

Приложение
к журналу
**НОВЫЙ
ТЕХНИК**

ЦЕНТРАЛЬНАЯ СТАНЦИЯ ЮНЫХ ТЕХНИКОВ

НО СТРУМЕНЯМ



24
(90)

(Для физического кабинета вып. II)
Министерство культуры РСФСР
Издательство «Детский мир»

САМОДЕЛЬНЫЕ РЕЛЕ

Э. ИСАЕВ и А. БОГАТЫРЕВ

Реле — это электрическое устройство, которое позволяет включать и выключать различные потребители электрической энергии. Реле действует, или, как говорят, срабатывает, лишь тогда, когда на него подается управляющий сигнал.

Простейшее реле состоит из электромагнита (катушки с железным сердечником) и якоря. Когда через катушку электромагнита проходит электрический ток, якорь притягивается к сердечнику. Перемещаясь, якорь замыкает или размыкает электрические контакты.

При этом в электрических цепях происходят нужные переключения (включаются и выключаются моторы, осветительные лампы или другие приборы).

Реле такого типа — электромагнитные. Их широко используют в технике. С помощью таких реле включают и выключают очень мощные машины и аппараты, используя слабые электрические управляющие сигналы. Управляющий сигнал может подаваться практически с любого расстояния, что очень важно в тех случаях, когда машина расположена в таком месте, куда трудно или невозможно добраться. В ряде случаев реле должно реагировать не только на электрические сигналы, но и на такие, как повышение и понижение температуры, наличие или отсутствие звука, приближение человека или животного к охраняемому объекту, появление или исчезновение света, изменение освещенности в помещении и так далее. В этом случае к электромагнитному реле присоединяют дополнительную электрическую схему, которая вырабатывает электрический сигнал при появлении сигнала нужного типа (света, звука и т. п.).

В одной брошюре, конечно, невозможно рассказать о всех реле или обо всех схемах. Поэтому мы ограничимся описанием трех таких реле: светового реле, или, как его чаще называют, фотореле, звукового реле и емкостного, которое реагирует на приближение к нему человека или какого-нибудь предмета.

ФОТОРЕЛЕ

В схему фотореле, изображенного на рис. 1, входят фотоземлет Л₁, высокоомное сопротивление R, электронная лампа Л₂, конденсатор С, электромагнитное реле и трансформатор. Реле работает от сети переменного тока. Оно срабатывает при затенении фотоземлента — «работает на темноту». Пока фотоземлет освещен, из его катода под действием светового потока вырываются электроны.

Так как схема работает на переменном токе, то анод фотоземлента находится под положительным напряжением через каждые полпериода переменного напряжения, снимаемого с обмотки трансформатора III. При этом электроны, вылетевшие из катода, притягиваются к аноду, и через фотоземлет протекает электрический ток. Проходя по сопротивлению R, этот ток создает на нем падение напряжения. Отрицательный полюс напряжения, возникающего на сопротивлении R, оказывается приложен к управляющей сетке электронной лампы Л₂. Так как нижний конец этого сопротивления соединен с катодом Л₂, то лампа запирается под действием отрицательного смещения (отрицательно заряженная сетка отталкивает электроны, вылетающие с катода, и они не могут попасть на анод лампы).

Таким образом, лампа действует как выключатель, размыкающий цепь, в которую включена обмотка реле. При этом контакты реле остаются разомкнутыми, так как ток не проходит по обмотке и якорь электромагнита оттягивается от них пружинкой.

Если затемнить фотоземлет, то выход электронов из катода прекращается, и его ток падает почти до нуля. Отрицательное смещение на сетке электронной лампы исчезает, так как очень слабый ток неосвещенного фотоземлента («тепловой ток») не может создать на сопротивлении R падения напряжения, нужного для запертия электронной лампы. При этом лампа Л₂ открывается, электроны движутся к аноду, цепь обмотки реле оказывается замкнутой, якорь притягивается к сердечнику электромагнита и замыкает исполнительные контакты.

Схема реле работает на переменном токе, поэтому анодный ток лампы прерывается каждые полпериода (50 раз в секунду), когда анод становится отрицательным относительно катода. Если время срабатывания реле меньше 1/50 секунды, то якорь реле будет дрожать, так как через обмотку реле будет проходить прерывистый, пульсирующий ток.

Для того чтобы устранить дрожание якоря, параллельно обмотке реле включен конденсатор С. Когда анод лампы положителен относительно катода, ток, проходящий по обмотке реле, создает на ней падение напряжения и заряжает конденсатор. Когда анод отрицателен, протекание тока через лампу прекращается, а конденсатор С разряжается за обмотку реле.

Таким образом, пульсация тока в обмотке реле сглаживается за счет прохождения через обмотку разрядного тока конденсатора. При этом якорь реле притянут к сердечнику, а контакты замкнуты.

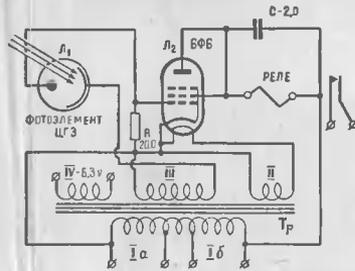


Рис. 1. Схема фотореле

ДАННЫЕ ДЕТАЛЕЙ
Л₁ — фотоземлет типа ЦГ-3
Л₂ — лампа 6Ф6
С — конденсатор бумажный, емкость 2 микрофарады на напряжение 200 — 400 в
R — сопротивление нитровосковой типа МЛТ или ВС на мощность рассеивания 0,5 вт (два сопротивления МЛТ-0,5-10 — III или ВС 0,5-10, соединенных последовательно)
Реле — типа РМ (телефонное)
Тр — типа ЭЛС-2

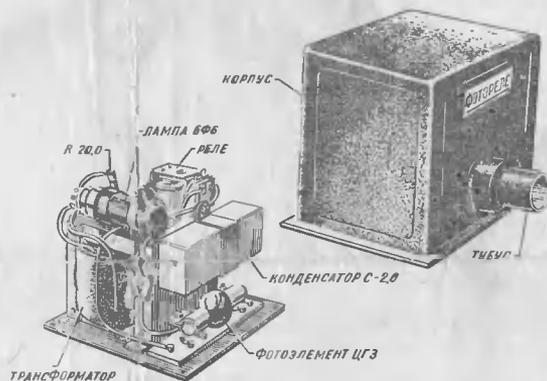


Рис. 2. Монтаж фотореле

Конструкция и детали

Для изготовления фотореле использован газонаполненный фотоземлет типа ЦГ-3. Этот фотоземлет предназначен для звуковых кинопередвижек. Если его нельзя достать, то можно применить фотоземлет другого типа с близкими характеристиками (анодным напряжением, тепловым током и чувствительностью). Возможно, при этом во время наладки фотореле придется подобрать величину сопротивления R.

Трансформатор I, типа ЭЛС-2. Вместо него можно использовать и другой трансформатор, если он обеспечит получение напряжения 200—250 в для питания фотоземлента и 6,3 в для питания накала лампы Л₁. Первичная обмотка трансформатора должна быть рассчитана на сетевое напряжение 110, 127, 220 в.

Электромагнитное реле телефонного типа (РМ). Важно, чтобы обмотка реле имела большое сопротивление — 4000—8000 ом.

Лампа Л₁ типа 6Ф6. Ее можно заменить лампой 6П6 или 6ПН.

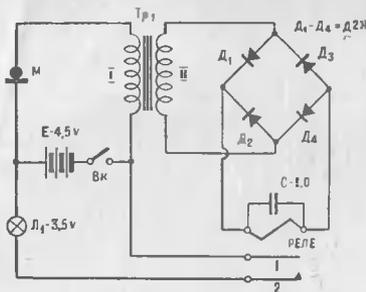


Рис. 3. Схема звукового реле

ДАННЫЕ ДЕТАЛЕЙ
I — микрофон
В — батарея КВ-0,5 (2 шт. в параллель)
ВК — выключатель типа «тубусор»
Тр — трансформатор от телефонного аппарата
Д₁ — Д₄ — диоды германиевые типа Д2Ж, ДГ-121-ИР ЦТ
С — конденсатор бумажный 1 мк — 300 в
Р — реле типа РМ-4 или РТБ-4-УТ22048
Л₁ — лампочка от карманного фонаря на 3,5 в

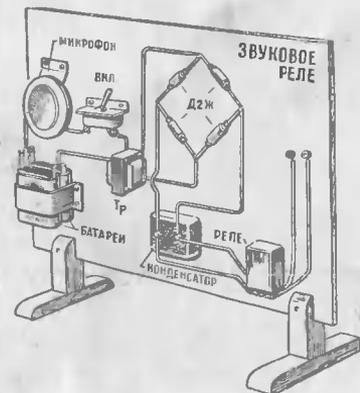


Рис. 4. Расположение деталей звукового реле

Если обмотка III включена правильно, то при отсутствии фотоземлента и замкнутой коротко хомутиками лампа Л₁ будет заперта, а якорь реле оттянут пружинкой. Затем, не вставляя фотоземлет, нужно разомкнуть хомутики, сняв с них провод. [Все переключения производить только при обесточенной схеме].

При этом якорь реле должен притянуться к электромагниту. Величина сопротивления R подбирается так, чтобы при освещении фотоземлента лампа Л₂ надежно запиралась, а при затемнении фотоземлента через нее проходил ток, достаточный для срабатывания реле.

Правильно отрегулированное реле работает очень четко.

Фотореле можно использовать для включения лампочек при наступлении сумерек, для подсчета деталей, для различных сигнализаторов. Во всех случаях нужно следить, чтобы свет от источника попадал в приемное окошко фотоземлента. Для этого необходимо, чтобы тубус осветителя был направлен на приемное отверстие фотореле и оси тубусов осветителя и фотореле совпадали.

Такое реле может работать и от невидимого инфракрасного света. Чтобы источник света стал невидимым, в осветитель вставляют пластинку эбонита толщиной 0,1 мм. Эбонит не прозрачен для видимого света, но хорошо пропускает невидимые инфракрасные лучи. Конечно, при этом снижается чувствительность фотореле.

Описанная схема реле часто называется также невидимой или схемой обратного действия, так как при наличии сигнала (света) реле не работает.

Существуют и позитивные схемы фотореле, которые срабатывают при освещении фотоземлента — «работают на свет». Их выгодно применять в тех случаях, когда фотоземлет большую часть времени находится в сигналом для срабатывания является освещение фотореле. Такое реле можно, например, использовать для открывания ворот в гараже при освещении их фарами подъезжающей автомашины.

ЗВУКОВОЕ РЕЛЕ

Электрическая схема реле приведена на рис. 3. Если выключатель ВК включен, а звуковые волны попадают на мембрану микрофона, то мембрана начинает вибрировать. При этом сопротивление микрофона, включенного последовательно с батареей и первичной обмоткой трансформатора Тр, изменяется. Так как изменение сопротивления вызвано колебательным движением мембраны, то величина тока в цепи микрофона изменяется пропорционально амплитуде и частоте звуковых колебаний. Иначе говоря, постоянный ток, текущий в цепи микрофона при воздействиях звука, приобретает переменную составляющую, те

Корпус фотореле можно изготовить из алюминия толщиной 2 мм или из другого подходящего материала и окрасить нитроэмалью.

Расположение деталей показано на рис. 2.

Сопротивление R можно составить из двух сопротивлений типа МЛТ или ВС мощностью 0,5 вт. Конечно, можно использовать и сопротивление большей мощности, но они займут больше места.

Конденсатор С емкостью 2 мф на рабочее напряжение 200 в или больше, любого типа.

Регулировка реле

Обычно правильно собранный прибор начинает работать сразу после включения. Однако лучше до включения прибора провести предварительную наладку фотореле.

Прежде всего с помощью пробника или путем осмотра нужно убедиться в правильности сборки схемы. После этого проверить правильность включения обмотки трансформатора. Для этого замыкают кусочком провода хомутики, в которых крепится фотоземлет.

етс составт как бы из постоянного и переменного токов. Появление переменного тока в первичной обмотке трансформатора Tr_1 приводит к возникновению переменного напряжения на концах его вторичной обмотки. Это напряжение выпрямляется полупроводниковыми диодами Д—Д.

Постоянный ток, полученный после выпрямления, проходит по обмотке электромагнитного реле, и якорь реле притягивается, замыкая контакты 1 и 2. При этом зажигается лампочка Л. Конденсатор, показанный на схеме, сглаживает пульсации постоянного тока, полученного после выпрямителя. Если частота звукового сигнала достаточно велика, то якорь реле не будет дрожать и без конденсатора.

Конструкция, детали и регулировка

Конструкция реле видна из рис. 4. Конечно, вовсе не обязательно монтировать реле, как показано на рисунке. Можно заключить детали в корпус (например, такой, как для фотореле). В этом реле использованы микрофон и трансформатор от телефонного аппарата.

Мощность электрического сигнала, подаваемого на обмотку реле, в этой схеме очень мала. Поэтому для звукового реле использовано электромагнитное поляризованное реле типа РП-4.

Поляризованное реле отличается по конструкции от электромагнитных реле обычного типа. Схема конструкции такого реле приведена на рис. 5.

В поляризованном реле, кроме электромагнита с катушками 2 и сердечником 3, имеется постоянный магнит 1. Он создает магнитный поток Φ , который проходит по якорю и через воздушный зазор передается в сердечник электромагнита. Как видно из рисунка, поток Φ разветвляется так, что в одном из зазоров он складывается с потоком, который создает катушки электромагнита, а в другом зазоре вычитается из магнитного потока катушек. Поэтому сила, действующая на якорь, направлена в сторону того зазора, где потоки складываются.

При отсутствии тока в обмотках электромагнита силы, действующие на якорь с двух сторон, равны и якорь должен находиться в среднем положении. Однако такое состояние очень неустойчиво, так как малейшее отклонение якоря приводит к неравновесию сил, действующих на него. Поэтому при отсутствии тока в обмотках якорь притягивается к одному из контактов и удерживается в этом положении силой притяжения постоянного магнита.

Предположим, что якорь притянулся к левому контакту. Тогда для его перебега к правому контакту в катушку реле нужно подать ток такой полярности, чтобы в правом зазоре магнитные потоки складывались, а в левом вычитались. Реле работает, когда величина общего магнитного потока в правом зазоре превышает общий поток в левом зазоре, то есть сила притяжения якоря за счет тока управляющего сигнала будет больше, чем сила притяжения якоря постоянным магнитом. Таким образом, постоянный магнит действует подобно пружине в нейтральных электромагнитных реле, «оттягивая» якорь к одному из контактов.

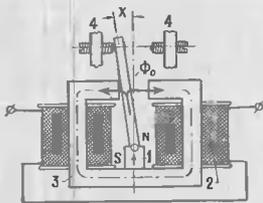


Рис. 5. Схема поляризованного реле

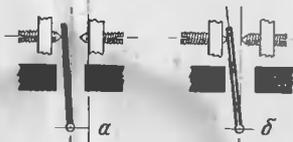


Рис. 6. Важныи настройки контактов а — нейтральная б — исправленная

Время срабатывания поляризованного реле меньше, чем нейтральных. Это объясняется тем, что пружина в нейтральном реле всегда противодействует управляющему сигналу, а в поляризованном реле постоянный магнит сначала притягивает якорь во время перебега, как только он пройдет среднее положение. При этом сила противодействия пружины увеличивается по мере приближения к сердечнику электромагнита, а постоянный магнит тянет якорь тем сильнее, чем ближе к сердечнику он находится. Мощность, нужная для срабатывания реле, пропорциональна величине потока Φ и отклонению якоря от нейтрального (это положение называется ходом якоря). Поэтому, изменяя положение подвижных контактов 4 можно менять чувствительность реле.

Чувствительность реле тем выше, чем меньше ход якоря. Положение контактов, показанное на рис. 6а, соответствует нейтральной настройке контактов. В этом случае якорь реле, после выключения сигнала, останется в том положении, в котором он находился при включенном сигнале.

Для перебега якоря в другое положение на катушки электромагнита надо вновь подать сигнал, но уже противоположной полярности. Для того чтобы якорь возвращался в исходное положение после выключения сигнала, можно настроить реле на преобладание (рис. 6б). Тогда якорь реле всегда будет возвращаться к левому контакту, так как он дальше

от нейтральной линии и поле постоянного магнита в левом зазоре сильнее.

Поляризованное реле типа РП-4 выпускаются на разный ток срабатывания. Так как для звукового реле нужно очень чувствительное электромагнитное реле, то в схеме использовано реле типа РП-4-У172048. У этого реле самый маленький ток срабатывания. Другие типы поляризованных реле имеют меньшую чувствительность.

Для дополнительного повышения чувствительности реле его надо отрегулировать.

Реле РП-4 выпускают в защитном оригинальном корпусе. Этого корпуса надо снять, отвинтив винты, которыми он крепится к контактной колодке реле. Снизу на контактной колодке рядом с выводами нанесены буквы: Л, П, Я. Буква Л означает левый контакт, П — правый контакт, Я — якорь. Обмотки реле соединяют так, чтобы чувствительность реле повышалась за счет второй обмотки. Правильное включение обмоток легко определить опытным путем во время регулировки реле. Для настройки реле собирают схему, приведенную на рис. 7, и регулируют реле с одной катушкой. В начале регулировки переменное сопротивление выводят на минимум и проверяют срабатывание реле при включении тока. После этого вводят переменное сопротивление (вращая его ось) до тех пор, пока реле не перестанет срабатывать.

Вращая отверткой контактные винты реле, добиваются его срабатывания и подключают вторую обмотку последовательно с первой.

При неверном включении обмоток чувствительность реле уменьшится. Правильное включение повышает чувствительность реле. После подключения второй обмотки продолжают регулировку до получения максимальной чувствительности при устойчивой работе реле.

Как было указано выше, контакты реле могут быть настроены нейтрально или на преобладание. Если настройки контактов нейтральная, то при появлении звукового сигнала реле срабатывает. Однако после прекращения звука якорь реле не возвращается в исходное положение, и лампа продолжает гореть до тех пор, пока не переберется якорь (например, путем подачи тока противоположного направления).

Если контакты реле настроены на преобладание, то после прекращения звука, якорь реле автоматически возвращается в исходное положение.

Выбор рода работы зависит от желания конструктора.

Емкостное реле

Схема электронного емкостного реле изображена на рис. 8. Реле представляет собой высокочастотный генератор на лампе типа 6К7. (Можно применить другие высокочастотные лампы, например 6Н6, 6К7, 6К8). Как видно из схемы, эта лампа в емкостном реле включена триодом. Анодный ток лампы проходит через обмотку реле и сопро-

тивление, включенное параллельно обмотке. Реле работает на переменном токе. Ток, проходящий через обмотку реле, зависит от индуктивности колебаний в контуре и величины сопротивления, включенного параллельно обмотке.

В сеточную цепь лампы включен колебательный контур L, C. Чтобы обеспечить сильную положительную обратную связь между

сеточной цепью лампы и цепью катода (что необходимо для возбуждения колебаний), катод лампы соединен со средней точкой катушки L₁. Конденсатор C₂ служит для настройки схемы. Изменяя емкость этого конденсатора, можно обеспечить такие условия работы генератора, что приближение человека к штыревой антенне вызовет резкое уменьшение интенсивности колебаний в контуре, так как

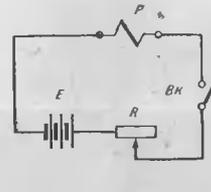


Рис. 7. Схема регулировки реле

ДАНИЕ ДЕТАЛЕЙ
R — сопротивление СПЗ-А-68 (сопротивление переменного тока СП на 2 Вт габаритов на 68 Ом можно заменить переменным сопротивлением другого типа, например на лампочку БГ-75 вольт)
P — обмотка реле
E — батарея КЭС 0,6—4,0 в или КЭС 0,7—4,0 в от карманного фонаря
K — выключатель «штырь»

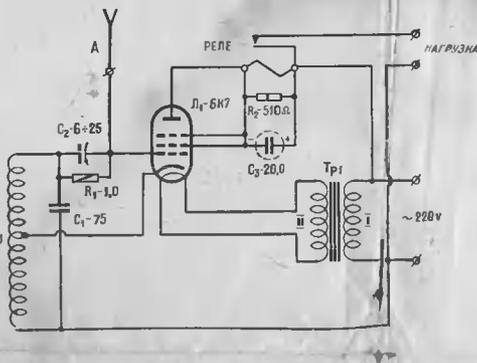


Рис. 8. Схема электронного реле

ДАНИЕ ДЕТАЛЕЙ

L₁ — диаметр каркаса 20 мм; ширина полосы 80—100 мм; 170 витков ПЭЛ-1 (2) с отводом от середины от 80 витков
C₁ — КСО-178 пФ — 280 в
C₂ — конденсатор полупроводниковый ПКТ-1,5 25
C₃ — конденсатор электролитический КЭЭМ-400 — 20 мкФ
R₁ — сопротивление МЛТ 0,5-1,0 Ом
R₂ — сопротивление МЛТ 1,0 0,001 Ом

увеличивается емкость «антенна — земля». При этом сильно уменьшается отрицательное смещение, которое подается на сетку лампы с цепочки R₁C₁ и анодный ток возрастает до такого значения, что срабатывает электромагнитное реле, и его исполнительные контакты замыкают цепь нагрузки.

Емкостное реле удобно использовать для включения лампочек, освещающих стенгазету при приближении читателя, для включения питьевой фонтанчика и во многих других случаях.

Если использовать в качестве антенны кусок медного провода или ленту алюминиевой фольги от старого конденсатора и спрятать антенну в реле под стенгазету, то его работа будет очень эффективна.

Конструкция и детали

Монтаж реле можно выполнить на алюминиевом шасси, на доске из текстолита или гетинакса.

Для сборки реле необходимо изготовить катушку индуктивности. Изготовление катушки начинают с каркаса. Прежде всего надо изготовить цилиндрическую болванку диаметром 22—23 мм и длиной 150—200 мм.

Затем вырезают полоску прессилен (электрокартона) или чертешной бумаги шириной 80—100 мм. Затем заготовку наматывают на болванку. Первый оборот нужно делать без клея, а при дальнейшей намотке заготовки тщательно промазывать одну сторону бумаги клеем БФ. Наматывать бумагу следует как можно плотнее, пока диаметр каркаса не станет 25 мм. После этого каркас обматывают шпалетом, чтобы витки бумаги не разорвались, и сушат. Проклеивший каркас лучше всего сушить при температуре 60—100°С. Тогда клей выйдет быстрее, а каркас будет более прочным. На готовый каркас наматывают виток к витку провод диаметром 0,31 мм в эмалевой изоляции (такой провод обозначается ПЭЛ-1 (2) 0,31 мм, проволока эмалированная, лаковая). Остальные детали попутные: трансформатор любого типа, понижающий сетевое напряжение 220 в до 6,3 в. Лист реле будет включаться в сеть 110 или 127 вольт, то первичная обмотка трансформатора должна быть рассчитана и на эти напряжения. Очевидно, что в этом случае в сеть включаются соответствующие отводы, а схема подключается к отводу на 220 в.

Электромагнитное реле телефонного типа РМ. Данные остальных деталей приведены в спецификации к схеме. Обычно схема емкостного реле не требует особой наладки.

Для проверки реле в качестве нагрузки можно подключить батарейку и лампочку от карманного фонаря. Поднос руку к штыревой антенне, подстраивают конденсатор C₂, вращая отверткой регулировочный винт так, чтобы реле срабатывало от приближения руки и надежно отключалось, когда близки антенны нет посторонних предметов.

Для получения максимальной чувствительности можно также подобрать более точно величину сопротивления R. При увеличении этого сопротивления реле РМ будет срабатывать при меньшей интенсивности колебаний

Под общей редакцией А. Е. Стахурского
Редактор издательства О. Н. Новосельцева
Художественный редактор А. С. Куприянов
Технический редактор Е. В. Соколова

Л150045.
Усл.-печ. л. 1,37

Подписано к печати 9/ХІІ — 60 г.
Тираж 100 000

1 завод 15 000 Зак. 682
2 завод 85 000 Зак. 0516

Бумага 70×108¹/₁₆ Печ. л. 1
Изд. № 752

Московская типография № 4 Управления полиграфической промышленности
Мосгоссовнархоза, Москва, ул. Баумана, Гарднеровский пер., 1а.

Цена 85 коп.

(с 1/1—61 г.—9 коп.)



Для ушелых рук

Москва * 1969