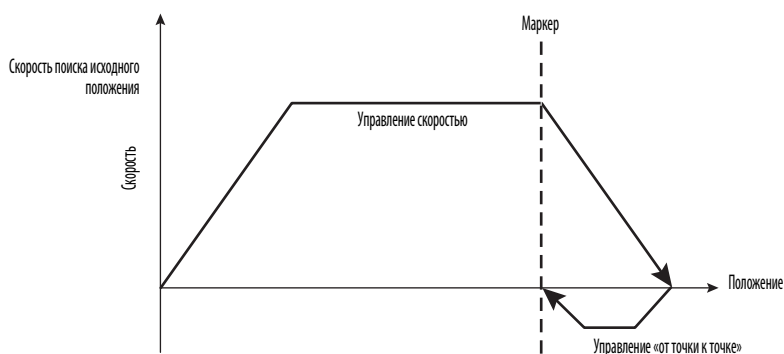
Возврат к маркерному импульсу с использованием обратной связи. После включения функции определения исходного положения привод начнет перемещение в режиме управления скоростью и выполнит разгон с ускорением, заданным в параметре P736 [Find Home Ramp], до скорости вращения и в направлении, которые заданы в параметре P735 [Find Home Speed]. Если вход для маркерного импульса настроен, то отсчет импульсов положения фиксируется и рассматривается как отсчет, соответствующий исходному положению, в момент достижения маркерного импульса, после чего привод выполнит замедление до нулевой скорости с ускорением, заданным в параметре P736 [Find Home Ramp]. После этого привод выполняет перемещение «от точки к точке» назад к месту отсчета исходного положения со скоростью, равной 1/10 от значения, заданного в параметре P735 [Find Home Speed]. Когда двигатель будет находиться в заданном положении и в состоянии нулевой скорости, определение исходного положения будет завершено.

«NOT Hold At Home», бит 7 параметра P731

Если в параметре P313 [Actv SpTqPs Mode] выбран режим управления положением, то привод будет продолжать работу, удерживая положение, и станет получать задание положения из его предыдущего источника. Если в параметре P313 [Actv SpTqPs Mode] выбран режим управления скоростью, то привод будет продолжать работу, удерживая нулевую скорость, и станет получать задание скорости из его предыдущего источника.

«Hold At Home», бит 7 параметра P731

Если в параметре P313 [Actv SpTqPs Mode] выбран режим управления положением, то привод будет продолжать работу, удерживая положение; привод станет получать задание положения из его предыдущего источника после получения команды пуска. Если в параметре P313 [Actv SpTqPs Mode] выбран режим управления скоростью, то привод будет продолжать работу, удерживая нулевую скорость; привод станет получать задание скорости из его предыдущего источника после получения команды пуска.



Возврат к концевому выключателю и маркерному импульсу с использованием обратной связи

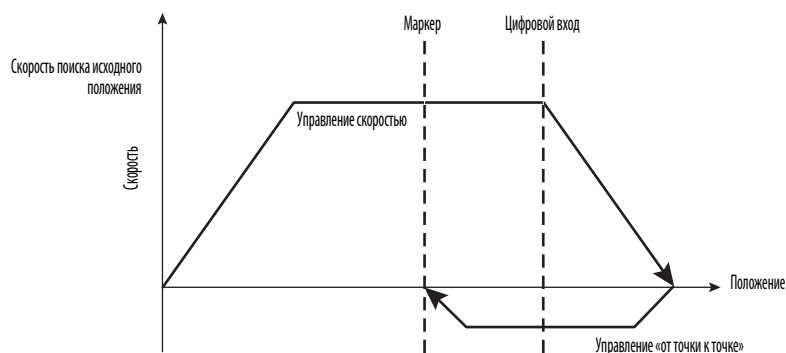
После включения функции определения исходного положения привод начинает движение в режиме управления скоростью и выполняет разгон с ускорением, заданным в параметре P736 [Find Home Ramp], до скорости вращения и в направлении, которые заданы в параметре P735 [Find Home Speed]. В то время, когда двигатель перемещается в направлении концевого или бесконтактного выключателя, маркерный импульс запускает в модуле обратной связи регистр для фиксации текущего отсчета импульсов положения. В момент достижения концевого или бесконтактного выключателя включается входной сигнал «Homing Input». Последний зафиксированный отсчет импульсов положения маркера перед включением сигнала «Homing Input» рассматривается как отсчет, соответствующий исходному положению. Затем привод выполняет замедление с ускорением, заданным в параметре P736 [Find Home Ramp]. После этого привод выполняет перемещение «от точки к точке» назад к месту отсчета исходного положения со скоростью, равной 1/10 от значения, заданного в параметре P735 [Find Home Speed]. Когда двигатель будет находиться в заданном положении и в состоянии нулевой скорости, определение исходного положения будет завершено.

«NOT Hold At Home», бит 7 параметра P731

Если в параметре P313 [Actv SpTqPs Mode] выбран режим управления положением, то привод будет продолжать работу, удерживая положение, и станет получать задание положения из его предыдущего источника. Если в параметре P313 [Actv SpTqPs Mode] выбран режим управления скоростью, то привод будет продолжать работу, удерживая нулевую скорость, и станет получать задание скорости из его предыдущего источника.

«Hold At Home», бит 7 параметра P731

Если в параметре P313 [Actv SpTqPs Mode] выбран режим управления положением, то привод будет продолжать работу, удерживая положение; привод станет получать задание положения из его предыдущего источника после получения команды пуска. Если в параметре P313 [Actv SpTqPs Mode] выбран режим управления скоростью, то привод будет продолжать работу, удерживая нулевую скорость; привод станет получать задание скорости из его предыдущего источника после получения команды пуска.



Цифровой вход поиска исходного положения без устройства обратной связи

После включения функции определения исходного положения привод начинает движение в режиме управления скоростью и выполняет разгон с ускорением, заданным в параметре P736 [Find Home Ramp], до скорости вращения и в направлении, которые заданы в параметре P735 [Find Home Speed]. В момент достижения концевого или бесконтактного выключателя включается входной сигнал «Homing Input».

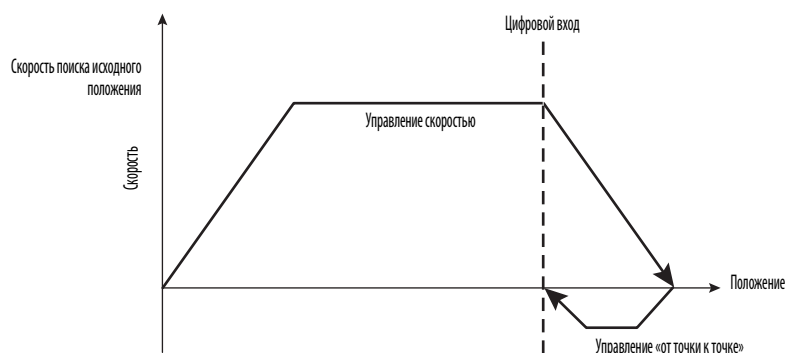
Если параметр P35 [Motor Ctrl Mode] равен 3 «Induction FV», то отсчет импульсов P847 [Psn Fdbk] фиксируется и рассматривается как отсчет, соответствующий исходному положению. Затем привод выполняет замедление с ускорением, заданным в параметре P736 [Find Home Ramp]. После этого привод выполняет перемещение «от точки к точке» назад к месту отсчета исходного положения со скоростью, равной 1/10 от значения, заданного в параметре P735 [Find Home Speed]. Когда двигатель будет находиться в заданном положении и в состоянии нулевой скорости, определение исходного положения будет завершено.

«NOT Hold At Home», бит 7 параметра P731

Если в параметре P313 [Actv SpTqPs Mode] выбран режим управления положением, то привод будет продолжать работу, удерживая положение, и станет получать задание положения из его предыдущего источника. Если в параметре P313 [Actv SpTqPs Mode] выбран режим управления скоростью, то привод будет продолжать работу, удерживая нулевую скорость, и станет получать задание скорости из его предыдущего источника.

«Hold At Home», бит 7 параметра P731

Если в параметре P313 [Actv SpTqPs Mode] выбран режим управления положением, то привод будет продолжать работу, удерживая положение; привод станет получать задание положения из его предыдущего источника после получения команды пуска. Если в параметре P313 [Actv SpTqPs Mode] выбран режим управления скоростью, то привод будет продолжать работу, удерживая нулевую скорость; привод станет получать задание скорости из его предыдущего источника после получения команды пуска.



Если параметр P35 [Motor Ctrl Mode] равен 0 «Induction VHz» или 1 «Induction SV»

Привод выполнит замедление с ускорением, заданным в параметре P736 [Find Home Ramp].

Если привод пройдет мимо бесконтактного выключателя во время замедления

Привод изменит направление и начнет вращение со скоростью, равной 1/10 от значения, заданного в параметре P735 [Find Home Speed]. После этого привод должен получить импульс бесконтактного выключателя с нарастающим фронтом и импульс с падающим фронтом. После поступления импульса с падающим фронтом привод выполнит замедление с ускорением, заданным в параметре P736 [Find Home Ramp]. Когда двигатель будет находиться в состоянии нулевой скорости, определение исходного положения будет завершено.

Если привод останется в месте установки бесконтактного выключателя во время замедления

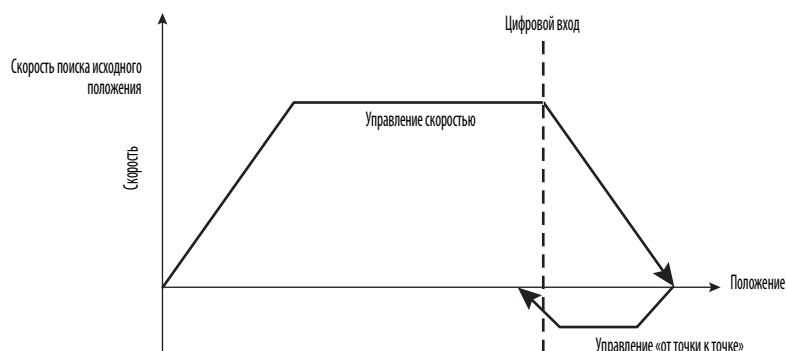
Привод изменит направление и начнет вращение со скоростью, равной 1/10 от значения, заданного в параметре P735 [Find Home Speed]. После поступления импульса с падающим фронтом от концевого или бесконтактного выключателя привод выполнит замедление с ускорением, заданным в параметре P736 [Find Home Ramp]. Когда двигатель будет находиться в состоянии нулевой скорости, определение исходного положения будет завершено.

«NOT Hold At Home», бит 7 параметра P731

Если в параметре P313 [Actv SpTqPs Mode] выбран режим управления положением, то привод будет продолжать работу, удерживая положение, и станет получать задание положения из его предыдущего источника. Если в параметре P313 [Actv SpTqPs Mode] выбран режим управления скоростью, то привод будет продолжать работу, удерживая нулевую скорость, и станет получать задание скорости из его предыдущего источника.

«Hold At Home», бит 7 параметра P731

Если в параметре P313 [Actv SpTqPs Mode] выбран режим управления положением, то привод будет продолжать работу, удерживая положение; привод станет получать задание положения из его предыдущего источника после получения команды пуска. Если в параметре P313 [Actv SpTqPs Mode] выбран режим управления скоростью, то привод будет продолжать работу, удерживая нулевую скорость; привод станет получать задание скорости из его предыдущего источника после получения команды пуска.



Примечания:

Интегрированное управление движением по сети EtherNet/IP для преобразователей частоты PowerFlex 755

Раздел	Стр.
Дополнительные источники информации по интегрированному управлению движением по сети EtherNet/IP	304
Грубая периодичность обновления данных	305
Режимы управления для приводов PowerFlex 755, работающих в режиме интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP	305
Энергонезависимая память привода для двигателей с постоянными магнитами	312
Двухконтурное регулирование	313
Дополнительный модуль с двумя портами EtherNet/IP (ETAP)	319
Аппаратное регулирование перебега	320
Взаимосвязи между экземплярами класса объектов интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP и параметрами привода PowerFlex 755	321
Управление тормозом двигателя	342
Топологии сети	345
Сравнение перегрузочных характеристик приводов PowerFlex 755 и Kinetix 7000 при работе с двигателями с постоянными магнитами	349
Конфигурации и ограничения для дополнительных модулей привода PowerFlex 755	350
Рекуперация/тормозной резистор	351
Настройка дополнительного модуля контроля безопасной скорости вращения (20-750-S1)	354
Управление крутящим моментом с ограничением по скорости (SLAT)	356
Поддерживаемые двигатели	361
Настройка системы	366
Использование инкрементального энкодера с двигателем MPx	377
Блок-схемы системы интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP для привода PowerFlex 755	380

Дополнительные источники информации по интегрированному управлению движением по сети EtherNet/IP

Эти документы содержат дополнительную информацию по использованию интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP для преобразователей частоты PowerFlex 755 (примечание: названия публикаций, переведенных на русский язык, указываются на русском языке, остальные названия указываются на языке оригинала).

Источник информации	Описание
«Преобразователи PowerFlex серии 750. Руководство по программированию», публикация 750-PM001	В руководстве приведены подробные сведения по следующим темам: <ul style="list-style-type: none"> • функции ввода/вывода, управления и обратной связи; • параметры и программирование; • сигналы аварий, предупреждений и поиск и устранение неисправностей.
«Преобразователи частоты PowerFlex серии 750. Инструкция по монтажу», публикация 750-IN001	Приведены инструкции: <ul style="list-style-type: none"> • по механическому монтажу; • по подключению питания, двигателя и основных входов/выходов.
«Преобразователи частоты PowerFlex серии 750. Технические данные», публикация 750-TD001	В руководстве приводятся подробные сведения по следующим темам: <ul style="list-style-type: none"> • технические характеристики приводов; • технические характеристики дополнительных модулей; • номинальные характеристики предохранителей и автоматических выключателей.
«Integrated Motion on the Ethernet/IP Network User Manual», публикация MOTION-UM003	Это руководство можно использовать для настройки интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP и для наладки этого решения по управлению движением с помощью системы ControlLogix™.
«Logix5000 Controllers Motion Instructions Reference Manual», публикация MOTION-RM002	Приведены подробные сведения о командах управления движением, предусмотренных для контроллера Logix5000.
«Kinetix® Motion Control. Руководство по выбору», публикация GMC-SG001	Это руководство поможет принять первоначальные решения по выбору средств управления движением, которые лучше всего соответствуют потребностям вашей системы. Кроме того, существуют технические публикации, которые содержат технические характеристики изделий, а также руководства по проектированию, содержащие информацию о выборе параметров каждого семейства приводов и о выборе принадлежностей, необходимых для вашей задачи. Руководства по проектированию также содержат данные о рекомендуемых кабелях для электродвигателей, функциональные характеристики, кривые зависимости крутящего момента от скорости вращения (в случае вращательного движения) и зависимости силы от скорости (в случае линейного перемещения) для каждого сочетания привода с двигателем или исполнительным механизмом.

Просмотреть или загрузить публикации можно на сайте <http://www.rockwellautomation.com/literature/>. Чтобы заказать техническую документацию в бумажном виде, свяжитесь с местным дистрибьютором Allen-Bradley или представительством Rockwell Automation.

Программное обеспечение

Программу «Integrated Architecture Builder» можно загрузить с сайта: <http://www.rockwellautomation.com/en/e-tools/configuration.html>

Программу «Motion Analyzer» можно загрузить с сайта: <http://motion-analyzer.com/>

Грубая периодичность обновления данных

Данные контура положения в приводе PowerFlex 755 обновляются с периодичностью 1,024 мс (1024 мкс). Во время каждого обновления привод может либо считывать, либо записывать данные через встроенный порт Ethernet, но не может производить обе эти операции за один цикл обновления. Поэтому привод может получать новые данные только во время каждого второго цикла обновления данных контура положения. Для того чтобы считать новую информацию с планировщика перемещений Motion Planner (т. е. с контроллера) минимальная грубая периодичность обновления данных должна составлять не менее 2,5 мс, чтобы предотвратить возможность потери пакетов данных. Если привод PowerFlex 755 работает с грубой периодичностью обновления менее 2,5 мс, то пакеты данных могут быть потеряны (в результате чего привод будет применять интерполяцию на участке с потерянными пакетами) и/или привод может перейти в состояние аварии, если не поступят несколько последовательных пакетов данных. Компания Rockwell Automation рекомендует использовать для привода PowerFlex 755 грубую периодичность обновления не менее 3 мс.

Режимы управления для приводов PowerFlex 755, работающих в режиме интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP

Функция интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP предусмотрена встроенным ПО приводов PowerFlex 755, начиная с версии 2.xxx и выше. Использование этой функции аналогично использованию приводов Kinetix 6500 вместе с контроллерами Logix (версия 19 и выше) через сеть EtherNet/IP.

- Применение одного и того же профиля управления движением обеспечивает единый подход к настройке конфигурации. В приводе PowerFlex 755 используются те же характеристики управления движением, характеристики осей и атрибуты движения, что и в приводе Kinetix 6500.
- Одинаковые инструкции по управлению движением обеспечивают единый подход к программированию.

Более подробная информация приводится в приложении «Интегрированное управление перемещением по сети EtherNet/IP» документа «Преобразователи PowerFlex серии 750. Руководство по программированию», публикация [750-PM001](#).

Инструкция «Motion Drive Start» (MDS)

Информация об инструкции MDS приведена в справочном руководстве «Logix5000 Controllers Motion Instructions Reference Manual», публикация [MOTION-RM002](#).

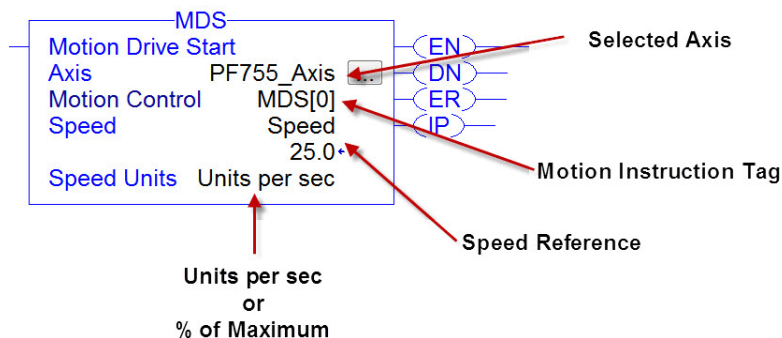
В приводе PowerFlex 755 инструкция MDS действует только в том случае, если конфигурация осей настроена на один из следующих режимов управления:

- Управление частотой;
- Контур регулирования скорости
- Контур регулирования крутящего момента

Инструкция MDS не действует в том случае, если конфигурация осей настроена на контур регулирования положения.

Настройка конфигурации инструкции «Motion Drive Start»

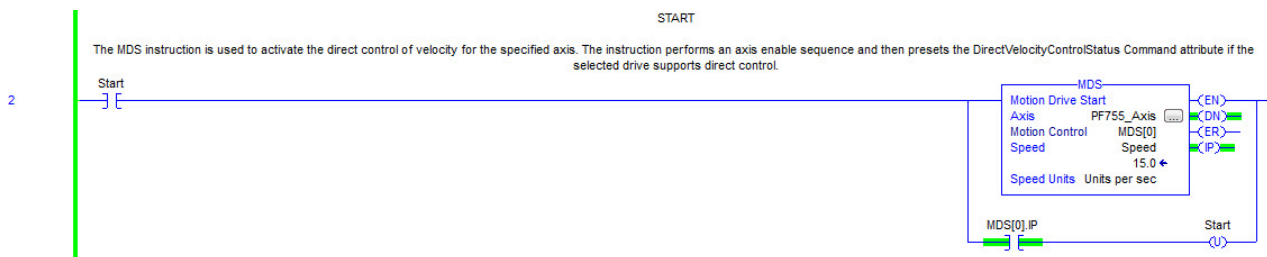
Настройка конфигурации инструкции MDS аналогична настройке большинства инструкций по управлению движением и показана в этом примере.



Инструкция MDS подобна инструкции по толчковому движению оси «Motion Axis Jog» (MAJ) с тем отличием, что в инструкции MDS не задаются темпы ускорения/замедления. Темпы ускорения устанавливаются динамически атрибутами линейного изменения скорости, заданными в инструкции настройки системных значений «Set System Value» (SSV). См. Атрибуты линейного изменения скорости на [стр. 308](#). Обратите внимание на то, что параметр PF755_Axis был настроен на количество оборотов. Поэтому в качестве единицы скорости вращения используются обороты в секунду.

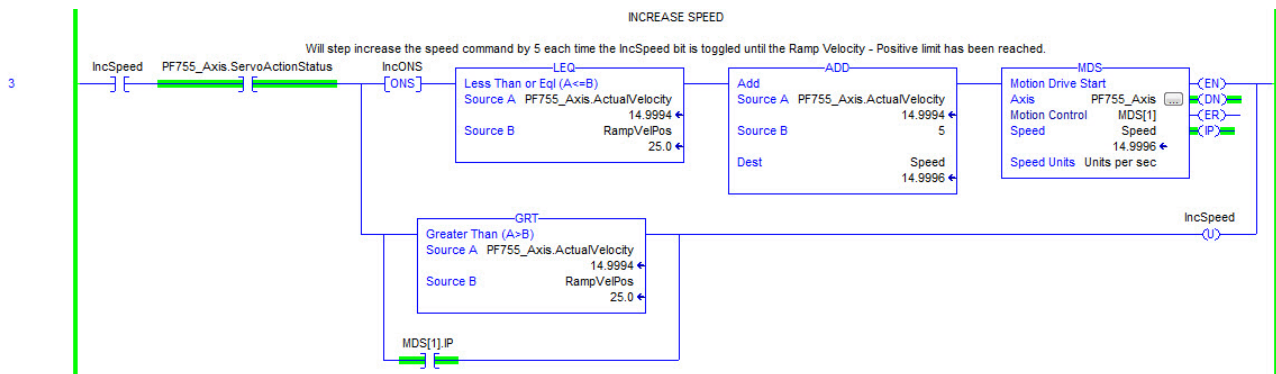
Пример программного кода инструкции «Motion Drive Start» (MDS)

Пуск



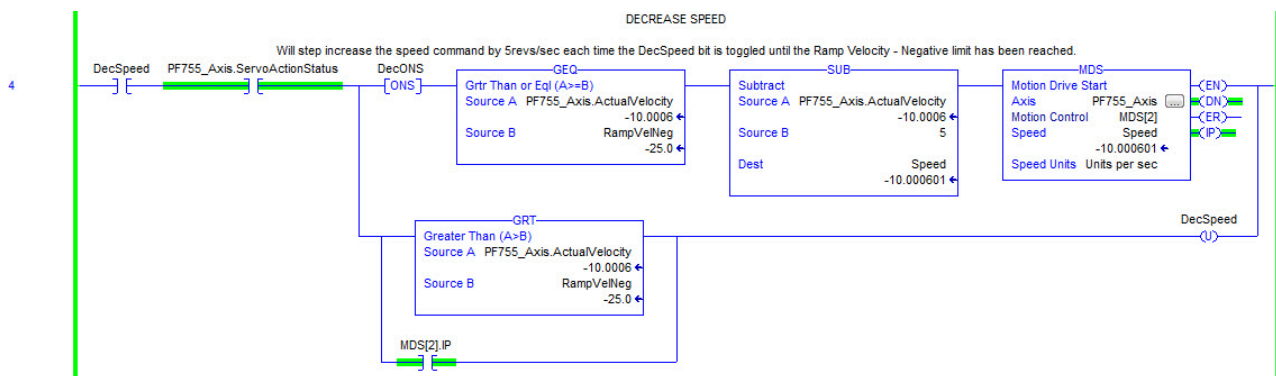
Увеличение скорости вращения

Скорость изменяется за счет корректировки задания скорости и повторного исполнения инструкции MDS.



Уменьшение скорости вращения

Скорость изменяется за счет корректировки задания скорости и повторного исполнения инструкции MDS.



Режим управления крутящим моментом

Если конфигурация оси настроена на управление крутящим моментом, то атрибут «Speed» в инструкции MDS не используется для задания скорости вращения привода. Скорость вращения определяется величиной крутящего момента, заданного в атрибутах «CommandTorque» и/или «TorqueTrim».



ВАЖНО

Перед исполнением инструкции по остановке оси Motion Axis Stop (MAS) для прекращения какого-либо движения оси или для полной остановки оси необходимо задать нулевой крутящий момент в атрибутах «CommandTorque» и «TorqueTrim». Для использования инструкции MAS необходимо выставить атрибут изменения замедления «Change Decel» на No (Нет). В противном случае может произойти ошибка исполнения инструкции. Темп замедления задается в соответствии с атрибутом линейного замедления «Ramp Deceleration». Инструкция выключения контура серворегулирования движения Motion Servo Off (MSF) используется для отключения выхода привода для указанной оси и отключения контура серворегулирования для этой оси. Если исполнить инструкцию MSF во время движения оси, то ось перейдет в состояние неуправляемого выбега.

Атрибуты линейного изменения скорости

Инструкция MDS подтверждается, если привода с интегрированным управлением движением по сети EtherNet/IP поддерживает следующие пять атрибутов линейного изменения скорости (Ramp):

- RampAcceleration
- RampDeceleration
- RampVelocity - Positive
- RampVelocity - Negative
- RampJerk - Control

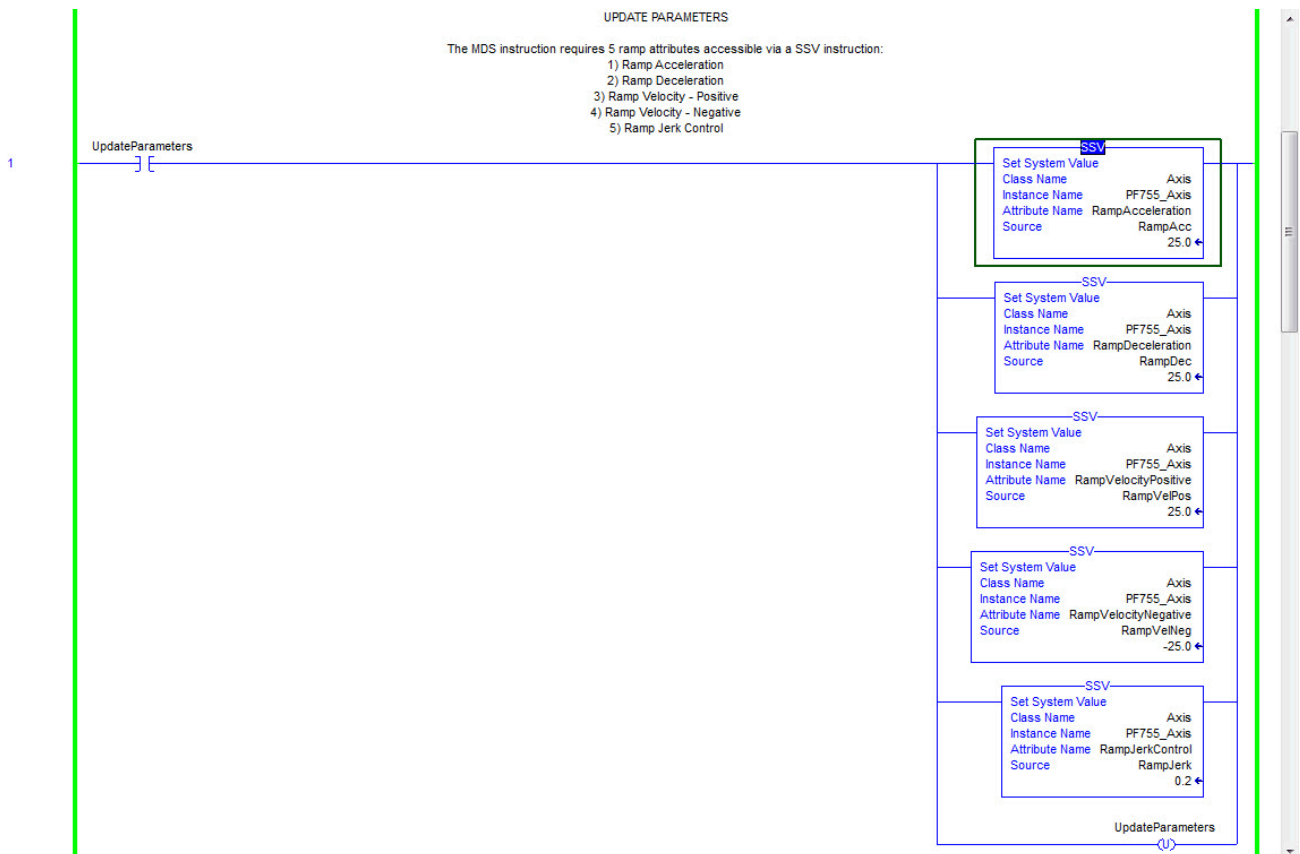
Эти атрибуты линейного изменения скорости доступны только в том случае, если конфигурация оси привода PowerFlex 755 настроена на управление частотой или контур регулирования скорости. Эти атрибуты линейного изменения скорости **не**доступны в том случае, если конфигурация оси привода PowerFlex 755 настроена на контур регулирования крутящего момента или контур регулирования положения.

В этой таблице показаны взаимозависимости между атрибутами линейного изменения скорости при использовании системы интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP и соответствующими параметрами привода.

Атрибут линейного изменения скорости	Параметр привода
RampAcceleration	P535 [Accel Time 1]
RampDeceleration	P537 [Decel Time]
RampVelocity - Positive	P520 [Max Fwd Speed]
RampVelocity - Negative	P521 [Max Rev Speed]
RampJerk - Control	P540 [S Curve Accel] P541 [S Curve Decel]

Пример программного кода для атрибутов линейного изменения скорости

Доступ к атрибутам линейного изменения скорости, указанным в предыдущем разделе, осуществляется с помощью инструкции установки системного значения (SSV), как показано в следующем примере.

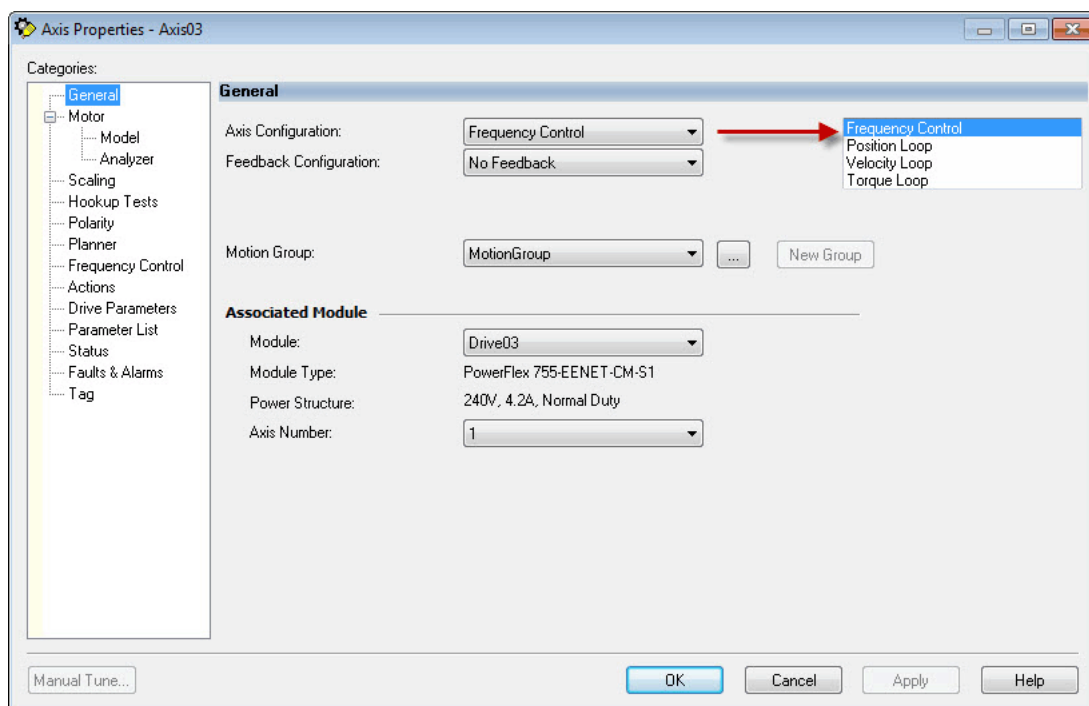


Сравнение режимов управления положением, скоростью и крутящим моментом

Привод PowerFlex 755 поддерживает следующие конфигурации осей:

- Управление частотой без обратной связи
- Контур регулирования положения с обратной связью от двигателя, двойной обратной связью или двойной интегральной обратной связью
- Контур регулирования скорости с обратной связью от двигателя или без обратной связи
- Контур регулирования крутящего момента с обратной связью от двигателя

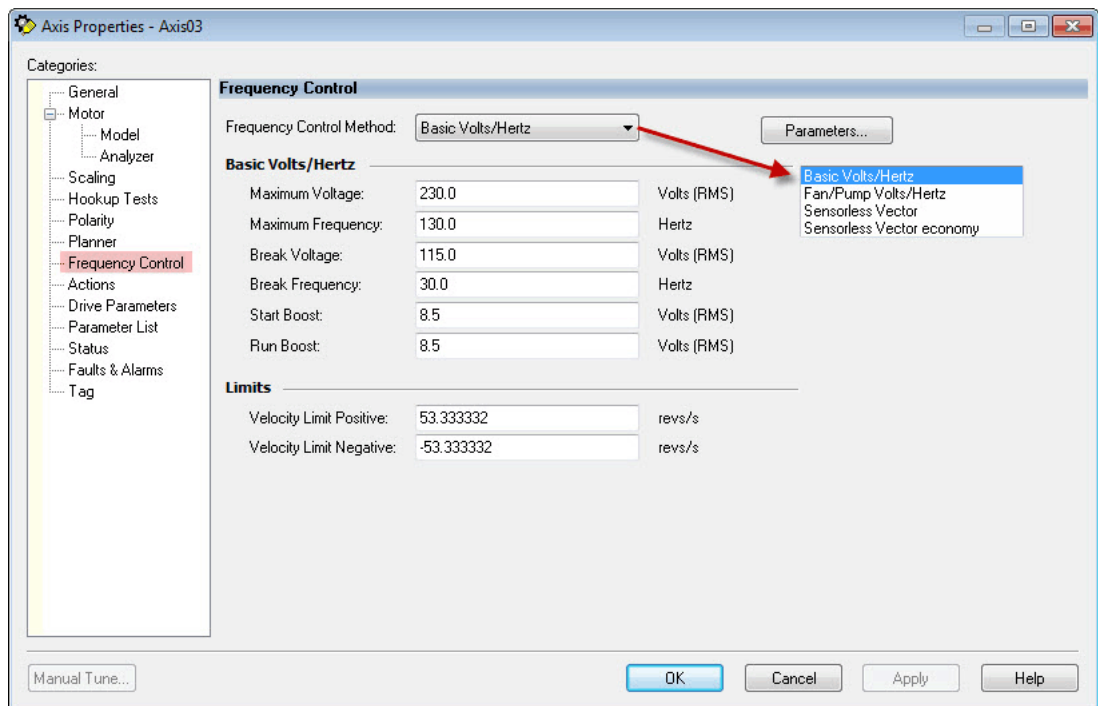
Ниже показаны варианты конфигурации оси в окне Axis Properties вкладки General программы Logix Designer.



Если конфигурация оси установлена на управление частотой, можно выбрать один из указанных ниже режимов управления, которые лучше всего соответствуют задаче:

- Скалярное управление U/f
- Скалярное управление U/f для вентиляторов и насосов
- Бездатчиковое векторное управление
- Векторное управление потоком для асинхронных двигателей

Ниже показаны варианты конфигурации оси в окне Axis Properties вкладки Frequency Control программы Logix Designer.



В этой таблице указаны возможные конфигурации осей и соответствующие режимы управления приводом PowerFlex 755 с использованием системы интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP.

Конфигурация оси	P35 [Motor Ctrl Mode]	P65 [VHz Curve]
Управление частотой:		
Скалярное управление U/f	InductionVHz	Custom V/Hz
Скалярное управление U/f для вентиляторов и насосов	InductionVHz	Fan/Pump
Бездатчиковое векторное управление	Induction SV	Custom V/Hz
Экономичное бездатчиковое векторное управление	Induct Econ	Custom V/Hz
Контур регулирования положения	Induction FV	Custom V/Hz
Контур регулирования скорости	Induction FV	Custom V/Hz
Контур регулирования крутящего момента	Induction FV	Custom V/Hz

Более подробные примеры конфигураций осей привода PowerFlex 755 приведены в главе «Примеры конфигурации осей для привода PowerFlex 755» в руководстве «Integrated Motion on the Ethernet/IP Network Configuration and Startup User Manual», публикация [MOTION-UM003](#).

Управление только по частоте

Подробная информация о конкретных способах управления по частоте приводится в приложении «Инструкции управления движением и режимы интегрированного управления движением» в справочном руководстве «Logix5000 Controllers Motion Instructions Reference Manual», публикация [MOTION-RM002](#).

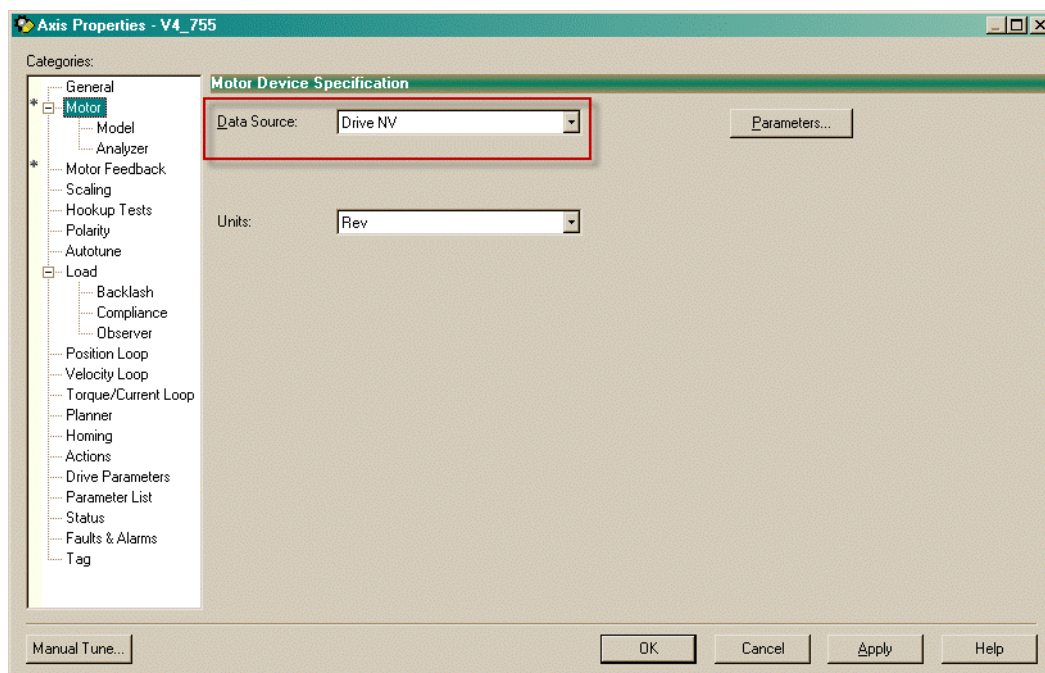
Энергонезависимая память привода для двигателей с постоянными магнитами

Привод Kinetix может автоматически считывать данные конфигурации из энергонезависимой памяти двигателя с постоянным магнитом / энкодера, тогда как в приводе PowerFlex 755 эти данные необходимо вводить и настраивать вручную при настройке привода и двигателя с постоянными магнитами для работы с интегрированным управлением движением по сети EtherNet/IP.

Опция «Drive NV» (показанная на скриншоте ниже) позволит наладить привод PowerFlex 755 и двигатель с постоянными магнитами, используя данные двигателя и энкодера, которые введены в энергонезависимую память привода и сохранены в ней. Это полезно для привода, работающего в автономном режиме, который переводится на работу в режиме интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP.

Настройка конфигурации привода производится в следующем порядке:

- Убедитесь в том, что в приводе сохранены корректные данные двигателя и энкодера;
- В окне «Axis Properties» для привода выберите категорию «Motor», и в раскрывающемся меню выбора источника данных «Data Source» выберите опцию «Drive NV»;
- Убедитесь в том, что выбор обратной связи в соответствующем параметре привода соответствует выбору в категории обратной связи двигателя для этой оси.

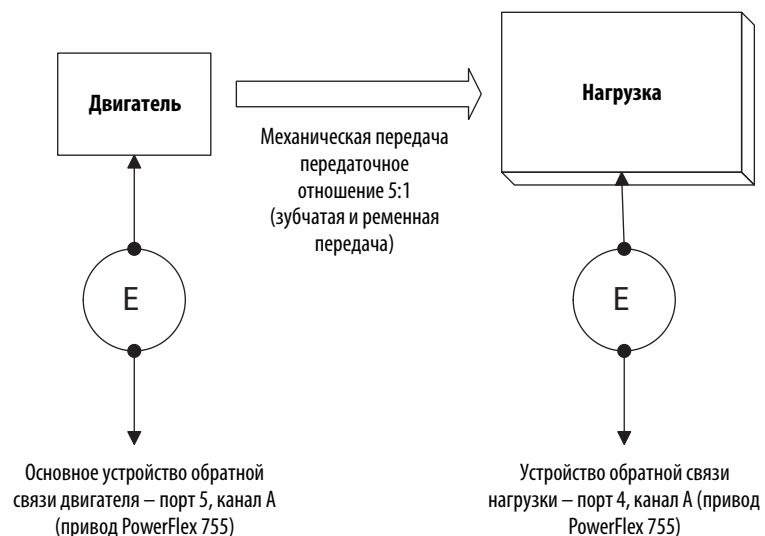


Двухконтурное регулирование

В этом разделе описан порядок настройки двух контуров обратной связи привода PowerFlex 755 для интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP.

Описание примера с двухконтурным регулированием

В двухконтурной системе регулирования используются два энкодера – один установлен на двигателе (стандартное решение), а второй – на нагрузке (как показано на этой блок-схеме). Эти два энкодера подключены к приводу PowerFlex 755 через два отдельных дополнительных модуля обратной связи, из которых один установлен в порту 5, а второй – в порту 4.

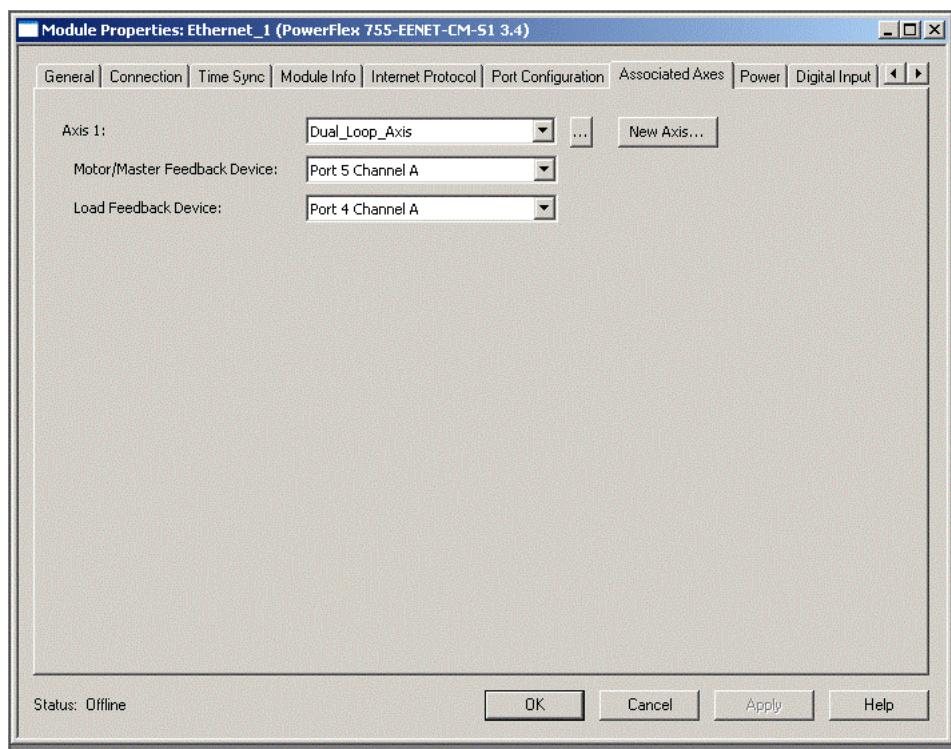


Настройка конфигурации двухконтурного регулирования

В этом описании предполагается, что вы создали ось для привода PowerFlex 755 в группе «Motion» и добавили новый модуль привода PowerFlex 755 в программу Logix Designer. Полное описание процедуры настройки приводится в руководстве «Integrated Motion on the EtherNet/IP Network Configuration and Startup User Manual», публикация [MOTION-UM003](#). Настройка конфигурации оси двухконтурного регулирования (с энкодерами) производится следующим образом.

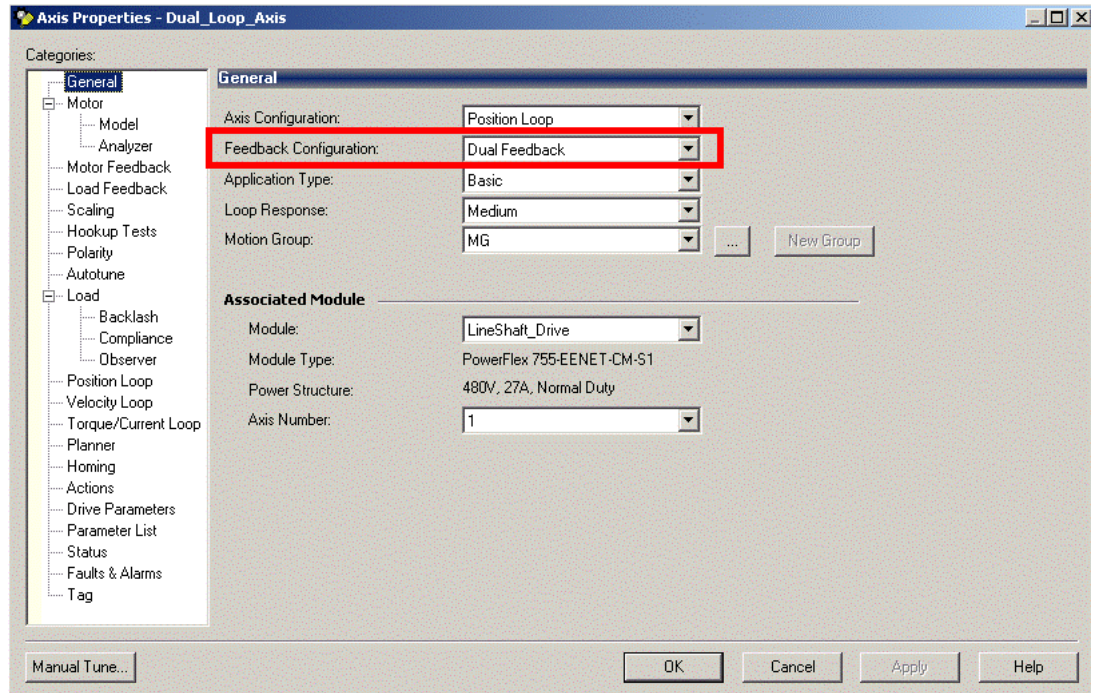
1. Создайте ось обратной связи в группе «Motion» для энкодеров (в данном примере – «Dual_Loop_Axis»).

2. Откройте модуль привода PowerFlex 755 и выберите вкладку «Associated Axis».
3. В раскрывающемся меню «Axis 1» выберите созданную вами ось обратной связи (в данном примере – «Dual_Loop_Axis»).
4. В раскрывающемся меню выбора устройства обратной связи двигателя «Motor/Master Feedback Device» выберите «Port 5 Channel A».
5. В раскрывающемся меню выбора устройства обратной связи нагрузки «Load Feedback Device» выберите «Port 4 Channel A».
6. Нажмите ОК.

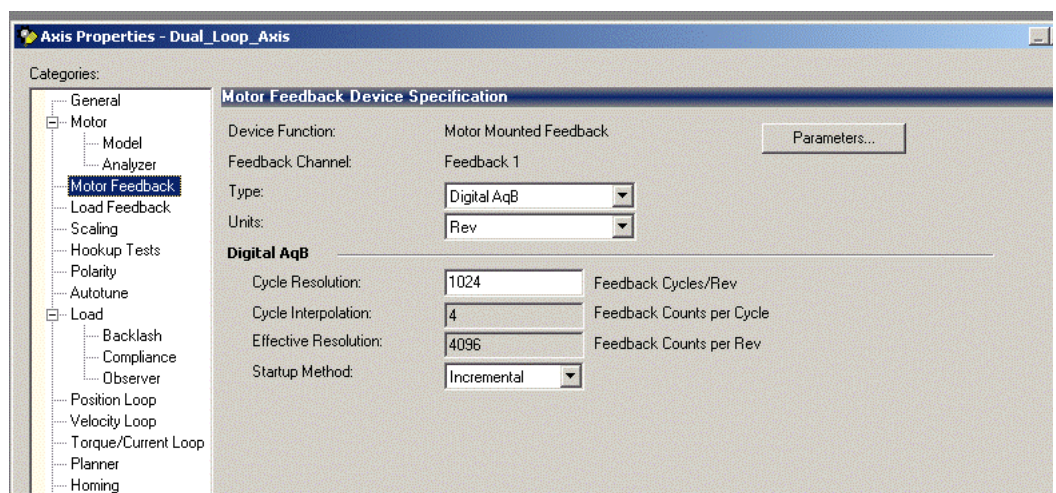


7. Откройте окно «Axis Properties» для оси обратной связи («Dual_Loop_Axis»).

8. В раскрывающемся меню конфигурации обратной связи выберите «Dual Feedback», чтобы объект оси мог принимать сигналы обратной связи из двух источников.

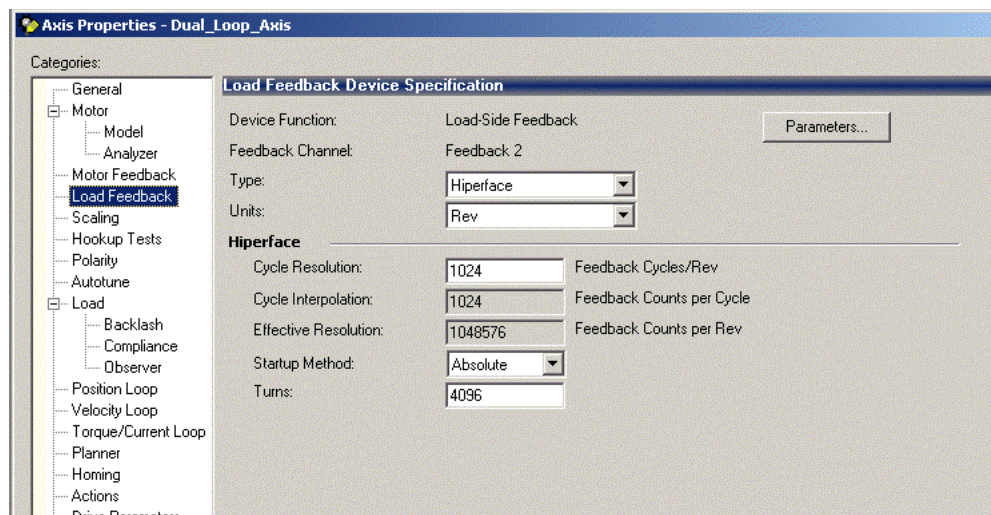


9. Выберите категорию обратной связи двигателя «Motor Feedback».
10. В раскрывающемся меню «Type» выберите соответствующий тип обратной связи двигателя.
11. В окне «Cycle Resolution» введите соответствующее значение для вашего устройства.
12. В раскрывающемся меню «Startup Method» выберите соответствующее значение для вашего устройства.



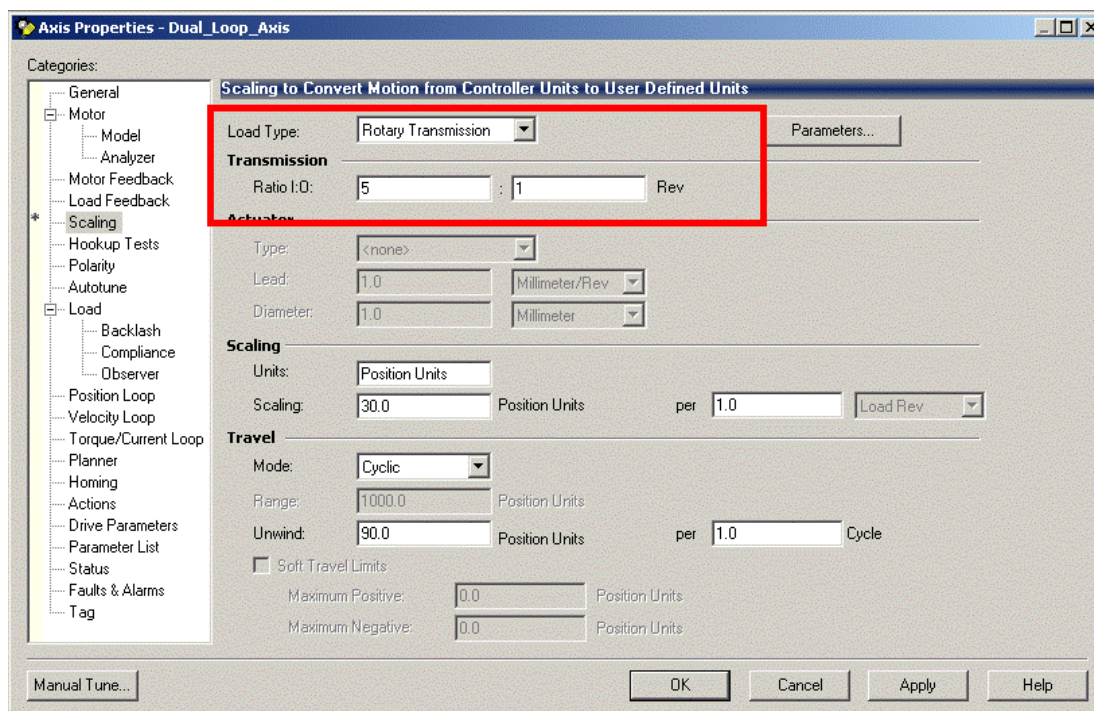
13. Выберите категорию обратной связи нагрузки «Load Feedback».
14. В раскрывающемся меню «Type» выберите соответствующий тип обратной связи нагрузки.

15. В раскрывающемся меню «Units» выберите соответствующее значение.
16. В окне «Cycle Resolution» введите соответствующее значение для вашего устройства.
17. В раскрывающемся меню «Startup Method» выберите соответствующее значение для вашего устройства.
18. В окне количества оборотов «Turns» введите соответствующее значение для вашего устройства.



19. Выберите категорию масштабирования «Scaling».
20. В раскрывающемся меню выбора типа нагрузки «Load Type» выберите соответствующее значение для вашего устройства.
В данном примере используется вращающаяся передача – «Rotary Transmission».
21. В окнах передаточного отношения «Transmission Ratio» введите соответствующие значения для вашего устройства.
В этом примере используется передаточное отношение 5:1.
22. В окне выбора единиц масштабирования «Scaling Units» введите соответствующее значение для вашего устройства.
23. В окне выбора масштабирования единиц положения «Scaling Position Units» введите соответствующее значение для вашего устройства.

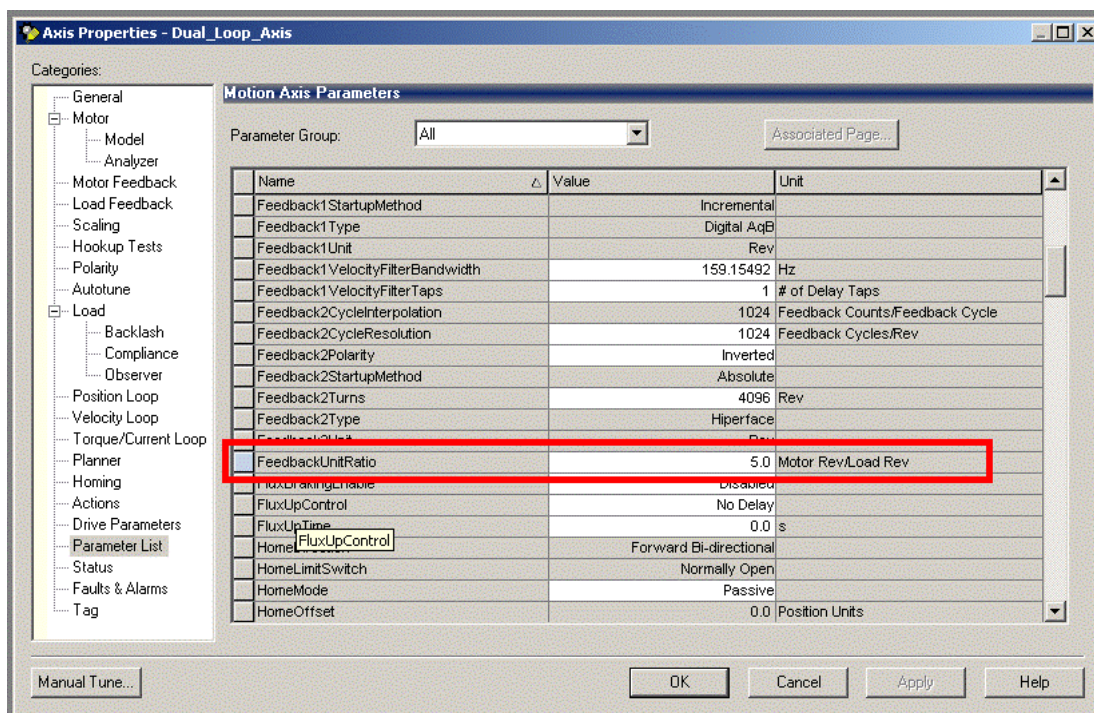
В этом примере используются 30 единиц положения на каждый оборот энкодера нагрузки на вращательной оси (например, на циферблате) со сбросом в нулевое положение после накопления 90 единиц.



Контур скорости управляется по сигналу обратной связи двигателя. Поскольку между двигателем и нагрузкой имеется механическая передача, единицы масштабирования для двух энкодеров могут различаться.

24. Чтобы проверить правильность передаточного отношения между двигателем и нагрузкой, выберите категорию «Parameter List».

25. Проверьте значение параметра «FeedbackUnitRatio». В данном примере передаточное отношение составляет 5:1, т. е. 5 оборотов энкодера двигателя соответствуют одному обороту энкодера нагрузки.



Если контур регулирования скорости работает с ошибками, например, не выполняет команду и не осуществляет требуемое ускорение или замедление, то следует проверить правильность значения передаточного отношения.

26. Продолжайте настройку этой оси.

Дополнительный модуль с двумя портами EtherNet/IP (ЕТАР)

Дополнительный модуль с двумя портами EtherNet/IP рассчитан на два режима работы – режим адаптера (по умолчанию) и режим трехпортового коммутатора-ответчика.

Выбор режима работы

В режиме трехпортового коммутатора, предназначенном для использования с приводами PowerFlex 755, дополнительный модуль использует порт ENET3 (DEVICE) как точку соединения для передачи данных интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP на встроенный адаптер EtherNet/IP привода PowerFlex 755. Режим работы выбирается с помощью переключки «Operating Mode» (J4). Подробная информация об установке переключки для выбора режима работы приведена в документе «Дополнительный модуль привода PowerFlex 20-750-ENETR с 2 портами EtherNet/IP. Руководство пользователя», публикация [750COM-UM008](#).

Присвоение IP-адреса

Если привод PowerFlex серии 755 соединен с управляемым Ethernet-коммутатором Stratix 6000™ или Stratix 8000 и привод настроен на режим BOOTP, то динамический IP-адрес привода будет присваиваться функцией присвоения динамического IP-адреса для порта «dynamic IP address assignment by port» (Stratix 6000) или сохранения параметров протокола DHCP «DHCP persistence» (Stratix 8000). Подробную информацию см. в руководстве «Stratix 6000 Ethernet Managed Switch User Manual», публикация [1783-UM001](#), или в руководстве «Stratix 8000 and Stratix 8300™ Ethernet Managed Switches User Manual», публикация [1783-UM003](#).

Размещение дополнительного модуля

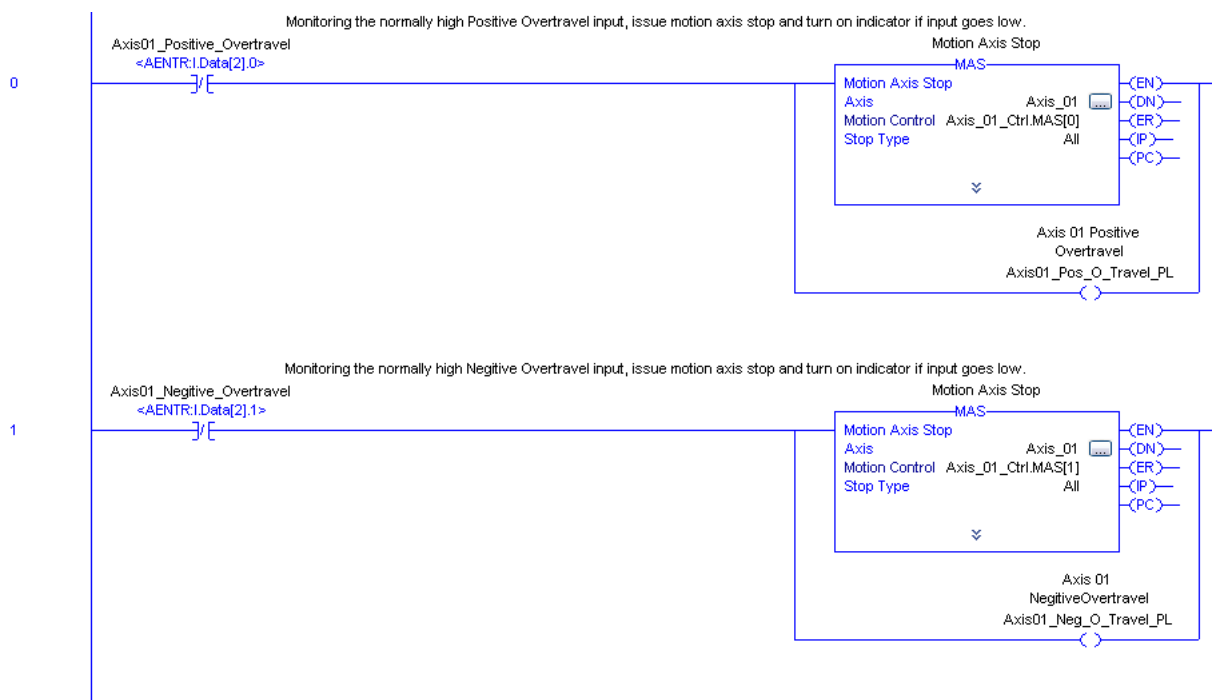
Установите дополнительный модуль с двумя портами EtherNet/IP в порт 4 или 5 блока управления привода PowerFlex 755. (При работе в режиме трехпортового коммутатора порт 6 не используется).

Аппаратное регулирование перебега

Если привод PowerFlex 755 настроен на использование системы интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP, ни один из дополнительных модулей ввода/вывода не поддерживается. Поэтому входные сигналы, относящиеся к ограничению перебега, следует подсоединить ко входным модулям контроллера, а затем необходимо запрограммировать соответствующую функцию управления в контроллере Logix.

Работа этой функции управления обеспечивается при программировании контроллера на слежение за сигналами ограничения перебега, поступающими через цифровые входы, и выполнение требуемых действий в случае превышения допустимых пределов перебега. К числу возможных действий, помимо прочего, относятся: выдача сигнала предупреждения, остановка планировщика движения, остановка привода или выполнение функции останова оборудования.

На следующем примере релейной логики показано возможное решение для реализации аппаратного регулирования перебега (этот программный код приводится только в качестве примера и не является единственным решением по аппаратному регулированию перебега). Требования в отношении необходимого аппаратного регулирования перебега определяются в каждом конкретном случае применения этой функции. В данном примере осуществляется контроль цифровых входов и выдается команда на остановку оси движения, если любой из входов перейдет в состояние логического нуля и сгенерирует выходной сигнал, который может использоваться для останова.

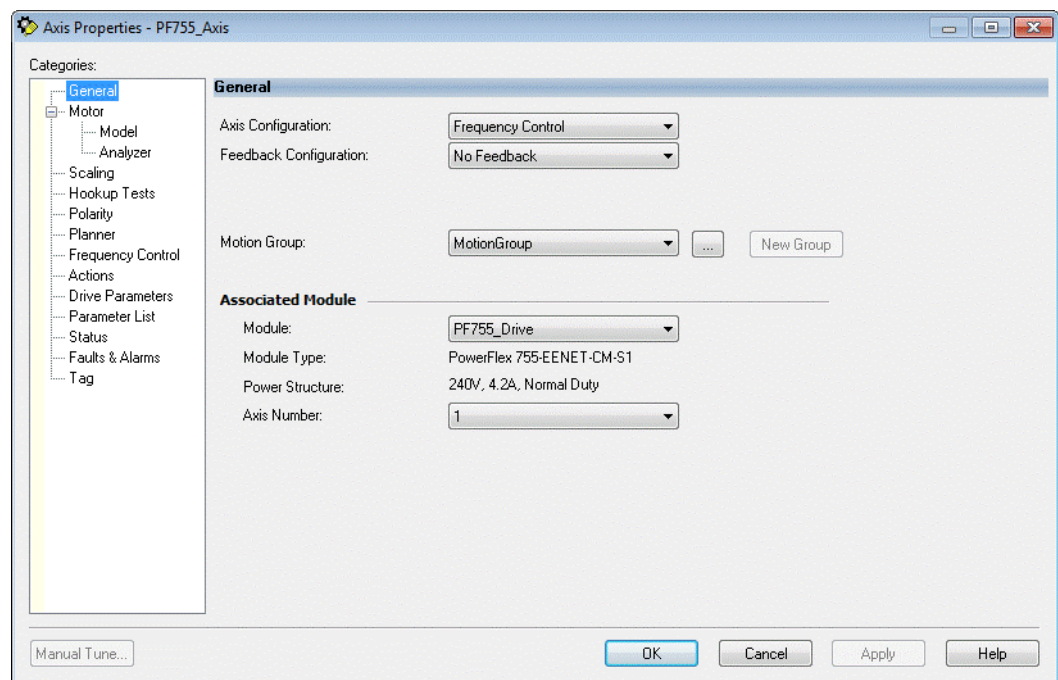


Взаимосвязи между экземплярами класса объектов интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP и параметрами привода PowerFlex 755

В этом разделе описываются взаимосвязи между свойствами модулей и свойствами осей в программе Logix Designer и соответствующими параметрами привода PowerFlex 755. См. приложение [Дополнительные атрибуты стандартных модулей и модулей безопасности привода PowerFlex 755](#) к настоящему руководству, где приводятся подробные сведения о дополнительных атрибутах и соответствующих функциональных режимах управления, поддерживаемых модулем привода PowerFlex 755.

Настройка свойств оси с управлением частотой

Общие свойства оси с управлением частотой



Свойства оси с управлением частотой

Axis Properties - PF755_Axis

Categories:

- General
- Motor
 - Model
 - Analyzer
- Scaling
- Hookup Tests
- Polarity
- Planner
- Frequency Control**
- Actions
- Drive Parameters
- Parameter List
- Status
- Faults & Alarms
- Tag

Frequency Control

Frequency Control Method: Basic Volts/Hertz Parameters...

Basic Volts/Hertz

Maximum Voltage:	230.0	Volts (RMS)
Maximum Frequency:	130.0	Hertz
Break Voltage:	115.0	Volts (RMS)
Break Frequency:	30.0	Hertz
Start Boost:	8.5	Volts (RMS)
Run Boost:	8.5	Volts (RMS)

Limits

Velocity Limit Positive:	53.333332	revs/s
Velocity Limit Negative:	-53.333332	revs/s

Manual Tune... OK Cancel Apply Help

Параметры оси движения с управлением частотой

Axis Properties - PF755_Axis

Categories:

- General
- Motor
 - Model
 - Analyzer
- Scaling
- Hookup Tests
- Polarity
- Planner
- Frequency Control
- Motion Axis Parameters**
- Actions
- Drive Parameters
- Parameter List
- Status
- Faults & Alarms
- Tag

Motion Axis Parameters

Parameter Group: Frequency Control Associated Page...

Name	Value	Unit
BreakFrequency	30.0	Hz
BreakVoltage	115.0	Volts (RMS)
CurrentVectorLimit	100.0	% Motor Rated
FluxUpControl	No Delay	
FluxUpTime	0.0	s
FrequencyControlMethod	Basic Volts/Hertz	
MaximumFrequency	130.0	Hz
MaximumVoltage	230.0	Volts (RMS)
OvertorqueLimit	200.0	% Motor Rated
OvertorqueLimitTime	0.0	s
RunBoost	8.5	Volts (RMS)
SkipSpeed1	0.0	revs/s
SkipSpeed2	0.0	revs/s
SkipSpeed3	0.0	revs/s
SkipSpeedBand	0.0	revs/s
StartBoost	8.5	Volts (RMS)
UndertorqueLimit	10.0	% Motor Rated
UndertorqueLimitTime	0.0	s
VelocityLimitNegative	-53.333332	revs/s
VelocityLimitPositive	53.333332	revs/s

Manual Tune... OK Cancel Apply Help

табл. 13 - Взаимосвязи между экземплярами класса объектов управления частотой и параметрами

Экземпляр класса объектов интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP	Параметр привода
Break Frequency	P63 [Break Frequency]
Break Voltage	P62 [Break Voltage]
Current Vector Limit	P422 [Current Limit 1]
Flux Up Control	P43 [Flux Up Enable]
Flux Up Time	P44 [Flux Up Time]
Frequency Control Method	P65 [VHz Curve]
Maximum Frequency	P37 [Maximum Freq]
Overtorque Limit	P436 [Shear Pin1 Level]
Overtorque Limit Time	P437 [Shear Pin 1 Time]
Run Boost	P61 [Run Boost]
Skip Speed 1	P526 [Skip Speed 1]
Skip Speed 2	P527 [Skip Speed 2]
Skip Speed 3	P528 [Skip Speed 3]
Skip Speed Band	P529 [Skip Speed Band]
Start Boost	P60 [Start Acc Boost]
Undertorque Limit	P442 [Load Loss Level]
Undertorque Limit Time	P443 [Load Loss Time]
Velocity Droop	P620 [Droop RPM at FLA]
Velocity Limit Negative	P521 [Max Rev Speed]
Velocity Limit Positive	P520 [Max Fwd Speed]

Настройка свойств оси с управлением скоростью

Общие свойства оси с управлением скоростью

The screenshot shows the 'Axis Properties - PF755_Axis' dialog box with the 'General' tab selected. The left sidebar lists categories: General, Motor, Model, Analyzer, Motor Feedback, Scaling, Hookup Tests, Polarity, Autotune, Load, Compliance, Observer, Velocity Loop, Torque/Current Loop, Planner, Homing, Actions, Drive Parameters, Parameter List, Status, Faults & Alarms, and Tag. The 'General' tab contains the following settings:

- Axis Configuration:** Velocity Loop
- Feedback Configuration:** Motor Feedback
- Application Type:** Basic
- Loop Response:** Medium
- Motion Group:** MotionGroup
- Associated Module:**
 - Module: PF755_Drive
 - Module Type: PowerFlex 755-EENET-CM-S1
 - Power Structure: 240V, 4.2A, Normal Duty
 - Axis Number: 1

Buttons at the bottom: Manual Tune..., OK, Cancel, Apply, Help.

Свойства оси с управлением скоростью

The screenshot shows the 'Axis Properties - PF755_Axis' dialog box with the 'Velocity Loop' tab selected. The left sidebar is the same as in the previous screenshot, but 'Velocity Loop' is highlighted. The 'Velocity Loop' tab contains the following settings:

- Gains:**
 - Bandwidth: 14.761407 Hertz
 - Integrator Bandwidth: 0.0 Hertz
 - Integrator Hold: Disabled
 - Acceleration Feedforward: 0.0 %
- Limits:**
 - Velocity Limit Positive: 53.333332 revs/s
 - Velocity Limit Negative: -53.333332 revs/s
 - Lock Tolerance: 0.26666665 revs/s

Buttons at the bottom: Manual Tune..., OK, Cancel, Apply, Help.

Параметры оси движения с управлением скоростью

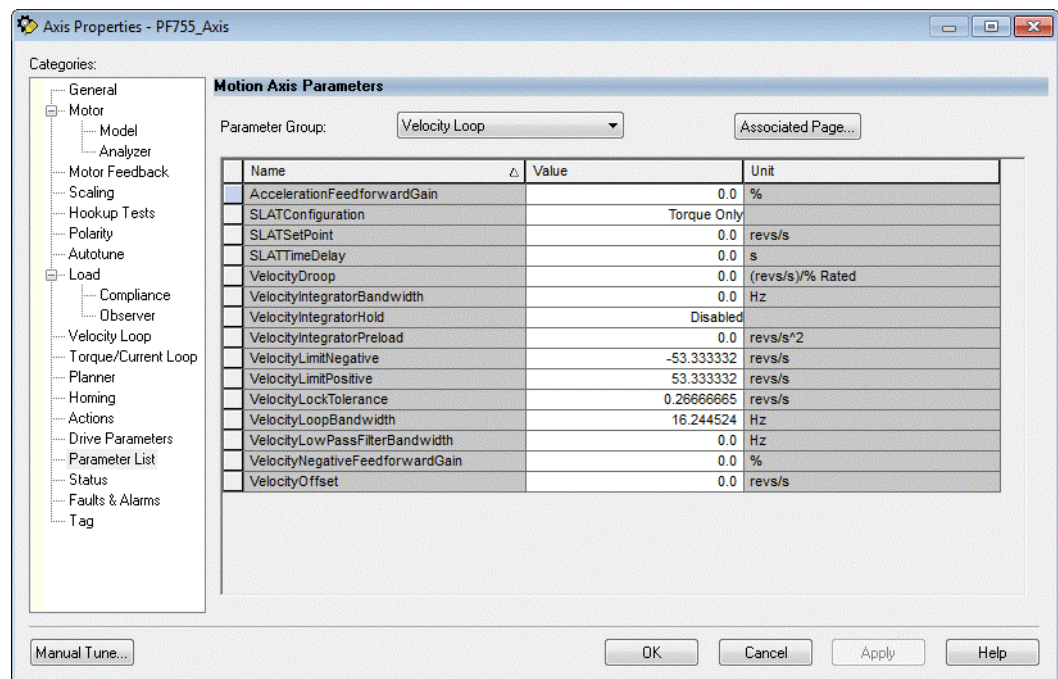
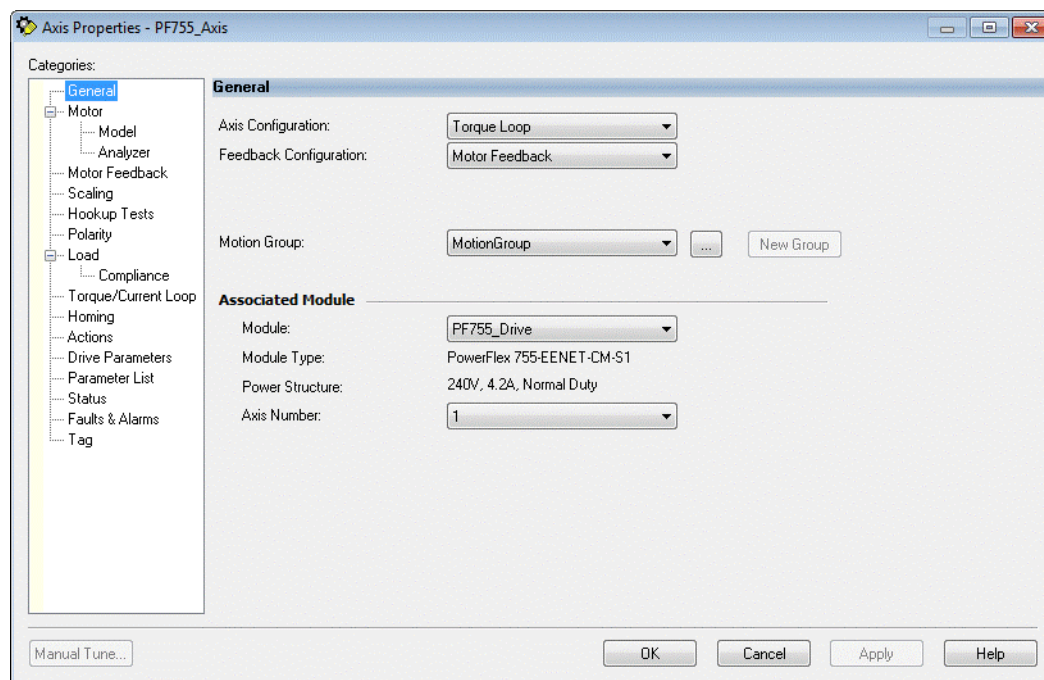


табл. 14 - Взаимосвязи между экземплярами класса объектов управления скоростью и параметрами

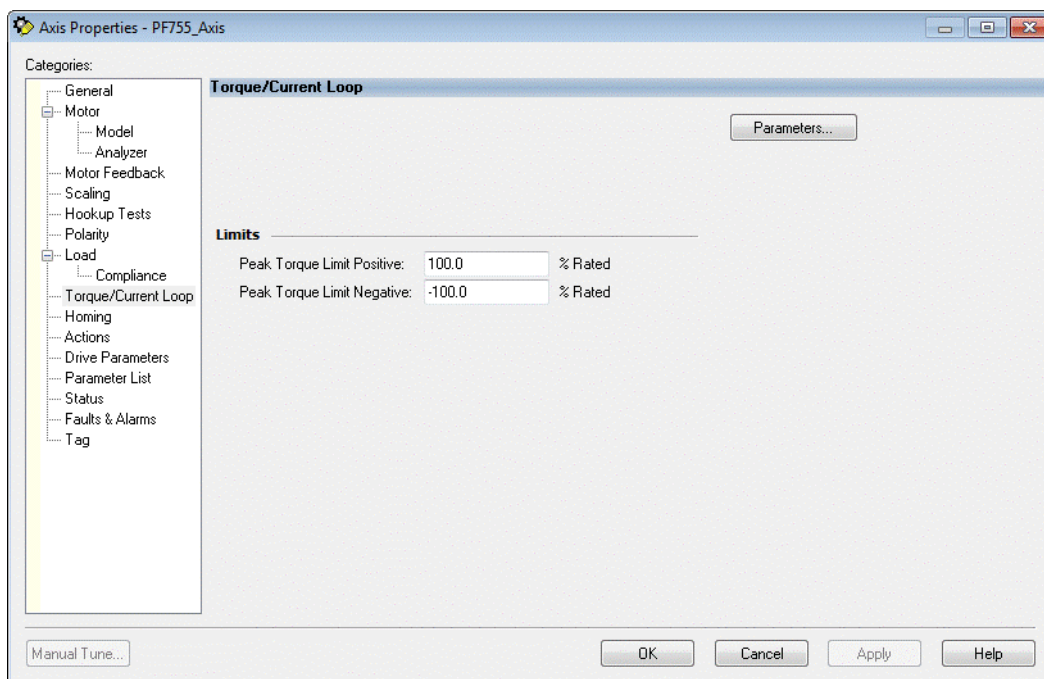
Экземпляр класса объектов интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP	Параметр привода
Acceleration Feed Forward Gain	P696 [Inertia Acc Gain] P697 [Inertia Dec Gain]
SLAT Configuration	P309 [SpdTrqPsn Mode A]
SLAT Set Point	P314 [SLAT Err Stpt]
SLAT Time Delay	P315 [SLAT Dwell Time]
Velocity Droop	P620 [Droop RPM at FLA]
Velocity Integrator Bandwidth	P647 [Speed Reg Ki]
Velocity Integrator Hold	P635 [Spd Options Ctrl]
Velocity Integrator Preload	P652 [SReg Trq Preset]
Velocity Limit Negative	P521 [Max Rev Speed]
Velocity Limit Positive	P520 [Max Fwd Speed]
Velocity Loop Bandwidth	P645 [Speed Reg Kp]
Velocity Low Pass Filter Bandwidth	P644 [Spd Err Fltr BW]
Velocity Negative Feed Forward Gain	P643 [SpdReg AntiBckup]
Velocity Offset	P601 [Trim Ref A Stpt]

Настройка свойств оси с контуром регулирования крутящего момента

Общие свойства оси с контуром регулирования крутящего момента



Свойства оси с контуром регулирования крутящего момента



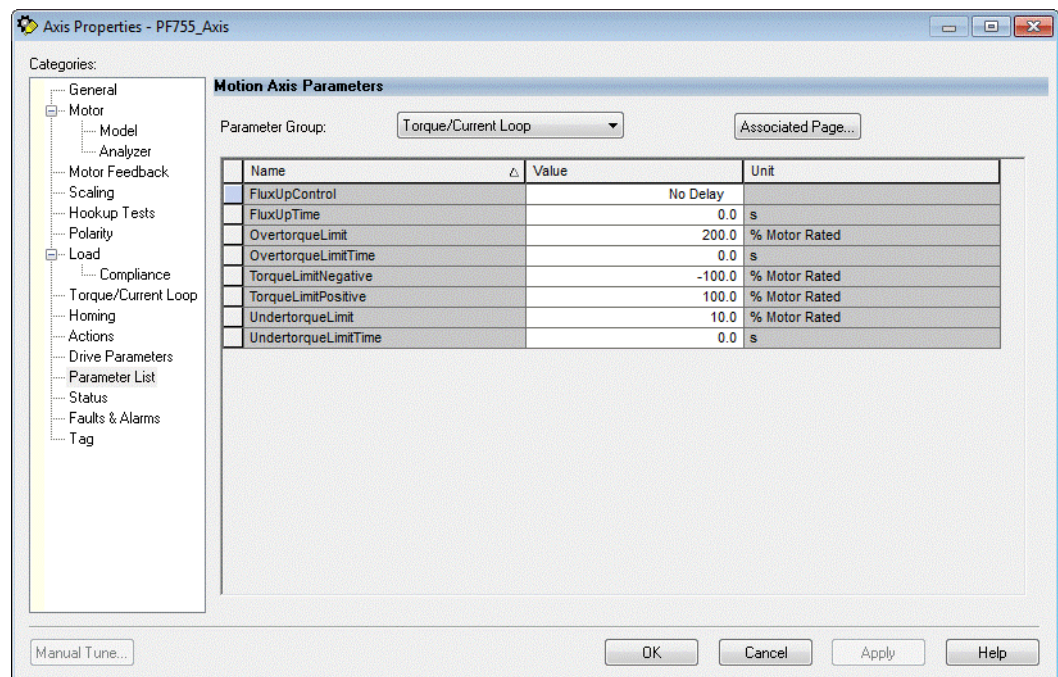
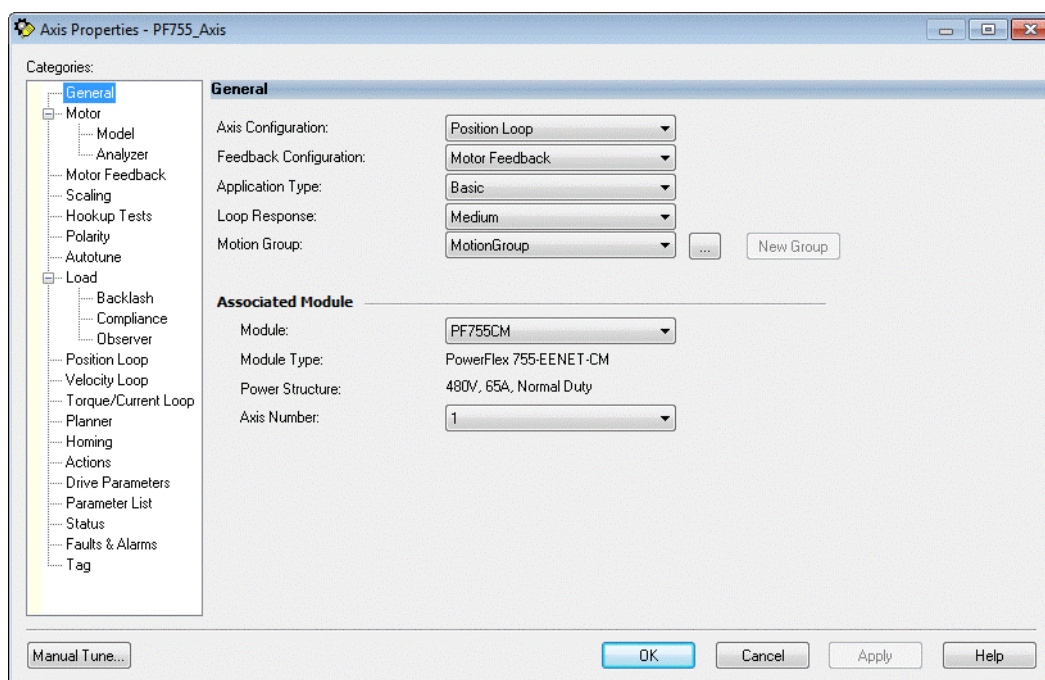
Параметры оси движения с контуром регулирования крутящего момента

табл. 15 - Взаимосвязи между экземплярами класса объектов контура регулирования крутящего момента и параметрами

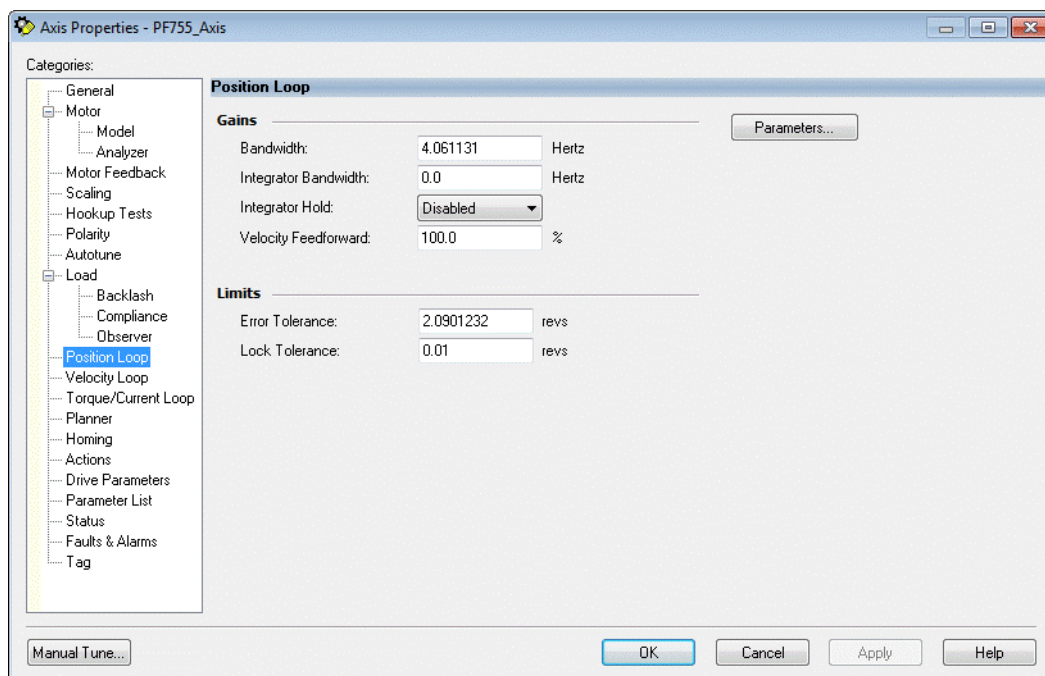
Экземпляр класса объектов интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP	Параметр привода
Flux Up Control	P43 [Flux Up Enable]
Flux Up Time	P44 [Flux Up Time]
Overtorque Limit	P436 [Shear Pin1 Level]
Overtorque Limit Time	P437 [Shear Pin 1 Time]
Torque Limit Negative	P671 [Neg Torque Limit]
Torque Limit Positive	P670 [Pos Torque Limit]
Undertorque Limit	P442 [Load Loss Level]
Undertorque Limit Time	P443 [Load Loss Time]

Настройка свойств оси с контуром регулирования положения

Общие свойства оси с контуром регулирования положения



Свойства оси с контуром регулирования положения



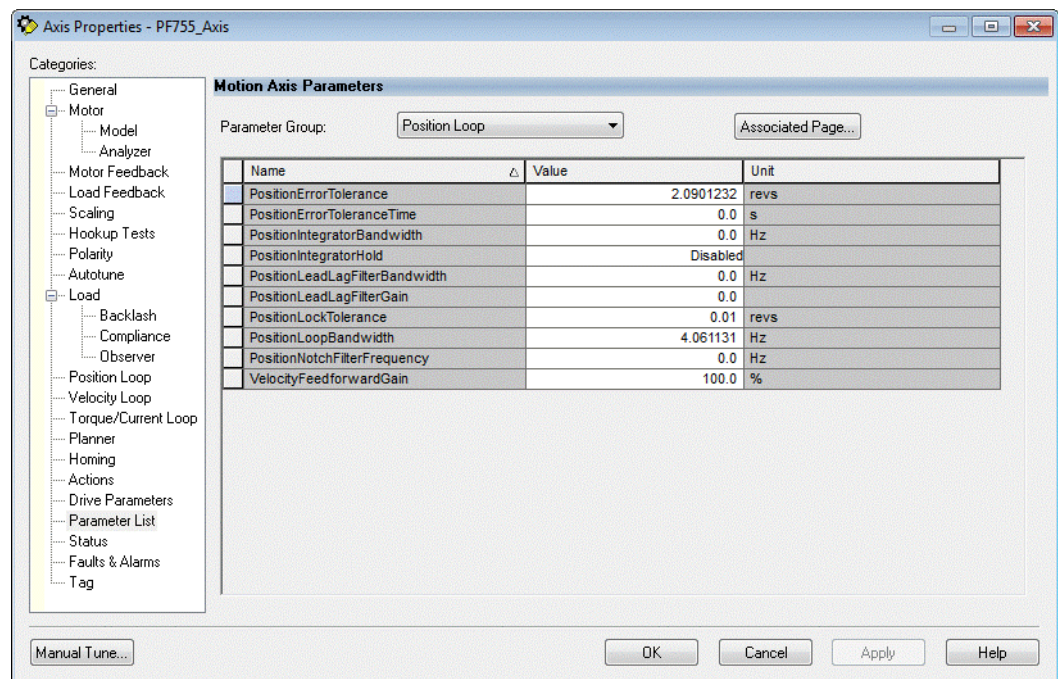
Параметры оси движения с контуром регулирования положения

табл. 16 - Взаимосвязи между экземплярами класса объектов контура регулирования положения и параметрами

Экземпляр класса объектов интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP	Параметр привода
Position Integrator Bandwidth	P838 [Psn Reg Ki]
Position Integrator Hold	P721 [Position Control]
Position Lead Lag Filter Bandwidth	P834 [Psn Out Fltr BW]
Position Lead Lag Filter Gain	P833 [Psn Out FltrGain]
Position Loop Bandwidth	P839 [Psn Reg Kp]
Position Notch Filter Frequency	P830 [PsnNtchFltrFreq]
Velocity Feed Forward Gain	P549 [Spd Ref A Mult]

Настройка свойств оси с данными асинхронного двигателя

Свойства оси с данными асинхронного двигателя

Axis Properties - PF755_Axis

Categories:

- General
- Motor**
 - Model
 - Analyzer
- Scaling
- Hookup Tests
- Polarity
- Autotune
- Load
 - Compliance
 - Observer
- Velocity Loop
- Torque/Current Loop
- Planner
- Actions
- Drive Parameters
- Parameter List
- Status
- Faults & Alarms
- Tag

Motor Device Specification

Data Source: Nameplate Datasheet Parameters...

Catalog Number: <none> Change Catalog...

Motor Type: Rotary Induction

Units: Rev

Nameplate / Datasheet - Phase to Phase parameters

Rated Power:	0.025	kW	Pole Count:	4
Rated Voltage:	230.0	Volts (RMS)	Rated Frequency:	60.0 Hertz
Rated Speed:	1600.0	RPM		
Rated Current:	0.22	Amps (RMS)		
			Motor Overload Limit:	100.0 % Rated

Manual Tune... OK Cancel Apply Help

Параметры оси движения с данными асинхронного двигателя

Axis Properties - PF755_Axis

Categories:

- General
- Motor**
 - Model
 - Analyzer
- Scaling
- Hookup Tests
- Polarity
- Autotune
- Load
 - Compliance
 - Observer
- Velocity Loop
- Torque/Current Loop
- Planner
- Actions
- Drive Parameters
- Parameter List
- Status
- Faults & Alarms
- Tag

Motion Axis Parameters

Parameter Group: Motor Associated Page...

Name	Value	Unit
InductionMotorRatedFrequency	60.0	Hz
MotorCatalogNumber	<none>	
MotorDataSource	Nameplate Datasheet	
MotorOverloadLimit	100.0	% Motor Rated
MotorRatedContinuousCurrent	0.22	Amps (RMS)
MotorRatedOutputPower	0.025	kW
MotorRatedVoltage	230.0	Volts (RMS)
MotorType	Rotary Induction	
MotorUnit	Rev	
RotaryMotorPoles	4	
RotaryMotorRatedSpeed	1600.0	RPM

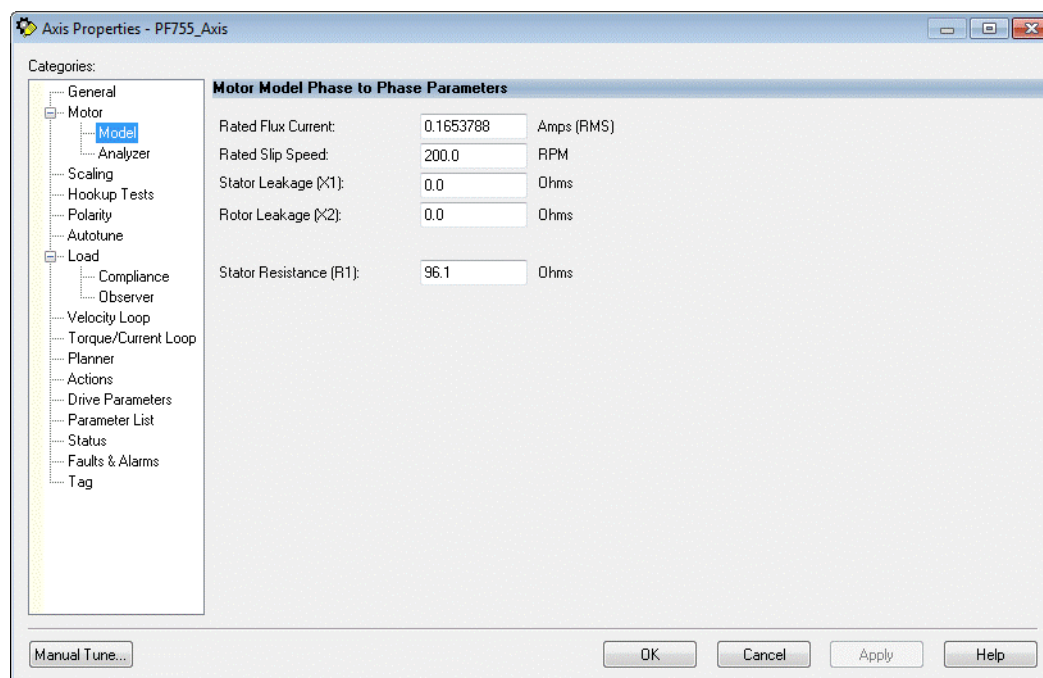
Manual Tune... OK Cancel Apply Help

табл. 17 - Взаимосвязи между экземплярами класса объектов данных асинхронного двигателя и параметрами

Экземпляр класса объектов интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP	Параметр привода
Induction Motor Rated Frequency	P27 [Motor NP Hertz]
Motor Overload Limit	P413 [Mtr OL Factor]
Motor Rated Continuous Current	P26 [Motor NP Amps]
Motor Rated Output Power	P30 [Motor NP Power]
Motor Rated Voltage	P25 [Motor NP Volts]
Motor Type	P35 [Motor Cntl Mode]
Rotary Motor Poles	P31 [Motor Poles]
Rotary Motor Rated Speed	P28 [Motor NP RPM]

Настройка свойств оси с моделью асинхронного двигателя

Параметры оси движения с моделью асинхронного двигателя

**табл. 18 - Взаимосвязи между экземплярами класса объектов модели асинхронного двигателя и параметрами**

Экземпляр класса объектов интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP	Параметр привода
Induction Motor Flux Current	P75 [Flux Current Ref]
Induction Motor Rated Slip Speed	P621 [Slip RPM at FLA]
Induction Motor Stator Leakage Resistance	P74 [Ixo Voltage Drop]
Induction Motor Rotor Leakage Resistance	P74 [Ixo Voltage Drop]
Induction Motor Stator Resistance	P73 [IR Voltage Drop]

Настройка свойств оси с данными двигателя с постоянными магнитами

Свойства оси с данными двигателя с постоянными магнитами

Axis Properties - PF755_Axis

Categories:

- General
- Motor**
- Model
- Analyzer
- Scaling
- Hookup Tests
- Polarity
- Autotune
- Load
 - Compliance
 - Observer
- Velocity Loop
- Torque/Current Loop
- Planner
- Actions
- Drive Parameters
- Parameter List
- Status
- Faults & Alarms
- Tag

Motor Device Specification

Data Source: Nameplate Datasheet Parameters...

Catalog Number: <none> Change Catalog...

Motor Type: Rotary Permanent Magnet

Units: Rev

Nameplate / Datasheet - Phase to Phase parameters

Rated Power:	0.025	kW	Pole Count:	8
Rated Voltage:	230.0	Volts (RMS)		
Rated Speed:	1600.0	RPM		
Rated Current:	0.22	Amps (RMS)	Peak Current:	0.0 Amps (RMS)
			Motor Overload Limit:	100.0 % Rated

Manual Tune... OK Cancel Apply Help

Параметры оси движения с данными двигателя с постоянными магнитами

Axis Properties - PF755_Axis

Categories:

- General
- Motor**
- Model
- Analyzer
- Scaling
- Hookup Tests
- Polarity
- Autotune
- Load
 - Compliance
 - Observer
- Velocity Loop
- Torque/Current Loop
- Planner
- Actions
- Drive Parameters
- Parameter List
- Status
- Faults & Alarms
- Tag

Motion Axis Parameters

Parameter Group: Motor Associated Page...

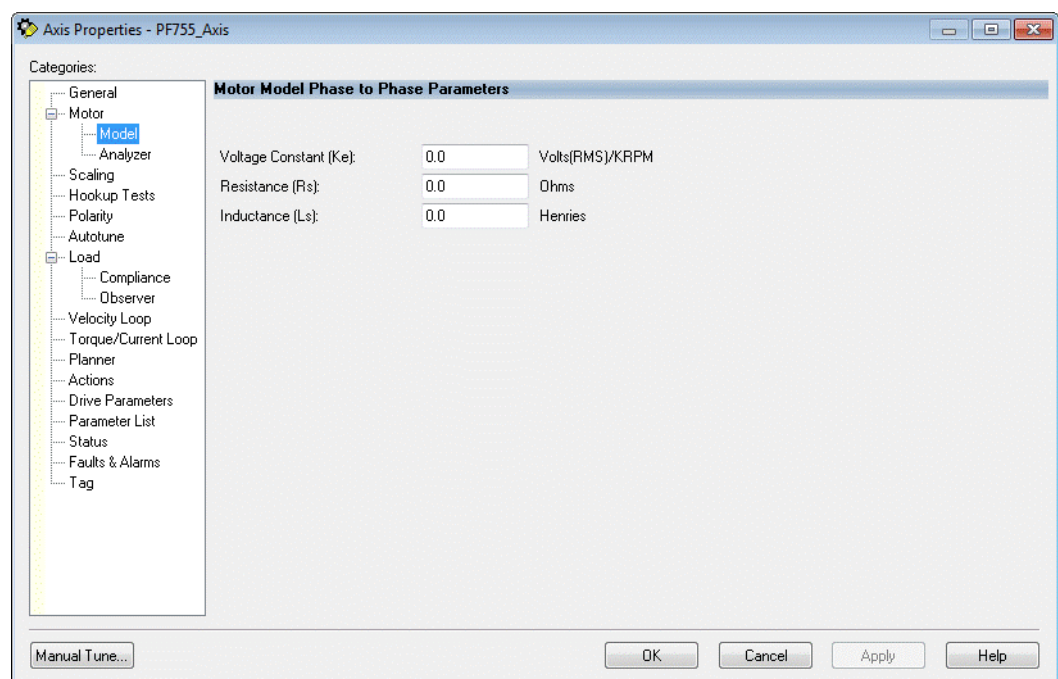
Name	Value	Unit
MotorCatalogNumber	<none>	
MotorDataSource	Nameplate Datasheet	
MotorOverloadLimit	100.0	% Motor Rated
MotorRatedContinuousCurrent	0.22	Amps (RMS)
MotorRatedOutputPower	0.025	kW
MotorRatedPeakCurrent	0.22	Amps (RMS)
MotorRatedVoltage	230.0	Volts (RMS)
MotorType	Rotary Permanent Magnet	
MotorUnit	Rev	
RotaryMotorPoles	8	
RotaryMotorRatedSpeed	1600.0	RPM

Manual Tune... OK Cancel Apply Help

табл. 19 - Взаимосвязи между экземплярами класса объектов данных двигателя с постоянными магнитами и параметрами

Экземпляр класса объектов интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP	Параметр привода
Motor Overload Limit	P413 [Mtr OL Factor]
Motor Rated Continuous Current	P26 [Motor NP Amps]
Motor Rated Output Power	P30 [Motor NP Power]
Motor Rated Peak Current	P422 [Current Limit 1]
Motor Rated Voltage	P25 [Motor NP Volts]
Motor Type	P35 [Motor Cntl Mode]
Rotary Motor Poles	P31 [Motor Poles]
Rotary Motor Rated Speed	P28 [Motor NP RPM]

Параметры оси движения с моделью двигателя с постоянными магнитами

**табл. 20 - Взаимосвязи между экземплярами класса объектов модели двигателя с постоянными магнитами и параметрами**

Экземпляр класса объектов интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP	Параметр привода
PM Motor Rotary Voltage Constant	P86 [PM CEMF Voltage]
PM Motor Resistance	P87 [PM IR Voltage]
PM Motor Inductance	P88 [PM IXq Voltage] P89 [PM IXd Voltage]

Настройка свойств оси с обратной связью двигателя

Свойства оси с обратной связью двигателя

Axis Properties - PF755_Axis

Categories:

- General
- Motor
 - Model
 - Analyzer
 - Motor Feedback**
 - Load Feedback
 - Scaling
 - Hookup Tests
 - Polarity
 - Autotune
- Load
 - Backlash
 - Compliance
 - Observer
- Position Loop
- Velocity Loop
- Torque/Current Loop
- Planner
- Homing
- Actions
- Drive Parameters
- Parameter List
- Status
- Faults & Alarms
- Tag

Motor Feedback Device Specification

Device Function: Motor Mounted Feedback Parameters...

Feedback Channel: Feedback 1

Type: Hiperface

Units: Rev

Hiperface

Cycle Resolution: 1024 Feedback Cycles/Rev

Cycle Interpolation: 1024 Feedback Counts per Cycle

Effective Resolution: 1048576 Feedback Counts per Rev

Startup Method: Absolute

Turns: 1

Manual Tune... OK Cancel Apply Help

Параметры оси движения с обратной связью двигателя

Axis Properties - PF755_Axis

Categories:

- General
- Motor
 - Model
 - Analyzer
 - Motor Feedback
 - Load Feedback
 - Scaling
 - Hookup Tests
 - Polarity
 - Autotune
- Load
 - Backlash
 - Compliance
 - Observer
- Position Loop
- Velocity Loop
- Torque/Current Loop
- Planner
- Homing
- Actions
- Drive Parameters
- Parameter List
- Status
- Faults & Alarms
- Tag

Motion Axis Parameters

Parameter Group: Motor Feedback Associated Page...

Name	Value	Unit
Feedback1AccelFilterBandwidth	0.0	Hz
Feedback1CycleInterpolation	1024	Feedback Counts/Feedback Cycle
Feedback1CycleResolution	1024	Feedback Cycles/Rev
Feedback1StartupMethod	Absolute	
Feedback1Turns	1	Rev
Feedback1Type	Hiperface	
Feedback1Unit	Rev	
Feedback1VelocityFilterBandwidth	40743.66	Hz
Feedback1VelocityFilterTaps	1	# of Delay Taps

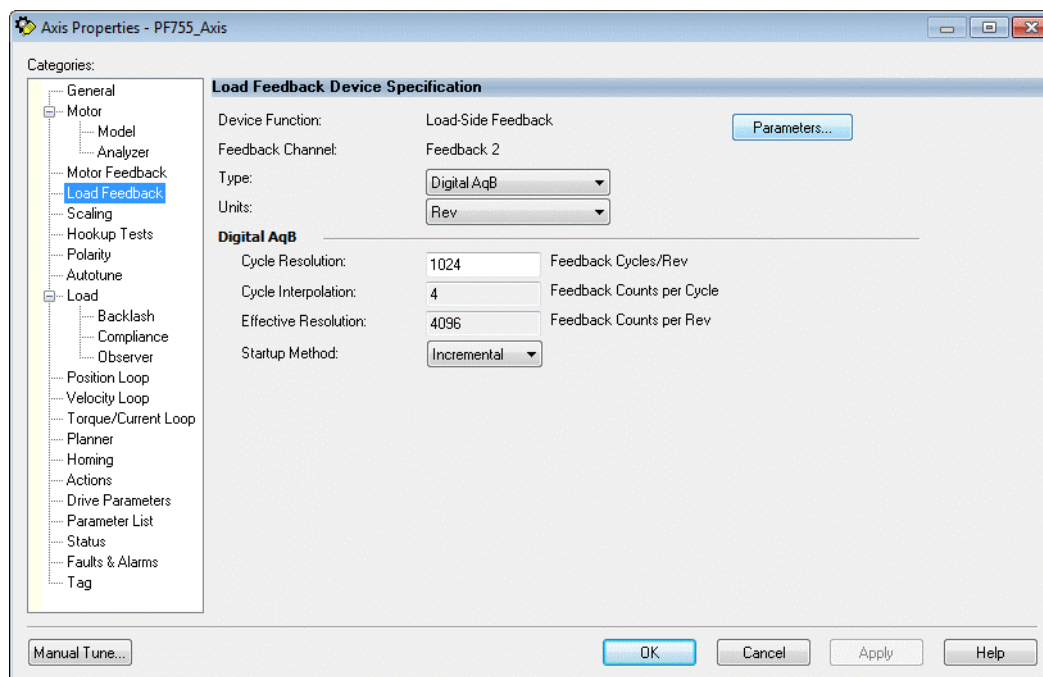
Manual Tune... OK Cancel Apply Help

табл. 21 - Взаимосвязи между экземплярами класса объектов обратной связи двигателя и параметрами

Экземпляр класса объектов интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP	Параметр привода
Feedback n Accel Filter Bandwidth	P705 [Inertia Adapt BW]
Feedback n Cycle Resolution	ENC: P02 [Encoder PPR] DENC: P02 [Encoder 0 PPR] DENC: P12 [Encoder 1 PPR] UFB: P15 [FB0 IncAndSC PPR] UFB: P45 [FB1 IncAndSC PPR]
Feedback n Turns	UFB: P22 [FB0 SSI Turns] UFB: P52 [FB1 SSI Turns]
Feedback n Type	UFB: P06 [FB0 Device Sel] UFB: P36 [FB1 Device Sel]
Feedback n Velocity Filter Bandwidth	P639 [SReg FB Fltr BW]
Feedback n Velocity Filter Taps	P126 [Pri Vel FdbkFltr]

Настройка свойств оси с обратной связью нагрузки двигателя

Свойства оси с обратной связью нагрузки двигателя



Параметры оси движения с обратной связью нагрузки двигателя

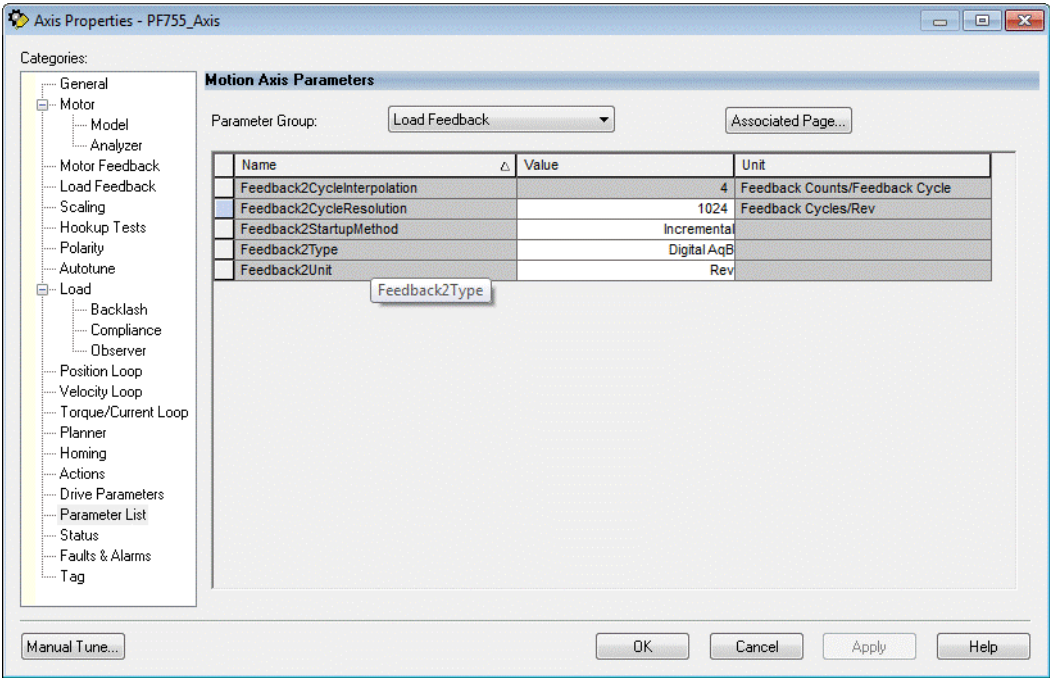


табл. 22 - Взаимосвязи между экземплярами класса объектов обратной связи нагрузки двигателя и параметрами

Экземпляр класса объектов интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP	Параметр привода
Feedback n Cycle Resolution	ENC: P02 [Encoder PPR] DENC: P02 [Encoder 0 PPR] DENC: P12 [Encoder 1 PPR] UFB: P15 [FB0 IncAndSC PPR] UFB: P45 [FB1 IncAndSC PPR]

Настройка свойств оси нагрузки

Свойства оси нагрузки

Categories:

- General
- Motor
 - Model
 - Analyzer
 - Motor Feedback
 - Scaling
 - Hookup Tests
 - Polarity
 - Autotune
 - Load
 - Backlash
 - Compliance
 - Observer
- Position Loop
- Velocity Loop
- Torque/Current Loop
- Planner
- Homing
- Actions
- Drive Parameters
- Parameter List
- Status
- Faults & Alarms
- Tag

Characteristics of Motor Load

Load Inertia/Mass

Load Coupling: Rigid

☐ Use Load Ratio

Load Ratio: 0.0 Load Inertia/Motor Inertia

Motor Inertia: 0.0 $\text{kg}\cdot\text{m}^2$

Total Inertia: 0.0 $\text{kg}\cdot\text{m}^2$

Inertia/Mass Compensation

System Inertia: 0.0 % Rated/(Rev/s²)

System Acceleration: 0.0 Rev/s² @100 % Rated

Active Load Compensation

Torque Offset: 0.0 % Rated

Manual Tune... OK Cancel Apply Help

Параметры оси движения нагрузки

Axis Properties - PF755_Axis

Categories:

- General
- Motor
 - Model
 - Analyzer
 - Motor Feedback
 - Scaling
 - Hookup Tests
 - Polarity
 - Autotune
 - Load
 - Backlash
 - Compliance
 - Observer
- Position Loop
- Velocity Loop
- Torque/Current Loop
- Planner
- Homing
- Actions
- Drive Parameters
- Parameter List
- Status
- Faults & Alarms
- Tag

Motion Axis Parameters

Parameter Group: Load Associated Page...

Name	Value	Unit
LoadCoupling	Rigid	
LoadRatio	0.0	Load Inertia/Motor Inertia
RotaryMotorInertia	0.0	$\text{kg}\cdot\text{m}^2$
SystemInertia	0.0	% Rated/(Rev/s ²)
TorqueOffset	0.0	% Motor Rated
TotalInertia	0.0	$\text{kg}\cdot\text{m}^2$
UseLoadRatio	False	

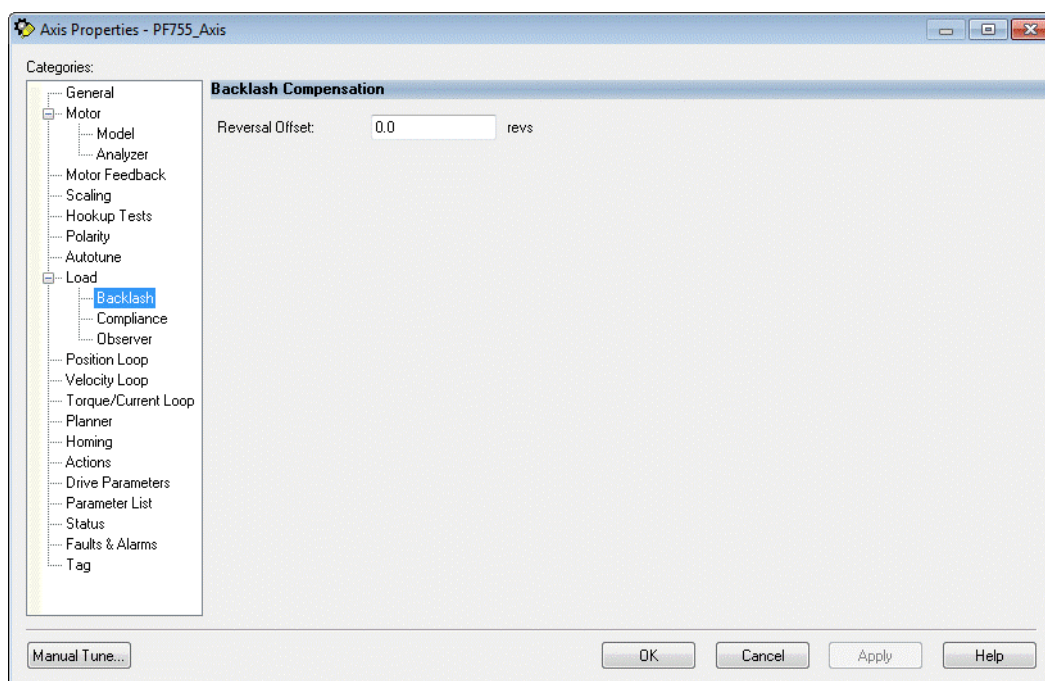
Manual Tune... OK Cancel Apply Help

табл. 23 - Взаимосвязи между экземплярами класса объектов нагрузки и параметрами

Экземпляр класса объектов интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP	Параметр привода
Total Inertia	P76 [Total Inertia]
Torque Offset + Torque Trim	P686 [Torque Step] <ul style="list-style-type: none"> Сигнал смещения крутящего момента «Torque Offset» суммируется с сигналом коррекции крутящего момента «Torque Trim», и эти сигналы синхронно посылаются на привод во время каждого периода грубого обновления данных. Значение «Torque Trim» используется для «активной» коррекции крутящего момента в реальном времени, а значение «Torque Offset» используется для постоянной компенсации погрешности крутящего момента в системе.

Настройка свойств оси люфта нагрузки

Свойства оси люфта нагрузки



- Значение смещения для обратного хода «Reversal Offset» хранится в планировщике движения «Motion Planner» контроллера.

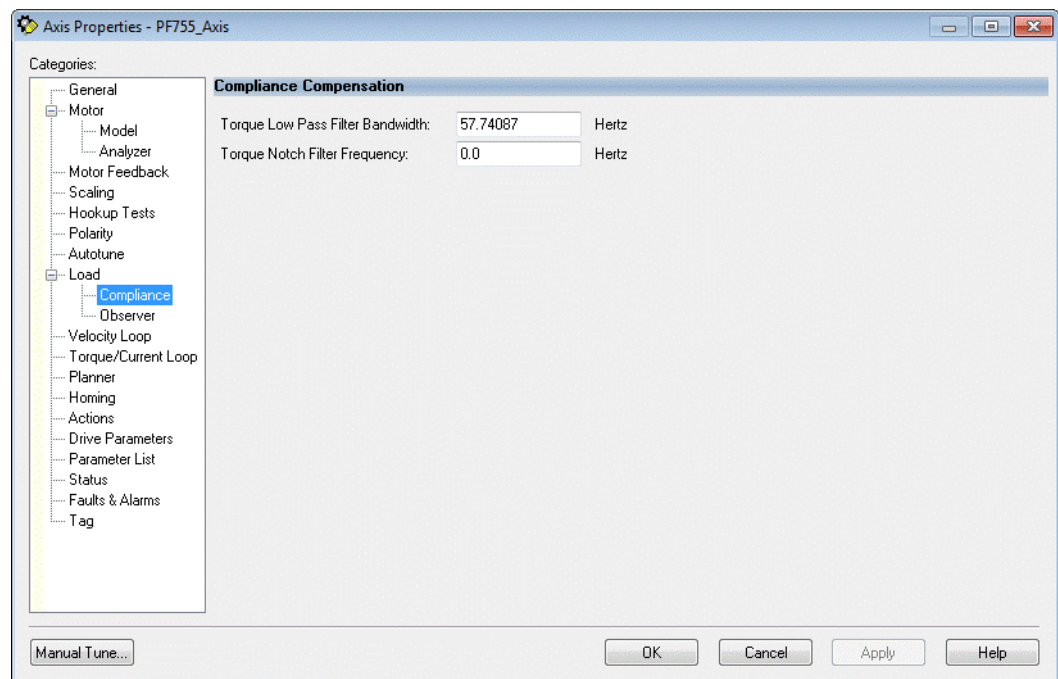
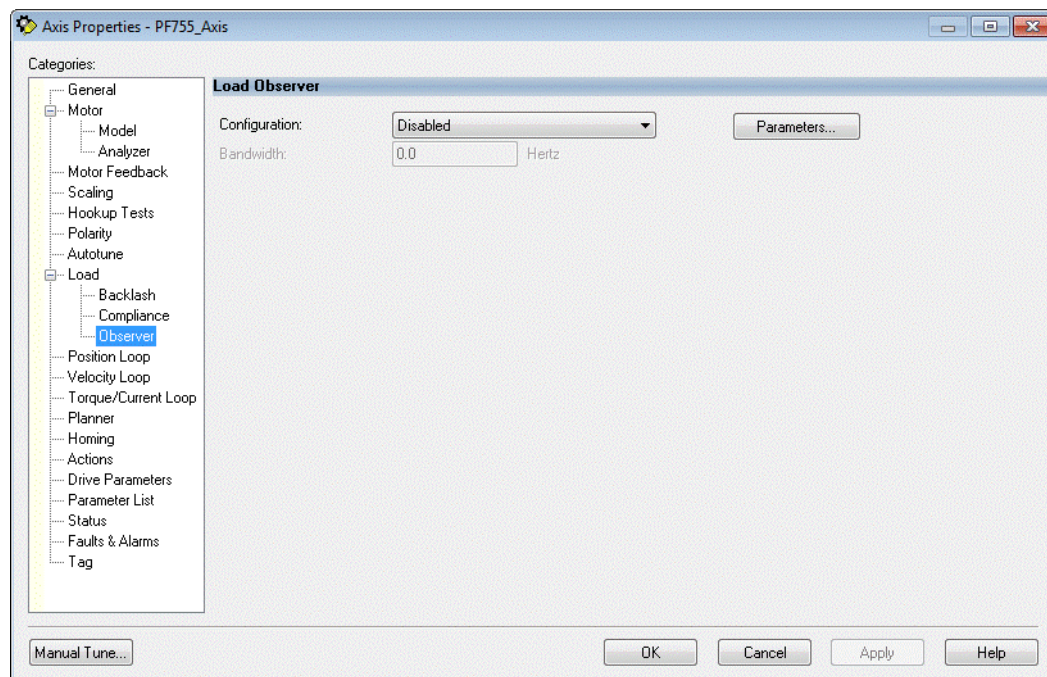
Параметры оси движения для согласования с нагрузкой

табл. 24 - Взаимосвязи между экземплярами класса объектов согласования с нагрузкой и параметрами

Экземпляр класса объектов интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP	Параметр привода
Torque Low Pass Filter Bandwidth	P659 [SReg Outfltr BW]
Torque Notch Filter Frequency	P687 [Notch Fltr Freq]

Настройка свойств оси с контролем нагрузки

Свойства оси с контролем нагрузки



Параметры оси движения с контролем нагрузки

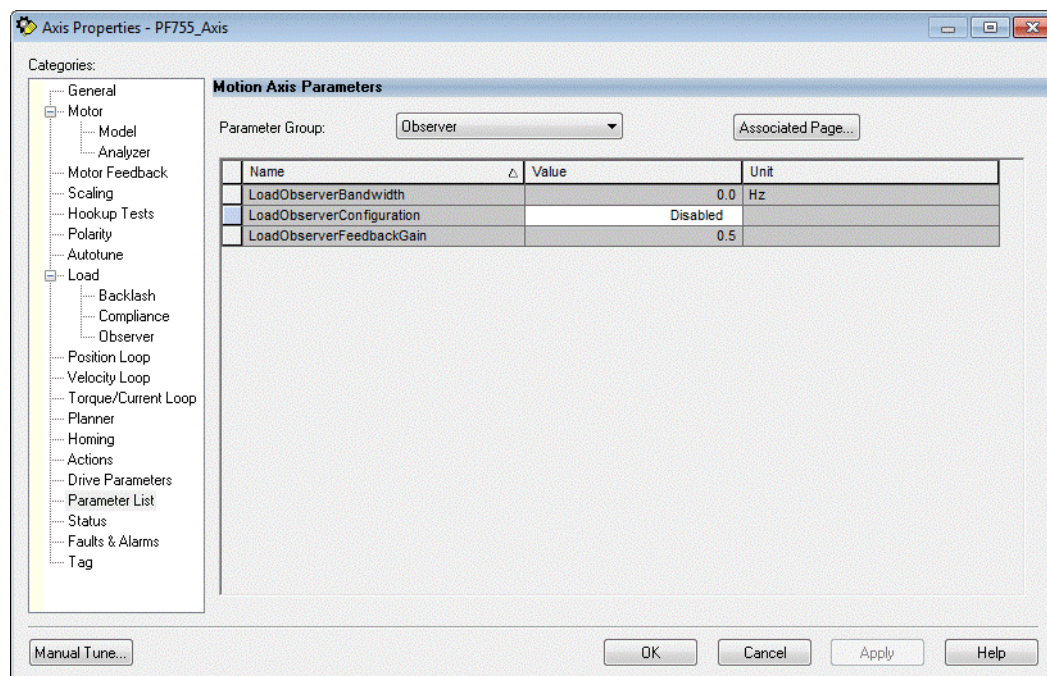
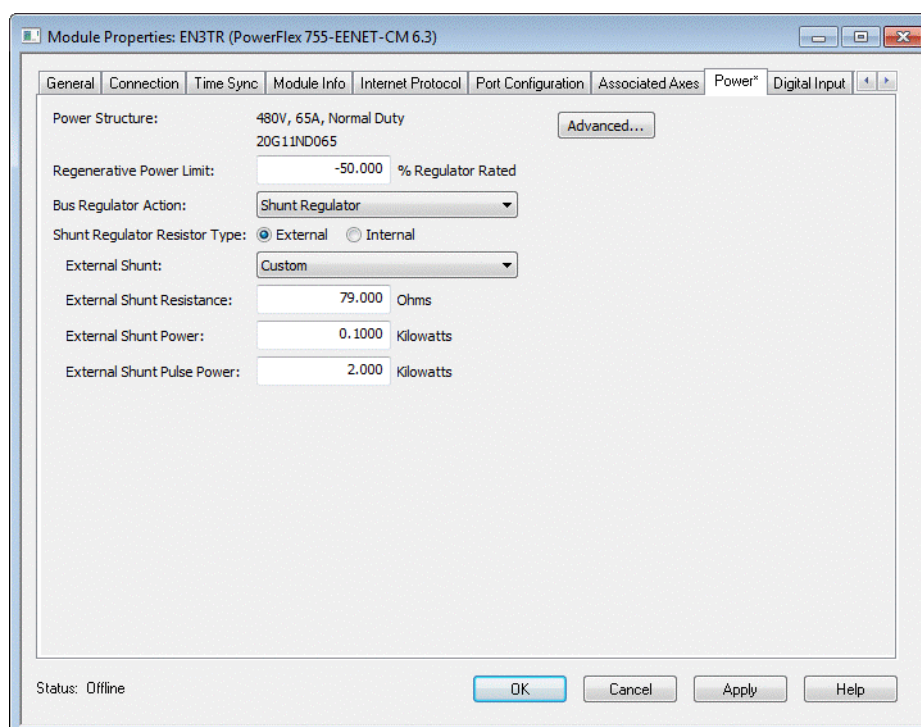


табл. 25 - Взаимосвязи между экземплярами класса объектов контроля нагрузки и параметрами

Экземпляр класса объектов интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP	Параметр привода
Load Observer Bandwidth	P711 [Load Observer BW]
Load Observer Configuration	P704 [InAdp LdObs Mode]
Load Observer Feedback Gain	P706 [InertiaAdaptGain]

Конфигурация вкладки «Power» в окне свойств модуля «Module Properties»

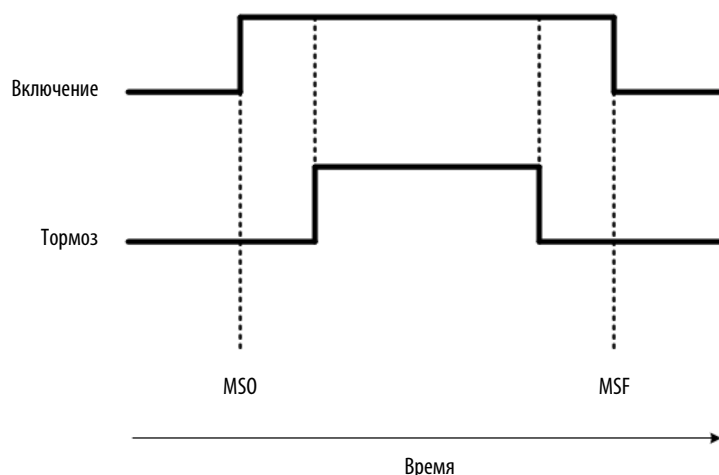
**табл. 26 - Взаимосвязи между элементами вкладки «Power» и параметрами**

Экземпляр класса объектов интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP	Параметр привода
Regenerative Power Limit	P426 [Regen Power Lmt]
Bus Regulator Action	P372 [Bus Reg Mode A]
Shunt Regulator Resistor Type	P382 [DB Resistor Type]
External Shunt Resistance	P383 [DB Ext Ohms]
External Shunt Power	P384 [DB Ext Watts]
External Shunt Pulse Power	P385 [DB ExtPulseWatts]

Управление тормозом двигателя

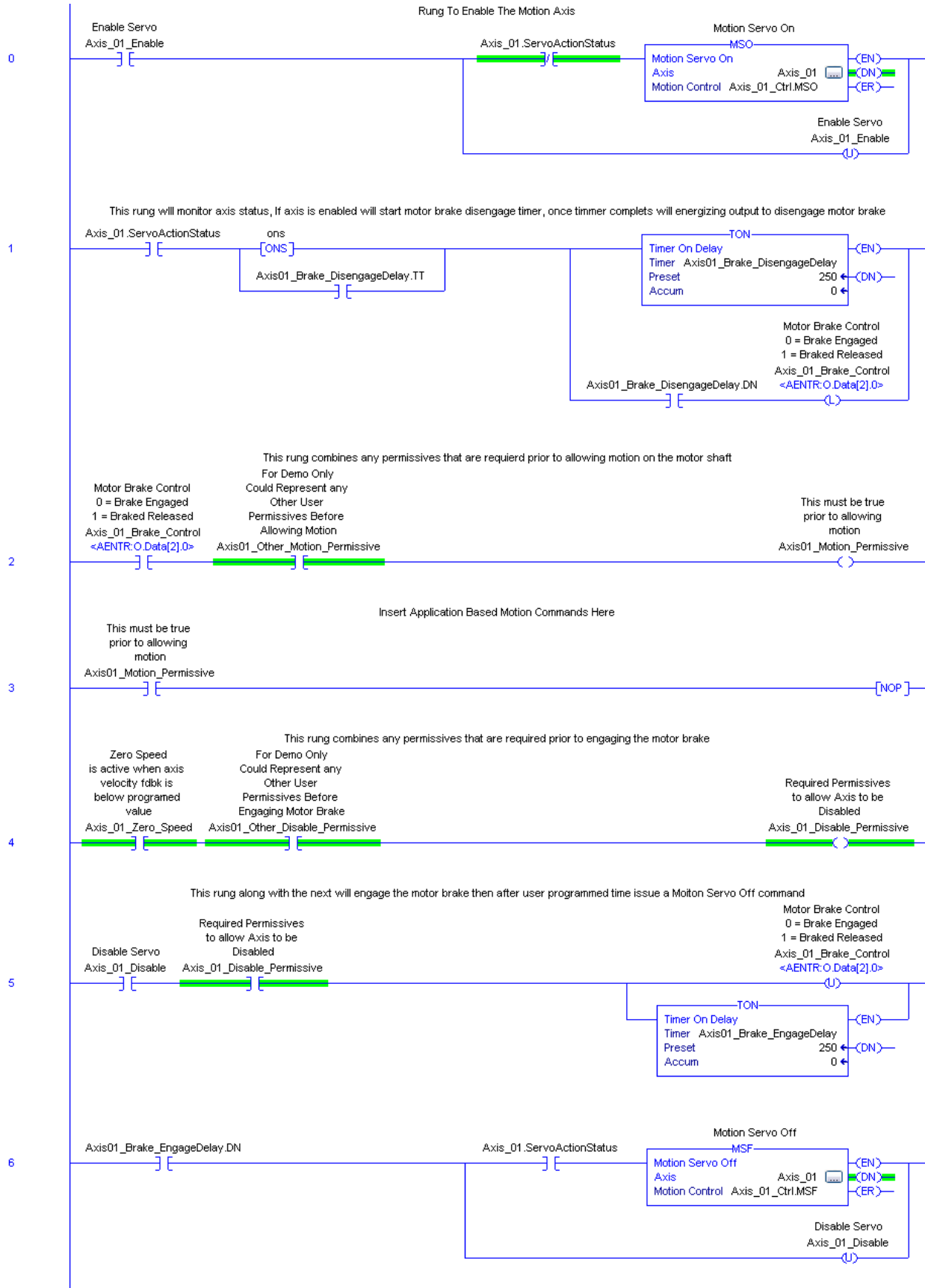
Если привод PowerFlex 755 настроен на использование системы интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP, ни один из дополнительных модулей ввода/вывода не поддерживается. Обычные средства, с помощью которых привод управляет тормозом и использует свои входы/выходы, не поддерживаются. Функцию управления тормозом двигателя необходимо настроить вручную в контроллере Logix. Основные действия заключаются в том, чтобы включить привод с помощью инструкции MSO, убедиться в том, что привод включен, и затем подать питание, чтобы освободить тормоз двигателя. Задержка с момента включения привода до момента отпускания тормоза зависит от конкретного двигателя и нагрузки. Аналогичная последовательность действий применяется при отключении привода с помощью инструкции MSF. В этом случае тормоз будет включен и по прошествии заданного пользователем времени будет отключен привод. На [рис. 35](#) показаны эти действия.

рис. 35 - Циклограмма

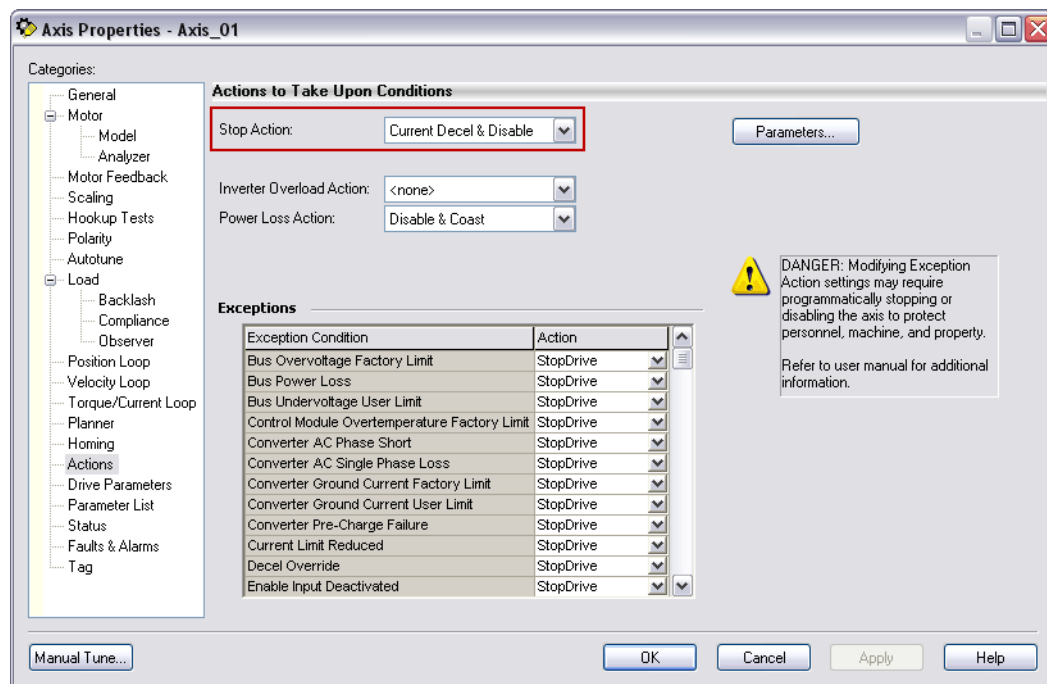


На примере релейной логической схемы на [рис. 36](#) на [стр. 343](#) показано возможное решение для реализации функции управления тормозом (этот программный код приводится только в качестве примера, и не является единственным решением по управлению тормозом). Требования к управлению тормозом определяются в каждом конкретном случае применения этой функции.

рис. 36 - Пример программного кода для управления тормозом



Наряду с нормальными режимами работы оборудования также необходимо иметь возможность для включения тормоза в случае аварии. Программа Logix может следить за авариями и включать тормоз в случае аварии. Для определения момента включения тормоза при аварии необходимо знать, какие действия при останове настроены в приводе. Этот момент также определяется с учетом особенностей конкретной области применения. Действия при останове настраиваются на экране «Axis Properties / Actions» (как показано на этом примере).



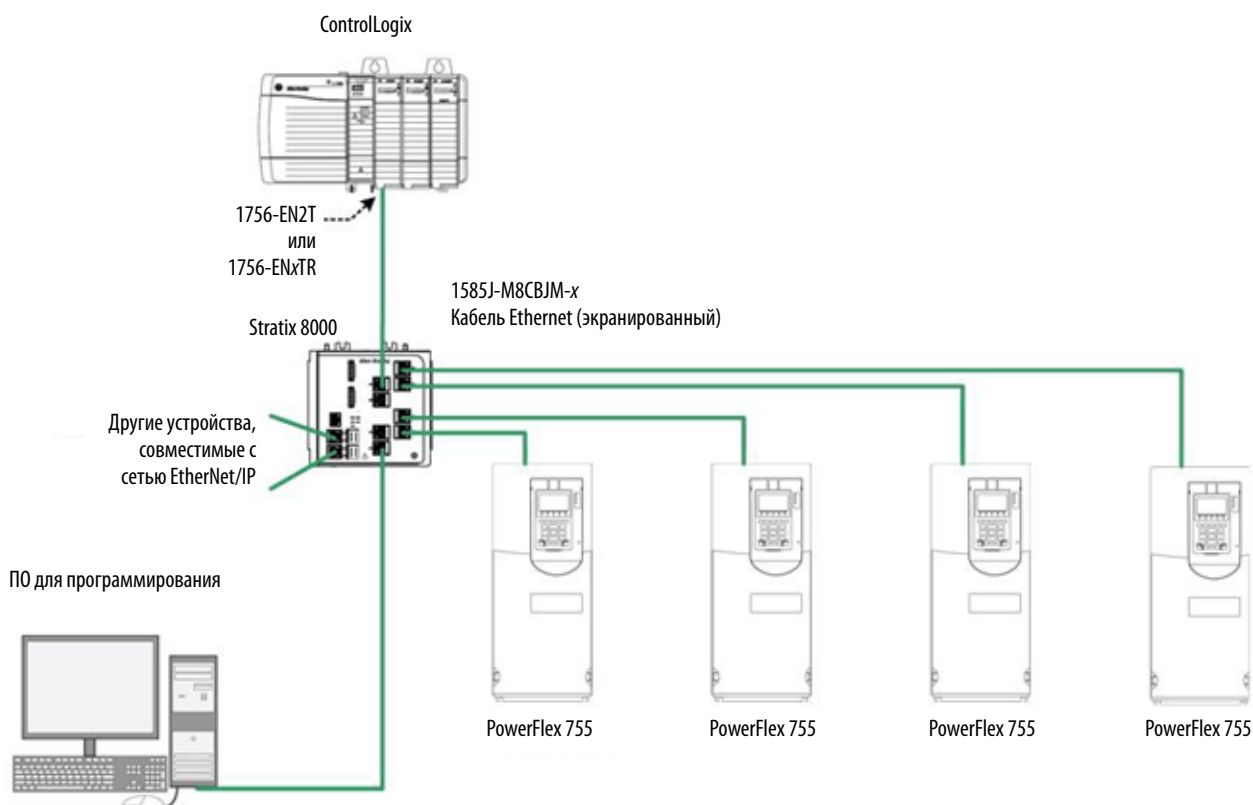
Топологии сети

В этом разделе приведены примеры топологий сети, которые могут использоваться при реализации функции интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP с помощью одного из следующих средств программирования.

- RSLogix 5000, версия 19 и выше
- Программная среда Studio 5000, версия 21 и выше

Топология «звезда»

Топология «звезда» с коммутатором является традиционной конфигурацией сети Ethernet, в которой устройства по одному подключены к центральному сетевому коммутатору. Топология «звезда» наиболее эффективна в том случае, если устройства находятся рядом с центральным коммутатором. В сети с топологией «звезда» любой трафик, пересекающий сеть (т. е. идущий от устройства к устройству), должен проходить через центральный коммутатор.



Для этой топологии сети рекомендуется использовать управляемый коммутатор с прозрачной или граничной синхронизацией, а также с поддержкой протоколов QoS и IGMP.

Хотя здесь показан контроллер ControlLogix, также может применяться контроллер CompactLogix.

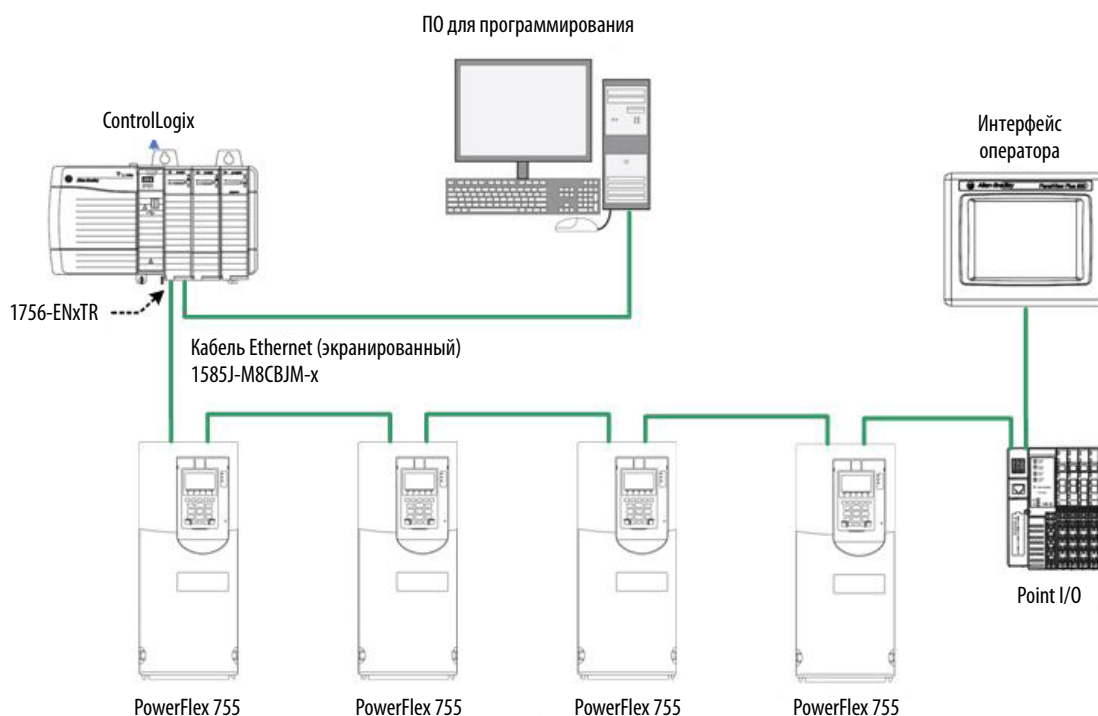
Преимущества и недостатки

Преимуществом сети с топологией «звезда» является то, что в случае потери прямой связи с каким-либо оконечным устройством остальная часть сети будет продолжать работу.

Основным недостатком топологии «звезда» является тот факт, что все оконечные устройства, как правило, должны быть подключены к центральному узлу, что увеличивает протяженность кабелей, а также увеличивает необходимое количество доступных портов центрального коммутатора, что приводит к повышению стоимости в пересчете на один узел.

Линейная топология

В сети с линейной топологией устройства соединены друг с другом с помощью встроенного коммутатора с двумя портами или через коммутатор-ответвитель сети EtherNet/IP (1783-ETAP) вместо подключения к центральному сетевому коммутатору.



Для применения этой топологии требуется дополнительный модуль с двумя портами EtherNet/IP или коммутатор-ответвитель для сети EtherNet/IP (1783-ETAP) (на этой схеме показан пример с дополнительными платами с двумя портами). Подробная информация о применении дополнительного модуля с двумя портами EtherNet/IP приведена в документе «Дополнительный модуль привода PowerFlex 20-750-ENETR с 2 портами EtherNet/IP. Руководство пользователя», публикация [750COM-UM008](#).

Хотя здесь показан контроллер ControlLogix, также может применяться контроллер CompactLogix.

Преимущества и недостатки

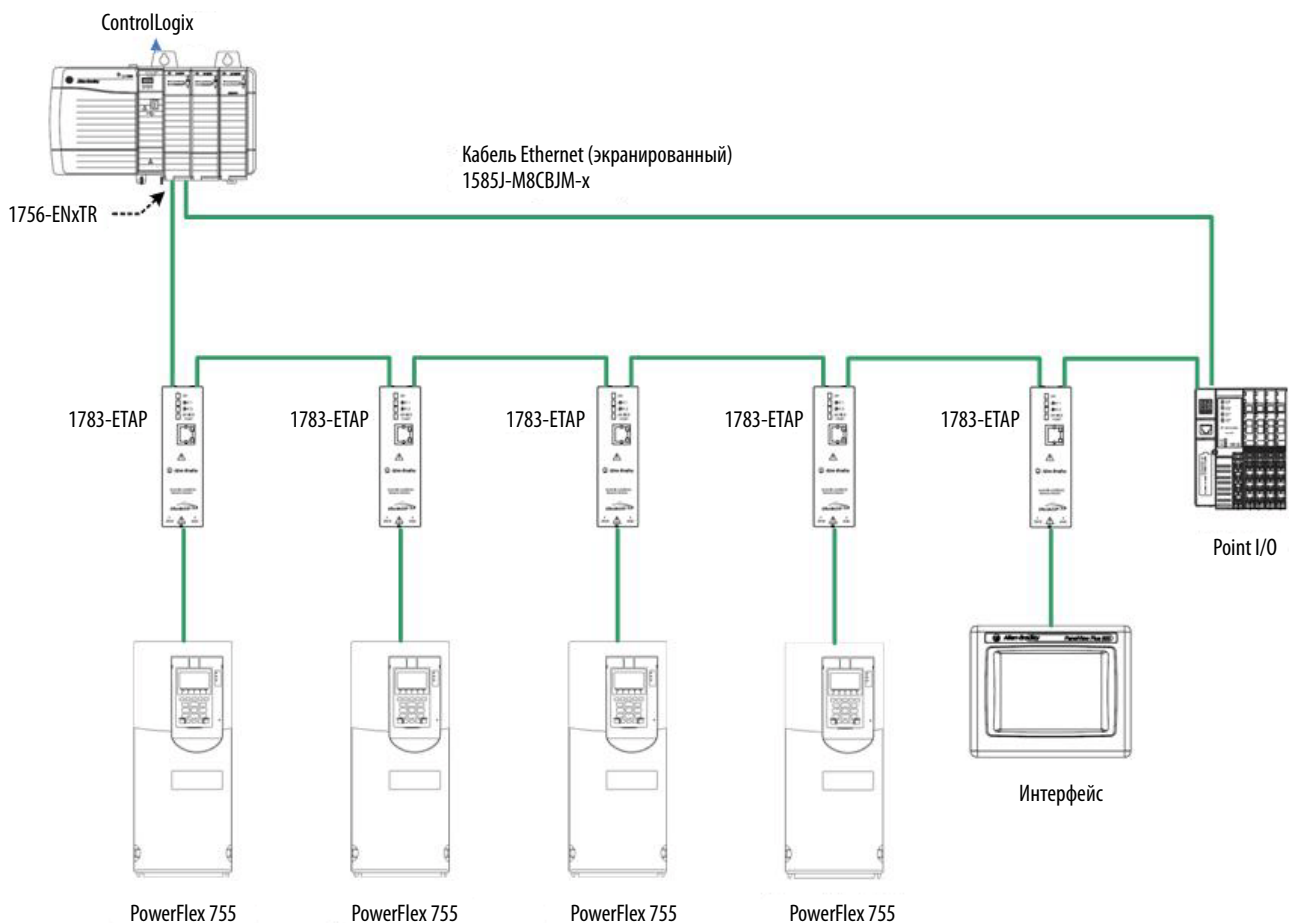
Линейная топология сети обладает следующими преимуществами.

- Эта топология упрощает развертывание сети благодаря отсутствию длинных кабелей от каждого устройства к центральному коммутатору.
- Сеть можно протянуть на большее расстояние, так как отдельные участки кабеля могут достигать длины до 100 м.
- Сеть может поддерживать до 50 разнообразных устройств на каждой линии.

Основным недостатком линейной топологии является тот факт, что потеря связи или неисправность линии приведут к отсоединению всех последующих устройств. Для устранения этого недостатка может быть применена кольцевая топология.

Кольцевая топология

Кольцевая топология, или кольцевая топология на уровне устройств (DLR), реализуется аналогично линейной топологии. Однако в этой сети есть дополнительное соединение, связывающее последнее устройство в линии с первым, тем самым замыкая петлю, или кольцо. Перед изменением линейной топологии на кольцевую необходимо обязательно настроить диспетчер кольца Ring Supervisor.



Для применения этой топологии требуется дополнительный модуль с двумя портами EtherNet/IP или коммутатор-ответвитель для сети EtherNet/IP (1783-ETAP) (на этой схеме показан пример с использованием ответвителей ETAP). Подробная информация о применении дополнительного модуля с двумя портами EtherNet/IP приводится в документе «Дополнительный модуль привода PowerFlex 20-750-ENETR с 2 портами EtherNet/IP. Руководство пользователя», публикация [750COM-UM008](#).

Хотя здесь показан контроллер ControlLogix, также может применяться контроллер CompactLogix.

Преимущества и недостатки

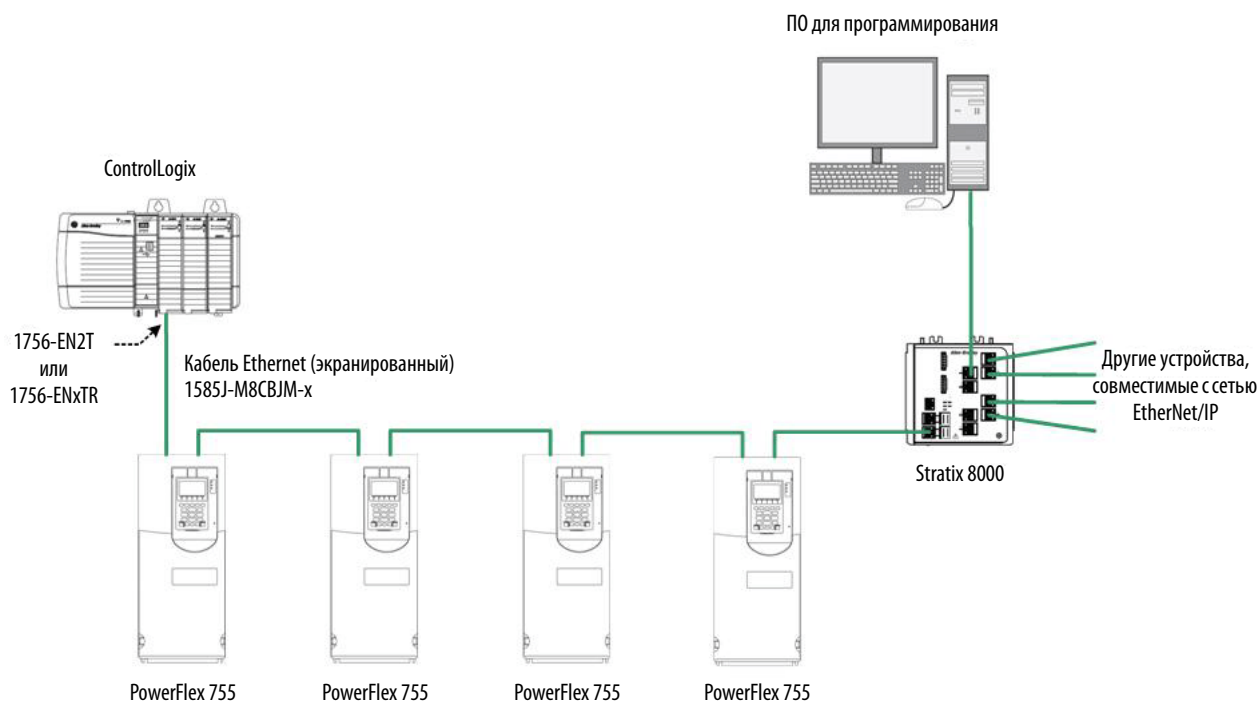
Кольцевая топология сети обладает следующими преимуществами.

- Простой монтаж
- Устойчивость к сосредоточенному отказу (обрыв кабеля или отказ устройства)
- Быстрое восстановление после сосредоточенного отказа

Основным недостатком кольцевой топологии является необходимость дополнительной настройки (например, активного диспетчера кольца) по сравнению с топологией «звезда» или линейной топологией сети.

Топология «линия»/«звезда»

В конце линии можно устанавливать сетевые коммутаторы, благодаря чему создается топология «линия»/«звезда». Устройства Ethernet, не оснащенные встроенными коммутаторами, могут подключаться к сети по топологии «звезда» через коммутатор.

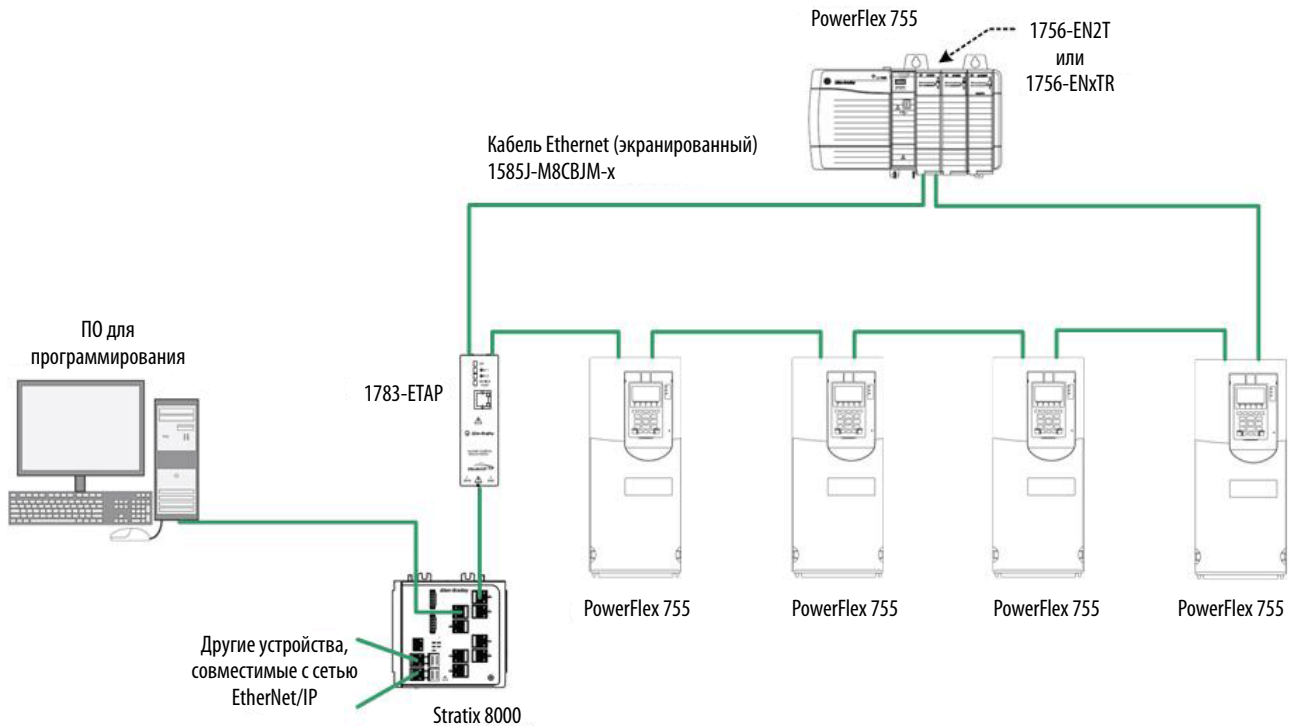


Для этой топологии сети рекомендуется использовать управляемый коммутатор с прозрачной или граничной синхронизацией, а также с поддержкой протоколов QoS и IGMP.

Хотя здесь показан контроллер ControlLogix, также может применяться контроллер CompactLogix.

Топология «кольцо»/«звезда»

Сетевые коммутаторы также можно соединить по кольцевой топологии на уровне устройств с помощью ответвителя Ethernet/IP, благодаря чему создается топология «кольцо»/«звезда».



Для этой топологии сети рекомендуется использовать управляемый коммутатор с прозрачной или граничной синхронизацией, а также с поддержкой протоколов QoS и IGMP.

Хотя здесь показан контроллер ControlLogix, также может применяться контроллер CompactLogix.

Сравнение перегрузочных характеристик приводов PowerFlex 755 и Kinetix 7000 при работе с двигателями с постоянными магнитами

Привод PowerFlex 755 можно настроить на работу в нормальном или тяжелом режиме. В тяжелом режиме номинальный ток привода понижен, благодаря чему можно сильнее увеличивать ток во время перегрузки.

Режим работы привода при перегрузках	0 Гц	100%	110%	150%	180%
Нормальный	50%	100%	Одна минута	3 секунды	Не применимо
Тяжелый	65%	75% от нормального режима	—	Одна минута в нормальном режиме	3 секунды в нормальном режиме

Перегрузочная способность привода Kinetix 7000 зависит от структуры силовой части. Однако Kinetix 7000 может выдавать 100%-ный ток при частоте 0 Гц.

В двигателях с постоянными магнитами крутящий момент прямо пропорционален току. Поэтому перегрузочная способность привода, к которому подключен двигатель, обеспечивает перегрузочную способность двигателя по крутящему моменту.

Конфигурации и ограничения для дополнительных модулей привода PowerFlex 755

Если привод PowerFlex 755 настроен на использование функции интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP, то поддерживаются не все дополнительные модули, и в некоторых случаях накладываются ограничения на порт блока управления, в который можно установить дополнительный модуль.

ВАЖНО Дополнительные модули ввода/вывода PowerFlex серии 750 (20-750-2262C-2R, 20-750-2263C-1R2T, 20-750-2262D-2R) нельзя использовать вместе с функцией интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP.

Поддерживаемые модули		Допустимые для установки порты
Каталожный №	Наименование дополнительного модуля	
20-750-S	Модуль безопасного отключения крутящего момента	6
20-750-S1	Модуль контроля безопасной скорости вращения	6
20-750-ENC	Плата одного инкрементального энкодера	4...8
20-750-DENC	Плата двух инкрементальных энкодеров	4...8
20-750-UFV	Плата универсальной обратной связи	4...6
20-750-APS	Вспомогательный источник питания	8
20-750-ENETR	Модуль Ethernet/IP с двумя портами	4 и 5

Если установлен неподходящий дополнительный модуль, то привод перестанет реагировать и на экране модуля интерфейса оператора появится сообщение «CONFIGURING».

Дополнительные модули безопасности (20-750-S, 20-750-S1)

При использовании любого из этих дополнительных модулей безопасности вместе с функцией интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP следует учитывать указанные ниже ограничения и требования к настройке конфигурации.

- Дополнительные модули необходимо устанавливать только в порт 6 блока управления привода.
- При добавлении привода в дерево ввода/вывода проекта необходимо выбрать конкретный модуль привода и каталожный номер дополнительного модуля. Например, при добавлении привода PowerFlex 755 с дополнительным модулем контроля безопасной скорости вращения следует выбрать 755-EENET-CM-S1.

Дополнительные модули обратной связи (20-750-ENC, 20-750-DENC и 20-750-UFB)

Соблюдайте инструкции по установке и настройке конфигурации, приведенные в руководстве «Преобразователи частоты PowerFlex серии 750. Инструкция по монтажу», публикация [750-IN001](#).

Дополнительный модуль вспомогательного источника питания (20-750-APS)

Соблюдайте инструкции по установке и настройке конфигурации, приведенные в руководстве «Преобразователи частоты PowerFlex серии 750. Инструкция по монтажу», публикация [750-IN001](#).

Дополнительный модуль с двумя портами EtherNet/IP (20-750-ENETR)

Соблюдайте инструкции по установке и настройке конфигурации, приведенные в руководстве «Преобразователи частоты PowerFlex серии 750. Инструкция по монтажу», публикация [750-IN001](#).

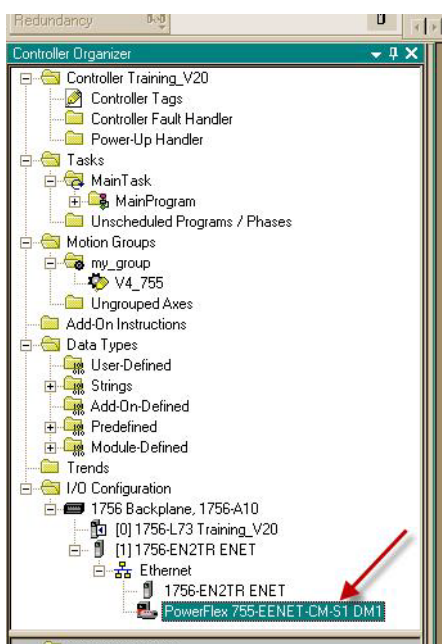
Рекуперация/ тормозной резистор

Если привод PowerFlex 755 с динамическим тормозом (шунтирующим регулятором) используется в системе с интегрированным управлением движением по сети EtherNet/IP, то динамический тормоз необходимо настроить в процессе настройки соединений ввода/вывода в свойствах встроенного в привод PowerFlex 755 модуля Ethernet/IP (EENET-СМ-xx). Неправильная настройка динамического тормоза может привести к механическому повреждению оборудования. Выбор номинала резистора динамического тормоза (шунта) не рассматривается в настоящем документе. Подробная информация о выборе номинала резистора приведена в справочнике «Drives Engineering Handbook», публикация [DEH-1300-10](#).

Конфигурация ввода/вывода для динамического тормоза (шунтирующего регулятора)

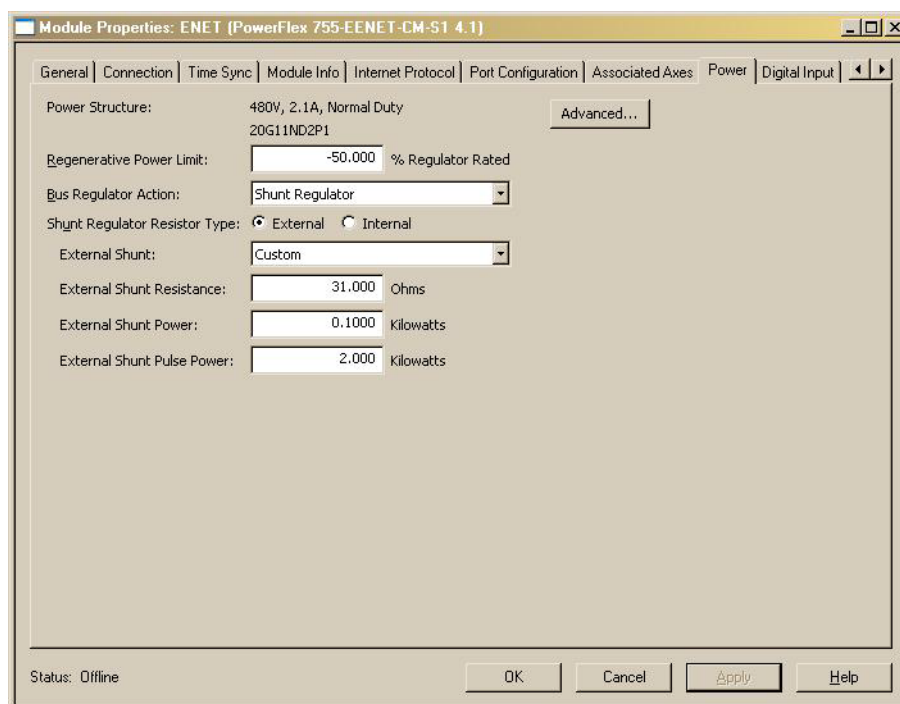
Настройка динамического тормоза (шунтирующего регулятора) для привода PowerFlex 755 в приложении Logix Designer производится описанным ниже способом.

1. В окне «I/O Configuration» дважды щелкните на модуле PowerFlex 755-EENET-СМ-хх, и выберите «Properties».



Откроется диалоговое окно «Module Properties».

2. Выберите вкладку «Power» и введите в соответствующие поля данные вашего приложения.



Regenerative Power Limit	Количество энергии, которое может пропустить через себя привод при работе двигателя в генераторном режиме. Если используется внешний рекуперативный модуль или шунтирующий резистор (динамический тормоз), то это значение рекомендуется выставить на -200,0%. Важно: если будет установлено слишком низкое значение, возможности привода по остановке двигателя будут ограничены.
Bus Regulator Action	<ul style="list-style-type: none"> Disabled – этот вариант отключает внутреннюю функцию регулирования напряжения на шине постоянного тока. Этот вариант следует выбирать в том случае, если к шине постоянного тока привода подключен внешний тормозной модуль или рекуперативный модуль. Shunt Regulator – этот вариант используется в том случае, если к приводу подключен шунтирующий резистор или если внутренний тормозной транзистор управляет рассеянием мощности в резисторе (тип шунтирующего резистора выбирается ниже). Adjustable Frequency – этот вариант позволяет приводу менять ограничения крутящего момента или темпы линейного изменения скорости, чтобы регулировать напряжение на шине постоянного тока. Этот вариант не рекомендуется использовать при управлении положением, так как при нем игнорируется управление скоростью и система будет работать с перебоем или не сможет остановиться. Shunt then Adjustable Frequency – этот вариант позволяет шунтирующему резистору поглотить то количество энергии, на которое он рассчитан, после чего привод перейдет в режим управления частотой, если в резисторе будет рассеяно максимально допустимое количество энергии. Adjustable Frequency then Shunt – этот вариант позволяет осуществлять частотное регулирование звена постоянного тока. Если управление частотой не позволит поддерживать напряжения на шине постоянного тока в допустимых пределах, то будет включен шунтирующий резистор.
Shunt Regulator Resistor Type	Выбор типа резистора, подключенного к приводу. Внутренние резисторы обозначаются как 20-750-DB1-D1 или 20-750-DB1-D2 для приводов типоразмера 1 и 2, соответственно. Внешний резистор означает, что используется резистор, выбранный пользователем.
External Shunt	При использовании внешнего шунтирующего резистора следует выбрать «Custom».
External Shunt Resistance	Введите значение сопротивления внешнего резистора, подключенного к клеммам BR1 и BR2 клеммной колодки привода. Убедитесь в том, что это сопротивление не меньше минимального сопротивления, требуемого для данного привода. См. раздел «Минимальное сопротивление динамического тормоза» в документе «Преобразователи частоты PowerFlex серии 750. Технические данные», публикация 750-TD001 .
External Shunt Power	Введите значение номинальной мощности (кВт), рассеиваемой внешним резистором. Неверное значение может привести к тому, что привод преждевременно прекратит отдачу энергии в резистор, или к перегреву резистора. Например, если установлен резистор мощностью 800 Вт, введите в эту графу 0,8.
External Shunt Pulse Power	Номинальная энергия, поглощаемая резистором, в ватт-секундах или джоулях (кВт). Это энергия, которую резистор может выдержать в течение одной секунды без перегрева. Неверное значение может привести к тому, что привод преждевременно прекратит отдачу энергии в резистор, или к перегреву резистора.

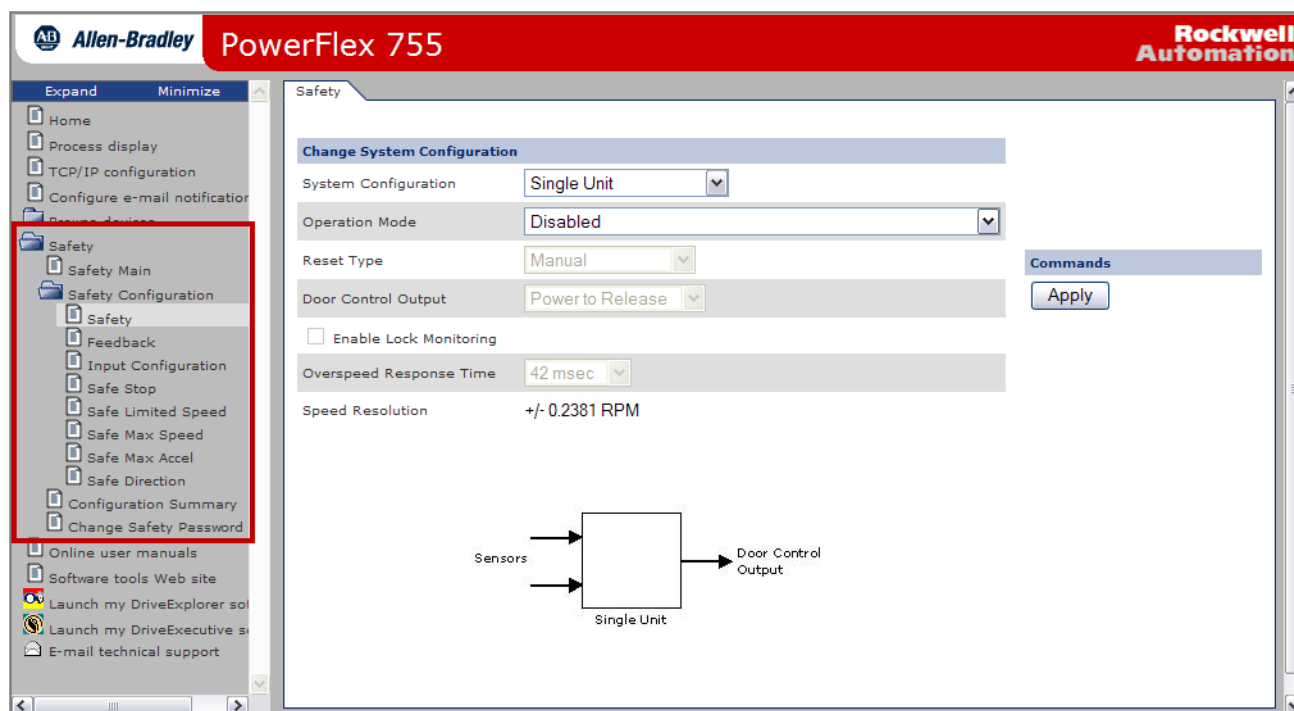
3. Нажмите OK.

Настройка дополнительного модуля контроля безопасной скорости вращения (20-750-S1)

Если привод PowerFlex 755 настроен на использование интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP, то настройка функций контроля безопасной скорости вращения осуществляется на веб-странице.

Настройка функций контроля безопасной скорости вращения

Веб-страница модуля контроля безопасной скорости вращения отличается от веб-страницы встроенного адаптера EtherNet/IP (порт 13) тем, что для ее включения необходимо установить параметр адаптера P52 [Web Enable] на 1 «Enabled». Веб-страница модуля контроля безопасной скорости вращения будет оставаться недоступной до тех пор, пока привод не установит связь с процессором Logix и не обеспечит связь для функции интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP. После этого для доступа к веб-странице необходимо ввести в веб-браузер IP-адрес привода (например, <http://192.168.1.20/>). В настоящее время параметры настройки функций безопасности нельзя сохранить в приводе или загрузить на другие приводы.



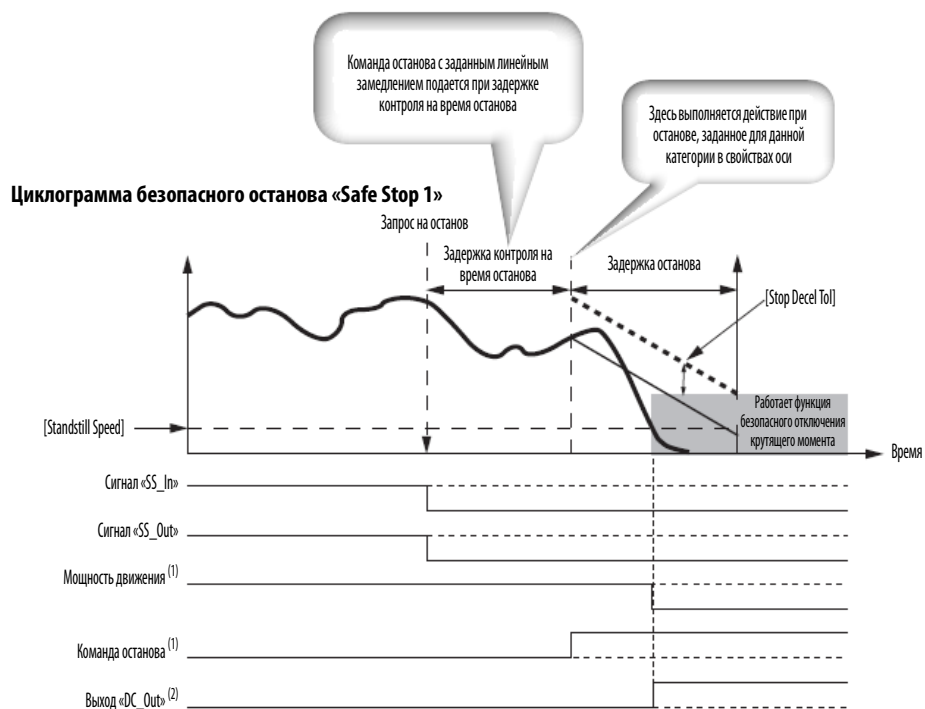
СОВЕТ

Параметры модуля контроля безопасной скорости вращения в настоящее время не предусмотрены в платформе Logix и поэтому не переписываются, когда привод устанавливает соединение для функции интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP. Поэтому функции контроля безопасной скорости вращения можно задать с помощью программы настройки конфигурации (например, программы «Connected Components Workbench») или модуля интерфейса оператора перед установлением связи по сети. Это позволит сохранить конфигурацию параметров безопасности в программном обеспечении или в модуле интерфейса оператора. Настройку конфигурации функций безопасности можно выполнить одним из следующих способов.

- Запрограммировать функции контроля безопасной скорости вращения и затем загрузить программу, включающую параметры привода, в контроллер Logix и установить связь по сети.
- Запретить работу привода в дереве ввода/вывода контроллера Logix и запрограммировать функции контроля безопасной скорости вращения.
- Отключить сетевой кабель, соединяющий привод с контроллером, и запрограммировать функции контроля безопасной скорости вращения.

Настройка конфигурации команды останова

Хотя для работы привода и дополнительного модуля контроля безопасной скорости вращения в стандартном режиме и в режиме интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP выбираются разные настройки, тем не менее сами функции работают одинаково. В режиме интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP команда останова настраивается в категории «Action» диалогового окна «Module Properties». Важно понять, что здесь нет возможности выбрать линейное замедление до остановки; есть только варианты с ограничением тока и применением тормоза двигателя. Эти варианты не обеспечивают каждый раз одинаковое линейное замедление. Если необходимо обеспечить останов с одинаковым линейным замедлением, то при настройке конфигурации контроля безопасной скорости вращения можно запрограммировать задержку контроля на время останова «Stop Monitor Delay», а затем контролировать входы сигналов безопасной скорости вращения от контроллера и подавать команду на останов с линейным замедлением до того, как модуль безопасности подаст сигнал команды останова (как показано на графике ниже).



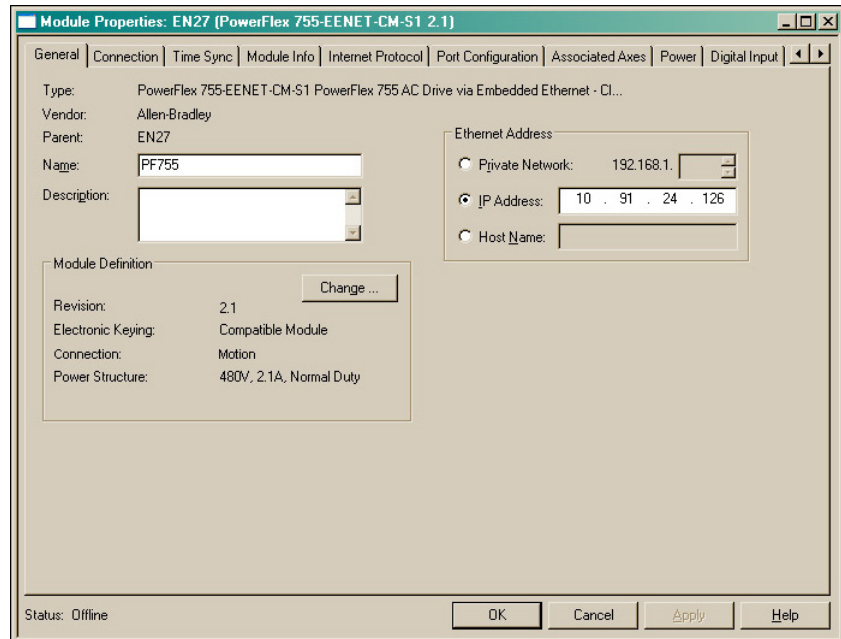
Управление крутящим моментом с ограничением по скорости (SLAT)

В этом разделе описывается настройка конфигурации преобразователя частоты PowerFlex® 755 с встроенным портом EtherNet/IP в программе Logix Designer для работы в режиме управления крутящим моментом с ограничением по скорости (SLAT), при использовании функции интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP. Подробная информация по режиму SLAT приведена в следующих публикациях:

- См. раздел «Режим управления крутящим моментом с ограничением по скорости SLAT минимум и SLAT максимум» в справочном руководстве «PowerFlex 700S AC Drives with Phase II Control Reference Manual», публикация [PFLEX-RM003](#).
- См. раздел «Настройка режима SLAT» в руководстве «Integrated Motion on the Ethernet/IP Network Reference Manual», публикация [MOTION-RM003](#)

Добавление модуля привода PowerFlex 755 в проект

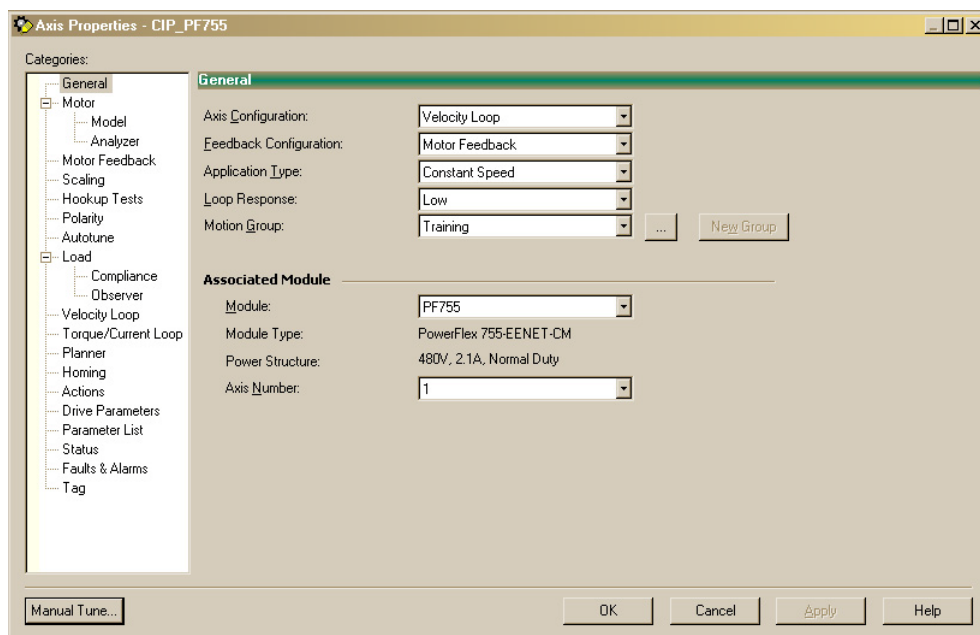
Конкретные указания по добавлению модуля привода PowerFlex 755 со встроенным модулем EtherNet/IP в проект приведены в руководстве «Integrated Motion on the EtherNet/IP Network Configuration and Startup User Manual», публикация [MOTION-UM003](#). Здесь приведен пример диалогового окна «Module Properties» для модуля PowerFlex 755 со встроенным модулем EtherNet/IP.



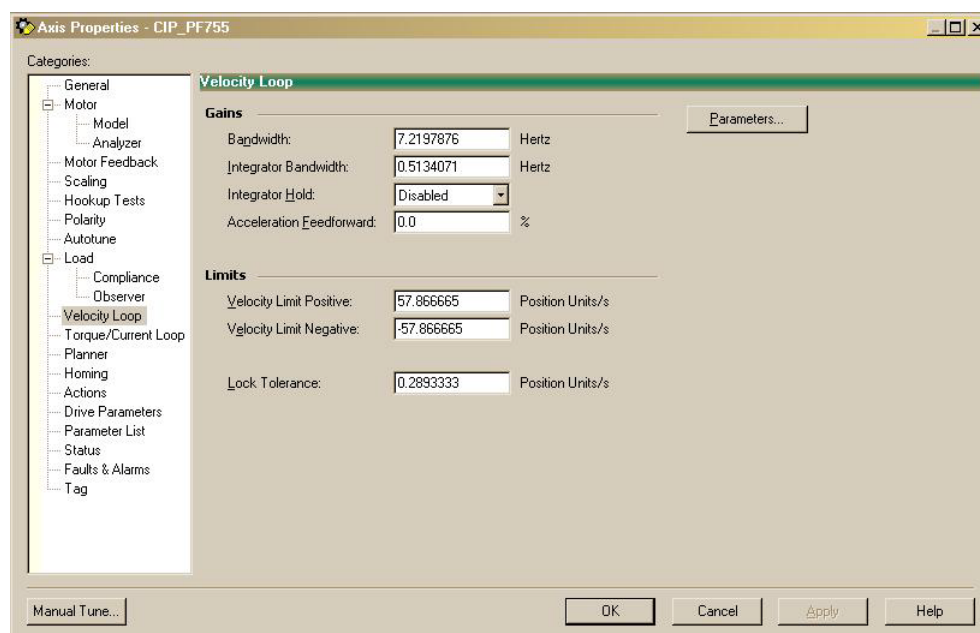
Создайте и настройте ось для привода PowerFlex 755.

1. Конкретные указания по созданию и настройке оси для привода PowerFlex 755 приведены в руководстве «Integrated Motion on the EtherNet/IP Network Configuration and Startup User Manual», публикация [MOTION-UM003](#).

2. В диалоговом окне «General» откройте выпадающее меню «Axis Configuration» и выберите контур регулирования скорости «Velocity Loop».

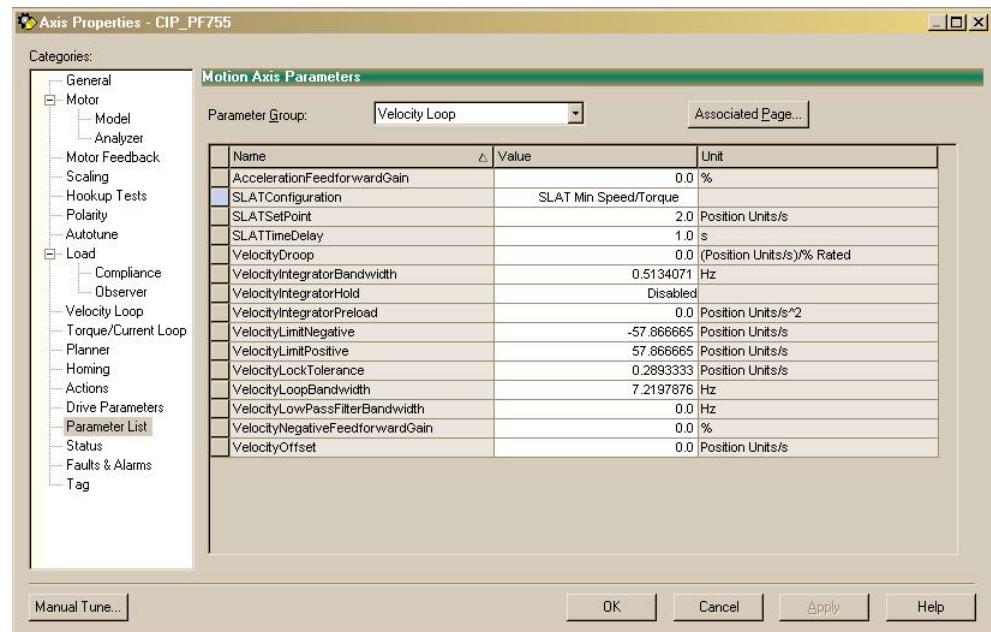


3. Выберите категорию «Velocity Loop».
Появится диалоговое окно «Velocity Loop».
4. Нажмите кнопку «Parameters»



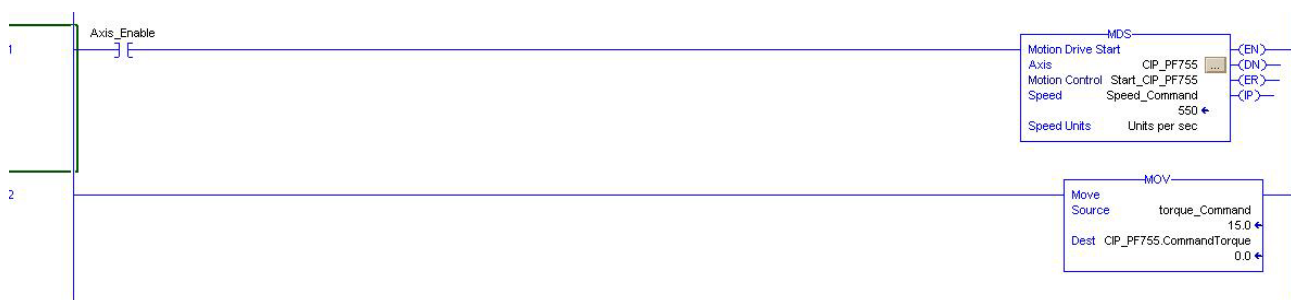
Появится диалоговое окно «Motion Axis Parameters».

5. Настройте параметры режима SLAT. Полный список и описание параметров режима SLAT см. в разделе «Настройка режима SLAT» в руководстве «Integrated Motion on the Ethernet/IP Network Reference Manual», публикация [MOTION-RM003](#)



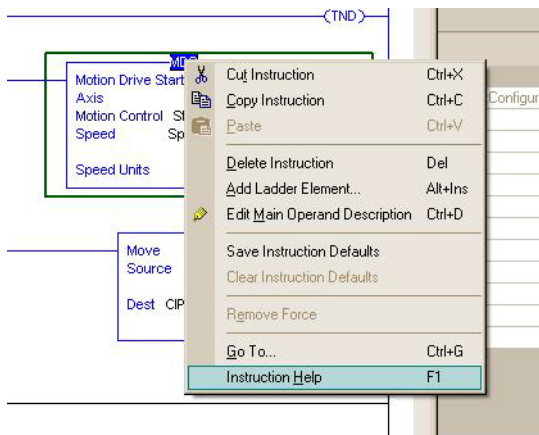
Команды программы

При использовании режима SLAT вместе с функцией интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP следует запускать привод PowerFlex 755 с помощью инструкции MDS, как показано ниже. Задание скорости посылается в составе инструкции MDS. Помимо этого команда крутящего момента посылается в параметр «AxisTag.CommandTorque». Для изменения задания скорости необходимо снова отправить инструкцию MDS.



Для использования инструкции останова оси движения «Motion Axis Stop» (MAS) необходимо выставить атрибут изменения замедления «Change Decel» на No (Нет). В противном случае может произойти ошибка исполнения инструкции. Темп замедления задается в соответствии с атрибутом линейного замедления «Ramp Deceleration».

Чтобы просмотреть справку по инструкциям MDS, щелкните правой кнопкой на функциональном блоке и выберите «Instruction Help», или выберите инструкцию и нажмите клавишу F1. Также см. раздел «Режим управления крутящим моментом с ограничением по скорости SLAT минимум и SLAT максимум» в справочном руководстве «PowerFlex 700S AC Drives with Phase II Control Reference Manual», публикация [PFLEX-RM003](#).

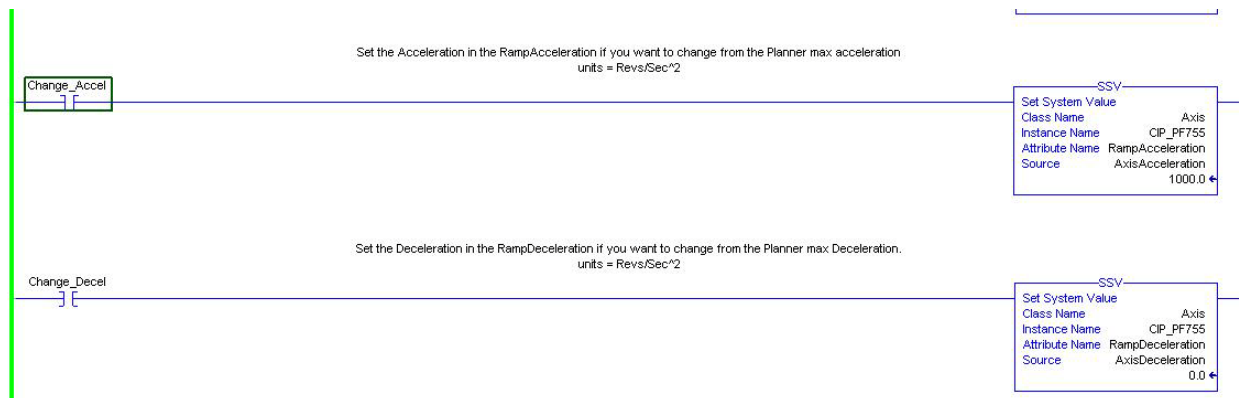


Изменение времени ускорения/замедления в инструкции MDS

Если используется инструкция MDS, ускорение и замедление привода производится в соответствии со значениями параметров максимального ускорения и замедления, заданных в планировщике. Для настройки значений «RampAcceleration» и «RampDeceleration», чтобы поменять темпы линейного изменения скорости, потребуется использовать инструкции SSV. Ниже приведен пример инструкций SSV.

- Установите атрибут «RampAcceleration / RampDeceleration» на «x» об/сек²
- Имя класса = Ось
- Имя экземпляра объекта класса = «Axis Name»
- Имя атрибута = «RampAcceleration/RampDeceleration»
- Источник = Тег значения

Пример: Команда «Velocity» («Speed») равна 30 об/сек, и эту скорость необходимо достичь за 6,5 сек. Линейное ускорение следует установить на 4,615 об/сек².



Поддерживаемые двигатели

Привод PowerFlex 755 может работать с разнообразными электродвигателями, как с асинхронными, так и с двигателями с постоянными магнитами.

Асинхронные двигатели

В асинхронных двигателях для создания крутящего момента используется скольжение между электромагнитными полями ротора и статора. Некоторые изготовители указывают на шильдике двигателя его синхронную скорость вращения вместо рабочей скорости, учитывающей скольжение. Например, у 4-полюсного двигателя при частоте 60 Гц синхронная скорость вращения составляет 1800 об/мин. Алгоритму привода необходимо знать не синхронную скорость, а рабочую скорость вращения ротора, учитывающую скольжение. Рабочей скоростью называется скорость вращения ротора при работе статора на номинальной частоте и при номинальной нагрузке двигателя. Вращение ротора будет отставать от вращения магнитного поля статора, и при этом будет создаваться крутящий момент. Рабочая скорость 4-полюсного двигателя с питанием от сети 60 Гц будет находиться в диапазоне 1700...1790 об/мин. Если на шильдике указана синхронная скорость вращения (в нашем примере 1800 об/мин), свяжитесь с изготовителем, чтобы узнать значение рабочей скорости.

Некоторые двигатели переменного тока рассчитаны на два напряжения – высокое и низкое. Правильное подключение двигателя на требуемое напряжение осуществляется в соответствии со схемой подключения, представленной изготовителем двигателя.

Все изготовители двигателей представляют электрические характеристики, включая параметры схемы замещения. Если вы считаете, что привод PowerFlex не обеспечивает требуемый крутящий момент двигателя, запросите электрические характеристики у изготовителя двигателя, прежде чем обращаться в службу технической поддержки компании Rockwell Automation.

В этом списке указываются названия предприятий-изготовителей, двигатели которых рекомендуются для использования с приводами PowerFlex 755.

Изготовитель	Примечания
Baldor Electric Company	Хорошо работают с приводами PowerFlex 755
Baumuller	Хорошо работают с приводами PowerFlex 755
Elin	Хорошо работают с приводами PowerFlex 755
Electrical Apparatus Company (EAC)	Асинхронные двигатели хорошо работают с приводами PowerFlex 755
Lenze	На некоторых двигателях Lenze указывается синхронная скорость, а не рабочая скорость двигателя. Свяжитесь с компанией Lenze, чтобы узнать рабочую скорость вращения двигателя.
Marathon Electric	Хорошо работают с приводами PowerFlex 755 Marathon указывает на шильдике всю необходимую информацию, включая параметры схемы замещения.
Reliance	Двигатели переменного тока RPM используются в промышленности и хорошо работают с приводами PowerFlex 755.

Изготовитель	Примечания
Reuland Electric Company, Inc.	Хорошо работают с приводами PowerFlex 755 Reuland указывает на шильдике синхронную скорость вращения и затем сообщает частоту скольжения. Необходимо пересчитать частоту скольжения в об/мин и вычесть полученную скорость скольжения в об/мин из синхронной скорости, чтобы получить рабочую скорость вращения двигателя. Прежде чем обращаться в службу технической поддержки компании Rockwell Automation, получите электрические характеристики, прилагаемые к двигателю.
Rockwell Automation	Двигатели 8720 и НРК хорошо работают с приводами PowerFlex 755. Паспортное напряжение указывается в руководствах по эксплуатации соответствующих двигателей.
SEW-EURODRIVE	Редукторные двигатели SEW-EURODRIVE широко используются в промышленности и хорошо работают с приводами PowerFlex 755. На некоторых ранее выпускавшихся двигателях указывалась синхронная скорость, а не рабочая скорость двигателя. Свяжитесь с компанией SEWS, если на двигателе указана синхронная скорость вращения. Если используется двигатель SEW со встроенным тормозом, убедитесь в том, что тормоз снабжен подходящими средствами подавления помех.
WEG Electric Corp.	Двигатели WEG могут иметь отдельные пусковые и рабочие обмотки. Всегда подключайте привод к рабочей обмотке.
Wittenstein	Хорошо работают с приводами PowerFlex 755
Изготовители двигателей с фазным ротором	Двигатели с фазным ротором работают с приводами PowerFlex 755. При использовании этих двигателей следует закоротить внешние резисторы.

Двигатели с постоянными магнитами

Большинство двигателей с постоянными магнитами совместимы с приводами PowerFlex 755. Прежде чем обращаться в службу технической поддержки компании Rockwell Automation, получите спецификацию двигателя от изготовителя.

Приводы PowerFlex 755 не рассчитаны на работу с резольверами. Поэтому двигатели должны быть оборудованы импульсным энкодером или устройством абсолютной обратной связи (например, марок SSI, Heidenhain, Stegmann/Sick hyperface).

В этом списке указываются названия предприятий-изготовителей, двигатели которых рекомендуются для использования с приводами PowerFlex 755.

Изготовитель	Примечания
Baldor Electric Company	Хорошо работают с приводами PowerFlex 755. Проверьте способ установки магнитов двигателя – поверхностно расположенные магниты (SM) или внутренние магниты (IPM) – и выберите соответствующий алгоритм управления.
KollMorgan	Хорошо работают с приводами PowerFlex 755
Oswald Electric Motors	
PowerTec	Хорошо работают с приводами PowerFlex 755, но не могут использоваться с резольверами.
Rockwell Automation	Двигатели MPL, MPM и RDB хорошо работают с приводами PowerFlex 755. Для двигателей RDB следует использовать устройство обратной связи Heidenhain.

Совместимые двигатели серии НРК

В следующей таблице приведены характеристики асинхронных двигателей повышенной мощности бюллетеня НРК-Series™, которые совместимы с приводами PowerFlex серии 750. Эта информация поможет выбрать правильные параметры двигателя при настройке конфигурации приводов PowerFlex серии 750.

Каталожный №	Базовая скорость	Мощность, кВт	Напряжение, В	Ток, А	Частота, Гц	Момент (Н·м)	Максимальный момент (Н·м)	Максимальный ток, А	Ток IM, А	R1	R2	X1	X2	Xm
НРК-B1307C-MA42AA	1465	17,1	400	34,2	50	112	260	80	15,8	0,181	0,119	0,65	0,704	14,7
НРК-B1307C-SA42AA	1465	17,1	400	34,2	50	112	260	80	15,8	0,181	0,119	0,65	0,704	14,7
НРК-B1307E-MA42AA	2970	29,8	405	57,5	100	96	165	104	26,1	0,0485	0,0338	0,371	0,423	8,79
НРК-B1307E-MB44AA	2970	29,8	405	57,5	100	96	165	104	26,1	0,0485	0,0338	0,371	0,423	8,79
НРК-B1307E-MC44AA	2970	29,8	405	57,5	100	96	165	104	26,1	0,0485	0,0338	0,371	0,423	8,79
НРК-B1307E-SA42AA	2970	29,8	405	57,5	100	96	165	104	26,1	0,0485	0,0338	0,371	0,423	8,79
НРК-B1307E-SB44AA	2970	29,8	405	57,5	100	96	165	104	26,1	0,0485	0,0338	0,371	0,423	8,79
НРК-B1308E-MA42AA	2970	33,5	405	64,8	100	115	230	135	28,8	0,037	0,0275	0,296	0,364	7,71
НРК-B1308E-MB44AA	2970	33,5	405	64,8	100	115	230	135	28,8	0,037	0,0275	0,296	0,364	7,71
НРК-B1308E-SA42AA	2970	33,5	405	64,8	100	115	230	135	28,8	0,037	0,0275	0,296	0,364	7,71
НРК-B1308E-SB44AA	2970	33,5	405	64,8	100	115	230	135	28,8	0,037	0,0275	0,296	0,364	7,71
НРК-B1609E-MA42AA	2965	48,4	405	88,2	100	156	270	154	31,4	0,0326	0,0227	0,288	0,319	7,23
НРК-B1609E-SA42AA	2965	48,4	405	88,2	100	156	270	154	31,4	0,0326	0,0227	0,288	0,319	7,23
НРК-B1609E-SB44AA	2965	48,4	405	88,2	100	156	270	154	31,4	0,0326	0,0227	0,288	0,319	7,23
НРК-B1609E-X169	2965	48,4	460	88,2	154	156	270	154	154	154	154	154	154	154
НРК-B1611E-MA42AA	2975	57	408	105,7	100	183	400	240	47,6	0,0205	0,0152	0,167	0,219	4,82
НРК-B1611E-MB44AA	2975	57	408	105,7	100	183	400	240	47,6	0,0205	0,0152	0,167	0,219	4,82
НРК-B1611E-SA42AA	2975	57	408	105,7	100	183	400	240	47,6	0,0205	0,0152	0,167	0,219	4,82
НРК-B1613E-MA42AA	2970	73,7	407	135,3	100	237	520	312	54,5	0,0164	0,0127	0,136	0,179	4,21
НРК-B1613E-MB44AA	2970	73,7	407	135,3	100	237	520	312	54,5	0,0164	0,0127	0,136	0,179	4,21
НРК-B1613E-SA42AA	2970	73,7	407	135,3	100	237	520	312	54,5	0,0164	0,0127	0,136	0,179	4,21
НРК-B1613E-SB44AA	2970	73,7	407	135,3	100	237	520	312	54,5	0,0164	0,0127	0,136	0,179	4,21
НРК-B2010E-MA42BA	2985	112	400	216	100	358			35	0,00519	0,00419	0,0626	0,097	2,03
НРК-B2010E-SA42BA	2985	112	400	216	100	358			35	0,00519	0,00419	0,0626	0,097	2,03

Каталожный №	Базовая скорость	Мощность, кВт	Напряжение, В	Ток, А	Частота, Гц	Момент (Н·м)	Максимальный момент (Н·м)	Максимальный ток, А	Ток IM, А	R1	R2	X1	X2	Xm
НРК-E1308E-MA42AA	2975	33,5	330	80	100	108	216	160	39	0,0233	0,0176	0,189	0,242	4,92
НРК-E1308E-MB44AA	2975	33,5	330	80	100	108	216	160	39	0,0233	0,0176	0,189	0,242	4,92
НРК-E1308E-MC44AA	2975	33,5	330	80	100	108	216	160	39	0,0233	0,0176	0,189	0,242	4,92
НРК-E1308E-SA42AA	2975	33,5	330	80	100	108	216	160	39	0,0233	0,0176	0,189	0,242	4,92
НРК-E1308E-SB44AA	2975	33,5	330	80	100	108	216	160	39	0,0233	0,0176	0,189	0,242	4,92
НРК-E1308E-SC44AA	2975	33,5	330	80	100	108	216	160	39	0,0233	0,0176	0,189	0,242	4,92
НРК-E1609E-MA42AA	2965	48,4	405	88,2	100	108	216	160	39	0,0233	0,0176	0,189	0,242	4,92
НРК-E1613E-SA42AA	2975	73,7	400	172	385	237	520	385	385	385	385	385	385	385

Двигатели с постоянными магнитами сторонних производителей

Привод PowerFlex 755 может работать с двигателями с постоянными магнитами сторонних производителей без применения специализированных профилей. Однако при этом может потребоваться изменить введенные паспортные данные двигателя. Службе технической поддержки компании Rockwell Automation потребуется следующая информация, чтобы оказать содействие в изменении данных двигателя, которые будут использоваться в приводе. Необходимо заполнить следующие таблицы и отправить эту информацию по электронной почте в службу технической поддержки компании Rockwell Automation по адресу: support@drives.ra.rockwell.com.

табл. 27 - Характеристики и оценка двигателей с постоянными магнитами

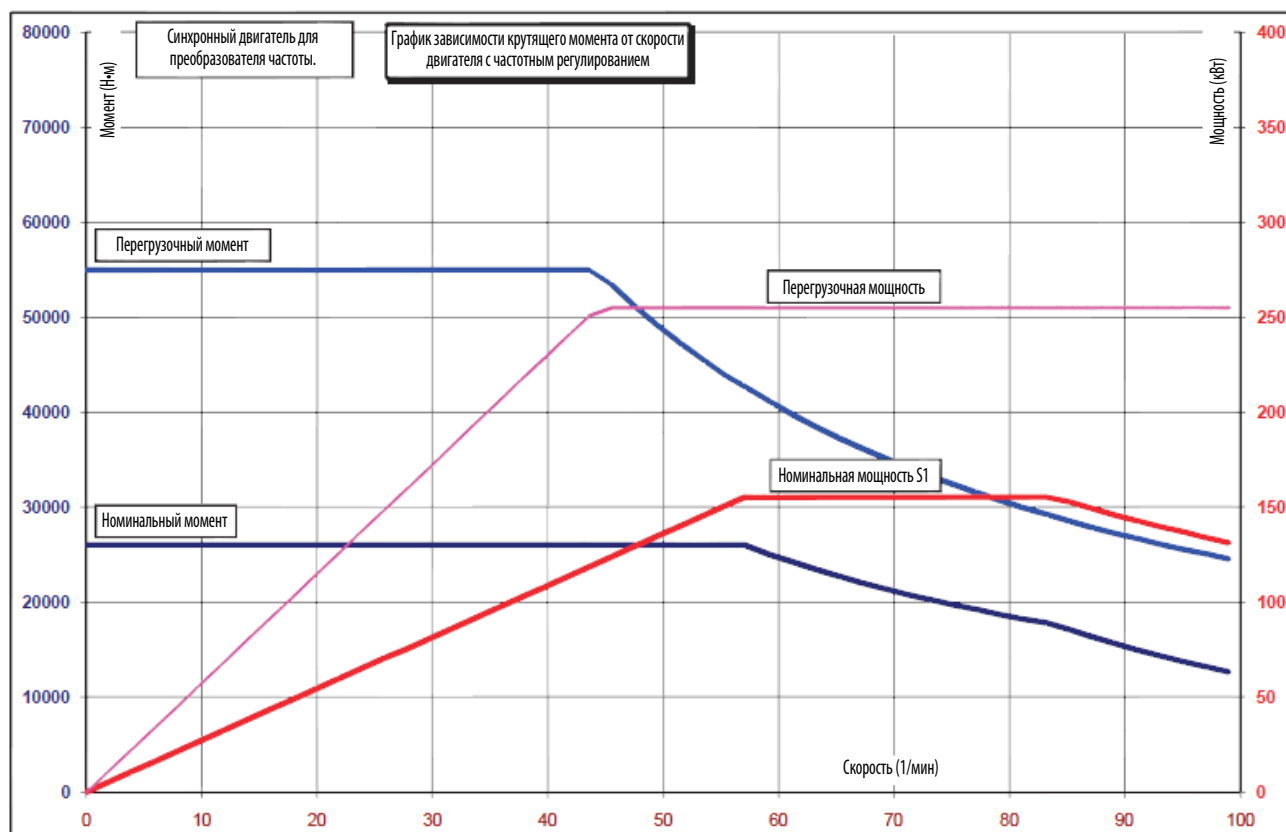
Изготовитель двигателя					
Номер модели					
Устройство обратной связи					
Тип обратной связи		Если используется резольвер, предоставьте информацию о нем			
Изготовитель устройства обратной связи					
Номер модели устройства обратной связи					
Технические характеристики					
Характеристика	Обозначение	Значение	Единицы измерения	Примечания	
Максимальная механическая скорость вращения	n		об/мин		
Крутящий момент при заторможенном роторе	Ms		Нм	Среднеквадратичное, а не амплитудное значение	
Ток при заторможенном роторе	A		A	Среднеквадратичное, а не амплитудное значение	
Максимальный крутящий момент	Mj		Нм	Среднеквадратичное, а не амплитудное значение	
Отношение крутящего момента к массе	Tw		Нм/кг		
Постоянная ЭДС	Ke		Вс/рад		Вс/1000 об/мин
Постоянная крутящего момента	Kt		Нм/A		
Реактивный момент (по отношению к моменту при заторможенном роторе)	Tr		Нм		
Сопротивление обмотки	R		Ом		линейное
Индуктивность обмотки	L		мГн		линейное
Момент инерции ротора	J		кг-м2		
Механическая постоянная времени	Tm		мс		
Электрическая постоянная времени	Te		мс		
Масса	M		кг		
Радиальная нагрузка	Fr		N		
Осевая нагрузка	Fa		N		
Изоляция					
Защита					
Паспортное напряжение двигателя	V		Напряжение, В		
Паспортная мощность двигателя	Pwr		кВт		
Число полюсов	p				

табл. 28 - Значения параметров двигателя для привода

Параметр	Значение	Единицы измерения
P1: Motor Nameplate volts Vrms		Напряжение, В
P2: Motor Nameplate Amps		A
P3: Motor Nameplate Frequency		Гц
P4: Motor Nameplate RPM		об/мин
P5: Motor Name Plate Power		кВт
P7: Pole Pairs		

Параметр	Значение	Единицы измерения
Zpu		
IXO Voltage drop		Напряжение, В
IR Voltage Droop		Напряжение, В
P523 Back Emf		Напряжение, В

Предоставьте график зависимости крутящего момента от скорости вращения, как в приведенном ниже примере.



Настройка системы

При использовании привода PowerFlex 755 с функцией интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP настройка системы движения осуществляется с помощью программы Logix Designer. В этом разделе описываются тесты для подключения оси, тесты двигателя и автонастройка системы движения, необходимая для измерения момента инерции системы. В этом разделе также описывается ручная настройка оси.

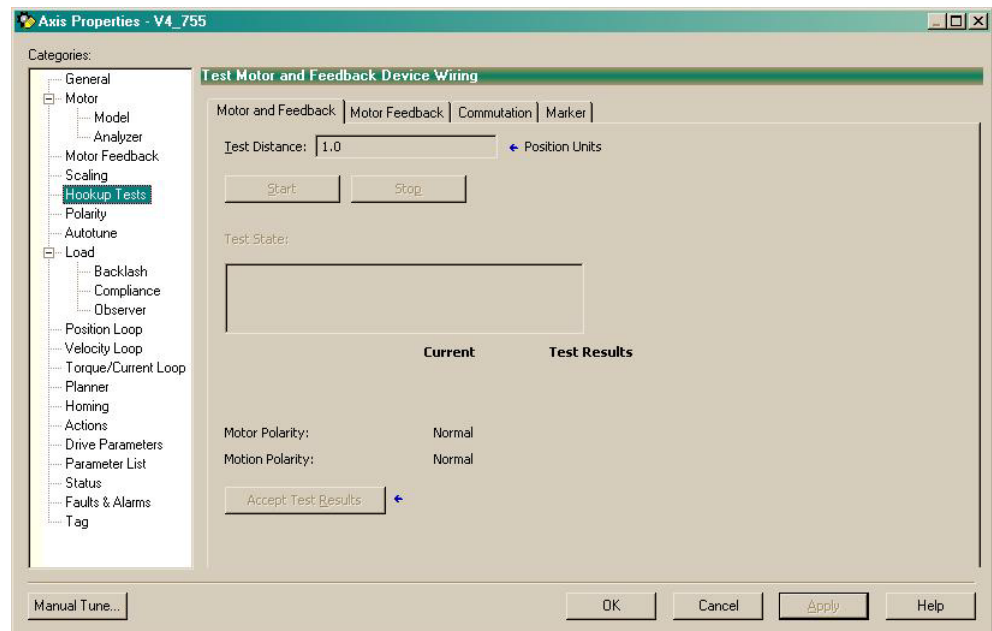
- Дополнительная информация по атрибутам осей, режимам и способам управления приводится в руководстве «Integrated Motion on the Ethernet/IP Network Reference Manual», публикация [MOTION-RM003](#).

- Материал, которые могут помочь в пуске оси системы интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP, приведены в руководстве «Integrated Motion on the Ethernet/IP Network Configuration and Startup User Manual», публикация [MOTION-UM003](#).

В этом разделе считается, что все операции, необходимые для настройки конфигурации модуля привода, завершены.

Тесты для подключения оси

Тесты для подключения оси являются первыми испытаниями, проводимыми при автонастройке оси. Если в системе используется двигатель с постоянными магнитами, то в рамках тестов для подключения оси сначала следует провести проверку коммутации.



Двигатель и обратная связь: Этот тест используется для включения двигателя и проверки правильности направления вращения, а также проверки правильности направления, показываемого обратной связью.

- Чтобы предотвратить чрезмерное вращение системы, можно задать расстояние пробега при тестировании «Test Distance».
- Нажмите кнопку «Start», чтобы начать тест. После завершения проверки вам будет предложено подтвердить, что двигатель вращался в правильном направлении.
- После завершения теста нажмите кнопку «Accept Test Results», чтобы сохранить результаты проверки.

Обратная связь двигателя: Этот тест используется для проверки полярности обратной связи двигателя.

- Нажмите кнопку «Start» и вручную проверните двигатель в положительном направлении на расстояние, указанное в графе «Test Distance».

- После завершения теста нажмите кнопку «Accept Test Results», чтобы сохранить результаты проверки.

Коммутация: При работе с двигателем с постоянными магнитами этот тест выполняется в первую очередь. Проверка коммутации используется для измерения угла сдвига коммутации для двигателя с постоянными магнитами.

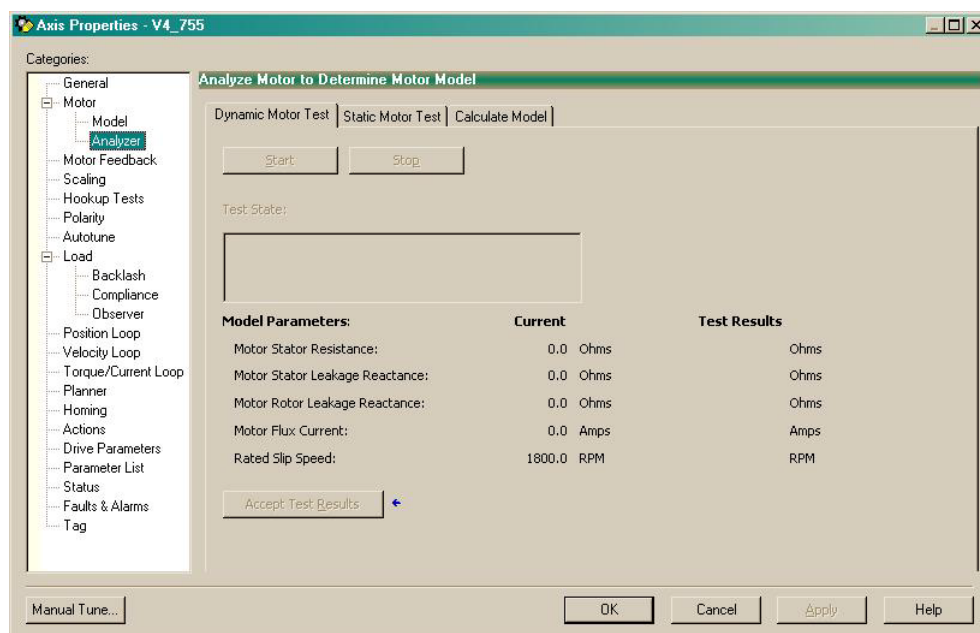
- После завершения теста нажмите кнопку «Accept Test Results», чтобы сохранить результаты проверки.
- Используйте полученное значение для задания сдвига контроллера «Controller Offset».

Маркер: Этот тест используется для проверки маркерных импульсов инкрементального энкодера.

- Нажмите кнопку «Start» и вручную вращайте двигатель до обнаружения маркерного импульса.
- Когда маркерный импульс будет обнаружен, эта проверка завершится. Нажмите кнопку «Accept Test Results», чтобы сохранить результаты проверки.

Анализатор двигателя

В категории «Motor Analyzer» предусмотрены три варианта расчета или измерения электрических параметров двигателя.



Динамическое испытание двигателя: Эта проверка дает наиболее точные результаты при определении параметров модели двигателя. При выполнении этой проверки проводится измерение активного и реактивного сопротивления, после чего двигатель приводится во вращение для измерения потоковой составляющей тока асинхронного двигателя. Также выполняется расчет номинальной частоты скольжения:

- Перед выполнением этой проверки рекомендуется отсоединить нагрузку от двигателя, так как в ходе проверки двигатель в течение некоторого времени будет вращаться без ограничения перемещения.
- После завершения теста нажмите кнопку «Accept Test Results», чтобы сохранить результаты проверки.

Статическое испытание двигателя: Эта проверка используется в том случае, если двигатель не может вращаться свободно или если к нему уже подсоединена нагрузка. При выполнении этой проверки проводится измерение активного и реактивного сопротивления, после чего вычисляется потоковая составляющая тока двигателя. Также выполняется расчет номинальной частоты скольжения:

- Во время этой проверки ротор двигателя не будет вращаться.
- После завершения теста нажмите кнопку «Accept Test Results», чтобы сохранить результаты проверки.

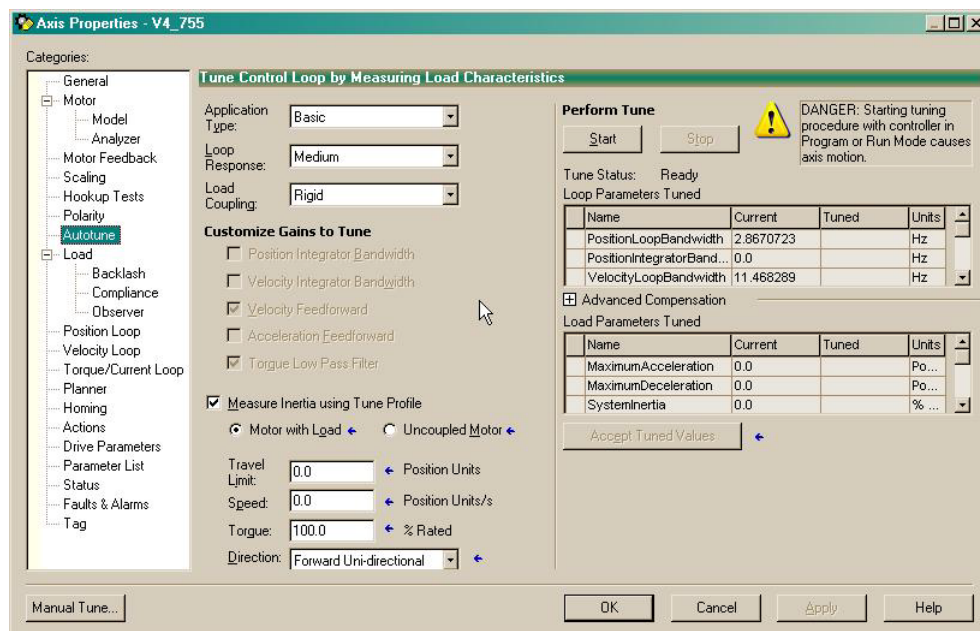
Расчет параметров модели: С помощью этого метода значения активного сопротивления, реактивного сопротивления и потоковой составляющей тока двигателя рассчитываются на основании базовых параметров модели и параметров двигателя. При выполнении этих расчетов никаких измерений на производится.

- Нажмите кнопку «Start», чтобы начать расчет.
- После завершения расчета нажмите кнопку «Accept Test Results», чтобы сохранить его результаты.

Автонастройка (измерение момента инерции)

Категория «Autotune» служит для измерения момента инерции системы и расчета параметров полосы пропускания системы. В этой таблице приводятся значения параметров автонастройки по умолчанию для разных областей применения. Знак «X» означает, что данное значение выбрано в системе по умолчанию и что значения прогнозирования скорости и ускорения будут установлены на 100%.

Область применения	Значение, используемое в системе						
	Полоса пропускания контура регулирования положения	Полоса пропускания интегрального звена регулятора положения	Полоса пропускания контура регулирования скорости	Полоса пропускания интегрального звена регулятора скорости	Удержание значения интегрального звена	Прогнозирование скорости	Прогнозирование ускорения
Специализированная: (продвинутая настройка)	X		X				
Базовая: (параметры настройки по умолчанию)	X		X				
Отслеживание: (намотка/размотка, летучие ножницы, работа с рулонными материалами)	X		X	X		X	X
Позиционное перемещение: (подбор и укладка, упаковка, обрезка в размер)	X	X	X		X		
Постоянная скорость вращения: (конвейеры, трансмиссионные валы, коленвалы)	X		X	X		X	



Область применения: укажите тип системы управления движением, которую необходимо настроить.

- **Специализированная:** Вариант «Custom» даст возможность выбрать тип коэффициентов усиления, используемых в системе. Можно по-отдельности выбрать требуемые коэффициенты усиления с помощью флажков под заголовком «Customize Gains to Tune».
- **Базовая:** Вариант «Basic» используется для областей применения, где погрешность слежения и конечное положение не имеют критического значения. При базовой настройке используются пропорциональные звенья контуров регулирования положения и скорости.
- **Отслеживание:** Вариант «Tracking» обеспечивает наиболее активную настройку. Она используется для минимизации погрешности слежения и применяется для прогнозирования скорости и прогнозирования ускорения. В этом типе настройки используются пропорциональные звенья контуров регулирования положения и скорости, а также интегральное звено контура регулирования скорости.
- **Попозиционное перемещение:** Вариант «Point to Point» используется для областей применения, в которых требуется перемещение в заданную точку и не требуется учитывать погрешность слежения. В этом типе настройки используются пропорциональное и интегральное звенья контура регулирования положения и пропорциональное звено контура регулирования скорости.
- **Постоянная скорость вращения:** Вариант «Constant Speed» используется в областях применения, где требуется постоянная скорость вращения. Этот вариант настройки рассчитан на минимизацию погрешности по скорости. Здесь применяется прогнозирование скорости и используется пропорциональное звено контура регулирования положения, а также пропорциональное и интегральное звенья контура регулирования скорости.

Реакция контура регулирования: Атрибут «Loop Response» используется для определения скорости реагирования контуров регулирования. В частности, атрибут «Loop Response» используется для определения значения коэффициента демпфирования (Z), используемого для расчета значения каждого коэффициента усиления:

- Высокий = 0,8
- Средний = 1,0
- Низкий = 1,5

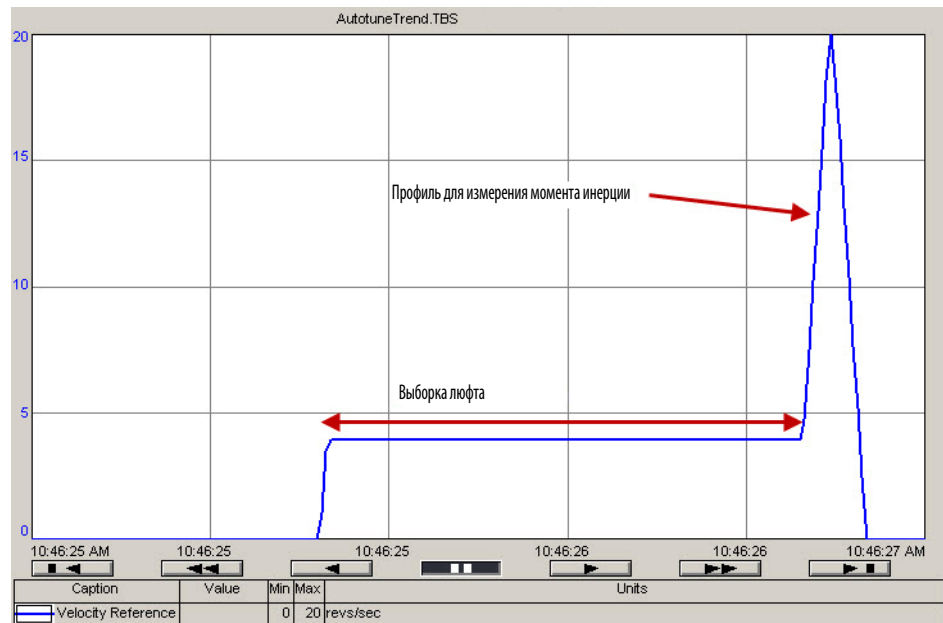
Связь с нагрузкой: Атрибут «Load Coupling» используется для определения требуемого снижения коэффициентов усиления контура в зависимости от коэффициента нагрузки «Load Ratio».

При использовании высокоточного оборудования с относительно низкими значениями коэффициента нагрузки и жесткими механическими передачами, как правило, выбирается жесткая связь с нагрузкой – «Rigid». В этом случае снижение коэффициентов усиления не требуется.

В областях применения с относительно высокими коэффициентами нагрузки и упругими механическими передачами выбирается упругая связь с нагрузкой – «Compliant». Алгоритм автонастройки делит номинальные значения полосы пропускания контуров на величину «Load Ratio + 1».

Измерение момента инерции с помощью профиля настройки: Поставьте флажок Measure Inertia using Tune Profile, чтобы рассчитывать настроенные значения момента инерции при выполнении автонастройки. Результаты измерения момента инерции отображаются в таблице «Inertia Tuned» (в правой нижней части диалогового окна) после завершения проверки.

Если измерение момента инерции с помощью профиля настройки выбрано в качестве части цикла автонастройки, привод PowerFlex 755 сначала выполнит толчок или вращение двигателя в одном направлении, чтобы выбрать люфт, который может присутствовать в системе (как показано на следующем графике). После того, как люфт будет выбран, начнет отрабатываться острый профиль (разгон системы) для измерения момента инерции системы. Помните, что системы с механическими ограничениями или ограничением перемещения могут не закончить этот этап автонастройки.



- **Двигатель с нагрузкой:** Выберите вариант «Motor with Load», чтобы рассчитать параметры настройки на основе момента инерции нагрузки. Если выбран этот вариант, будет выполнено измерение момента инерции нагрузки и полученное значение будет применено для расчета атрибута «Total Inertia» или «Total Mass». Коэффициент нагрузки «Load Ratio» также будет обновлен.
- **Двигатель отсоединен:** Выберите вариант «Uncoupled Motor», чтобы рассчитать параметры настройки на основе момента инерции двигателя. Если выбран этот вариант, в ходе проверки будет выполнено измерение момента инерции двигателя, и полученное значение будет сохранено в атрибуте «Rotary Motor Inertia».
- **Ограничение перемещения:** Введите в поле «Travel Limit» значение максимального перемещения в ходе выбранной операции настройки, если допустимое перемещение системы ограничено. Если настройку невозможно выполнить на заданном перемещении, то настройка завершится неудачей и ось перейдет в состояние аварии.
- **Скорость:** Введите в поле «Speed» значение скорости вращения при проведении операции настройки. Рекомендуется использовать скорость не менее 25% от номинальной скорости вращения двигателя.
- **Момент:** Введите в поле «Torque» значение в диапазоне 0...300, задающее крутящий момент, который будет использоваться во время настройки. По умолчанию задано значение 100.
- **Направление вращения:** Выберите в поле «Direction» направление перемещения в ходе настройки. Доступны следующие варианты:
 - Вперед, однонаправленное «Forward Unidirectional» (по умолчанию)
 - Назад, однонаправленное «Reverse Unidirectional»
 - Вперед, двунаправленное «Forward Bi-Directional»
 - Назад, двунаправленное «Reverse Bi-Directional»

Выполнение автонастройки

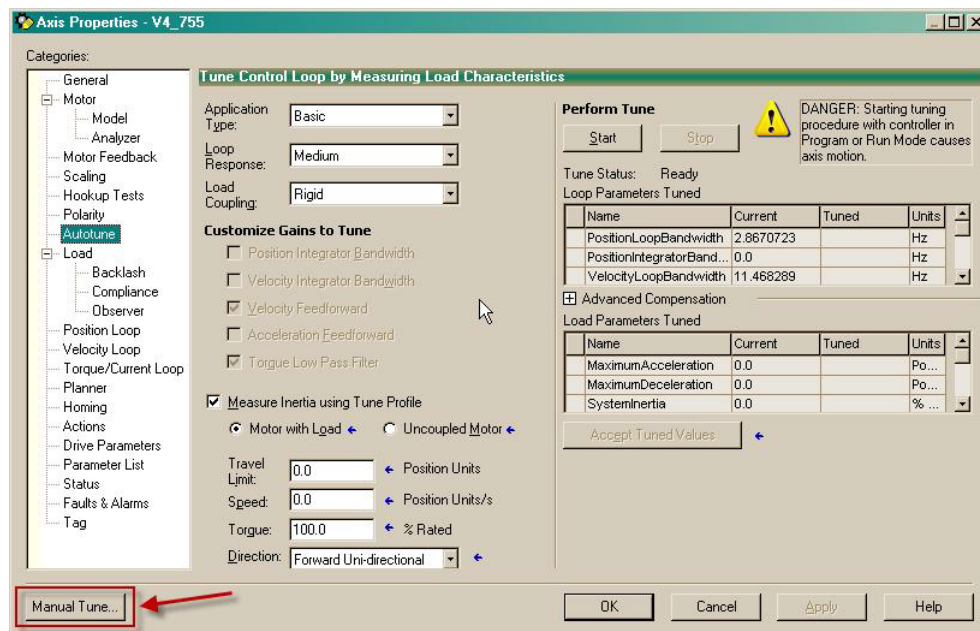
Чтобы начать процедуру автонастройки, нажмите кнопку «Start»:

- Если поставлен флажок «Measure Inertia using Tune Profile», то на контроллер будет отправлен запрос о начале настройки.
- Все настройки в этом диалоговом окне необходимо сделать и применить до начала тестирования. Если какие-то настройки не применены, появится окно с сообщением о том, что измененные настройки будут применены перед выполнением проверки. Нажмите «Yes», чтобы принять измененные настройки. Если нажать «No», проверка выполняться не будет.
- При нажатии кнопки «Start» на контроллер отправляется команда «Motion Direct», в соответствии с которой любые параметры, используемые командой «Motion Direct», должны быть проверены перед началом тестирования.
- Если команда «Motion Direct» не будет выполнена из-за ошибки, появится сообщение об ошибке, и индикатор «Test State» вернется в состояние готовности «Ready».
- Нажмите «Stop», чтобы прервать автонастройку, которая была начата из любого другого источника, кроме кнопки «Start» в этом диалоговом окне «Autotune». Если автонастройка началась после нажатия кнопки «Start» в этом диалоговом окне, то кнопка «Stop» будет недоступна.

После завершения автонастройки нажмите кнопку «Accept Tuned Values», чтобы принять результаты настройки и получить доступ к изменению любых категорий настройки.

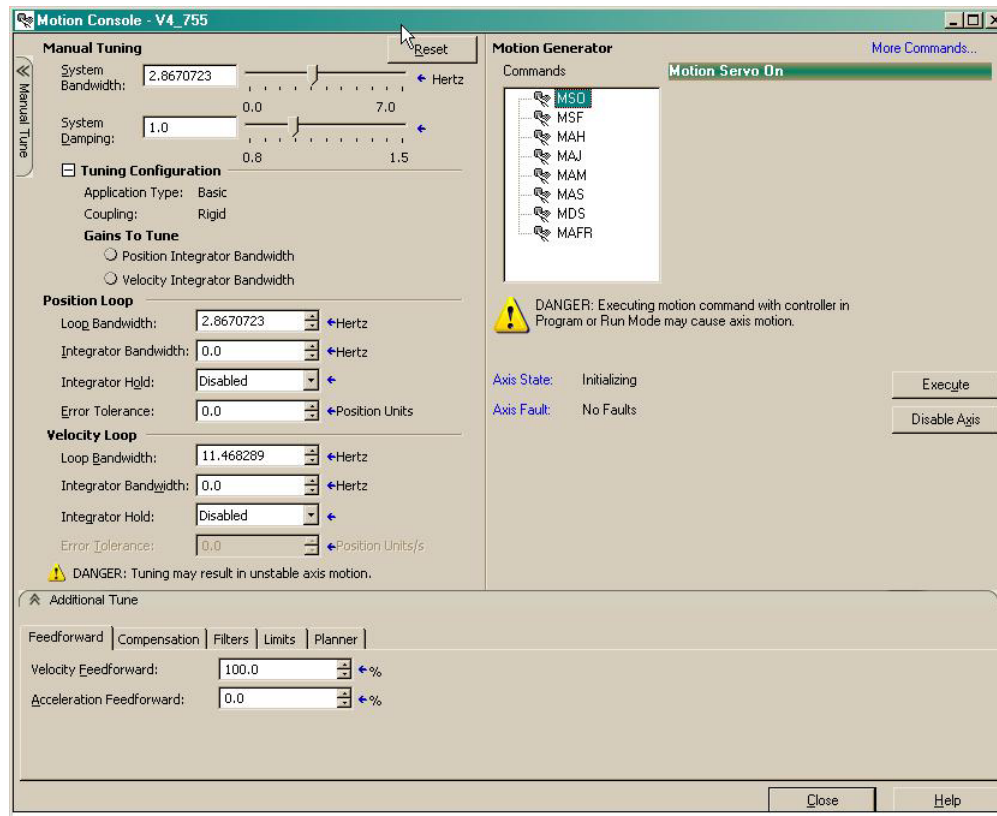
Ручная настройка

Для оси функции интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP предусмотрен способ ручной настройки коэффициентов усиления. При нажатии кнопки «Manual Tune» (как показано в этом примере) открывается окно «Manual Tuning».



Окно ручной настройки

В системе интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP настраиваемые коэффициенты усиления измеряются в герцах, в отличие от автономного привода, в котором они измеряются в радианах в секунду.
 $6,283185 \text{ рад/с} = 1 \text{ Гц}$.



Окно «Manual Tuning» разделено на три части:

Раздел «Manual Tuning»: В разделе ручной настройки можно настроить конфигурацию процесса настройки системы. Здесь можно выбрать один из следующих вариантов:

- **Полоса пропускания системы:** Изменение значения «System Bandwidth» обеспечит корректировку контуров регулирования положения и скорости. Значение, выбранное в этом поле, изменяет тип области применения в окне автонастройки. Поэтому важно НЕ менять это значение после того, как отдельные коэффициенты усиления были настроены вручную.

- **Демпфирование системы:** Изменение значения «System Dampening» обеспечит корректировку как коэффициента демпфирования, так и полосы пропускания системы. Снижение коэффициента демпфирования системы ведет к резкому увеличению полосы пропускания системы. При изменении этого значения следует соблюдать осторожность, чтобы не допустить повреждения оборудования. Рекомендуется менять значение коэффициента демпфирования системы небольшими шагами, наблюдая за общей реакцией системы. Это значение изменяет тип области применения в окне автонастройки. Поэтому важно НЕ менять это значение после того, как отдельные коэффициенты усиления были настроены вручную.
- **Контур регулирования положения Position Loop:** Здесь можно вручную настраивать полосу пропускания контура, полосу пропускания интегрального звена, удержание значения интегрального звена и величину погрешности ошибки.
- **Контур регулирования скорости Velocity Loop:** Здесь можно вручную настраивать полосу пропускания контура, полосу пропускания интегрального звена, удержание значения интегрального звена и величину погрешности ошибки (если этот параметр используется в контуре регулирования скорости).

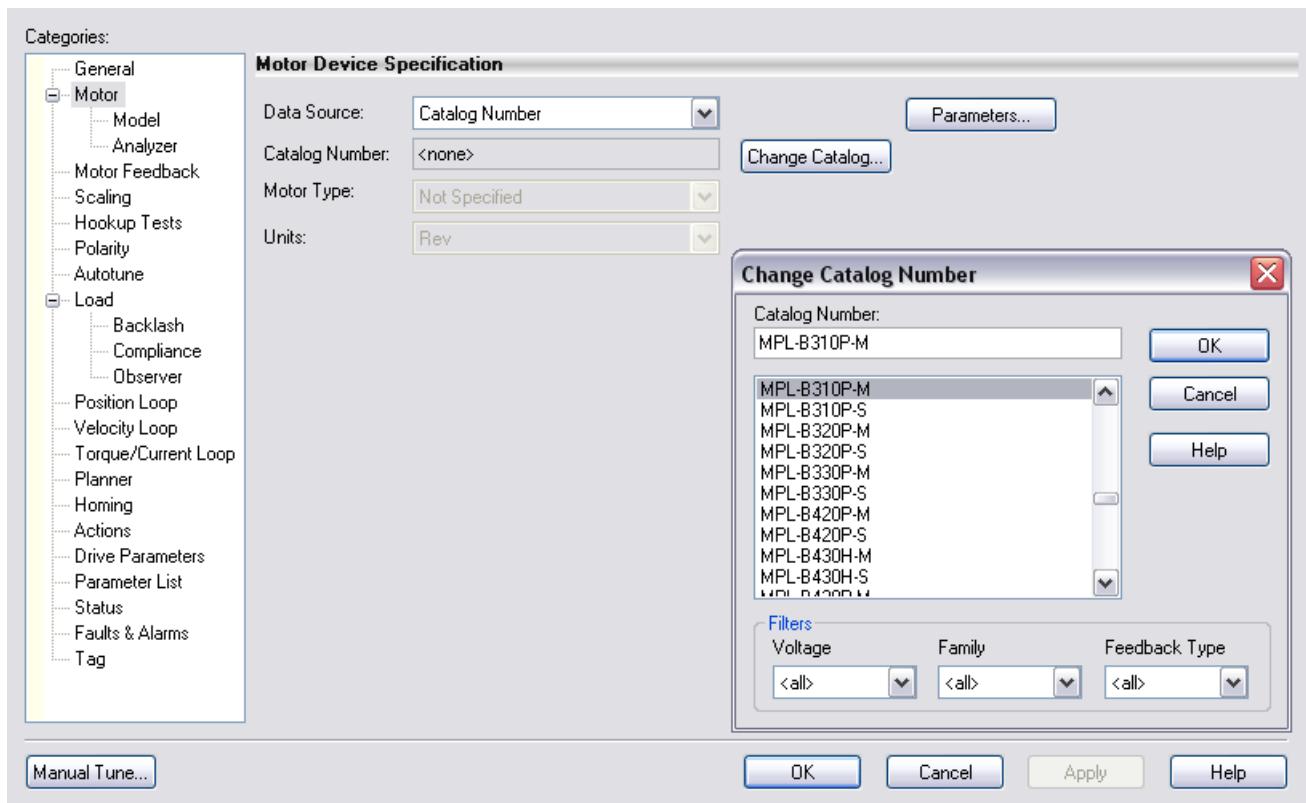
Раздел «Motion Generator»: Генератор движения представляет собой поднабор команд управления движением «Motion Direct», который позволяет контролировать движение оси для выполнения настройки.

Раздел «Additional Tune»: В разделе дополнительной настройки можно корректировать различные настройки свойств оси.

- **Вкладка «Feedforward»:** Дает возможность корректировать процентные значения прогнозирования скорости и ускорения – «Velocity Feedforward» и «Acceleration Feedforward».
- **Вкладка «Compensation»:** Дает возможность корректировать процентные значения момента инерции системы и смещения крутящего момента – «System Inertia» и «Torque Offset».
- **Вкладка «Filters»:** Дает возможность корректировать полосу пропускания фильтра нижних частот сигнала крутящего момента и узкополосного фильтра сигнала крутящего момента.
- **Вкладка «Limits»:** Дает возможность корректировать процентные значения положительного/отрицательного предела максимального крутящего момента – «Peak Torque Limit Positive / Negative» и положительного/отрицательного предела скорости в единицах в секунду – «Velocity Limit Positive / Negative Units per Second».
- **Вкладка «Planner»:** Дает возможность корректировать значения максимальной скорости вращения, максимального ускорения, максимального замедления, максимального рывка при ускорении и максимального рывка при замедлении – «Maximum Speed», «Maximum Acceleration», «Maximum Deceleration», «Maximum Acceleration Jerk» и «Maximum Deceleration Jerk».

Использование инкрементального энкодера с двигателем MPx

Привод PowerFlex 755 поддерживает обратную связь с инкрементальным энкодером при использовании двигателя MPx производства компании Rockwell Automation. Однако в настоящее время категория характеристик двигателей в настройках свойств оси в программе Logix Designer не поддерживает двигатели MP-Series™ с инкрементальной обратной связью. Каталожные номера этих двигателей указаны ниже. Поддерживаются только те двигатели серии MP, у которых имеется суффикс –М (многооборотное устройство абсолютной обратной связи Stegmann), или –S (однооборотное устройство абсолютной обратной связи).



Для настройки привода PowerFlex 755 на работу с двигателем МРх, оснащённым инкрементальным энкодером, двигатель МРх необходимо настроить как двигатель стороннего производителя. Настройка двигателя МРх, оснащённого обратной связью с инкрементальным энкодером, для использования с приводом PowerFlex 755 в режиме интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP, производится следующим образом.

1. В диалоговом окне «Axis Properties» выберите эти опции (как показано ниже):
 - В выпадающем меню источника данных «Data Source» выберите паспортные данные – «Nameplate Datasheet».
 - В выпадающем меню типа двигателя «Motor Type» выберите двигатель с постоянными магнитами – «Rotary Permanent Magnet».
2. Необходимо вручную ввести параметры с шильдика или из спецификации двигателя в разделе «Nameplate / Datasheet – Phase to Phase». См. приложение D «Двигатели с постоянными магнитами» в документе «Преобразователи PowerFlex серии 750. Руководство по программированию», публикация [750-PM001](#), где приводится список номинальных технических характеристик двигателей.

Motor Device Specification

Categories: General, **Motor**, Model, Analyzer, Motor Feedback, Scaling, Hookup Tests, Polarity, Autotune, Load, Backlash, Compliance, Observer, Position Loop, Velocity Loop, Torque/Current Loop, Planner, Homing, Actions, Drive Parameters, Parameter List, Status, Faults & Alarms, Tag.

Data Source: Nameplate Datasheet [Parameters...]

Catalog Number: <none> [Change Catalog...]

Motor Type: Rotary Permanent Magnet

Units: Rev

Nameplate / Datasheet - Phase to Phase parameters

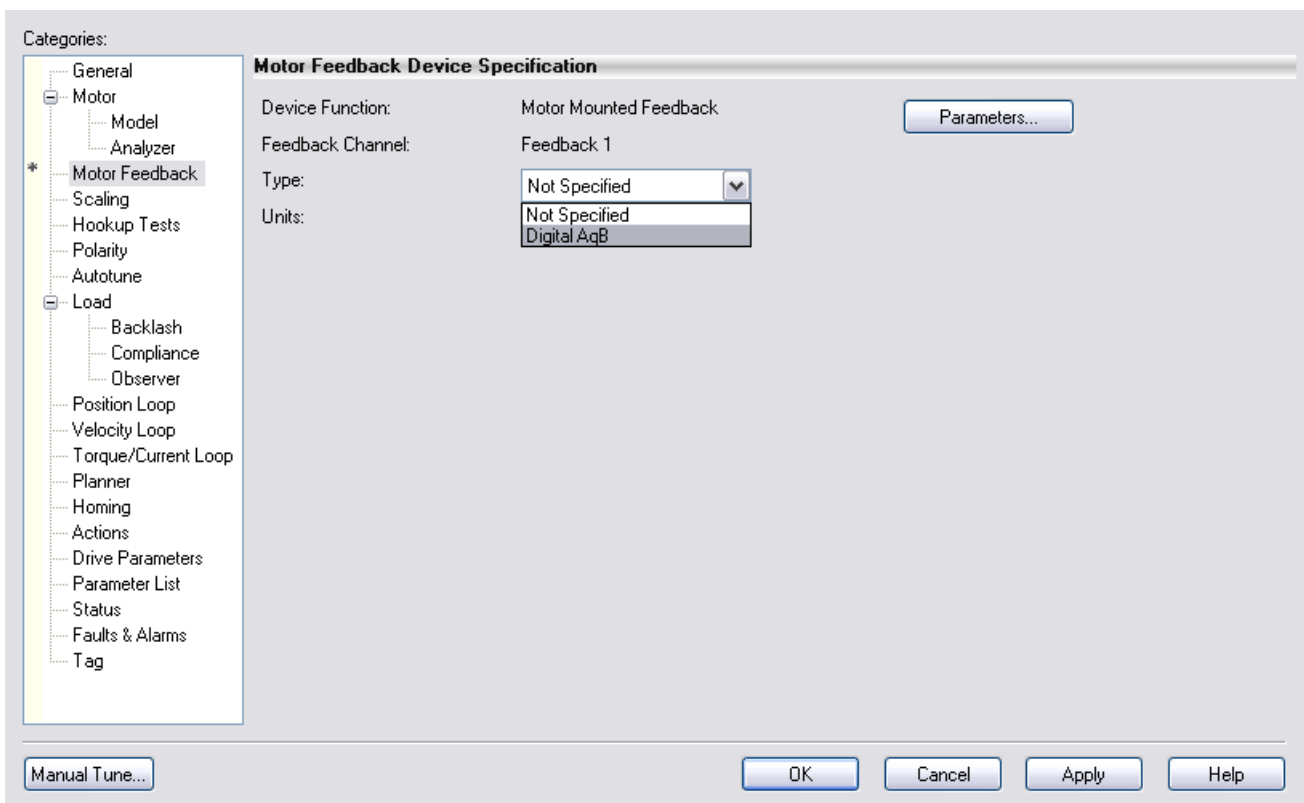
Rated Power:	0.0	kW	Pole Count:	8
Rated Voltage:	0.0	Volts (RMS)		
Rated Speed:	0.0	RPM		
Rated Current:	0.0	Amps (RMS)	Peak Current:	0.0 Amps (RMS)
			Motor Overload Limit:	100.0 % Rated

Manual Tune... [OK] [Cancel] [Apply] [Help]

СОВЕТ

Если у вас нет руководства по программированию, выберите в выпадающем меню источника данных «Data Source» каталожный номер «Catalog Number». Затем выберите в выпадающем меню типа двигателя «Motor Type» аналогичный двигатель с суффиксом -М (многооборотное устройство абсолютной обратной связи Stegmann). Программа Logix Designer введет в параметры раздела «Nameplate/Datasheet – Phase to Phase» информацию, которая хранится в ее базе данных. Запишите эту информацию для справки. Затем замените источник данных на «Nameplate Datasheet». Конфигурация будет перенесена в выбранный раздел. Данные двигателя не зависят от выбранного устройства обратной связи.

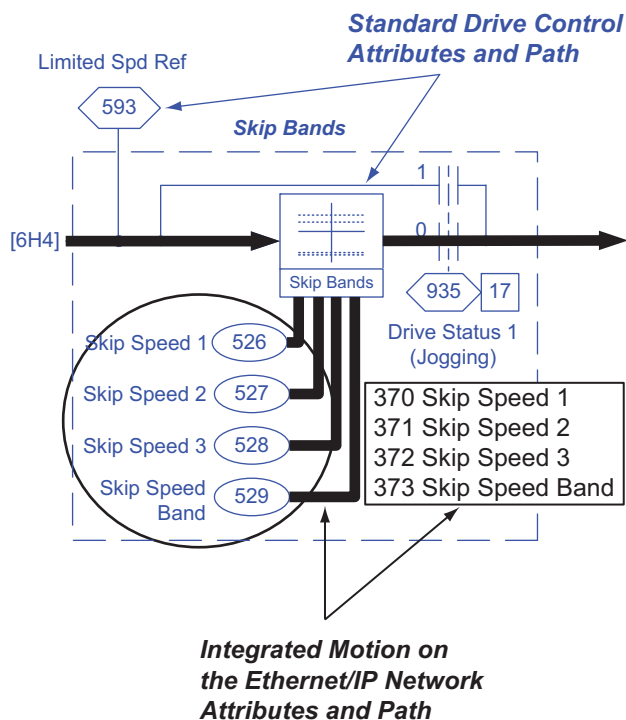
3. Выберите категорию обратной связи двигателя «Motor Feedback».
4. В выпадающем меню типа «Type» выберите «Digital AqB».



5. Нажмите кнопку «OK», чтобы сохранить конфигурацию.

Блок-схемы системы интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP для привода PowerFlex 755

На блок-схемах, приведенных в этом разделе, выделены атрибуты функции интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP и маршруты, используемые в системе управления приводами PowerFlex 755. При просмотре в электронном формате (PDF) или при цветной распечатке атрибуты и маршрут стандартной системы управления приводом показаны синим цветом, а атрибуты и маршрут системы интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP показаны более толстыми линиями черного цвета.



Условные обозначения и определения

На схемах используются следующие условные обозначения и определения.

Definitions of the Per Unit system:
 1.0 PU Position = Distance traveled / 1sec at Base Spd
 1.0 PU Speed = Base Speed of the Motor
 1.0 PU Torque = Base Torque of the Motor

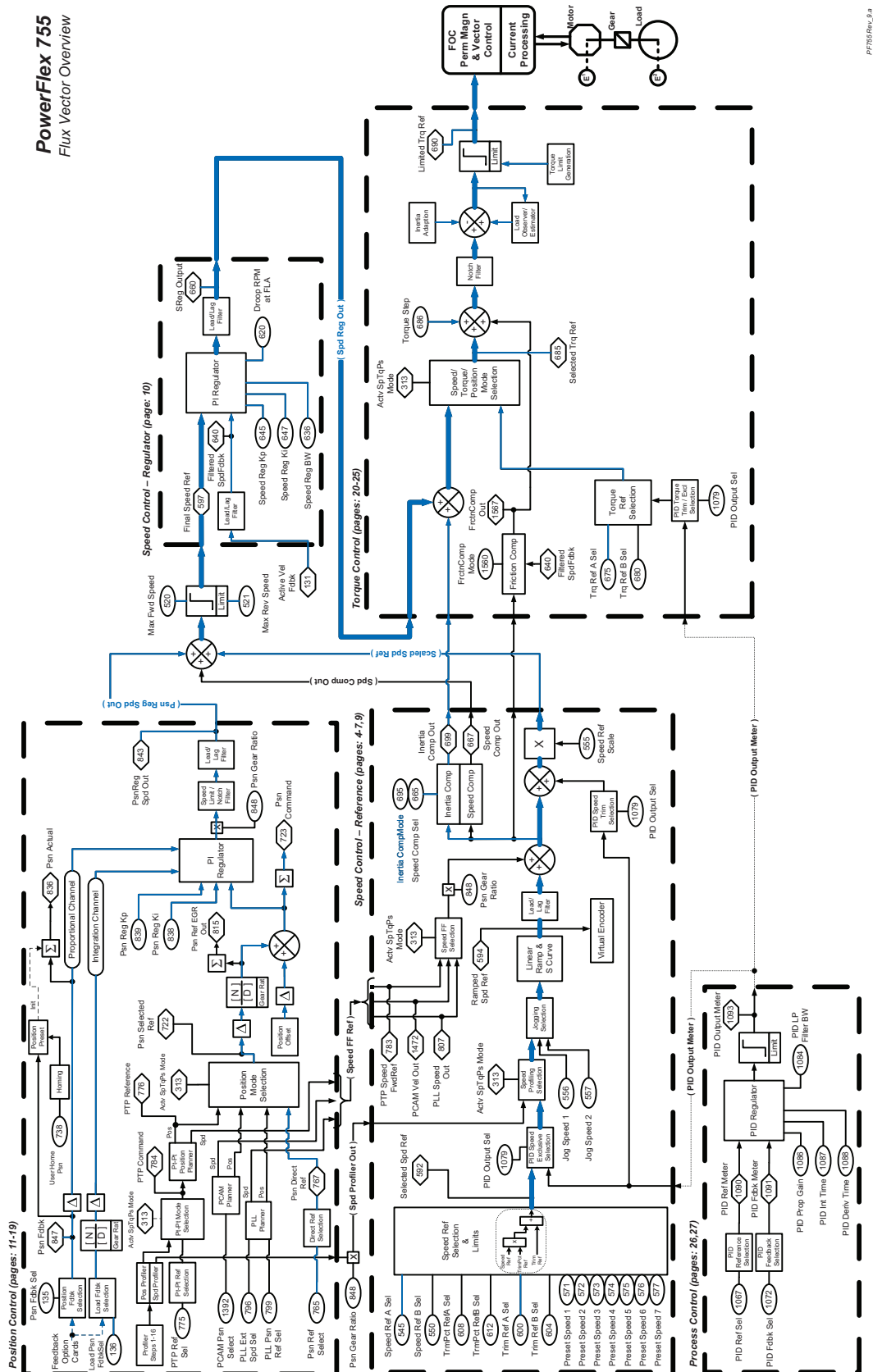
Symbol Legend:

Drive Parameters	Option Module Parameters	Requires port number.
		Read Only Parameter
		Read / Write Parameter
		Read Only Parameter with Bit Enumeration
		Read / Write Parameter with Bit Enumeration
		Provides additional information
()		Enumerated Parameter
[]		Page and Coordinate ex. 3A2 = pg 3, Column A, Row 2
		Constant value
'd'		Prefix refers to Diagnostic Item Number ex. d33 = Diagnostic Item 33

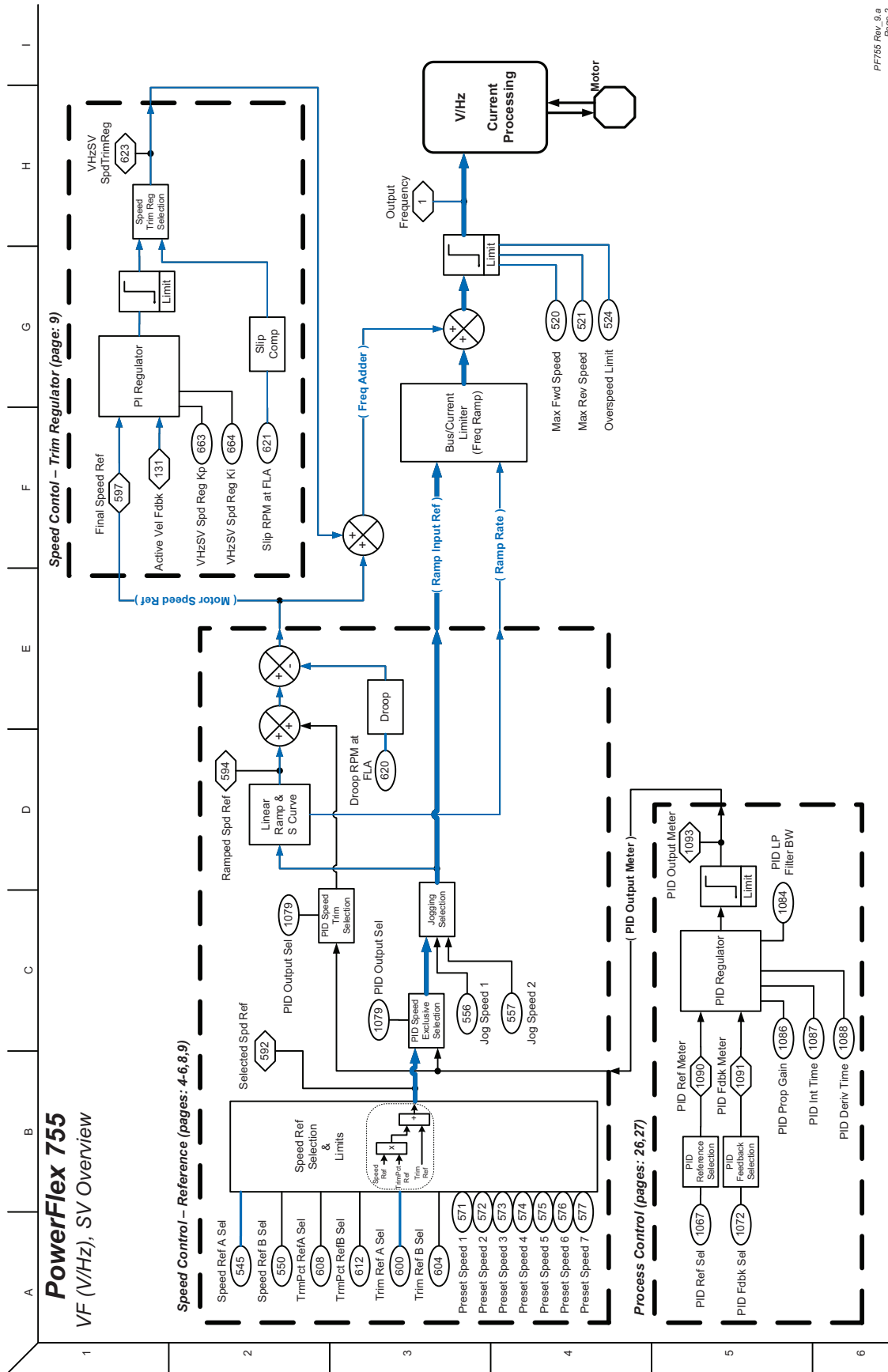
Оглавление раздела блок-схем

Блок-схема	Стр.	Блок-схема	Стр.
Векторное управление магнитным потоком – Обзор	382	Обзор управления крутящим моментом – двигатель с внутренними постоянными магнитами	403
Скалярное управление (U/f), бездатчиковое векторное управление – Обзор	383	Управление крутящим моментом – масштабирование и корректировка задания момента	404
Управление с обратной связью по скорости / положению	384	Управление крутящим моментом – крутящий момент	405
Управление скоростью. Задание скорости. Обзор	385	Управление крутящим моментом – ток, асинхронный двигатель и двигатель с поверхностно расположенными постоянными магнитами	406
Управление скоростью, задание скорости (лист 1)	386	Управление крутящим моментом – ток, двигатель с внутренними постоянными магнитами	407
Управление скоростью, задание скорости (лист 1)	386	Управление крутящим моментом – адаптация к моменту инерции	408
Управление скоростью, задание скорости (лист 1)	386	Управление крутящим моментом – контроль / оценка нагрузки	409
Управление скоростью, задание скорости (лист 4)	389	Управление технологическим процессом (лист 1)	410
Управление скоростью, задание скорости (лист 5)	390	Управление технологическим процессом (лист 1)	410
Управление скоростью – регулятор (векторное управление магнитным потоком)	391	Управление цифровым потенциометром МОР	412
Управление положением – задание положения	392	Входы и выходы – цифровые	413
Управление положением – регулятор	393	Входы и выходы – аналоговые	414
Управление положением – вспомогательные функции	394	Входы и выходы 11-й серии – цифровые	415
Управление положением – вспомогательные функции	394	Входы и выходы 11-й серии – аналоговые	416
Управление положением – кулачковое позиционирование САМ	396	Входы и выходы 11-й серии – АTEX	417
Управление положением – профилирование/индексация (лист 1)	397	Входы и выходы 11-й серии – цифровые	415
Управление положением – профилирование/индексация (лист 1)	397	Входы и выходы 11-й серии – аналоговые	416
Управление положением / вспомогательные функции – индикатор положения рулона	399	Компенсация трения	420
Управление положением – функция ориентации шпинделя	400	Обзор регулируемого увеличения напряжения – функциональные входы/выводы	421
Управление положением / вспомогательные функции – увеличение крутящего момента в зависимости от положения	401	Диагностические средства	422
Обзор управления крутящим моментом – асинхронный двигатель и двигатель с поверхностно расположенными постоянными магнитами	402	Мастер высокоскоростной регистрации данных	423

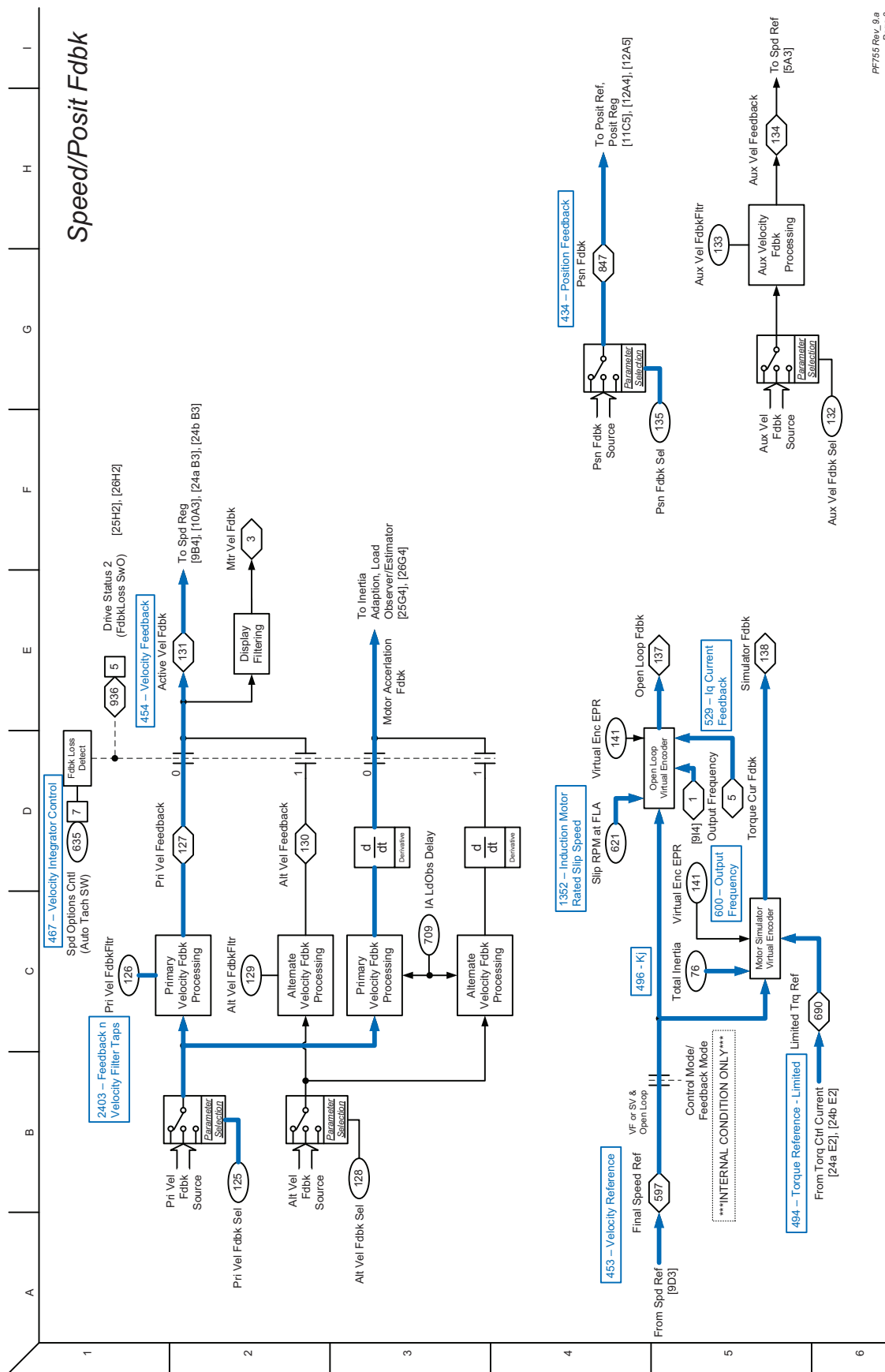
Векторное управление магнитным потоком – Обзор


PFD75 Rev. 9.0
Page 1

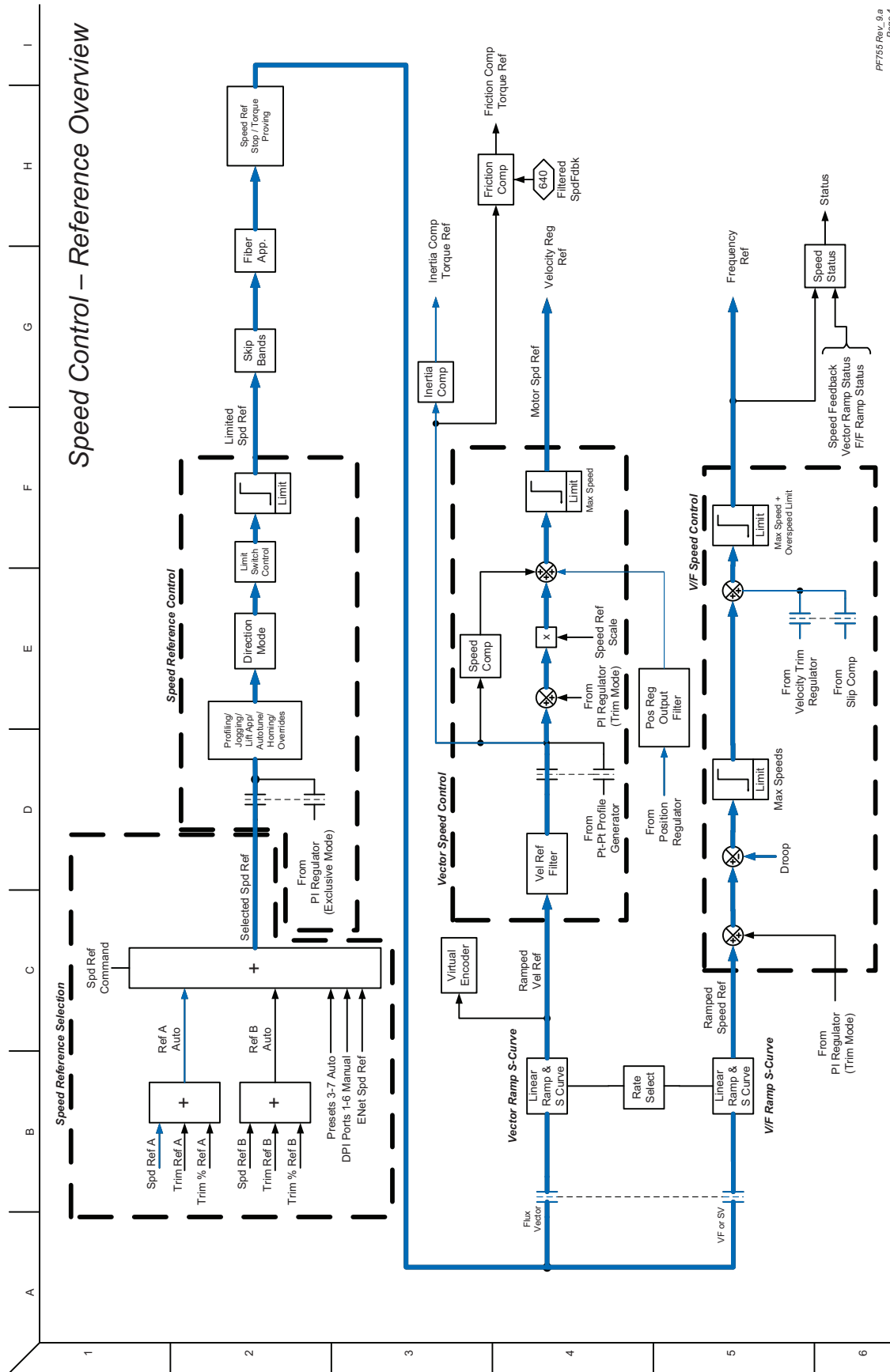
Скалярное управление (U/f), бездатчиковое векторное управление – Обзор

PF755 Rev. 9. a
Page 2

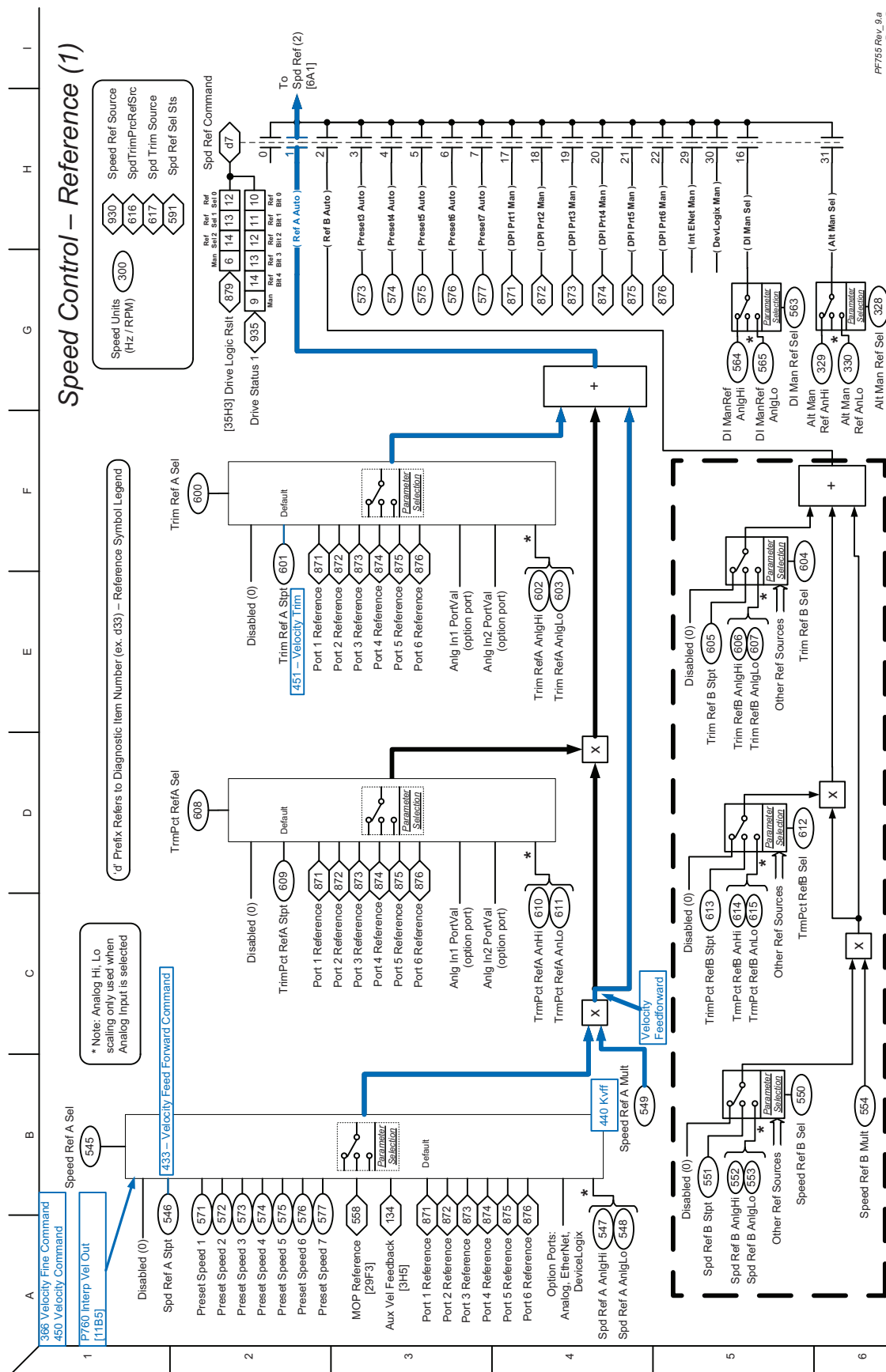
Управление с обратной связью по скорости / положению



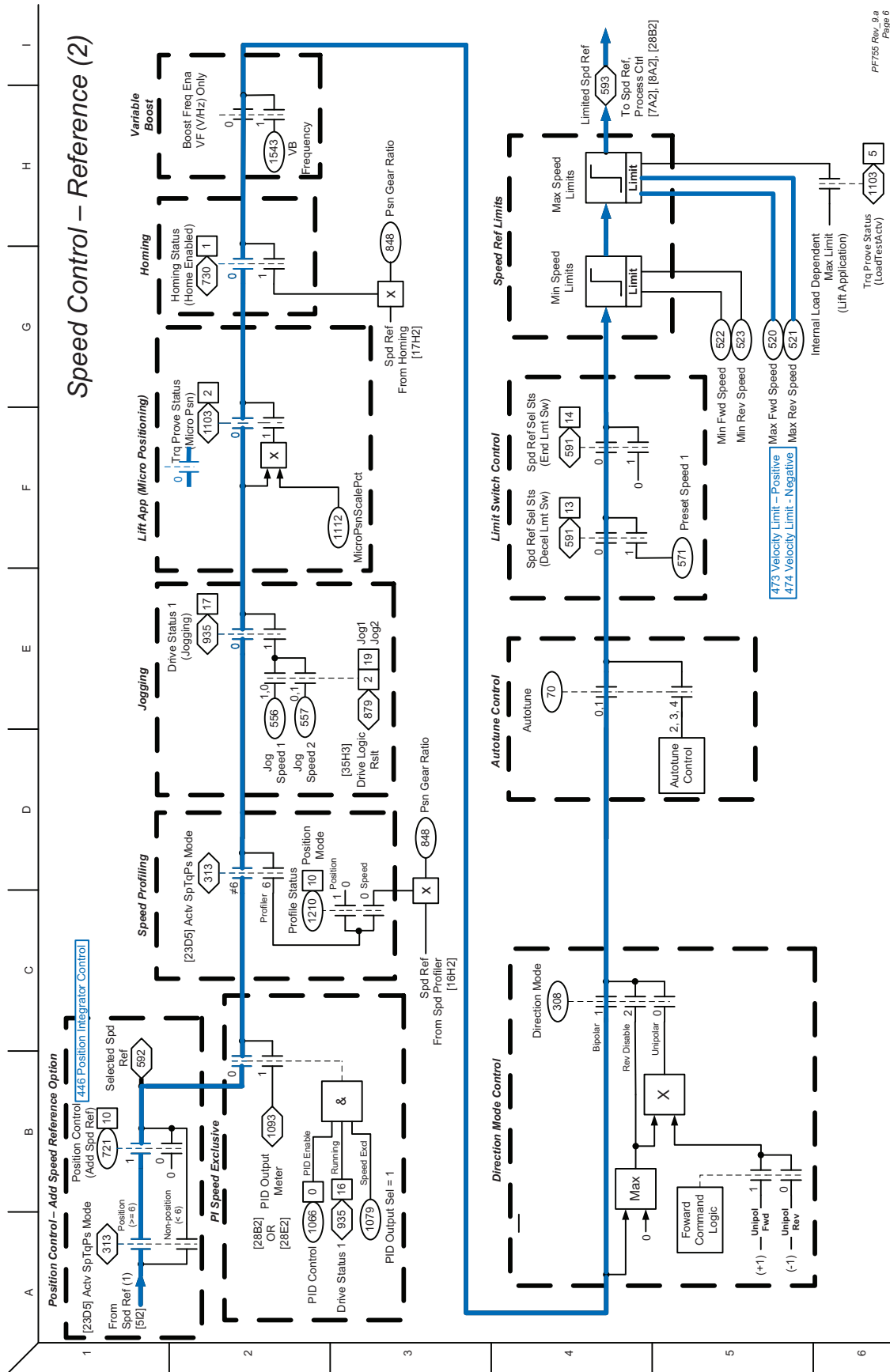
Управление скоростью. Задание скорости. Обзор

PF755 Rev. 9.a
Page 4

Speed Control – Reference (1)



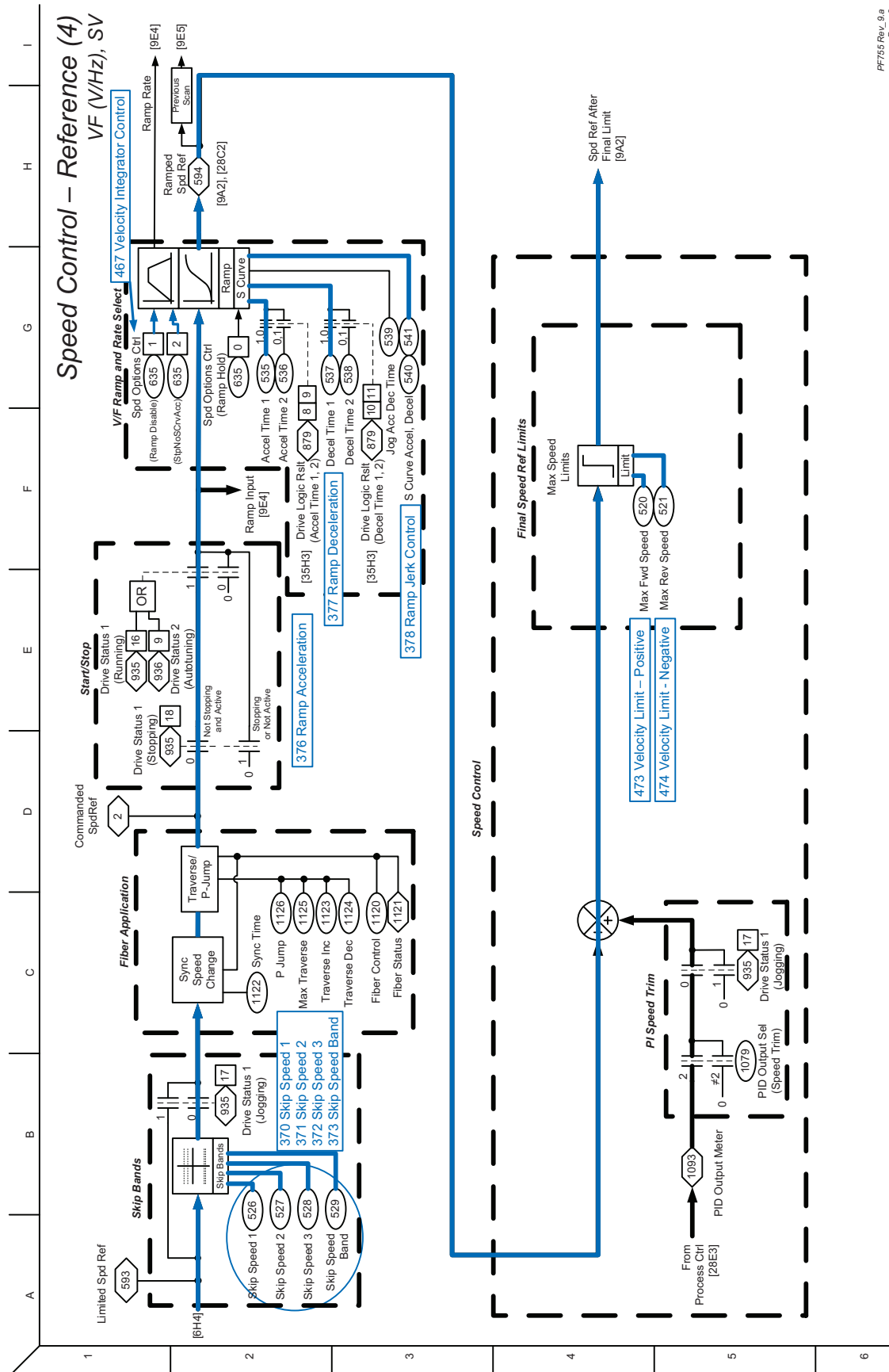
Управление скоростью, задание скорости (лист 2)



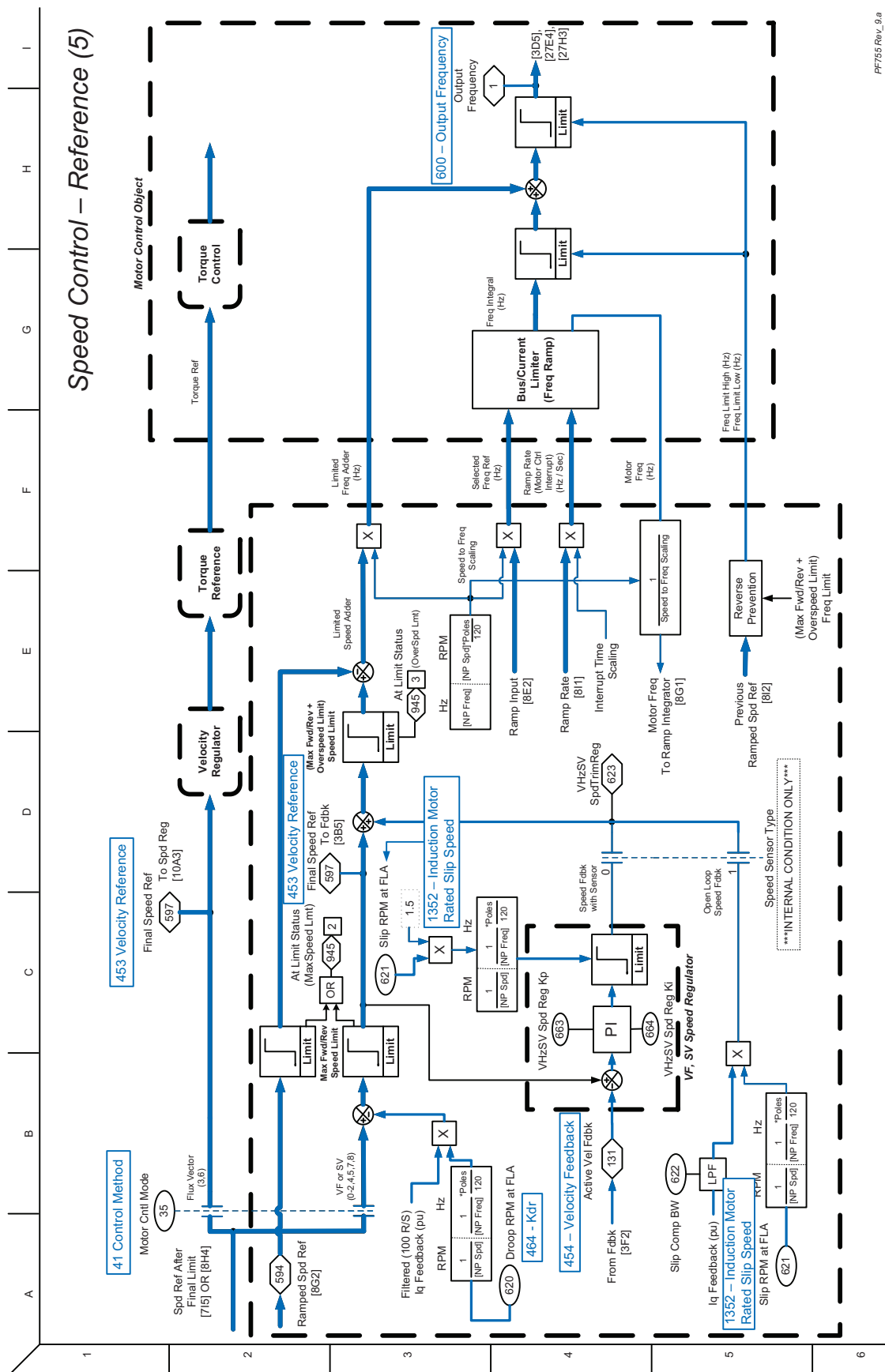
Speed Control – Reference (3)



Управление скоростью, задание скорости (лист 4)

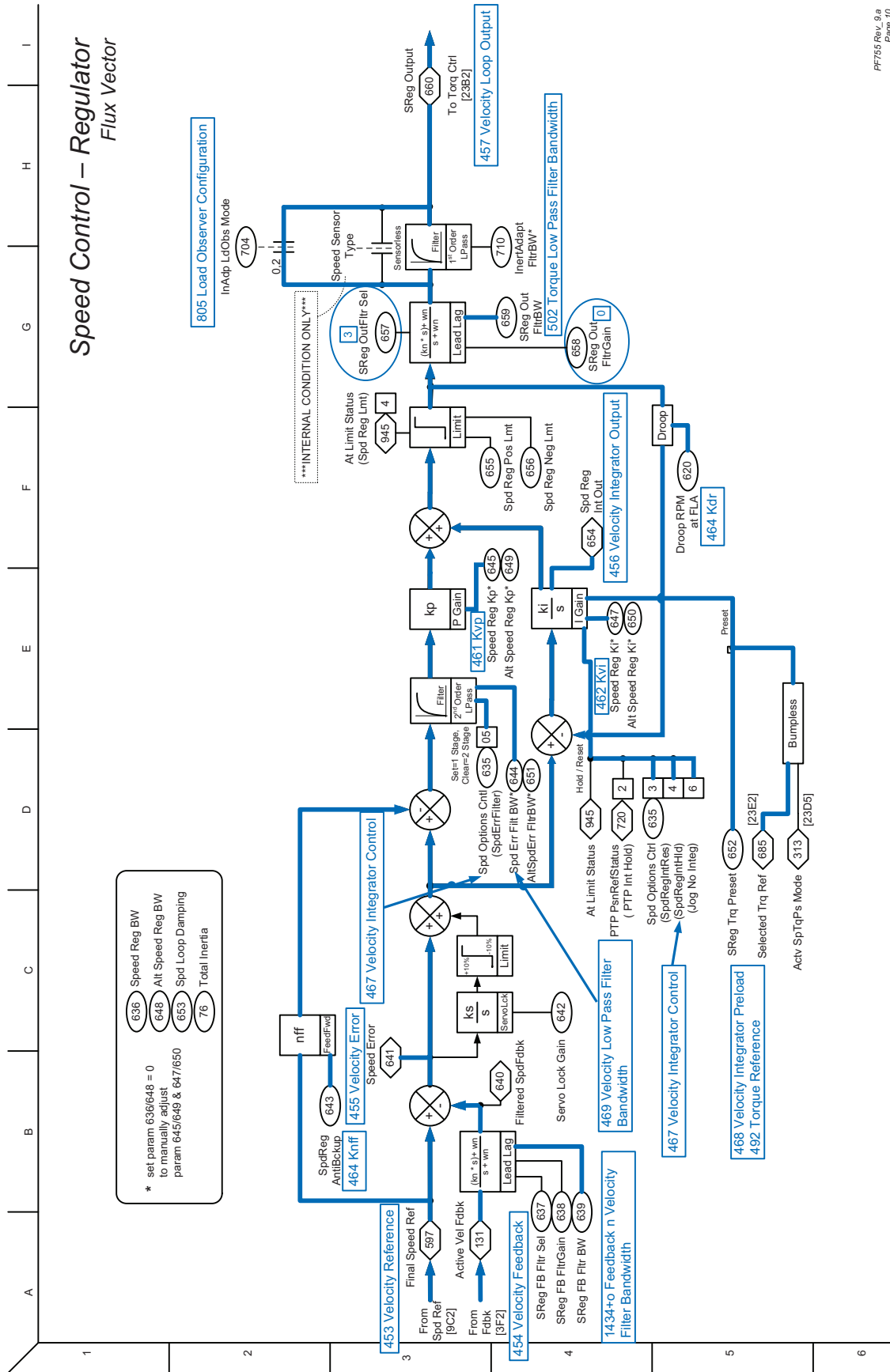


Управление скоростью, задание скорости (лист 5)

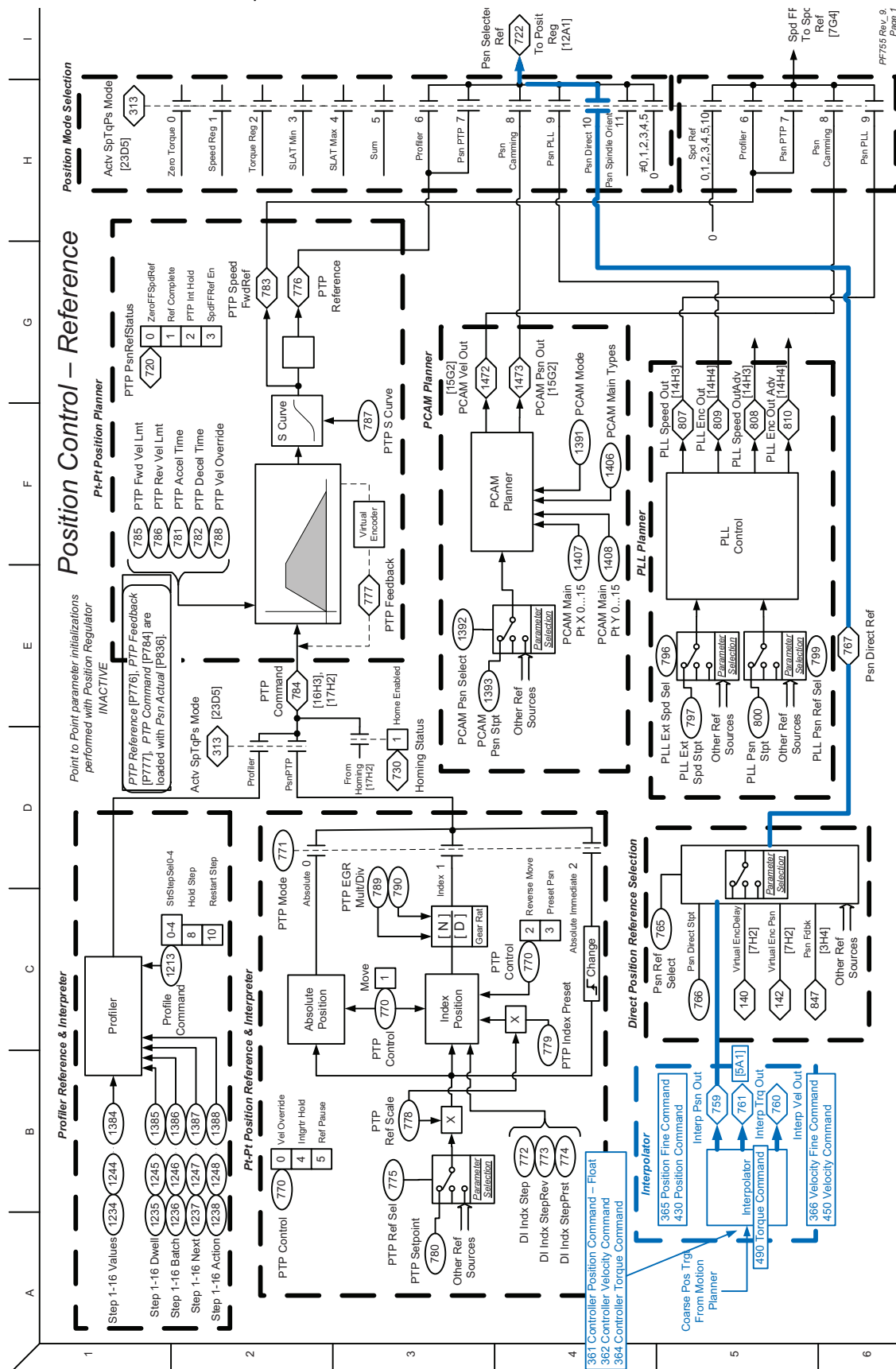


PF755 Rev. 9.0
Page 9

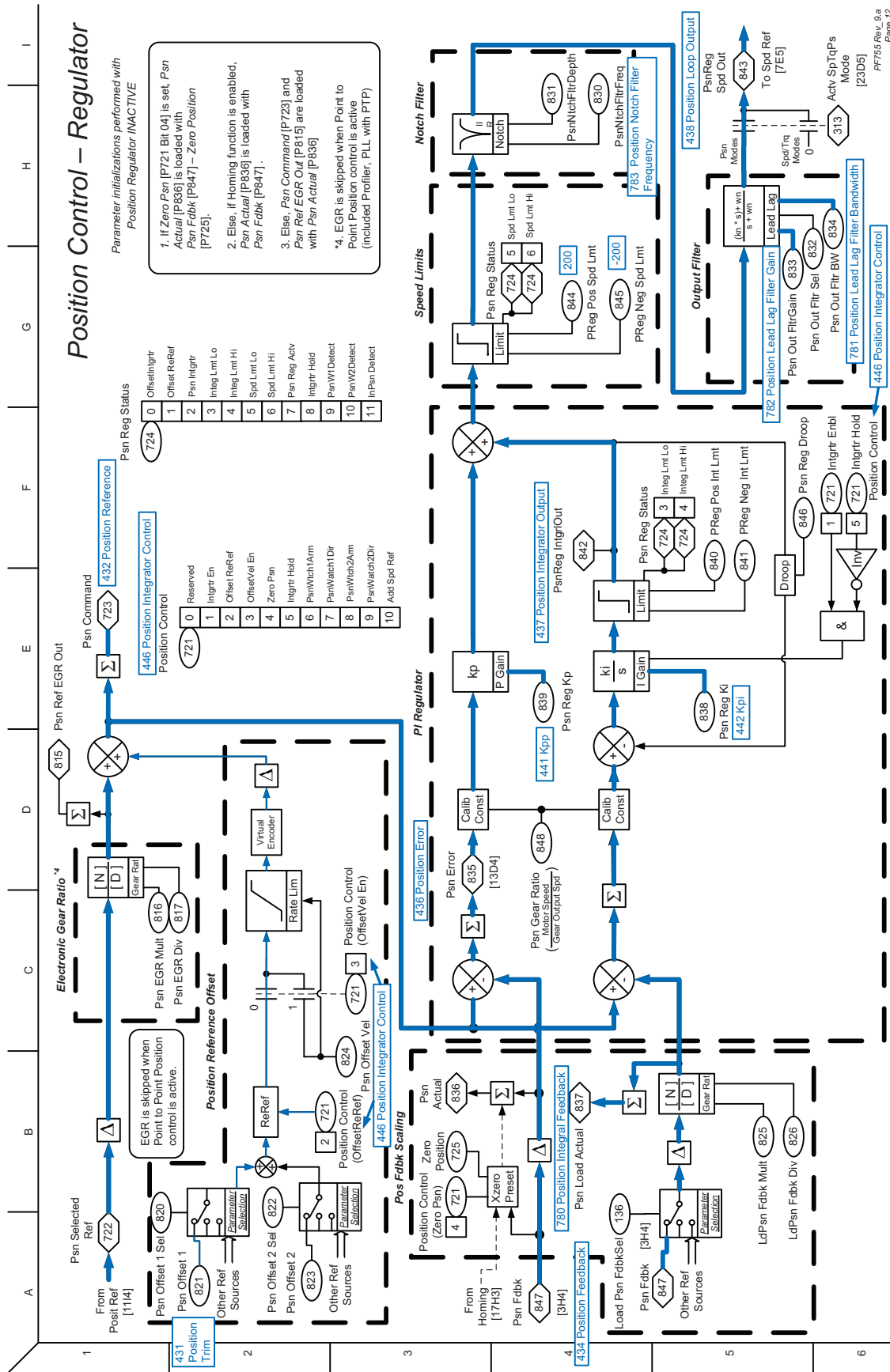
правление скоростью – регулятор (векторное управление магнитным потоком)



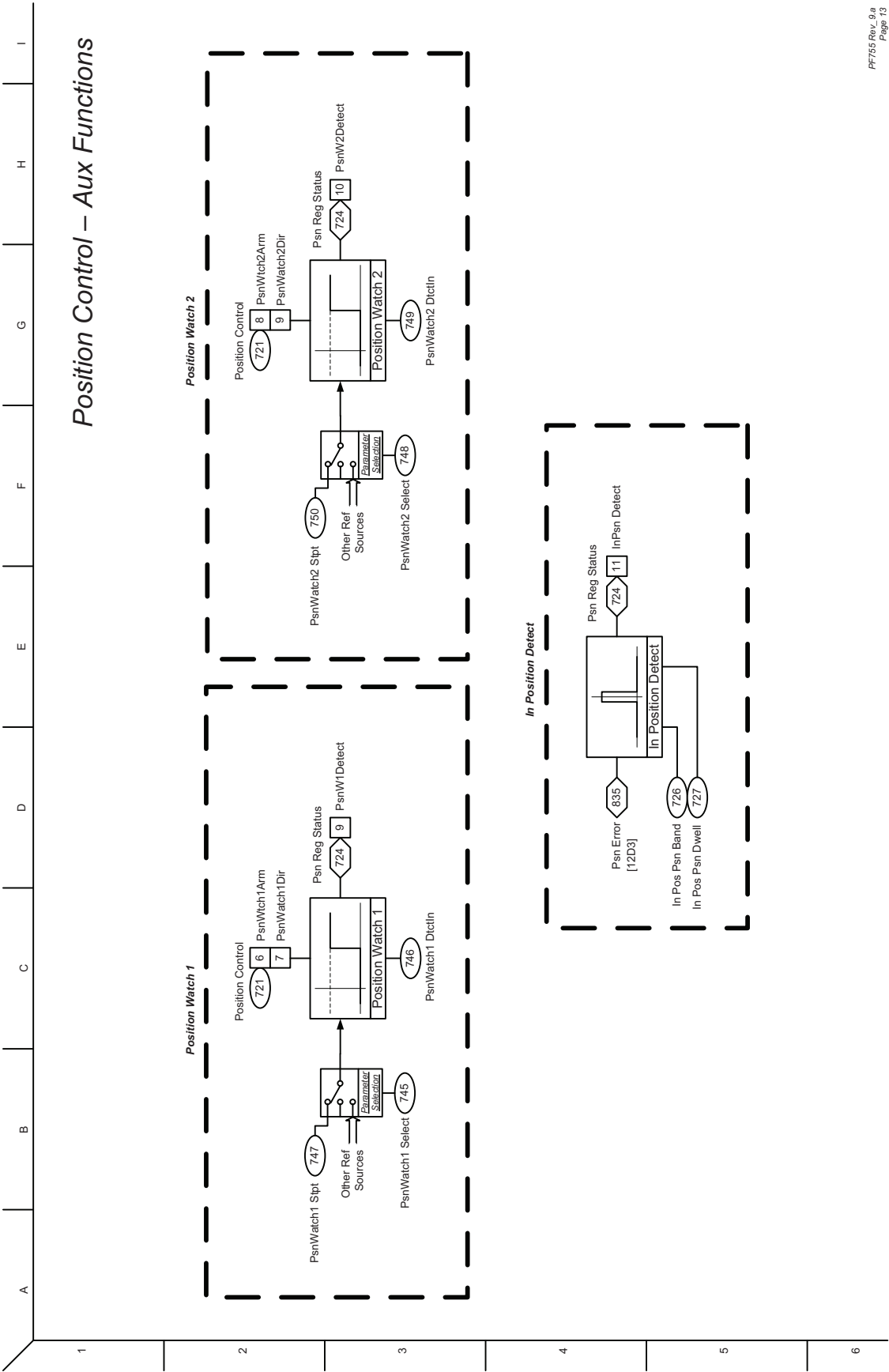
Управление положением – задание положения


PT755 Rev. 9
Page 1

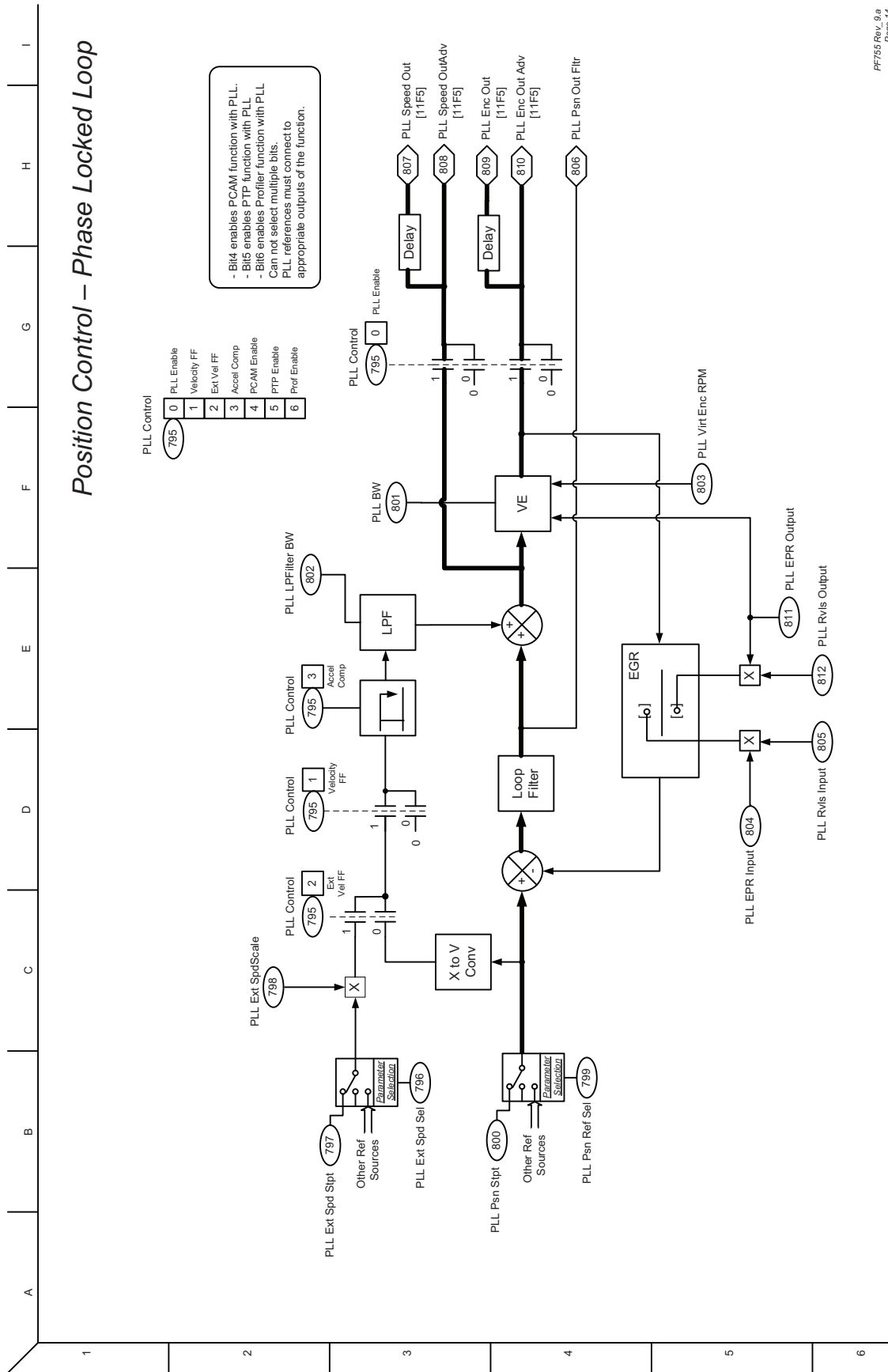
Управление положением – регулятор



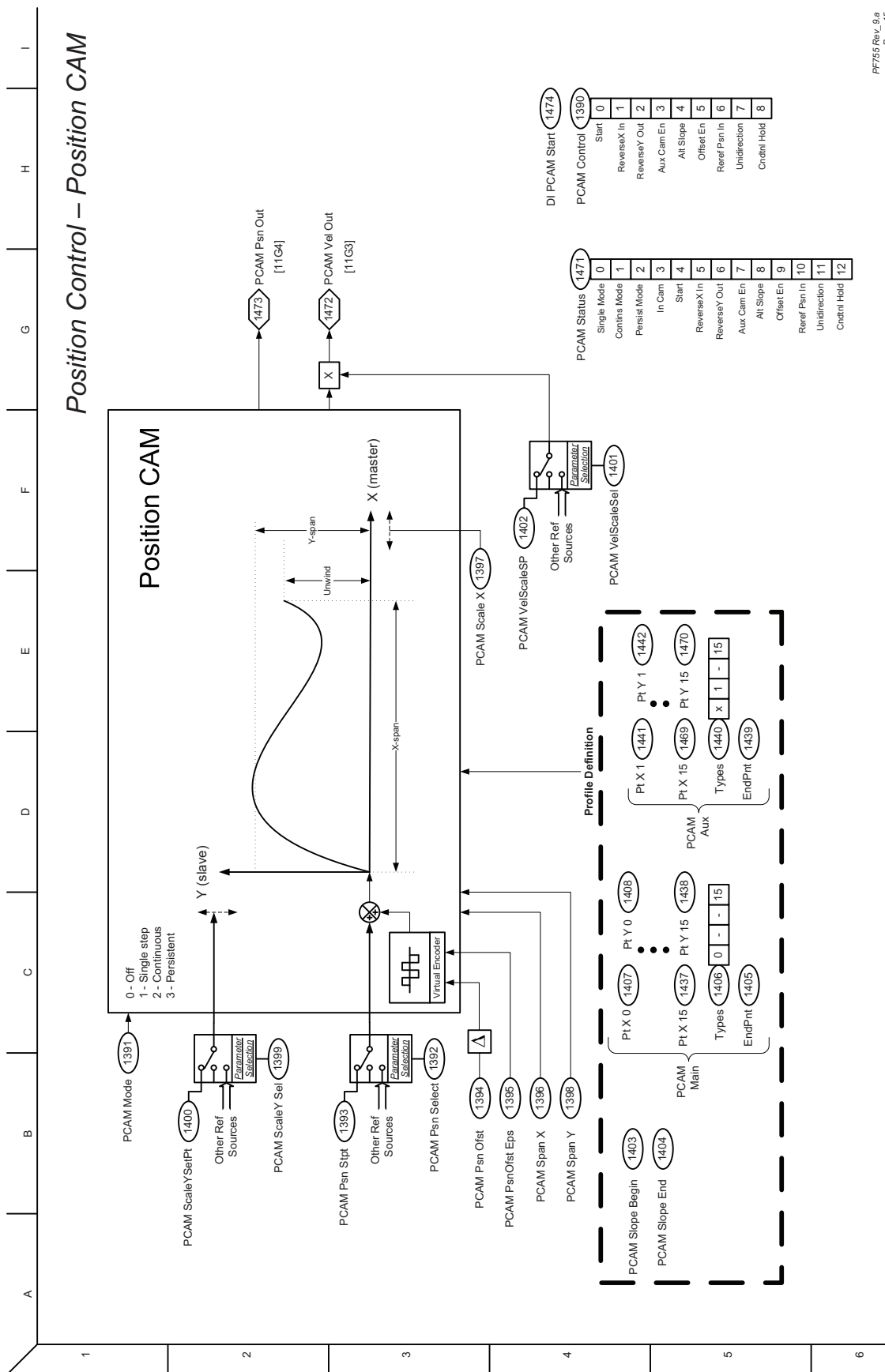
Управление положением – вспомогательные функции



Управление положением – фазовая автоподстройка частоты

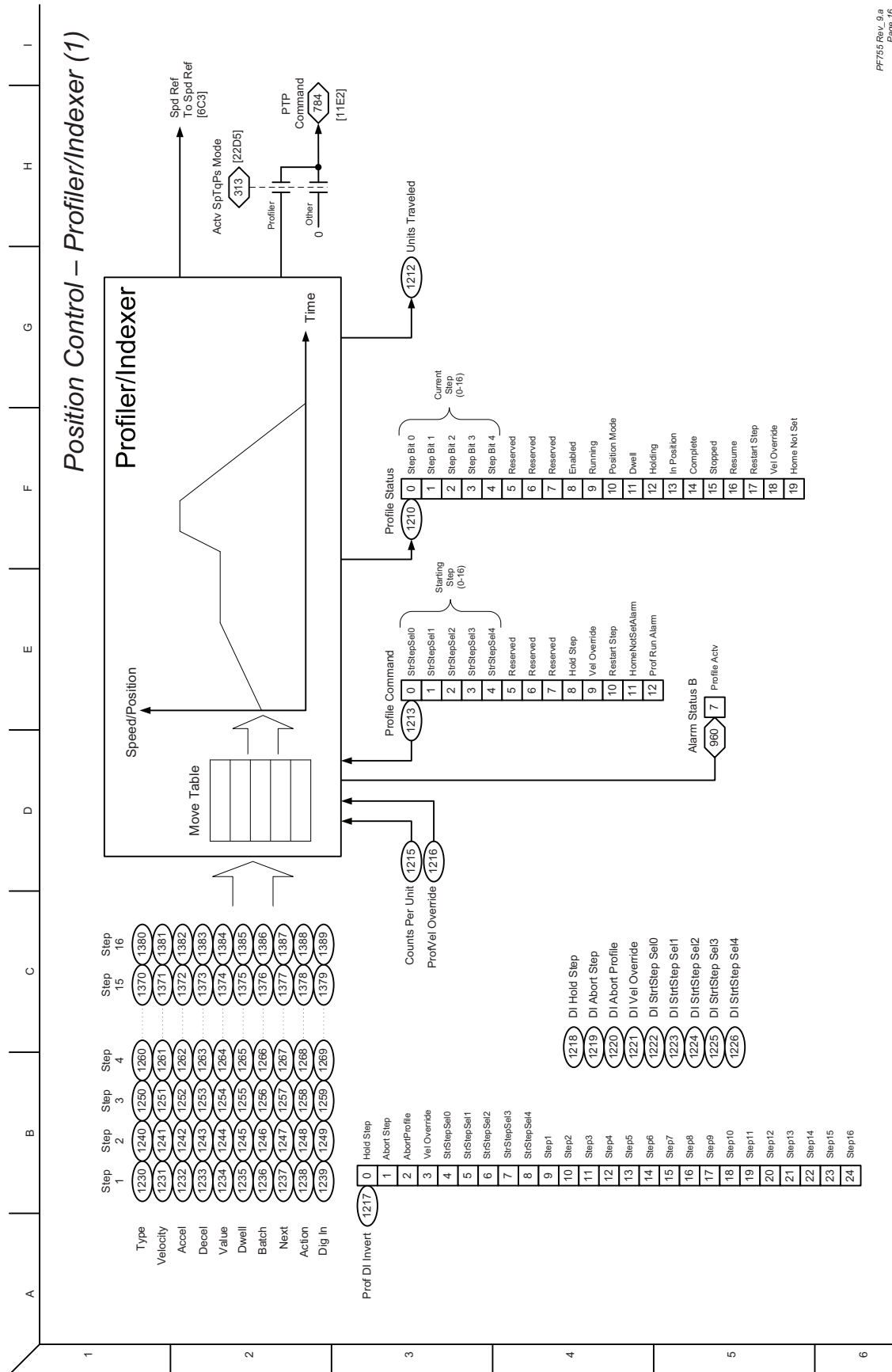
PF755 Rev. 9.9
Page 14

Управление положением – кулачковое позиционирование CAM

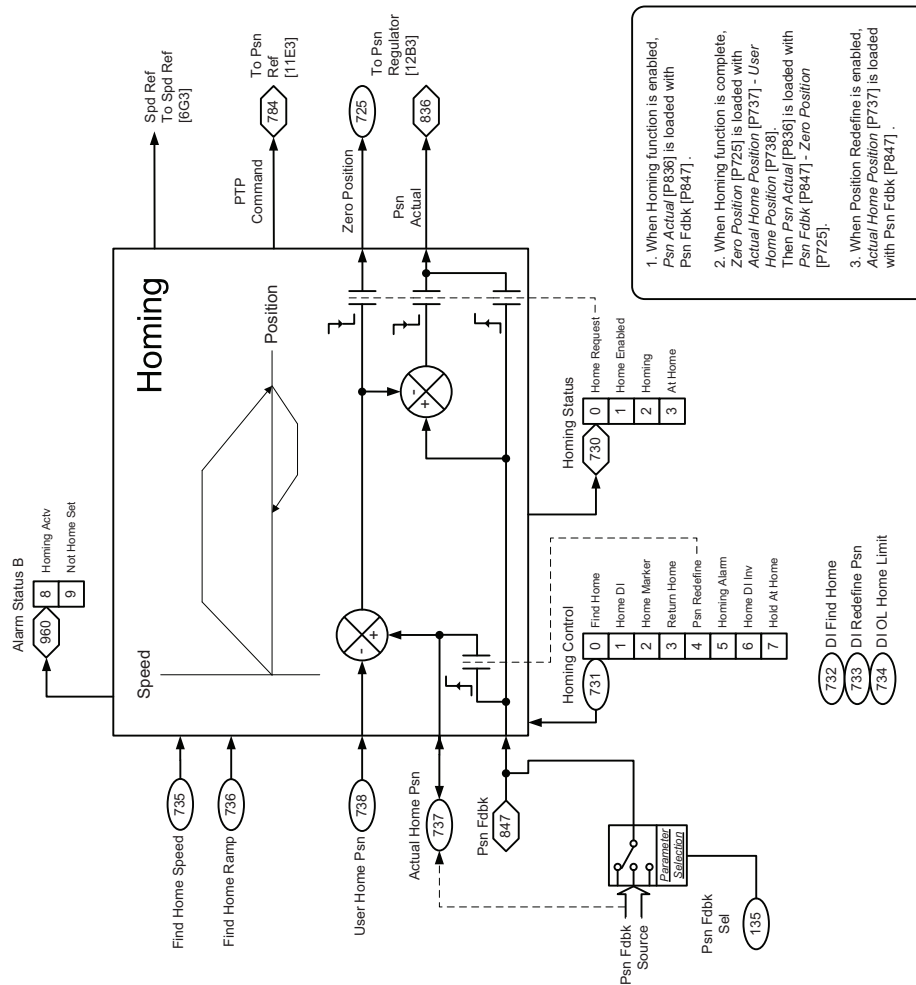


PF755 Rev. 9.0
Page 15

Управление положением – профилирование/индексация (лист 1)



Position Control – Homing



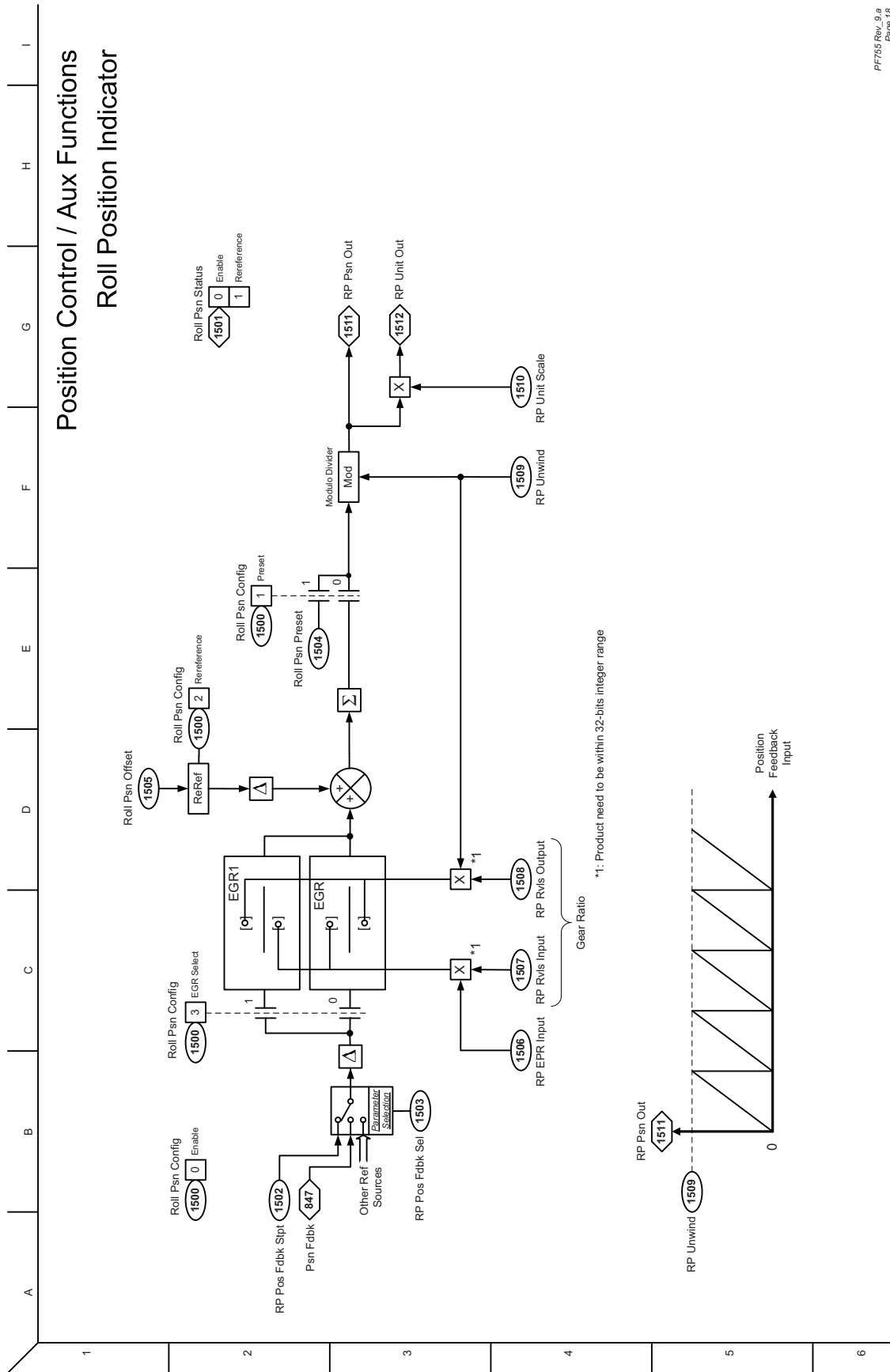
Position Control – Profiler/Indexer (2)

<i>Type = Position Absolute (Pos Abs)</i>							
Action	Param Band	Time Band	Param Band	Digin Band	(+/-) Wait	Step to Next	End
Velocity	N/A	N/A	N/A	N/A	Move vel	Move vel	N/A
Accel	N/A	N/A	N/A	N/A	Move accel	Move accel	N/A
Decel	N/A	N/A	N/A	N/A	Move decel	Move decel	N/A
Value	Absolute Target pos	N/A	N/A	N/A	Absolute Target pos	Absolute Target pos	N/A
Dwell	N/A	N/A	N/A	N/A	Dwell Time	Dwell Time	N/A
Batch	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Next Step	Next Step	N/A	N/A	N/A	Next Step	Next Step	N/A
Condition	Position > Value	N/A	N/A	N/A	Digin transition	Position > Value	Restart Inserter
Dwell #	N/A	N/A	N/A	N/A	Done #	N/A	N/A

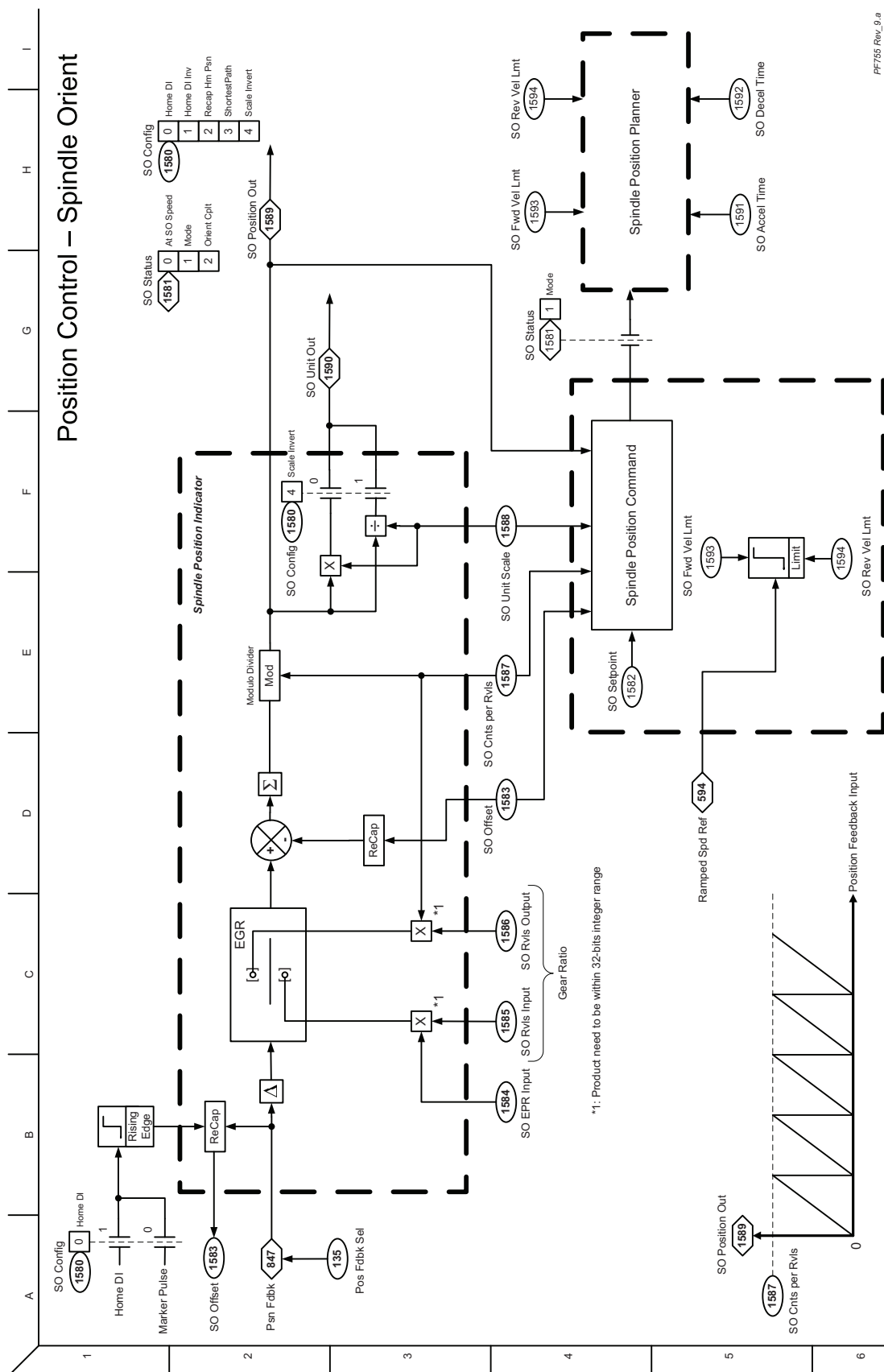
[illegible]

Type = Speed Profile									
Action	Pre Blend	Time Blend	Param Blend	Digin Blend	(+/-) Wait	Step to Next	End		
Velocity	Move vel	Move vel	Move vel	Move Vel	Move vel	Move vel	N/A		
Decel	Move accel	Move accel	Move accel	Move accel	Move accel	Move accel	N/A		
Descl	Move decel	Move decel	Move decel	Move decel	Move decel	Move decel	N/A		
Target pos	Incremental	Total Time	Compare	N/A	Total Time	Dwell Time	Dwell		
Dwell			Param # (+/-)				Dwell		
Batch	N/A	N/A	Compare	Dwell Time	Dwell Time	Dwell Time	Dwell		
Next	N/A	N/A	Param #	Batch #	Batch #	Batch #	Batch #		
Next Step	Next Step	Next Step	Next Step	Next Step	Next Step	Next Step	Next Step		
Next Step	Position >	Time >	Param[Value]	Digin Value	Digin transition	Time >	Reslant		
Condition	Value	Value	Compare to	transition	transition	Value	Profile		
			Param[Dwell]						

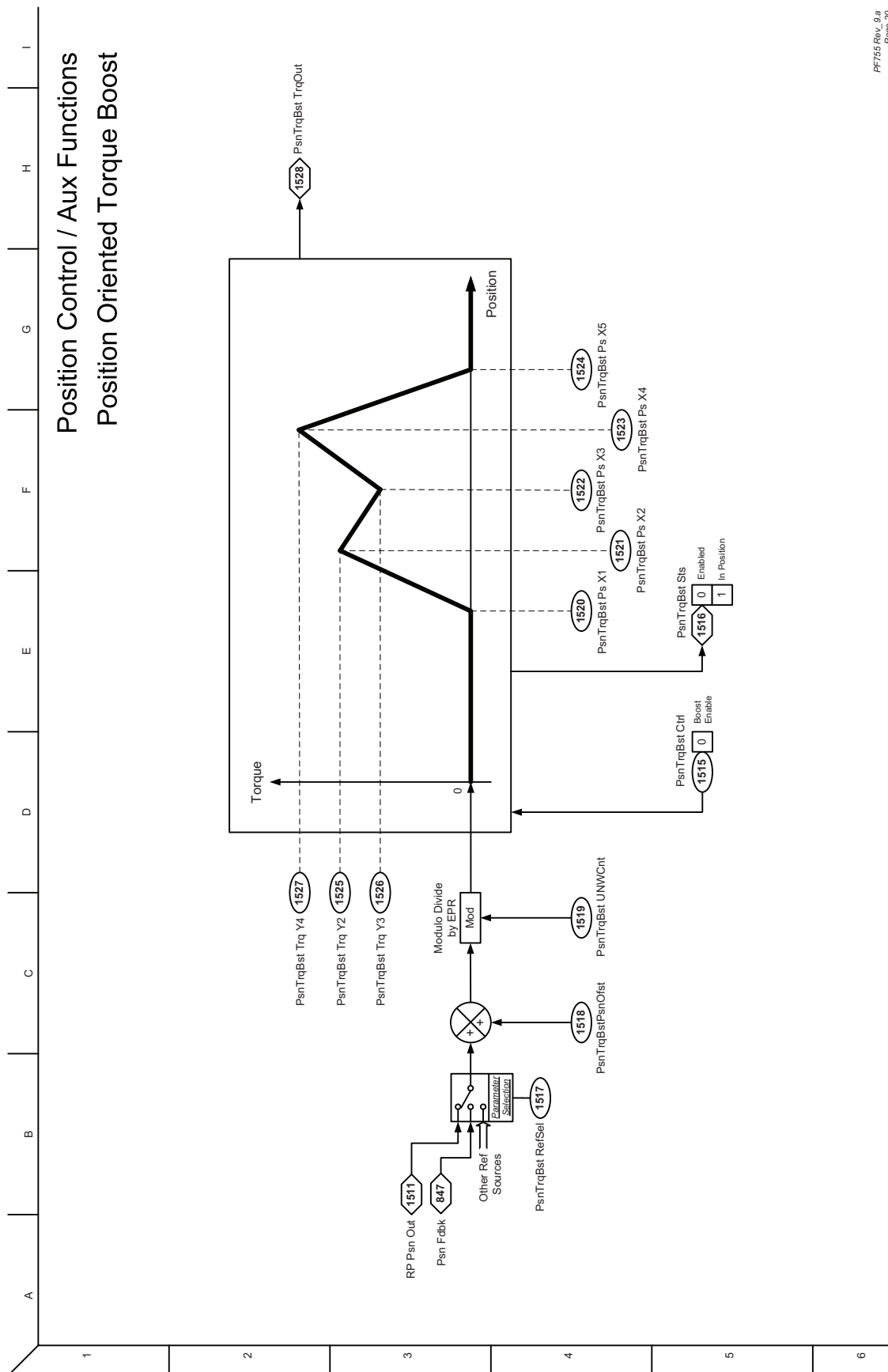
Управление положением / вспомогательные функции – индикатор положения рулона

PF755 Rev. 9. a
Page 18

Управление положением – функция ориентации шпинделя

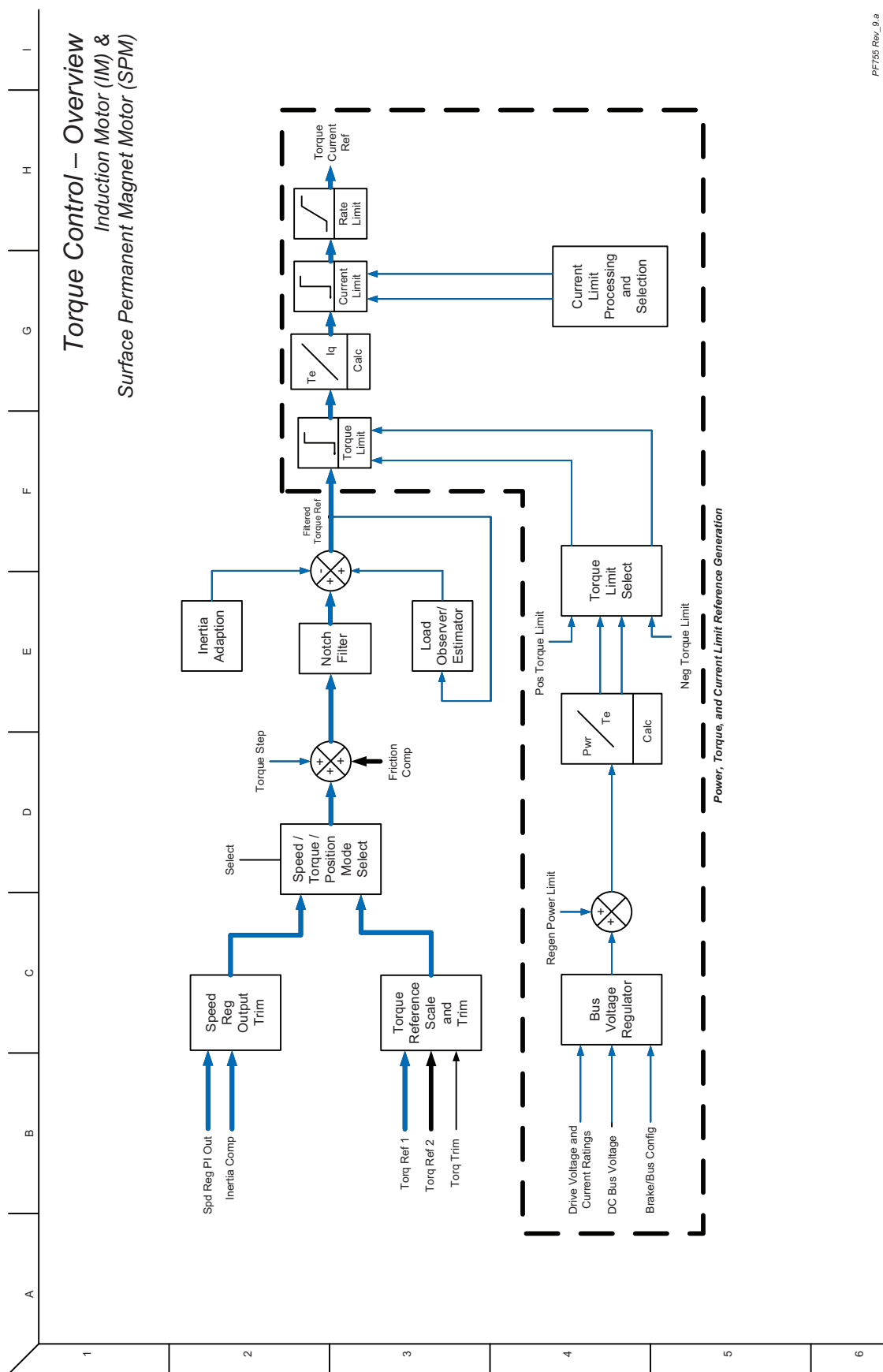


Управление положением / вспомогательные функции – увеличение крутящего момента в зависимости от положения



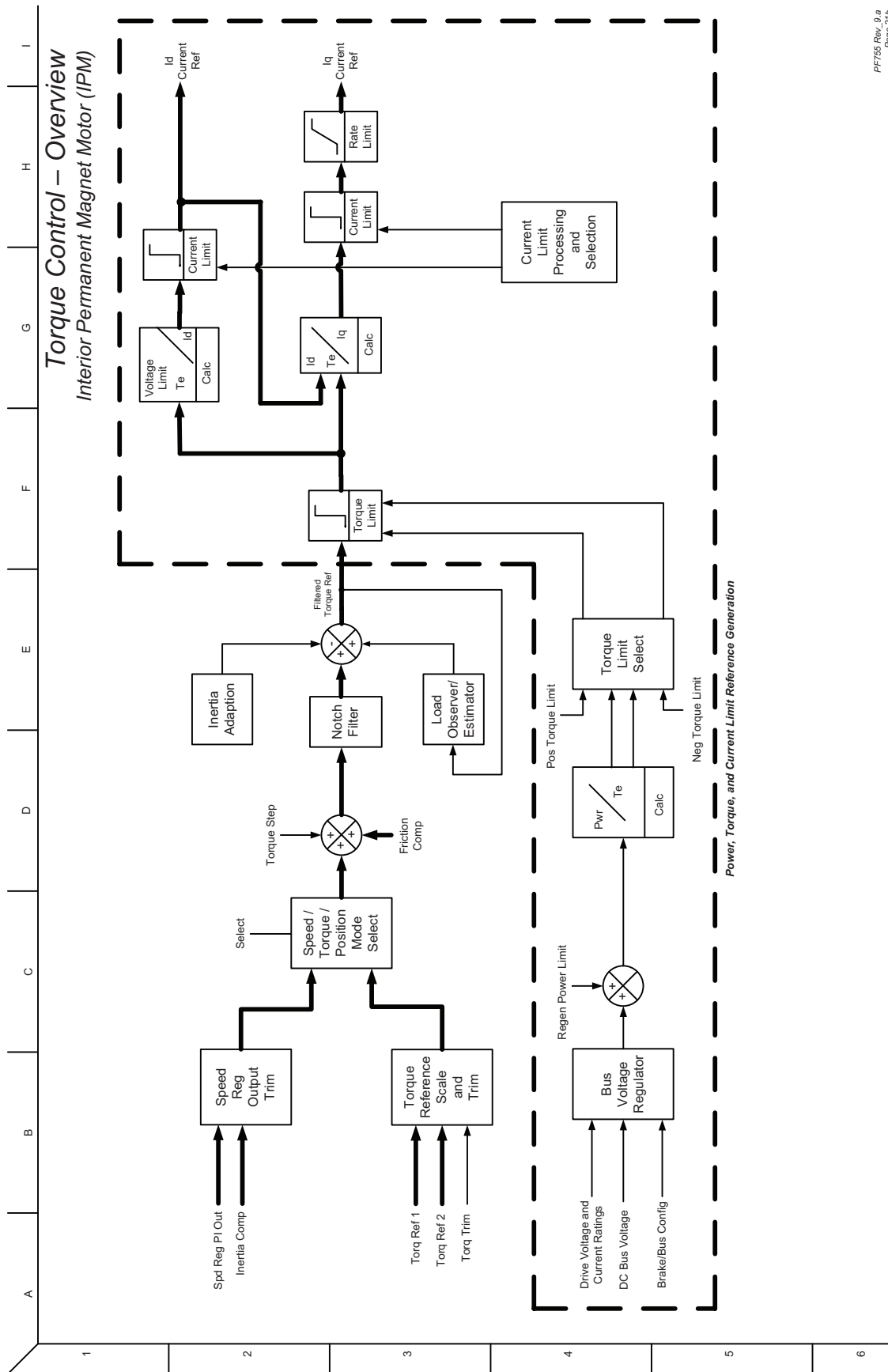
PF755 Rev. 9.a
Page 20

Обзор управления крутящим моментом – асинхронный двигатель и двигатель с поверхностно расположенными постоянными магнитами



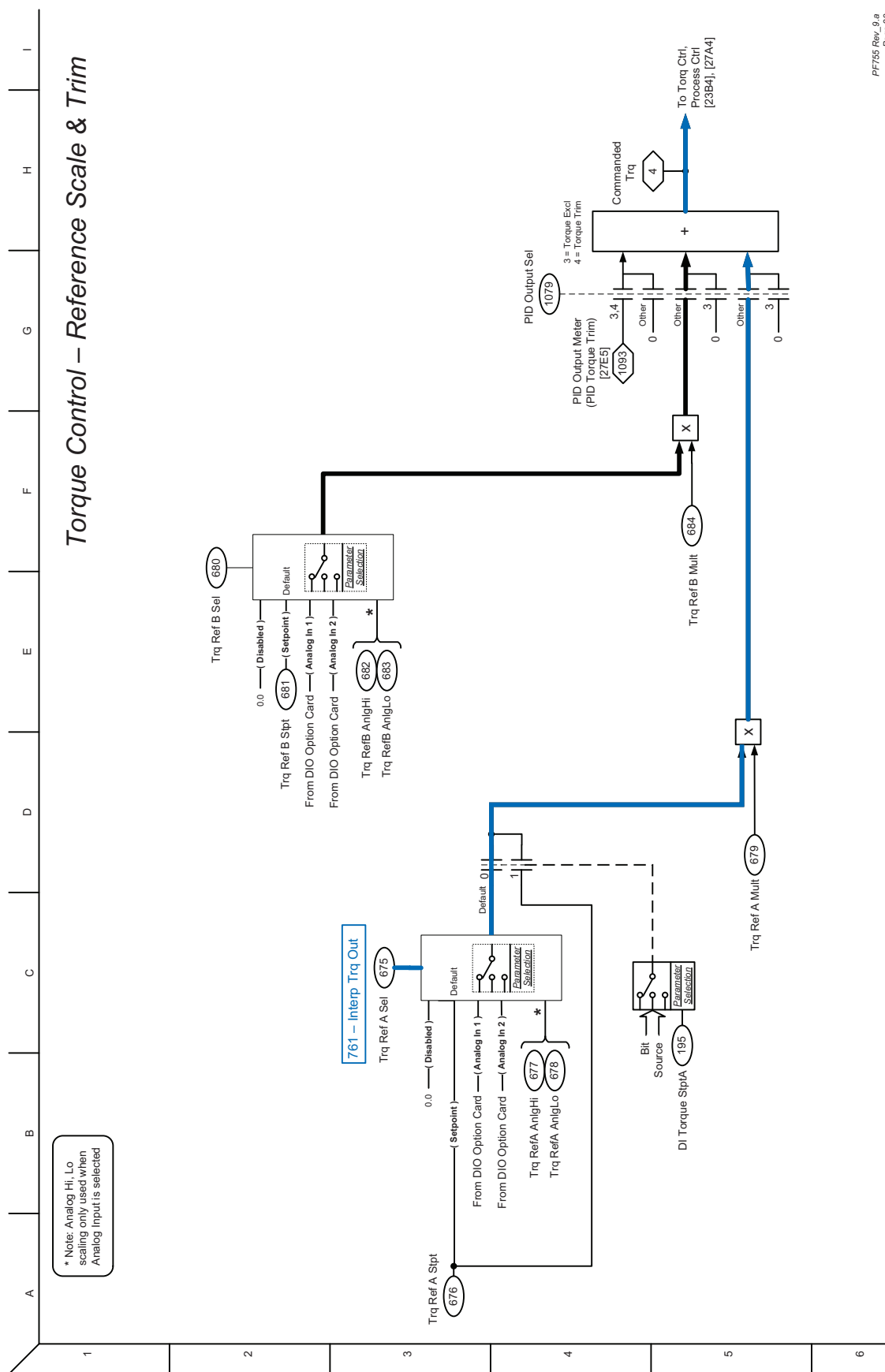
PFT05 Rev. 9.0
Page 21a

Обзор управления крутящим моментом – двигатель с внутренними постоянными магнитами



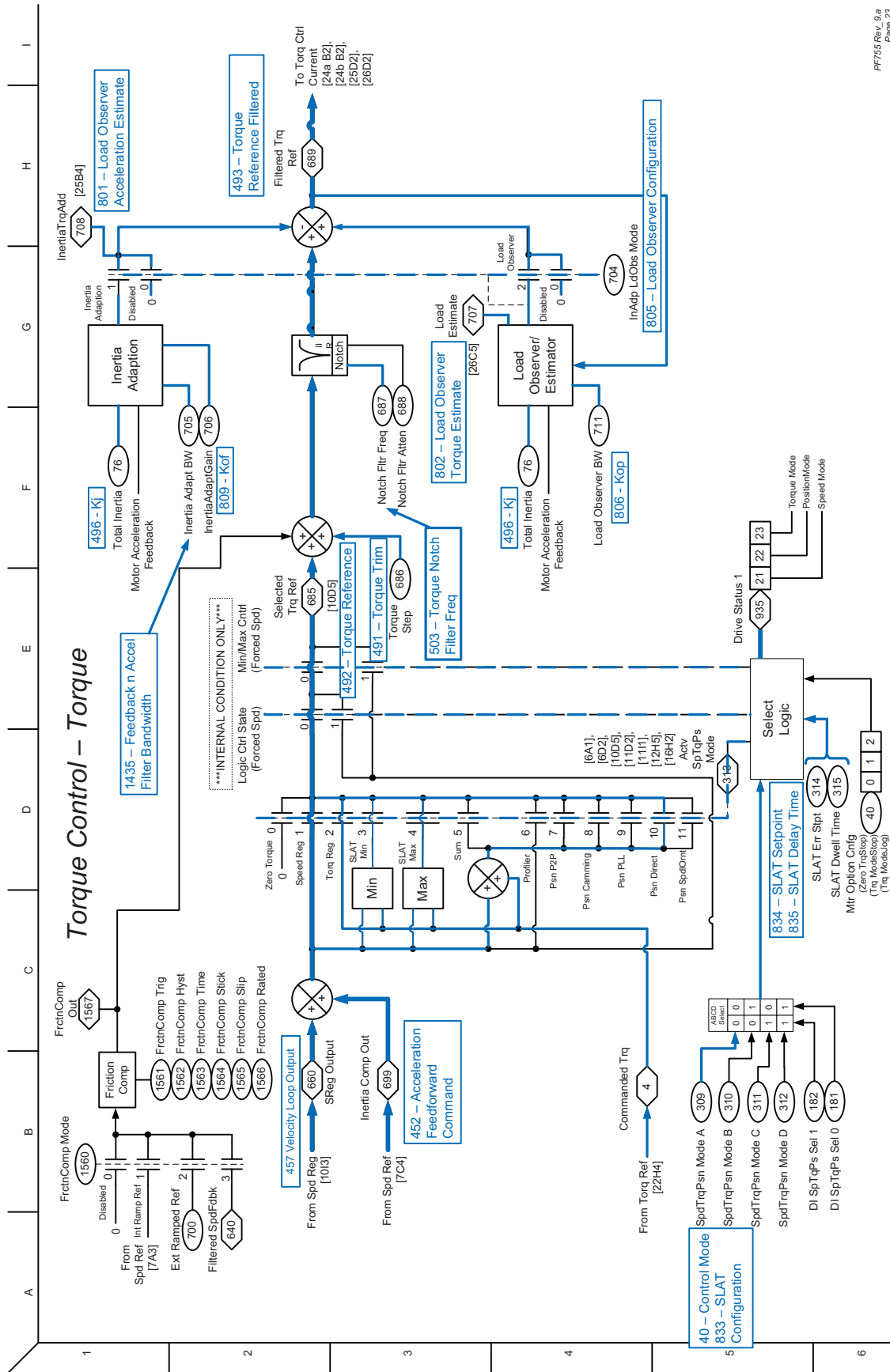
Pf755 Rev. 9.a
Page 27b

Управление крутящим моментом – масштабирование и корректировка задания момента

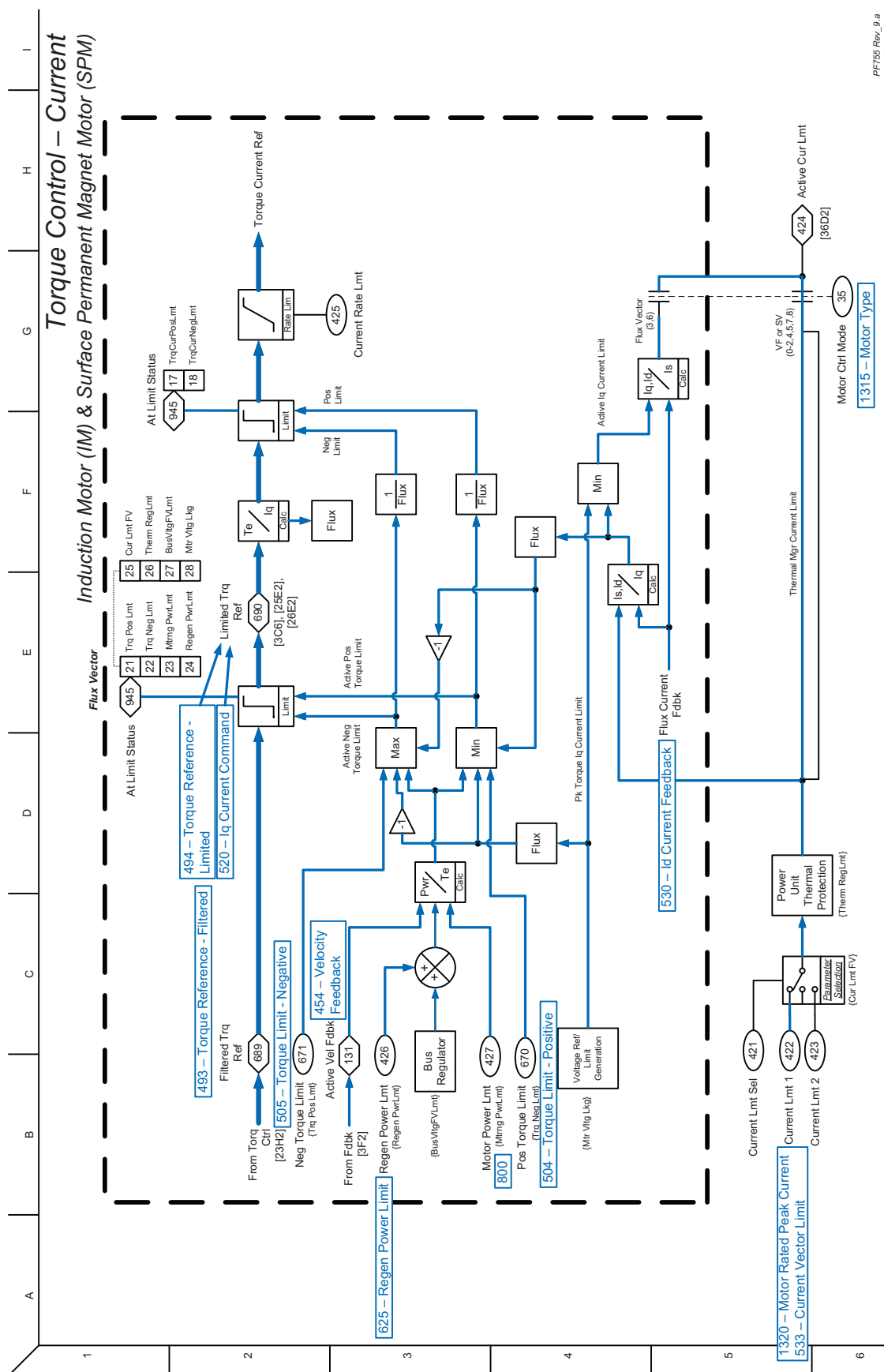


PF755 Rev. 9.0
Page 22

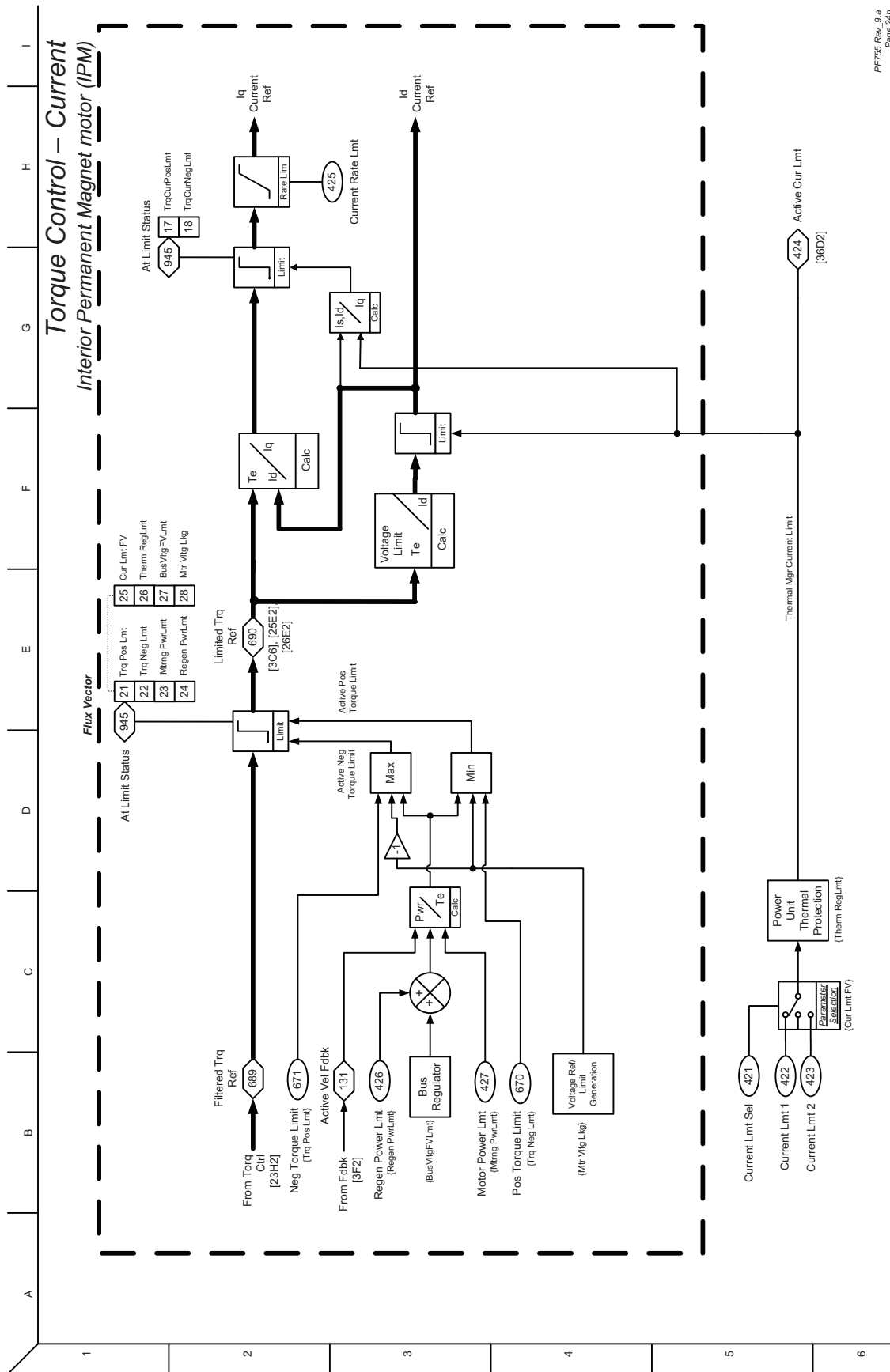
Управление крутящим моментом – крутящий момент

PF755 Rev. 9.a
Page 23

Torque Control – Current Permanent Magnet Motor (SPM)

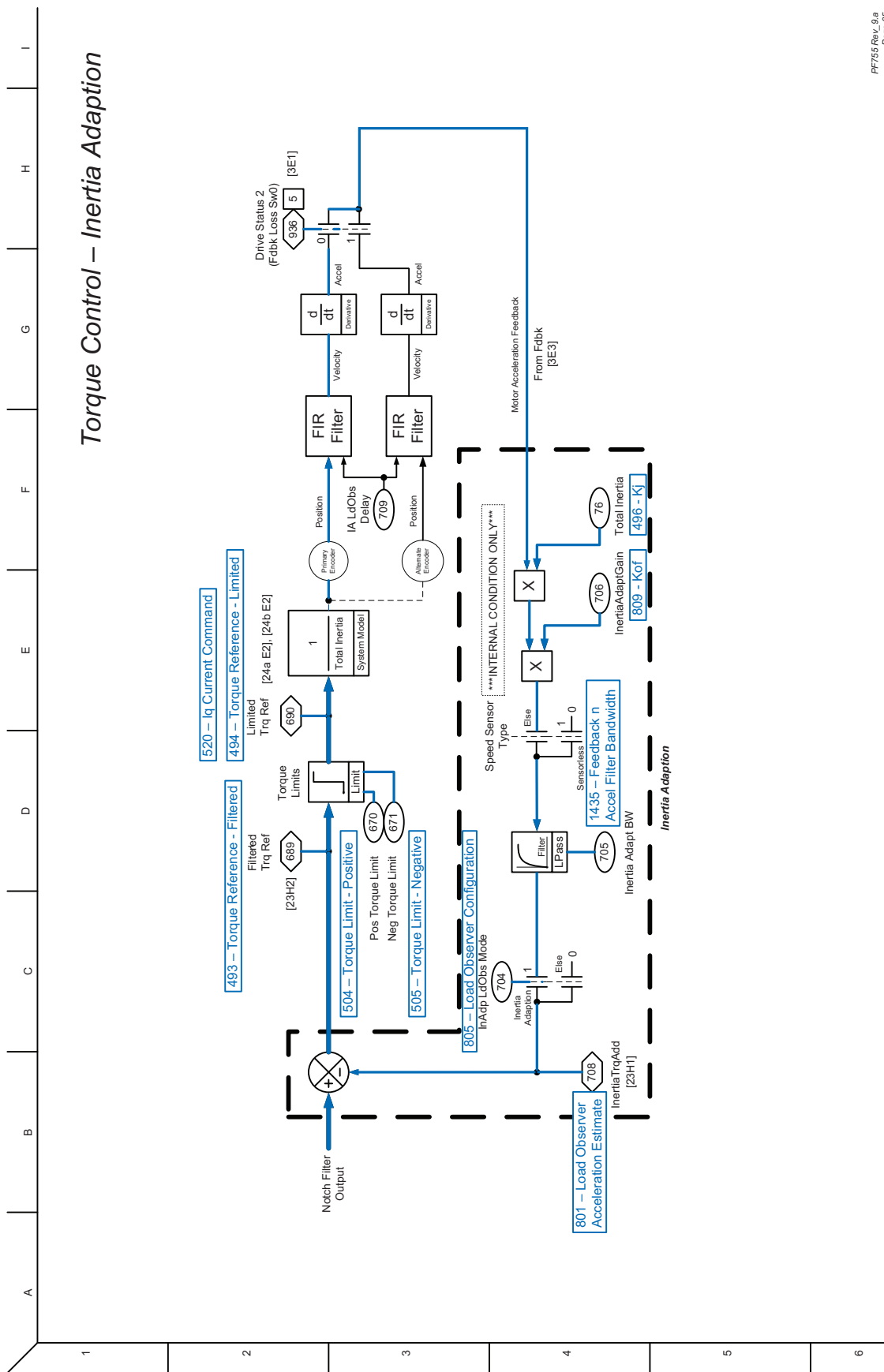


Torque Control – Current
Interior Permanent Magnet motor (IPM)



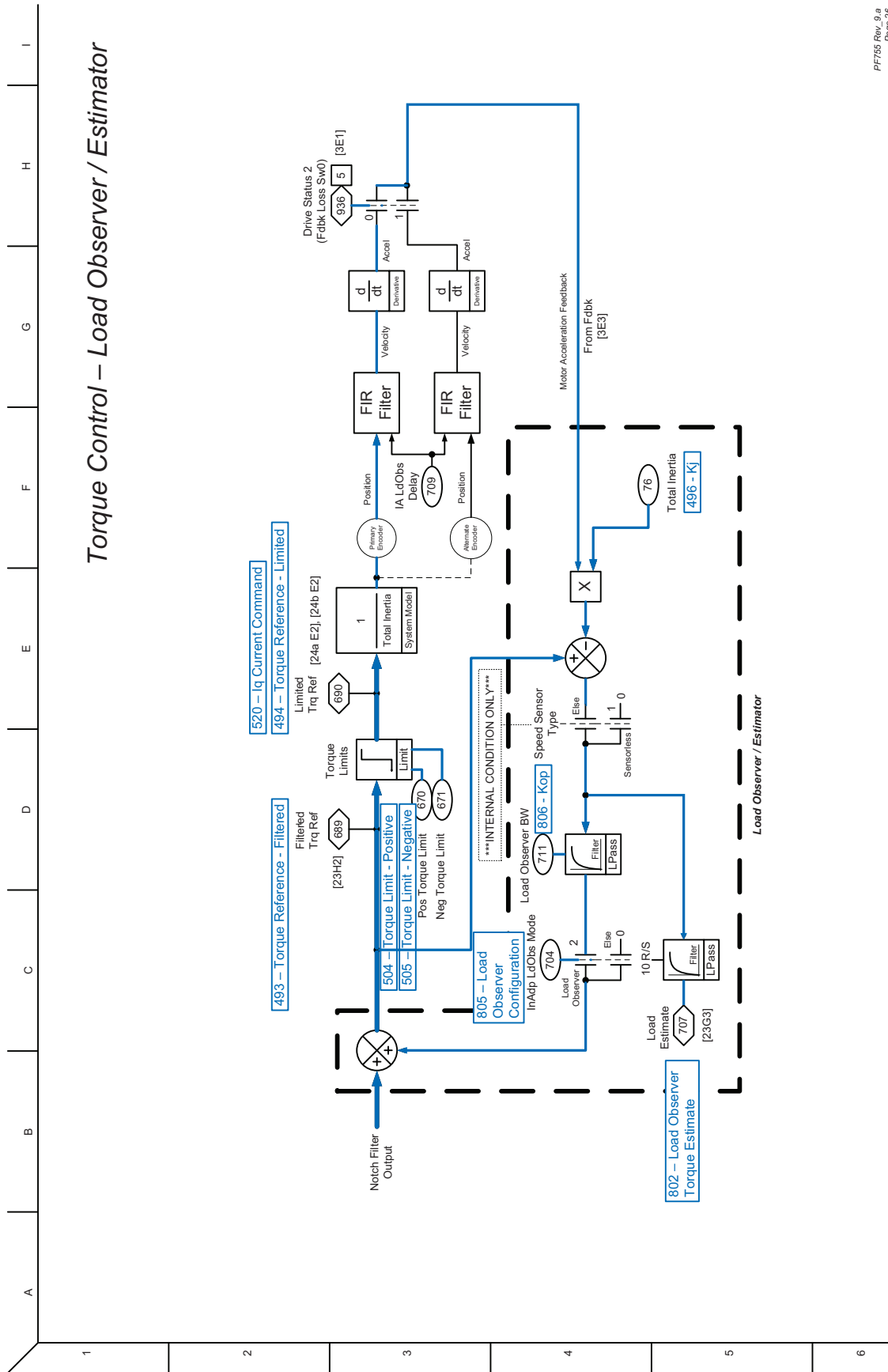
Управление крутящим моментом – адаптация к моменту инерции

Torque Control – Inertia Adaption

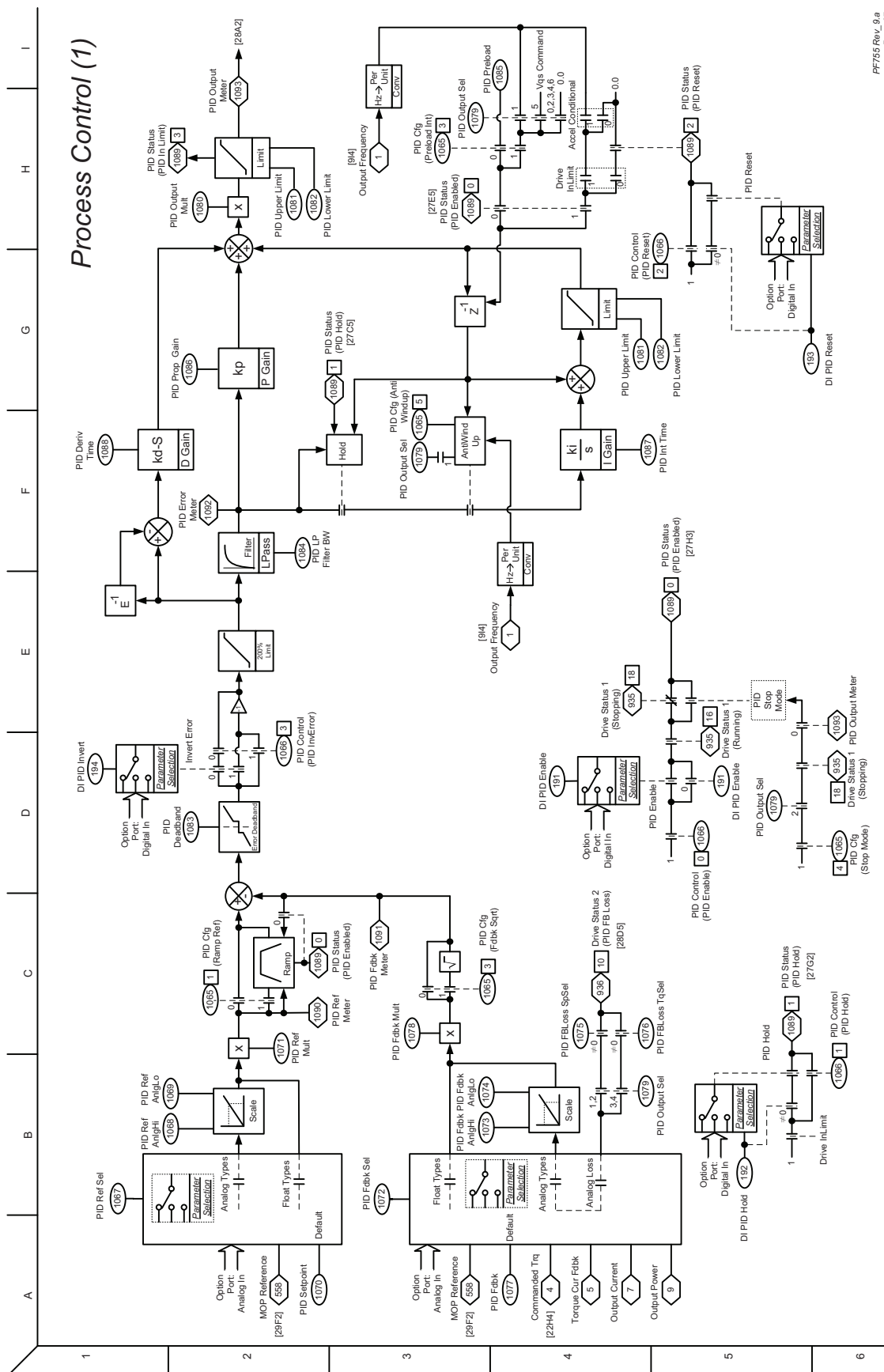


Управление крутящим моментом – контроль / оценка нагрузки

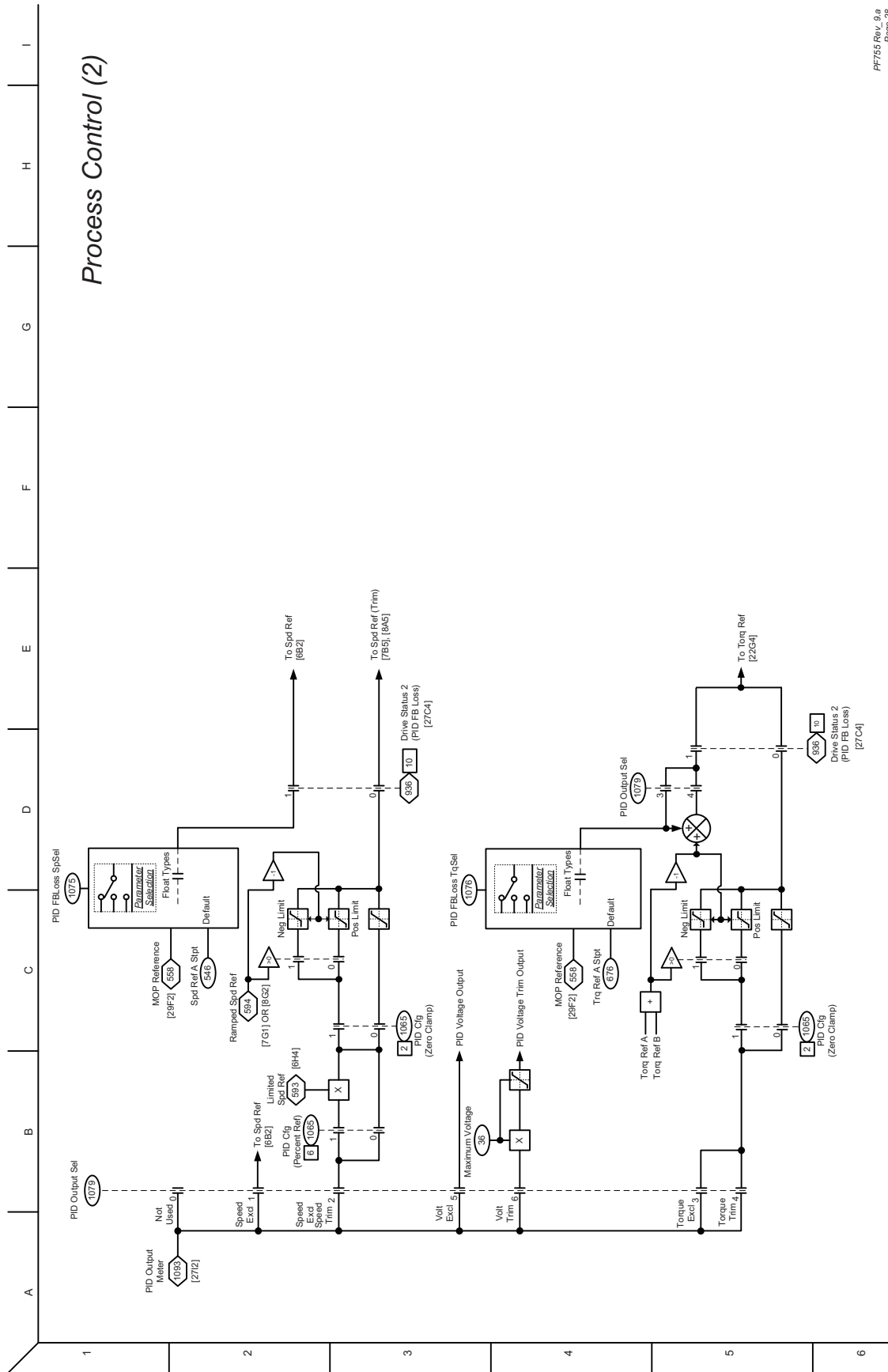
Torque Control – Load Observer / Estimator

PF755 Rev. 9. a
Page 26

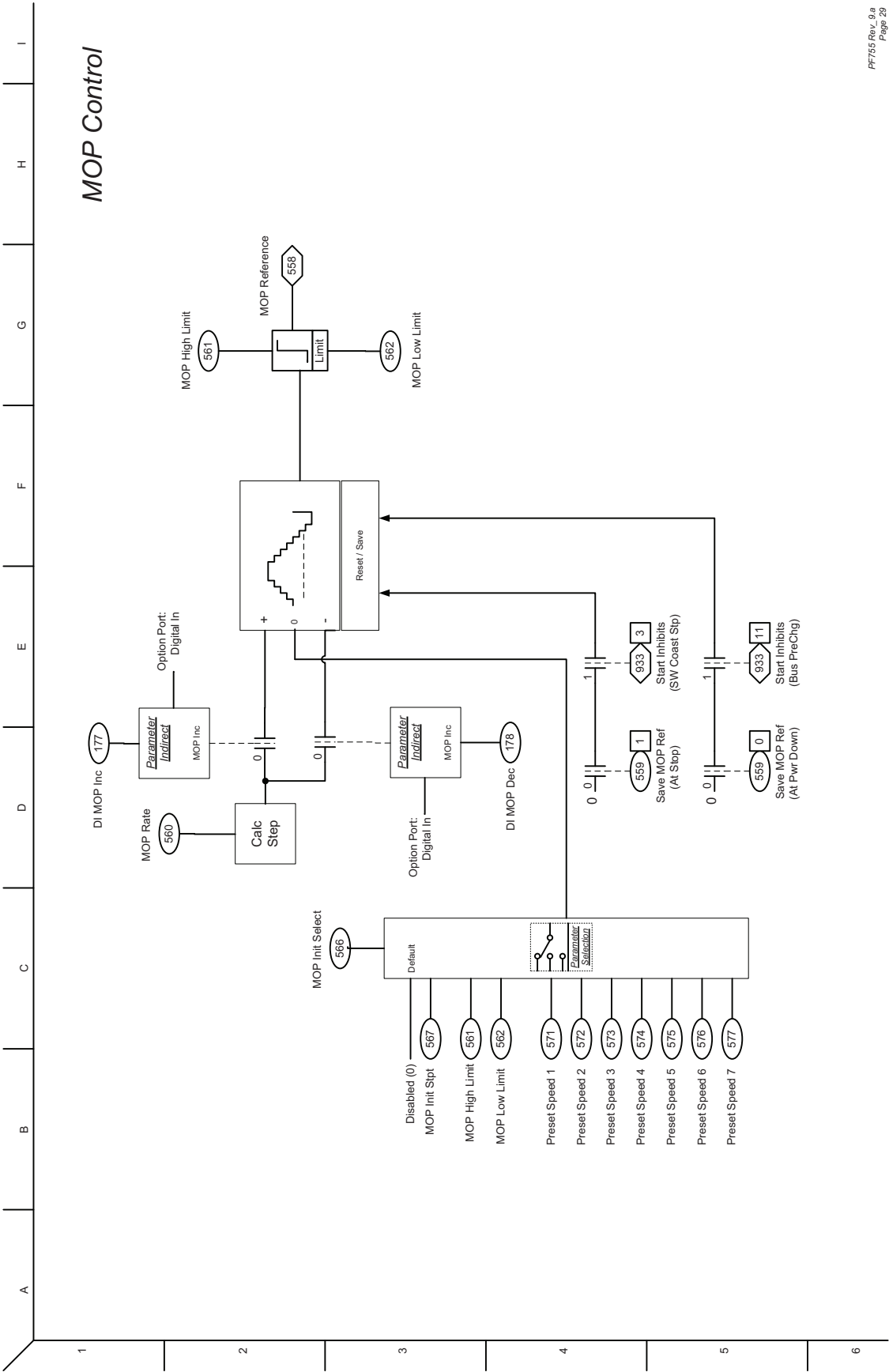
Process Control (1)



Управление технологическим процессом (лист 2)

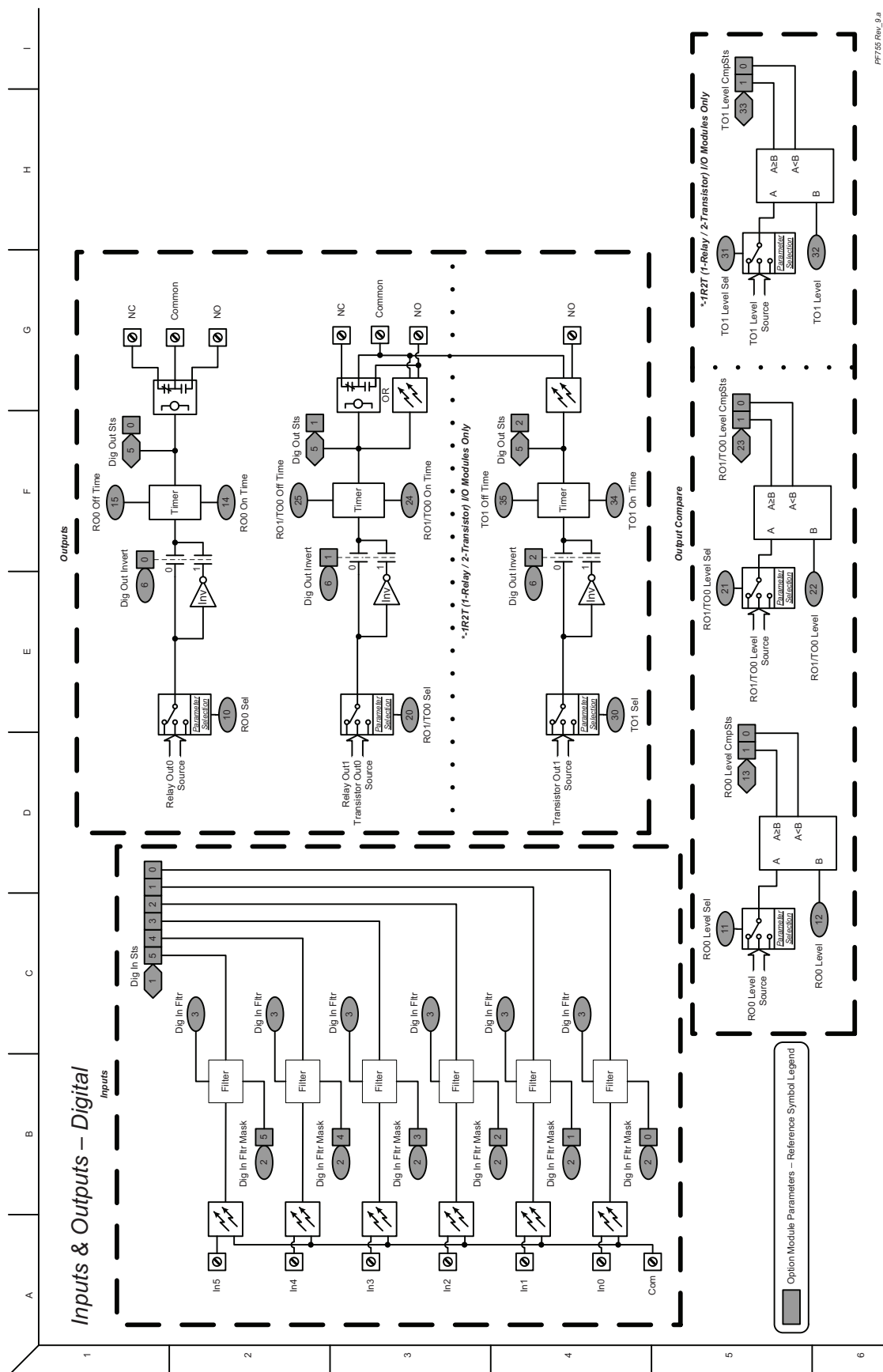
PF755 Rev. 9.a
Page 28

Управление цифровым потенциометром MOP

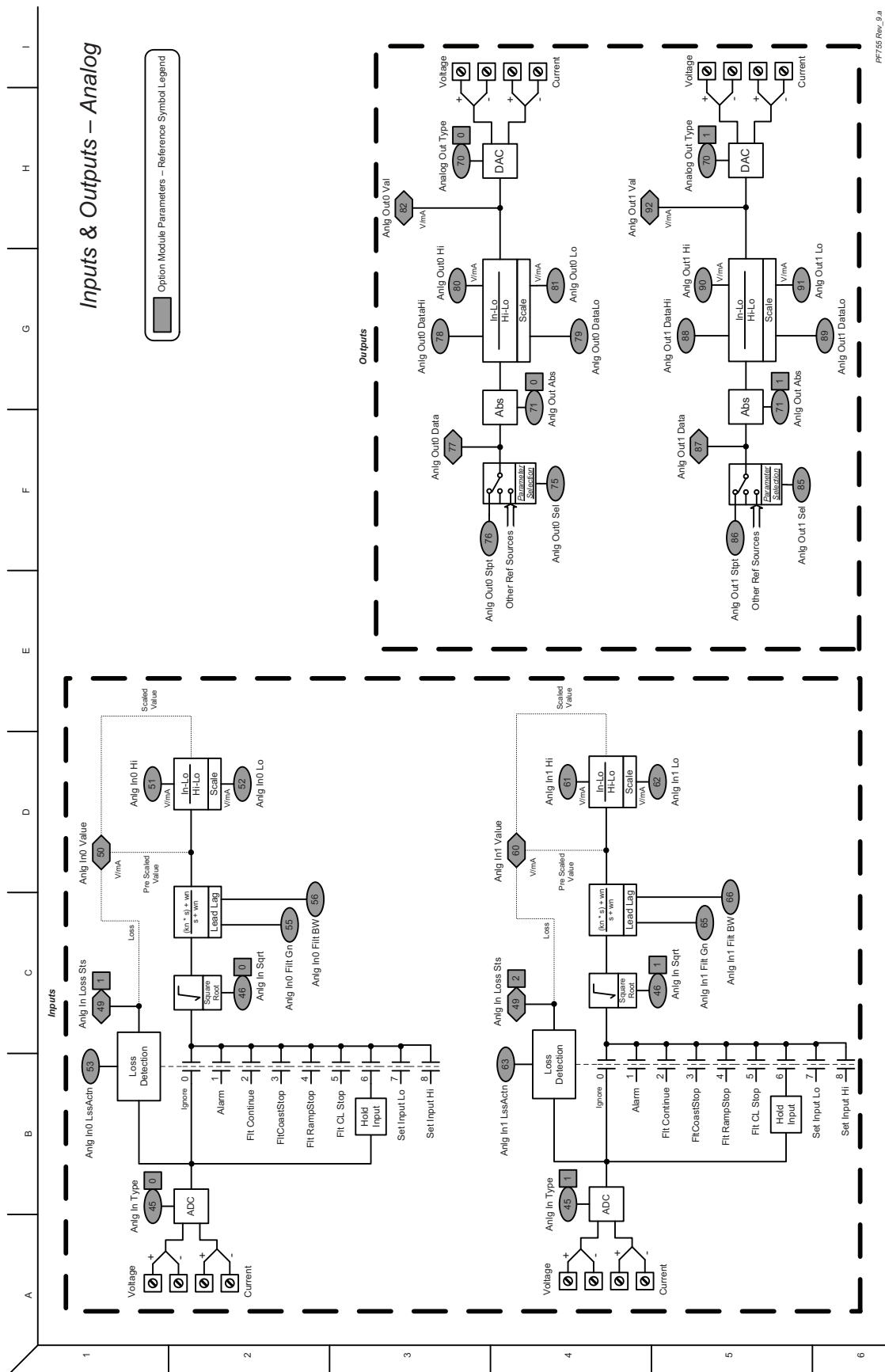


PF755 Rev. 9.0
Page 29

Inputs & Outputs – Digital

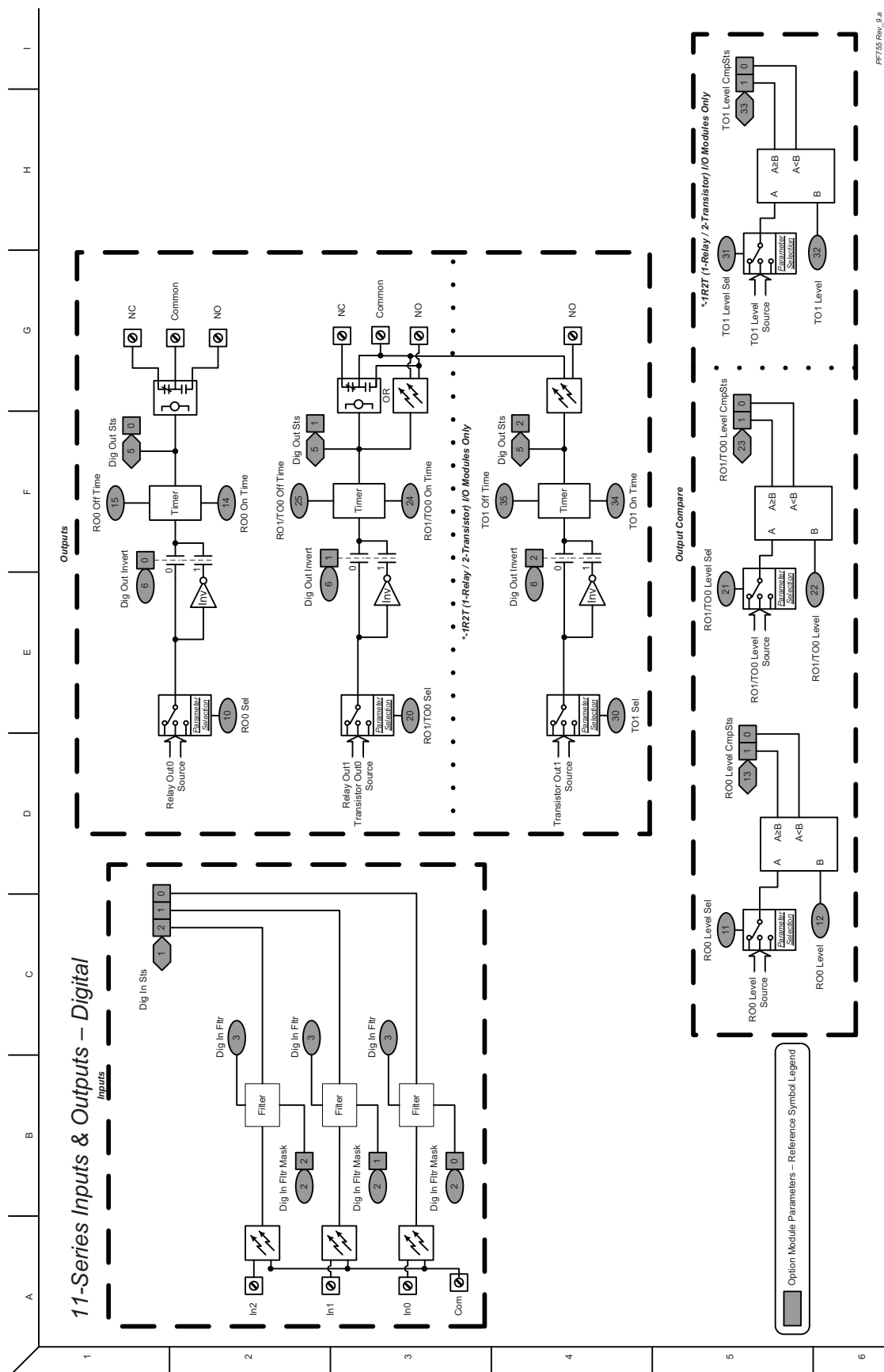


Входы и выходы – аналоговые

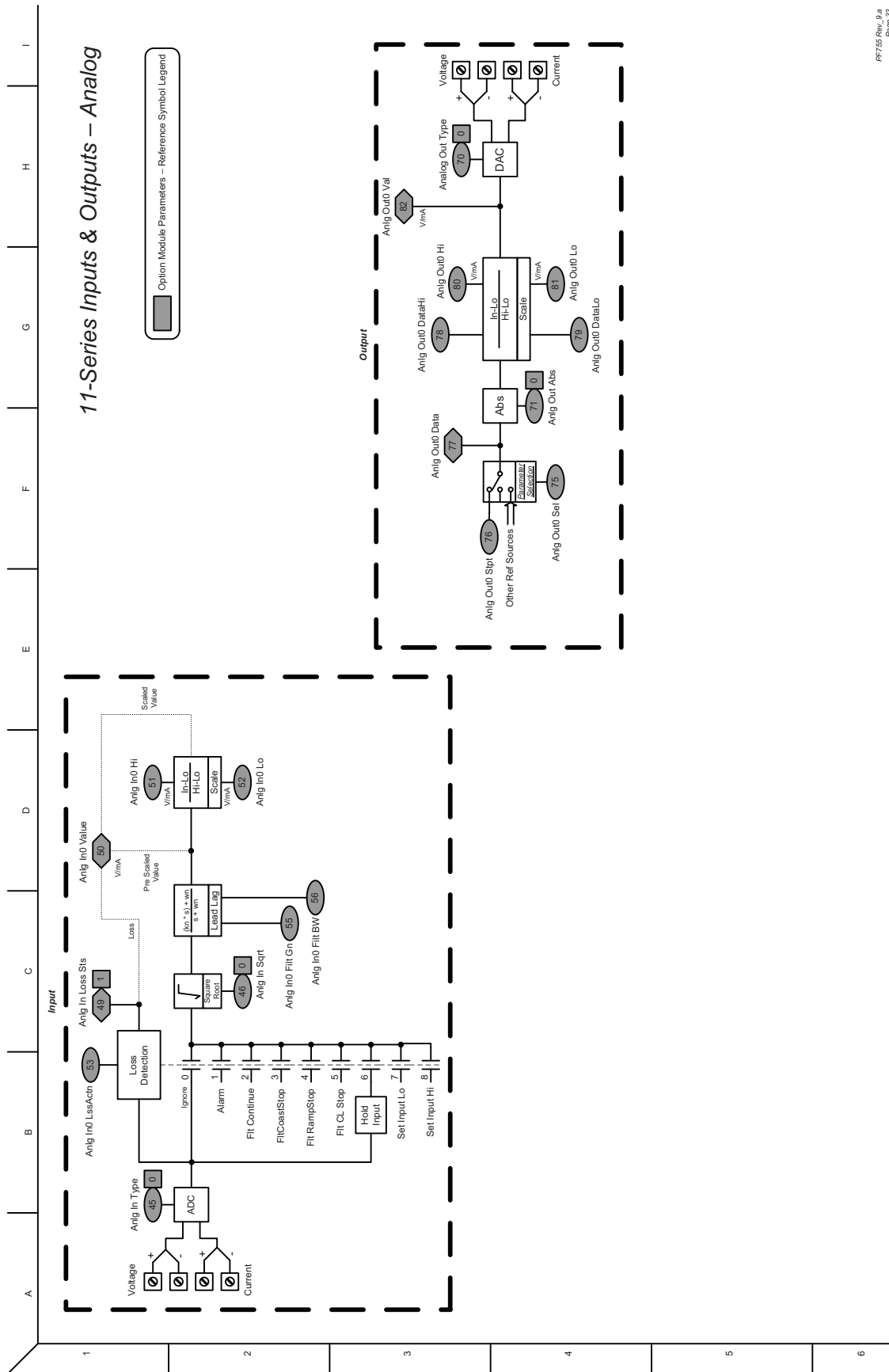


PF755 Rev. 9.4
Page 31

11-Series Inputs & Outputs – Digital

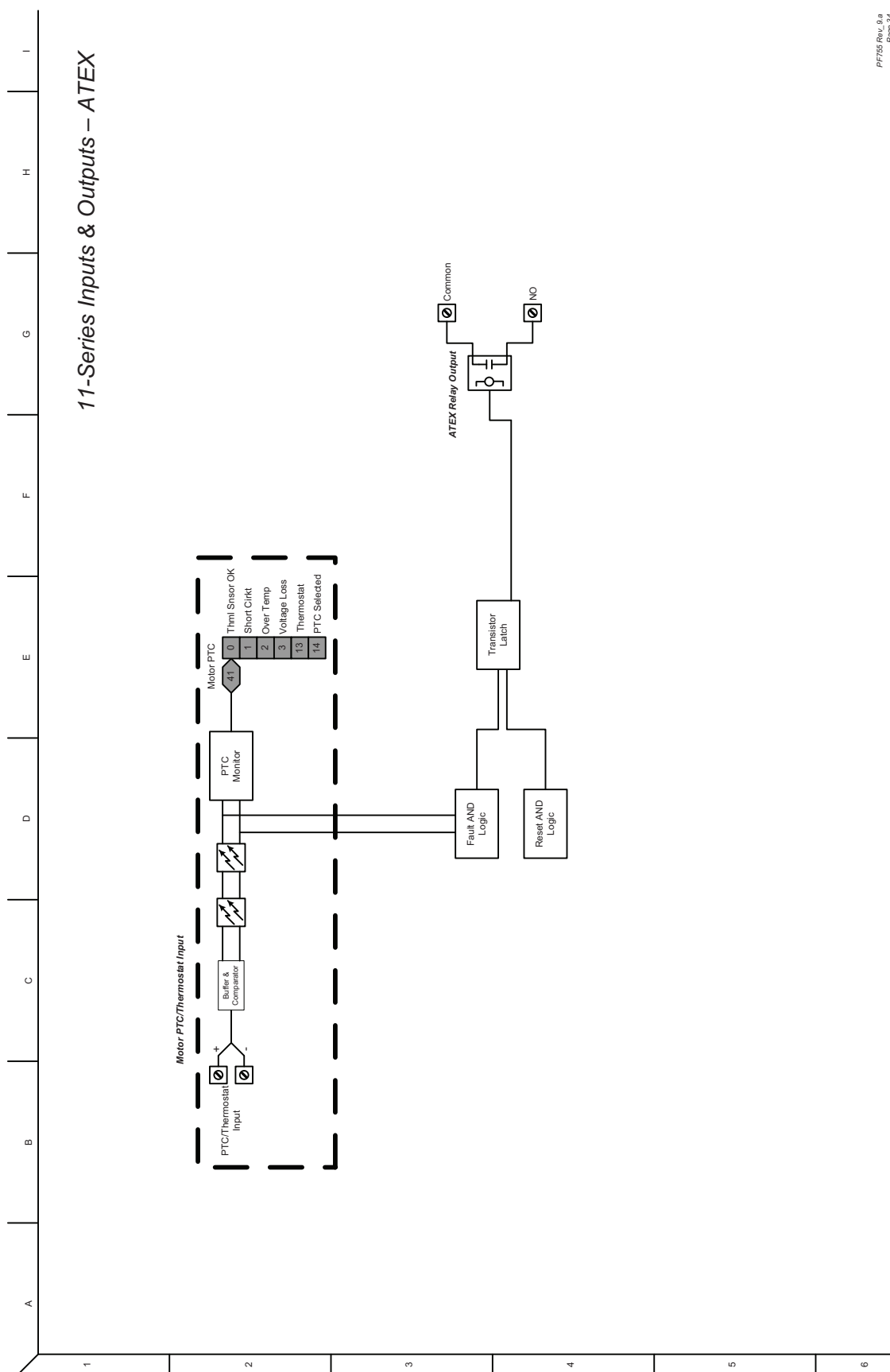


Входы и выходы 11-й серии – аналоговые

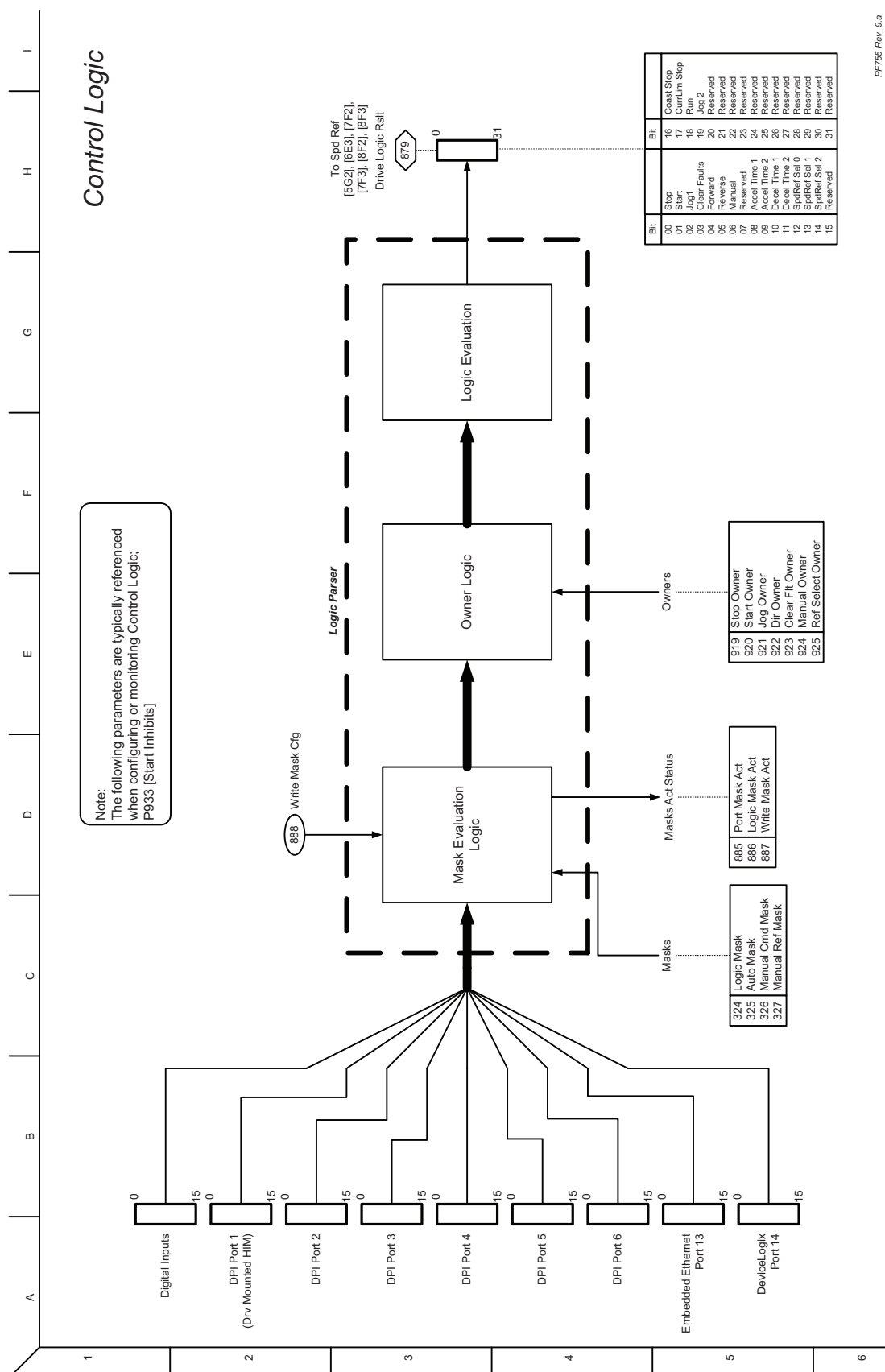


Входы и выходы 11-й серии – ATEX

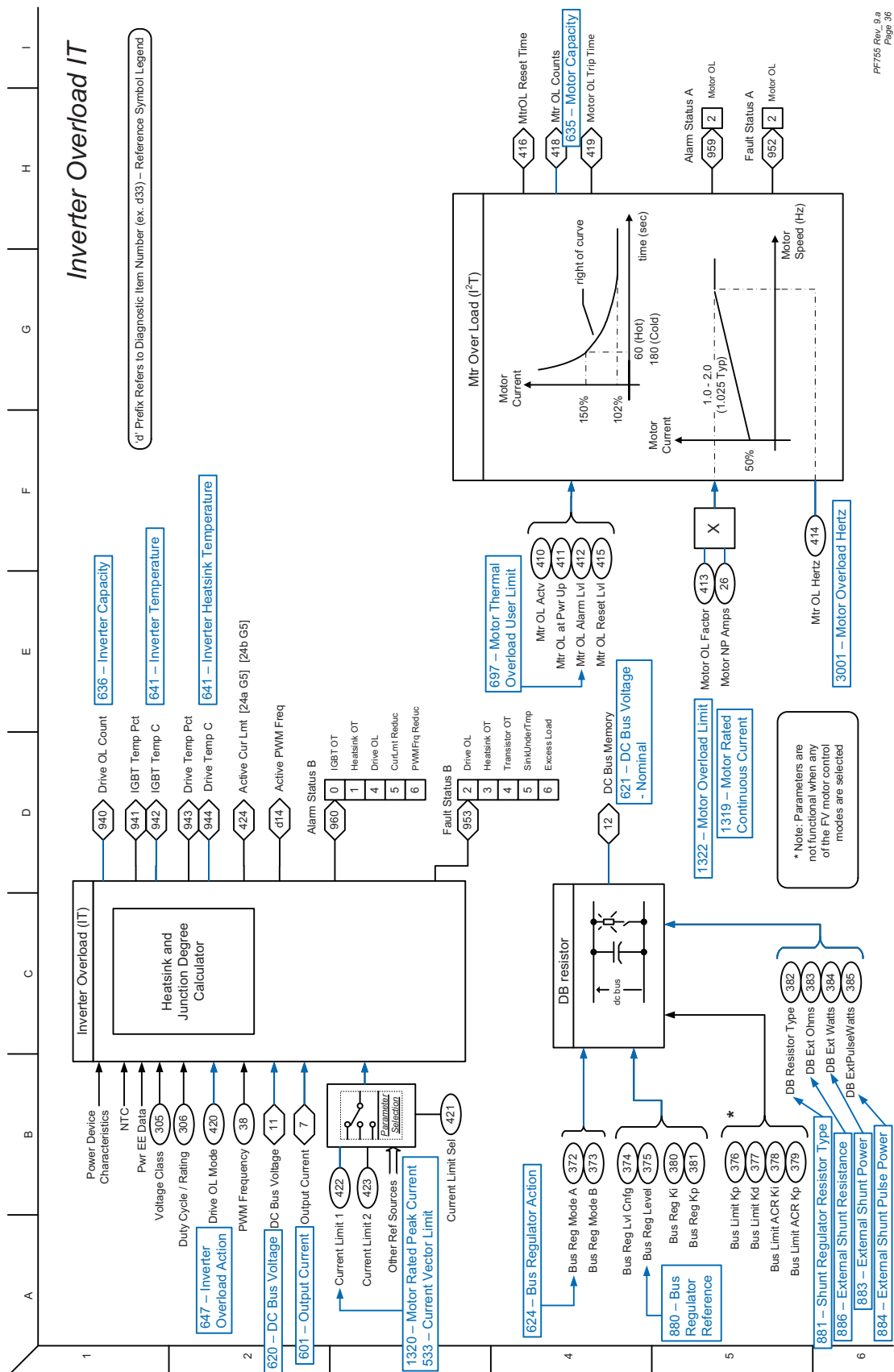
11-Series Inputs & Outputs – ATEX



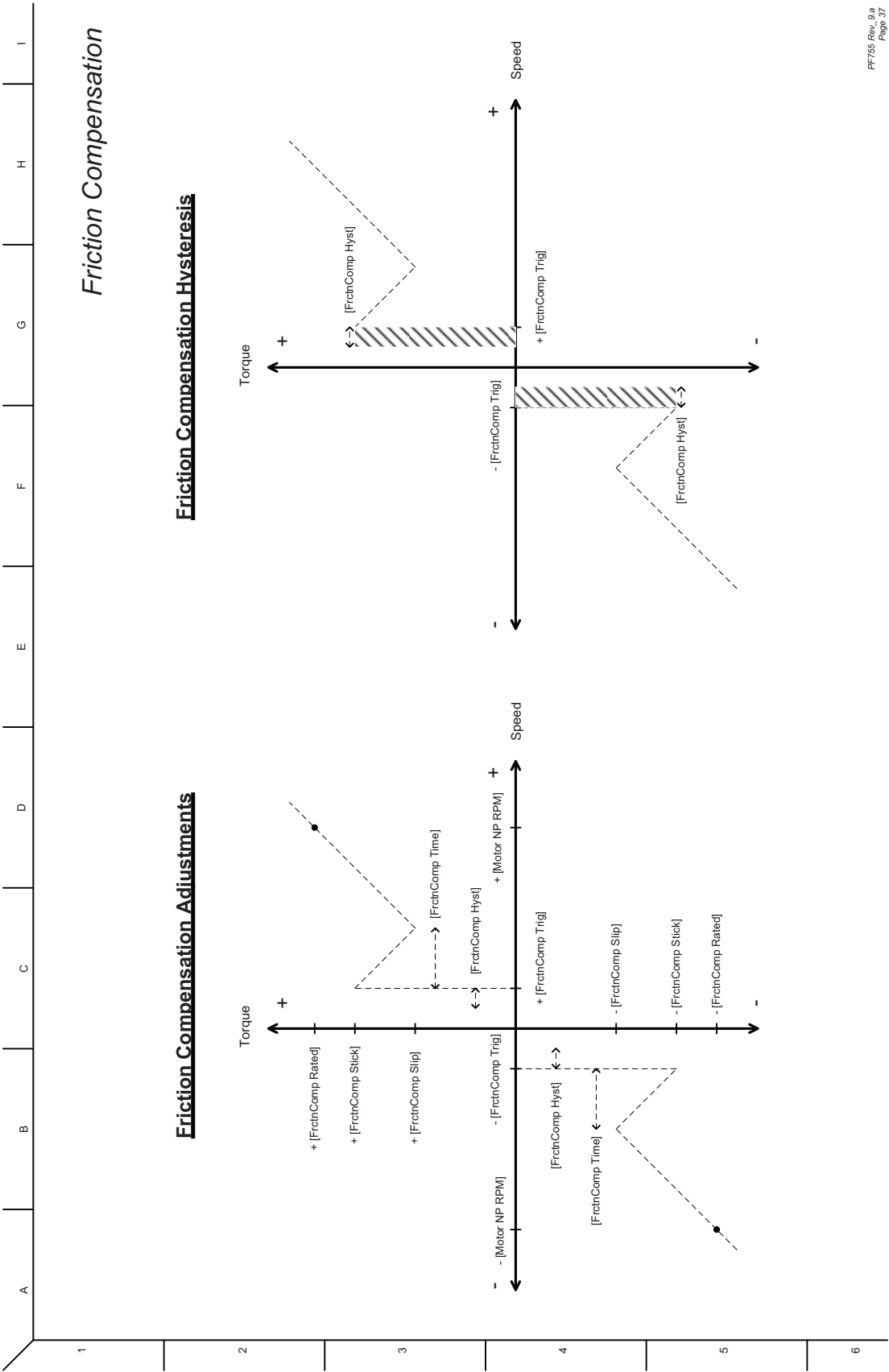
Control Logic



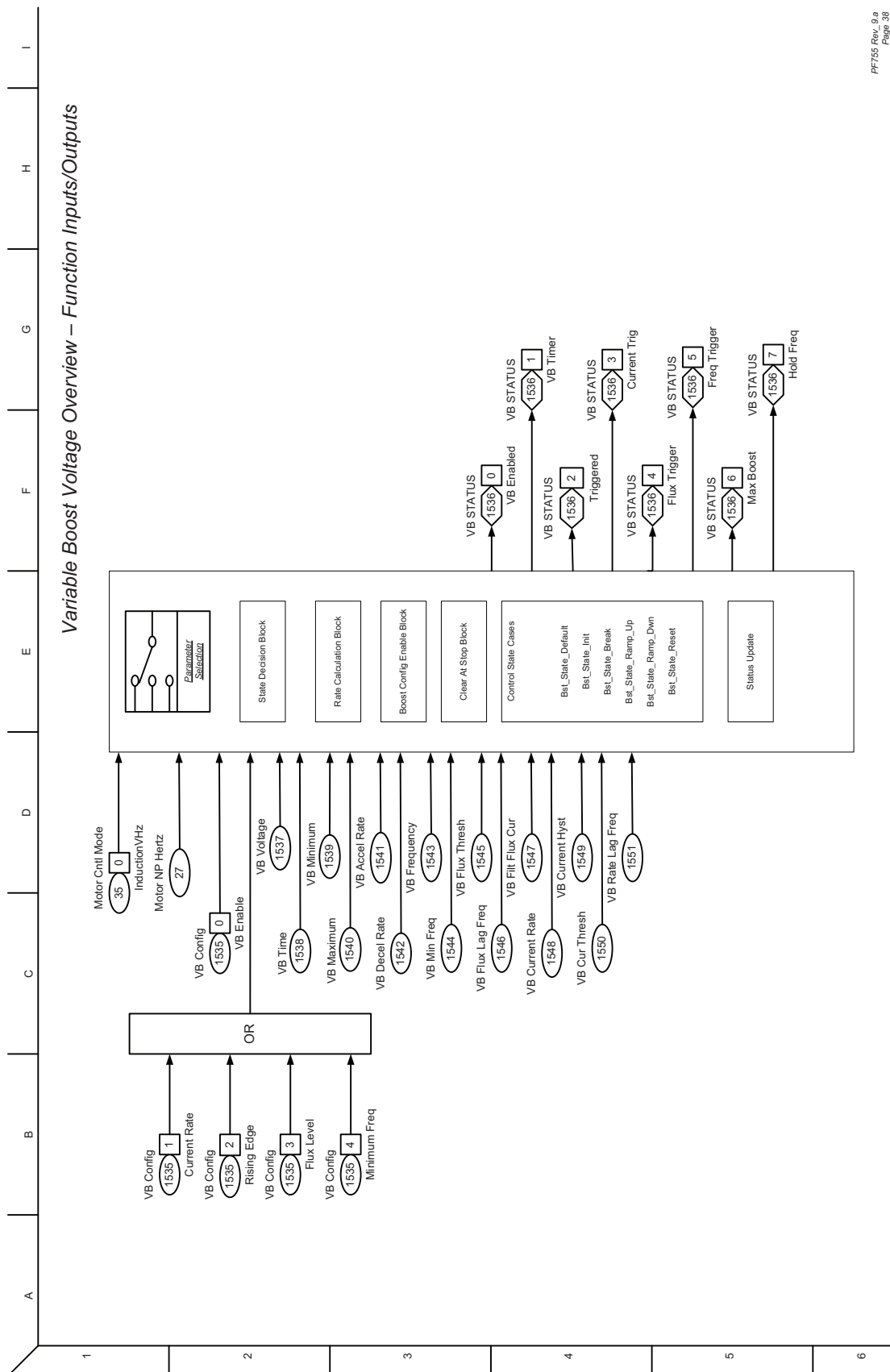
Перегрузка инвертора IT

PF755 Rev. 9.a
Page 38

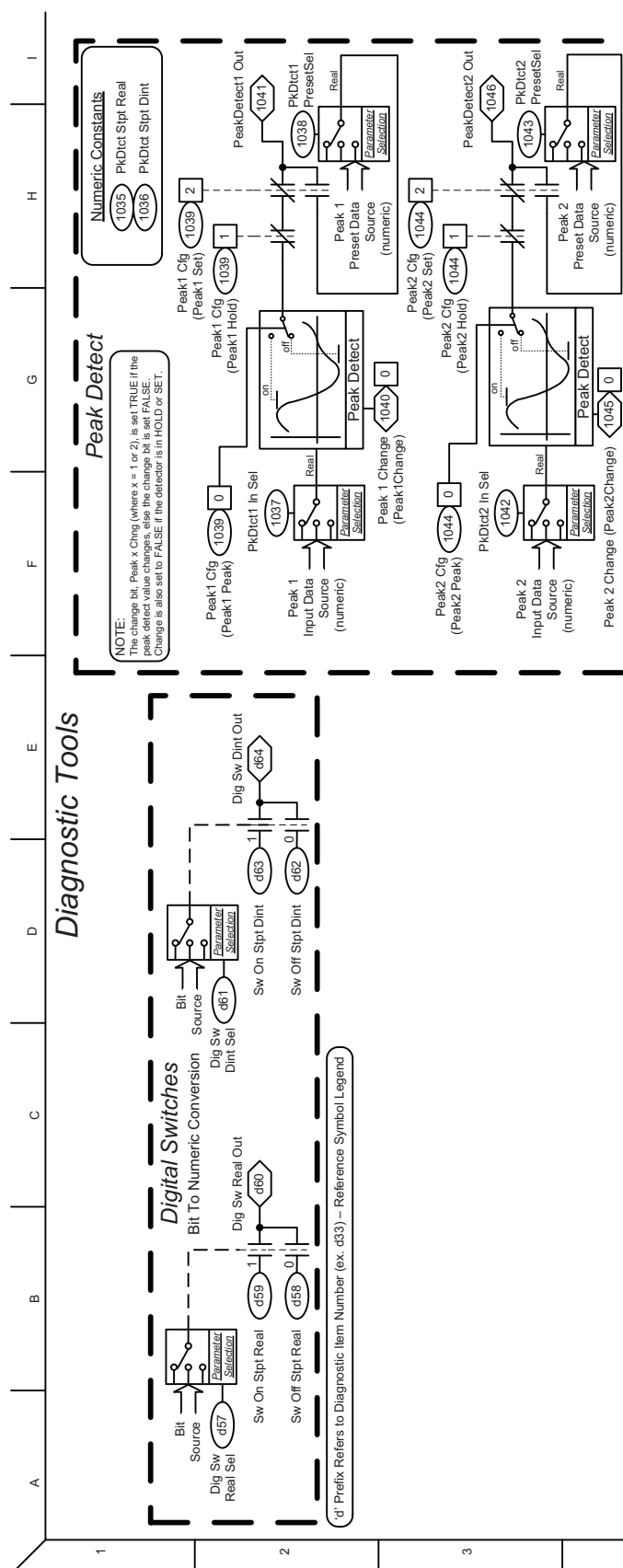
Компенсация трения



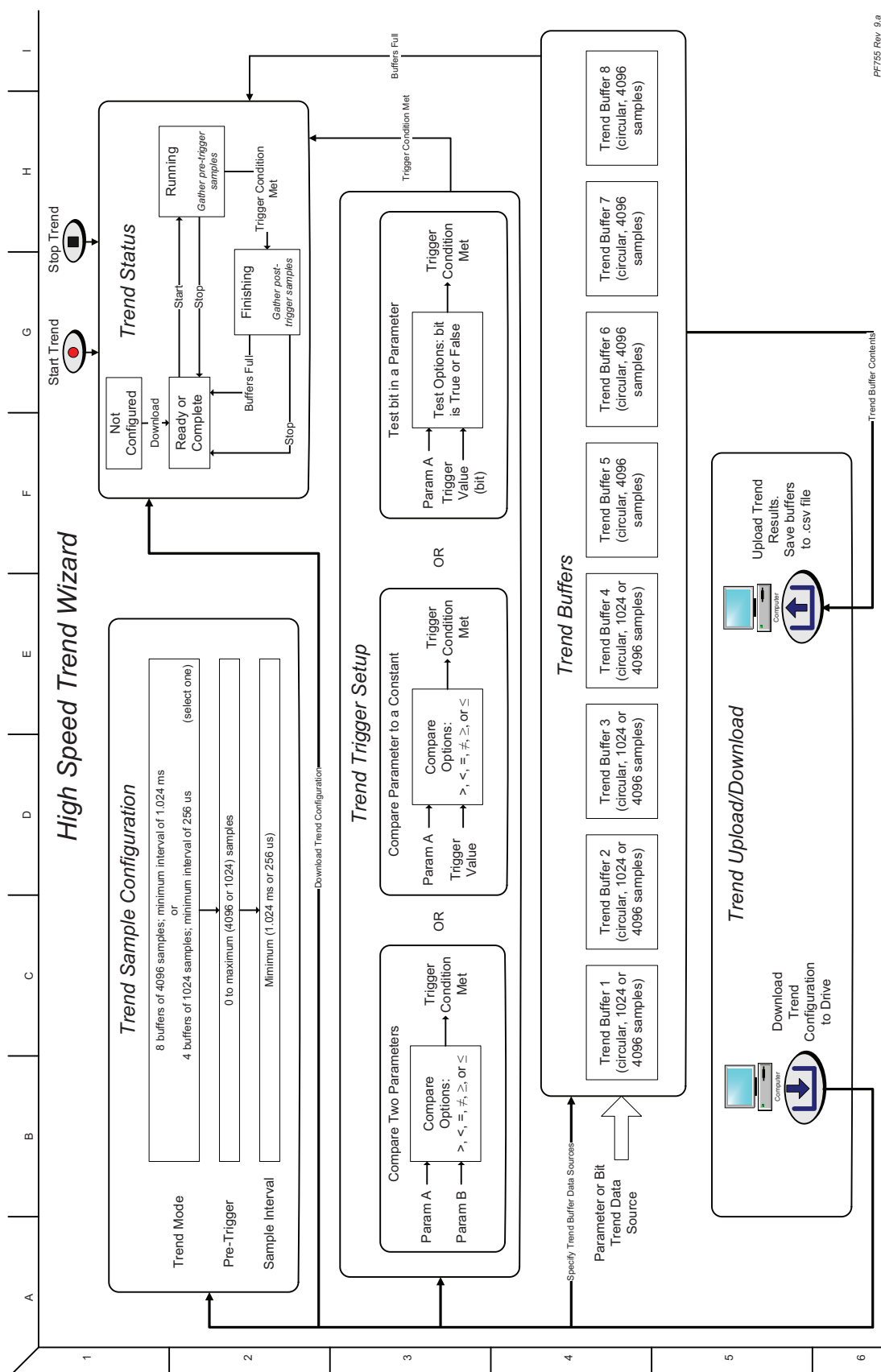
Обзор регулируемого увеличения напряжения – функциональные входы/выходы

PF755 Rev. 9.9
Page 38

Diagnostic Tools



Мастер высокоскоростной регистрации данных



Примечания:

Дополнительные атрибуты стандартных модулей и модулей безопасности привода PowerFlex 755

В следующей таблице указаны дополнительные атрибуты и соответствующие функции режимов управления, поддерживаемые модулями привода PowerFlex 755 при использовании ПО Logix Designer.

Y = атрибут / перечисляемые данные «enum» / бит поддерживаются

N = атрибут / перечисляемые данные «enum» / бит **не** поддерживаются

R = атрибут необходим

Режимы управления

- N = без режима управления
- F = режим управления частотой
- P = Режим управления положением
- V = режим управления скоростью
- T = Режим управления крутящим моментом

Подробная информация по режимам управления приведена в руководстве «Integrated Motion on the Ethernet/IP Network Reference Manual», публикация [MOTION-RM003](#)

Руководство «Integrated Motion on the Ethernet/IP Network Reference Manual» содержит подробные сведения о режимах управления, способах управления и атрибутах AXIS_CIP_DRIVE, используемых в системе интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP.

табл. 29 - Ключ условной реализации

Ключ	Описание
AOP	От дополнительного профиля AOP требуется специальная семантика, соответствующая конкретному устройству
Co	Атрибут, относящийся только к контроллеру (атрибут контроллера, который находится только в контроллере)
C/D	Да = атрибут дублируется в приводе
CScale	Конфигурация масштабирования движения соответствует масштабированию, используемому в контроллере
Derived	Правила реализации определяются другим атрибутом
Dr	Атрибут, дублируемый в приводе (атрибут контроллера, который дублируется в приводе)
Drive Scaling	Устройство привода поддерживает функцию масштабирования привода
DScale	Конфигурация масштабирования движения соответствует масштабированию, используемому в приводе
E21	EnDat 2.1® (тип обратной связи)
E22	EnDat 2.2® (тип обратной связи)
E	Управление с энкодером, есть устройство обратной связи

табл. 29 - Ключ условной реализации

Ключ	Описание
!E	Управление без энкодера или бездатчиковое управление, устройства обратной связи нет
HI	Hiperface® (тип обратной связи)
IM	Вращающийся или линейный асинхронный двигатель (тип двигателя)
Linear Absolute	Единицы измерения обратной связи – метры; метод пуска обратной связи n – абсолютный
Linear Motor	Линейный двигатель с постоянными магнитами или линейный асинхронный двигатель (тип двигателя)
LT	LDT, или датчик линейного перемещения (тип обратной связи)
NV	Энергонезависимая память двигателя или привода (источник данных двигателя)
O-Bits	Дополнительные биты, связанные с атрибутом с битовым отображением
O-Enum	Дополнительные перечисляемые данные, связанные с атрибутом
PM	Вращающийся или линейный двигатель с постоянными магнитами (тип двигателя)
Rotary Absolute	Единицы измерения обратной связи – обороты; метод пуска обратной связи n – абсолютный
Rotary Motor	Вращающийся двигатель с постоянными магнитами или вращающийся асинхронный двигатель (тип двигателя)
SC	Синусно-косинусная (тип обратной связи)
SL	Stahl SSI (тип обратной связи)
SS	SSI – синхронный последовательный интерфейс (тип обратной связи)
TM	Tamagawa (тип обратной связи)
TP	Цифровой параллельный (тип обратной связи)
TT	Цифровой AqB (тип обратной связи)

табл. 30 - Дополнительные атрибуты для модулей безопасности привода PowerFlex 755

ID	Доступ	Атрибут	N	F	P	V	T	Условная реализация
19	Установка	Axis Features (Функции оси)	R	R	R	R	R	0-биты 0 = точная интерполяция (Y) 1 = регистрация – автоматическая переподготовка (Y) 2 = журнал сигналов предупреждения (Y) 5 = тестирование подключения (Y) 6 = тестирование коммутации (Y) 7 = тестирование двигателя (Y) 8 = тестирование инерции (Y) 9 = бездатчиковое управление (Y)
30	Установка	Axis Configuration (Конфигурация оси)	R	R	R	R	R	0-Enum 0 = только обратная связь (N) 1 = управление частотой (Y) 2 = контур регулирования положения (Y) 3 = контур регулирования скорости (Y) 4 = контур регулирования крутящего момента (Y)
31	Установка	Feedback Configuration (Конфигурация обратной связи)	R	R	R	R	R	0-Enum 0 = без обратной связи (V/Y)(T/Y) 3 = обратная связь нагрузки (PVT/N) 4 = двойная обратная связь (P/Y) 8 = двойная обратная связь с интеграцией (P/Y)
45	Установка	Motion Scaling Configuration (Конфигурация масштабирования движения)	R	R	R	R	R	0-Enum 1 = масштабирование привода (N)

табл. 30 - Дополнительные атрибуты для модулей безопасности привода PowerFlex 755

ID	Доступ	Атрибут	N	F	P	V	T	Условная реализация
1310/251	Установка	Motor Catalog Number (Каталожный номер двигателя)	-	N	N	N	N	Dr NV
1313	Установка	Motor Data Source (Источник данных двигателя)	-	R	R	R	R	0-Enum 1 = база данных (Y) 2 = энергонезависимая память привода (Y) 3 = энергонезависимая память двигателя (N)
1315	Установка	Motor Type (Тип двигателя)	-	R	R	R	R	0-Enum 1 = вращающийся двигатель с постоянными магнитами (Y) 2 = вращающийся асинхронный двигатель (Y) 3 = линейный двигатель с постоянными магнитами (N) 4 = линейный асинхронный двигатель (N)
1317	Установка	Motor Polarity (Полярность двигателя)	-	Y	Y	Y	Y	
1320	Установка	Motor Rated Peak Current (Максимальный паспортный ток двигателя)	-	N	N	N	N	N-IM
1321	Установка	Motor Rated Output Power (Номинальная выходная мощность двигателя)	-	Y	Y	Y	Y	Y-IM
1322	Установка	Motor Overload Limit (Предельная перегрузка двигателя)	-	Y	Y	Y	Y	
1323	Установка	Motor Integral Thermal Switch (Встроенное термореле двигателя)	-	N	N	N	N	
1324	Установка	Motor Max Winding Temperature (Максимальная температура обмоток двигателя)	-	N	N	N	N	
1325	Установка	Motor Winding To Ambient Capacitance (Емкость между обмотками и корпусом двигателя)	-	N	N	N	N	
1326	Установка	Motor Winding To Ambient Resistance (Сопротивление между обмотками и корпусом двигателя)	-	N	N	N	N	
2310	Установка	PM Motor Flux Saturation (Насыщение двигателя с постоянными магнитами магнитным потоком)	-	N	N	N	N	Только для двигателей с постоянными магнитами
1339	Установка	PM Motor Rated Torque (Номинальный крутящий момент двигателя с постоянными магнитами)	-	N	N	N	N	Только для вращающихся двигателей с постоянными магнитами
1340	Установка	PM Motor Torque Constant (Постоянная времени крутящего момента двигателя с постоянными магнитами)	-	N	N	N	N	Только для вращающихся двигателей с постоянными магнитами
1342	Установка	PM Motor Rated Force (Номинальная ЭДС двигателя с постоянными магнитами)	-	N	N	N	N	Только для вращающихся двигателей с постоянными магнитами
1343	Установка	PM Motor Force Constant (Постоянная ЭДС двигателя с постоянными магнитами)	-	N	N	N	N	Только для вращающихся двигателей с постоянными магнитами
1330	Установка	Rotary Motor Inertia (Момент инерции вращающегося двигателя)	-	N	Y	Y	N	Только для вращающихся двигателей
1332	Установка	Rotary Motor Max Speed (Максимальная скорость вращающегося двигателя)	-	N	N	N	N	Только для вращающихся двигателей
1333	Установка	Rotary Motor Damping Coefficient (Коэффициент демпфирования вращающегося двигателя)	-	N	N	N	N	Только для вращающихся двигателей
2311	Установка	Rotary Motor Fan Cooling Speed (Скорость самовентиляции вращающегося двигателя)	-	N	N	N	N	Только для вращающихся двигателей

табл. 30 - Дополнительные атрибуты для модулей безопасности привода PowerFlex 755

ID	Доступ	Атрибут	N	F	P	V	T	Условная реализация
2312	Установка	Rotary Motor Fan Cooling Derating (Снижение мощности из-за самовентиляции вращающегося двигателя)	-	N	N	N	N	Только для вращающихся двигателей
1336	Установка	Linear Motor Mass (Масса линейного двигателя)	-	N	N	N	N	Только для линейных двигателей
1337	Установка	Linear Motor Max Speed (Максимальная скорость линейного двигателя)	-	N	N	N	N	Только для линейных двигателей
1338	Установка	Linear Motor Damping Coefficient (Коэффициент демпфирования линейного двигателя)	-	N	N	N	N	Только для линейных двигателей
2313	Установка	Linear Motor Integral Limit Switch (Встроенный концевой выключатель линейного двигателя)	-	N	N	N	N	Только для линейных двигателей
1349	Установка	Induction Motor Magnetization Reactance (Реактивное сопротивление намагничивания асинхронного двигателя)	-	N	N	N	N	Только для асинхронных двигателей
1350	Установка	Induction Motor Rotor Resistance (Сопротивление ротора асинхронного двигателя)	-	N	N	N	N	Только для асинхронных двигателей
1352	Установка	Induction Motor Rated Slip Speed (Номинальная скорость скольжения асинхронного двигателя)	-	Y	Y	Y	N	Только для асинхронных двигателей
1370	Установка	Load Type (Тип нагрузки)	N	N	N	N	N	DScale
1371	Установка	Transmission Ratio Input (Вход передаточного отношения)	N	N	N	N	N	DScale
1372	Установка	Transmission Ratio Output (Выход передаточного отношения)	N	N	N	N	N	DScale
1373	Установка	Actuator Type (Тип исполнительного механизма)	N	N	N	N	N	DScale
1374	Установка	Actuator Lead (Шаг исполнительного механизма)	N	N	N	N	N	DScale
1375	Установка	Actuator Lead Unit (Единицы измерения шага исполнительного механизма)	N	N	N	N	N	DScale
1376	Установка	Actuator Diameter (Диаметр исполнительного механизма)	N	N	N	N	N	DScale
1377	Установка	Actuator Diameter Unit (Единицы измерения диаметра исполнительного механизма)	N	N	N	N	N	DScale
44	Установка	Feedback Unit Ratio (Соотношение единиц измерения обратной связи)	-	-	Y	N	-	
1401	Получение	Feedback 1 Serial Number (Серийный номер устройства обратной связи № 1)	N	-	N	N	N	
1414	Установка	Feedback 1 Polarity (Полярность обратной связи № 1)	Y	-	Y	Y	Y	
1415	Установка	Feedback 1 Startup Method (Способ пуска обратной связи № 1)	R	-	R	R	R	0-Enum 1= абсолютный (Y)
1420	Установка	Feedback 1 Data Length (Длина данных обратной связи № 1)	Y	-	Y	Y	Y	TP, SS
1421	Установка	Feedback 1 Data Code (Код данных обратной связи № 1)	Y	-	Y	Y	Y	TP, SS
1422	Установка	Feedback 1 Resolver Transformer Ratio (Коэффициент трансформации резольвера обратной связи № 1)	N	-	N	N	N	RS

табл. 30 - Дополнительные атрибуты для модулей безопасности привода PowerFlex 755

ID	Доступ	Атрибут	N	F	P	V	T	Условная реализация
1423	Установка	Feedback 1 Resolver Excitation Voltage (Напряжение возбуждения резольвера обратной связи № 1)	N	-	N	N	N	RS
1424	Установка	Feedback 1 Resolver Excitation Frequency (Частота возбуждения резольвера обратной связи № 1)	N	-	N	N	N	RS
1425	Установка	Feedback 1 Resolver Cable Balance (Баланс кабеля резольвера обратной связи № 1)	N	-	N	N	N	RS
2400	Установка	Feedback 1 Loss Action (Действия при потере обратной связи № 1)	N	-	N	N	N	0-Enum 1 = переключение в бездатчиковый режим (N) 2 = переключение на резервную обратную связь (N)
2403	Установка	Feedback 1 Velocity Filter Taps (Фильтры-ответвители сигнала скорости обратной связи № 1)	Y	-	Y	Y	Y	
2404	Установка	Feedback 1 Accel Filter Taps (Фильтры-ответвители сигнала ускорения обратной связи № 1)	N	-	N	N	N	
1434	Установка	Feedback 1 Velocity Filter Bandwidth (Полоса пропускания фильтра сигнала скорости обратной связи № 1)	Y	-	Y	Y	Y	
1435	Установка	Feedback 1 Accel Filter Bandwidth (Полоса пропускания фильтра сигнала ускорения обратной связи № 1)	Y	-	Y	Y	Y	
2405	Установка	Feedback 1 Battery Absolute (Абсолютное значение батареи обратной связи № 1)	N	-	N	N	N	TM
1451	Получение	Feedback 2 Serial Number (Серийный номер устройства обратной связи № 2)	N	-	N	N	N	
1464	Установка	Feedback 2 Polarity (Полярность обратной связи № 2)	Y	-	Y	Y	Y	
1465	Установка	Feedback 2 Startup Method (Способ пуска обратной связи № 2)	R	-	R	R	R	0-Enum 1 = абсолютный (Y)
1470	Установка	Feedback 2 Data Length (Длина данных обратной связи № 2)	Y	-	Y	Y	Y	TP, SS
1471	Установка	Feedback 2 Data Code (Код данных обратной связи № 2)	Y	-	Y	Y	Y	TP, SS
1472	Установка	Feedback 2 Resolver Transformer Ratio (Коэффициент трансформации резольвера обратной связи № 2)	N	-	N	N	N	RS
1473	Установка	Feedback 2 Resolver Excitation Voltage (Напряжение возбуждения резольвера обратной связи № 2)	N	-	N	N	N	RS
1474	Установка	Feedback 2 Resolver Excitation Frequency (Частота возбуждения резольвера обратной связи № 2)	N	-	N	N	N	RS
1475	Установка	Feedback 2 Resolver Cable Balance (Баланс кабеля резольвера обратной связи № 2)	N	-	N	N	N	RS
2450	Установка	Feedback 2 Loss Action (Действия при потере обратной связи № 2)	N	-	N	N	N	0-Enum 1 = переключение в бездатчиковый режим (N) 2 = переключение на резервную обратную связь (N)
2453	Установка	Feedback 2 Velocity Filter Taps (Фильтры-ответвители сигнала скорости обратной связи № 2)	N	-	N	N	N	
2454	Установка	Feedback 2 Accel Filter Taps (Фильтры-ответвители сигнала ускорения обратной связи № 2)	N	-	N	N	N	

табл. 30 - Дополнительные атрибуты для модулей безопасности привода PowerFlex 755

ID	Доступ	Атрибут	N	F	P	V	T	Условная реализация
1484	Установка	Feedback 2 Velocity Filter Bandwidth (Полоса пропускания фильтра сигнала скорости обратной связи № 2)	N	-	N	N	N	
1485	Установка	Feedback 2 Accel Filter Bandwidth (Полоса пропускания фильтра сигнала ускорения обратной связи № 2)	N	-	N	N	N	
2455	Установка	Feedback 2 Battery Absolute (Абсолютное значение батареи обратной связи № 2)	N	-	N	N	N	TM
365	Получение	Position Fine Command (Команда точного регулирования положения)	-	-	Y	-	-	
366	Получение	Velocity Fine Command (Команда точного регулирования скорости)	-	-	Y	Y	-	
367	Получение	Acceleration Fine Command (Команда точного регулирования ускорения)	-	-	N	N	N	
370	Установка	Skip Speed 1 (Пропуск скорости 1)	-	Y	-	-	-	
371	Установка	Skip Speed 2 (Пропуск скорости 2)	-	Y	-	-	-	
372	Установка	Skip Speed 3 (Пропуск скорости 3)	-	Y	-	-	-	
373	Установка	Skip Speed Band (Диапазон пропуска скорости)	-	Y	-	-	-	
374	Установка*	Ramp Velocity – Positive (Линейное изменение скорости – положительное)	-	Y	-	Y	-	Расчетное значение
375	Установка*	Ramp Velocity – Negative (Линейное изменение скорости – отрицательное)	-	Y	-	Y	-	Расчетное значение
376	Установка*	Ramp Acceleration (Линейное ускорение)	-	Y	-	Y	-	Расчетное значение
377	Установка*	Ramp Deceleration (Линейное замедление)	-	Y	-	Y	-	Расчетное значение
378	Установка	Ramp Jerk Control (Линейное управление рывком)	-	Y	-	Y	-	
380	Установка	Flying Start Enable (Включение функции автоподхвата)	-	Y	-	Y	-	
445	Установка	Position Error Tolerance Time (Время погрешности ошибки по положению)	-	-	Y	-	-	
781	Установка	Position Lead Lag Filter Bandwidth (Полоса пропускания стабилизирующего фильтра сигнала положения)	-	-	Y	-	-	
782	Задать	Position Lead Lag Filter Gain (Коэффициент усиления стабилизирующего фильтра сигнала положения)	-	-	Y	-	-	
783	Установка	Position Notch Filter Frequency (Частота узкополосного фильтра сигнала положения)	-	-	Y	-	-	
446	Установка	Position Integrator Control (Управление по положению с интегральным звеном)	-	-	R	-	-	0-биты 1: Автоматическая предустановка (N)
447	Установка	Position Integrator Preload (Предварительная загрузка интегрального звена регулятора положения)	-	-	N	-	-	
790	Установка	Velocity Negative Feedforward Gain (Коэффициент усиления отрицательного прогнозирования скорости)	-	-	Y	Y	-	
464/321	Установка	Velocity Droop (Снижение скорости)	-	Y	Y	Y	-	

табл. 30 - Дополнительные атрибуты для модулей безопасности привода PowerFlex 755

ID	Доступ	Атрибут	N	F	P	V	T	Условная реализация
465	Установка	Velocity Error Tolerance (Погрешность ошибки по скорости)	-	-	N	N	-	
466	Установка	Velocity Error Tolerance Time (Продолжительность погрешности ошибки по скорости)	-	-	N	N	-	
467	Установка	Velocity Integrator Control (Управление по скорости с интегральным звеном)	-	-	R	R	-	0-биты 1: Автоматическая предустановка (N)
468	Установка	Velocity Integrator Preload (Предварительная загрузка интегрального звена регулятора скорости)	-	-	Y	Y	-	
469	Установка	Velocity Low Pass Filter Bandwidth (Полоса пропускания фильтра нижних частот сигнала скорости)	-	-	Y	Y	-	
470/327	Установка	Velocity Threshold (Пороговое значение скорости)	N	Y	Y	Y	N	
471	Установка	Velocity Lock Tolerance (Погрешность фиксированного значения скорости)	-	Y	Y	Y	-	
473/325	Установка	Velocity Limit – Positive (Предел скорости – положительный)	-	Y	Y	Y	-	
474/326	Установка	Velocity Limit – Negative (Предел скорости – отрицательный)	-	Y	Y	Y	-	
833	Установка	SLAT Configuration (Конфигурация функции SLAT)	-	-	-	Y	-	
834	Установка	SLAT Set Point (Уставка режима SLAT)	-	-	-	Y	-	
835	Установка	SLAT Time Delay (Задержка срабатывания режима SLAT)	-	-	-	Y	-	
481	Установка	Acceleration Trim (Коррекция ускорения)	-	-	N	N	N	
482	Получение	Acceleration Reference (Задание ускорения)	-	-	N	N	N	
801	Получение	Load Observer Acceleration Estimate (Оценка ускорения по данным контроля нагрузки)	-	-	Y	Y	N	
802	Получение	Load Observer Torque Estimate (Оценка крутящего момента по данным контроля нагрузки)	-	-	Y	Y	N	
805	Установка	Load Observer Configuration (Конфигурация функции контроля нагрузки)	-	-	Y	Y	N	0-Enum 1= только контроль нагрузки (Y) 2 = контроль нагрузки с оценкой скорости (N) 3 = только оценка скорости (N) 4 = обратная связь по ускорению (Y)
806	Установка	Load Observer Bandwidth (Полоса пропускания функции контроля нагрузки)	-	-	Y	Y	N	
807	Установка	Load Observer Integrator Bandwidth (Полоса пропускания интегрального звена функции контроля нагрузки)	-	-	N	N	N	
809	Установка	Load Observer Feedback Gain (Коэффициент усиления обратной связи функции контроля нагрузки)	-	-	Y	Y	N	
485	Установка	Acceleration Limit (Предел ускорения)	-	N	N	N	N	
486	Установка	Deceleration Limit (Предел замедления)	-	N	N	N	N	
496	Установка	System Inertia (Момент инерции системы)	-	-	R	R	N	
825	Установка	Backlash Compensation Window (Окно компенсации люфта)	-	-	N	-	-	

табл. 30 - Дополнительные атрибуты для модулей безопасности привода PowerFlex 755

ID	Доступ	Атрибут	N	F	P	V	T	Условная реализация
498	Установка	Friction Compensation Sliding (Компенсация трения скольжения)	-	-	N	N	N	
499	Установка	Friction Compensation Static (Компенсация трения покоя)	-	-	N	N	N	
500	Установка	Friction Compensation Viscous (Компенсация вязкого трения)	-	-	N	N	N	
826/421	Установка	Friction Compensation Window (Окно компенсации трения)	-	-	N	-	-	
827	Установка	Torque Lead Lag Filter Bandwidth (Полоса пропускания стабилизирующего фильтра крутящего момента)	-	-	Y	Y	N	
828	Установка	Torque Lead Lag Filter Gain (Коэффициент усиления стабилизирующего фильтра крутящего момента)	-	-	Y	Y	N	
502	Установка	Torque Low Pass Filter Bandwidth (Полоса пропускания фильтра низких частот крутящего момента)	-	-	N	N	N	
503	Установка	Torque Notch Filter Frequency (Частота узкополосного фильтра крутящего момента)	-	-	Y	Y	Y	
506	Установка	Torque Rate Limit (Ограничение скорости изменения крутящего момента)	-	-	N	N	N	
507/334	Установка	Torque Threshold (Пороговое значение крутящего момента)	-	-	N	N	N	
508	Установка	Overtorque Limit (Предел превышения крутящего момента)	-	Y	Y	Y	Y	
509	Установка	Overtorque Limit Time (Продолжительность превышения крутящего момента)	-	Y	Y	Y	Y	
510	Установка	Undertorque Limit (Нижний предел крутящего момента)	-	Y	Y	Y	Y	
511	Установка	Undertorque Limit Time (Продолжительность нижнего предела крутящего момента)	-	Y	Y	Y	Y	
521	Получение	Operative Current Limit (Действующее ограничение тока)	-	-	N	N	N	
522	Получение	Current Limit Source (Источник ограничения тока)	-	-	N	N	N	
524	Получение	Current Reference (Задание тока)	-	-	N	N	N	
525	Получение	Flux Current Reference (Задание тока намагничивания)	-	-	N	N	N	
840	Установка	Current Disturbance (Возмущение тока)	-	-	N	N	N	
527	Получение	Current Error (Ошибка по току)	-	-	N	N	N	
528	Получение	Flux Current Error (Ошибка по току намагничивания)	-	-	N	N	N	
529	Получение	Current Feedback (Обратная связь по току)	-	-	Y	Y	Y	
530	Получение	Flux Current Feedback (Обратная связь по току намагничивания)	-	-	Y	Y	Y	
553	Установка	Current Vector Limit (Ограничение вектора тока)	-	Y	N	N	N	
554	Установка	Torque Loop Bandwidth (Полоса пропускания контура регулирования крутящего момента)	-	-	N	N	N	

табл. 30 - Дополнительные атрибуты для модулей безопасности привода PowerFlex 755

ID	Доступ	Атрибут	N	F	P	V	T	Условная реализация
555	Установка	Torque Integral Time Constant (Постоянная времени интегрального звена регулятора крутящего момента)	-	-	N	N	N	
556	Установка	Flux Loop Bandwidth (Полоса пропускания контура регулирования магнитного потока)	-	-	N	N	N	
557	Установка	Flux Integral Time Constant (Постоянная времени интегрального звена регулятора магнитного потока)	-	-	N	N	N	
558	Установка	Flux Up Control (Управление созданием магнитного потока)	-	Y	Y	Y	Y	Только для асинхронных двигателей 0-Enum 1 = ручная задержка (Y) 2 = автоматическая задержка (Y)
559	Установка	Flux Up Time (Время создания магнитного потока)	-	Y	Y	Y	Y	Только для асинхронных двигателей
562	Установка	Commutation Self-Sensing Current (Автоматически определяемый ток коммутации)	-	-	N	N	N	Только для двигателей с постоянными магнитами 0-Value = #
563	Установка	Commutation Polarity (Полярность коммутации)	-	-	N	N	N	Только для двигателей с постоянными магнитами
250	Установка	Feedback Commutation Aligned (Координация коммутации по обратной связи)	-	-	Y	Y	Y	0-Enum 2 = смещение для двигателя (N) 3 = автоматическое определение (Y)
570	Установка	Frequency Control Method (Способ управления частотой)	-	R	-	-	-	0-Enum 128 = U/f для вентиляторов и насосов (Y) 129 = бездатчиковое векторное управление (Y) 130 = бездатчиковое векторное управление с экономичным режимом (Y)
600	Получение	Output Frequency (Выходная частота)	-	R	Y	Y	Y	
610	Установка	Stopping Action (Действие при останове)	-	R	R	R	R	0-Enum 2 = отключение линейного замедления (FPV/Y) 3 = сохранение текущего замедления (PV/N) 4 = сохранение линейного замедления (PV/N) 128 = Торможение постоянным током (IM/Y) 129 = Торможение переменным током (IM/Y)
612	Установка	Stopping Time Limit (Ограничение времени останова)	-	-	N	N	N	
613/354	Установка	Resistive Brake Contact Delay (Задержка включения тормозного резистора)	-	N	N	N	N	Только для двигателей с постоянными магнитами
614	Установка	Mechanical Brake Control (Управление механическим тормозом)	-	N	N	N	N	
615	Установка	Mechanical Brake Release Delay (Задержка отпущения механического тормоза)	-	N	N	N	N	
616	Установка	Mechanical Brake Engage Delay (Задержка включения механического тормоза)	-	N	N	N	N	
870	Установка	DC Injection Brake Current (Ток при торможении постоянным током)	-	Y	Y	Y	Y	Только для асинхронных двигателей
872	Установка	DC Injection Brake Time (Продолжительность торможения постоянным током)	-	Y	Y	Y	Y	Только для асинхронных двигателей
871	Установка	Flux Braking Enable (Включение торможения магнитным потоком)	-	Y	Y	Y	Y	Только для асинхронных двигателей
627	Установка	Power Loss Action (Действия при потере питания)	-	Y	Y	Y	Y	0-Enum 2 = рекуперация при замедлении (Y)

табл. 30 - Дополнительные атрибуты для модулей безопасности привода PowerFlex 755

ID	Доступ	Атрибут	N	F	P	V	T	Условная реализация
628	Установка	Power Loss Threshold (Пороговое значение потери питания)	-	Y	Y	Y	Y	
629	Установка	Shutdown Action (Действия при отключении)	-	N	N	N	N	0-Enum 1 = Падение напряжения на шине постоянного тока (N)
630	Установка	Power Loss Time (Продолжительность потери питания)	-	Y	Y	Y	Y	
637	Получение	Converter Capacity (Мощность преобразователя)	-	N	N	N	N	
638/262	Получение	Bus Regulator Capacity (Мощность регулятора напряжения на шине постоянного тока)	-	N	N	N	N	
646	Установка	Motor Overload Action (Действия при перегрузке двигателя)	-	N	N	N	N	0-Enum 1 = снижение тока (N)
647	Установка	Inverter Overload Action (Действия при перегрузке инвертора)	-	Y	Y	Y	Y	0-Enum 1 = ограничение тока (N) 128 = снижение частоты ШИМ (Y) 129 = ограничение частоты ШИМ (N)
659	Получение	CIP Axis Alarms (сигналы предупреждения для оси CIP)	Y	Y	Y	Y	Y	
904	Получение	CIP Axis Alarms (сигналы предупреждения для оси CIP) – RA	Y	Y	Y	Y	Y	
695	Установка	Motor Overspeed User Limit (Пользовательское ограничение превышения скорости двигателя)	-	Y	Y	Y	Y	
697	Установка	Motor Thermal Overload User Limit (Пользовательское ограничение тепловой перегрузки двигателя)	-	Y	Y	Y	Y	
699	Установка	Inverter Thermal Overload User Limit (Пользовательское ограничение тепловой перегрузки инвертора)	-	N	N	N	N	
706	Установка	Feedback Noise User Limit (Пользовательское ограничение уровня помех в сигнале обратной связи)	N	N	N	N	N	
707	Установка	Feedback Signal Loss User Limit (Пользовательское ограничение потери сигнала обратной связи)	N	N	N	N	N	
708	Установка	Feedback Data Loss User Limit (Пользовательское ограничение потери данных обратной связи)	N	N	N	N	N	
730	Получение	Digital Inputs (Цифровые входы)	-	Y	Y	Y	Y	
731	Установка	Digital Outputs (Цифровые выходы)	-	N	N	N	N	
732/267	Получение	Analog Input (Аналоговый вход) 1	-	N	N	N	N	
733/268	Получение	Analog Input (Аналоговый вход) 2	-	N	N	N	N	
734	Установка	Analog Output (Аналоговый выход) 1	-	N	N	N	N	
735	Установка	Analog Output (Аналоговый выход) 2	-	N	N	N	N	
750	Установка	Local Control (Местное управление)	N	N	N	N	N	0-Enum 1 = условно разрешено (N) 2 = разрешено (N)
980/242	Получение	Guard Status (Состояние устройства защиты)	-	Y	Y	Y	Y	
981/243	Получение	Guard Faults (Аварии устройства защиты)	-	Y	Y	Y	Y	

D

Dig Out Invert

№ 226 — главная плата управления 149
№ 6 — дополнительный модуль 149

Dig Out Setpoint

№ 227 — главная плата управления 144
№ 7 — дополнительный модуль 144

Dig Out Sts

№ 225 — главная плата управления 151
№ 5 — дополнительный модуль 152

E

ETAP *См.* Дополнительный модуль с двумя портами EtherNet/IP

L

Last StrtInhibit (№ 934) 97

M

Motion Drive Start. *См.* инструкцию MDS.
Mtr Options Cfg (No. 40) 24

P

PID Cfg (№ 1065) 81
PID Status (No. 1089) 86

S

SLAT. *См.* управление крутящим моментом с ограничением по скорости
Start Inhibits (№ 933) 97

A

Аварии 164
Автоматический перезапуск 25
Автоматический/ручной режим 27
Автонастройка 35
Автоподхват вращающегося двигателя 56
Аналоговые входы/выходы 107
Аналоговые входы 107
Аналоговые выходы 115
Аналоговые сигналы, масштабирование 108
Аналоговый вход
 Квадратный корень 112
Аналоговый выход 116
аппаратное ограничение перебега
 настройка для интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP 320
Асинхронные двигатели
 рекомендуемые 361

B

Безопасность 186

B

Вкладка «Power»

Взаимосвязи между экземплярами класса объектов программы RSLogix 5000 и параметрами 341

Включение ПИД-регулирования 128

Включение режима наращивания потока (№ 43) 222

Владельцы 71

Внешняя авария 123

Вперед/назад 124

Время замедления 16

Время наращивания магнитного потока (№ 44) 222

Время ускорения/замедления 16

Вход термистора РТС двигателя 154

Входы

Аналоговые 107
Цифровые 121

Выбор скорости вращения 126

Выключение контура серворегулирования движения Motion Servo Off. *См.* инструкцию MSF.

Выходы

Аналоговые 115, 116
Цифровые 133

G

Грубая периодичность обновления данных 305

D

данные асинхронного двигателя

Взаимосвязи между экземплярами класса объектов программы RSLogix 5000 и параметрами 331

данные двигателя с постоянными магнитами

Взаимосвязи между экземплярами класса объектов программы RSLogix 5000 и параметрами 333

двигатели бюллетеня НРК

рекомендуемые 363

Двигатели с постоянными магнитами

рекомендуемые 362

Двигатели с постоянными магнитами сторонних производителей

изменение паспортных данных 364

Двигатель с постоянными магнитами

оценка 365
технические характеристики 365

двухконтурное регулирование

конфигурация 313
пример применения 313

динамический тормоз

настройка для интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP 351

Динамическое торможение 199

Дополнительные модули

поддержка при использовании функции интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP 350

дополнительные модули безопасности

ограничения для интегрированного
управления движением по сети
EtherNet/IP 350

дополнительные модули обратной связи

установка и настройка конфигурации 351

Дополнительный источник питания 42**дополнительный модуль вспомогательного****источника питания**

установка и настройка конфигурации 351

Дополнительный модуль с двумя портами**EtherNet/IP 319**

назначение порта 319

Присвоение IP-адреса 319

установка и настройка конфигурации 351

З

Задание крутящего момента 266

Задание скорости 254

**Защита оборудования от положительного/
отрицательного перебега 130**

И

Инверсия ПИД-регулятора 129

инструкция MDS

Атрибуты линейного изменения скорости 308

настройка конфигурации 305

пример программного кода для атрибутов
линейного изменения скорости 309

пример программного кода для пуска 306

пример программного кода для режима
крутящего момента 308

пример программного кода для увеличения
скорости вращения 307

пример программного кода для уменьшения
скорости вращения 307

инструкция MSF 308**инструкция MAS 308****Интегрированное управление движением по
сети EtherNet/IP**

блок-схема аналоговых входов и выходов 414

блок-схема диагностических средств 422

блок-схема компенсации трения 420

блок-схема логики управления 418

блок-схема мастера высокоскоростной
регистрации данных 423

блок-схема перегрузки инвертора IT 419

блок-схема управления крутящим моментом –
адаптация к моменту инерции 408

блок-схема управления крутящим моментом –
контроль/оценка нагрузки 409

блок-схема управления крутящим моментом –
крутящий момент 405

блок-схема управления крутящим моментом –
масштабирование и корректировка
задания момента 404

блок-схема управления крутящим моментом –
ток, асинхронный двигатель и
двигатель с поверхностно
расположенными постоянными
магнитами 406

блок-схема управления крутящим моментом –
ток, двигатель с внутренними
постоянными магнитами 407

блок-схема управления положением –
вспомогательные функции 394

блок-схема управления положением –
кулачковое позиционирование CAM
396

блок-схема управления положением –
определение исходного положения
398

блок-схема управления положением –
профилирование/индексация (лист
1) 397

блок-схема управления положением –
профилирование/индексация (лист
2) 398

блок-схема управления положением –
регулятор 393

блок-схема управления положением –
фазовая автоподстройка частоты
395

блок-схема управления положением /
вспомогательные функции –
индикатор положения рулона 399

блок-схема управления положением /
вспомогательные функции –
увеличение крутящего момента в
зависимости от положения 401

блок-схема управления положением, задание
положения 392

блок-схема управления с обратной связью по
скорости / положению 384

блок-схема управления скоростью – регулятор
(векторное управление магнитным
потокотом) 391

блок-схема управления скоростью, задание
скорости (лист 1) 386

блок-схема управления скоростью, задание
скорости (лист 2) 387

блок-схема управления скоростью, задание
скорости (лист 3) 388

блок-схема управления скоростью, задание
скорости (лист 4) 389

блок-схема управления скоростью, задание
скорости (лист 5) 390

блок-схема управления технологическим
процессом (лист 1) 410

блок-схема управления технологическим
процессом (лист 2) 411

блок-схема управления цифровым
потенциометром MOP 412

блок-схема цифровых входов и выходов 413

настройка системы 366

обзорная блок-схема векторного управления
магнитным потоком 382

обзорная блок-схема регулируемого
увеличения напряжения –
функциональные входы/выходы
421

обзорная блок-схема скалярного управления
(U/f), бездатчикового векторного
управления 383

обзорная блок-схема управления крутящим
моментом – асинхронный
двигатель и двигатель с
поверхностно расположенными
постоянными магнитами 402

обзорная блок-схема управления крутящим
моментом – двигатель с
внутренними постоянными
магнитами 403

ограничения для дополнительных модулей безопасности 350
 поддерживаемые дополнительные модули 350
 режимы управления 305
 управление скоростью, обзорная блок-схема задания скорости 385

К

Квадратный корень

Аналоговый вход 112

Кольцевая топология

Интегрированное управление движением по сети EtherNet/IP 347

Компенсация 193

Компенсация скольжения 193

Контроллер DriveLogix 10

Контроллер DriveLogix™ 10

Контроль нагрузки

Взаимосвязи между экземплярами класса объектов программы RSLogix 5000 и параметрами 341

Контур регулирования крутящего момента

Взаимосвязи между экземплярами класса объектов программы RSLogix 5000 и параметрами 327

контур регулирования положения

Взаимосвязи между экземплярами класса объектов программы RSLogix 5000 и параметрами 329

Конфигурация

Аналоговый выход 116

конфигурация оси

режимы управления 311

Конфликты конфигурации 131

Крутящий момент

Задание 266
 Положение 269

Л

Линейная топология

Интегрированное управление движением по сети EtherNet/IP 346

М

Максимальная мощность в режиме рекуперации 250

Масштабирование аналоговых сигналов 108

Меры безопасности, общие 12

Минимальная грубая периодичность обновления 305

модель асинхронного двигателя

Взаимосвязи между экземплярами класса объектов программы RSLogix 5000 и параметрами 331

модель двигателя с постоянными магнитами

Взаимосвязи между экземплярами класса объектов программы RSLogix 5000 и параметрами 333

Н

Нагрузка

Взаимосвязи между экземплярами класса объектов программы RSLogix 5000 и параметрами 338

Назначение порта

Дополнительный модуль с двумя портами EtherNet/IP 319

Напряжение на шине постоянного тока 159

Нарращивание магнитного потока 221

настройка конфигурации

аппаратное ограничение перебега 320
 инструкция MDS 306
 обратная связь с инкрементальным энкодером в двигателях MPx 377

Настройка системы

Интегрированное управление движением по сети EtherNet/IP 366

Несущая частота 198

О

Обнаружение

Потеря входного сигнала 113

Обнаружение потери входного сигнала 113

Обнаружение потери фазы питания 167

Обратная связь двигателя

Взаимосвязи между экземплярами класса объектов программы RSLogix 5000 и параметрами 335

обратная связь нагрузки двигателя

Взаимосвязи между экземплярами класса объектов программы RSLogix 5000 и параметрами 336

обратная связь с инкрементальным

энкодером в двигателях MPx

настройка конфигурации 377

Общие меры предосторожности 12

Ограничение превышения скорости вращения 173

Ограничение тока 158

Опция Drive NV 312

Останов 123

Останов с ограничением тока 123

Остановка выбегом 124

Остановка движения оси MAS. См. инструкцию MAS.

Отключение модуля интерфейса оператора 54

Отраженная волна 180

П

Пакеты данных

потерянные 305

Память напряжения на шине 159

параметры двигателя с постоянными магнитами 312

Параметры ПИД-регулятора технологического процесса 81

Параметры цифровых выходов 144, 149, 151

Пароль 174

Перегрузка 159, 169
 Перегрузка двигателя 169
 Перегрузка привода 159
 перегрузочная способность по крутящему моменту 349
 Перезапуск, автоматический 25
 ПИД-регулятор 77
 Поддержка, продукции 11
 Потеря питания 73, 128
 Потеря сигнала 113
 Потерянные пакеты данных 305
 Предварительная зарядка 128
 Предохранительный штифт 189
 Предупреждения 157
 Присвоение IP-адреса
 Дополнительный модуль с двумя портами
 EtherNet/IP 319
 присвоение динамического IP-адреса для порта 319
 Программа «Integrated Architecture Builder» 304
 Программа «Motion Analyzer» 304
 Программное обеспечение
 «Integrated Architecture Builder» 304
 «Motion Analyzer» 304
 Прямой/обратный ход
 Замедлитель 130
 Концевой выключатель 129
 Пуск 124
 Пуск в режиме Hand-Off-Auto 127

Р

Работа 125
 Работа с вращением вперед / работа с вращением назад 124
 Разрешение пуска 123
 Регулирование напряжения на шине постоянного тока 42
 Регулирование скорости вращения 263
 Регулируемое напряжение 17
 Регулятор потока 221
 Регулятор скольжения 195
 Режим останова 127
 Режим работы при потере питания 128
 Режим регулирования напряжения на шине постоянного тока 127
 Режим регулирования скорости вращения / крутящего момента / положения 127
 Режим управления
 атрибуты оси
 без режима управления 425
 режим управления крутящим моментом 425
 режим управления положением 425
 режим управления скоростью 425
 режим управления
 крутящим моментом 310
 режим управления положением 310

режим управления скоростью 310
 режимы управления
 Интегрированное управление движением по сети EtherNet/IP 305
 конфигурация оси 311
 Режимы управления скоростью, крутящим моментом, положением 269
 Рекомендуемые
 Асинхронные двигатели 361
 двигатели бюллетеня НРК 363
 двигатели с постоянными магнитами 362
 Ручное управление 126

С

Сброс аварии 123
 Сброс ПИД-регулятора 129
 согласование с нагрузкой
 Взаимосвязи между экземплярами класса объектов программы RSLogix 5000 и параметрами 339
 Состояние 130
 сохранение параметров протокола DNP
 Присвоение IP-адреса 319

Т

Термины и условные обозначения, принятые в руководстве 11
 Термистор 154
 Термистор двигателя 154
 Техническая поддержка 11
 Техническая поддержка приводов 11
 Технологический ПИД-регулятор 77
 Типы двигателей 237
 Толчок 126
 Толчок вперед, толчок назад 125
 Топологии сети
 Интегрированное управление движением по сети EtherNet/IP 345
 Топология «звезда»
 Интегрированное управление движением по сети EtherNet/IP 345
 Топология «кольцо»/«звезда»
 Интегрированное управление движением по сети EtherNet/IP 349
 Топология «линия»/«звезда»
 Интегрированное управление движением по сети EtherNet/IP 348
 Торможение 219
 Торможение магнитным потоком 219

У

Увеличение/уменьшение сигнала MOP 127
 Удержание PID-регулятора 128
 Узкополосный фильтр 247
 Управление крутящим моментом с ограничением по скорости
 настройка для интегрированного управления движением по сети EtherNet/IP 356

Управление скоростью

Взаимосвязи между экземплярами класса
объектов программы RSLogix 5000 и
параметрами 325

управление частотой

взаимосвязи между экземплярами класса
объектов программы RSLogix 5000 и
параметрами 323

Ускорение/замедление 127**Уставка крутящего момента 129****Устройства обратной связи 56****Ц****Цифровые входы 121****Цифровые выходы 133****Ч****Частота ШИМ 198****Часы реального времени 175****Ш****шунтирующий регулятор**

настройка для интегрированного управления
движением по сети EtherNet/IP 351

Э**энергонезависимая память 312****энергонезависимая память привода 312**

Техническая поддержка Rockwell Automation

Компания Rockwell Automation предоставляет пользователям своей продукции технические сведения в сети интернет.

На веб-странице <http://www.rockwellautomation.com/support> находятся технические руководства, указания по применению, примеры кода и ссылки на обновления для программного обеспечения. Для пользователей также открыт наш Центр помощи и поддержки на сайте <https://rockwellautomation.custhelp.com/>, где можно найти обновления программного обеспечения, пообщаться в чатах и форумах технической поддержки, получить техническую информацию, получить ответы на часто задаваемые вопросы и подписаться на получение новостей о продукции.

Помимо этого мы предлагаем различные программы технической поддержки для установки, настройки и поиска и устранения неисправностей. Для получения дополнительной информации обратитесь к местному дистрибьютору, в представительство компании Rockwell Automation или посетите сайт <http://www.rockwellautomation.com/support/>.

Помощь при установке

Если вы испытываете какие-либо сложности в течение первых 24 часов после начала установки, заново изучите информацию, изложенную в данном руководстве. Для получения помощи по первоначальной наладке оборудования можно обратиться в отдел поддержки заказчиков компании Rockwell Automation.

США или Канада	1.440.646.3434
Другие страны	Воспользуйтесь функцией поиска офиса компании на веб-странице http://www.rockwellautomation.com/support/americas/phone_en.html или обратитесь в местное представительство компании Rockwell Automation.

Возврат нового товара

Компания Rockwell Automation тщательно проверяет всю свою продукцию, чтобы гарантировать ее полную работоспособность после отгрузки с завода. Если приобретенная вами продукция все же не работает и вы хотите ее вернуть, выполните следующие действия.

США	Обратитесь к вашему дистрибьютору. Для выполнения процедуры возврата следует сообщить дистрибьютору номер вашего обращения в службу поддержки заказчиков (для получения номера позвоните по телефону, указанному выше).
Другие страны	Для получения информации о процедуре возврата обратитесь в местное представительство компании Rockwell Automation.

Отзывы о качестве документации

Для улучшения качества технической документации нам необходимо знать ваше мнение. Если вы знаете, как улучшить этот документ, заполните форму [RA-DU002](#), размещенную на веб-странице <http://www.rockwellautomation.com/literature/>.