

Акустическое реле

Стремительное повышение цен на электроэнергию побуждает применять различные способы энергосбережения. Благодаря повсеместному применению в различной радиоаппаратуре современной электронной базы и экономичных блоков питания, эргономические показатели бытовой техники в последние годы резко улучшились. И все же, несмотря на всеобщий прогресс, заката архаичных, но дешевых ламп накаливания в обозримом будущем не предвидится.

Из-за низкого КПД таких ламп затраты на освещение зачастую превышают стоимость потребленной электроэнергии всеми другими электроприборами, находящимися в постоянной эксплуатации в этом же помещении. Снизить затраты на освещение можно с помощью различных устройств автоматики. Принципиальную схему одного из возможных вариантов такого устройства вы видите на рис. 1.

Устройство представляет собой акустическое реле с плавным включением и отключением ламп накаливания. Применение современной электронной базы позволило создать надежную, устойчиво работающую малогабаритную конструкцию. Основу предлагаемого реле составляют две микросхемы. Первая, DA1, представляет собой микро-мощный программируемый маломощный усилитель в корпусе DIP8. Вторая, DA2 — фазовый регулятор мощности в корпусе Power DIP12+4.

Сразу же после подачи напряжения питания замыканием выключателя SA1, лампа накаливания EL1 находится в выключенном состоянии. От внутреннего источника стабильного тока микросхемы DA2 начинает заряжаться конденсатор C9. Процесс его зарядки до напряжения 1,5 В длится около 2 с, за это время лампа плавно зажигается, после чего продолжает светить с максимальной мощностью. Конденсаторы C11, C12 предназначены для задержки включения транзисторных аналогов триггисторов на каждой полуволне сетевого напряжения. Резистор R13 нужен для разрядки конденсатора C9 после отключения питания, что при последующем включении (спустя не менее чем 15 с) снова обеспечит плавное зажигание лампы накаливания.

Узел управления микросхемой DA2 получает питание от простейшего параметрического стабилизатора напряжения, построенного на стабилитроне

VD5 и элементах C10, VD34, R14. Цепь из элементов VD4, R15 компенсирует влияние цепи VD34, R14 на узлы микросхемы DA2. Процесс зарядки конденсаторов C2, C3, C10 после подачи напряжения питания длится около 10 с, после чего акустическое реле полностью готово к нормальному функционированию.

При включении лампы выключателем SA1 через резистор R10 начинает заряжаться конденсатор C7. При указанных на схеме номиналах R10 и C7 зарядка этого конденсатора до напряжения 4...5 В длится около 90 с при условии, что на микрофон не оказывается существенного акустического воздействия. Как только напряжение на этом конденсаторе превысит суммарное пороговое напряжение затвор-исток полевых транзисторов VT2 и VT3, эти транзисторы откроются, конденсатор C9 начнет разряжаться через резистор R12 и открытый канал транзистора VT3, следовательно, лампа плавно погаснет в течение 3...4 с.

Если звуковое давление на мембрану микрофона превысит некоторое значение, то переменное напряжение звуковой частоты, усиленное ОУ DA1, поступит на детектор, построенный на диодах VD1 и VD2. Как только напряжение на конденсаторе C8 превысит 1,6...2,5 В, транзистор VT1 откроется и разрядит конденсатор C7. Следовательно, транзисторы VT2 и VT3 закроются, конденсатор C9

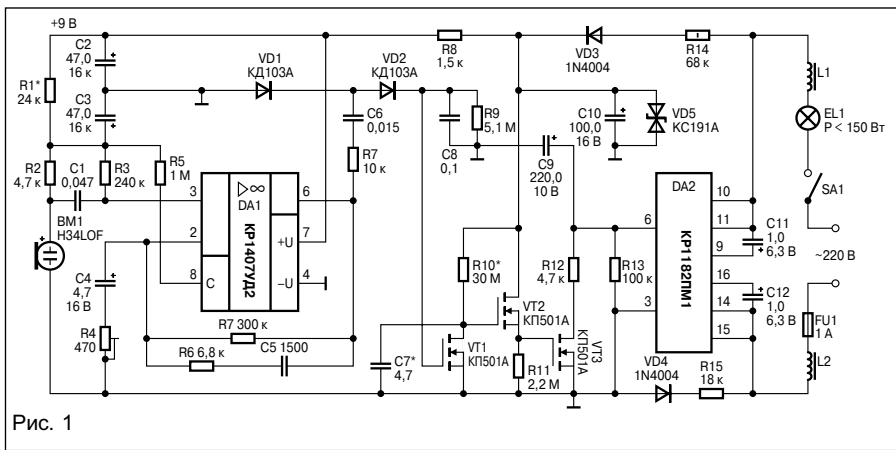


Рис. 1

снова начнет заряжаться, и лампа плавно включится. Использование в качестве ключей полевых n-канальных транзисторов обогащенного типа позволяет значительно упростить схему устройства без ущерба для эксплуатационных характеристик акустического реле.

Ток, потребляемый микросхемой DA1, программируется резистором R5. В данном случае его значение находится в интервале 100...150 мкА. Цепь из резистора R6 и конденсатора C5 снижает усиление и шумы ОУ на высоких звуковых частотах. В некоторых случаях может оказаться полезным шунтирование микрофона конденсатором емкостью 0,01 мкФ. Резистор R7 уменьшает чувствительность реле к случайным коротким звукам.

В конструкции могут быть применены постоянные резисторы МЛТ С2-23, С2-33. Подстроечный резистор R4 — типа СП3-386, РП1-63м. Оксидные конденсаторы — малогабаритные импортные аналоги К50-35 известных зарубежных производителей, керамические — КМ-5, КМ-6, К10-1. Если вы ограничены габаритами корпуса, то можно попробовать оксидно-полупроводниковые конденсаторы, например, ниобиевый К53-4. Нужно подобрать экзemplя с током утечки не более 50 нА при напряжении 15 В и температуре корпуса конденсатора 25°C.

Диоды VD1, VD2 — любые маломощные кремниевые, например, серий КД510, КД521, КД522. Диоды VD3, VD4 можно заменить на RL104...RL107, IN5395, КД102Б, серий КД209, КД528 (Б-Д). Стабилитрон VD5 — любой маломощный на 8...10 В, например КС182А, КС126М, КС191Ж, Д814Б. Токковые ключи на полевых транзисторах можно заменить на КП501Б, КП501В или ZVN2120. При этом VT2 и VT3 желательно подобрать с возможно большим пороговым напряжением затвор-исток, иначе для получения длительной выдержки потребуется увеличение емкости конденсатора C7 или сопротивления резистора R10.

Операционный усилитель KP1407UD2 в данной схеме можно заменить импортным аналогом LM4250. Можно использовать и KP140UD12, если верхний по

схеме вывод резистора R5 соединить с общим проводом и подобрать его сопротивление. Микрофон можно применить любой электретный с током потребления не более 500 мкА при питающем напряжении 4,5 В.

На провода питания, идущие к микросхеме DA2, можно надеть небольшие ферритовые трубочки (L1, L2), аналогичные используемым в импульсных блоках питания или блоках строчной развертки.

Налаживание безошибочно собранного звукового реле сводится к установке напряжения, равного половине постоянного напряжения питания, подбором сопротивления резистора R1 на положительном выводе конденсатора C3. Подстроечным резистором R4 устанавливается желаемая чувствительность микрофонного усилителя. Время выдержки, которое отработывает звуковое реле до отключения питания, зависит от параметров C7 и R10.

Микросхема KP1182PM1 способна работать с нагрузкой мощностью до 150 Вт. Рекомендуется использовать ее с лампами накаливания общей мощностью до 100 Вт. При этом к ее теплоотводным выводам желательно припаять небольшой радиатор площадью 4...6 см² из листовой латуни. Вместо пайки можно приклеить радиатор к корпусу микросхемы теплопроводным клеем «АлСил-5». Если необходимо управлять лампами накаливания большей мощности, то можно при-

менить параллельное включение микросхем, либо дополнить устройство симистором, следуя рекомендациям, приведенным в [2].

При разводке платы следует учитывать возможное негативное влияние микросхемы DA2 на входные цепи ОУ DA1. Если в устройство будет установлен дополнительный симистор, то существует вероятность, что уровень создаваемых помех сильно возрастет, поэтому может потребоваться применение сетевого LC-фильтра.

Если резистор R13 заменить на переменный, то можно управлять мощностью, подаваемой на нагрузку. Можно увеличить сопротивление резистора R12, тогда при наступлении тишины лампа накаливания будет погасать не полностью, что в некоторых случаях может быть удобным.

При настройке и эксплуатации устройства следует учитывать, что все ее элементы имеют гальваническую связь с осветительной сетью, и соблюдать меры предосторожности.

Андрей Бутов
shemotech@mtu-net.ru

Литература:

1. Программируемый малошумящий ОУ KP1407UD2. — Радио, 2001, № 8.
2. Микросхема KP1182PM1 — фазовый регулятор мощности. — Радио, 1999, № 7.
3. Бутов А. Акустический выключатель освещения. — Радио, 2001, № 12.