

Теоретическое занятие № 21 (2 часа)

Дисциплина: Электронная техника

Специальность: 35.02.08. Электрификация и автоматизация сельского хозяйства

Группа: 29

Тема: Триггеры. Мультивибраторы.

Цель: изучить устройство и принцип действия триггеров и мультивибраторов

Выполните задания и вышлите готовые задания на электронную почту преподавателя.

Ход и выполнение заданий

Задание 1. Ознакомится с лекционным материалом:

Триггер – переключательное устройство, которое сколь угодно долго сохраняет одно из двух состояний устойчивого равновесия и скачкообразно переключается по сигналу извне.

Рассмотрим схему на двух транзисторах, представленную на рис.1. Это, по существу, два транзисторных переключателя, соединенных один с другим. Предположим, что при включении питания транзистор T_1 откроется первым. Когда он насыщен, напряжение на его коллекторе будет в пределах 0,3 В относительно земли. Это означает, что через резистор R_3 в базу транзистора T_2 ток течь не может, поскольку требуется около 0,6 В, чтобы создать соответствующие условия для кремниевого р-п-перехода. Поэтому транзистор T_2 останется закрытым. Отметим, что, поскольку транзистор T_2 закрыт, напряжение на его коллекторе равно +6 В, так что ток, протекающий по резистору R_4 в базу транзистора T_1 поддерживается на одном и том же уровне. Схема находится в устойчивом состоянии.

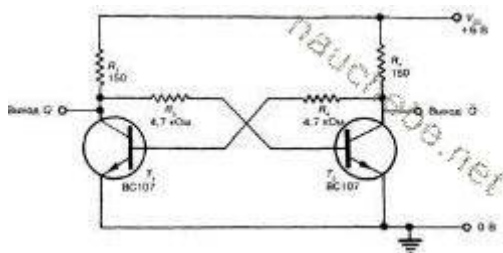


Рис. 1. Схема триггера

Теперь на мгновение замкнем базу транзистора T_1 на землю, сделав равным нулю его базовый ток. Ток коллектора этого транзистора упадет до нуля, а напряжение на коллекторе поднимется до +6 В. Транзистор T_1 заперт, а в базу транзистора T_2 , через резистор R_3 теперь течет ток, который отпирает его. Теперь транзистор T_2 находится в насыщении, напряжение на его коллекторе близко к нулю, и тем самым предотвращается протекание какого-либо тока в базе транзистора T_1 даже в том случае, когда короткое замыкание устранено. Схема снова находится в устойчивом состоянии, но на этот раз транзистор T_2 открыт.

Триггер имеет два устойчивых состояния, о чем и говорит его второе название. Эта схема действует как электрическая память, помня, какой транзистор запирается последним.

Состояние схемы можно изменить, заземляя базу открытого транзистора или заземляя коллектор запертого транзистора.

Хотя значения сопротивлений R_3 и R_4 совсем не критичны, они должны быть достаточно малыми, чтобы транзисторы попадали в режим насыщения. Для надежного насыщения необходимо выполнение условия

$$\frac{R_3}{R_1} < h_{FE},$$

где h_{FE} — коэффициент усиления тока транзистора. В нашем случае $R/R_X = 4700/150 > 30$, так что режим работы с двумя устойчивыми состояниями будет при $h_{FE} > 30$. В общем случае, чем больше ток базы насыщенного транзистора, тем меньше напряжение U , а такое состояние желательно, поскольку при этом уменьшается мощность, рассеиваемая транзистором, и гарантируется пребывание запертого транзистора в этом состоянии.

Мультивибратор - генератор прямоугольных импульсов релаксационного типа с резистивно - емкостными положительными обратными связями, использующий замкнутый в кольцо положительной обратной связи двухкасдный усилитель.

Мультивибратор может работать в одном из трех режимов:

- *автоколебательном*, характеризующимся отсутствием устойчивых состояний (существуют два чередующихся во времени состояния квазиравновесия);
- *ждущем*, при котором существует одно устойчивое состояние и одно состояние квазиравновесия, переход от устойчивого состояния в состояние квазиравновесия происходит под воздействием внешних запускающих импульсов, а момент возвращения в устойчивое состояние определяется параметрами времязадающей цепи (временем релаксации), таким образом, на один импульс внешнего воздействия ждущий мультивибратор вырабатывает один импульс заданной длительности;
- *синхронизации*: в этом режиме на мультивибратор воздействует внешнее синхронизирующее напряжение, при этом режиме существуют два чередующихся состояния квазиравновесия, но период колебаний равен или кратен периоду синхронизирующего воздействия.

Мультивибраторы применяются в качестве задающих генераторов, расширителей импульсов, делителей частоты.

Если в триггерных устройствах начальное развитие регенеративного процесса, обеспечивающего формирование крутых перепадов, напряжения, вызывается внешними импульсами управления, то в мультивибраторах этот процесс развивается автоматически благодаря наличию времязадающих (хронирующих) элементов, которыми обычно являются RC-цепочки. Разумеется, что в том и другом случаях генераторное устройство представляет собой усилительное звено того или иного типа, охваченное положительной обратной связью. Таким образом, мультивибратор представляет собой релаксационный автогенератор напряжения прямоугольной формы. Термин «автогенератор» означает, что он генерирует незатухающие колебания без какого-либо запуска извне и не имеет устойчивых состояний равновесия. Релаксационный характер колебаний выходного напряжения указывает на то, что условия самовозбуждения выполняются в широком диапазоне частот.

МУЛЬТИВИБРАТОРЫ НА БИПОЛЯРНЫХ ТРАНЗИСТОРАХ

Мультивибраторы на биполярных транзисторах наиболее часто выполняют по симметричной схеме с коллекторно-базовыми связями (рис. 2.а). Как и для триггера, симметричность означает идентичность симметрично расположенных элементов, т. е. $R_{K1}=R_{K2}$, $R_{B1}=R_{B2}$, $C_{B1}=C_{B2}$, параметры транзисторов одинаковы. Как видно из рисунка, мультивибратор состоит из двух усилительных каскадов с ОЭ, выходное напряжение каждого из которых подается на вход другого. В схеме мультивибратора использованы транзисторы р-п-р-типа.

При подсоединении схемы к источнику питания E_k оба транзистора пропускают коллекторные токи (их рабочие точки находятся в активной области 3, см. рис. 2.б), поскольку на базы через резисторы R_{B1} и R_{B2} подается отрицательное смещение. Однако такое состояние схемы неустойчиво. Из-за наличия в схеме положительной обратной связи выполняется условие $\beta K_u > 1$ и двухкаскадный усилитель самовозбуждается. Начинается процесс регенерации — быстрое увеличение тока одного транзистора и уменьшение тока другого транзистора.

Пусть в результате любого случайного изменения напряжений на базах или коллекторах несколько увеличится ток I_{K1} транзистора $VT1$. При этом увеличится падение напряжения на резисторе R_{K1} и коллектор транзистора $VT1$ получит приращение положительного потенциала. Поскольку напряжение на конденсаторе C_{B1} не может мгновенно измениться, это приращение прикладывается к базе транзистора $VT2$, подзапирая его.

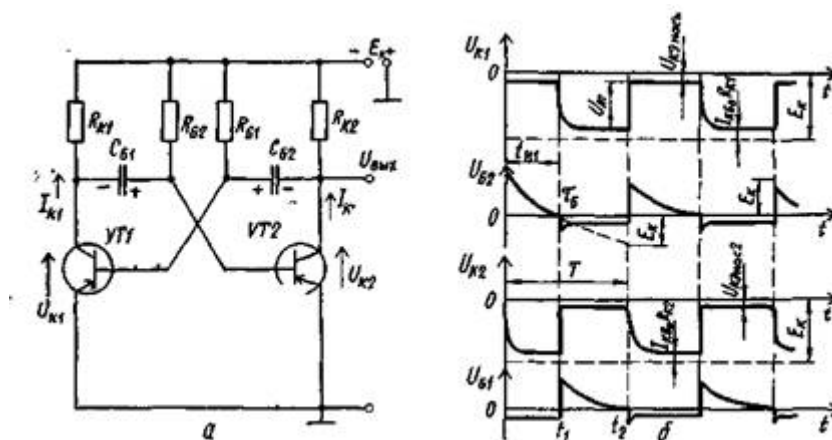


Рис. 2 Симметричный мультивибратор на биполярных транзисторах:

а — схема; б — временные диаграммы

Коллекторный ток I_{K2} при этом уменьшается, напряжение на коллекторе транзистора $VT2$ становится более отрицательным и, передаваясь через конденсатор C_{B2} на базу транзистора $VT1$, еще больше открывает его, увеличивая ток I_{K1} . Этот процесс протекает лавинообразно и заканчивается тем, что транзистор $VT1$ входит в режим насыщения, а транзистор $VT2$ — в режим отсечки. Схема переходит в одно из своих временно устойчивых состояний равновесия (квазиустойчивое состояние). При этом открытое состояние транзистора $VT1$ обеспечивается смещением от источника питания E_k через резистор R_{B1} , а запертое состояние транзистора $VT2$ — положительным напряжением на конденсаторе C_{B1} ($U_{C_{B1}} = U_{B2} > 0$), который через открытый транзистор $VT1$ включен в промежуток база — эмиттер транзистора $VT2$.

Таким образом, переходя периодически из одного временно устойчивого состояния равновесия в другое, мультивибратор, формирует выходное напряжение, снимаемое с коллектора любого транзистора, почти прямоугольной формы.

Задание 2.

Ответьте на контрольные вопросы:

1. Дайте определение триггера.
2. Дайте определение мультивибратора.
3. Как определить длительность импульса мультивибратора?

Задание оформить и отправить по адресу: Ladi.Chapligina@yandex.ru с темой письма «29гр. ФИ. 19.03.2020» (ФИ – Ваша фамилия и имя)