

Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме

Достоинство комплексного метода: при его применении в анализе цепей переменного тока можно применять все известные методы анализа постоянного тока.

Закон Ома

Под законом Ома в комплексной форме понимают:

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

$$\begin{cases} \dot{I} = I e^{j\varphi}, \\ \dot{U} = U e^{j\varphi}, \end{cases} \Rightarrow \underline{Z} = \frac{\dot{U}}{\dot{I}} = \frac{U}{I} e^{j(\varphi_U - \varphi_I)} = z e^{\pm j\varphi} = z \cos\varphi \pm jz \sin\varphi = r \pm jx.$$

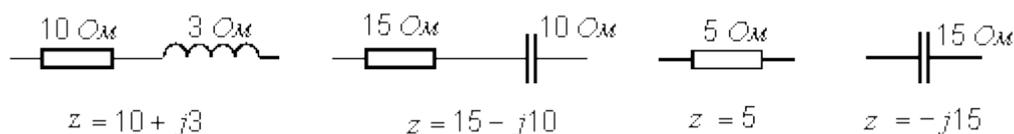
Комплексное сопротивление участка цепи представляет собой комплексное число, вещественная часть которого соответствует величине активного сопротивления, а коэффициент при мнимой части — реактивному сопротивлению.

По виду записи комплексного сопротивления можно судить о характере участка цепи:

$R + jX$ — активно-индуктивное сопротивление;

$R - jX$ — активно-емкостное.

Примеры.



Первый закон Кирхгофа в комплексной форме

Алгебраическая сумма комплексных действующих значений токов в узле равна нулю.

$$\sum_{k=1}^n \dot{I}_k = 0.$$

Второй закон Кирхгофа в комплексной форме

В замкнутом контуре электрической цепи алгебраическая сумма комплексных действующих значений ЭДС равна алгебраической сумме комплексных падений напряжений в нём.

$$\sum_{k=1}^n \dot{E}_k = \sum_{k=1}^n \dot{I}_k z_k$$

При использовании символического метода можно пользоваться понятиями мощностей. Но в комплексной форме можно записать только полную мощность:

$$\tilde{S} = \dot{U} \cdot \ddot{I} = U \cdot I \cdot e^{j(\varphi_U + \varphi_I)} = U \cdot I \cdot e^{\pm j\varphi} = S \cdot e^{\pm j\varphi},$$

где \ddot{I} — комплексно-сопряженный ток

$$S \cos \varphi \pm j S \sin \varphi = P \pm j Q.$$

Полная мощность в комплексной форме представляет собой комплексное число, вещественная часть которого соответствует активной мощности рассматриваемого участка, а коэффициент при мнимой части — реактивной мощности участка. Значение знака перед мнимой частью: “+” означает, что напряжение опережает ток, нагрузка — активно-индуктивная; “−” означает, что нагрузка — активно-емкостная.