

А. НЫВА

## СХЕМА РЕВЕРСИВНОГО ТРАНЗИСТОРНОГО ФИЛЬТРА В РЕЖИМЕ МАЛОГО СИГНАЛА

A. NOVA. REVERSIIVNE TRANSISTORFILTER VAIKESE SIGNAALI PUHUL

A. NOVA. THE REVERSIBLE FILTER NETWORK IN THE SMALL SIGNAL CONDITIONS

Расчет реверсивного транзисторного фильтра (РТФ) с нагрузкой в цепи эмиттера имеет ряд особенностей. В настоящей работе даны основы расчета схемы при малом сигнале, т. е. при изменении рабочей точки транзистора в таких пределах, в которых параметры транзистора можно считать постоянными. Логическим развитием схемы РТФ, предложенной в [1], является схема, где разделены базовые цепи составного транзистора (СТ). Это ликвидирует шунтирующее действие неработающего транзистора. С удалением коммутирующих транзисторов уменьшается нежелательное падение напряжения на СТ  $U_{бэСТ} + U_{кээ}$ , где  $U_{бэСТ}$  — падение напряжения на базе—эмиттере СТ и  $U_{кээ}$  — начальное падение напряжения коллектора—эмиттера коммутирующего транзистора.

Из усовершенствованной схемы РТФ можно получить две схемы при отрицательной и положительной полярности на базе СТ (рис. 1 и 2 соответственно), где не учитываются те элементы, которые при данной полярности не работают и сопротивление которых на несколько порядков больше работающих при данной полярности элементов.

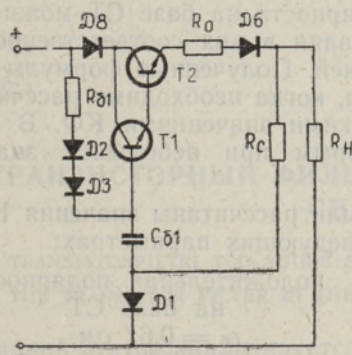


Рис. 1. Схема РТФ при отрицательной полярности на базе СТ.

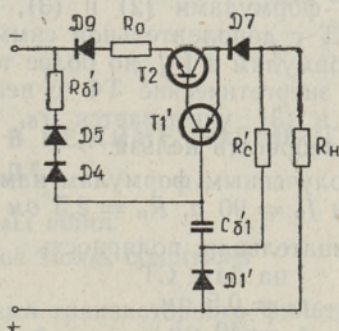


Рис. 2. Схема РТФ при положительной полярности на базе СТ.

Приведенная на рис. 1 схема представляет собой известную схему транзисторного фильтра (ТФ) с нагрузкой в цепи эмиттера. На рис. 2



представлена схема ТФ, где применяется СТ с дополнительной симметрией. При расчете коэффициента фильтрации (КФ) ТФ схему рис. 1 можно упростить. Диоды Д2 и Д3 имеют малое динамическое сопротивление по сравнению с  $R_6$  и необходимы лишь для получения нелинейности  $U_{к6} = f(I_n)$ . Диоды Д6 и Д8 необходимы лишь для реверсивности схемы и в расчетах могут не учитываться. При многих параллельно включенных транзисторах  $R_0$  мало по сравнению с  $R_n$  и им можно пренебречь. Диод Д1 вводит в цепь конденсатора почти постоянное падение напряжения  $U'$ , которое мало по сравнению с напряжением на конденсаторе  $U_{сб}$ . Учитывая вышеуказанные упрощения и пользуясь методом контурных токов, получаем матрицу с определителем

$$\Delta = \begin{vmatrix} R_6 - jx_6 & -R_6 & jx_6 \\ -R_6 & R_6 - r_k - r_6 & -(r_6 - r_r) \\ jx_6 & -r_6 & z_n - jx_6 - r_6 - r_9 \end{vmatrix}. \quad (1)$$

Откуда КФ

$$\dot{K}_\Phi = \frac{1}{K_u} = \frac{z_n [R_6 (r_k + r_6) - jx_6 (R_6 - r_k - r_6)] - r_k R_6 (1 - \alpha) (r_6 - jx_6)}{z_n [R_6 r_6 - jx_6 (R_6 - r_k - r_6)]}. \quad (2)$$

Модуль КФ после упрощения

$$|K_\Phi| = \frac{r_k + r_6}{\sqrt{r_6^2 + x_6^2 \left(1 + \frac{r_k + r_6}{R_6}\right)^2}}. \quad (3)$$

При выводе формул (1)–(3) не учтена частотная зависимость параметров СТ. Полученные формулы могут быть успешно применены при сравнительно низких частотах.

При положительной полярности на базе СТ в матрице (1), во втором столбце второй строки, прибавляется только значение  $R_0$ . Но поскольку  $R_0$  по сравнению с  $R'_6$  ничтожно мало, можем его не учитывать и тогда при положительной полярности на базе СТ можно пользоваться формулами (2) и (3), вставляя в них соответственно параметры СТ с дополнительной симметрией. Полученные формулы аналогичны формулам в [2], но более точны, когда необходимо рассчитывать мощные энергетические ТФ с невысокими значениями КФ. В формулах (2) и (3) учитывается  $r_6$ , которым при небольших значениях  $r_k/r_6$  пренебрегать нельзя.

По полученным формулам нами были рассчитаны значения КФ для РТФ при  $I_n = 90$  а,  $R_n = 2,5$  ом и следующих параметров:

отрицательная полярность

$$\begin{aligned} &\text{на базе СТ} \\ r_6 &= 0,5 \text{ ом}, \\ r_k &= 40 \text{ ом}, \\ R_6 &= 3,4 \cdot 10^3 \text{ ом}, \\ C_6 &= 40 \text{ мкф}, \end{aligned}$$

положительная полярность

$$\begin{aligned} &\text{на базе СТ} \\ r_6 &= 0,61 \text{ ом}, \\ r_k &= 33 \text{ ом}, \\ R_6 &= 1,7 \cdot 10^3 \text{ ом}, \\ C_6 &= 40 \text{ мкф}. \end{aligned}$$

Расчетные КФ при  $f_n = 50$  и  $100$  гц приведены в таблице вместе с экспериментальными данными, полученными с транзисторным фильтром при питании от тиристорного преобразователя с  $I_n = 90$  а.



Расчетные и экспериментальные значения коэффициента фильтрации

Полярность	$f_n = 50$ гц		$f_n = 100$ гц	
	Расчетные	Экспериментальные	Расчетные	Экспериментальные
—	38	40	59	68
+	20,4	22	35,8	26

Из сравнения экспериментальных и расчетных величин следует, что задача повышения КФ при положительной полярности на базе имеет первостепенное значение. С применением германиевых *pnp*-транзисторов можно выбирать СТ с дополнительной симметрией, обеспечивающей одинаковые КФ при разных полярностях. Увеличение КФ при положительной полярности возможно при увеличении  $\tau = R_6 C_6$  базового фильтра, когда ТФ предназначен сглаживать сравнительно низкие частоты пульсации, но это заметно ухудшает динамические свойства фильтра.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ныва А., Вильборн П., Реверсивный транзисторный фильтр. Авт. свид. СССР № 187174.
2. Мачинский В. К., Штильман В. И., В сб.: Тр. секции полупроводниковых приборов НТОРиЭ им. А. С. Попова. Вып. I, Киев, 1958.

Институт термодинамики и электрофизики  
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию  
29/X 1970

EESTI NSV TEADUSTE AKADEEMIA TOIMETISED. 20 KÕIDE  
FÜSIKA \* МАТЕМАТИКА. 1971, NR. 1

ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК ЭСТОНСКОЙ ССР. ТОМ 20  
ФИЗИКА \* МАТЕМАТИКА. 1971, № 1

УДК 621.316.722.1

А. НЫВА

### ТРАНЗИСТОРНЫЙ ФИЛЬТР В РЕЖИМЕ БОЛЬШОГО СИГНАЛА

A. NOVA. TRANSISTORFILTRI TÕO SUURE SIGNAALI PUHUL

A. NOVA. THE TRANSISTOR FILTER IN THE LARGE SIGNAL CONDITIONS

В данной статье анализируется схема транзисторного фильтра (ТФ) с нагрузкой в цепи эмиттера в режиме большого сигнала, т. е. при изменении в широких пределах тока нагрузки  $I_n$  и рабочей точки фильтра. В схеме ТФ инерционным звеном является базовая цепь  $R_6 C_6$ ; составной транзистор в близком к нулю интервале частот изменения входного напряжения можно рассматривать как безынерционное звено. Базовым звеном ТФ могут быть и другие типы реактивных четырехполюсников, обеспечивающих частоту среза и величину  $R_6$ , но учитывая, что