

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

## лекция № 7

### • 6.3.2. Комплексное сопротивление пассивного ДП

Пример:

УСР, найти входное сопротивление  $Z_{\text{вх}}$ ,  
если все  $|Z_k| = 10$

Комплексное сопротивление пассивного ДП можно представить в алгебраической или показательной форме

$$Z = \frac{\dot{U}_m}{\dot{I}_m} = \frac{U_m e^{j\alpha u}}{I_m e^{j\alpha i}} = r + jx = |Z|e^{j\varphi}$$

$r$  – вещественная часть  $Z$  – активная составляющая комплексного сопротивления;

$x$  – мнимая часть  $Z$  – реактивная составляющая комплексного сопротивления.

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

## лекция № 7

- **6.3.2. Комплексное сопротивление пассивного ДП**

Пример:

УСР, найти входное сопротивление  $Z_{\text{вх}}$ ,  
если все  $|Z_k| = 10$

Комплексное сопротивление пассивного ДП можно представить в алгебраической или показательной форме

$$Z = \frac{\dot{U}_m}{\dot{I}_m} = \frac{U_m e^{j\alpha t}}{I_m e^{j\beta t}} = r + jx = |Z| e^{j\varphi}$$

$r$  – вещественная часть  $Z$  – активная составляющая комплексного сопротивления;

$x$  – мнимая часть  $Z$  – реактивная составляющая комплексного сопротивления.

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

## лекция № 7

- **6.3.2. Комплексное сопротивление пассивного ДП**

Пример:

УСР, найти входное сопротивление  $Z_{\text{вх}}$ ,  
если все  $|Z_k| = 10$

Комплексное сопротивление пассивного ДП можно представить в алгебраической или показательной форме

$$Z = \frac{U_m \dot{\phantom{U}}}{I_m \dot{\phantom{I}}} = \frac{U_m e^{j\alpha u}}{I_m e^{j\alpha i}} = r + jx = |Z| e^{j\varphi}$$

$r$  – вещественная часть  $Z$  – активная составляющая комплексного сопротивления;

$x$  – мнимая часть  $Z$  – реактивная составляющая комплексного сопротивления.

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

## лекция № 7

- **6.3.2. Комплексное сопротивление пассивного ДП**

Пример:

УСР, найти входное сопротивление  $Z_{\text{вх}}$ ,  
если все  $|Z_k| = 10$

Комплексное сопротивление пассивного ДП можно представить в алгебраической или показательной форме

$$Z = \frac{\dot{U}_m}{\dot{I}_m} = \frac{U_m e^{j\alpha u}}{I_m e^{j\alpha i}} = r + jx = |Z| e^{j\varphi}$$

$r$  – вещественная часть  $Z$  – активная составляющая комплексного сопротивления;

$x$  – мнимая часть  $Z$  – реактивная составляющая комплексного сопротивления.

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

## лекция № 7

### ● 6.3.2. Комплексное сопротивление пассивного ДП

Пример:

УСР, найти входное сопротивление  $Z_{вх}$ ,  
если все  $|Z_k| = 10$

Комплексное сопротивление пассивного ДП можно представить в алгебраической или показательной форме

$$Z = \frac{U_m}{I_m} = \frac{U_m e^{j\alpha u}}{I_m e^{j\alpha i}} = r + jx = |Z| e^{j\varphi}$$

$r$  – вещественная часть  $Z$  – активная составляющая комплексного сопротивления;

$x$  – мнимая часть  $Z$  – реактивная составляющая комплексного сопротивления.

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

## лекция № 7

### ● 6.3.2. Комплексное сопротивление пассивного ДП

Пример:

УСР, найти входное сопротивление  $Z_{вх}$ ,  
если все  $|Z_k| = 10$

Комплексное сопротивление пассивного ДП можно представить в алгебраической или показательной форме

$$Z = \frac{\dot{U}_m}{\dot{I}_m} = \frac{U_m e^{j\alpha u}}{I_m e^{j\alpha i}} = r + jx = |Z| e^{j\varphi}$$

$r$  – вещественная часть  $Z$  – активная составляющая комплексного сопротивления;

$x$  – мнимая часть  $Z$  – реактивная составляющая комплексного сопротивления.

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

## лекция № 7

- **6.3.2. Комплексное сопротивление пассивного ДП**

Пример:

УСР, найти входное сопротивление  $Z_{\text{вх}}$ ,  
если все  $|Z_k| = 10$

Комплексное сопротивление пассивного ДП можно представить в алгебраической или показательной форме

$$Z = \frac{\dot{U}_m}{\dot{I}_m} = \frac{U_m e^{j\alpha t}}{I_m e^{j\alpha t}} = r + jx = |Z| e^{j\varphi}$$

$r$  – вещественная часть  $Z$  – активная составляющая комплексного сопротивления;

$x$  – мнимая часть  $Z$  – реактивная составляющая комплексного сопротивления.

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

## лекция № 7

Следствие: все формулы справедливы и для отдельных элементов, т. е.

*R-элемент и не должен по своему определению потреблять реактивную мощность;*

*L-, C-элементы по своему определению не имеют права потреблять активную мощность.*

*Реактивная мощность L-элемента всегда положительна, а C-элемента всегда отрицательна.*

### **6.4.2. Комплексная мощность**

Чтобы применить МКА для расчета мощностей, составим формальное произведение:

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

## лекция № 7

### • 6.3.2. Комплексное сопротивление пассивного ДП

Пример:

УСР, найти входное сопротивление  $Z_{\text{вх}}$ ,  
если все  $|Z_k| = 10$

Комплексное сопротивление пассивного ДП можно представить в алгебраической или показательной форме

$$Z = \frac{U_m}{I_m} = \frac{U_m e^{j\alpha u}}{I_m e^{j\alpha i}} = r + jx = |Z| e^{j\varphi}$$

$r$  – вещественная часть  $Z$  – активная составляющая комплексного сопротивления;

$x$  – мнимая часть  $Z$  – реактивная составляющая комплексного сопротивления.

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

## лекция № 7

- **6.3.2. Комплексное сопротивление пассивного ДП**

Пример:

УСР, найти входное сопротивление  $Z_{\text{вх}}$ ,  
если все  $|Z_k| = 10$

Комплексное сопротивление пассивного ДП можно представить в алгебраической или показательной форме

$$Z = \frac{U_m \dot{\phantom{U}}}{I_m \dot{\phantom{I}}} = \frac{U_m e^{j\alpha u}}{I_m e^{j\alpha i}} = r + jx = |Z| e^{j\varphi}$$

$r$  – вещественная часть  $Z$  – активная составляющая комплексного сопротивления;

$x$  – мнимая часть  $Z$  – реактивная составляющая комплексного сопротивления.

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

## лекция № 7

- **6.3.2. Комплексное сопротивление пассивного ДП**

Пример:

УСР, найти входное сопротивление  $Z_{\text{вх}}$ ,  
если все  $|Z_k| = 10$

Комплексное сопротивление пассивного ДП можно представить в алгебраической или показательной форме

$$Z = \frac{U_m}{I_m} = \frac{U_m e^{j\alpha u}}{I_m e^{j\alpha i}} = r + jx = |Z| e^{j\varphi}$$

$r$  – вещественная часть  $Z$  – активная составляющая комплексного сопротивления;

$x$  – мнимая часть  $Z$  – реактивная составляющая комплексного сопротивления.

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

## лекция № 7

- **6.3.2. Комплексное сопротивление пассивного ДП**

Пример:

УСР, найти входное сопротивление  $Z_{\text{вх}}$ ,  
если все  $|Z_k| = 10$

Комплексное сопротивление пассивного ДП можно представить в алгебраической или показательной форме

$$Z = \frac{\dot{U}_m}{\dot{I}_m} = \frac{U_m e^{j\alpha t}}{I_m e^{j\alpha t}} = r + jx = |Z| e^{j\varphi}$$

$r$  – вещественная часть  $Z$  – активная составляющая комплексного сопротивления;

$x$  – мнимая часть  $Z$  – реактивная составляющая комплексного сопротивления.

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

## лекция № 7

### ● 6.3.2. Комплексное сопротивление пассивного ДП

Пример:

УСР, найти входное сопротивление  $Z_{\text{вх}}$ ,  
если все  $|Z_k| = 10$

Комплексное сопротивление пассивного ДП можно представить в алгебраической или показательной форме

$$Z = \frac{\dot{U}_m}{\dot{I}_m} = \frac{U_m e^{j\alpha u}}{I_m e^{j\alpha i}} = r + jx = |Z| e^{j\varphi}$$

$r$  – вещественная часть  $Z$  – активная составляющая комплексного сопротивления;

$x$  – мнимая часть  $Z$  – реактивная составляющая комплексного сопротивления.

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

## лекция № 7

### ● 6.3.2. Комплексное сопротивление пассивного ДП

Пример:

УСР, найти входное сопротивление  $Z_{вх}$ ,  
если все  $|Z_k| = 10$

Комплексное сопротивление пассивного ДП можно представить в алгебраической или показательной форме

$$Z = \frac{U_m \dot{\phantom{U}}}{I_m \dot{\phantom{I}}} = \frac{U_m e^{j\alpha u}}{I_m e^{j\alpha i}} = r + jx = |Z| e^{j\varphi}$$

$r$  – вещественная часть  $Z$  – активная составляющая комплексного сопротивления;

$x$  – мнимая часть  $Z$  – реактивная составляющая комплексного сопротивления.

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

## лекция № 7

- **6.3.2. Комплексное сопротивление пассивного ДП**

Пример:

УСР, найти входное сопротивление  $Z_{\text{вх}}$ ,  
если все  $|Z_k| = 10$

Комплексное сопротивление пассивного ДП можно представить в алгебраической или показательной форме

$$Z = \frac{\dot{U}_m}{\dot{I}_m} = \frac{U_m e^{j\alpha t}}{I_m e^{j\alpha t}} = r + jx = |Z| e^{j\varphi}$$

$r$  – вещественная часть  $Z$  – активная составляющая комплексного сопротивления;

$x$  – мнимая часть  $Z$  – реактивная составляющая комплексного сопротивления.

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

## лекция № 7

### ● 6.3.2. Комплексное сопротивление пассивного ДП

Пример:

УСР, найти входное сопротивление  $Z_{вх}$ ,  
если все  $|Z_k| = 10$

Комплексное сопротивление пассивного ДП можно представить в алгебраической или показательной форме

$$Z = \frac{U_m \dot{\phantom{U}}}{I_m \dot{\phantom{I}}} = \frac{U_m e^{j\alpha t}}{I_m e^{j\beta t}} = r + jx = |Z| e^{j\varphi}$$

$r$  – вещественная часть  $Z$  – активная составляющая комплексного сопротивления;

$x$  – мнимая часть  $Z$  – реактивная составляющая комплексного сопротивления.

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

## лекция № 7

- **6.3.2. Комплексное сопротивление пассивного ДП**

Пример:

УСР, найти входное сопротивление  $Z_{\text{вх}}$ ,  
если все  $|Z_k| = 10$

Комплексное сопротивление пассивного ДП можно представить в алгебраической или показательной форме

$$Z = \frac{U_m \dot{\phantom{U}}}{I_m \dot{\phantom{I}}} = \frac{U_m e^{j\alpha u}}{I_m e^{j\alpha i}} = r + jx = |Z| e^{j\varphi}$$

$r$  – вещественная часть  $Z$  – активная составляющая комплексного сопротивления;

$x$  – мнимая часть  $Z$  – реактивная составляющая комплексного сопротивления.

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

## лекция № 7

- **6.3.2. Комплексное сопротивление пассивного ДП**

Пример:

УСР, найти входное сопротивление  $Z_{\text{вх}}$ ,  
если все  $|Z_k| = 10$

Комплексное сопротивление пассивного ДП можно представить в алгебраической или показательной форме

$$Z = \frac{U_m \dot{\phantom{U}}}{I_m \dot{\phantom{I}}} = \frac{U_m e^{j\alpha u}}{I_m e^{j\alpha i}} = r + jx = |Z| e^{j\varphi}$$

$r$  – вещественная часть  $Z$  – активная составляющая комплексного сопротивления;

$x$  – мнимая часть  $Z$  – реактивная составляющая комплексного сопротивления.

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

## лекция № 7

- **6.3.2. Комплексное сопротивление пассивного ДП**

Пример:

УСР, найти входное сопротивление  $Z_{\text{вх}}$ ,  
если все  $|Z_k| = 10$

Комплексное сопротивление пассивного ДП можно представить в алгебраической или показательной форме

$$Z = \frac{\dot{U}_m}{\dot{I}_m} = \frac{U_m e^{j\alpha t}}{I_m e^{j\beta t}} = r + jx = |Z| e^{j\varphi}$$

$r$  – вещественная часть  $Z$  – активная составляющая комплексного сопротивления;

$x$  – мнимая часть  $Z$  – реактивная составляющая комплексного сопротивления.

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

## лекция № 7

### ● 6.3.2. Комплексное сопротивление пассивного ДП

Пример:

УСР, найти входное сопротивление  $Z_{вх}$ ,  
если все  $|Z_k| = 10$

Комплексное сопротивление пассивного ДП можно представить в алгебраической или показательной форме

$$Z = \frac{\dot{U}_m}{\dot{I}_m} = \frac{U_m e^{j\alpha u}}{I_m e^{j\alpha i}} = r + jx = |Z| e^{j\varphi}$$

$r$  – вещественная часть  $Z$  – активная составляющая комплексного сопротивления;

$x$  – мнимая часть  $Z$  – реактивная составляющая комплексного сопротивления.

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

## лекция № 7

*Замечание 2: О резонансе токов говорят при параллельном соединении разно реактивных ДП.*

При резонансе компенсируются  
реактивные составляющие проводимостей и токов  
отдельных ДП.

*Замечание 3: При выполнении определения резонанса в цепях сложной структуры, например, в мостовом соединении, невозможно сказать какой это резонанс – напряжений или токов.*

Например, можно по МКТ составить уравнения и из них найти сопротивления.

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

## лекция № 7

### 6.6. Расчет переходных процессов при синусоидальном и экспоненциальном воздействиях

#### 6.6.1. Особенности расчета

МКА позволяет существенно упростить расчет ПП и приблизить его к схеме расчета ПП при постоянном воздействии, которые были описаны ранее.

Рассмотрим расчет ПП подробнее. Для того, чтобы получить решение для реакции при синусоидальном и экспоненциальном воздействиях аналогично описанному в 3. 4. составляются уравнения состояния.

Расчет вынужденной составляющей и начальных условий производят с учетом комплексных сопротивлений  $L$  и  $C$  элементов и воздействий по МКА.

Запись решения и построение графиков полностью соответствует описанным в 3.

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

## лекция № 7

- **6.3.2. Комплексное сопротивление пассивного ДП**

Пример:

УСР, найти входное сопротивление  $Z_{\text{вх}}$ ,  
если все  $|Z_k| = 10$

Комплексное сопротивление пассивного ДП можно представить в алгебраической или показательной форме

$$Z = \frac{U_m}{I_m} = \frac{U_m e^{j\alpha t}}{I_m e^{j\alpha t}} = r + jx = |Z|e^{j\varphi}$$

$r$  – вещественная часть  $Z$  – активная составляющая комплексного сопротивления;

$x$  – мнимая часть  $Z$  – реактивная составляющая комплексного сопротивления.

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

## лекция № 7

- **6.3.2. Комплексное сопротивление пассивного ДП**

Пример:

УСР, найти входное сопротивление  $Z_{\text{вх}}$ ,  
если все  $|Z_k| = 10$

Комплексное сопротивление пассивного ДП можно представить в алгебраической или показательной форме

$$Z = \frac{U_m}{I_m} = \frac{U_m e^{j\alpha t}}{I_m e^{j\alpha t}} = r + jx = |Z|e^{j\varphi}$$

$r$  – вещественная часть  $Z$  – активная составляющая комплексного сопротивления;

$x$  – мнимая часть  $Z$  – реактивная составляющая комплексного сопротивления.

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

## лекция № 7

- **6.3.2. Комплексное сопротивление пассивного ДП**

Пример:

УСР, найти входное сопротивление  $Z_{\text{вх}}$ ,  
если все  $|Z_k| = 10$

Комплексное сопротивление пассивного ДП можно представить в алгебраической или показательной форме

$$Z = \frac{\dot{U}_m}{\dot{I}_m} = \frac{U_m e^{j\alpha t}}{I_m e^{j\alpha t}} = r + jx = |Z| e^{j\varphi}$$

$r$  – вещественная часть  $Z$  – активная составляющая комплексного сопротивления;

$x$  – мнимая часть  $Z$  – реактивная составляющая комплексного сопротивления.

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

## лекция № 7

- **6.3.2. Комплексное сопротивление пассивного ДП**

Пример:

УСР, найти входное сопротивление  $Z_{\text{вх}}$ ,  
если все  $|Z_k| = 10$

Комплексное сопротивление пассивного ДП можно представить в алгебраической или показательной форме

$$Z = \frac{U_m}{I_m} = \frac{U_m e^{j\alpha t}}{I_m e^{j\alpha t}} = r + jx = |Z| e^{j\varphi}$$

$r$  – вещественная часть  $Z$  – активная составляющая комплексного сопротивления;

$x$  – мнимая часть  $Z$  – реактивная составляющая комплексного сопротивления.