

Работа 4.3. Каскодные усилители

Входное сопротивление усилительных каскадов на основе транзисторов, включенных по схеме с общим эмиттером или общим истоком, зависит от частоты. Эта зависимость определяется в основном емкостью коллекторного перехода (или емкостью затвор-сток), которая образует паразитную цепь отрицательной обратной связи. Такая паразитная обратная связь эквивалентна включению на входе усилителя шунтирующей емкости, величина которой пропорциональна коэффициенту усиления: $C_{ш} = C(1 + g_m R_k)$. Это приводит к снижению коэффициента усиления схемы с общим эмиттером на высоких частотах. Такое увеличение емкости называют *эффектом Миллера*.

Этого недостатка лишена *каскодная схема* или *каскод*. В такой схеме транзисторы соединены последовательно, так что ток через них в статическом режиме одинаков. Один из вариантов каскодной схемы на биполярных транзисторах показан на рис. 4.3.1.

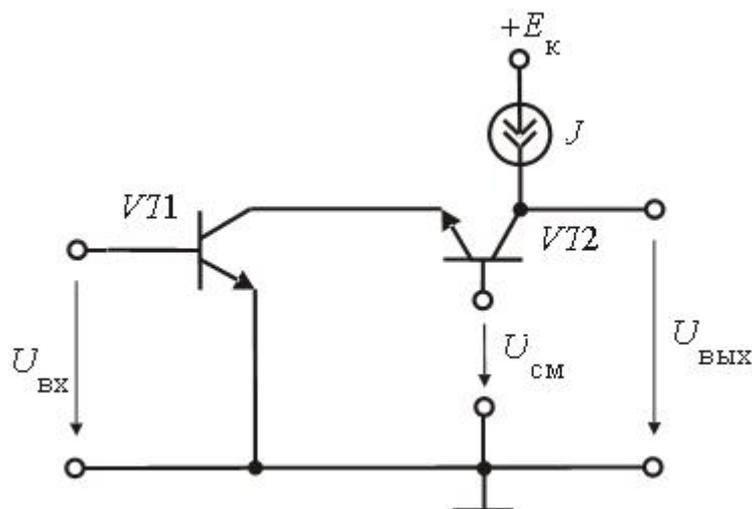


Рис. 4.3.1

Входной транзистор $VT1$ включен по схеме с общим эмиттером, а $VT2$ – по схеме с общей базой. Напряжение смещения $U_{см}$ должно иметь такую величину, чтобы оба транзистора работали в активном режиме.

Нагрузкой $VT1$ является малое сопротивление эмиттерного перехода второго транзистора. Поэтому коэффициент усиления напряжения первого каскада равен -1 . Благодаря этому эффект Миллера в каскодной схеме отсутствует. Аналогичную структуру имеют каскодные схемы на МОП-транзисторах.

Каскодная схема обеспечивает примерно такое же усиление по току и напряжению, что и схема с общим эмиттером. Ее преимущество заключается в том, что паразитная емкостная связь между выходом и входом значительно меньше. За счет этого полоса пропускания каскодного усилителя значительно шире, чем у схемы с общим эмиттером.

Каскодные схемы находят широкое применение в аналоговой интегральной схемотехнике. Для их реализации используют как биполярные, так и МОП-транзисторы. На основе каскодной схемы можно получить не только усилители, но и источники тока с большим внутренним сопротивлением.

Полная схема каскодного усилителя на биполярных транзисторах показана на рис. 4.3.2.

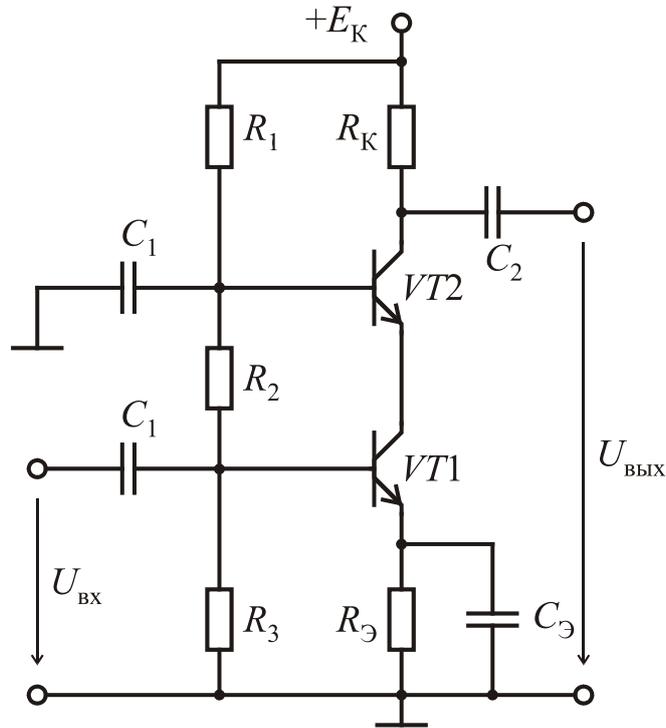


Рис. 4.3.2

Транзистор VT1 включен по схеме с общим эмиттером, а VT2 – по схеме с общей базой. В цепь эмиттера VT1 включен резистор R_3 , обеспечивающий отрицательную обратную связь по постоянному току. Смещение транзисторов задается делителем напряжения $R_1 - R_2 - R_3$. Конденсаторы C_1 , C_2 и C_3 выполняют те же функции, что и в обычной схеме с общим эмиттером.

Рекомендации по сборке схем

В схемах усилителей использовать модель *n-p-n* транзистора Q2N3904 из библиотеки EVAL.slb. Примеры схем можно найти в файлах W4_3_1, W4_3_2 в папке Electronics\Labs.

Рекомендуемая литература

1. Гусев, В. Г. Электроника и микропроцессорная техника: учеб. для вузов / В. Г. Гусев, Ю. М. Гусев. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2004. – 790 с.
2. Быстров, Ю. А. Электронные цепи и микросхемотехника: учеб. / Ю. А. Быстров, И. Г. Мироненко. – М.: Высш. шк., 2002. – 384 с.: ил.
3. Хоровиц, П. Искусство схемотехники / П. Хоровиц, У. Хилл: пер. с англ. – 6-е изд. – М.: Мир, 2003. – 704 с., ил.
4. Довгун, В. П. Электротехника и электроника: учеб. пособие: в 2-х ч. Ч. 2 / В. П. Довгун. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2006. – 252 с.