

РЕЛАКСАЦИОННЫЕ РЕЛЕ И ГЕНЕРАТОРЫ НА ТИРАТРОНАХ С ХОЛОДНЫМ КАТОДОМ

Л. П. Дмитренко, Р. И. Дудкин

Киев

Устройства, скачкообразно изменяющие свое электрическое состояние под действием запускающего электрического импульса, называются триггерными, или релаксационными реле. Если под действием запускающего импульса релаксационное реле возбуждается, а после прекращения действия пускового импульса через определенное время возвращается в первоначальное состояние, такое реле называется однократным триггером, или одновибратором. Одновибраторы широко применяются в автоматике, телемеханике и вычислительной технике. Используются они в качестве реле времени при автоматизации целого ряда производственных процессов, при работах с установками высокочастотного нагрева, с гидравлическими и пневматическими аппаратами, в системной автоматике, в схемах программного управления и т. д.

В литературе детально рассмотрены одновибраторы на тиратронах с холодным катодом [1, 2]. Последние отличаются высокой экономичностью и надежностью. Используя их, можно получить сравнительно большую выдержку времени и управлять при помощи малых электрических импульсов тока мощной нагрузкой одновибраторов.

В настоящее время наиболее распространены три разновидности релаксационных реле на тиратронах с холодным катодом: с «опрокидывающим» конденсатором, с общим сопротивлением в цепи анода и с «разрядным» конденсатором.

Существенным недостатком одновибраторов с «опрокидывающим» конденсатором и с общим анодным сопротивлением является то, что в них обязательно используется два тиратрона, один из которых все время зажжен, пока другой находится в ждущем режиме. Это приводит, в свою очередь, к тому, что срок службы всего устройства определяется сроком службы вспомогательного тиратрона, который может находиться в зажженном состоянии неопределенно долгое время. Известно, что в длительном режиме работы тиратроны меняют свои параметры, изменяются их пусковые характеристики. Следовательно, при таких режимах работы, когда выдержка времени определяется напряжением зажигания вспомогательного тиратрона, невозможно получить стабильные выдержки времени. Максимальная выдержка времени для наиболее гибкой схемы с общим анодным сопротивлением не превышает 15 сек.

Недостаток одновибраторов с «разрядным» конденсатором состоит в том, что, во-первых, они не позволяют получать сравнительно продолжи-

тивление R_a и тиратрон T начинает протекать пульсирующий ток от выпрямителя, а разрядный ток — через разрядное сопротивление R_2 и диод D_4 от конденсатора C_3 .

Разряжаясь в провалах между пульсами, конденсатор D_3 поддерживает горение тиратрона. Для предотвращения обратного заряда конденсатора D_3 через разрядное сопротивление R_2 от источника пульсирующего напряжения последовательно с ним включен диод D_4 , который

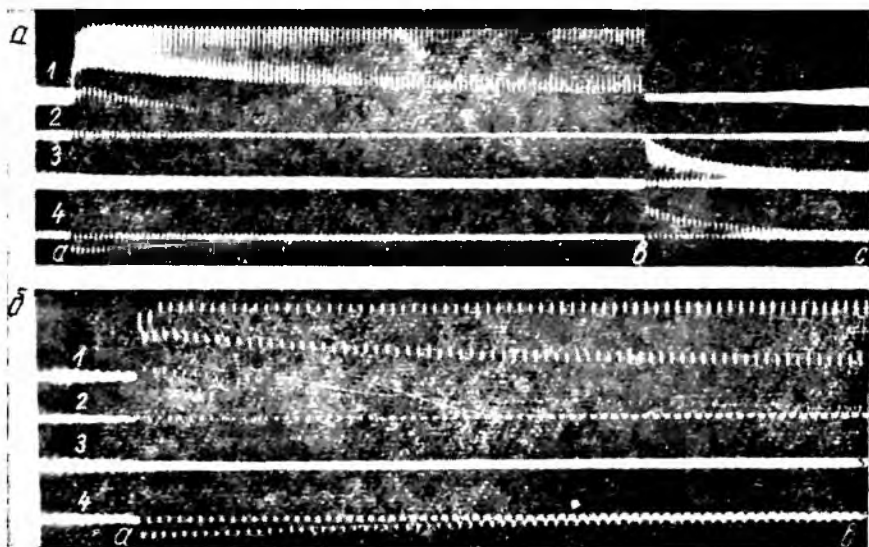


Рис. 2. Осциллограммы токов, проходящих через анод-катод тиратрона (кривая а), разрядную цепь конденсатора C_3 (кривая б), его зарядную цепь (кривая в) и через конденсатор C_3 (кривая г):

а — скорость записи осциллограмм 50 мм/сек; б — скорость — 100 мм/сек.

запирается каждый раз, как только напряжение на конденсаторе C_3 превышает напряжением полупериода пульсирующего тока. На рис. 2, а приведены осциллограммы токов, проходящих через анод-катод тиратрона (кривая 1) разрядную цепь конденсатора C_3 (кривая 2), его зарядную цепь (кривая 3) и через конденсатор C_3 (кривая 4) и т. д. Для снятия осциллограммы шлейфы осциллографа типа МПО-2 включались соответственно на участках схемы (рис. 1) 1—2, 3—4, 1—3 и 3—5. На осциллограммах показан процесс возбужденного состояния схемы (участок а—в) и процесс ждущего режима (участок в—с). Для большей наглядности осциллограмм параметры схемы выбирались такими, чтобы выдержка времени была в пределах 1 сек (в данном случае приблизительно 1,1 сек). Как видно из осциллограмм 1 и 2 (рис. 2, б), разряд конденсатора C_3 происходит в паузах между синусоидальными полупериодами экспоненциально уменьшающимися импульсами. Осциллограммы рис. 2, б — это те же осциллограммы, что и на рис. 2, а, видоизменены лишь масштаб оси абсцисс. Импульсный характер разряда конденсатора RCR-контура определяет значительно большую выдержку времени горения тиратрона, чем при непрерывном заряде, как это имеет место в упомянутых выше схемах.

Для предотвращения заряда конденсатора C_3 , когда тиратрон зажжен, через зарядную цепь зарядное сопротивление R_1 через диод D_3 подсоединено к аноду тиратрона T . При этом после зажигания напряжение на аноде оказывается значительно меньше напряжения на конденсаторе C_3 . Диод D_3 запирается, и ни заряд, ни разряд конденсатора C_3 через зарядную цепь не происходит до тех пор, пока тиратрон находится в зажженном состоянии (участок $a-b$ кривой 3). Когда амплитудное значение тока падает ниже некоторого минимального значения $I_{a_{min}}$, разряд конденсатора C_3 прекращается, и тиратрон гаснет в интервале между

импульсами тока. Как только тиратрон гаснет, напряжение на анод — катод тиратрона резко возрастает до напряжения на выпрямителе, и конденсатор C_3 заряжается экспоненциально уменьшающимися по амплитуде синусоидальными импульсами тока (участки $b-c$ кривых 3 и 4).

В случае использования вместо анодного сопротивления R_a реактивно-активной нагрузки, например, обмотки электромагнитного реле, ее необходимо шунтировать диодом D_5 (рис. 3) или конденсатором. Такое шунтирование позволяет устранить вибрации контактов реле, а

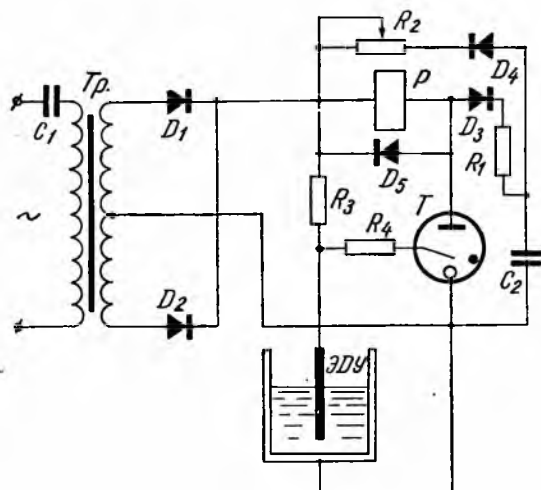


Рис. 3. Частотно-импульсный регулятор уровня электропроводящей жидкости.

также погасить появляющуюся в момент потухания тиратрона противо-э. д. с., под действием которой может возникнуть повторное зажигание тиратрона. Если зарядное сопротивление R_1 мало или отсутствует, то отпускание реле происходит после заряда конденсатора C_3 ; если же оно велико, — то сразу после погасания тиратрона.

Описанное выше релаксационное реле, используемое в качестве реле времени, может широко применяться в устройствах частотно-импульсного регулирования, например, при регулировании уровня различных жидкостей, температуры, влажности и т. д. На рис. 3 приведена принципиальная электрическая схема частотно-импульсного регулятора уровня жидкости, обладающей незначительной электропроводностью. В качестве датчика можно использовать как электродные датчики с очень незначительными размерами, так и различные индуктивные датчики уровня, включенные в цепь сетки тиратрона. Когда уровень жидкости снижается ниже допустимого, напряжение на электродах ЭДУ резко возрастает. Следовательно, возрастает напряжение на сетке-катоде тиратрона, и он зажигается. При этом срабатывает реле, включая исполнительные механизмы, наполняющие сосуд жидкостью. Реле включено определенное время, в течение которого заполняется резервуар. По истечении времени реле выключается и может включаться только при уровне ниже нижнего предела.

При использовании реле времени в системах частотно-импульсного

регулирования данное устройство выступает как усилитель с высоким коэффициентом усиления по току (более 1000) и одновременно как реле времени. В сочетании с бесконтактными магнитными или полупроводниковыми элементами предлагаемое реле времени позволяет бесконтактно управлять мощными исполнительными устройствами (клапанами, нагревательными установками и т. д.). Описанный способ получения выдержек времени может применяться в различных автоматических устройствах с тиристорными усилителями при питании их анодных и сеточных цепей переменным или пульсирующим током. Создание условий, при которых тиристор горит в течение одного-двух периодов, позволяет реле, включенному в анодную цепь тиристора, четко срабатывать при подаче кратковременных или периодических импульсов на сетку тиристора, даже если эти импульсы сдвинуты в фазе по отношению к анодному напряжению на угол, равный $\frac{\pi}{2}$, т. е. находятся в противофазе. Настоящее реле времени может найти применение и в системах автоматического электропривода.

При использовании в цепи сетки тиристора одновибратора другого времязадающего RC -контура образуется генератор релаксационных колебаний. На рис. 4 изображен генератор прямоугольных импульсов с заполнением пульсирующим двухполупериодным синусоидальным током. Форма импульсов напряжения, снимаемых с сопротивления R_a генератора, приведена на рис. 5, а. Время паузы между импульсами t' определяется временем заряда конденсатора C_2 до напряжения зажигания тиристора по сетке-катоде $u_{с.з.}$. Когда тиристор зажигается, конденсатор C_2 разряжается до напряжения гашения тиристора по цепи сетка-катод $u_{г.}$. Время паузы можно определить как

$$t' = R_3 C_2 \ln \frac{E - u_{г.}}{E - u_{с.з.}},$$

где $u_{г.}$ — напряжение гашения тиристора по промежутку сетка-катод. Время гашения тиристора t'' определяется временем разряда конденсатора C_3 . Предлагаемый генератор позволяет получить импульсы значительной продолжительности. Период импульсов может достигать 200 сек при сравнительно малых величинах емкостей C_2 и C_3 (не более 20 мкф). При этом скважность импульсов и их период регулируются в самых широких пределах. Сопротивление R_2 ограничивает разрядный ток посредством тиристора. Диод D_5 предназначен для исключения влияния сглаживающего конденсатора C_4 , от которого питается времязадающий RC -контур сетки тиристора, на анодную цепь тиристора.

Включая в анодную цепь тиристора T колебательный контур (Tr_2, C_3), настроенный в резонанс на основную гармонику пульсирующего

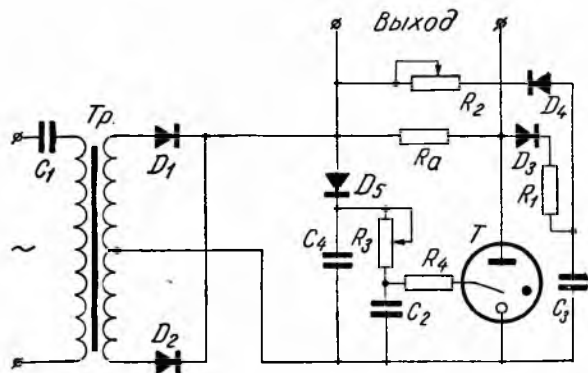


Рис. 4. Принципиальная электрическая схема генератора прямоугольных импульсов с заполнением пульсирующим синусоидальным током.

тока (рис. 6), на выходе контура можно получить прямоугольные импульсы тока с синусоидальным заполнением (рис. 6, б).

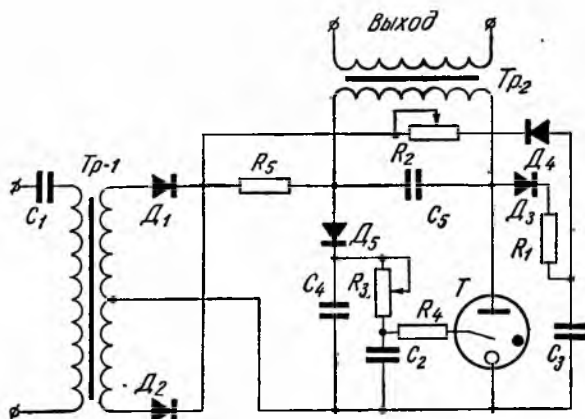


Рис. 5. Генератор прямоугольных импульсов с заполнением синусоидальным током.

Описываемые генераторы могут найти широкое применение в различных реле времени с широкими диапазонами выдержек. Подсоединяя к выходу генератора накопительный конденсатор, можно вести заряд конденсатора периодическими импульсами, что позволяет получать выдержки времени намного продолжительнее, чем при непрерывном заряде конденсатора.

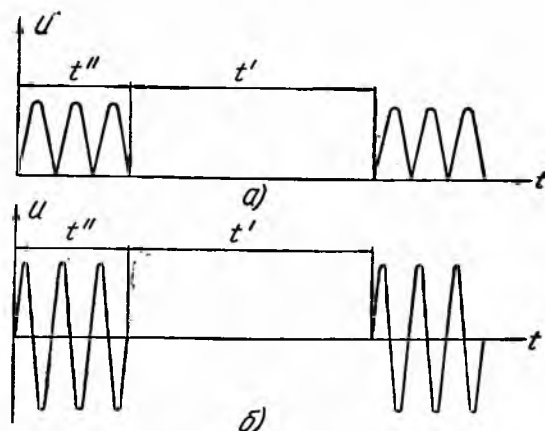


Рис. 6. Кривые напряжения на выходе генераторов:

а — прямоугольные импульсы с пульсирующим синусоидальным заполнением; б — прямоугольные импульсы с синусоидальным заполнением.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. А. Генис, И. Л. Горнштейн, А. Б. Пугач. Приборы тлеющего разряда. Гостехиздат, Киев, 1963.
2. Ю. К. Черевычник. Приборы тлеющего разряда в вычислительной технике. Изд-во «Энергия», 1964.