

2.8.7. Soros RLC – Mintapélda

Kapcsoljunk sorba egy $60\ \Omega$ veszteségi ellenállású, $0,5\ \text{H}$ önindukciós tényezőjű tekercset egy $0,15\ \mu\text{F}$ kapacitású kondenzátorral (ld. ábra)!

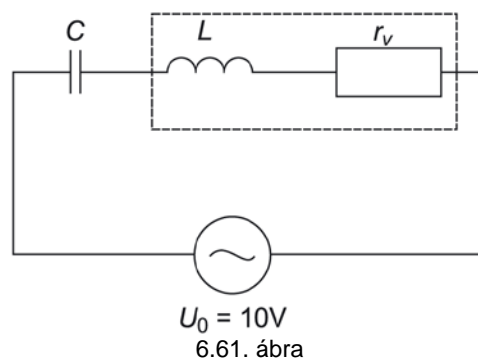
Számítsuk ki:

– A soros kör rezonancia frekvenciáját és az egyes elemeken eső feszültségeket az f_0 frekvencián,

– a rezgőkör jósági tényezőjét!

– a rezgőkör sávszélességét

Rajzoljuk meg a feszültség – áramerősség vektorábráját a rezonancia frekvencián!



Megoldás:

A rezgőkör rezonancia frekvenciáját Thomson képletből számítjuk ki:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}} = \frac{1}{6,28\sqrt{0,5 \cdot 0,15 \cdot 10^{-6}}} = \frac{1}{6,28 \cdot 0,27 \cdot 10^{-3}} = \frac{10^3}{1,72} = 581\ \text{Hz}$$

Az áramkörben folyó áramot a generátor feszültségéből és a látszólagos ellenállások rezonancia frekvencián képviselt értékéből tudjuk meghatározni.

Számítsuk ki az induktív és kapacitív látszólagos ellenállásokat!

$$X_L = \omega \cdot L = 2\pi \cdot f \cdot L = 6,28 \cdot 581\ \text{Hz} \cdot 0,5\ \text{H} = 1824\ \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{6,28 \cdot 581\ \text{Hz} \cdot 0,15 \cdot 10^{-6}\ \text{F}} = \frac{10^6}{5,47 \cdot 10^2} = 1827\ \Omega$$

A két látszólagos ellenállást, ha figyelembe vesszük a számolási elhanyagolásokat, azonosnak vehetjük. A következőkben $1825\ \Omega$ értékkel számolunk!

Az áramkör impedanciája:

$$Z = \sqrt{r_v^2 + (X_L + X_C)^2} = \sqrt{r_v^2} = r_v = 60\ \Omega$$

Látható, hogy rezonancia frekvencián csak a tekercs soros veszteségi ellenállása határozza meg a körben folyó áramot:

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{10\text{ V}}{60\ \Omega} = 0,16\text{ A}$$

Az elemeken eső feszültség abszolút értéke:

$$U_L = U_C = I \cdot X_L = I \cdot X_C = 0,16\text{ A} \cdot 1825\ \Omega = 292\text{ V}$$

A tekercs veszteségi ellenállásán eső feszültség:

$$U_R = I \cdot r_v = 0,16\text{ A} \cdot 60\ \Omega = 10\text{ V}$$

Mint látható az induktív és kapacitív reaktanciákon eső feszültség sokkal nagyobb, mint az áramkörre kapcsolt generátor feszültsége. Az arányuk a rezgőkör jóságára jellemző érték:

$$U_C = U_L = Q \cdot U_0$$

A rezgőkör jósági tényezője:

$$Q = \frac{X_L}{r_v} = \frac{1825\ \Omega}{60\ \Omega} \approx 30,$$

Közelítően ennyi a generátor és az elemeken mért feszültségek viszonyszáma is. A soros rezgőkörnek ezt a tulajdonságát feszültségrezonanciának hívjuk.

A rezgőkör sávszélessége:

$$B = \frac{f_0}{Q} = \frac{581\text{ Hz}}{30} = 19,4\text{ Hz}$$

Rajzoljuk meg a feszültség-áram vektorábrát!

A megrajzolt vektorábra természetesen nem léptékhelyes, csak a fázishelyzet bemutatására szolgál. Az induktív és kapacitív tagon eső feszültség megegyező amplitúdójú, de egymással ellentétes irányú, ezért $U_L - U_C = 0$. (6.62 ábra)

Rezonancia frekvencián a feszültség és az áramerősség vektorok között fáziseltérés nincs, $\varphi = 0$, a rezgőkör ohmos jellegű.

