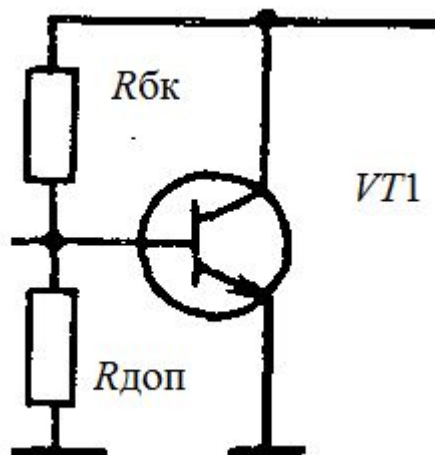


Расчет входного сопротивления
ГВВ на биполярном транзисторе
и компенсация реактивной
составляющей входного и
выходного сопротивления

Предварительные замечания

- При расчете входного сопротивления транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером предполагается, что между базой и эмиттером ПО РАДИОЧАСТОТЕ включен резистор $R_{доп}$, а между базой и коллектором резистор $R_{бк}$, как показано на эквивалентной схеме



Расчет резисторов

Сопротивление дополнительного резистора определяется по формуле:

$$R_{\text{доп}} = \frac{h_{21э0}}{2\pi f_T C_э} \left(1 - \frac{h_{21э0}}{2\pi f_T C_э R_{уэ}} \right) \approx \frac{h_{21э0}}{2\pi f_T C_э} \quad \text{при } R_{уэ} \rightarrow \infty.$$

Сопротивление резистора $R_{бк}$ определяется по формуле:

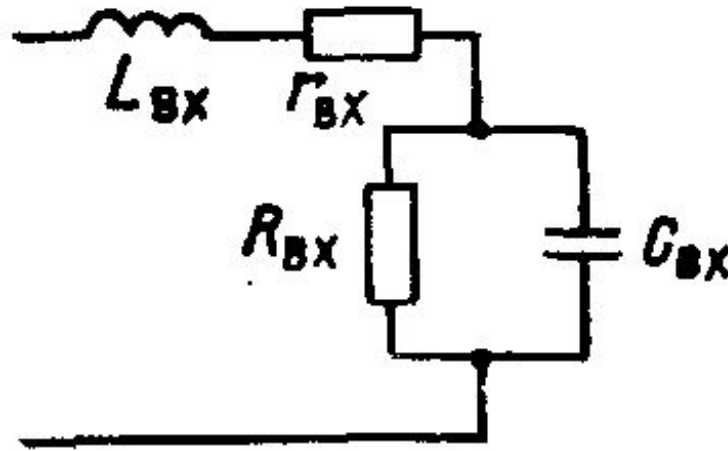
$$R_{бк} = h_{21э0} / 2\pi f_T C_к$$

Эти резисторы можно реально не устанавливать, если рабочая частота соответствует условию:

$$f > 3f_T / h_{21э0}$$

Однако в расчетах эти сопротивления участвуют.

Эквивалентная схема входного сопротивления транзистора



В общем случае схема входной цепи содержит активные последовательное и параллельное сопротивления, а также реактивные сопротивления – индуктивность выводов и входную емкость транзистора, как это показано на рисунке.

- Находим дополнительный параметр:

$$\chi = 1 + \gamma_1(\theta) 2\pi f_T C_K R_{\text{нкp}}$$

- В этой формуле используется коэффициент Берга γ , который связан с коэффициентом α следующим выражением:

- $$\gamma_n(\theta) = (1 - \cos \theta) \alpha_n$$

Расчет элементов эквивалентной схемы

Определим входную индуктивность с учетом индуктивности
выводов базы и эмиттера

$$L_{\text{вхОЭ}} = L_6 + L_э / \chi;$$

Определим последовательное и параллельное активные
сопротивления

$$r_{\text{вхОЭ}} = [(1 + \gamma_1(\theta) 2\pi f_T C_K R_{\text{нкp}}) r_6 + r_э + \gamma_1(\theta) 2\pi f_T L_э] / \chi$$

$$R_{\text{вхОЭ}} = [r_6 + (1 + \gamma_1(\theta) h_{21э0}) r_э] / \chi - r_{\text{вхОЭ}} + R_{\text{доп}} [1 - \gamma_1(\theta)]$$

Расчет комплексного входного сопротивления

Исходя из полученных значений элементов эквивалентной схемы определим активную и реактивную составляющие входного сопротивления

$$r_{\text{вх}} = r_{\text{вхОЭ}} + R_{\text{вхОЭ}} / [1 + (h_{21э0} f / f_{\text{Т}})^2]$$

$$x_{\text{вх}} = 2\pi f L_{\text{вхОЭ}} - \frac{R_{\text{вхОЭ}} (h_{21э0} f / f_{\text{Т}})}{1 + (h_{21э0} f / f_{\text{Т}})^2}$$

Комплексное входное сопротивление определяется по формуле:

$$Z_{\text{вх}} = r_{\text{вх}} + jx_{\text{вх}}$$

Возможные упрощения

- Если рабочая частота удовлетворяет условию: $f > 3f_T/h_{21э0}$

- То некоторые выражения можно несколько упростить.

$$R_{вхОЭ} \approx \frac{1}{\chi} [r_6 + (1 + \gamma_1(\theta)h_{21э0})r_э] - r_{вхОЭ} + h_{21э0} \frac{1 - \gamma_1(\theta)}{2\pi f_T C_э}$$

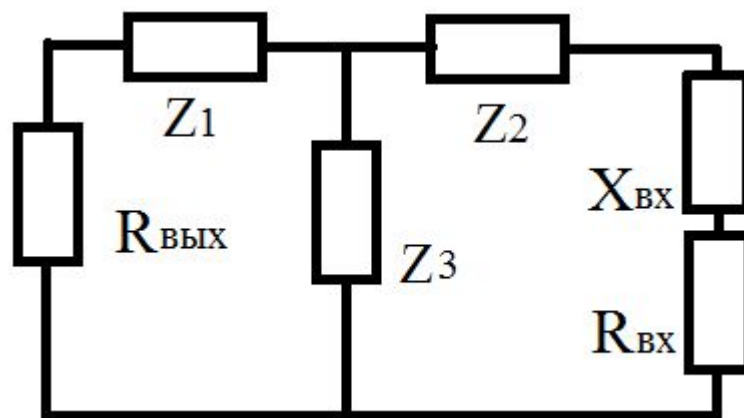
$$r_{вх} = r_{вхОЭ} + (f_T/h_{21э0}f)^2 / R_{вхОЭ}$$

$$x_{вх} = 2\pi f L_{вхОЭ} - (f_T/h_{21э0}f) R_{вхОЭ}$$

Что делать с входной/выходной реактивностью?

- При расчете цепей согласования необходимо обеспечить согласование активных составляющих.
- Реактивная составляющая для узкополосных усилителей может быть компенсирована.

- Проще всего компенсация входной реактивности реализуется для Т-образных цепей. В этом случае из реактивного сопротивления



- В этом случае из реактивного сопротивления Z_2 элемента согласующей цепи нужно вычесть (с учетом знака!) реактивную составляющую входного сопротивления $X_{ВХ}$.

- Например, при разработке согласующего звена решено, что в качестве элемента Z2 должна стоять катушка индуктивности с реактивным сопротивлением 100 Ом.
- Если реактивная составляющая входного сопротивления -20 Ом (емкостное сопротивление) то скорректированное сопротивление элемента Z2 должно быть 120 Ом.
- Если реактивная составляющая входного сопротивления 20 Ом, То скорректированное сопротивление элемента Z2 должно быть 80 Ом.
- Если реактивная составляющая входного сопротивления 120 Ом, То скорректированное сопротивление элемента Z2 должно быть -20 Ом. То есть вместо катушки индуктивности элемент Z2 станет конденсатором, который с индуктивным входным сопротивлением транзистора образует последовательный колебательный контур, имеющий на заданной частоте индуктивное сопротивление.

- В выходном сопротивлении необходимо учитывать паразитную емкость коллектор - эмиттер.
- Это можно сделать двумя способами:
 1. Выбрать в качестве коллекторной нагрузки катушку индуктивности таким образом, чтобы она образовала с выходной емкостью транзистора колебательный контур, настроенный на рабочую частоту, или верхнюю частоту рабочего диапазона.
 2. Учесть эту емкость в выходном согласующем звене