



УДК 534.232.001.11

© 2008

Член-корреспондент НАН України А. Е. Божко

## Принцип увеличения частоты генерируемого сигнала в мультивибраторе Ройера

*The principle of increasing the frequency of signal generation of a Roier multivibrator on the basis of the discharge of a capacitor to zero during the cut-off of a transistor is proposed.*

Мультивибратор Ройера представляет собой преобразователь постоянного напряжения в переменное [1, 2]. Среди методов регулирования частоты генерации данным устройством, на наш взгляд, эффективным является метод коммутации базового тока транзисторов. В работе [2, с. 120–126] дано подробное обоснование метода регулирования частоты мультивибратора путем дополнительного заряда и перезаряда от автономного источника электрической емкости, стоящей в базовых цепях транзисторов. При этом емкость перезаряжается от напряжения  $+U_c = U_6$  до  $-U_c = -U_6$  за время  $T/2$ , где  $U_6$  — напряжение на базовой обмотке транзистора;  $T/2$  — длительность импульса одной полярности ( $T = 1/f$  — период колебаний;  $f$  — частота). График перезаряда конденсатора (емкости), соответствующий сказанному, изображен на рис. 1, а, откуда видно, что переключение транзисторов в мультивибраторе осуществляется через время  $T/2$ , т. е. тогда, когда емкость перезарядится с  $U_c = U_6$  до  $U_c = -U_6$ .

Принципиальная схема одного из таких мультивибраторов приведена на рис. 2. Здесь  $C_1$  и  $C_2$  заряжаются и перезаряжаются от  $U_{61}$  и  $U_{62}$  соответственно через  $R$  и  $D_1$ ,  $R_3$  и  $D_2R_4$ . Этой схеме соответствует рис. 1, а.

Из рис. 1, б видно, что напряжение на  $U_c$  на емкости, находящейся в цепи базы транзистора мультивибратора, при каждом переключении заряжается от 0 до  $U_c = U_6$ , что обуславливает уменьшение времени импульса с  $T_1/2$  до  $T_2/2$  и, в свою очередь, увеличение частоты генерации сигнала с  $f_1 = 1/T_1$  до  $f_2 = 1/T_2$ . Реализация такого принципа возможна на основе схемы мультивибратора, приведенной на рис. 3. Здесь во время открывания одного из транзисторов  $T_1$  или  $T_2$  соответственно заряжается  $C_1$  или  $C_2$ . Конденсатор же ( $C_1$  или  $C_2$ ), находящийся в базе закрытого  $T_1$  или  $T_2$ , разряжается до нуля через  $T_3$  либо  $T_4$  от действия по их базе тока от напряжения  $U$ . В результате, когда наступает момент открывания  $T_1$  или  $T_2$ , емкости  $C_1$  или  $C_2$  соответственно заряжаются до  $U_{61}$  или

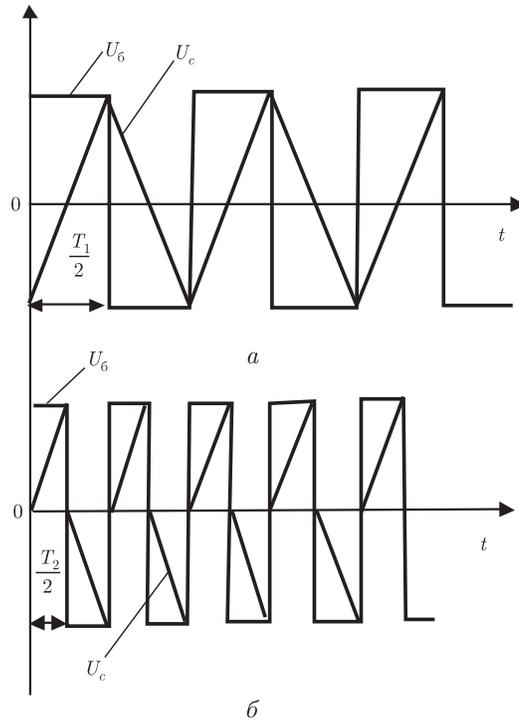


Рис. 1

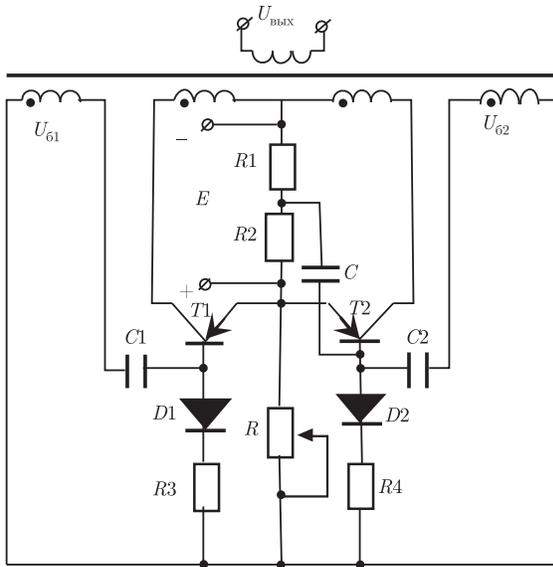


Рис. 2

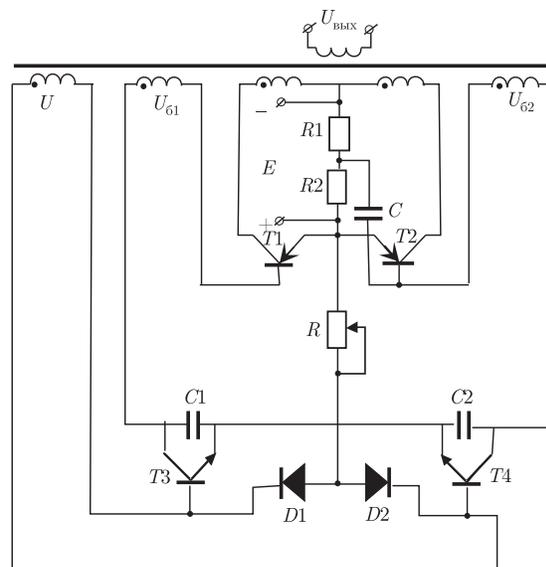


Рис. 3

$U_{62}$  от нуля и этим самым сокращается полупериод генерации импульсов мультивибратором. Сравним наше утверждение об увеличении частоты генерации схемы, изображенной на рис. 3, со схемой на рис. 2.

Вначале рассмотрим схему рис. 2. Пусть открывается  $T1$ . При  $t = 0$   $U_{C1} = U_{C10}$ . При подаче на цепь  $R \rightarrow C_1 \rightarrow (6 - \varepsilon)_{T1}$  напряжения  $U_{61}$  уравнение этой цепи имеет вид

$$U_{c1} = RC_1 \frac{dU_c}{dt} + U_c. \quad (1)$$

В (1) напряжением на база-эмиттерном переходе  $T1$  пренебрежем. При наличии  $U_{c10}$  решение (1) следующее:

$$U_{c1} = U_{c1k} + (U_{c10} + U_{c1k})e^{\alpha t}, \quad \alpha = -\frac{1}{R_1 C_1}, \quad (2)$$

где  $U_{c1k}$  — напряжение на  $C1$  в конце импульса на обмотках трансформатора мультивибратора. Напряжение  $U_{c1k}$  определяется моментом заряда  $C1$ , когда базовый ток  $T1$  переводит  $T1$  из режима насыщения в режим усиления (активную зону). Ток  $i_{c1}$  через  $C1$  во время перезаряда равен  $i_{c1} = C_1 dU_{c1}/dt$  или, с учетом (2),

$$i_{c1} = \frac{U_{c10} + U_{c1k}}{R} e^{-t/(RC_1)}. \quad (3)$$

Длительность  $T1/2$  определяется из (3) путем подстановки в (3) вместо  $t$  величины  $T1/2$ , т. е.

$$i_{c1k} = \frac{U_{c10} + U_{c1k}}{R} e^{-T1/(2RC_1)}, \quad (4)$$

где  $i_{c1k}$  — ток базы  $T1$ , при котором транзистор  $T1$  закрывается. Из (4) получаем

$$T1 = 2RC_1 \ln \frac{U_{c10} + U_{c1k}}{i_{c1k} R}. \quad (5)$$

Для схемы рис. 3 уравнение на  $C1$  при открывании  $T1$  будет иметь вид (1), но в этом случае  $U_{c10} = 0$  и поэтому решение уравнения (1) в данном случае следующее:

$$U_{c1} = U_{c1k}(1 - e^{-t/(RC_1)}),$$

а ток

$$i_{c1} = C \frac{dU_{c1}}{dt} = U_{c1k} e^{-t/(RC_1)}. \quad (6)$$

При закрывании  $T1$   $t = T2/2$  (см. рис. 1, б). Тогда из (6)  $i_{c1k} = \frac{U_{c1k}}{R} e^{-T2/(2RC_1)}$  и

$$T2 = 2RC_1 \ln \frac{U_{c1k}}{i_{c1k} R}. \quad (7)$$

Сравнивая (4) и (7), видим, что

$$\frac{T1}{T2} = \frac{\ln(U_{c10} + U_{c1k}) - \ln i_{c1k} R}{\ln U_{c1k} - \ln i_{c1k} R}. \quad (8)$$

Заметим, что в схеме рис. 2  $U_{c10} \approx U_{c1} > U_{c1k}$ . Тогда (8) примет вид

$$\frac{T1}{T2} = \frac{\ln(U_{c10} + U_{c1k}) - \ln i_{c1k} R}{\ln U_{c1k} - \ln i_{c1k} R}. \quad (9)$$

Из (9) ясно видно, что  $T_1 > T_2$ , а это значит, что  $f_1 < f_2$  ( $f_1 = 1/T_1, f_2 = 1/T_2$ ), т. е. частота генерации схемы, изображенной на рис. 3, выше, чем схемы рис. 2.

Реализация предложенного схемного решения расширяет частотный диапазон генерирования сигналов мультивибратором Ройера. Экспериментальная проверка данного решения в лаборатории Института проблем машиностроения им. А. Н. Подгорного НАН Украины подтвердила работоспособность нового вида мультивибратора Ройера.

1. *Степаненко И. П.* Основы теории транзисторов и транзисторных схем. – Москва: Госэнергоиздат, 1963. – 376 с.
2. *Божко А. Е.* Полупроводниковые устройства систем воспроизведения вибраций. – Киев: Наук. думка, 1977. – 144 с.

*Институт проблем машиностроения  
им. А. Н. Подгорного НАН Украины, Харьков*

*Поступило в редакцию 19.01.2007*