

Лекция. Усилители



Усилители

Усилителем называется устройство, с помощью которого путем затрат небольшого количества энергии можно управлять энергией значительно большей.

Классификация усилителей

По роду усиливаемых сигналов:

- усилители гармонических сигналов;
- усилители импульсных сигналов.

По характеру изменения усиливаемого сигнала во времени:

- усилители постоянного тока;
- усилители переменного тока:
 - а) усилители низкой частоты;
 - б) усилители высокой частоты;
 - в) широкополосные;
 - г) избирательные;
 - д) универсальные многофункциональные и пр.

Классификация усилителей

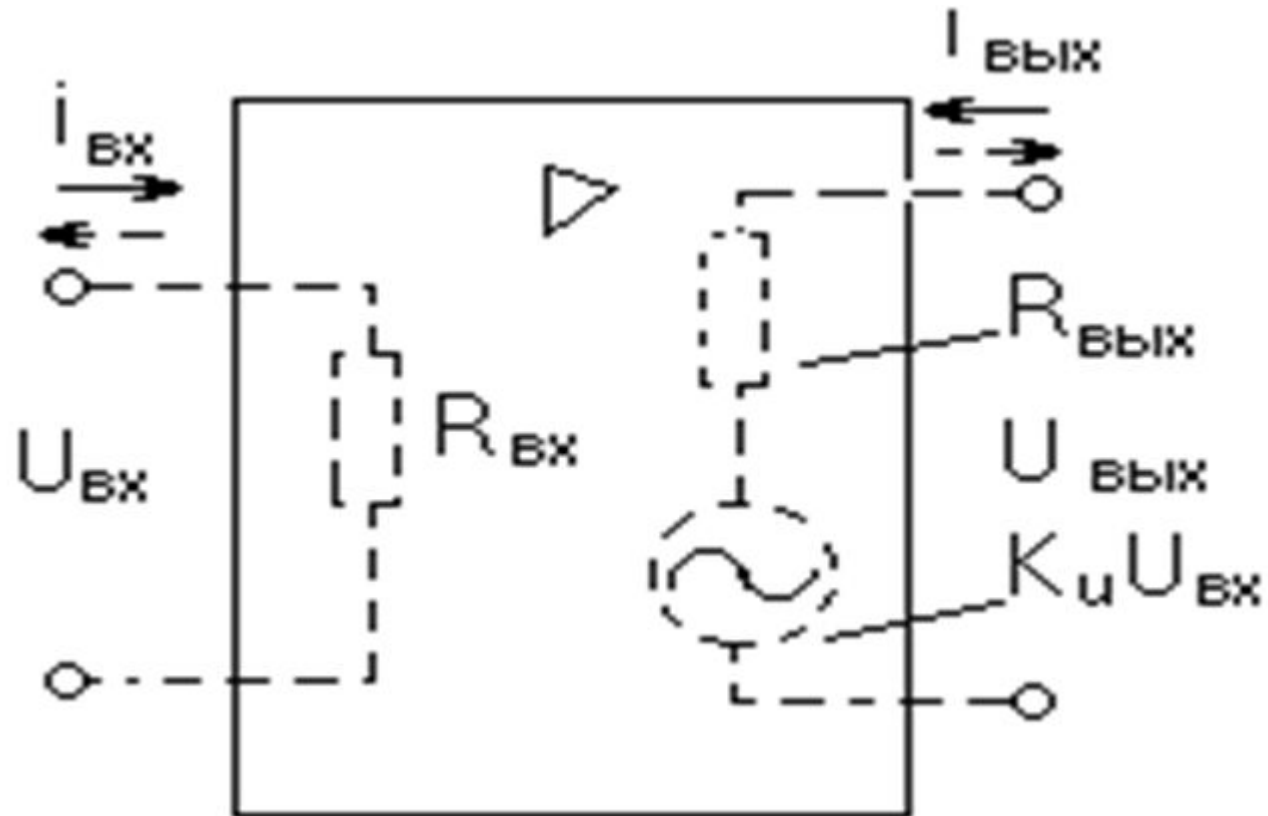
В зависимости от характера нагрузки и назначения:

- усилители напряжения;
- усилители мощности;
- усилители тока.

В зависимости от типа использованных в усилителе активных элементов:

- ламповые;
- полупроводниковые;
- магнитные;
- оптоэлектронные;
- диэлектрические и др.

Обобщенная структура усилителя

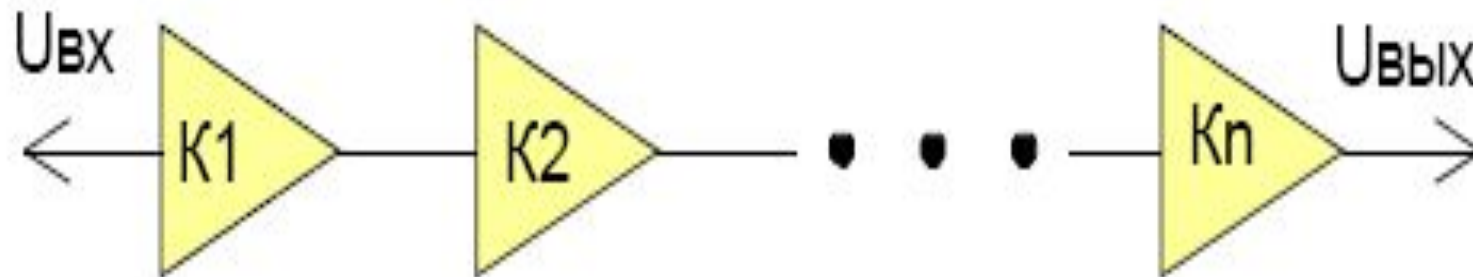


Основные параметры усилителей

1 Коэффициент преобразования (передачи) - это отношение выходного сигнала к входному. В частном случае, когда входное и выходное значения сигнала являются однородными, коэффициент преобразования называют коэффициентом усиления

Коэффициент усиления рассчитывают по соотношению:

$$K_U = U_{\text{ВЫХ}} / U_{\text{ВХ}}$$



Коэффициент усиления при каскадном соединении:

$$K_{\Sigma} = K_1 * K_2 * \dots * K_n$$

Основные параметры усилителей

2 Входное сопротивление - отношение приращения входного напряжения к приращению входного тока:

$$R_{\text{ВХ}} = \Delta U_{\text{ВХ}} / \Delta I_{\text{ВХ}}.$$

Для усилителей обычно можно применять соотношение:

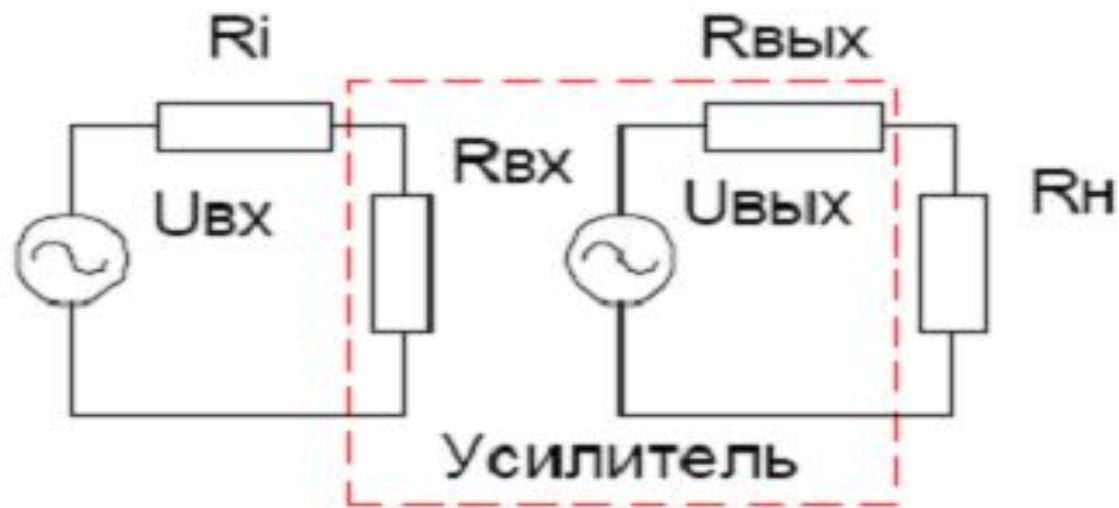
$$R_{\text{ВХ}} = U_{\text{ВХ}} / I_{\text{ВХ}}.$$

3 Выходное сопротивление . отношение приращения выходного напряжения к вызвавшему его приращению входного тока

$$R_{\text{ВЫХ}} = \Delta U_{\text{ВЫХ}} / \Delta I_{\text{ВЫХ}}.$$

Для усилителей обычно можно применять соотношение, полученное из системы двух уравнений, описывающих по эквивалентной схеме усилителя выходные напряжения для двух различных сопротивлений нагрузки.

Основные параметры усилителей



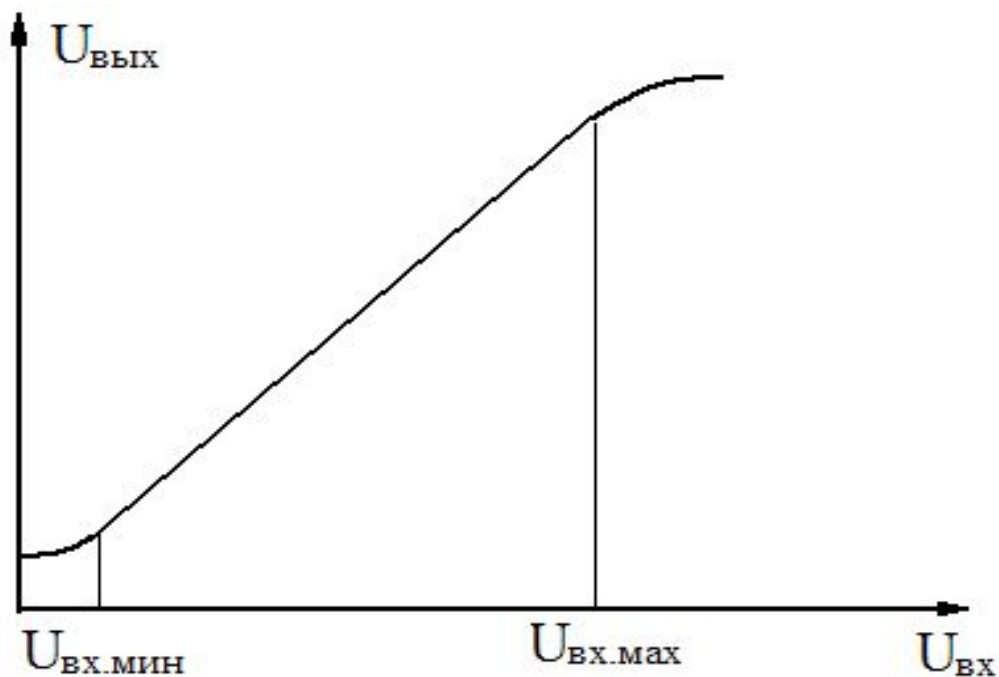
В частном случае выходное сопротивление можно определить по формуле:

$$R_{\text{вых}} = U_{\text{вых.хх}} / I_{\text{вых.кз}}$$

где $U_{\text{вых.хх}}$ - выходное напряжение при холостом ходе на выходе;
 $I_{\text{вых.кз}}$ - ток при коротком замыкании на выходе.

Основные параметры усилителей

4 Амплитудная характеристика – зависимость амплитудного значения напряжения первой гармоники выходного сигнала от амплитуды синусоидального входного напряжения.



Основные параметры усилителей

5 Динамический диапазон - отношение наибольшего допустимого значения входного напряжения к его наименьшему допустимому значению:

$$D = U_{\text{вх max}} / U_{\text{вх min}}$$

Часто динамический диапазон выражают в децибелах:

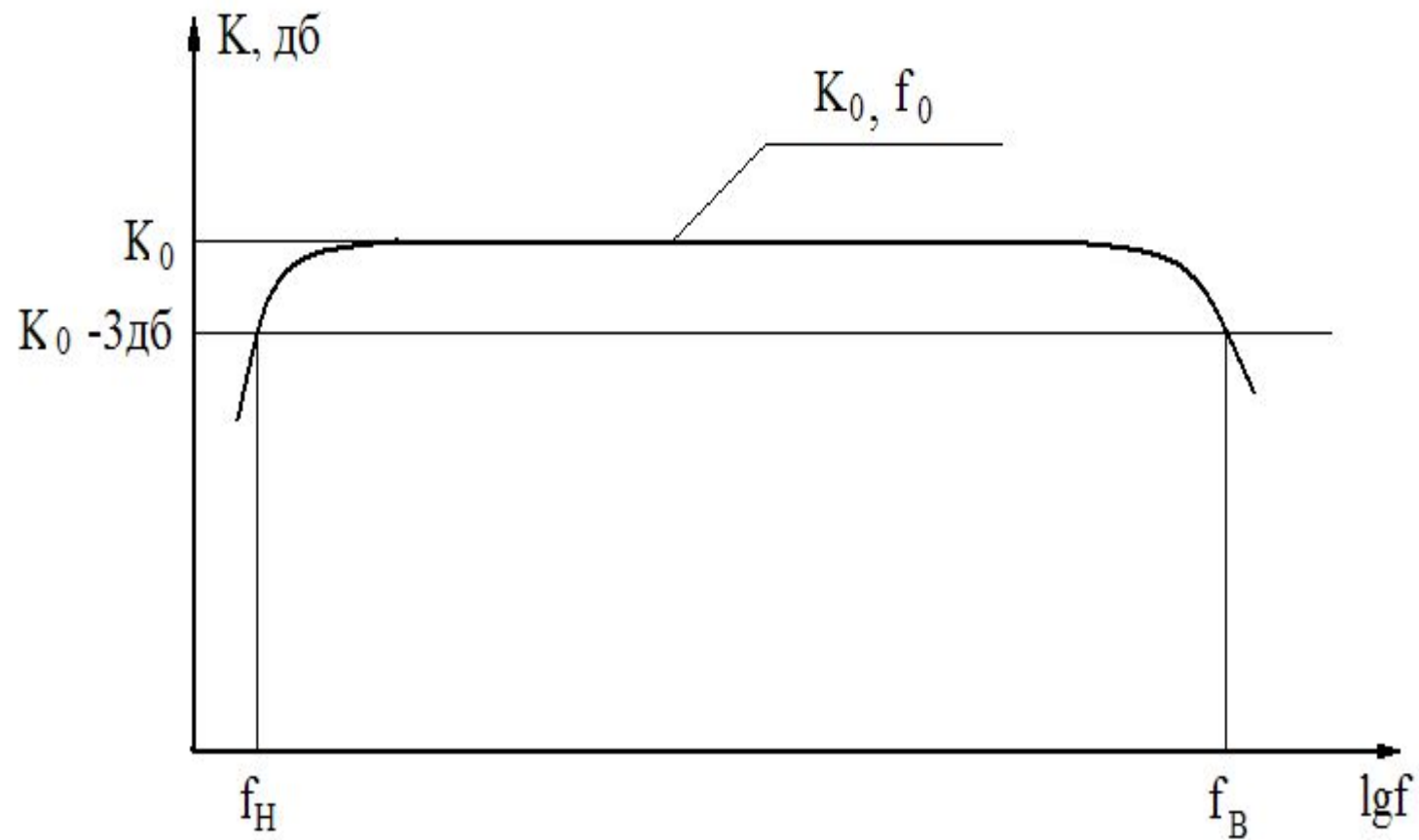
$$D \text{ (дб)} = 20 * \lg (U_{\text{вх max}} / U_{\text{вх min}}).$$

6 Номинальная выходная мощность - это наибольшая выходная мощность, при которой искажения сигнала не превышает допустимого значения.

7 КПД усилителя, который определяют как отношение полезной мощности к затраченной.

8 Амплитудно-частотная характеристика усилителя – это зависимость модуля коэффициента усиления от частоты входного сигнала.

Основные параметры усилителей



Основные параметры усилителей

9 Коэффициент частотных искажений для низких и высоких частот:

$$M_H = K_0 / K_H;$$

$$M_B = K_0 / K_B;$$

где K_0 , K_H , K_B – коэффициенты усиления на средней, низкой и высокой частотах соответственно.

Для определенности K_0 обычно определяют на частоте

$$f_0 = (f_H * f_B)^{1/2}.$$

10 Рабочий диапазон частот (полоса пропускания) – полоса частот от низшей рабочей частоты f_H до высшей рабочей частоты f_B , в пределах которой коэффициент преобразования или коэффициент усиления не выходит за пределы заданных допусков.

Основные параметры усилителей

11 Фазо-частотная характеристика – зависимость угла сдвига фазы между входным и выходным напряжениями от частоты .

12 Переходная характеристика – зависимость от времени выходного напряжения усилителя, на вход которого подан мгновенный скачок напряжения.

13 Фазовые искажения появляются вследствие отклонения фазо-частотной характеристики реального усилителя от идеальной. Они вызваны неодинаковым сдвигом по фазе отдельных гармонических составляющих спектра сигнала сложной формы, что обусловлено наличием в цепях усилителя реактивных компонентов и инерционными свойствами активных приборов.

Доказано, что идеальной фазовой характеристикой является прямая, проходящая под любым углом к оси частот.

Основные параметры усилителей

13 Нелинейные искажения обусловлены нелинейностями амплитудной характеристики усилителя. Количественно их оценивают коэффициентом нелинейных искажений $K_{ни}$ или коэффициентом гармоник $K_{г}$.

$$K_{ни} = [(P_2 + P_3 + P_4 + \dots + P_n) / (P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n)]^{1/2};$$

$$K_{г} = [(P_2 + P_3 + P_4 + \dots + P_n) / P_1]^{1/2};$$

где P_n – мощность n -й гармонической составляющей выходного сигнала.

На практике коэффициент нелинейных искажений применяется чаще из-за простоты реализации его измерителя.