

## Решение задач на тему «Однофазные цепи переменного тока. Основные законы электротехники в комплексной форме»

### Задание:

- 1) Повторить теорию, при необходимости – законспектировать.
- 2) Разобрать примеры решения задач.
- 3) Решить задачи по образцу. Задачи решать в тетради для практических работ. Схемы чертить карандашом, по ГОСТу.

### Краткое теоретическое содержание:

Запись *закона Ома в комплексной форме* выполняется для комплексных амплитуд или комплексов действующих значений

$$\dot{I}_m = \frac{\dot{U}_m}{\underline{Z}}$$

$$\dot{I} = \frac{\dot{U}}{\underline{Z}}$$

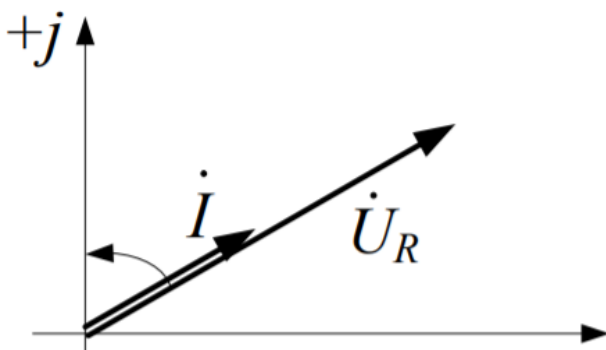
Где  $\underline{Z}$  – полное сопротивление нагрузки, Ом.

$$\underline{Z} = Z e^{j\varphi}$$

### Комплексное сопротивление резистивного элемента

Так как при чисто активном сопротивлении ток и напряжение совпадают по фазе, то есть  $\varphi=0$ , то полное сопротивление на резисторе равно:

$$\underline{Z}_R = \frac{\dot{U}_{Rm}}{\dot{I}_{Rm}} = Z_R e^{j\varphi} = Z_R e^{j0} = Z_R = R, \text{ Ом}$$



### Комплексное сопротивление индуктивного элемента

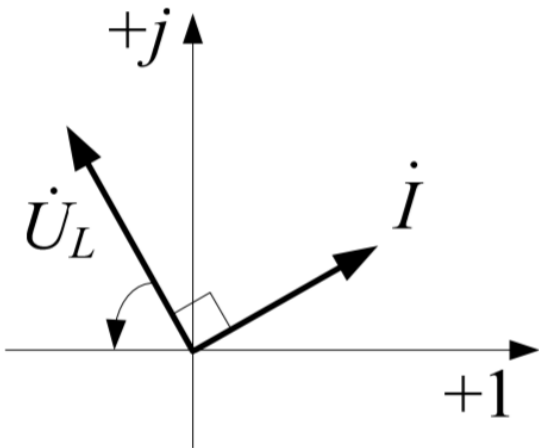
$$\underline{Z}_L = \frac{\dot{U}_{Lm}}{\dot{I}_{Lm}} = j\omega L = jX_L$$

$X_L$  – реактивное индуктивное сопротивление

Если у катушки помимо реактивного учитывается её активное сопротивление, то:

$$\underline{Z}_L = R_L + jX_L$$

На индуктивном сопротивлении вектор напряжения опережает вектор тока на угол  $90^\circ$  ( $\pi/2$ )

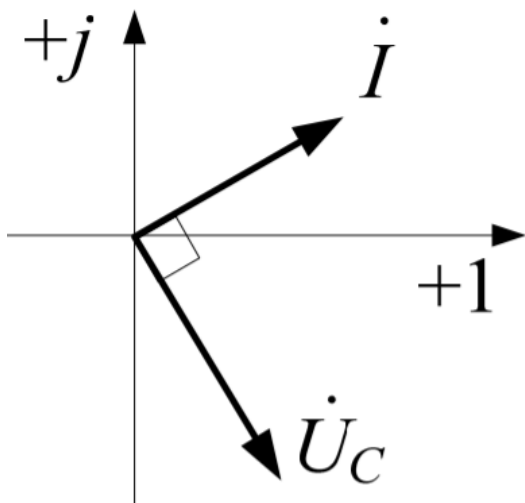


**Комплексное сопротивление ёмкостного элемента**

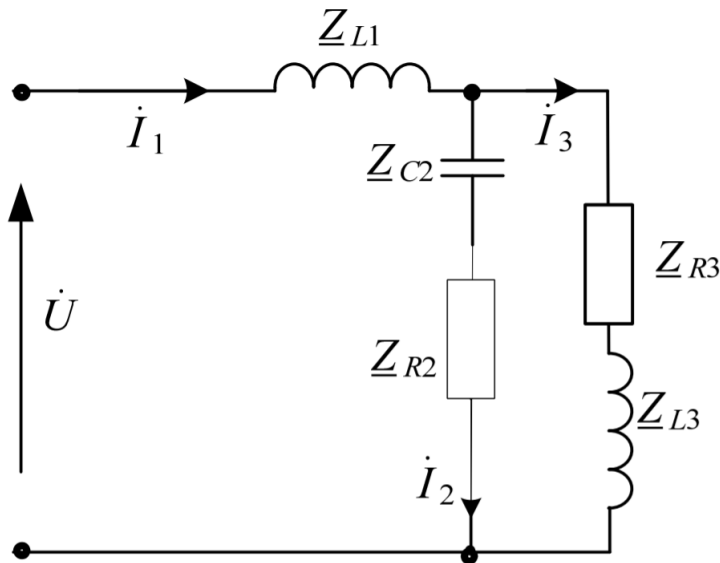
$$\underline{Z}_C = \frac{\dot{U}_{cm}}{\dot{I}_{cm}} = -\frac{1}{j\omega C} = -jX_C$$

$X_C$  – реактивное ёмкостное сопротивление.

На ёмкостном сопротивлении вектор напряжения отстает от вектора тока на угол  $-90^\circ$  ( $-\pi/2$ )



**Пример 1.** В схеме рассчитать полное комплексное сопротивление элементов, если  $\omega=314$  рад/с,  $R_2=20$  Ом,  $R_3 = 40$  Ом,  $L_1=64$  мГн,  $L_3=128$  мГн  $C_2=159$  мкФ



**Решение:**

1. Определим комплексные сопротивления элементов:

$$\underline{Z}_{L1} = j\omega L_1 = j314 \cdot 64 \cdot 10^{-3} = j20 \text{ Ом}$$

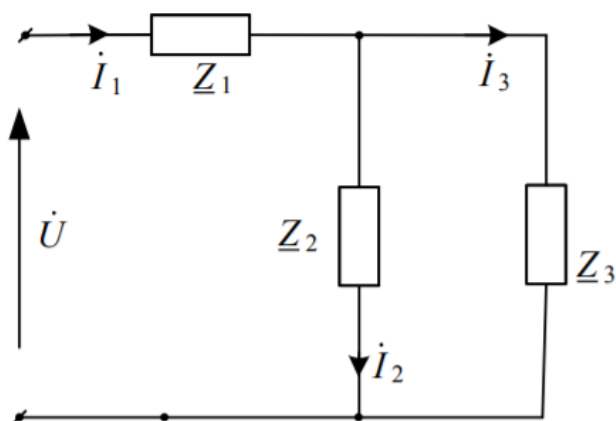
$$\underline{Z}_{C2} = -\frac{1}{j\omega C_2} = -\frac{1}{j314 \cdot 159 \cdot 10^{-6}} = -20j \text{ Ом}$$

$$\underline{Z}_{R2} = R_2 = 20 \text{ Ом}$$

$$\underline{Z}_{R3} = R_3 = 40 \text{ Ом}$$

$$\underline{Z}_{L3} = j\omega L_3 = j314 \cdot 128 \cdot 10^{-3} = j40 \text{ Ом}$$

2. Упростим схему за счёт сложения последовательно расположенных элементов и определим новые сопротивления:



$$\underline{Z}_1 = \underline{Z}_{L1} = j20 = 20e^{j90^\circ} \text{ Ом}$$

$$\underline{Z}_2 = \underline{Z}_{R2} + \underline{Z}_{C2} = 20 - j20 = \sqrt{20^2 + (-20)^2} \cdot e^{j \cdot \arctg\left(\frac{-20}{20}\right)} = 28.3e^{-j45^\circ}$$

$$\underline{Z}_3 = \underline{Z}_{R3} + \underline{Z}_{L3} = 40 + j40 = \sqrt{40^2 + 40^2} \cdot e^{j \cdot \arctg\left(\frac{40}{40}\right)} = 56.6e^{j45^\circ}$$

3. Сложим параллельно соединённые сопротивления  $\underline{Z}_2$  и  $\underline{Z}_3$ :

$$\underline{Z}_{23} = \frac{\underline{Z}_2 \cdot \underline{Z}_3}{\underline{Z}_2 + \underline{Z}_3} = \frac{28.3e^{-j45} \cdot 56.6e^{j45}}{20 - j20 + 40 + j40} = \frac{1601.78e^{j0}}{60 + j20} = \frac{1601.78}{\sqrt{60^2 + 20^2}e^{j\arctg\frac{20}{60}}} =$$

$$= \frac{1601.78}{63.25e^{j18.43^\circ}} = 25.3e^{-j18.5}$$

4. Сопротивления  $\underline{Z}_1$  и  $\underline{Z}_{23}$  соединены последовательно, значит полное сопротивление цепи:

$$\underline{Z} = \underline{Z}_1 + \underline{Z}_{23} = j20 + 25.3e^{-j18.5} = j20 + 25.3 \cos(-18.5^\circ) + j25 \sin(-18.5^\circ) =$$

$$= j20 - 7.85 + j24.05 = -7.85 + j4.05 = 8.83e^{-j27.3^\circ}$$

**Задача 1.** В схеме рассчитать полное комплексное сопротивление элементов, если  $\omega=314$  рад/с,  $R_1=30$  Ом,  $R_3 = 10$  Ом,  $L_1=81$  мГн,  $L_2=169$  мГн  $C_3=127$  мкФ

