

РАСЧЁТ МУЛЬТИВИБРАТОРА НА КРЕМНИЕВЫХ ТРАНЗИСТОРАХ

Макарчук Н.В., Шлепоченко М.А.,

учащиеся 2 курса Оршанского колледжа ВГУ имени П.М. Машерова,

г. Орша, Республика Беларусь

Научный руководитель – Романцов Д.Ю., магистр техн. наук, преподаватель

В рамках праздника дня программистов, появилась необходимость в светодиодной вывеске, запитанной от usb компьютера. Чтобы вывеска смотрелась интересней, решили сделать её мигающей. Простейшим способом является использование мультивибратора на кремниевых транзисторах.

При сборке важно учесть:

- Разные светодиоды потребляют разный ток и работают от разного напряжения. Необходимо провести расчеты, чтобы не перегрузить usb, так как максимальный ток, который может выдать данный порт равен 0.5 А. Если превысить данный показатель, ПК уйдет в защиту, то есть выключится.

- Необходимо рассчитать номиналы радиодеталей, чтобы мультивибратор работал на заданной частоте.

Цель исследования заключается в изучении работы мультивибратора и его оптимизации для частного применения.

Материал и методы. Мультивибратор – это генератор электрических прямоугольных колебаний, который работает в автоматическом режиме. Есть огромное разнообразие видов данных генераторов, но в данном примере рассмотрим симметричный. Принцип его работы заключается в переменных процессах зарядки и разрядки конденсаторов, а также открытия и закрытия баз транзисторов.

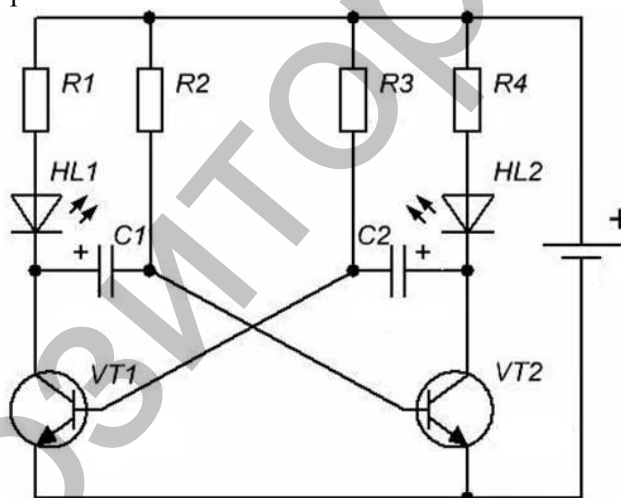


Рисунок 1 – Схема мультивибратора

В начальный момент конденсаторы $C1$ и $C2$ разряжены и имеют минимальное сопротивление, что и способствует мгновенному открытию транзисторов $VT1$ и $VT2$ при подаче тока, но от быстродействия транзисторов, и зависит, кто откроется первым, потому что одинаковых транзисторов по параметрам и быстродействию не существует. Итак, допустим открылась первая цепочка, где $VT1$, конденсатор $C1$ заряжается через цепочку $R1$ - $HL1$ - $VT2$, а его сопротивление растет. Пока заряжается конденсатор горит светодиод $HL1$, но как сопротивление конденсатора достигло порогового значения, открывается транзистор $VT1$, и повторяется тоже самое что и в первом случае, только через цепочку $R4$ - $HL2$ - $VT1$. Резисторы $R2$ и $R3$ предназначены для открытия транзисторов, во время зарядки конденсаторов [1].

Результаты и их обсуждение. По предложенной схеме нужно выполнить расчёты. Исходные данные для вывески:

- Питающее напряжение $U_{пит} = 5В$.

- Необходимое время горения каждого каскада $\tau = 2$ с.
- Имеющиеся конденсаторы 470мкФ.

Длительность импульса (высокого уровня) на коллекторе VT1 задается номиналами R3 и C2. Также и с транзистором VT2 только номиналами R2 и C1. Т.к. схема получается симметричная, то $R2=R3$, $C1=C2$. Длительность перезаряда конденсаторов определяется простой формулой [2].

$$\tau = R \cdot C, \quad (1)$$

где τ – длительность импульса в секундах;

R – сопротивление в омах;

C – ёмкость конденсатора в Фарадах.

Таким образом рассчитываем R для цепей:

$$R2 = \tau / C1 \quad (2)$$

$$R2 = 2 / 0.00047 = 4,3 \text{ кОм}$$

Полученное значение в 4.3 кОм существует в ряду E24.

Далее рассчитываем согласующие резисторы R1 и R4, которые должны обеспечить работу светодиодов.

$$R1 = (U_{пит} - U_{св}) / I_{птр}, \quad (3)$$

где $U_{св} = 2.4$ В – номинальное напряжение питания светодиода;

$I_{птр}$ – номинальный ток нагрузки.

Примем, что в каждом каскаде у нас по 30 светодиодов, подключенных параллельно, следовательно, общий ток возрастает, а напряжение нет.

$$I_{птр} = I_{св} \cdot 30, \quad (4)$$

где $I_{св} = 0.015$ А – номинальный ток светодиода.

$$I_{птр} = 0,015 \cdot 30 = 0.45 \text{ А.}$$

Условие $I_{птр} < 0.5$ А выполняется. Для такой нагрузки подходят транзисторы BC817-40 ($I_{max}=500$ мА; n-p-n).

$$R1 = (5 - 2.4) / 0.45 = 5.7 \text{ Ом}$$

Из ряда E24 берём 5.6 Ом. Рассеиваемая мощность для резистора составит:

$$W = (U_{пит} - U_{св}) \cdot I_{птр} \quad (5)$$

$$W = (5 - 2.4) \cdot 0.45 = 1.17 \text{ Вт}$$

На данном этапе у нас достаточно сведений, чтобы начинать сборку вывески. Чтобы буквы были читабельны, выложим их периметр светодиодами. В названии моей группы четыре буквы, ПОИТ, следовательно, подключим их переменным, то есть соединим букву П с буквой И, букву О с буквой Т. Вот что у нас получилось (рисунок 2):



Рисунок 2 – Получившаяся вывеска с мультивибратором

Заключение. В данном исследовании подтверждена работоспособность схемы мультивибратора. После подсчета выяснилось, что сопротивление согласующих резисторов около 6 Ом и небольшое выделение тепла, так что провода и точки пайки, которыми соединены светодиоды, могут компенсировать данное сопротивление. Следовательно, резисторы R1 и R4 можно не добавлять в схему.

1. Ляшко, М.Н. Основы радиоэлектроники / М.Н. Ляшко. – Мн.: Народная асвета, 1991. – 176с.: ил.
2. Тимеркаев, Б. Симметричный мультивибратор. Расчёт и схема Мультивибратора [Электронный ресурс] / Meander.ru – практическая электроника. – Казань, 2019. – Режим доступа: <https://meanders.ru/multivibrator.shtml>. – Дата доступа: 02.11.2018.