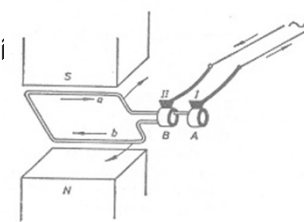


IZMJENIČNE STRUJE

1

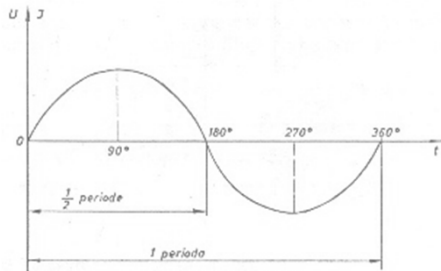
POSTANAK IZMJENIČNE STRUJE

- 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.



2

PERIODA, FREKVENCIJA



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

3

- Broj perioda u jednoj sekundi zove se frekvencija izmjenične struje

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

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

4

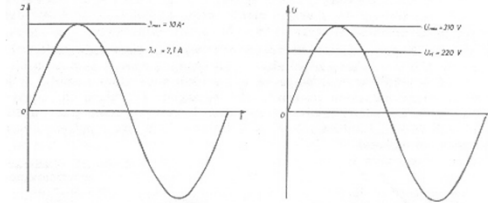
- Ako se petlja okreće u magnetskom polju, njezinu brzinu okretanja možemo iskazati kutnom brzinom koja je ovisna o kutu koji petlja opiše u jednoj sekundi.

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

ω ... kružna frekvencija (1/s)

5

MATEMATIČKI IZRAZ ZA IZMJENIČNU STRUJU



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

6

- 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:

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

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

7

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?

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

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

$$\underline{I_m = 3,5 \text{ A}}$$

$$i = ?$$

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

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

$$i = 3,5 \times 0,628 = 2,2 \text{ A}$$

8

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).

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

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

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

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

9

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

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

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

$$t_0 = 0$$

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

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

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

10

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

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

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

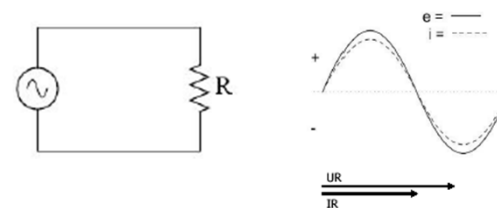
$$u_1 = 2,82 \sin(0,628 + 0,523)$$

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

$$u_1 = 2,57V$$

11

RADNI OTPOR U KRUGU IZMJENIČNE STRUJE



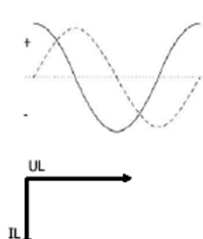
Kod radnog otpora "R", struja i napon su u fazi

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

12

INDUKTIVNI OTPOR U KRUGU IZMJENIČNE STRUJE

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



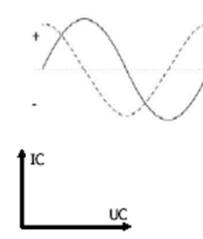
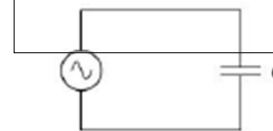
$$I = \frac{U_L}{X_L} \text{ } [\Omega]$$

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

13

KAPACITIVNI OTPOR U KRUGU IZMJENIČNE STRUJE

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

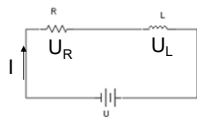


$$I = \frac{U_C}{X_C}$$

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

14

SERIJSKI SPOJ R i L



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

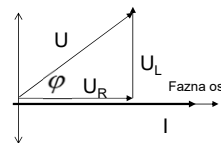
$$U_R = I \times R \quad U_L = I \times X_L$$

Trokut struje i napona:

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

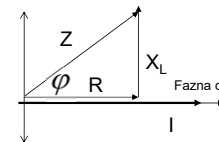
$$U^2 = U_R^2 + U_L^2$$

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



15

Trokut otpora:



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

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

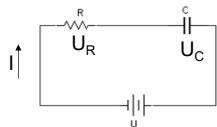
$$I = \frac{U_R}{R}$$

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

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

16

SERIJSKI SPOJ R i C



• Struja je ista kroz cijeli serijski spoj

• Napon se dijeli na dva dijela:

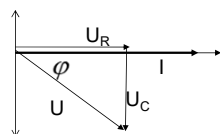
$$U_R = I \times R \quad U_C = I \times X_C$$

Trokut struje i napona:

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

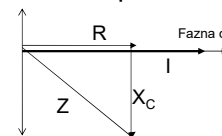
$$U^2 = U_R^2 + U_C^2$$

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



17

Trokut otpora:



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

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

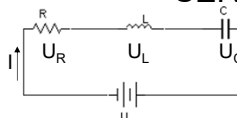
$$I = \frac{U_R}{R}$$

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

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

18

SERIJSKI SPOJ R L C



• Struja je ista kroz cijeli serijski spoj

• Napon se dijeli na tri dijela:

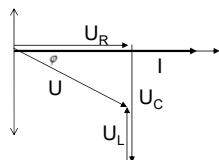
$$U_R = I \times R \quad U_L = I \times X_L \quad U_C = I \times X_C$$

Trokut struje i napona:

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

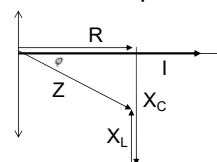
$$U^2 = U_R^2 + (U_C - U_L)^2$$

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



19

Trokut otpora:



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

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

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

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

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

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

20

Zadatak: 3

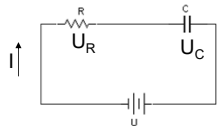
U nekom krugu nalazi se serijski spojen radni otpor kruga R i induktivitet L. Pripadni padovi napona su $U_R=120\text{ V}$; $U_L=160\text{ V}$. Koliki je napon stezaljki U te koliki su R i X_L ako je struja kruga $I = 40\text{ A}$.

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

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

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

$$U, R, X_L = ?$$



21

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

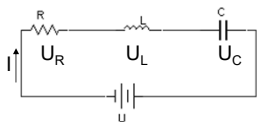
$$R = \frac{U_R}{I} = 3\Omega$$

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

22

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 $\cos\phi$?



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

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

23

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

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

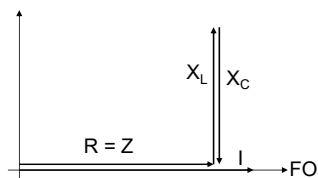
$$\cos\phi = \frac{R}{Z} = 0,16$$

24

SERIJSKA REZONANCIJA

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

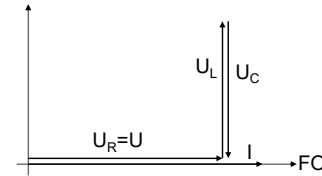
Jalovi otpori su jednaki $X_L = X_C$ iz toga sledii da su padovi napona na tim jalovim otporima također jednaki $U_L = U_C$ (poništavaju se).



Rezonantna frekvencija:

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

25



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

26