



STŘÍDAVÝ ELEKTRICKÝ PROUD

RLC obvody v příkladech

TENTO PROJEKT JE SPOLUFINANCOVÁN EVROPSKÝM SOCIÁLNÍM FONDEM A STÁTNÍM ROZPOČTEM ČESKÉ REPUBLIKY.



RLC obvody v příkladech

1) Ideální cívku připojenou na sinusové napětí $U = 230 \text{ V}$ a kmitočtem 60 Hz prochází proud $I = 4,4 \text{ A}$. Určete parametry cívky.

Řešení: Ideální cívka nemá rezistanci tj. $R = 0$, proto platí $X_L = U/I = 230/4,4 = \mathbf{52,3 \Omega}$. Indukčnost vyplývá ze vztahu $X_L = \omega L \Rightarrow L = X_L / \omega = X_L / 2\pi f = 52,3 / 2 \cdot 3,14 \cdot 60 = 0,139 \text{ H} = \mathbf{139 \text{ mH}}$.

2) Žárovku na napětí $U = 24 \text{ V}$ a proudem $I = 1,04 \text{ A}$ chceme připojit na síť o napětí $U = 230 \text{ V}$, $f = 50 \text{ Hz}$. Jak velký kondenzátor předradíme před žárovku (zapojíme do série se žárovkou) a jak velký úbytek napětí na něm vznikne?

Řešení: Z údajů o žárovce vypočteme její činný odpor $R = U_z/I = 24/1,04 = 23 \Omega$. Impedance obvodu musí být tak velká, aby obvodem procházel proud žárovky $I = 1,04 \text{ A}$ při napětí sítě 230 V .

$Z = U/I = 230/1,04 = 221 \Omega$. Potřebnou velikost kapacitní reaktance dostaneme z trojúhelníku

$$\text{odporů } X_c = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{221^2 - 23^2} = 220 \Omega.$$

Kapacitu kondenzátoru dostaneme z rovnice $X_c = 1/\omega C \Rightarrow C = 1/(2\pi \cdot 50 \cdot 220) = 1/69\,080 = \mathbf{0,000015 \text{ F}}$.

Úbytek napětí řešíme dle $U_c = X_c \cdot I = 220 \cdot 1,04 = \mathbf{228,8 \text{ V}}$.

$$(\text{kontrola } U_c = \sqrt{U^2 - U_z^2} = \sqrt{230^2 - 24^2} = 228,75 \text{ V}).$$

3) Určete úbytky napětí, proud v obvodu a jeho fázový posuv, ve kterém jsou zapojeny do série rezistance $R = 4,8 \, \Omega$, induktance $X_L = 16 \, \Omega$ a susceptance $X_C = 12,4 \, \Omega$. Napětí $U = 120 \, V$.

Řešení: Impedance obvodu $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{4,8^2 + (16 - 12,4)^2} = \sqrt{36} = 6 \, \Omega$

Proud v obvodu $I = U/Z = 120/6 = 20 \, A$.

Úbytky napětí

a) na rezistanci $U_R = R \cdot I = 4,8 \cdot 20 = 96 \, V$

b) na induktanci $U_L = X_L \cdot I = 16 \cdot 20 = 320 \, V$

c) na susceptanci $U_C = X_C \cdot I = 12,4 \cdot 20 = 248 \, V$.

Kontrola vyplývající z trojúhelníku napětí

$$U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2} = \sqrt{96^2 + (320 - 248)^2} = \sqrt{14400} = 120 \, V$$

Fázový posun φ zjistíme ze vztahu $\cos \varphi = R/Z = 4,8/6 = 0,8 \Rightarrow \varphi = 36^\circ 50'$.

Kontrola např. $\cos \varphi = U_R/U = 96/120 = 0,8 \dots$

4) V paralelním obvodu je $R = 20 \, \Omega$, $X_L = 25 \, \Omega$, $X_C = 13,75 \, \Omega$ při frekvenci $f = 50 \, Hz$. Svorkové napětí obvodu $U = 220 \, V$. Určete parametry obvodu.

Řešení: Obvod tvoří tři větve v kterých tečou tři proudy, pak dle 1. Kirchhoffova zákona platí

$$I_R = U/R = 220/20 = 11 \, A$$

$$I_L = U/X_L = 220/25 = 8,8 \, A$$

$$I_C = U/X_C = 220/13,75 \, A, \text{ celkový proud } I = \sqrt{I_R^2 + (I_L - I_C)^2} = \sqrt{11^2 + (16 - 8,8)^2} = 13,14 \, A$$

Impedance obvodu $Z = U/I = 220/13,14 = 16,74 \Omega$.

Kontrola z trojúhelníku odporů

$$Z = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R^2} + \left(\frac{1}{X_L} - \frac{1}{X_C}\right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{20^2} + \left(\frac{1}{25} - \frac{1}{13,75}\right)^2}} = 16,75 \Omega$$

Admitance obvodu $Y = 1/Z = 1/16,75 = 0,0597 \text{ S}$.

Ze vztahu $\cos \varphi = I_R/I = 11/13,14 = 0,8371$ je fázový posun $\varphi = 33^\circ 10'$.

5) V sériovém elektrickém obvodu napájeném střídavým napětím $U = 220 \text{ V}$ (50 Hz) ukazuje ampérmetr proud $I = 0,5 \text{ A}$, voltmetr napětí U_R na činném odporu 100 V a další voltmetr napětí U_L na indukční reaktanci 196 V. Určete velikost impedance, činného odporu a indukční reaktance a fázový posun.

Řešení:

Impedance obvodu $Z = U/I = 220/0,5 = 440 \Omega$.

Činný odpor je $R = U_R/I = 100/0,5 = 200 \Omega$.

Induktance $X_L = U_L/I = 196/0,5 = 392 \Omega$.

Indukčnost cívky $L = X_L/\omega = X_L/2\pi f = 392/2\pi \cdot 50 = 1,25 \text{ H}$.

Fázový posun φ zjistíme ze vztahu $\cos \varphi = R/Z = 200/440 = 0,4545 \Rightarrow \varphi = 62^\circ 96'$.

Kontrola např. $\cos \varphi = U_R/U = 100/220 = 0,4545 \dots$

Řešte:

1) Okamžité hodnoty proudu a napětí v elektrickém obvodu jsou popsány rovnicemi:

$i = 5 \sin \omega t$, $u = 100 \sin (\omega t + \pi/6)$. Určete efektivní a maximální hodnoty napětí a proudu v obvodu, účinník, fázový posun, impedanci, činný odpor, dále indukční reaktanci nebo kapacitní reaktanci?, indukčnost nebo kapacitu?

2) Cívka o indukčnosti 50 mH a odporu vinutí 10Ω je spojena sériově s kondenzátorem o kapacitě $2 \mu\text{F}$. Obvod je připojen ke zdroji střídavého napětí 100 V o frekvenci 500 Hz. Určete parametry obvodu X_L , X_C , Z , U_R , U_L , I , $\cos \varphi$, φ .

3) Tlumivka o indukčnosti 2 H a odporu 20Ω je připojena nejprve ke zdroji stejnosměrného napětí 20 V a potom ke zdroji střídavého napětí o stejné hodnotě a frekvenci 50 Hz. V obou případech spočítejte velikost protékaného proudu, budou se lišit?

4) V paralelním zapojení jsou skutečná cívka o činném odporu $R_c = 13,2 \Omega$ a reaktanci $X_L = 17,6 \Omega$, a skutečný kondenzátor o činném odporu $R_k = 35,2 \Omega$ a reaktanci $X_C = 26,4 \Omega$. Napětí na svorkách je $U = 220 \text{ V}$, $f = 50 \text{ Hz}$. Určete proudy ve větvích obvodu, výsledný proud v obvodu, jeho fázový posun, celkovou impedanci a její složky.

S použitím:

- L. Javorský, A. Bobek, R. Musil. *Základy elektrotechniky*. 5. upravené vydání. Praha 1970: SNTL. od str. 283.
- L. Voženílek. *Kurs elektrotechniky*. 2. přepracované vydání. Praha 1988: SNTL.
- Zdeněk Opava. *Elektřina kolem nás*. 2. opravené a doplněné vydání. Praha 1985: Albatros.
- J. Kubrycht, R. Musil, L. Voženílek. *Elektrotechnika*. Praha 1969: SNTL. od str. 185.
- Kolektiv AKADEMIE VĚD ČESKÉ REPUBLIKY. *DVD Elektřina a magnetismus*. 2007.

http://www.walter-fendt.de/ph14cz/combrlc_cz.htm

vypracoval: Ing. Milan Matátko