

Применение частотных преобразователей Optidrive E2 в системах с обратной связью. Инструкция по настройке PI-регулятора.

Общие положения

Преобразователь частоты Optidrive E2 имеет встроенный PI-регулятор, что позволяет использовать его для управления различными процессами с точным поддержанием какой-либо физической величины: давления, расхода, температуры, уровня и др. В этом документе описана процедура настройки возможных рабочих режимов.

PI-регулятор

PI (пропорционально-интегральное) регулирование широко используется во многих приложениях. PI-регулятор нуждается в следующих сигналах:

Сигнал уставки (опорный сигнал) – это сигнал, пропорциональный требуемой (заданной) величине контролируемого параметра. Например, требуемое давления жидкости в системе, которое должен создавать насос - 1.5 Бар

Сигнал обратной связи – это сигнал, пропорциональный текущей (измеренной) величине контролируемого параметра в диапазоне измерительного преобразователя. Например, датчик давления имеет диапазон измерения 0-10 Бар, преобразуя его в токовый сигнал диапазона 4-20мА.

Частотный преобразователь будет непрерывно контролировать сигнал обратной связи и сравнивать его с сигналом уставки, и автоматически корректировать скорость двигателя, так чтобы поддерживать заданный уровень контролируемой величины.

Параметры конфигурации PI-регулятора

P-45. Уставка PI-регулятора (опорный сигнал)

Для простых систем с фиксированной уставкой значение параметра P-45 может быть вычислено исходя из измерительного диапазона датчика обратной связи. Так, например, в системе, требующей поддержания постоянного давления 1.5 бар, при использовании датчика с диапазоном 0 ... 10 бар, значение P-45 может быть рассчитано следующим образом: $(1.5\text{бар} \times 100\%) / 10\text{ бар} = 15\%$

P-41. Коэффициент пропорционального усиления

Говоря простыми словами, от коэффициента пропорционального усиления (P) зависит то, как сильно изменится скорость насоса относительно изменения давления в системе. Чем больше значение P-коэффициента, тем быстрее реакция системы. Однако при слишком больших значениях скорость насоса будет постоянно меняться, и давление будет нестабильно. Обычно в большинстве насосных применений, заводское значение P-41= 1 дает наилучший результат. Если скорость насоса нестабильна, уменьшите пропорциональный коэффициент.

P-42. Время интегрирования

Optidrive контролирует изменение сигнала обратной связи в течение долгого периода, чтобы определить среднее давление в системе и скорость его изменения. Интегральная составляющая помогает достичь более плавной работы и увеличить статическую точность системы. В большинстве случаев, заводское значение P-42= 1 сек дает хороший результат, однако время интегрирования может быть увеличено в системах, где давление изменяется слишком медленно.

P-43. Выбор режима работы PI-регулятора

В параметре P-43 можно выбрать режим прямого PI-регулирования, когда увеличение скорости двигателя увеличивает значение сигнала обратной связи, или обратный режим, когда увеличение скорости двигателя уменьшает значение сигнала обратной связи.

P-43	Функция	Типичное применение	Пояснение
0	Прямой режим	управление насосом, компрессором	УВЕЛИЧЕНИЕ скорости двигателя вызывает УВЕЛИЧЕНИЕ сигнала обратной связи
1	Обратный режим	управление охлаждающим вентилятором	УВЕЛИЧЕНИЕ скорости двигателя вызывает УМЕНЬШЕНИЕ сигнала обратной связи

P-46. Выбор источника сигнала обратной связи PI-регулятора

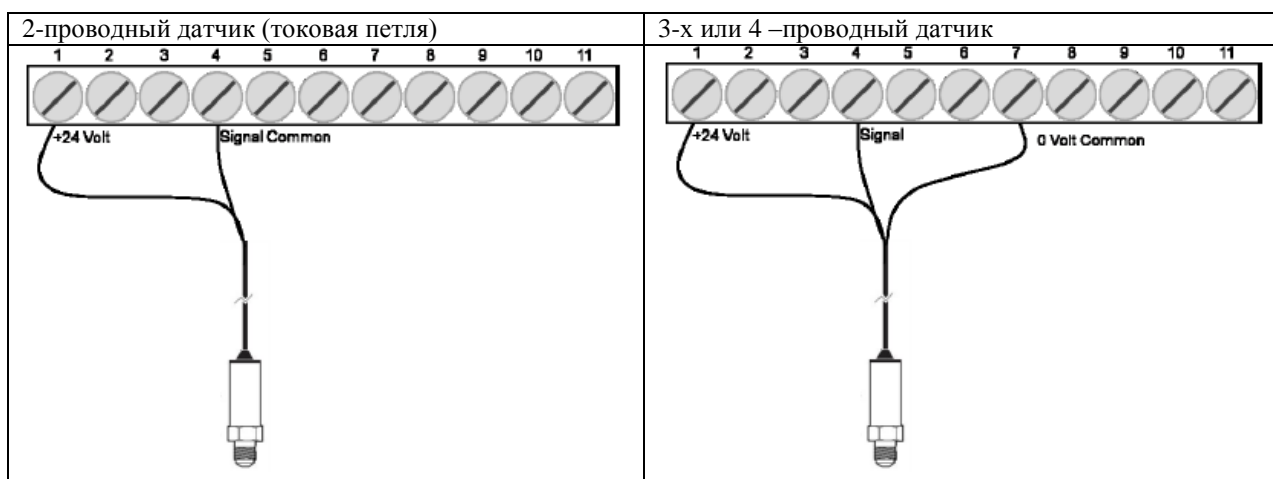
Возможен выбор одного из трех источников сигнала обратной связи:

Значение	Сигнал обратной связи	Формат сигнала обратной связи
0	Аналоговый вход 2 (Т4)	P-47
1	Аналоговый вход 1 (Т6)	P-16
2	Ток двигателя	фиксированный

По умолчанию в качестве источника сигнала обратной связи установлен аналоговый вход 2 (терминал 4). Формат сигнала обратной связи может быть выбран в соответствующем параметре. В большинстве случаев используется сигнал 4..20мА. Если в качестве источника обратной связи выбран аналоговый вход 1, то дискретный вход 3 (2-й аналоговый вход) может использоваться как вход внешней аварии, например, при подключении к нему РТС-термистора защиты двигателя (P-15=3). Функция внешней аварии не возможна, если 2-й аналоговый вход выбран в качестве источника сигнала обратной связи PI-регулятора.

Датчик обратной связи

С точки зрения схемы подключения датчика обратной связи имеется два основных типа. При использовании двухпроводного датчика обратной связи (напр., 4..20мА), проверьте что бы его напряжение питания допускало питание от источника 24В, и подключайте его к клемме 1 и клемме 4 (выход датчика).

**P-44. Выбор опорного сигнала PI-регулятора**

В зависимости от требований применения в качестве источника задания PI-регулятора может быть выбран аналоговый вход или цифровая уставка в параметре P-45.

P-44	Описание
0	Цифровое предустановленное значение в качестве опорного сигнала PI-регулятора. Цифровая уставка задается в P-45 от 0 до 100% от полного диапазона сигнала датчика обратной связи.
1	В качестве источника опорного сигнала PI-регулятора используется аналоговый вход 1 (Т6).

Примечание: Для получения наилучшего качества регулирования пользователь может скорректировать коэффициенты PI-регулятора (пропорциональный и интегральный) в параметрах P-41 и P-42 соответственно. Значения этих коэффициентов будут зависеть от инерции и постоянной времени (скорости изменения) регулируемой системы.

Функция ожидания

Преобразователь частоты Optidrive E2 имеет встроенную функцию ожидания, которая позволяет автоматически выключить насос, когда нет необходимости вращать двигатель на низкой скорости, что бы поддерживать заданный уровень давления. Эту функцию можно использовать только в таких системах, где

заданное значение может сохраняться при остановленном двигателе. Привод перейдет в режим ожидания (спящий режим) при работе на минимальной скорости (P-02) в течение времени, заданном в P-48. При этом на дисплее будет индикация **Stndby**, и с выхода привода будет снято напряжение. При P-48 = 0.0 режим ожидания отключен. Параметр P-49 может определять уровень, при котором привод должен выйти из режима ожидания, чтобы компенсировать ошибку ПИ-регулятора. Привод будет игнорировать незначительные изменения сигнала обратной связи и оставаться в спящем режиме, пока рассогласование не превысит уровня, заданного в этом параметре.

В приложениях, где требуется защитить двигатель от перегрева при работе на низкой скорости, используйте пропускаемые частоты. Благодаря этому можно исключить работу двигателя на частоте (обычно 20-30Гц), ниже которой в насосных применениях не создается полезной работы.

Функция ожидания с использованием пропускаемых частот

Описание параметров:

Параметр	функция	Описание
P-26	Полоса пропускаемой частоты	Сначала установите параметр P-09. Ширина пропускаемой частотной полосы с центральной частотой, установленной в P-27. Рампа скорости при проходе через полосу пропуска будет в соответствии с P-03 и P-04.
P-27	Пропускаемая частота	Сначала установите параметр P-09. Центральная точка пропускаемой частоты, ширина полосы пропуска определяется параметром P-26.

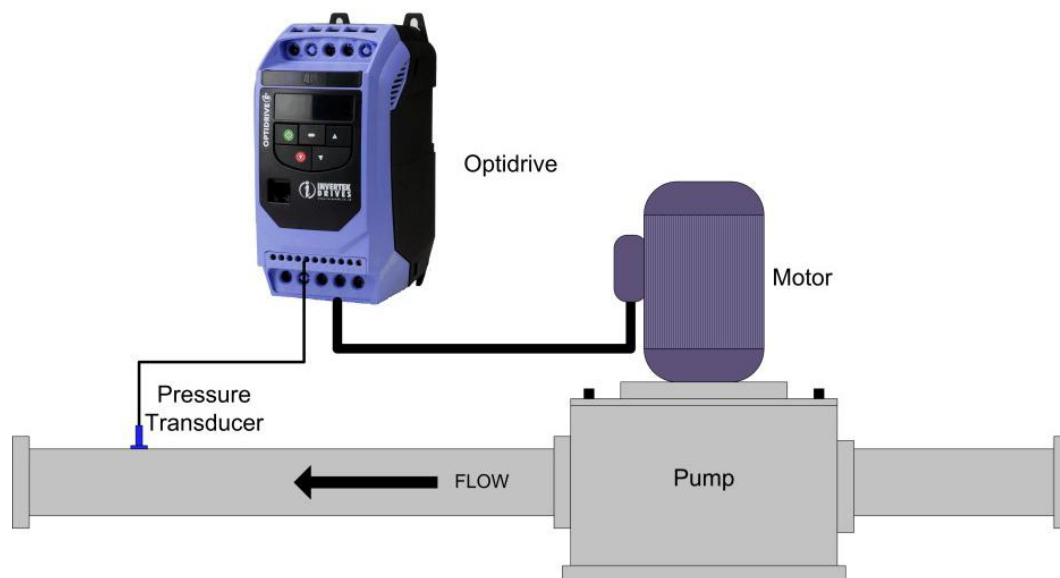
Пример: Минимальная скорость должна быть 24Гц, после чего снижение до 0Гц и вход в режим ожидания **Stndby** через время, заданное в P-48.

$$P-26 = 24\text{Гц}$$

$$P-27 = P-26 / 2 = 24\text{Гц} / 2 = 12\text{Гц}$$

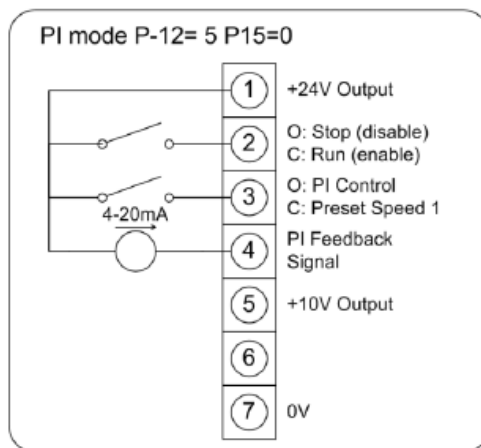
Примеры применения:

Поддержание давления жидкости – простая фиксированная уставка PI-регулятора

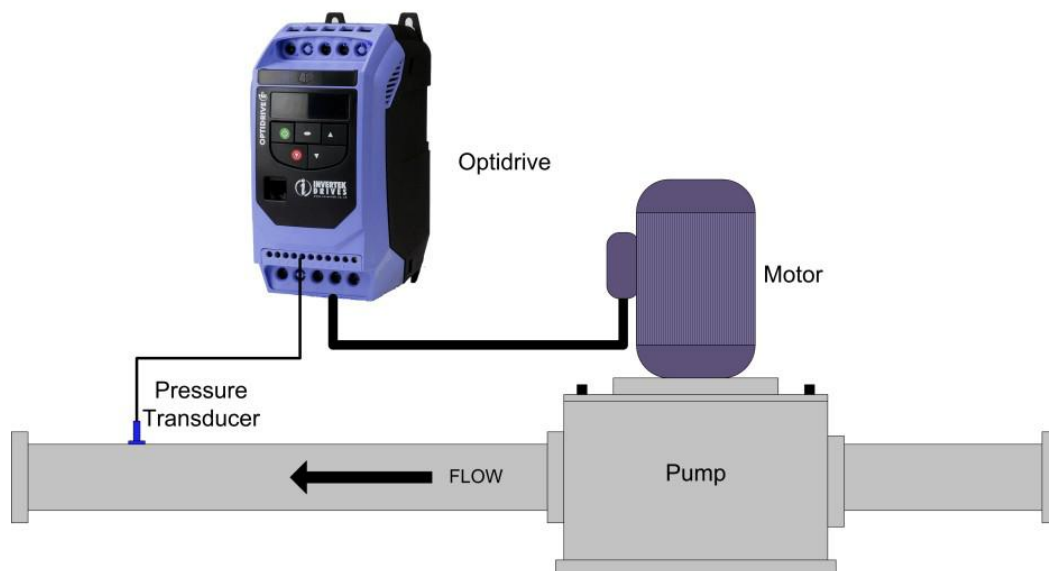


Пар.	Функция	Пример уставки	Пояснение
P-03	Время ускорения	10 – 30 сек	Позволяют обеспечить плавный пуск и останов
P-04	Время торможения	10 – 30 сек	
P-06	Оптимизация энергопотребления	1	Снижает потребление электроэнергии
P-07	Номинальное напряжение двигателя	-	Ввод паспортных данных двигателя, что бы избежать его повреждение.
P-08	Номинальный ток двигателя	-	
P-09	Номинальная частота двигателя	-	
P-12	Источник управления приводом	5	Разрешение ПИ-регулирования
P-14	Код доступа к расширенному меню	101	Открывает доступ к параметрам ПИ-регулятора
P-47	Формат второго аналогового входа	4-20mA	Согласование типа выходного сигнала датчика и аналогового входа
P-41	Коэффициент пропорционального усиления	0.5 – 2	Зависит от системы
P-42	Постоянная времени интегрирования	1 – 5 сек	Зависит от системы
P-43	Режим ПИ-регулирования	0	Прямой режим – УВЕЛИЧЕНИЕ скорости двигателя приводит к УВЕЛИЧЕНИЮ сигнала обратной связи
P-44	Выбор задания ПИ-регулятора	0	Выбрано цифровое задание в P-45
P-45	Цифровое задание ПИ-регулятора	-	Установите требуемый уровень давления в системе.

Схема соединения:



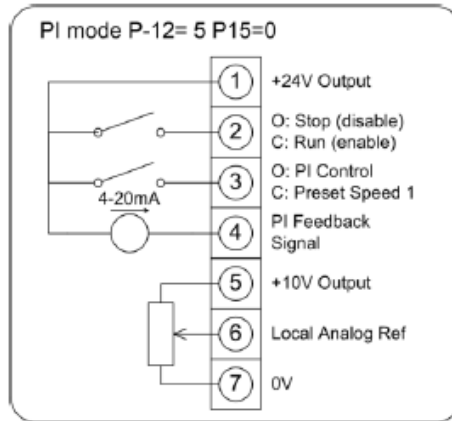
Поддержание давления жидкости – переменная уставка PI-регулятора с местным/дистанционным управлением.



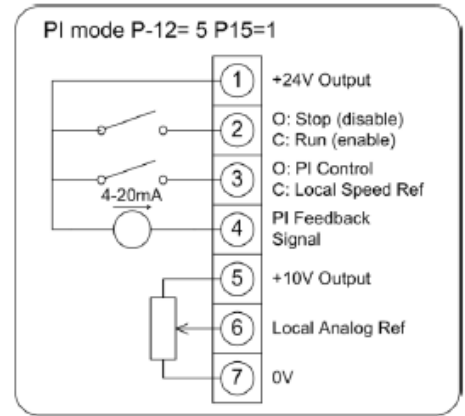
Пар.	Функция	Пример уставки	Пояснение
P-03	Время ускорения	10 – 30 сек	Позволяют обеспечить плавный пуск и останов
P-04	Время торможения	10 – 30 сек	
P-06	Оптимизация энергопотребления	1	Снижает потребление электроэнергии
P-07	Номинальное напряжение двигателя	-	Ввод паспортных данных двигателя, что бы избежать его повреждение.
P-08	Номинальный ток двигателя	-	
P-09	Номинальная частота двигателя	-	
P-12	Источник управления приводом	5	Разрешение ПИ-регулирования
P-14	Код доступа к расширенному меню	101	Открывает доступ к параметрам ПИ-регулятора
P-15	Конфигурация входов		См. ниже
P-47	Формат второго аналогового входа	4-20mA	Согласование типа выходного сигнала датчика и аналогового входа
P-41	Коэффициент пропорционального	0.5 – 2	Зависит от системы

	усиления		
P-42	Постоянная времени интегрирования	1 – 5 сек	Зависит от системы
P-43	Режим ПИ-регулирования	0	Прямой режим – УВЕЛИЧЕНИЕ скорости двигателя приводит к УВЕЛИЧЕНИЮ сигнала обратной связи
P-44	Выбор задания ПИ-регулятора	1	Аналоговый сигнал задания, например потенциометром

Схемы соединения:



с обратной связью



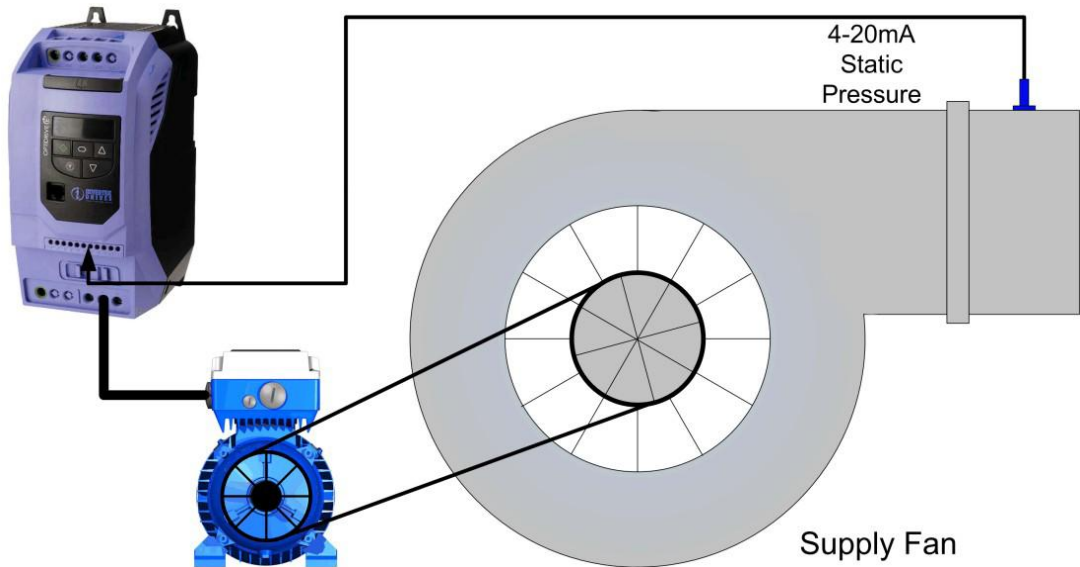
с обратной связью

Автоматическое регулирование (PI)
Ручное регулирование скорости

по предустановленной скорости 1 (P-20)

потенциометром

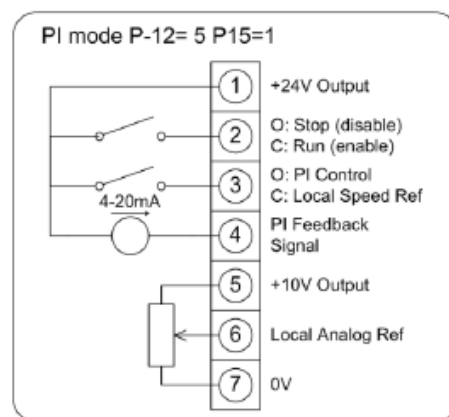
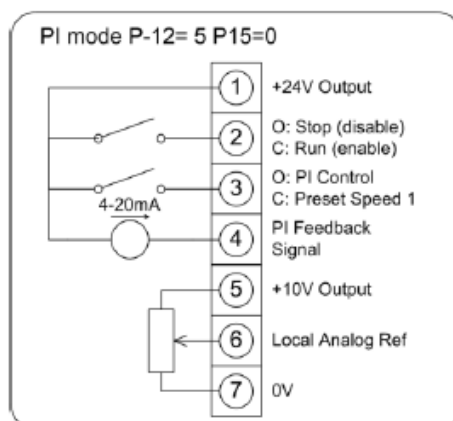
Вентилятор / Компрессор с использованием обратной связи по давлению



Пар.	Функция	Пример уставки	Пояснение
P-03	Время ускорения	10 – 30 сек	Позволяют обеспечить плавный пуск и останов
P-04	Время торможения	10 – 30 сек	
P-06	Оптимизация энергопотребления	1	Снижает потребление электроэнергии
P-07	Номинальное напряжение двигателя	-	Ввод паспортных данных двигателя, что бы избежать его повреждение.

P-08	Номинальный ток двигателя	-	
P-09	Номинальная частота двигателя	-	
P-12	Источник управления приводом	5	Разрешение ПИ-регулирования
P-14	Код доступа к расширенному меню	101	Открывает доступ к параметрам ПИ-регулятора
P-15	Конфигурация входов		См. ниже
P-47	Формат второго аналогового входа	4-20mA	Согласование типа выходного сигнала датчика и аналогового входа
P-41	Коэффициент пропорционального усиления	0.5 – 2	Зависит от системы
P-42	Постоянная времени интегрирования	1 – 5 сек	Зависит от системы
P-43	Режим ПИ-регулирования	0	Прямой режим – УВЕЛИЧЕНИЕ скорости двигателя приводит к УВЕЛИЧЕНИЮ сигнала обратной связи
P-44	Выбор задания ПИ-регулятора	1	Аналоговый сигнал задания, например потенциометром

Схемы соединения:

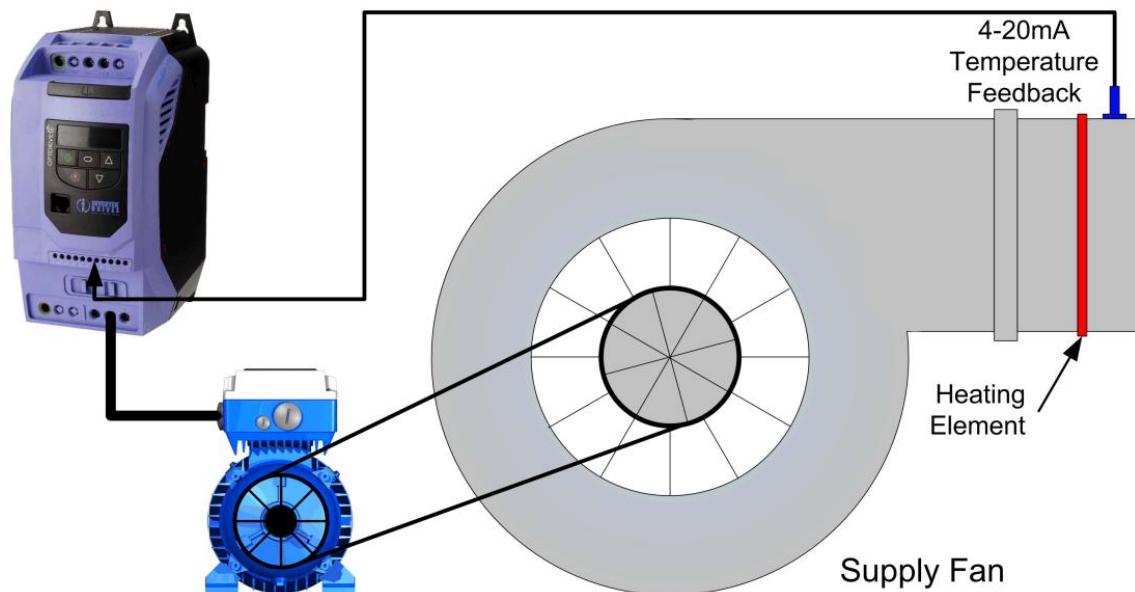


Автоматическое регулирование (PI)
 Ручное регулирование скорости

с обратной связью по предустановленной скорости 1 (P-20)

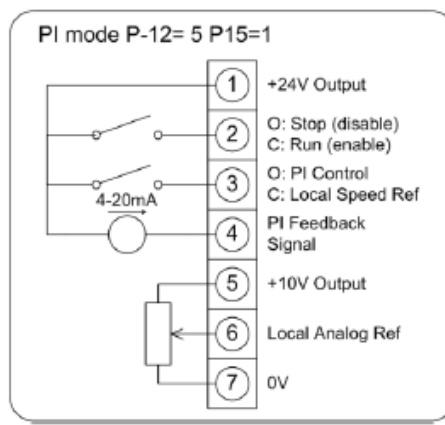
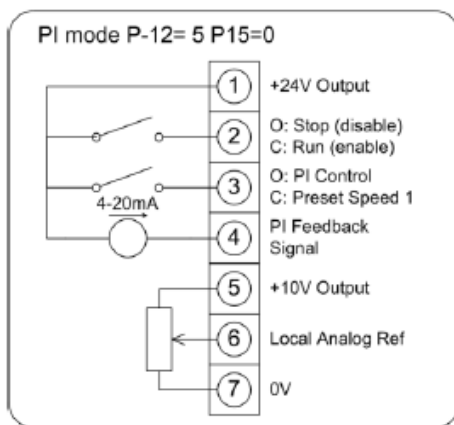
с обратной связью потенциометром

Поддержание температуры с использованием термодатчика



Пар.	Функция	Пример установки	Пояснение
P-03	Время ускорения	10 – 30 сек	Позволяют обеспечить плавный пуск и останов
P-04	Время торможения	10 – 30 сек	
P-06	Оптимизация энергопотребления	1	Снижает потребление электроэнергии
P-07	Номинальное напряжение двигателя	-	Ввод паспортных данных двигателя, что бы избежать его повреждение.
P-08	Номинальный ток двигателя	-	
P-09	Номинальная частота двигателя	-	
P-12	Источник управления приводом	5	Разрешение ПИ-регулирования
P-14	Код доступа к расширенному меню	101	Открывает доступ к параметрам ПИ-регулятора
P-15	Конфигурация входов		См. ниже
P-47	Формат второго аналогового входа	4-20mA	Согласование типа выходного сигнала датчика и аналогового входа
P-41	Коэффициент пропорционального усиления	0.5 – 2	Зависит от системы
P-42	Постоянная времени интегрирования	1 – 5 сек	Зависит от системы
P-43	Режим ПИ-регулирования	1	Обратный режим – УВЕЛИЧЕНИЕ скорости двигателя приводит к УМЕНЬШЕНИЮ сигнала обратной связи
P-44	Выбор задания ПИ-регулятора	1	Аналоговый сигнал задания, например потенциометром

Схемы соединения:



Автоматическое регулирование (PI)
 Ручное регулирование скорости

с обратной связью
 по предустановленной скорости 1 (P-20)

с обратной связью
 потенциометром