

Impedance

- vlastnost obvodu v němž se kromě odporů (R) vyskytuje indukčnost (L) nebo kapacita (C)
- jednotkou je Ω
- v obvodech střídavého proudu udává hodnotu proudu

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

- indukční reaktance $X_L = \omega L$ působí proti reaktanci kapacitní $X_C = 1/(\omega C)$
- výsledná reaktance obvodu je rozdílem indukční a kapacitní reaktance

$$X = X_L - X_C$$

- indukční i kapacitní reaktance jsou kolmé na hodnotu odporu

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

- hodnota impedance je kmitočtově závislá

Impedanci lze vyjádřit komplexním číslem

$$\bar{Z} = R \pm jX = |Z|(\cos \varphi \pm j \sin \varphi) = |Z|e^{\pm j\varphi}$$

- R – činný odpor – způsobuje úbytek napětí a tepelné ztráty
- X – reaktance – způsobuje úbytek napětí a fázový posun proudu vůči napětí o úhel φ

$$\varphi = \arctg(X/R)$$

- indukční reaktance má kladnou imaginární složku

$$X_L = \omega L$$

- kapacitní reaktance má zápornou imaginární složku

$$X_C = 1/(\omega C)$$

Impedanci měříme střídavým harmonickým proudem

Měření impedance voltmetrem a ampérmetrem

Z měření napětí a proudu určíme absolutní hodnotu impedance

$$|\bar{Z}| = \frac{U}{I}$$

Fázový posun se vypočítá z hodnoty odporu, určeného vhodnou metodou pro měření odporu

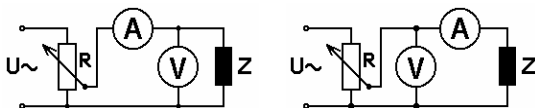
$$\varphi = \arcsin \frac{R}{|\bar{Z}|}$$

Znaménko fázového posunu se určuje z charakteru obvodu (L,C) Vzhledem k fázovému posunu mezi proudem a napětím se korekce na vlastní spotřebu měřících přístrojů neprovádí!

Vliv vlastní spotřeby se omezuje vhodnou volbou zapojení

Měření malých impedancí

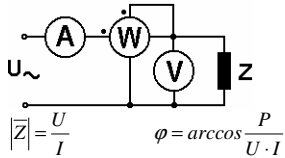
Měření velkých impedancí



Měření impedance voltmetrem, ampérmetrem a wattmetrem

- metoda je vhodná pro průmyslové kmitočty
- korekce na vlastní spotřebu měřících přístrojů se neprovádí
- vliv vlastní spotřeby se omezuje vhodnou volbou zapojení

Měření malých impedancí

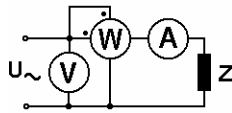


$$|\bar{Z}| = \frac{U}{I} \quad \varphi = \arccos \frac{P}{U \cdot I}$$

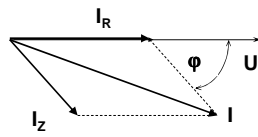
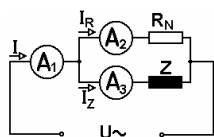
pro sériové náhradní schéma $R = \frac{P}{I^2} \quad X = |\bar{Z}| \cdot \sin \varphi$

$$L = \frac{X}{2\pi \cdot f} \quad C = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot X}$$

Měření velkých impedancí



Metoda 3 ampérmetrů



Metoda se používá hlavně pro měření velkých indukčností, kdy lze zanedbat spotřebu ampérmetrů

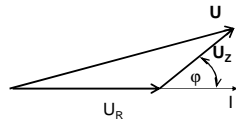
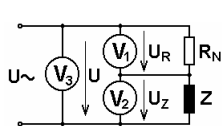
Fázový posun se určuje z kosinové věty

$$|\bar{Z}| = \frac{U_Z}{I_Z} = \frac{R_N \cdot I_R}{I_Z} \quad \cos \varphi = \frac{I^2 - I_Z^2 - I_R^2}{2 \cdot I_R \cdot I_Z}$$

$$P = U_Z \cdot I_Z \cdot \cos \varphi \quad U_Z = R_N \cdot I_N$$

$$P = R_N \cdot I_N \cdot I_Z \cdot \frac{I^2 - I_Z^2 - I_R^2}{2 \cdot I_R \cdot I_Z} = \frac{R_N}{2} \cdot (I^2 - I_Z^2 - I_R^2)$$

Metoda 3 voltmetrů



Metoda se používá hlavně pro měření malých indukčností, kdy lze zanedbat spotřebu voltmetrů

Fázový posun se určuje z kosinové věty

$$|\bar{Z}| = \frac{U_Z}{I_Z} = \frac{U_Z R_N}{U_N} \quad \cos \varphi = \frac{U^2 - U_R^2 - U_Z^2}{2 \cdot U_R \cdot U_Z}$$

$$P = \frac{U^2 - U_R^2 - U_Z^2}{2 \cdot R_N} \quad Q = \frac{U_Z \cdot U_R}{R_N} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \varphi}$$

$$L = \frac{U_Z \cdot R_N}{U_R \cdot \omega} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \varphi}$$
