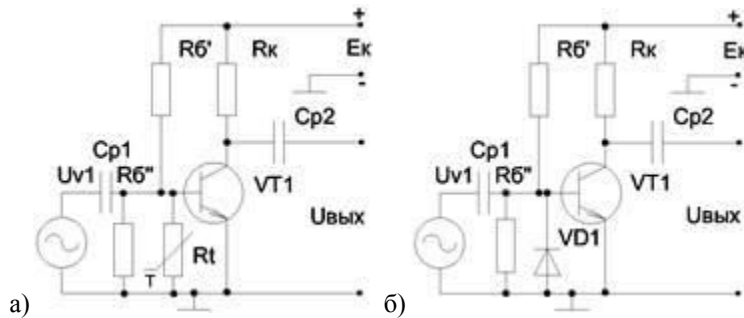


54. Термостабилизация рабочей точки. Эмиттерная стабилизация.

1) При нагревании рабочая точка смещается по нагрузочной прямой, что приводит к увеличению коллекторного тока I_K и уменьшению напряжения $U_{КЭ}$. Это равносильно приоткрыванию транзистора. Поэтому основной задачей температурной стабилизации является синхронная с увеличением температуры стабилизация положения рабочей точки. На рис.а) показана схема с использованием терморезистора.



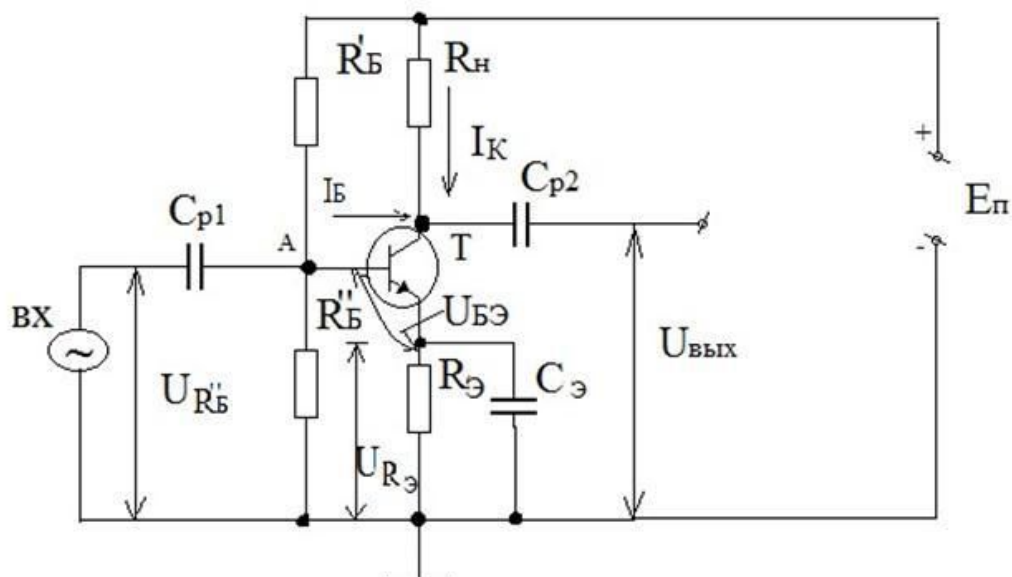
При нагревании сопротивление терморезистора уменьшается, что приводит к общему уменьшению сопротивления включенных в параллель резисторов $R_{Б'}$ и R_t . За счет этого напряжение $U_{БЭ}$ будет уменьшаться, эмиттерный переход подзапирается, и рабочая точка сохраняет своё положение на нагрузочной прямой.

Аналогичным образом происходит термостабилизация рабочей точки полупроводниковым диодом (рис.б).

При увеличении температуры сопротивление диодов в обратном включении будет уменьшаться за счет термогенерации носителей заряда в полупроводнике. Общее сопротивление включенных параллельно резистора $R_{Б'}$ и диода $VD1$ будет уменьшаться, что приведет к уменьшению напряжения $U_{БЭ}$, транзистор подзапирается и рабочая точка сохраняет свое положение.

Недостатком схем с терморезистором и полупроводниковым диодом является то, что и терморезистор, и полупроводниковый диод должны подбираться по своим температурным свойствам для каждого конкретного транзистора. Поэтому наиболее часто применяют схемы температурной стабилизации отрицательной обратной связью (ООС) по постоянному току и напряжению.

2) Такая схема получила наибольшее распространение на практике.



$$I_K = \beta I_B, \text{ но } I_B = f_1(U_{БЭ}), \text{ значит } I_K = f_2(U_{БЭ}), \text{ но}$$

$$U_{БЭ} = U_A - U_{R_3}; U_A = \frac{E_n R_B''}{R_B'' + R_E'} = const, \quad \text{тогда}$$

$$U_{БЭ} = f_3(U_{R_3}); U_{R_3} = f_4(I_3); I_3 \approx I_K$$

Пусть по какой-либо причине (например, увеличение температуры или смена транзистора Т) возрос β , тогда начнет увеличиваться I_K , а значит и I_3 . Это приведет к увеличению U_{R_3} , но уменьшит $U_{БЭ}$, т.к. $U_{БЭ} = const - U_{R_3}$, что приведет к уменьшению I_B , вследствие чего ограничится рост I_K .

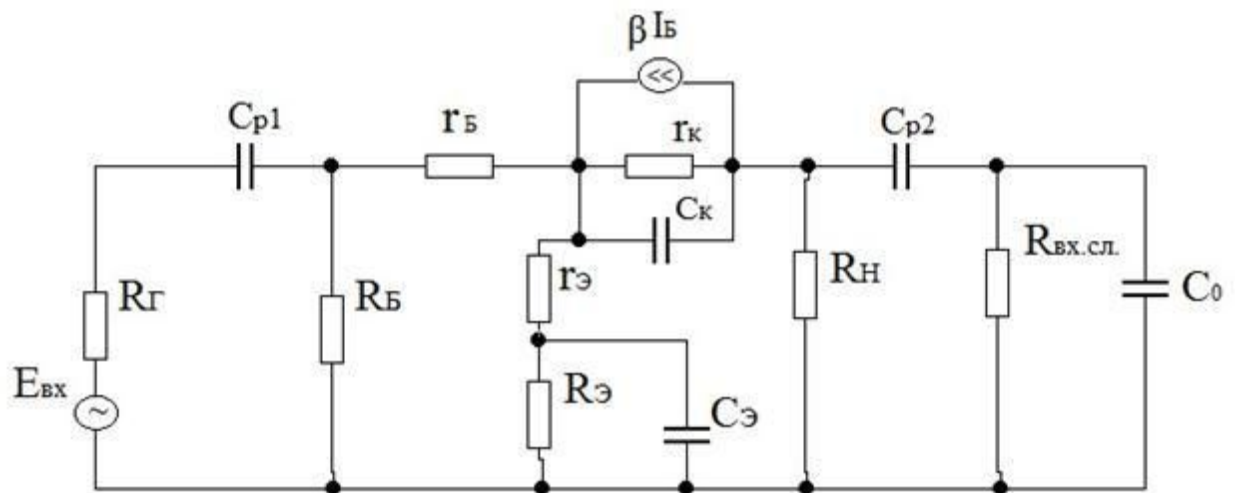
Схематически эмиттерную стабилизацию можно представить:

$$\uparrow \beta \rightarrow \uparrow I_K = \beta I_B \approx \uparrow I_3 \rightarrow \uparrow U_{R_3} \rightarrow \downarrow U_{БЭ} \rightarrow \downarrow I_B \rightarrow \downarrow I_K.$$

При этом $\Delta I_K \approx \Delta I_K \downarrow$, что обеспечивает высокую стабильность I_K .

Рассмотренные схемы стабилизации усилительных каскадов на транзисторах, включенных по схеме с ОЭ, широко применяется при построении усилителей переменного напряжения, и в частности в УНЧ.

Полная эквивалентная схема УНЧ с емкостной межкаскадной связью на основе биполярного транзистора, включенного по схеме с ОЭ.



$$R_B = \frac{R_B' R_B''}{R_B' + R_B''}; C_0 \approx C_{ex.сл} + C_M;$$

Свх.сл. – входная емкость следующего каскада.

См – суммарная монтажная емкость схемы.

Из эквивалентной схемы видно, что существенное влияние на АЧХ усилителя оказывают емкости C_{p1} , $C_{э}$, C_k , C_{p2} , C_0 , поэтому важно знать о критериях выбора этих емкостей.

В области нижних граничных частот f_H полосы пропускания усилителя необходимо выполнение условий:

$$X_{C_{p1}} \ll R_{ex}; X_{C_{э}} \ll R_{э}; X_{C_{p2}} \ll R_{ex.сл}$$

$$\text{где: } R_{ex} = R_B \parallel r_B = \frac{R_B r_B}{R_B + r_B}$$

Эти условия выполняются на практике при следующих соотношениях:

$$\frac{1}{2\pi f_H C_{p1}} \leq 0.1 R_{ex}; \frac{1}{2\pi f_H C_{э}} \leq 0.1 R_{э}; \frac{1}{2\pi f_H C_{p2}} \leq 0.1 R_{ex.сл}$$

Откуда получаем:

$$C_{p1} = \frac{10 \cdot 10^6}{2\pi f_H R_{ex}}, (\text{мкФ})$$

$$C_{э} = \frac{10 \cdot 10^6}{2\pi f_H R_{э}}, (\text{мкФ})$$

$$C_{p2} = \frac{10 \cdot 10^6}{2\pi f_H R_{ex.сл}}, (\text{мкФ})$$

В области средних частот полосы пропускания влиянием всех емкостей на АЧХ можно пренебречь.

В области верхних граничных частот f_B полосы пропускания усилителя необходимо выполнение условий:

$$X_{C_k} \gg r_k; X_{C_0} \gg R_{ex.сл}, \text{следовательно:}$$

$$\frac{1}{2\pi f_B C_k} \geq 0.1 r_k; \frac{1}{2\pi f_B C_0} \geq R_{ex.сл}$$

Откуда получаем:

$$C_k \leq \frac{10 \cdot 10^{12}}{2\pi f_B r_k}, (n\Phi) - \text{определяет выбор транзистора по критерию } C_k$$

$$C_0 \leq \frac{10 \cdot 10^{12}}{2\pi f_B R_{ex.сл}}, (n\Phi)$$

Определяет выбор транзистора по критерию C_k .

АЧХ усилителя с емкостными межкаскадными связями.

