

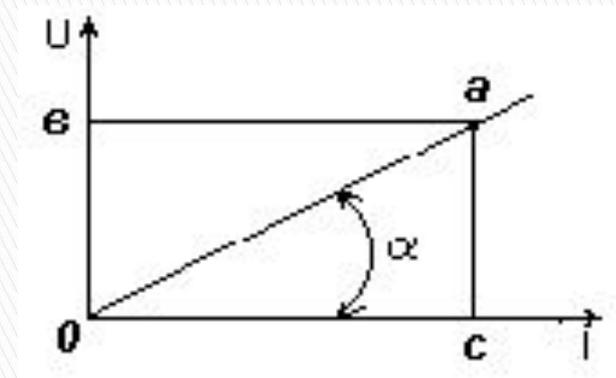
# Нелинейные электрические цепи

1 Нелинейные цепи постоянного  
тока



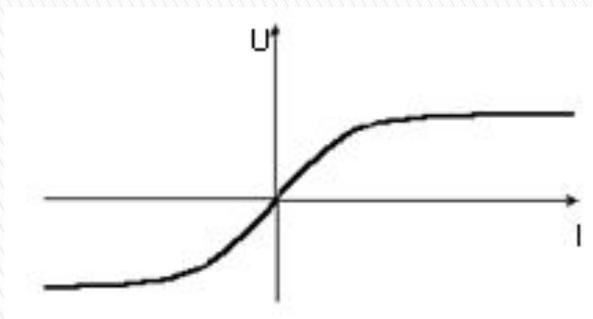
# Вольтамперная характеристика (ВАХ) линейных элементов

В линейной электрической цепи сопротивления ее элементов не зависят от величины или направления тока (напряжения). Вольтамперные характеристики линейных элементов (зависимость напряжения от тока) являются прямыми линиями

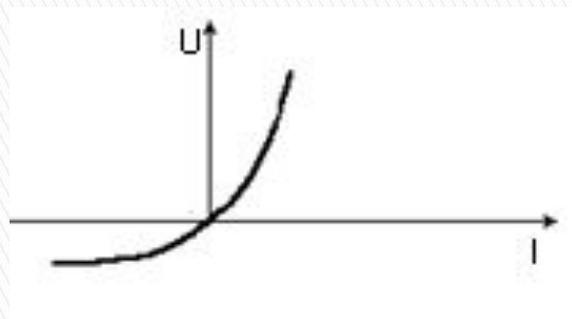


В нелинейной электрической цепи сопротивления ее элементов зависят от величины или направления тока (напряжения).

Нелинейные элементы имеют криволинейные вольтамперные характеристики, симметричные или несимметричные относительно осей координат.

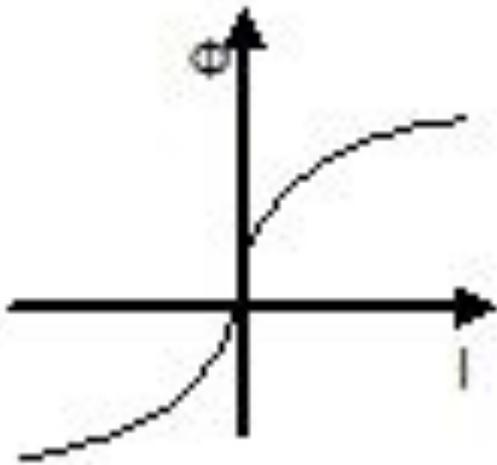


Сопротивления нелинейных элементов с симметричной характеристикой не зависят от направления тока.



Сопротивления нелинейных элементов с несимметричной характеристикой зависят от направления тока

При переменном токе используются нелинейные элементы (катушки и трансформаторы с ферромагнитными сердечниками), имеющие нелинейную зависимость магнитного потока от тока  $\Phi = f(I)$ , конденсаторы с сегнето-диэлектриками, у которых заряд нелинейно связан с напряжением  $Q = f(U)$ .

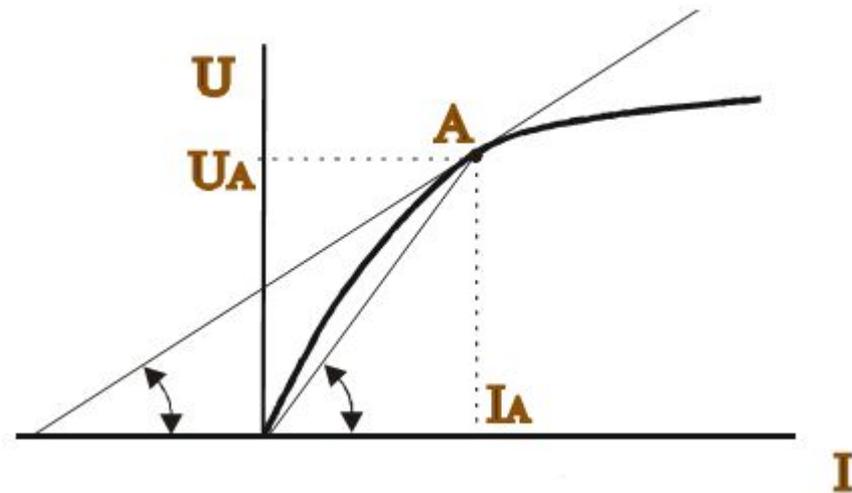


катушка индуктивности ( $\Phi$  – магнитный поток)



Конденсатор  
 $Q$  - заряд

Основной характеристикой нелинейного элемента является его вольтамперная характеристика  $U=f(I)$ , из которой видно, что каждому значению постоянного тока (напряжения) соответствует определенное значение постоянного напряжения (тока). Вольтамперная характеристика лампы накаливания:



У нелинейных элементов различают статическое и динамическое сопротивления.

По вольтамперной характеристике определяют:

- статическое сопротивление нелинейного элемента в точке А

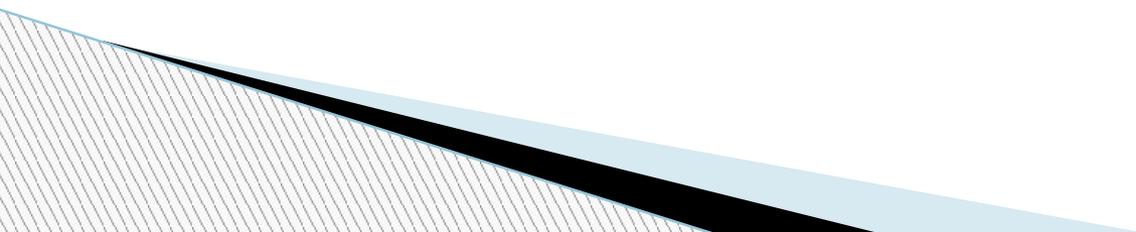
$$R_{ст} = U/I$$

- дифференциальное (динамическое) сопротивление-отношение бесконечно малых приращений напряжения  $dU$  и тока  $dI$

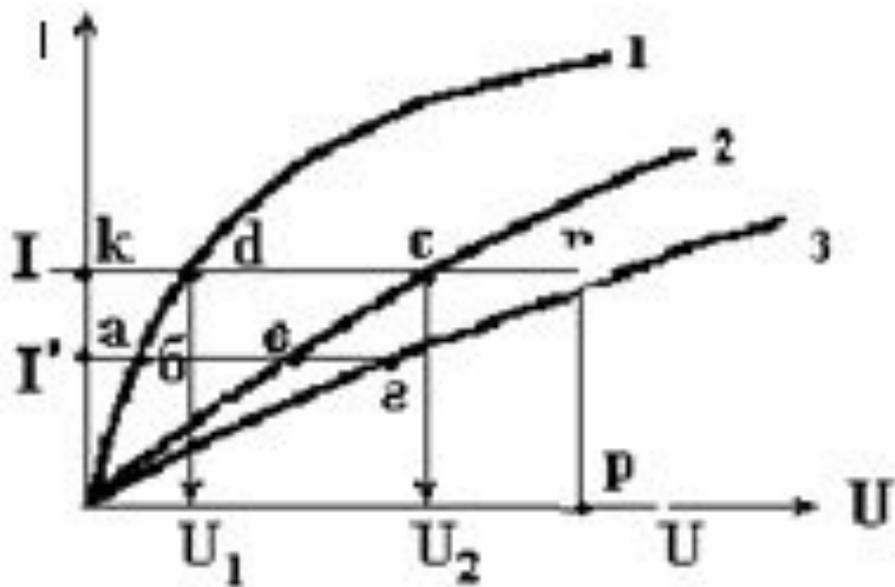
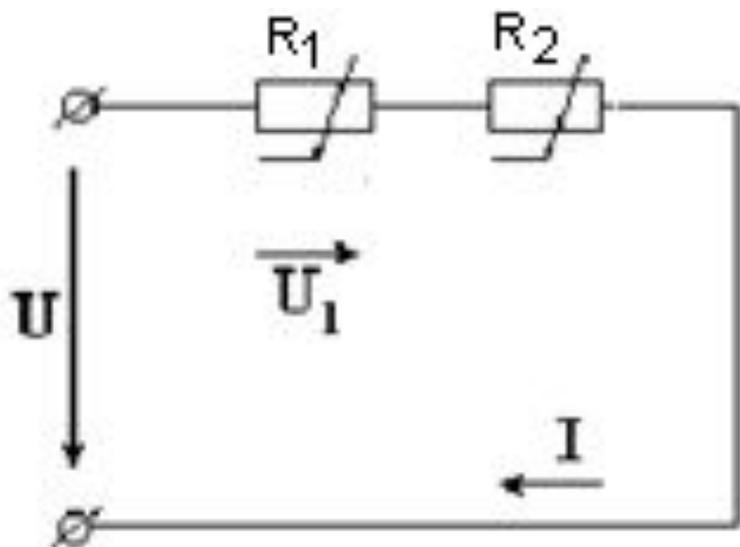
$$R_{д} = dU/dI.$$

Динамическое сопротивление пропорционально тангенсу угла наклона касательной к вольтамперной характеристике в данной точке.

Для расчета нелинейных электрических цепей применяются графоаналитические методы, основанные на применении законов Кирхгофа и использовании заданных вольтамперных характеристик (ВАХ) этих элементов.



# Электрическая цепь с двумя последовательно соединенными нелинейными сопротивлениями $R_1$ и $R_2$ и их вольтамперные характеристики (ВАХ)



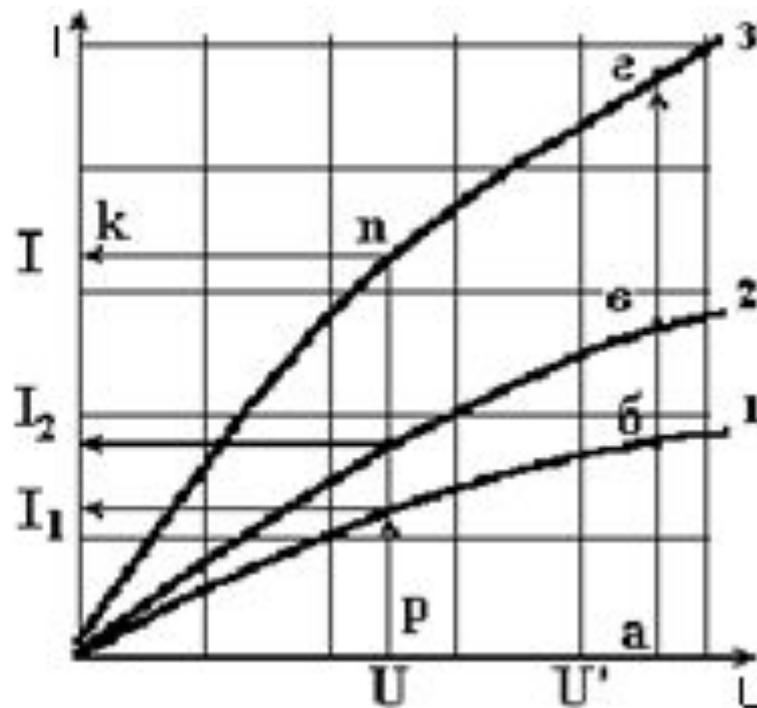
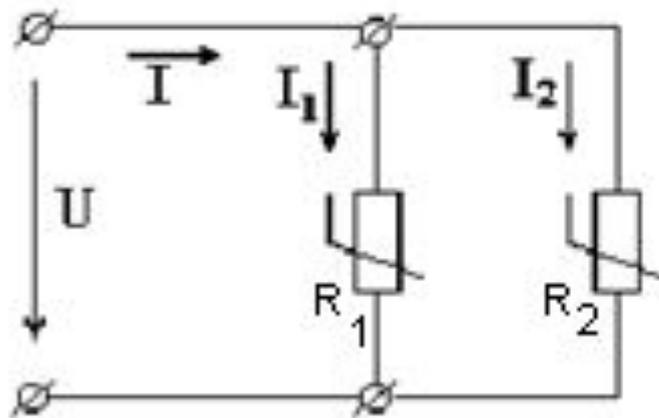
К цепи подведено напряжение  $U$ , и оно равно сумме падений напряжений  $R_1$  и  $R_2$ :

$$U = U_1 + U_2$$

По всей цепи протекает один и тот же ток  $I$ , так как  $R_1$  и  $R_2$  соединены между собой последовательно.

Для определения тока в электрической цепи нужно построить результирующую ВАХ цепи. Для построения этой характеристики следует суммировать *абсциссы* кривых 1 и 2 ( $a\gamma = a\beta + a\alpha$ ), соответствующие одним и тем же значениям тока

# Электрическая цепь с двумя параллельно соединенными нелинейными сопротивлениями $R_1$ и $R_2$ и их вольтамперные характеристики (ВАХ)



При параллельном соединении двух нелинейных элементов ток в неразветвленной части электрической цепи равен сумме токов в параллельных определенных ветвях.

Поэтому при построении результирующей ВАХ всей цепи следует суммировать *ординаты* графиков 1 и 2, соответствующие одним и те же значениям напряжения.

Например, для произвольного значения напряжения находим ординату  $a_3$  точки для результирующей кривой 3 ( $a_3 = a_1 + a_2$ ).

Постройте вольтамперную характеристику лампы накаливания по данным таблицы

U, В	0	20	40	60	80	100	120
I, А	0	0,6	1,1	1,5	1,85	2,15	2,4

## Ответьте на вопросы:

1. Что такое «линейный элемент» в электрической цепи?
  2. Как по вольтамперной характеристике линейного элемента определить величину его сопротивления?
  3. Что такое «нелинейный элемент» в электрической цепи?
  4. Привести примеры нелинейных элементов электрических цепей и их вольтамперных характеристик.
  5. Как определяется статическое сопротивление нелинейного элемента? Будет ли оно одинаковое для разных точек вольтамперной характеристики нелинейного элемента?
  6. Как определяется динамическое сопротивление нелинейного элемента? Будет ли оно одинаковое для разных точек вольтамперной характеристики нелинейного элемента?
- 