

# РЕГУЛЯТОР МОЩНОСТИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА С МАЛЫМ УРОВНЕМ ПОМЕХ

Вячеслав Чулков, г. Москва

**В отличие от традиционного тиристорного, этот регулятор мощности практически не создает помех в силовой сети. Он может использоваться для управления и электронагревателями, и асинхронными двигателями. Благодаря оригинальному схемному решению и использованию современной элементной базы, регулятор легок и компактен. Собрать его можно из наборов «Мастер Кит» NM1041 и NM1042.**

Почему появилась эта разработка?

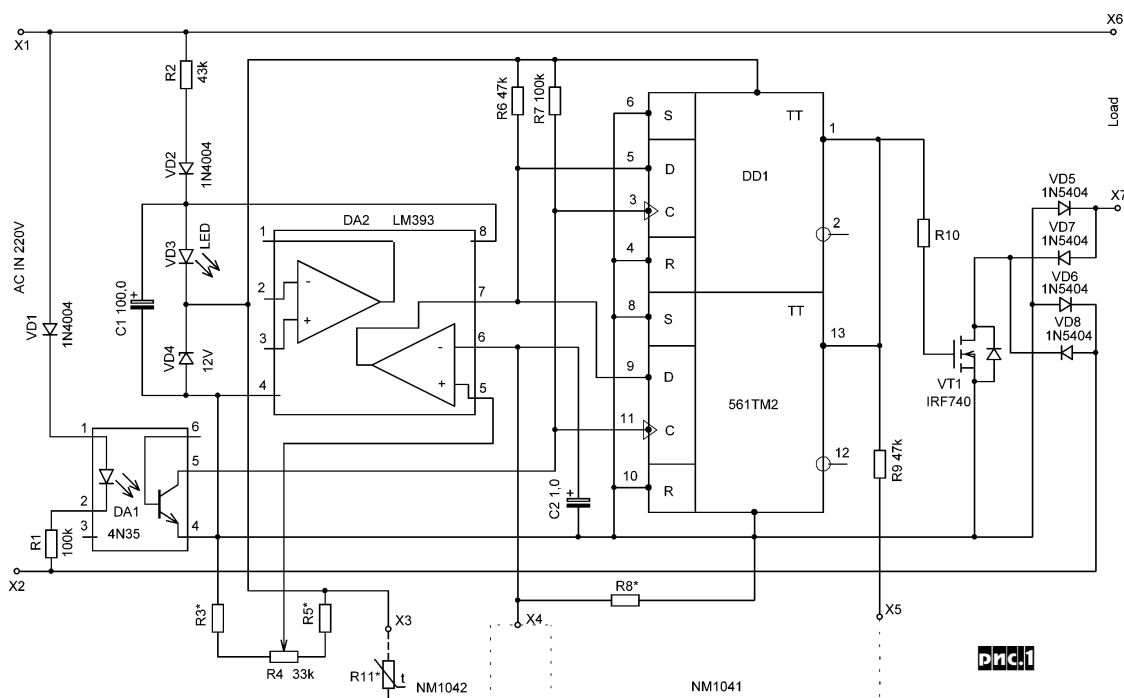
Толчком к появлению данной разработки послужила вполне конкретная задача. Для вентиляции офиса был установлен мощный вентилятор на базе асинхронного двигателя, а для управления вентиляцией потребовалось установить на электродвигатель электронный регулятор мощности. Для этих целей был опробован

КМОП-микросхемы.

Резистором R4 на неинвертирующем входе компаратора DA2 задается уровень требуемого выходного напряжения. На другой вход компаратора через интегрирующую цепь RC2 (контакты X4 и X5 замкнуты) подается управляющий сигнал с затвора полевого транзистора. Напряжение на выходе интегрирующей цепи прямо пропорционально времени открытого состояния транзистора и, следовательно, выходной мощности. Сигнал рассогласования с выхода компаратора поступает на вход полевого транзистора через триггер-защелку DD1. На счетный вход этого триггера поступает стробирующий сигнал с оптрона DA1, который обеспечивает переключение триггера и изменение управляющего напряжения на затворе полевого транзистора только в момент перехода сетевого напряжения через ноль. Перезапись состояния триггера

производится один раз за каждый полный период сетевого напряжения, что обеспечивает устранение помех при переключении и отсутствие постоянной составляющей на нагрузке. На рис. 2 показаны примерные диаграммы напряжений на нагрузке при выходной мощности 25%, 50% и 75% от максимальной.

В первоначальном варианте схемы сигнал на счетный вход триггера подавался через резисторный делитель непосредственно с провода питания. Такая



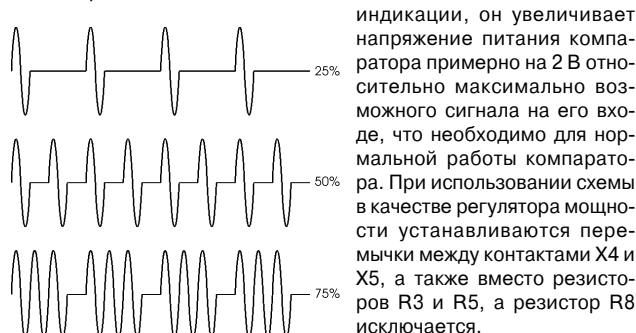
классический тиристорный регулятор мощности с фазовым управлением. Такой регулятор обеспечивал регулировку мощности, но из-за подачи на электродвигатель питающего напряжения в виде импульсов с крутыми фронтами последний создавал значительный акустический шум и грелся. Кроме того, система регулирования создавала сильные электрические помехи. Потребовалось найти другое решение.

В журналах «Радио» были найдены схемы регуляторов мощности, не создающих помех [1, 2]. В них регулировка мощности осуществлялась подачей в нагрузку целого числа периодов питающего напряжения с коммутацией в момент перехода питающего напряжения через ноль. Однако эти устройства подавали в нагрузку постоянное импульсное напряжение и, кроме того, обеспечивали только дискретное управление. Поэтому было разработано новое устройство, использующее аналогичный принцип управления и обеспечивающее плавную бесступенчатую регулировку мощности в нагрузке.

**Принципиальная схема** разработанного устройства показана на рис. 1. В качестве регулирующего элемента используется мощный полевой транзистор VT1. По сравнению с тиристорами, современные мощные полевые транзисторы имеют меньшее прямое падение напряжения и, следовательно, меньше греются. Кроме того, они требуют значительно меньшей мощности в цепи управления. Дополнительно в данной схеме за счет переключения транзистора при нулевом напряжении на стоке устранен эффект динамической входной емкости, что еще более облегчило требования к цепи управления. В результате оказалось возможным подключить затвор полевого транзистора непосредственно к выходу

какая схема хорошо работала на активную нагрузку, но при работе на реактивную нагрузку, например электродвигатель, давала сбой. По этой причине пришлось использовать оптронную развязку.

Элементы R2, VD2, VD4, C1 формируют питающее напряжение для микросхем. Светодиод VD3 является не только элементом



индикации, он увеличивает напряжение питания компаратора примерно на 2 В относительно максимально возможного сигнала на его входе, что необходимо для нормальной работы компаратора. При использовании схемы в качестве регулятора мощности устанавливаются перемычки между контактами X4 и X5, а также вместо резисторов R3 и R5, а резистор R8 исключается.

Регулятор с указанными элементами может работать с нагрузкой мощностью до 650 Вт в сети с напряжением 220 В. При использовании более мощной нагрузки нужно транзистор VT1 установить на радиатор и использовать диоды VD5...VD8 на больший допустимый ток.

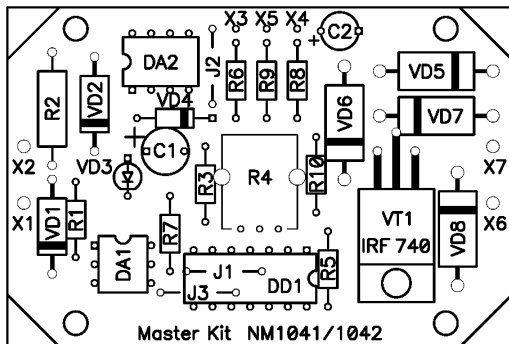
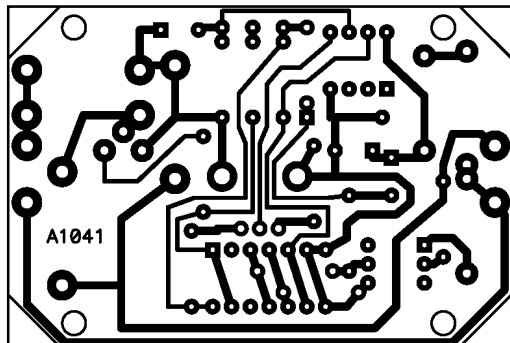
Схему удобно использовать в качестве беспомехового терморегулятора. В этом случае перемычка между контактами X4 и X5 не устанавливается. Между контактами X3 и X4 подключается тер-



резистор R11 с номинальным сопротивлением на рабочей температуре 10...100 кОм (например ММТ-1 или ММТ-4), резистор R8 устанавливается с номиналом, равным номиналу терморезистора, а резисторы R3 и R5 подбираются экспериментально так, чтобы обеспечить необходимые границы регулировки температуры. Например, при номиналах R11 = R8 = 22 кОм и R3 = R5 = 15 кОм обеспечивается регулировка температуры в пределах 5...35°C.

#### Конструкция

Регулятор собран на печатной плате размером 45 ( 67 мм и помещен в стандартный пластмассовый корпус типа G025 с размерами 72 ( 50 ( 21 мм. Благодаря малому размеру и весу регулятора, он может устанавливаться в разрыв сетевого шнура без дополнительного крепления. Фотография собранного устройства показана на **рис. 3**, а печатная плата и расположение элементов - на **рис. 4 и 5**.



Правильно собранный из исправных деталей регулятор мощности настройки не требует. В терморегуляторе может потребоваться подбор резисторов R3 и R5. От этих резисторов зависит верхняя (R5) и нижняя (R3) границы регулировки температуры. Так как эти значения взаимозависимы, то процедуру подбора нужно повторить несколько раз.

Два набора «Мастер Кит», которые включают в себя печатные платы и все необходимые детали, получили следующие номера: «Регулятор мощности с малым уровнем помех» - NM1041 и «Терморегулятор с малым уровнем помех» - NM1042.

**Внимание!** При проверке и настройке регулятора *строго соблюдайте правила техники безопасности*: в устройствах присутствуют высокие напряжения, опасные для жизни. Во время проведения этих операций рекомендуется воспользоваться трансформатором, обеспечивающим гальваническую развязку регулятора от силовой сети. Выносной терморезистор терморегулятора не имеет гальванической развязки от сети, поэтому во избежание поражения электрическим током необходимо обеспечить его надежную изоляцию.

#### Литература

- Евсеев А. Регулятор мощности с малым уровнем помех, Радио №4, 1986, с. 46, 47
- Лукашенко С. Регулятор мощности, не создающий помех, Радио №12, 1987, с. 22, 23

**Наборы МАСТЕР КИТ** (сегодня ассортимент включает почти 400 наименований. Их краткая характеристика имеется в поддиректории MASTERKIT CD «Радиолюбитель-2001») **для самостоятельной сборки можно приобрести в магазинах радиодеталей в вашем городе.** Адреса магазинов, специализирующихся на продукции МАСТЕР КИТ:

#### УКРАИНА

"НикС", e-mail: chip@nics.kiev.ua

1. Киев, ул. Январского восстания, 24. Тел: (044) 290-46-51
2. рынок "Радиолюбитель", торговое место №100

"Имрад", e-mail: masterkit@tex.kiev.ua

1. Киев, ул. Дегтяревская, 62, 5-й этаж. Тел/факс: (044) 441-67-36
2. рынок "Радиолюбитель" (ул.Ушинского, 4) торговые места №22, 43. Тел: (044) 446-82-47

"Инициатива" e-mail: mgkic@gu.kiev.ua

1. Киев, ул.Ярославов Вал 28, помещение сер. центра "SAMSUNG". Тел: (044) 224-02-50, 235-21-58, факс: (044) 235-04-91
2. рынок "Радиолюбитель", торговое место №35, 36.

#### РОССИЯ

"МиТраКон", e-mail: mtk@mitracon.ru

- Москва**, Украинский бульвар, д.15. Тел: (095) 937-41-03, тел/факс: (095) 243-55-46

"Чип и Дип", e-mail: sales@chip-dip.ru, www.chip-dip.ru

- Москва**, ул. Беговая, д.2. Тел. (095) 284-56-78, 284-36-69

"КиМ", e-mail: kimkit@mail.ru

- Москва**, ул. Хромова, д.7/1. Тел: (095) 168-70-83

"Мега-Электроника", e-mail: info@megachip.ru,

www.icshop.ru - магазин электронных компонентов on-line

**Санкт-Петербург**, ул. Большая Пушкарская, д.41.

Тел: (812) 327-32-71, факс: (812) 325-44-09

"ЭЛЕКТРОМАРКЕТ", e-mail : elektro@eastnet.febras.ru,

www.elektro.febras.ru

**Владивосток**, Партизанский проспект 20, к. 314.

Тел: (8152) 40-69-03, факс: 26-17-27

"Радиомаркет", e-mail radiom@tula.net

**Тула**, Красноармейский проспект 7 оф. 1.12

тел. (0872) 20-01-93

"Радиотовары", e-mail: chaterina@pisem.net

**Усурийск**, ул. Некрасова, д.1 магазин т/ф (42341) 2-00-56

"Саша", e-mail: sasha@sibtel.ru

**Тюмень**, ул.Тульская, 11. Тел/факс: (3452) 31-10-52, 32-20-04

"Радиотехника", e-mail: wolna@online.sinor.ru

**Новосибирск**, ул.Ленина, д. 48.

Справ. Тел/факс: (3832) 54-10-23

"Радиодетали", e-mail: wolna@online.sinor.ru

**Новосибирск**, ул. Геодезическая, д. 17.

Справ. тел/факс: (3832) 54-10-23

"Радиомагазин", e-mail: alex.minus@norcom.ru

**Норильск**, ул. Мира,1. Тел/факс: 48-12-04

"Дельта", e-mail: vic@nvkz.kuzbass.net, http://delta-v.chat.ru/

**Новокузнецк**, ул. Покрышкина, 16. Тел: (3843) 46-88-53

получить **наборы почтой** можно, заказав их по адресу:

111401, г.Москва, а/я 1 "Посылторг"

e-mail post@solon.ru