

10.1 Потужність кола електричного струму

Миттєва потужність кола синусоїдного струму визначається добутком миттєвого струму та миттєвої напруги: $p = iu$.

Потужність у символічному вигляді визначається добутком комплексу напруги та спряженого комплексу струму:

$$\underline{S} = \dot{U}\dot{I}.$$

Вираз повної потужності у показниковій формі записується таким шляхом:

$$\underline{S} = UI_e^{j\varphi}.$$

Можна потужність визначити і в алгебраїчній та тригонометричній формі:

$$\underline{S} = S\cos\varphi + jS\sin\varphi;$$

$$\underline{S} = P + jQ,$$

де $S = UI$ - модуль повної потужності;

P - активна потужність;

Q - реактивна потужність.

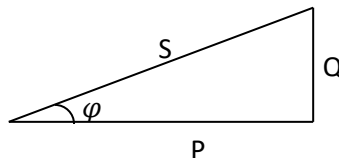
Трикутник потужностей має вигляд Рис. 1 і дає таке співвідношення:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2},$$

$$P = S\cos\varphi,$$

$$Q = S\sin\varphi,$$

$$\varphi = \arctg \frac{Q}{P}.$$



Таким чином, повна потужність є величина комплексна. Активна потужність є дійсною частиною повної потужності, а реактивна – уявною частиною повної потужності. Якщо є кілька приймачів електричної енергії, то співвідношення для повної потужності має вигляд:

$$S = \sqrt{(\sum P)^2 + (\sum Q_L - \sum Q_C)^2},$$

Баланс потужностей можна визначити рівнянням:

$$\underline{S}_{дж} = S_{прийм},$$

де $\underline{S}_{дж}$ – потужність усіх джерел живлення, $S_{прийм}$ – потужність приймачів кола.

10.2 Коефіцієнт потужності. Підвищення коефіцієнта потужності

З попереднього виразу активної потужності за співвідношенням:

$$P = S\cos\varphi$$

У цьому виразі $\cos\varphi$ – коефіцієнт потужності. Він характеризує ступінь використання електричної енергії. Тому дуже важливим стає питання підвищення коефіцієнта потужності.

В приклад можна привести електричну схему, де індуктивним елементом можуть бути більшість потужних приймачів (наприклад, привідні двигуни), які мають індуктивний характер.

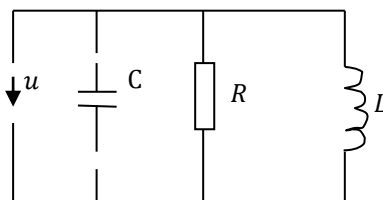


Рис. 2 типова схема енергоспоживання

Векторна діаграма такого кола буде мати такий вигляд рис. 2. Для того щоб зменшити зсув фаз, тобто підвищити коефіцієнт потужності, зазвичай паралельно приймачів вмикають батарею конденсаторів.

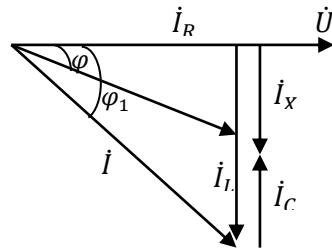


Рис. 3 Векторна діаграма

Для того, щоб визначити додаткову ємність, необхідно зменшити зсув фаз від φ_1 до φ , тоді:

$$I_X = I_L - I_C; \quad I_X = I_R \tan \varphi; \quad I_L = I_R \tan \varphi_1; \quad I_C = U\omega C;$$

$$I_R \tan \varphi = I_R \tan \varphi_1 - U\omega C.$$

де
$$C = \frac{I_R}{\omega U} (\tan \varphi_1 - \tan \varphi)$$

Якщо використати залежність $P = I_R U$, то додаткову ємність визначити співвідношенням.

$$C = \frac{P}{\omega U^2} (\tan \varphi_1 - \tan \varphi).$$

10.3 Явище резонансу

Закон Ома для нерозгалуженого кола має вигляд:
$$I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (\omega L - 1/\omega C)^2}}$$

У разі виникнення умови $\omega L = 1/\omega C$ – таке явище називають **резонансом напруги**.

Режим електричного кола при послідовному з'єднанні ділянок з індуктивністю та ємністю, який характеризується рівністю індуктивного та ємнісного опорів, називають **резонансом напруг**.

В цьому випадку електричне коло перебуває в режимі резонансу напруг, який характеризується тим, що реактивна потужність кола дорівнює нулю, струм і напруга збігаються за фазою.

При незмінних параметрах L та C умову резонансу можна виконувати зміною частоти струму. Резонансну частоту визначають

$$\omega_0 L = 1/\omega_0 C;$$

$$\omega_0 = 1/\sqrt{LC}.$$

У разі резонансу – напруги індуктивності та ємності рівні і векторна діаграма в цьому випадку буде виглядати таким чином рис. 3

$$\varphi = 0;$$

$$\cos \varphi = 1;$$

$$U = IR;$$

$$S = P.$$

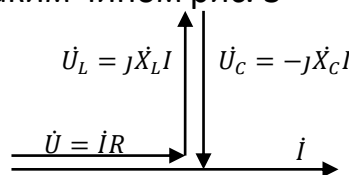


Рис. 4 Векторна діаграма

Якщо активний опір малий, то виникає значний струм і великі напруги на ємності та індуктивності, що можуть бути значно більшими, ніж напруга мережі:

$$R > 1/\omega C \text{ та } R < \omega L.$$

Величину реактивного опору при резонансній частоті називають **хвильовим опором**:

$$\rho = \omega_0 L = \frac{L}{\sqrt{L/C}}.$$

Добротністю контуру називають відношення хвильового опору до активного, тобто добротність визначає, у скільки разів напруга на реактивних елементах перевищує напругу на резистивному елементі:

$$Q = \frac{\rho}{R}.$$

Враховуючи, що

$$C = \omega L,$$

$$X_L = \omega L,$$

$$X_C = 1/\omega C,$$

$$X = X_L - X_C,$$

Закон Ома для розгалуженого кола має вигляд: $I = U\sqrt{g^2 + (b_L - b_C)^2}$.

Якщо $b_L = b_C$, то таке явище називається **резонансом струмів**. У цьому разі струми у вітках із реактивними елементами рівні і повернені у протилежні боки. Як і при резонансі напруг, резонансні струми мають такі співвідношення:

$$\varphi = 0,$$

$$\cos\varphi = 1,$$

$$S = P,$$

$$\omega_0 = 1/\sqrt{LC}.$$

