

Практическое занятие №8

РАСЧЁТ ПАРАМЕТРОВ УСИЛИТЕЛЬНЫХ КАСКАДОВ С ОБЩИМ ЭМИТТЕРОМ (ОЭ) И ОБЩИМ КОЛЛЕКТОРОМ (ОК) ПО ПЕРЕМЕННОМУ ТОКУ

Теоретические сведения

На рис. 1 приведены основные схемы усилительных каскадов с ОЭ и ОК.

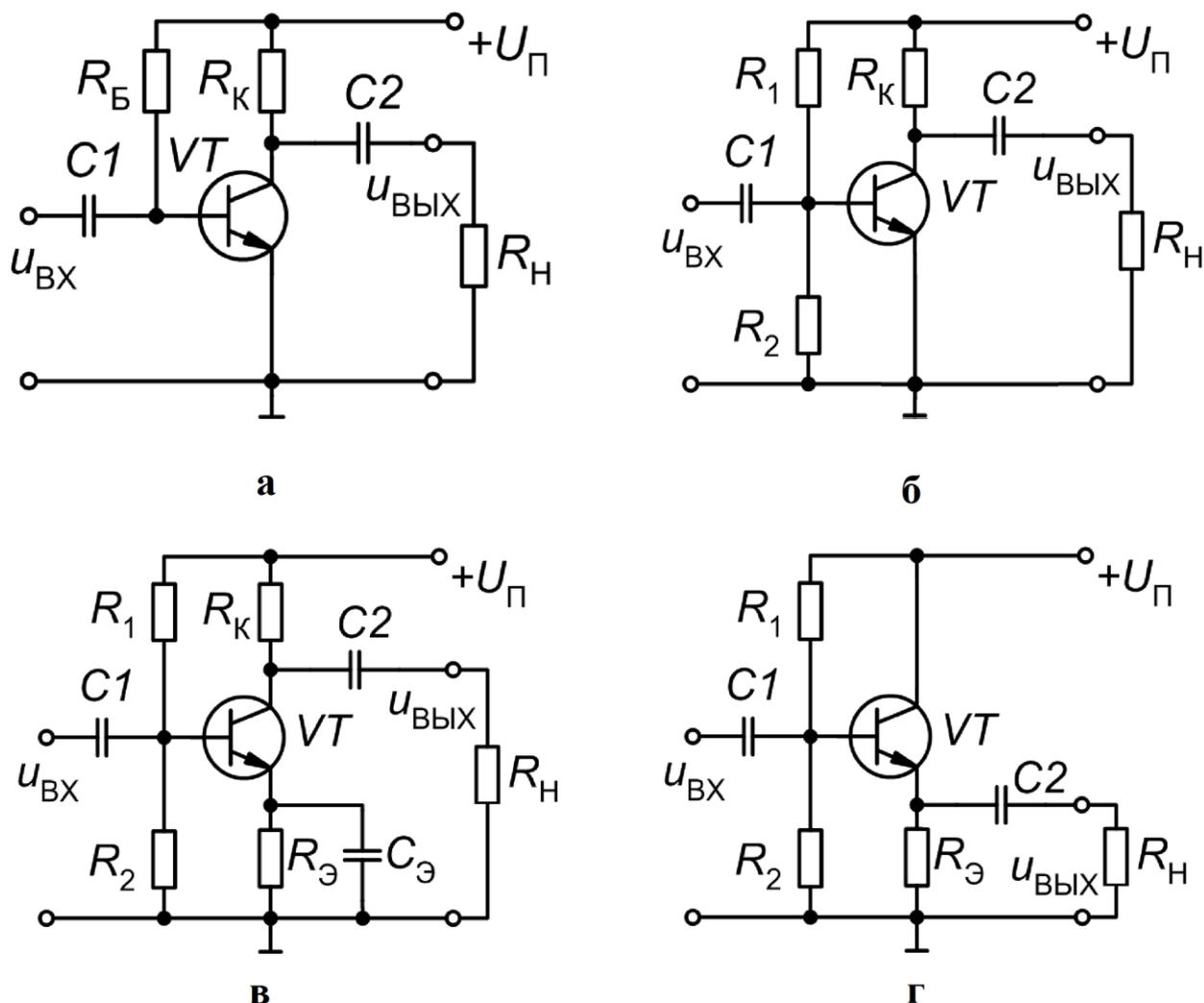


Рис. 1. Схемы усилительных каскадов с ОЭ и с ОК:

ОЭ с фиксацией тока базы (а); ОЭ с фиксацией потенциала базы (б); ОЭ с отрицательной обратной связью по постоянному току (термостабилизацией тока) (в); ОК (г)

Представленная на рис. 2 малосигнальная схема является обобщённой схемой замещения по переменному току этих схем каскадов с ОЭ (рис. 1, а-в). Она получается следующим образом: емкостное сопротивление $X_C = 1/j\omega C$ с ростом частоты $\omega = 2\pi f$ уменьшается и на частоте работы

усилителя считается равным нулю. Поэтому все емкости на схемах рис. 1 закорачиваются (превращаются в провод). Внутреннее сопротивление источника постоянного напряжения ($U_{п}$) по переменному току считается равным нулю, поэтому этот источник тоже закорачивается. В результате получаем в схемах на рис. 1, б-г сопротивления R_1 и R_2 включенными параллельно, сопротивления $R_к$ и $R_н$ на рис. 1, а-в тоже оказываются включенными параллельно, сопротивление R_3 в схеме на рис. 1, в исключается (зашунтировано закороченным конденсатором C_3). В схеме на рис. 1, г сопротивления R_3 и $R_н$ тоже будут параллельны друг другу.

Транзистор заменяем его малосигнальной моделью, в данном случае в h -параметрах, которые легко определить.

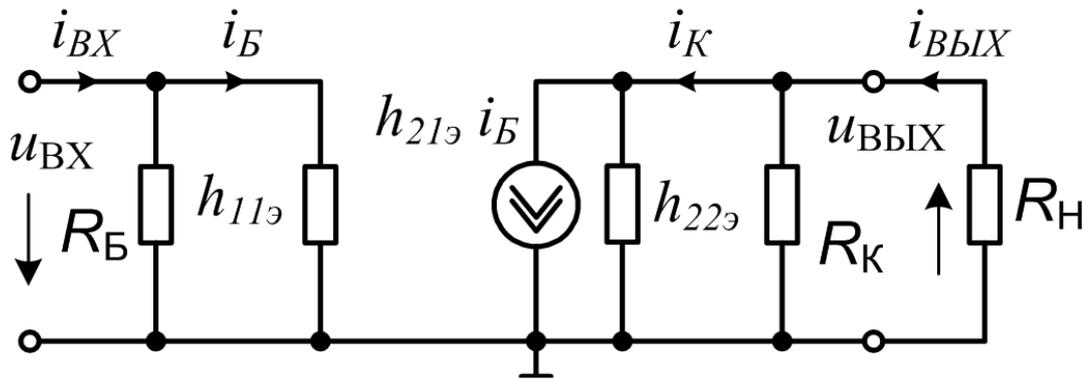


Рис. 2. Схема замещения усилительного каскада ОЭ по переменному току

Поскольку в схемах на рис. 1, б-г резисторы делителя напряжения R_1 - R_2 по переменному сигналу оказываются включенными параллельно, в малосигнальных схемах замещения этих каскадов резистор R_6 следует заменять на параллельно соединённые резисторы R_1, R_2 :

$$R_6 = R_1 \parallel R_2 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}.$$

В соответствии со схемой замещения на рис. 2, входное сопротивление

$$R_{6x} = R_6 \parallel h_{11э},$$

выходное сопротивление

$$R_{6yx} = R_к \parallel (1/h_{22э}) = \frac{R_к}{1 + R_к h_{22э}},$$

коэффициент усиления по напряжению

$$K_U = -\frac{h_{21э}}{h_{11э}} \cdot \frac{R_к}{1 + R_к h_{22э} + (R_к/R_н)},$$

коэффициент усиления по току

$$K_I = K_U \frac{R_{6x}}{R_н},$$

коэффициент усиления по мощности $K_P = K_I K_U$.

Здесь h_{11} – дифференциальное входное сопротивление транзистора; h_{21} – коэффициент передачи по току; h_{22} – дифференциальная выходная проводимость транзистора; буква «Э» в их обозначениях означает, что они измерены для включения транзистора с ОЭ.

На рис. 3 представлена схема замещения по переменному току каскада с ОК (рис. 1, г).

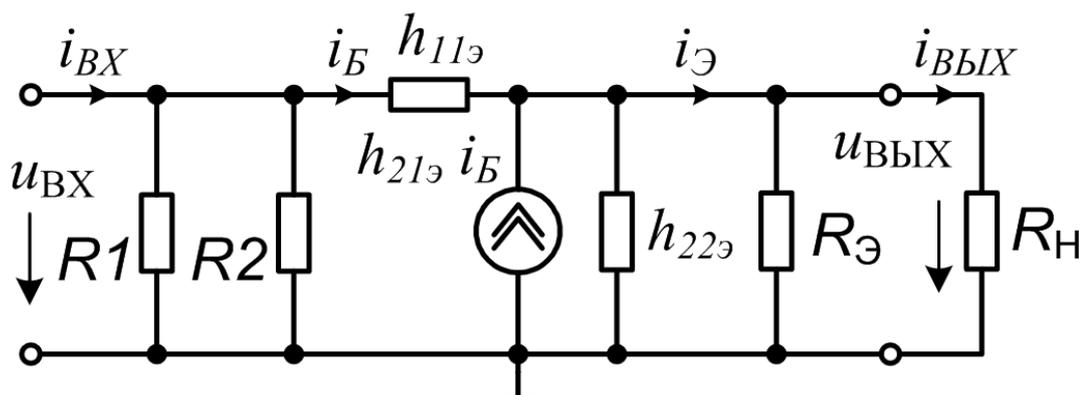


Рис. 3. Схема замещения усилительного каскада ОК по переменному току

В соответствии с ней

входное сопротивление

$$R_{вх} = R_1 \parallel R_2 \parallel (h_{11э} + (1 + h_{21э})R_{экв}),$$

выходное сопротивление

$$R_{вых} = R_э \parallel \left(\frac{R_1 \parallel R_2 \parallel R_э + h_{11э}}{1 + h_{21э}} \right) \parallel \left(\frac{1}{h_{22э}} \right),$$

коэффициент усиления по напряжению

$$K_U = (h_{21э} + 1) \cdot \frac{R_{экв}}{h_{11э} + (h_{21э} + 1)R_{экв}},$$

коэффициент усиления по току

$$K_I = K_U \frac{R_{вх}}{R_н},$$

коэффициент усиления по мощности

$$K_P = K_I K_U.$$

Здесь $R_{экв} = R_э \parallel R_н \parallel (1/h_{22э})$; $R_г$ – внутреннее сопротивление источника сигнала $E_г$.

Напомним, что при параллельном соединении двух резисторов их общее сопротивление

$$R_{общ} = R_1 \parallel R_2 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2},$$

а при параллельном соединении трех резисторов

$$R_{общ} = R_1 \parallel R_2 \parallel R_3 = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = \frac{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}{R_1 \cdot R_2 + R_1 \cdot R_3 + R_2 \cdot R_3}.$$

Задачи для решения

Задача 1. В схеме ОЭ на рис. 1, а $R_б = 430$ кОм, $R_к = 2$ кОм, $R_н = 3$ кОм, параметры транзистора: $h_{11э} = 2$ кОм, $h_{21э} = 120$, $h_{22э} = 0,2$ мСм. Определить коэффициенты усиления по току, напряжению и мощности, входное и выходное сопротивления каскада.

Задача 2. В схеме ОЭ на рис. 1, б $R_1 = 130$ кОм, $R_2 = 10$ кОм, $R_к = 5$ кОм, $R_н = 1$ кОм, параметры транзистора: $h_{11э} = 1$ кОм, $h_{21э} = 100$,

$h_{22э} = 0,5$ мСм. Определить коэффициенты усиления по току, напряжению и мощности, входное и выходное сопротивления каскада.

Задача 3. В схеме ОЭ на рис. 1, в $R_1 = 110$ кОм, $R_2 = 10$ кОм, $R_k = 10$ кОм, $R_H = 10$ кОм, $R_э = 1$ кОм, параметры транзистора: $h_{11э} = 500$ Ом, $h_{21э} = 60$, $h_{22э} = 0,1$ мСм. Определить коэффициенты усиления по току, напряжению и мощности, входное и выходное сопротивления каскада.

Задача 4. В схеме ОК на рис. 1, з $R_r = 100$ Ом, $R_1 = 27$ кОм, $R_2 = 39$ кОм, $R_э = 3,6$ кОм, $R_H = 500$ Ом, параметры транзистора: $h_{11э} = 1$ кОм, $h_{21э} = 150$, $h_{22э} = 0,1$ мСм. Определить коэффициенты усиления по току, напряжению и мощности, входное и выходное сопротивления каскада.