

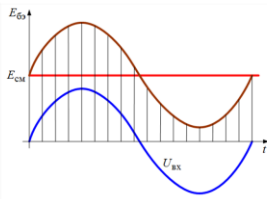
А.В. Глазачев
ЭЛЕКТРОНИКА 1.1



ЭЛЕКТРОНИКА 1.1

Усилители постоянного и переменного тока

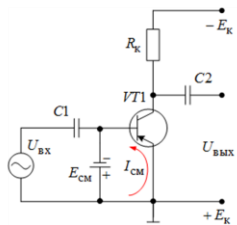
Выбор рабочего режима транзистора



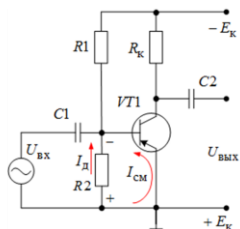
Смещение усиливаемого сигнала

ЭЛЕКТРОНИКА 1.1

Введение смещения при помощи дополнительного источника питания



Смещение фиксированным напряжением

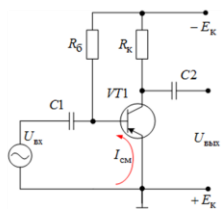


$$U_{R2} = I_{л} R_2$$

$$I_{л} = (3 \dots 5) I_{см}$$

$$(I_{л} + I_{см}) R_1 = E_k - U_{R2}$$

Смещение фиксированным током



$$I_{см} = \frac{E_k - U_{бэ}}{R_б}$$

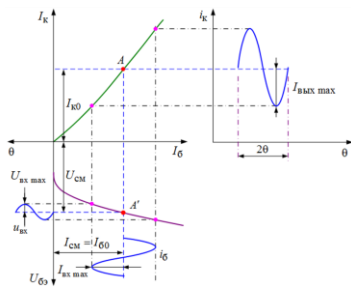
$$R_б = \frac{E_k - U_{бэ}}{I_{см}}$$

Режимы работы усилительных каскадов

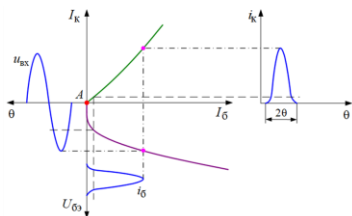
Основные режимы работы усилителя:

- ✓ Режим класса А
- ✓ Режим класса В
- ✓ Режим класса С
- ✓ Режим класса D

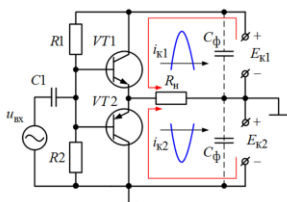
Режим класса А



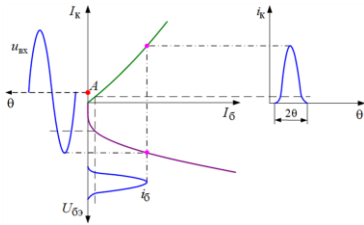
Режим класса В



Двухтактная схема класса В с симметричным источником питания



Режим класса C



Режим класса D

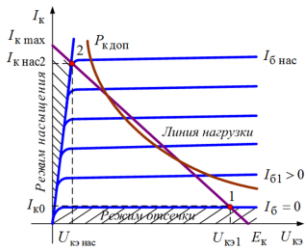
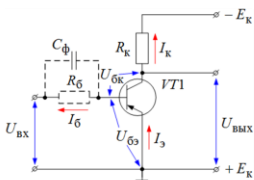


Схема ключевого режима работы транзистора



В режиме насыщения напряжение на коллекторном переходе может быть определено как:

$$U_{бк} = -E_K + I_K R_K + U_{бэ}$$

В обычном режиме напряжение

$$U_{бк} < 0$$

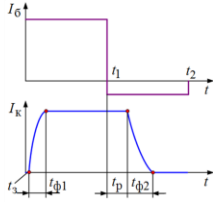
В режиме насыщения

$$U_{бэ} \approx 0$$

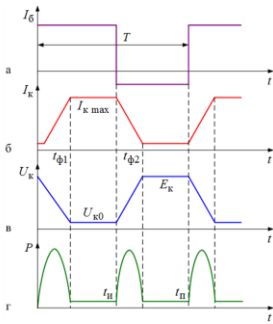
При достаточно большом базовом токе, ток коллектора $I_K = \beta I_б$ может достичь величины, при которой $I_K R_K \geq E_K$

Степень насыщения
$$N = \frac{I_б - I_б_{нас}}{I_б_{нас}}$$

Переходный процесс переключения транзистора

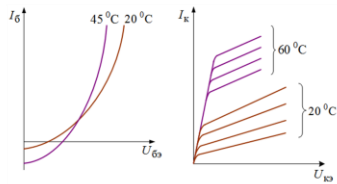


Мощность, выделяемая на транзисторе при ключевом режиме работы



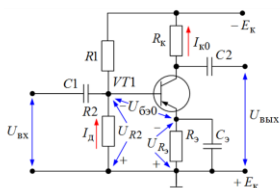
Влияние температуры на работу транзистора

Транзисторы установленные в электронной аппаратуре, во время работы подвергаются нагреванию как за счет собственного тепла, выделяющего при протекании по ним тока, так и за счет внешних источников тепла, например, расположенных рядом нагревающихся деталей.



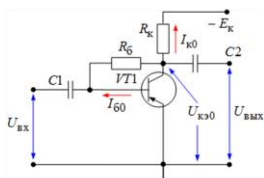
Влияние температуры на статические характеристики транзистора, включённого по схеме с общим эмиттером

Схема эмиттерной стабилизации



$$U_{бэ0} = U_{R2} - U_{R4} = I_{б}R2 - I_{к0}R4$$

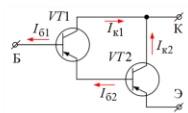
Схема коллекторной стабилизации



$$U_{кэ0} = E_{к} - I_{к0}R_{к}$$

Составной транзистор

Схема Дарлингтона



1. Коэффициент усиления по току:

$$\beta = \beta_1 + \beta_2 + \beta_1\beta_2$$

2. Входное сопротивление:

$$R_{вх} = R_{вх1} + R_{вх2}(\beta + 1)$$

3. Выходное сопротивление:

$$R_{вых} = \frac{R_{вых1}R_{вых2}}{R_{вых1} + R_{вых2}}$$

Усилители постоянного тока

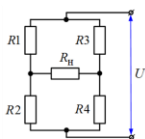
Усилителями постоянного тока называют такие устройства, которые могут усиливать медленно изменяющиеся электрические сигналы, то есть они способны усиливать и переменные и постоянные составляющие входного сигнала.

Усилители постоянного тока разделяют на:

- ✓ дифференциальные;
- ✓ операционные;
- ✓ усилители с преобразованием входного сигнала и др.

Дрейф нуля – отклонение напряжения на выходе усилителя от начального (нулевого) значения при отсутствии входного сигнала.

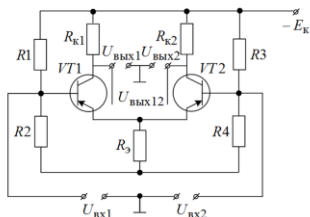
Дифференциальные усилители



$$\frac{R1}{R2} = \frac{R3}{R4}$$

$$U_{Rн} = \frac{U(R1R4 - R2R3)}{(R1 + R2)(R3 + R4)}$$

Схема дифференциального усилителя



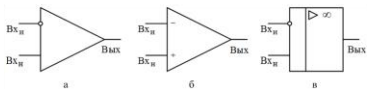
Операционный усилитель

Операционным усилителем называется высококачественный интегральный усилитель постоянного тока с дифференциальным входом и одним выходом, предназначенный для прецизионного выполнения математических операций и обладающий достаточно высоким коэффициентом усиления, высоким входным и низким выходным сопротивлением.

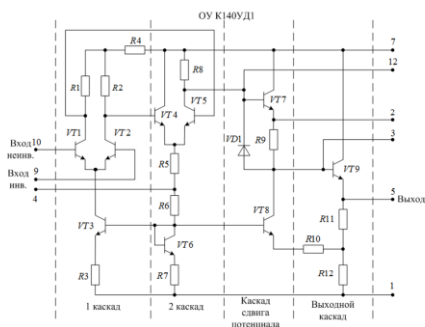
Операционные усилители – аналоговые интегральные микросхемы с малыми габаритами, потребляемой энергией.



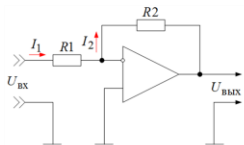
Условные графические обозначения операционных усилителей



Электрическая принципиальная схема операционного усилителя К140УД1



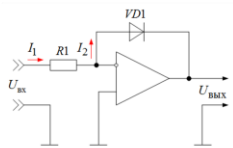
Инвертирующий усилительный каскад на идеальном операционном усилителе



$$I_1 = -I_2 = \frac{U_{вх}}{R1} = -\frac{U_{вых}}{R2} \quad U_{вых} = -U_{вх} \frac{R2}{R1}$$

$$K_v = -\frac{R2}{R1}$$

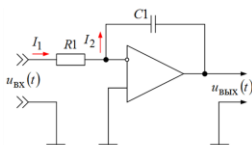
Логарифмирующий каскад



$$I_1 = \frac{U_{вх}}{R} \qquad I_2 \approx I_0 e^{\frac{U_{вмх}}{U_{тк}}}$$

$$\frac{U_{вх}}{R} = I_0 e^{\frac{U_{вмх}}{U_{тк}}} \qquad U_{вмх} = -U_{тк} \ln\left(\frac{U_{вх}}{RI_0}\right)$$

Интегрирующий усилитель



$$i_1 = \frac{u_{вх}(t)}{R1} \qquad i_2 = -C1 \frac{du_{вмх}(t)}{dt}$$

$$\frac{u_{вх}(t)}{R1} = -C1 \frac{du_{вмх}(t)}{dt} \qquad u_{вмх}(t) = -\frac{1}{R1C1} \int u_{вх}(t) dt$$
