

Простое устройство плавного пуска электродвигателя

А. СИТНИКОВ, пос. Стулово Кировской обл.

Рассматриваемое в статье устройство позволяет производить безударный пуск и торможение трехфазного асинхронного электродвигателя, что увеличивает срок службы оборудования и снижает нагрузку на электросеть. Плавный пуск достигается путем изменения эффективного значения напряжения на обмотках двигателя с помощью тринисторов.

микросхемы KP142EN8B и KP142EN9A соответственно. Пьезоакустические преобразователи ВQ1, ВМ1 — бескорпусные трехвыводные зарубежного производства (предположительный тип FML-34.7T-2.9B1-L). Самовосстанавливающийся предохранитель MF-R025 допустимо заменить аналогичным фирмы Raychemf/Тусо или Little Fuse.

Налаживание датчика заключается в установке подстроечным резистором R16 такого коэффициента усиления в петле положительной обратной связи, при котором наблюдается устойчивая генерация, а сигнал на выходе усилителя мощности — синусоидальный с небольшим двусторонним ограничением. Повышая температуру чувствительного элемента ВК1, фиксируют ее значение, при котором происходит скачкообразное изменение частоты колебаний. Следует убедиться, что частота возвращается к первоначальному значению при остывании чувствительного элемента. В авторском варианте датчика частота генерируемых колебаний при температуре чувствительного элемента +20 °С была равна 12,9 кГц, а при достижении температуры +40 °С скачкообразно увеличивалась до 85,3 кГц.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Виноградов Ю.** Контроль взрывоопасных газов. — Радио, 2000, № 10, с. 37.
2. Самовосстанавливающиеся предохранители MULTIFUSE фирмы Bourns. — Радио, 2000, № 11, с. 49—51.

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА

Набор деталей "USB программатор" по статье А. Рыжкова из "Радио" № 7 за 2008 г. Термостаты, частотомеры, вольтметры, амперметры, наборы чип резисторов и конденсаторов 1206, 0805, 0603. Другие радионаборы и детали. <http://chipnabor.ru/>
e-mail — nabor@inbox.ru.
Тел. +7-916-431-53-46 г. Москва.

* * *

Новый ассортимент!

Термофены серии DB — выполнены в черном корпусе с многочисленным выбором насадок.

Рабочее напряжение 230—240 В. Мощность при напряжении 230—240 В — 2000 Вт.

Температура 60—600 °С. Вес 1 кг.

Посмотреть ассортимент, наличие и цену вы можете на сайте www.mstquartz.ru в разделе "Инструмент".

Также на склад поступили новые товары:

Ручки—"клювик" — аналоги отечественным; тумблеры; решетки для вентиляторов — размеры 60 мм, 80 мм, 92 мм, 120 мм; зажимы ответвительные; пробойники и многое другое, подробнее смотрите на сайте www.mstquartz.ru

Тел./факс — (495) 665-61-40.
E-mail: info@fomel.ru

Устройства плавного пуска (далее — УПП) широко применяются в промышленности, на транспорте, в коммунальном и сельском хозяйстве. Основа трехфазных УПП — три пары включенных встречно-параллельно тринисторов, установленных в разрывы каждого из фазных проводов. Плавный пуск достигается за счет постепенного увеличения прикладываемого к обмоткам электродвигателя напряжения от некоторого начального значения до номинального. Для этого в течение некоторого времени, называемого временем пуска, постепенно увеличивается от минимального значения до максимального угол проводимости тринисторов. Обычно начальное напряжение невелико, поэтому крутящий момент на валу электродвигателя при пуске намного меньше, чем в номинальном режиме. При этом происходит плавное натяжение приводных ремней, входят в зацепление зубчатые колеса редуктора. В

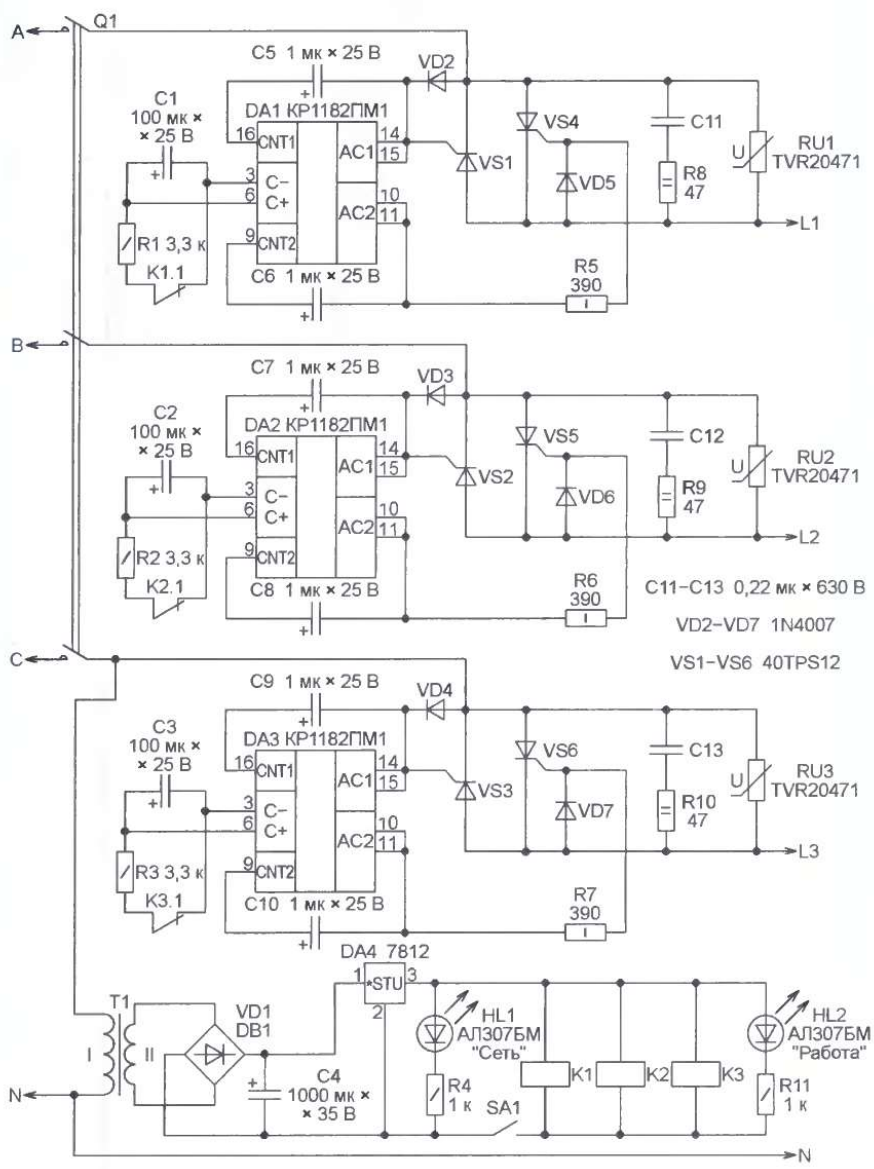


Рис. 1

цепям L1—L3. Общую точку "звезды" соединяют с нейтралью сети (N). Максимальная мощность двигателя — 4 кВт.

Триисторы VS1—VS6 — недорогие 40TPS12 в корпусе TO-247, допускающие прямой ток до 35 А. Параллельно триисторам подключены демпфирующие RC-цепи R8C11, R9C12, R10C13, предотвращающие их ложные включения, а также варисторы RU1—RU3, поглощающие коммутационные импульсы амплитудой более 500 В.

Каждой парой встречно-параллельных триисторов управляет хорошо известная радиолюбителям микросхема фазового регулятора KP1182ПМ1 (DA1—DA3). Конденсаторы C5—C10 обеспечивают формирование внутри микросхем пилообразного напряжения, синхронизированного с сетевым. Сравнивая пилообразное напряжение с действующим между выводами 3 и 6, каждая микросхема формирует сигналы включения соответствующих триисторов.

Понижающий трансформатор T1, выпрямитель на диодном мосте VD1 со сглаживающим конденсатором C4 и интегральный стабилизатор DA4 обеспечивают напряжение 12 В, необходимое для работы реле K1—K3.

После подачи силовым выключателем Q1 трехфазного напряжения при разомкнутом выключателе SA1 вал электродвигателя остается неподвижным, так как выводы 3 и 6 микросхем DA1—DA3 зашунтированы резисторами R1—R3 через нормально замкнутые контакты реле, напряжение между этими выводами мало, импульсы, открывающие триисторы, не формируются. В таком состоянии включен светодиод HL1, сигнализирующий о готовности УПП к работе.

При замыкании контактов выключателя SA1 напряжение 12 В поступает на обмотки реле, их контакты замыкают-

ся и начинается зарядка конденсаторов C1—C3 током, генерируемым внутри микросхем. Триисторы начинают открываться. По мере увеличения напряжения на конденсаторах C1—C3 угол включенного состояния триисторов постепенно растет и через некоторое время достигает максимума. По истечении этого времени разогнавшийся двигатель работает на полную мощность. О включении двигателя сигнализирует светодиод HL2.

Когда выключатель SA1 будет разомкнут, контакты реле вернутся в исходное замкнутое состояние и конденсаторы C1—C3 за несколько секунд разрядятся почти до нуля, после чего открывающие триисторы импульсы прекратятся. Двигатель плавно замедлит ход и остановится.

Поскольку во время пуска токи через обмотки двигателя несинусоидальны, полной компенсации фазных токов в нулевом проводе не происходит. В определенные моменты ток в этом проводе может оказаться значительным. А в установившемся режиме он значительно меньше, поскольку обусловлен лишь "перекосом" фаз и неидентичностью обмоток двигателя, и обычно не превышает 10 % номинального тока фазы.

Трансформатор T1 — ТПП-2 с напряжением вторичной обмотки 15 В, реле K1—K3 — TRU-12VDC-SB-CL, конденсаторы C11—C13 — пленочные K73-17. В качестве выключателя SA1 можно использовать кнопку с фиксацией в нажатом состоянии.

Чертеж двусторонней печатной платы УПП изображен на рис. 2. Ее помещают в подходящий корпус, светодиоды HL1, HL2 и выключатель SA1 устанавливают на его лицевой панели. Сечение проводов, соединяющих УПП с выключателем Q1 и с двигателем,

должно соответствовать мощности последнего. Сечение нулевого провода должно быть таким же, как и фазных.

При работе с двигателем мощностью до 1,5 кВт и частоте пусков не более 10—15 в час на триисторах VS1—VS6 рассеивается незначительная мощность, поэтому отводить тепло от них не требуется. При более частых пусках или более мощном двигателе триисторы необходимо снабдить теплоотводами из алюминиевой полосы. Если теплоотвод общий, триисторы должны быть надежно изолированы от него соответствующими прокладками. Для улучшения теплопередачи можно применить пасту КПТ-8.

Собранное устройство, прежде чем соединять его с электродвигателем, необходимо проверить, подключив к выходам три одинаковые лампы накаливания. Во время испытаний может выясниться, что лампы загораются и гаснут неодновременно. Это обусловлено разбросом характеристик микросхем DA1—DA3 и емкости конденсаторов C1—C3. Время выключения зависит и от сопротивления резисторов R1—R3. Рассогласование по времени более 30 % необходимо устранить подборкой упомянутых выше конденсаторов и резисторов.

Из-за разброса емкости конденсаторов C5—C10, входящих в цепи формирования пилообразного напряжения, возможно появление в фазных проводах постоянной составляющей тока, вызывающей нежелательное подмагничивание магнитопроводов двигателя и питающего его силового трансформатора. Практика показала, что такое влияние невелико, и мер по устранению этой составляющей принимать не требуется.

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

Двухканальный термометр-термостат

И. КОТОВ, г. Красноармейск Донецкой обл., Украина

Этот прибор, построенный на микроконтроллере ATmega8, может быть сконфигурирован как термометр или как термостат независимо для каждого из двух каналов. Имеется возможность задавать температуру выключения нагревателя в пределах от +5 до +95 °С, разность значений температуры его выключения и включения от 0 до 4 °С и компенсировать систематическую погрешность датчиков температуры от -2 до +2 °С.

Схема термометра-термостата показана на рисунке. Два датчика DS18B20 подключают к разъемам X1 и X2, причем номера гнезд соответствуют номерам их выводов. Использована трехпроводная схема подключения. Уже много раз я убеждался в том, что только так можно добиться максимальной длины соединительных проводов, и везде, где это возможно, стараюсь избегать паразитного питания датчи-

ков. При медных проводах сечением 0,5 мм² устойчивую связь удавалось обеспечить на расстоянии до 40 м.

Показания датчиков выводятся на HG1 — трехразрядный светодиодный индикатор с общими анодами светодиодов каждого разряда. Двухцветные светодиоды HL1 и HL2 отображают состояние каждого из каналов.

Сигналы управления нагревателями в режиме термостата формируются на выходах микроконтроллера PB6 (первый канал) и PB7 (второй канал). Управление двухпозиционное: нагреватель включен или выключен. Для гальванической развязки прибора от исполнительных устройств установлены оптроны U1 и U2. В моем варианте к разъемам X4 и X5 подключены цепи управления двух симисторов BT139, коммутирующих нагревательные элементы. При необходимости оптроны можно заменить транзисторами, включив в их

коллекторные цепи обмотки электромагнитных реле.

В течение 4...5 с после подачи на прибор питания происходит инициализация датчиков и начальный сбор их показаний. В это время поочередно мигают все элементы индикатора HG1. Далее устанавливается режим измерения и отображения температуры. В этом режиме нагреватели выключены.

Показания датчиков на индикаторе чередуются с периодом 5 с. Если температура измерена датчиком, подключенным к разъему X1, светится светодиод HL1, а подключенным к разъему X2 — HL2. При этом, если соответствующий канал сконфигурирован как термометр, цвет свечения желтый, если как термостат, то при поданной команде на включение нагревателя он красный, а при ее отсутствии — зеленый.

После нажатия на кнопку SB2 отображаются показания только первого датчика, а после нажатия на SB3 — только второго. Если какой-либо датчик не подключен, в его цепи произошел обрыв, замыкание или температура вышла за пределы 0,1...99,9 °С, на индикатор вместо значения температуры выводится надпись "Err", а соответствующий нагреватель выключается.