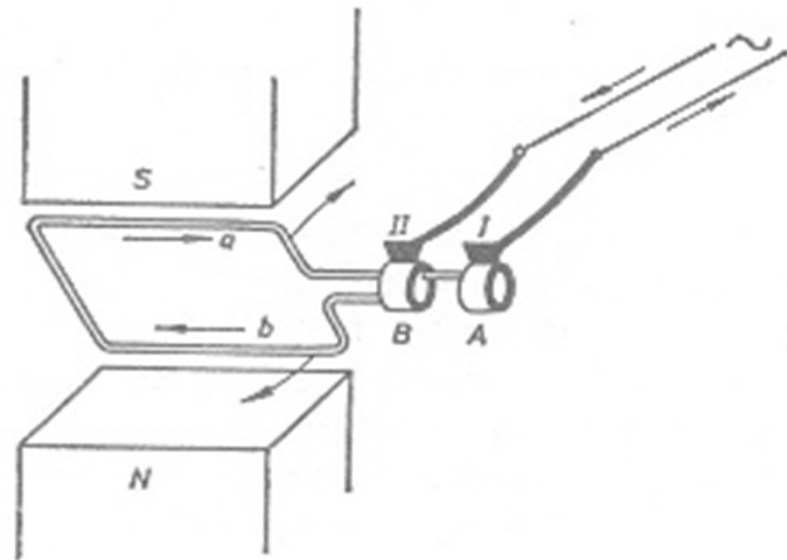


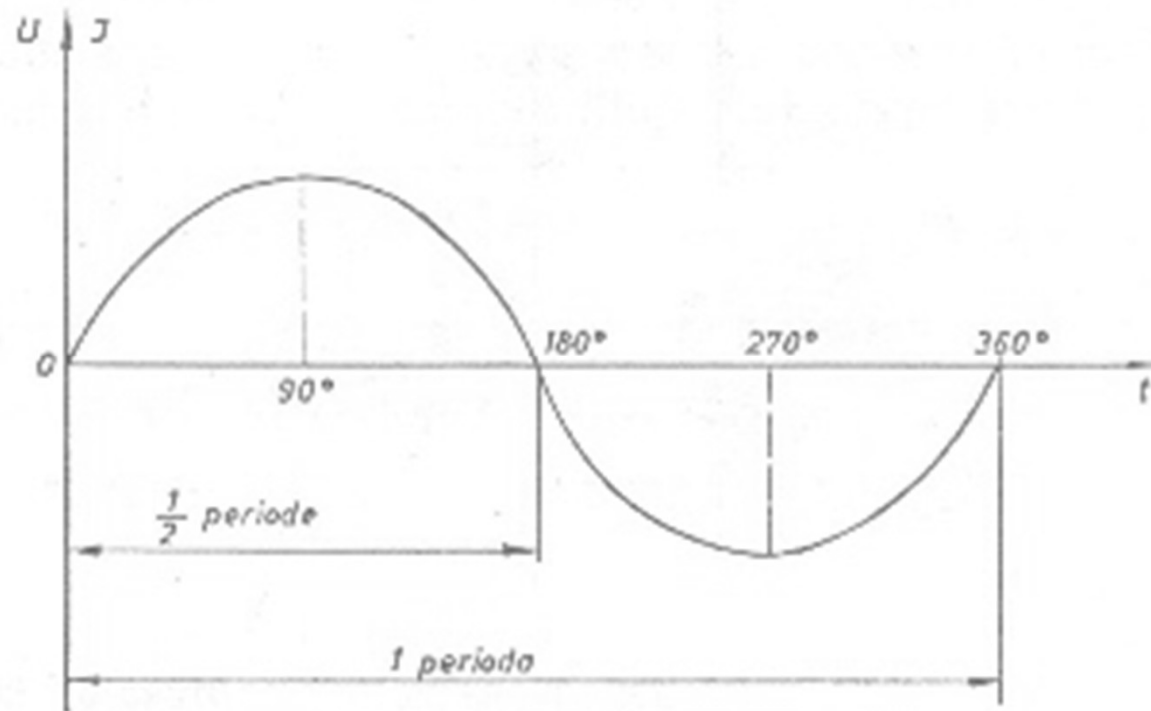
IZMJENIČNE STRUJE

POSTANAK IZMJENIČNE STRUJE

- Izmjenična električna struja je ona struja koja mijenja svoju vrijednost i smjer tijekom određenog vremenskog intervala
- Nastaje ako se svitak okreće u homogenom magnetskom polju.



PERIODA, FREKVENCIJA



- Niz promjena izmjenične struje koji se periodički ponavlja, zove se perioda izmjenične struje.

- Broj perioda u jednoj sekundi zove se frekvencija izmjenične struje

$$T = \frac{1}{f}$$

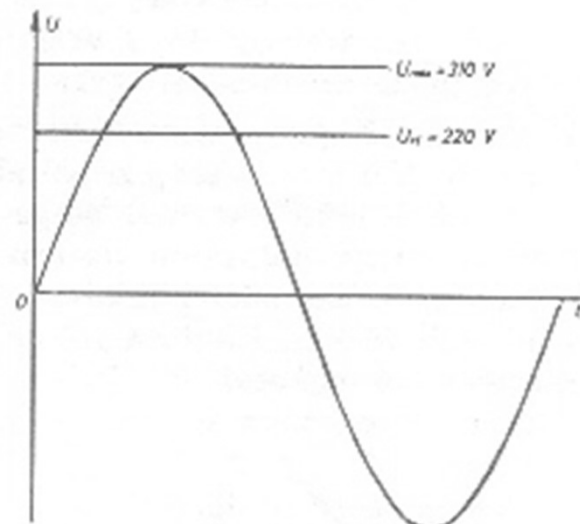
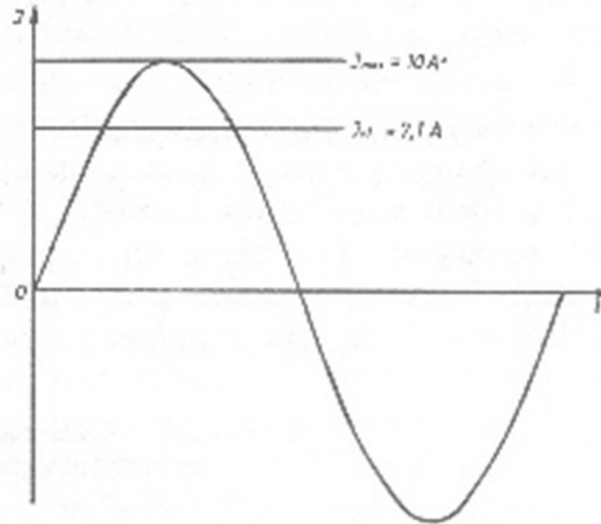
gdje je: Tvrijeme trajanja jedne periode (s)
f Frekvencija (Hz)

- Ako se petlja okreće u magnetskom polju, njezinu brzinu okretanja možemo iskazati kutnom brzinom koja je ovisna o kutu koji petlja opiše u jednoj sekundi.

$$\omega = 2 \times \pi \times f$$

ω ... kružna frekvencija (1/s)

MATEMATIČKI IZRAZ ZA IZMJENIČNU STRUJU



- Najveća vrijednost koju izmjenična struja postigne za vrijeme jedne periode zove se maksimalna vrijednost.

- Efektivna vrijednost neke izmjenične struje ona je vrijednost koju bi trebala imati istosmjerna struja da proizvede isti toplinski učinak kao ta izmjenična struja.
- Njihov međusobni odnos:

$$I_{ef} = \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}}$$

$$U_{ef} = \frac{U_{\max}}{\sqrt{2}}$$

- Matematički izraz za izmjeničnu struju:

$$u = U_m \times \sin(\omega t \pm \varphi)$$
$$i = I_m \times \sin(\omega t \pm \varphi)$$

Primjer 1:

Kolika je trenutna vrijednost izmjenične struje frekvencije 50 Hz, nakon 0.002 sekunde od početka prve periode, ako je maksimalna jakost te struje 3,5 A?

$$f = 50 \text{ Hz}$$

$$t = 0,002 \text{ s}$$

$$\frac{I_m = 3,5 \text{ A}}{i = ?}$$

$$i = I_m \times \sin(\omega t \pm \varphi)$$

$$i = 3,5 \sin(314 \times 0,002 \pm 0)$$

$$i = 3,5 \times 6,28 = 2,2 \text{ A}$$

Primjer 2:

Neki izmjenični sinusoidalni napon ima efektivnu vrijednost $U=2(V)$. Vrijeme jedne periode je $T=1 \cdot 10^{-4}$ (s). U trenutku kada se počinje mjeriti vrijeme, napon ima trenutnu vrijednost $u_0=1,41V$. Treba odrediti algebarski izraz za napon "u". Koju trenutnu vrijednost ima u_1 napon nakon u trenutku $t = 10^{-5}$ (s).

$$U = 2 \text{ (V)}$$

$$T = 1 \cdot 10^{-4} \text{ (s)}$$

$$u_0 = 1,41 \text{ (V)}$$

$$\underline{t = 10^{-5} \text{ (s)}}$$

$$U_m = 2\sqrt{2} = 2,82V$$

$$f = \frac{1}{T} = 1000Hz \quad \omega = 2\pi f = 62800 \left[\frac{rad}{s} \right]$$

$$u_0 = U_m \times \sin(\omega t \pm \varphi)$$

$$t_0 = 0$$

$$1,41 = 2,82 \times \sin(62800 \times 0 \pm \varphi)$$

$$\frac{1,41}{2,82} = \sin \varphi = 0,5$$

$$\varphi = \sin^{-1} 0,5 = 30^0$$

$$\pi \times S = 180 \times R$$

$$R = \frac{\pi \times 30}{180} = 0,523rad$$

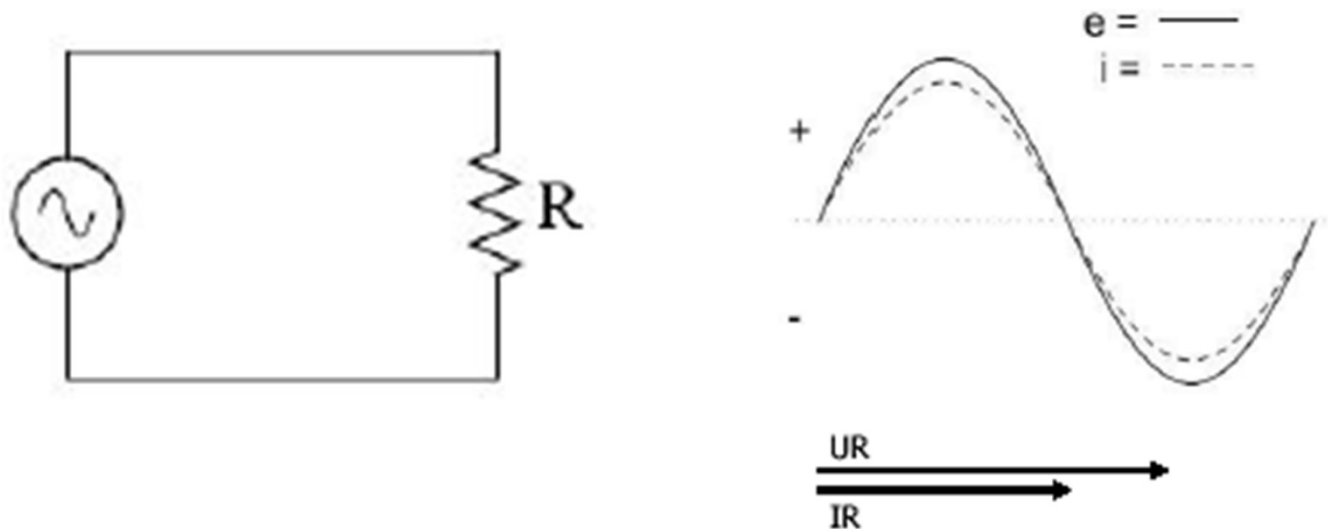
$$u_1 = U_m \sin(\omega t_1 + \varphi)$$

$$u_1 = 2,82 \sin(0,628 + 0,523)$$

$$u_1 = 2,82 \sin 1,1513 = 2,82 \times 0,9133$$

$$u_1 = 2,57V$$

RADNI OTPOR U KRUGU IZMJENIČNE STRUJE

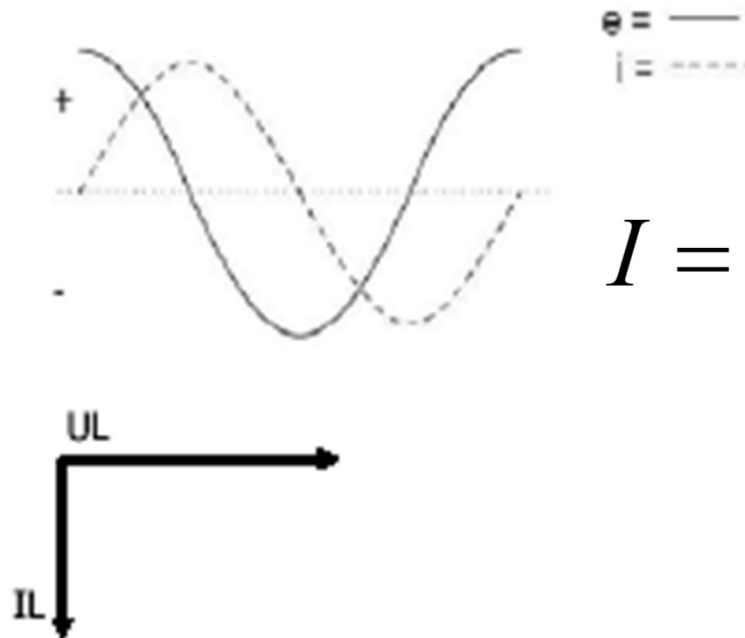


Kod radnog otpora “R”, struja i napon su u fazi

$$R = \frac{U_R}{I_R}$$

INDUKTIVNI OTPOR U KRUGU IZMJENIČNE STRUJE

$$X_L = 2\pi fL \text{ (}\Omega\text{)}$$

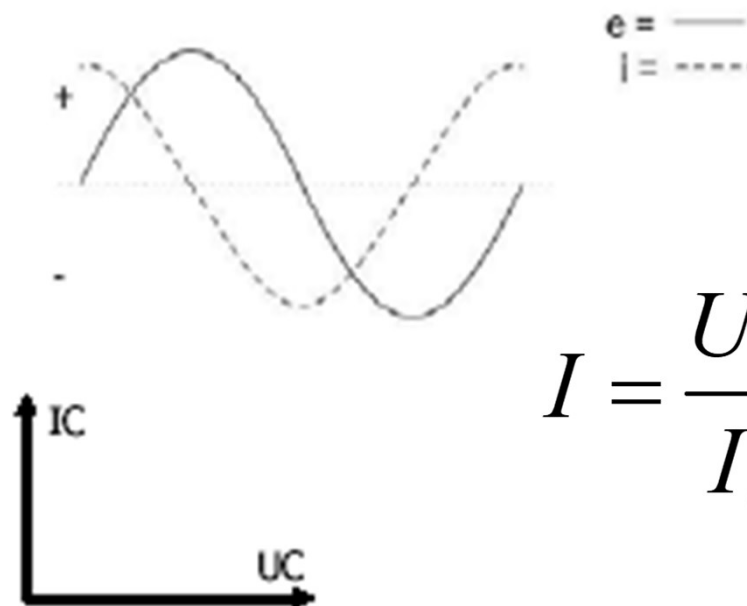


$$I = \frac{U_L}{X_L} \text{ [}\Omega\text{]}$$

Kod induktiviteta, napon prednjači struji fazno za 90°
(struja kasni za naponom fazno za 90°)

KAPACITIVNI OTPOR U KRUGU IZMJENIČNE STRUJE

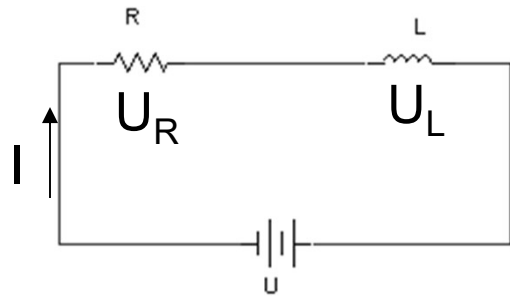
$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} [\Omega]$$



$$I = \frac{U_C}{I_C}$$

Kod kapaciteta, napon kasni za strujom fazno za 90° (struja prednjači naponu fazno za 90°).

SERIJSKI SPOJ R i L



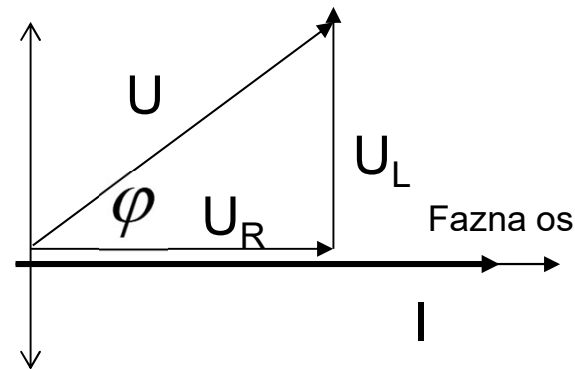
Struja je ista kroz cijeli serijski spoj
Napon se dijeli na dva dijela:

$$U_R = I \times R \quad U_L = I \times X_L$$

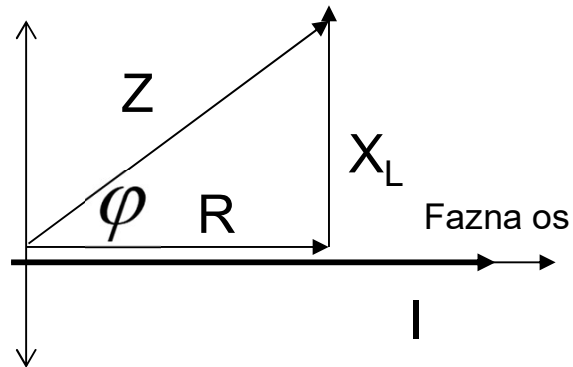
Trokut struje i napona:

$$\vec{U} = \vec{U}_R + \vec{U}_L$$
$$U^2 = U_R^2 + U_L^2$$

$$\cos \varphi = \frac{U_R}{U}$$



Trokut otpora:



$$Z^2 = R^2 + X_L^2$$

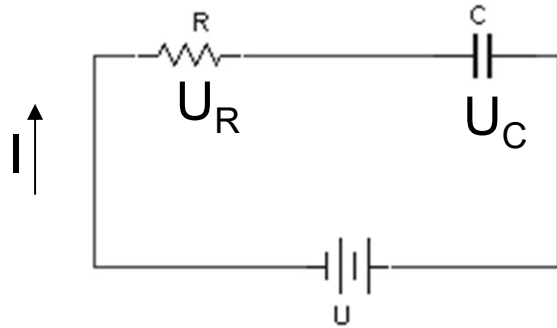
$$\cos \varphi = \frac{R}{Z}$$

$$I = \frac{U_R}{R}$$

$$I = \frac{U_L}{X_L}$$

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

SERIJSKI SPOJ R i C



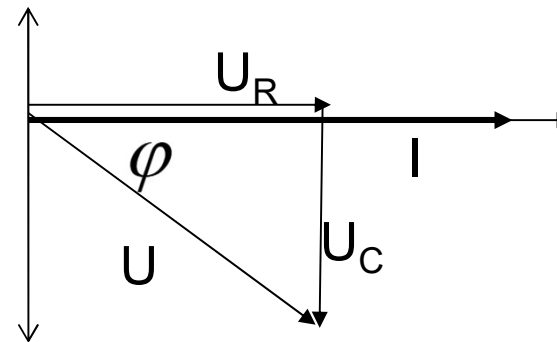
- Struja je ista kroz cijeli serijski spoj
- Napon se dijeli na dva dijela:

$$U_R = I \times R \quad U_C = I \times X_C$$

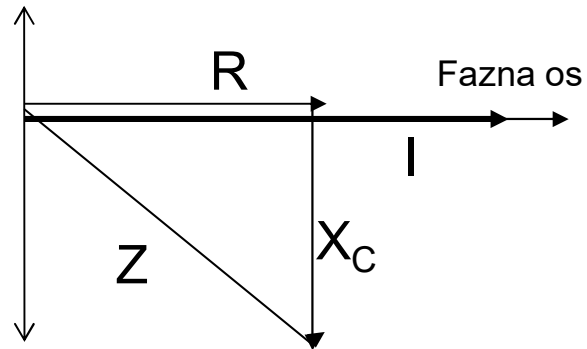
Trokut struje i napona:

$$\vec{U} = \vec{U}_R + \vec{U}_C$$
$$U^2 = U_R^2 + U_C^2$$

$$\cos \varphi = \frac{U_R}{U}$$



Trokat otpora:



$$Z^2 = R^2 + X_C^2$$

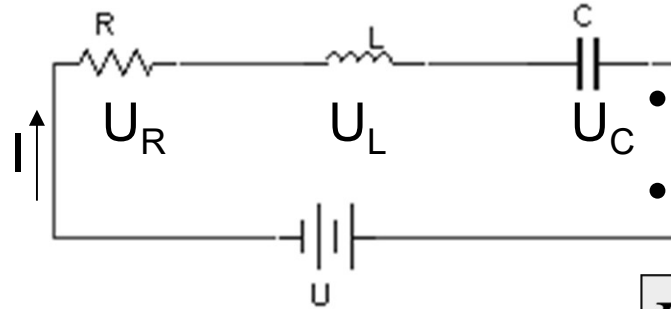
$$\cos \varphi = \frac{R}{Z}$$

$$I = \frac{U_R}{R}$$

$$I = \frac{U_C}{X_C}$$

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

SERIJSKI SPOJ R L C



- Struja je ista kroz cijeli serijski spoj
- Napon se dijeli na tri dijela:

$$U_R = I \times R$$

$$U_L = I \times X_L$$

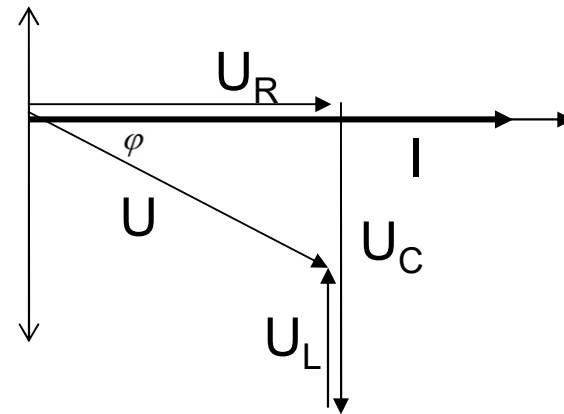
$$U_C = I \times X_C$$

Trokut struje i napona:

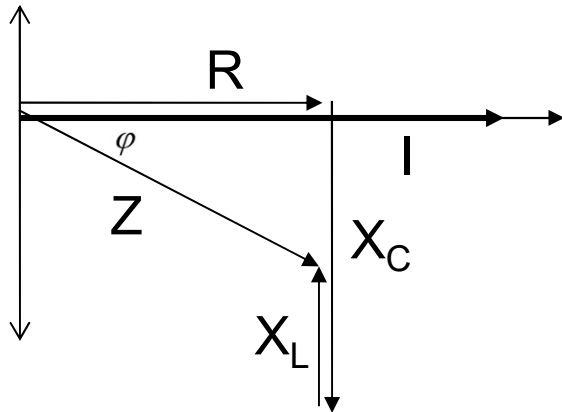
$$\vec{U} = \vec{U}_R + \vec{U}_L + \vec{U}_C$$

$$U^2 = U_R^2 + (U_C - U_L)^2$$

$$\cos \varphi = \frac{U_R}{U}$$



Trokut otpora:



$$Z^2 = R^2 + (X_C - X_L)^2$$

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z}$$

$$I = \frac{U_R}{R}$$

$$I = \frac{U_L}{X_L}$$

$$I = \frac{U_C}{X_C}$$

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

Zadatak: 3

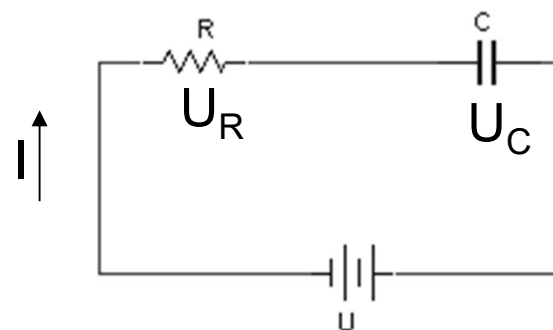
U nekom krugu nalazi se serijski spojen radni otpor kruga R i induktivitet L . Pripadni padovi napona su $U_R=120\text{ V}$; $U_L=160\text{ V}$. Koliki je napon stezaljki U te koliki su R i X_L ako je struja kruga $I = 40\text{ A}$.

$$U_R = 120\text{ V}$$

$$U_L = 160\text{ V}$$

$$I = 40\text{ A}$$

$$U, R, X_L = ?$$



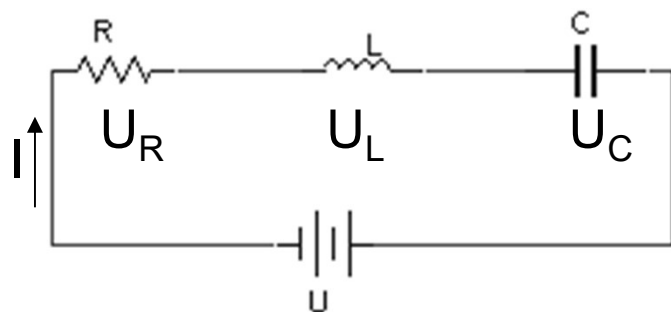
$$U = \sqrt{U_R^2 + U_L^2} = 200V$$

$$R = \frac{U_R}{I} = 3\Omega$$

$$X_L = \frac{U_L}{I} = 4\Omega$$

Zadatak 4:

U nekom krugu nalazi se serijska kombinacija $R=30\Omega$, $L=0,4\text{H}$, $C=24\mu\text{F}$, i priključen je na napon $U=220\text{V}$, frekvencije 100 Hz . Kolika je struja ove kombinacije i $\cos\phi$?



$$X_L = 2\pi fL = 251,3\Omega$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} = 66,3\Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2} = 187,41\Omega$$

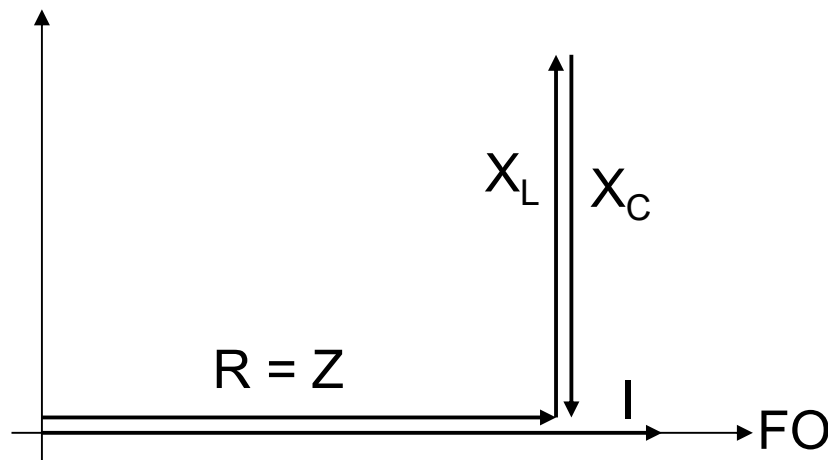
$$I = \frac{U}{Z} = 1,17 A$$

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z} = 0,16$$

SERIJSKA REZONANCIJA

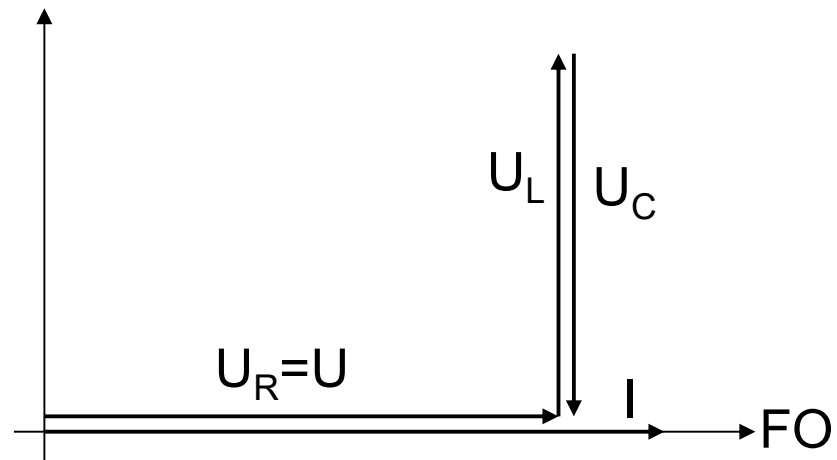
- Rezonancija je posebno stanje kod RLC spojeva kada su zadovoljeni slijedeći uvjeti:

Jalovi otpori su jednaki $X_L = X_C$ iz toga sledii da su padovi napona na tim jalovim otporima također jednaki $U_L = U_C$ (poništavaju se).



Rezonantna frekvencija:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$



Ukupni napon spoja je u stvari i pad napona na djelatnom otporu R , jer se jalovi otpori svojim smjerovima djelovanja poništavaju.