

56. Термокомпенсация рабочей точки.

На рис. 4.6 показана схема с диодом, включенным в базовую цепь транзистора последовательно с резистором R_2 . При изменении температуры напряжение база — эмиттер останется неизменным, так как потенциалы базы и эмиттера будут меняться примерно одинаково.

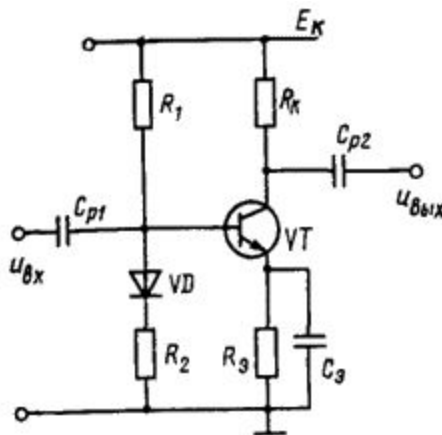


Рис. 4.6.

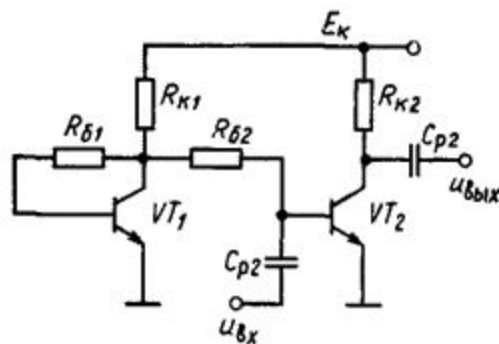


Рис. 4.7.

Так как полупроводниковые приборы имеют большой разброс параметров, то для получения эффекта термокомпенсации рабочей точки диод и транзистор следует подбирать. Это и является существенным недостатком схемы рис. 4.6. Для уменьшения ΔI_{k0}^* используют также кремниевые транзисторы, у которых обратный ток меньше, чем у германиевых.

При проектировании каскадов, являющихся составной частью интегральных микросхем, в качестве термостабилизирующего элемента используется транзистор, выполненный на одном кристалле кремния в едином технологическом цикле с основным транзистором.

В схеме термостабильного каскада, представленной на рис. 4.7, термостабилизирующим элементом является транзистор VT_1 , а основным — транзистор VT_2 . Интегральные транзисторы VT_1 и VT_2 обладают одинаковыми свойствами, т. е. при одинаковых токах покоя $I_{k01} = I_{k02}$ имеют одинаковые параметры

$$U_{630} = U_{6301} = U_{6302}, \quad h_{2191} = h_{2192} = h_{219}.$$

Ток базы покоя транзистора VT_2 , определяющий заданный режим каскада по постоянному току, равен

$$I_{\text{б}02} = I_{\text{к}02} / h_{21\text{э}} = (U_{\text{к}01} - U_{\text{б}02}) / R_{\text{б}2}.$$

$$I_{\text{к}02} = I_{\text{к}01} \frac{R_{\text{б}1}}{R_{\text{б}2}}.$$

При равенстве сопротивлений базовых резисторов $R_{\text{б}1}$ и $R_{\text{б}2}$ коллекторные токи транзисторов VT_1 и VT_2 равны и не зависят от напряжений на эмиттерных переходах транзисторов, т. е. в широком диапазоне температуры, несмотря на изменения $U_{\text{б}0}$ токи $I_{\text{к}01} \approx I_{\text{к}02}$, соответствующие заданному режиму по постоянному току каскада, останутся практически неизменными. Необходимое значение коллекторных токов транзисторов определим по формуле

$$I_{\text{к}02} \approx I_{\text{к}01} \approx (E_{\text{к}} - U_{\text{к}01}) / R_{\text{к}1} - I_{\text{б}02} \approx (E_{\text{к}} - U_{\text{к}01}) / R_{\text{к}1}.$$

Полагая $E_{\text{к}} \gg U_{\text{к}01}$, получим

$$I_{\text{к}01} \approx I_{\text{к}02} \approx E_{\text{к}} / R_{\text{к}1}.$$

Выражение (4.28) позволяет отметить интересное свойство схемы: коллекторный ток транзистора VT_1 не зависит от нагрузки $R_{\text{к}2}$ и определяется величиной коллекторного тока транзистора VT_2 . Схемы, обладающие таким свойством, получили название токового зеркала или отражателя тока. Простейшая схема токового зеркала приведена на рис. 4.8 и отличается от схемы рис. 4.7 лишь отсутствием резисторов $R_{\text{б}1} = R_{\text{б}2}$. Коллекторный ток $I_{\text{к}1}$ в схеме токового зеркала является входным и управляет выходным током (коллекторным током транзистора VT_2), который не зависит от нагрузки.

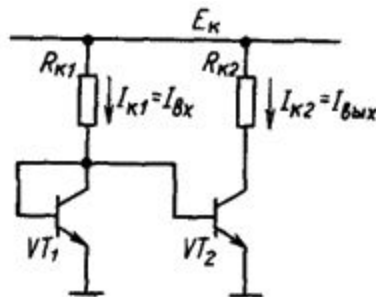


Рис. 4.8.