



## МИКРОСХЕМЫ

# ДЛЯ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ ПО ТЕХНОЛОГИИ GreenChip

А.Коннов

Разработанная фирмой Philips Semiconductors технология позволяет создать новый ряд интегральных микросхем для источников питания семейства GreenChip (устройства энергосбережения). Устройства этого типа ориентированы на уменьшение потребляемой мощности (до 90%) в дежурном режиме телевизорами, видеомагнитофонами и другими приборами. Анализ эффективности потребления электроэнергии бытовыми приборами показывает, что дежурный режим устройств является самым неэкономичным. К тому же приборы находятся в этом режиме длительное время, гораздо большее, чем в рабочем режиме, а количество устройств с дежурным режимом постоянно возрастает. Эта проблема подтолкнула фирму Philips к разработке и производству нового ряда интегральных микросхем для источников питания. Устройства на основе этих микросхем позволяют снизить потребляемую аппаратурой мощность в дежурном режиме с 5...10 до 1...2 Вт и при этом обеспечивают перевод аппарата в рабочий режим за время менее одной секунды.

Новая технология BCD PowerLogic (Bipolar, CMOS и DMOS) фирмы Philips Semiconductors обеспечивает более эффективное управление мощностью электрической сети. Она поз-

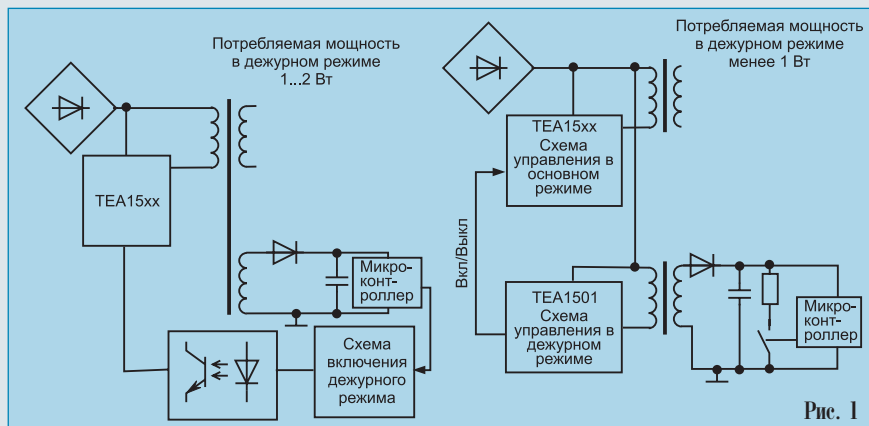


Рис. 1

воляет создавать для источников питания электронной аппаратуры интегральные микросхемы с малыми токами потребления и при этом выдерживающие высокие напряжения (до 600 В).

Технические характеристики и типы разрабатываемых и уже разработанных микросхем приведены в таблице. Возможные схемные варианты источников питания с использованием микросхем этого ряда показаны на рис. 1.

Первой из этого ряда была разработана и сегодня производится интегральная микросхема ШИМ модулятора источника питания TEA1504. Ее отличает высокий уровень интеграции, что уменьшает общее количество элементов в схеме источника питания (ориентировочно на 20...50) в срав-

нении с источником питания на дискретных элементах. Для запуска интегральной схемы используется внутренний источник тока запуска, который подключается непосредственно к выпрямленному сетевому напряжению без внешнего токоограничивающего резистора. Микросхема имеет функцию включения и отключения источника питания, что позволяет обойтись без традиционного сетевого выключателя. Диапазон рабочих напряжений источника питания, реализованного на этой микросхеме, составляет 90...276 В.

В качестве опорного генератора используется внутренний генератор, поддерживающий точность установленной частоты не хуже 5%.

К функциям, отвечающим требованиям энергосбережения, можно отнести низкую потребляемую мощность в отключенном состоянии (менее 100 мВт) и дежурном режиме (менее 2 Вт). Кроме этого в микросхеме расширен ряд защитных функций. Прежде всего это контроль за намагничиванием сердечника трансформатора, ограничение тока мощного ключевого МОП транзистора в каждом цикле с устанавливаемым уровнем отключения и защита от превышения напряжения питания. В микросхему также включены функции тепловой защиты, мягкого стар-

Микросхема	Выходной каскад, В/Ом	Мощность, Вт	Применение	Тип корпуса
TEA1501	650/40	0,1...3	Питание схемы дежурного режима	DIP8
TEA1504	600/6	1...200	Основной источник питания	DIP14
TEA1562	600/6	1...12		DIP16
TEA1563	600/4,4	1...24	Источник питания видеомагнитофонов	SIL9P
TEA1564	600/2,5	1...60	Источник питания видеомагнитофонов и мониторов 14"	SIL9P
TEA1565	600/1,8	1...80	Источник питания телевизоров и мониторов 14", 15"	SIL9P
TEA1566	600/1,2	1...100	Источник питания телевизоров и мониторов 14"-17"	SIL9P
TEA1569	600/0,85	1...125	Источник питания телевизоров и мониторов 15"-19"	SIL9P



та и безопасного повторного старта с уменьшенной мощностью при неисправностях в системе питания.

Микросхема TEA1504 серии GreenChip предназначена для использования в источниках питания с сетевым напряжением 90...276 В. В микросхеме интегрированы аналоговые и цифровые узлы для выполнения полного комплекса задач управления источником питания. Микросхема используется для регулирования как по сигналу обратной связи первичной цепи, так и по сигналу обратной связи вторичной цепи.

Микросхема относится к семейству схем высокой степени интеграции. Ее функциональное назначение — это ШИМ модулятор, управляемый

сигналом усилителя ошибки. Совместная технология BCDMOS позволила совместить на одном кристалле устройства низковольтные и высоковольтные (до 650 В). В микросхеме интегрированы опорный генератор и схемы опорного напряжения.

Структурная схема микросхемы и типовая схема ее включения приведены соответственно на рис. 2 и 3.

Внутренний источник тока запуска микросхемы обеспечивает старт без внешней цепи запуска. Источник тока подключается непосредственно к выпрямленному сетевому напряжению  $U_{in}$  (выв. 1 микросхемы). Источник тока (см. рис. 2 и 3) обеспечивает начальный заряд конденсатора цепи питания, подключенного к

выв. 6 микросхемы напряжением  $U_{aux}$  и питание схемы управления (схемы контроля напряжения питания) микросхемы. В момент включения (при подаче напряжения питания) напряжение заряда на конденсаторе начинает линейно возрастать. Как только оно достигнет значения 11 В, запускается внутренний генератор и микросхема стартует.

Режим старта поясняют диаграммы на рис. 4. После старта микросхемы ее питание осуществляется от дополнительной обмотки импульсного трансформатора за счет выпрямления напряжения, наводимого в этой обмотке выпрямителем на диоде. Схема контроля напряжения питания отслеживает в процессе работы уровень напряжения на конденсаторе, подключенном к выв. 6. При понижении уровня напряжения ниже 8,15 В выходное управляющее напряжение микросхемы (выв. 4 Driver) блокируется и внешний МОП транзистор закрывается.

Источник тока запуска микросхемы осуществляет ряд защитных функций. С его помощью производится безопасный повторный старт или старты в процессе перегрузки (замыкание в нагрузке или отсутствие нагрузки) или неисправности цепей питания микросхемы (превышение уровня питающего напряжения). В случае замыкания в нагрузке на-

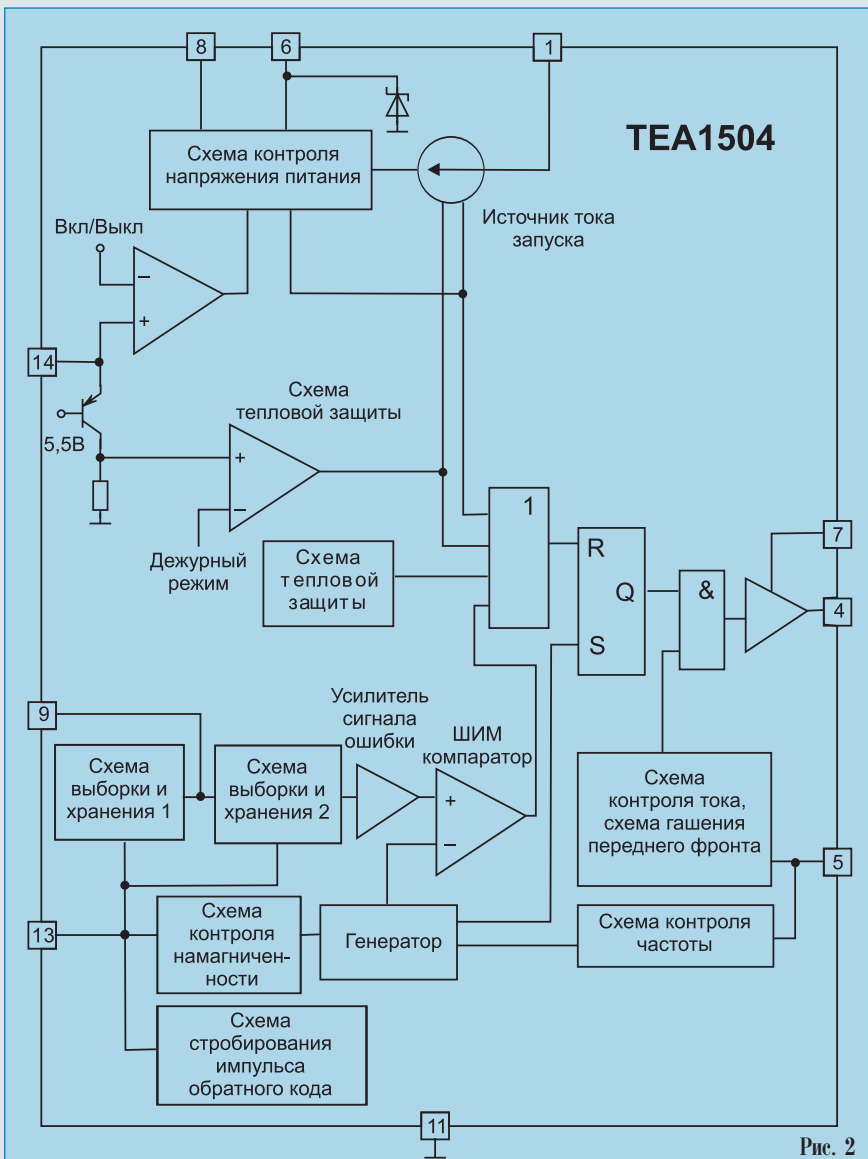


Рис. 2

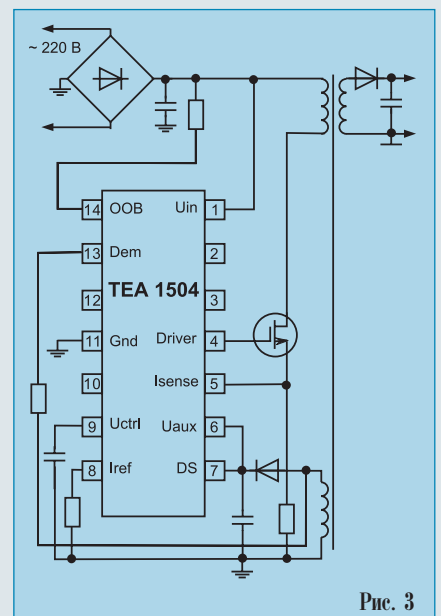
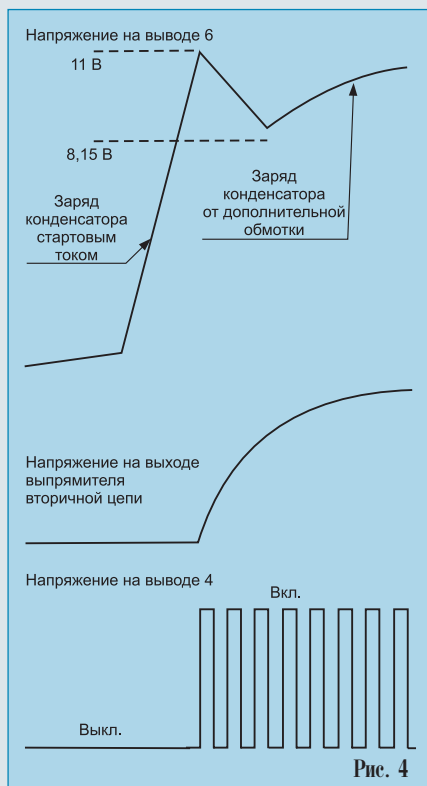
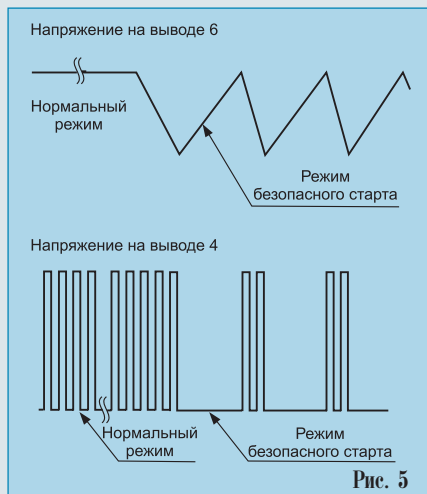


Рис. 3



пряжение в дополнительной обмотке уменьшается и, следовательно, напряжение на выв. 6 понижается. По достижению его уровня 8,15 В выход микросхемы блокируется. Диаграммы, поясняющие процесс безопасного повторного старта, приведены на рис. 5.

Если нагрузка во вторичной цепи отсутствует (холостой ход), напряжение на выв. 6 возрастает до уровня 14 В (пороговый уровень напряжения питания), после чего выходное напряжение микросхемы блокируется. Повторный старт микросхемы



возможен после понижения уровня напряжения на выв. 6 ниже 8,15 В. После старта напряжение на этом выводе возрастает и цикл запуска повторяется. В таком режиме микросхема будет работать в отсутствие нагрузки. Значение тока запуска в режиме безопасного повторного старта ниже, чем в режиме нормального старта: это обеспечивает условия безопасности в случае короткого замыкания в нагрузке. С помощью источника тока запуска в дежурном режиме реализуется режим выдачи периодических пачек импульсов.

Все опорные напряжения, вырабатываемые в микросхеме, формируются источниками с температурной компенсацией. Для формирования опорного напряжения, независимого от температуры микросхемы, используется внешний токозадающий резистор, подключенный к выв. 8 микросхемы ( $I_{ref}$ ).

Для стабилизации уровня выходного напряжения микросхема использует обратную связь по напряжению в первичной цепи источника питания. Напряжение обратной связи поступает от дополнительной обмотки в момент формирования импульса обратного хода (мощный ключевой транзистор закрыт) через резистор на выв. 13 микросхемы ( $Dem$ ). Выходное напряжение микросхемы определяется формулой:

$$U_{out} = I_{ref} \cdot R_{dem} + U_{dem}$$

Напряжение, пропорциональное току обратной связи, запоминается на внешнем конденсаторе, подключенном к выв. 9 микросхемы ( $U_{ctrl}$ ). Это напряжение используется для формирования определенной ширины импульса запуска мощного транзистора. Для стабилизации уровня напряжения вторичной цепи используется цепь обратной связи с оптоном.

Время открывания транзистора определяется длительностью импульсов ШИМ модулятора. ШИМ модулятор состоит из инвертирующего усилителя сигнала ошибки и компаратора (см. рис. 2). Сигнал с выхода ШИМ модулятора поступает на схему управления мощным ключевым

МОП транзистором, рабочий цикл которого обратно пропорционален напряжению на выв. 9 микросхемы. Фронт сигнала опорного генератора устанавливает триггер в такое состояние, при котором внешний МОП транзистор открывается. Сбрасывается триггер сигналом от ШИМ модулятора, в результате чего МОП транзистор закрывается. Максимальная скважность импульсов может составлять 80%.

Частота опорного генератора определяет рабочий цикл переключения ключевого мощного МОП транзистора. Для этого сигнал генератора пилообразной формы поступает на один из входов усилителя сигнала ошибки схемы ШИМ модулятора. Генератор полностью интегрирован в кристалле микросхемы и не имеет внешних частотоподающих элементов. Сигнал генератора пилообразной формы формируется за счет заряда и разряда внутреннего конденсатора. При этом фронт пилообразного сигнала соответствует по длительности 80% цикла генератора. Это значение используется для того, чтобы установить максимальную длительность импульса рабочего цикла. Частота генератора в процессе работы отклоняется от номинала менее чем на 5%. Опорная частота генератора может устанавливаться в диапазоне от 49 до 91 кГц с помощью внешнего токозадающего резистора, подключенного к выв. 8 микросхемы.

Частота генератора зависит от номинала  $R_{ref}$  резистора и составляет:  $f_{osc} = f_{osc-typical} \cdot 24.900/R_{ref}$  (Гц), где  $f_{osc-typical}$  соответствует частотам  $f_{osc-l}$  (29 кГц) для режима малого потребления, и  $f_{osc-h}$  (70 кГц) для рабочего режима, а  $R_{ref}$  может находиться в диапазоне 16,9...33,2 кОм.

Генератор также приспособлен к работе на более низкой частоте. Между высокой и низкой частотами генератора поддерживается соотношение 2,5:1. Режим генерации низкой частоты включается, если потребляемая мощность ниже одной девятой части пиковой мощности. В этом режиме потери при коммутации первичной обмотки трансформатора минимальны. Схема генератора функционирует



таким образом, чтобы гарантировать стабилизацию выходного напряжения при работе как на высокой, так и на низкой частоте.

Выходной каскад устройства управления МОП транзистором имеет каскады, формирующие выходной ток (для открывания транзистора) до 120 мА и входной ток (закрывающий транзистор) до 500 мА. Благодаря этому внешний силовой транзистор быстрее открывается и закрывается. У микросхемы, выполненной в корпусе DIP14, выходной каскад имеет один вход/выход (выв. 4). Если микросхема имеет корпус DIL14, выходной каскад подключен к отдельным выводам для формирования соответственно отдельного и выходного токов. В этом случае управляющий ток мощного транзистора формируется с помощью небольшой внешней схемы. Питание выходного каскада микросхемы осуществляется через выв. 7 (DS).

Микросхема включает в себя несколько схем контроля, определяющих режим ее работы. Схема контроля намагниченности гарантирует включение мощного транзистора только после полного размагничивания обмотки импульсного трансформатора. Это улучшает переходные характеристики импульсов и разгружает от перенапряжения компоненты схемы в момент старта схемы или короткого замыкания во вторичных цепях источника питания. В качестве сигнала контроля используется напряжение, поступающее на выв. 13 микросхемы. Схема контроля амплитуды напряжения обратного хода контролирует напряжение на дополнительной обмотке также через выв. 13 микросхемы, при этом напряжение ниже  $-0,4$  В соответствует импульсу обратного хода. Этот контроль осуществляется для синхронизации работы схемы управления выходным каскадом.

Для защиты от повышения напряжения питания микросхема контролирует напряжение на выв. 6. Если это напряжение превышает пороговый уровень 14 В, выходной каскад микросхемы закрывает мощный

транзистор. После этого в отсутствие импульсного напряжения в дополнительной обмотке конденсатор, подключенный к выв. 6, разряжается. Как только напряжение на конденсаторе понизится до значения 8,15 В, микросхема перейдет в режим безопасного старта.

В каждом цикле работы ключевого транзистора контролируется значение тока, протекающего через него. Для этого последовательно в цепь истока МОП транзистора включен резистор, падение напряжения на котором пропорционально протекающему через транзистор току. Это напряжение снимается с резистора и поступает на выв. 5 микросхемы ( $I_{sense}$ ) и далее в схему контроля тока, где с помощью высокоскоростного компаратора сравнивается с внутренним опорным напряжением. При превышении порогового значения (возрастание тока) компаратор блокирует выходной каскад, переводя мощный транзистор в закрытое состояние. Этот процесс занимает не более 210 нс. Выбор максимального значения тока через транзистор осуществляется подбором номинала внешнего резистора в цепи истока. Для правильного определения превышения током порогового уровня совместно со схемой токовой защиты используется схема гашения переднего фронта импульса. Поскольку именно передний фронт импульсов содержит выбро-

сы, вызванные паразитными емкостями в обмотках трансформатора, которые могут быть неправильно детектированы схемой защиты. Время гашения переднего фронта не фиксируется и определяется частотой опорного генератора.

Микросхема также контролирует свою внутреннюю температуру, при повышении которой до значения  $130^{\circ}\text{C}$  блокируется выходной каскад и мощный транзистор закрывается.

Для организации режима включения/выключения источника питания используется специальный режим микросхемы. Включение и отключение источника питания можно производить без традиционного сетевого выключателя. Чтобы организовать такой режим, к выв. 14 микросхемы (ООВ) подключается слаботочный переключатель S1 (рис. 6). В зависимости от положения переключателя S1 напряжение на выв. 14 или равно нулю или превышает типовой уровень 2,5 В. Микросхема контролирует это напряжение: если оно низкое (режим отключения), микросхема отключается и потребление тока не превышает 400 мкА. Если напряжение превышает 2,5 В, микросхема запускается и начинает нормальную работу. На рис. 7 показан еще один вариант схемы включения. Эта схема ограничивает порог сетевого напряжения, при котором микросхема может стартовать (например, только выше 80 В). В схеме используются

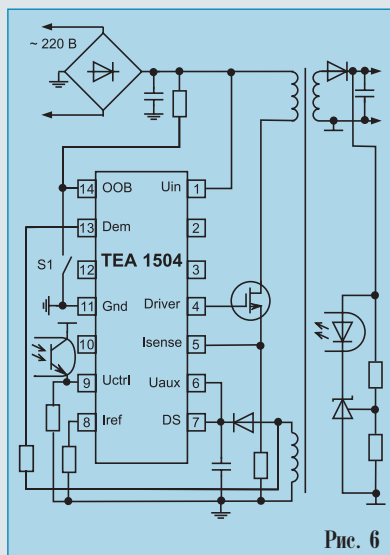


Рис. 6

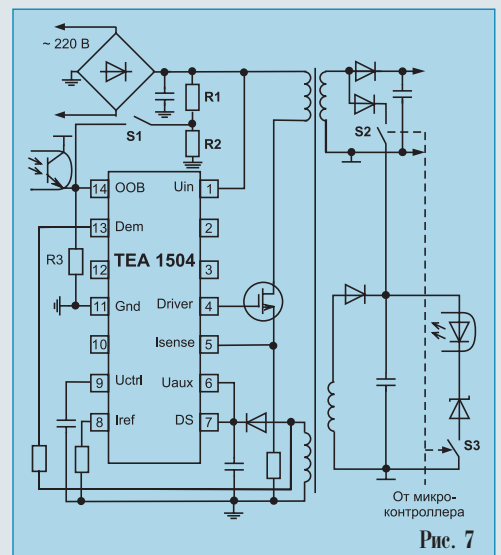


Рис. 7



три резистора (R1-R3). Резистор R3 — высокоомный, а ток покоя через резистор R1 очень мал (например, 30 мкА при выпрямленном напряжении 300 В).

Выв. 14 используется также для перевода источника питания из рабочего режима в дежурный и обратно. В дежурном режиме микросхема переходит в режим формирования пачек импульсов, потребляемая мощность при этом снижается и не превышает 2 Вт. На рис. 6 представлен один из вариантов включения микросхемы для реализации дежурного режима с помощью оптрона. Источник

питания переводится в дежурный режим с помощью команды, выдаваемой микроконтроллером устройства. По команде от микроконтроллера замыкаются переключатели S2 и S3. Замыкание переключателя S2 приводит к подключению высокого напряжения к цепи питания микроконтроллера, а замыкание переключателя S3 — к цепи оптрона. Как только напряжение питания превысит уровень, определяемый стабилитроном, светодиод оптрона включается и транзистор оптрона открывается. Понижение потенциала на выв. 14 приводит к блокировке выходного

каскада микросхемы и, как следствие, закрыванию мощного МОП транзистора. После понижения напряжения во вторичной обмотке светодиод гаснет и микросхема стартует. Как только напряжение возрастет до уровня срабатывания светодиода, микросхема снова блокируется и цикл повторяется. Такой режим работы микросхемы формируется в дежурном режиме. Перевод источника питания в рабочий режим производится размыканием переключателей S2 и S3. Диаграммы работы микросхемы в различных режимах показаны на рис. 8.

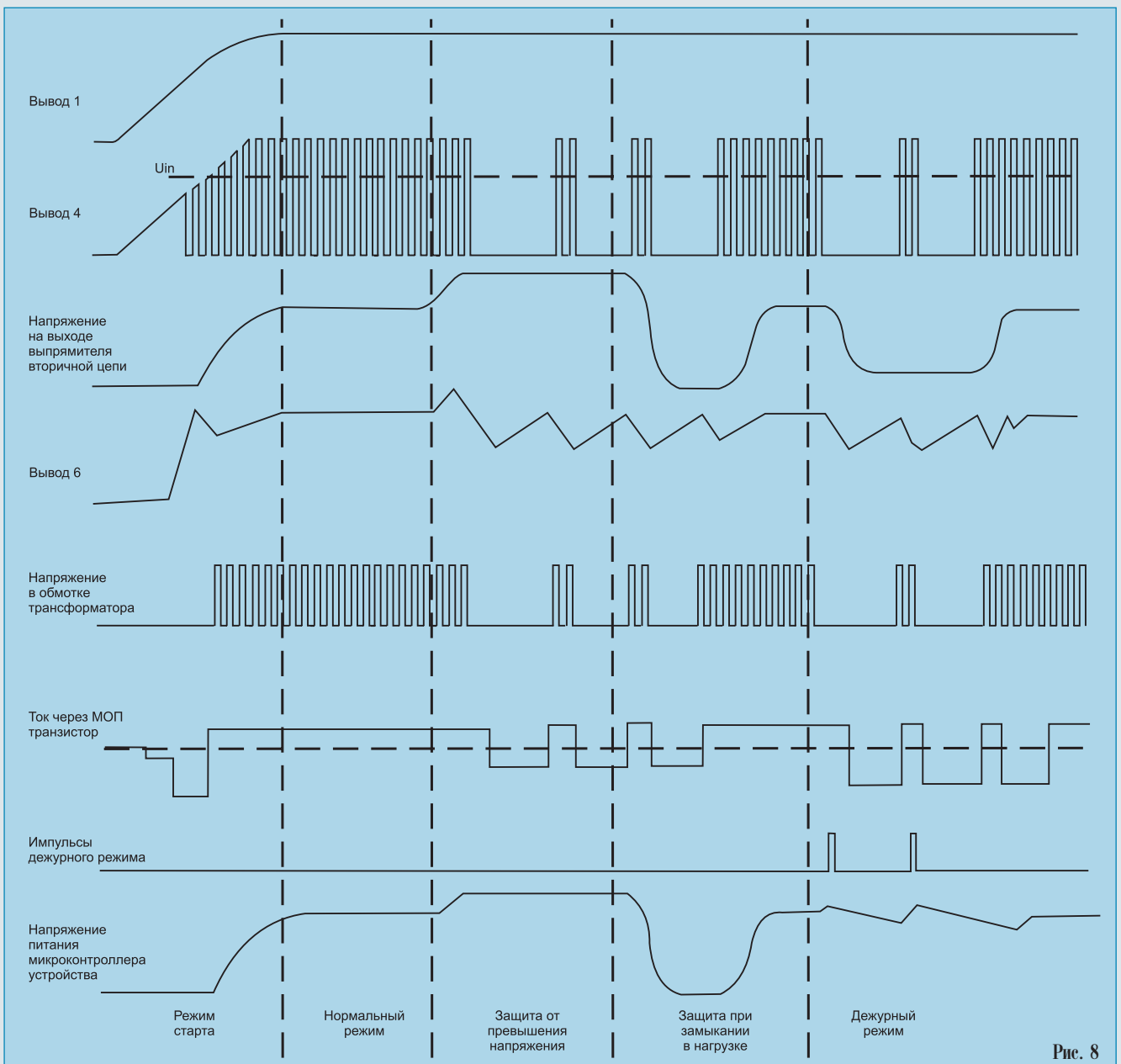


Рис. 8



В целях дальнейшего повышения степени интеграции микросхем для источников питания и упрощения схемотехнических решений источников питания при их разработке Philips Semiconductors выпускает ряд интегральных микросхем, совмещающих в себе цифро-аналоговый узел, реализующий алгоритм управления, и выходной высоковольтный каскад, коммутирующий высокое напряжение. Это достигается применением совмещенной технологии BCD PowerLogic (Bipolar, CMOS и DMOS), позволяющей объединить в одной интегральной микросхеме низковольтный узел управления и мощный высоковольтный ключевой каскад (напряжение до 750 В). Размещение узлов на кристалле такой микросхемы показано на рис. 9. В качестве узла управле-

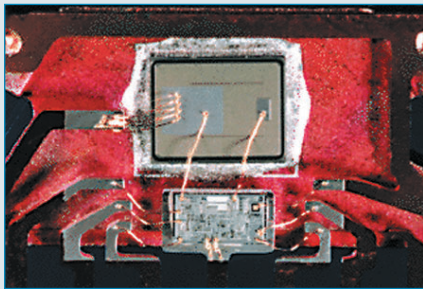


Рис. 9

ния может использоваться кристалл микросхемы TEA1504. Такой микросхемой, выполненной по совмещенной технологии BCD PowerLogic, является TEA1566. Это 100-ваттный двухкристалльный модуль, размещенный в экономичном пластмассовом корпусе типа SIL-9, в котором размещены узел управления на базе микросхемы TEA1504 и мощный МОП транзистор. Микросхема обладает теми же свойствами и характеристиками, что и выше приведенная TEA1504. Структурная схема микросхемы показана на рис. 10. На рис. 11 приведены схемы возможного включения микросхемы TEA1566 в источниках питания с регулировкой по сигналу обратной связи первичной и вторичной цепи соответственно.

Окончание следует

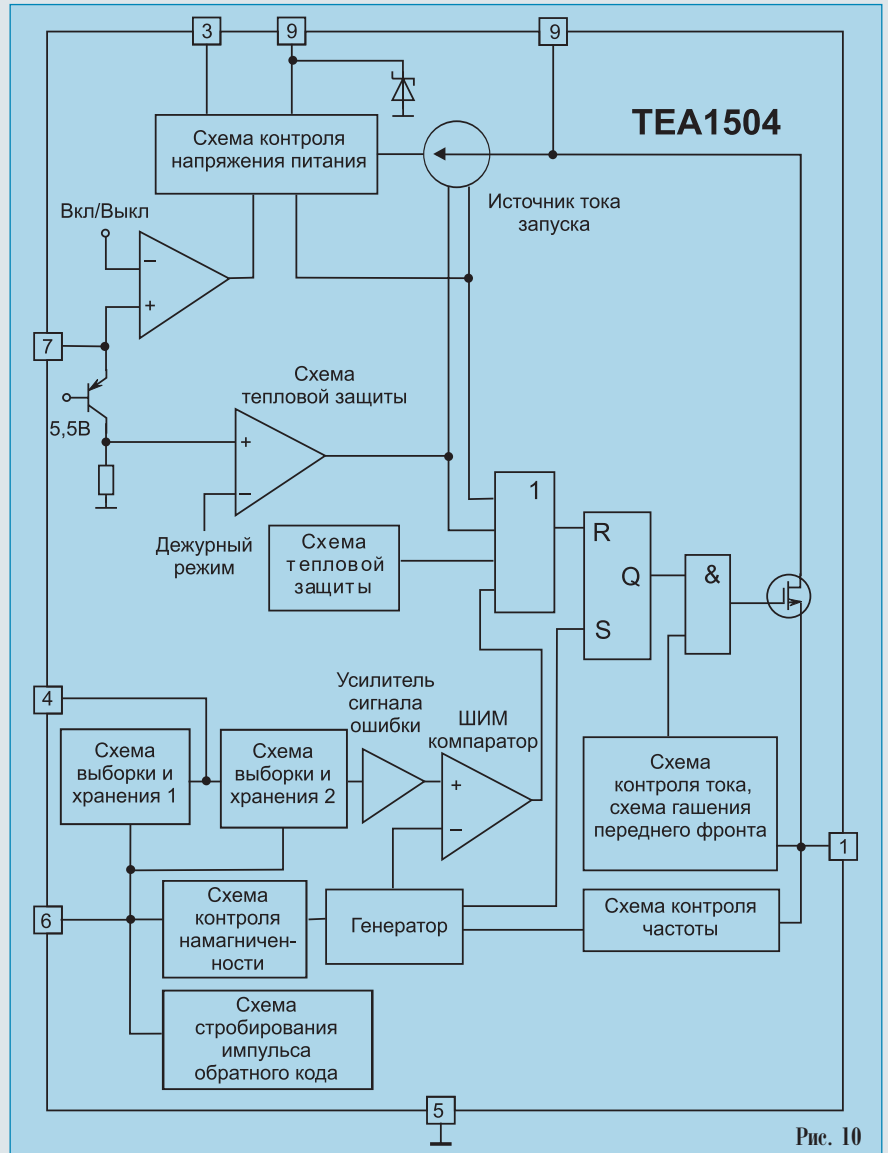


Рис. 10

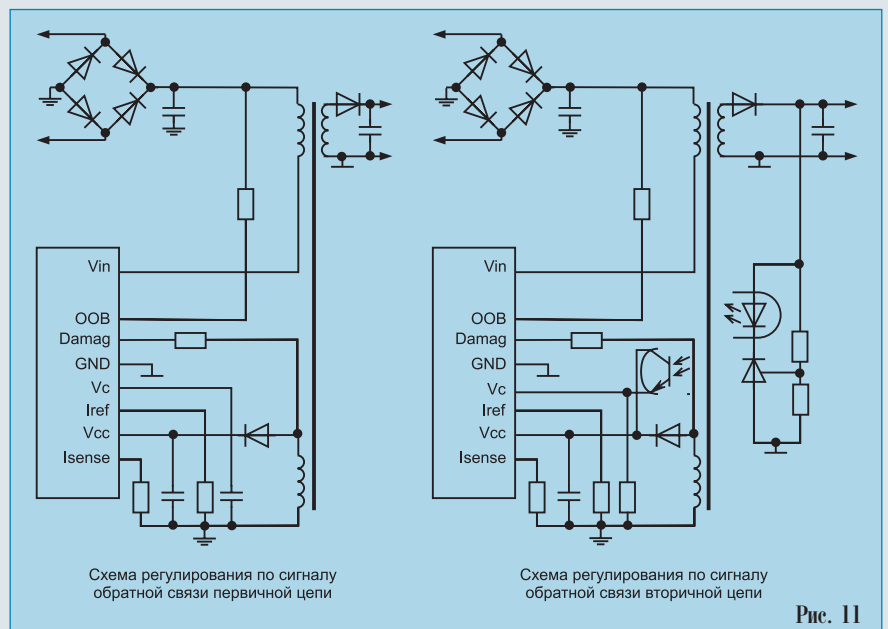


Рис. 11