

Zaštita životne sredine i zaštita na radu

Elektrotehnika, okolina i zaštita

Prvi deo kursa - 7 nedelja

dr Miodrag Milutinov

- kabinet 132 NTP
- miodragm@uns.ac.rs

Drugi deo kursa – 7 nedelja

dr Marko Vekić

20.11.2023.

Kolokvijum

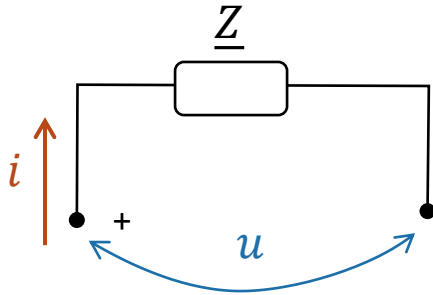
1. Zaštita životne sredine u utorak 21.11.2023. u terminu vežbi u MI B4-3
2. Zaštita na radu u sredu 22.11.2023. u terminu vežbi u MI Đ5-1

Napomena

Poeni sa testova i vezbi
se racunaju samo na prvom kolokvijumu.

Nakon toga se brisu.

Podsećanje



$$u = U_m \cos(\omega t + \theta)$$

$$\underline{Z} = Z e^{j\varphi} \quad i = ?$$

$$\underline{U} = U e^{j\theta} \quad U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} \quad \underline{I} = \frac{\underline{U}}{\underline{Z}} = \frac{U e^{j\theta}}{Z e^{j\varphi}} = \frac{U}{Z} e^{j(\theta - \varphi)} = I e^{j\psi}$$

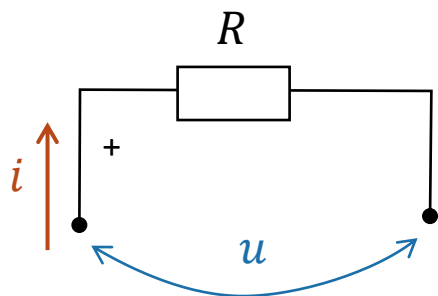
$$I = \frac{U}{Z} \quad \psi = \theta - \varphi$$

$$I_m = I \sqrt{2} = \frac{U \sqrt{2}}{Z} = \frac{U_m}{Z}$$

$$i = I_m \cos(\omega t + \psi)$$

$$i = \frac{U_m}{Z} \cos(\omega t + \theta - \varphi)$$

Snaga prijemnika



$$u = U_m \cos(\omega t + \theta)$$

$$\underline{Z} = R \quad \varphi = 0$$

$$\Rightarrow i = \frac{U_m}{R} \cos(\omega t + \theta)$$

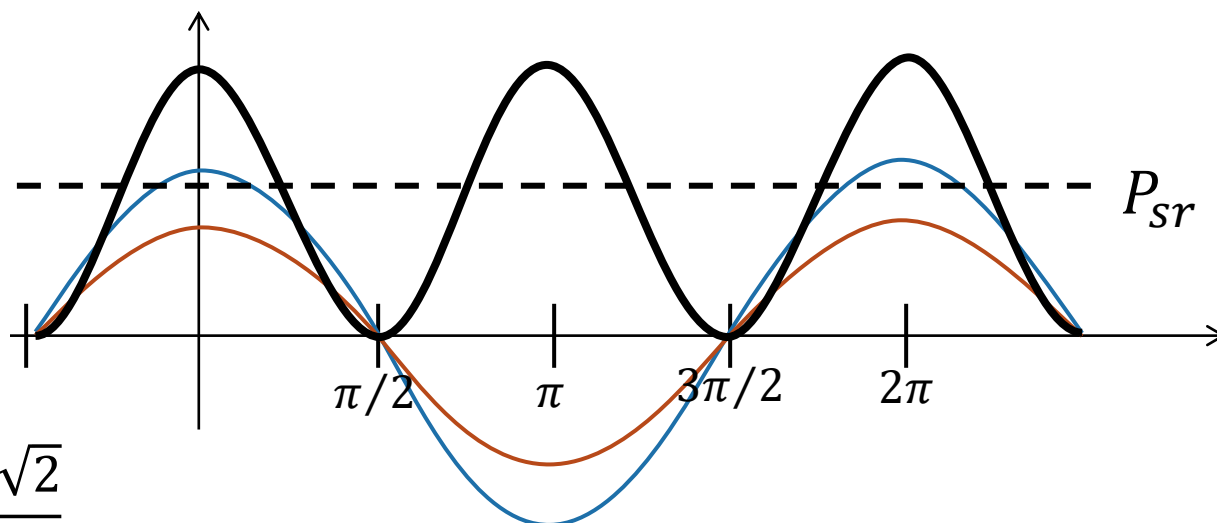
Džulov zakon

$$p = u \times i$$

$$P_{sr} = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} p dt$$

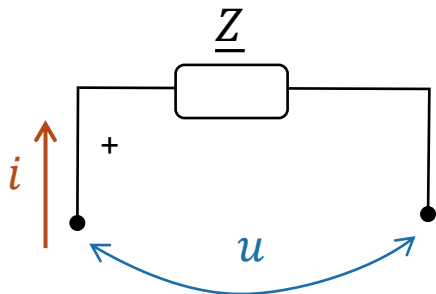
$$= \frac{U_m I_m}{2} = \frac{U \sqrt{2} I \sqrt{2}}{2}$$

$$P_{sr} = UI$$



Srednja snaga je srednja vrednost trenutne snage

Snaga prijemnika



$$u = U_m \cos(\omega t + \theta)$$

$$\underline{Z} = Z e^{j\varphi}$$

$$\Rightarrow i = \frac{U_m}{Z} \cos(\omega t + \theta - \varphi)$$

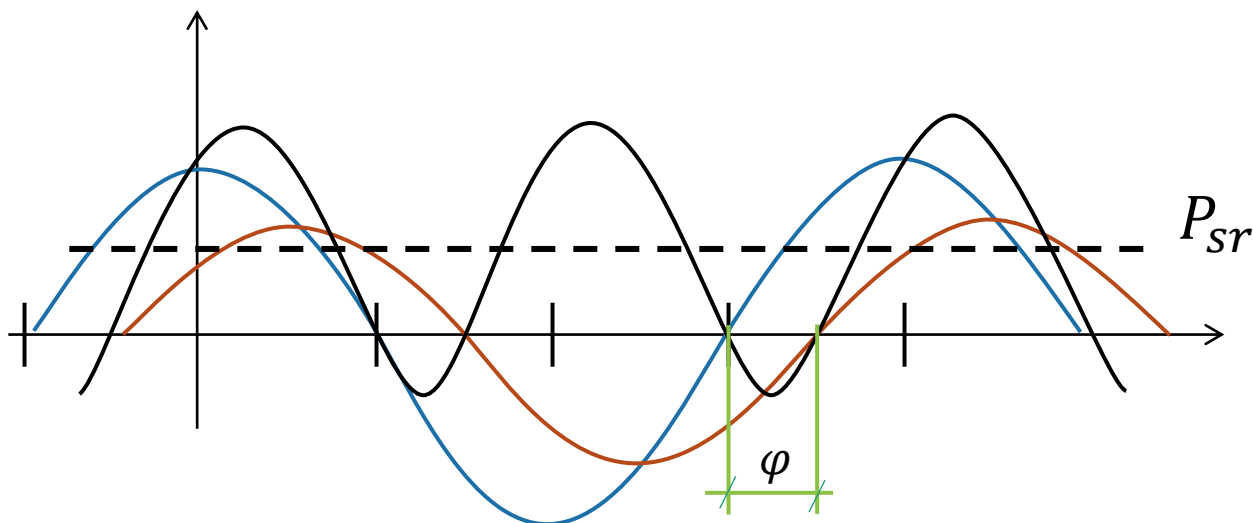
Džulov zakon

$$p = u \times i$$

$$P_{sr} = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} p dt$$

$$= \frac{U_m I_m}{2} \cos \varphi$$

$$P_{sr} = UI \cos \varphi$$



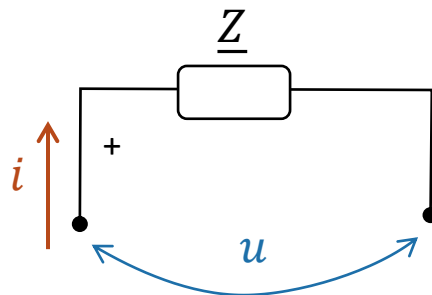
Srednja snaga je jednaka proizvodu efektivnih vrednosti napona i struje i kosinusa njihove fazne razlike.

Snaga prijemnika

U	220 V
P	2000 W
cos φ	0,89



AC električni motor



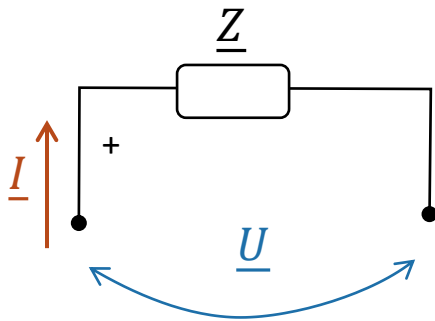
$$U = 220 \text{ V}$$

$$P = 2000 \text{ W}$$

$$P = UI \cos \varphi$$

$$I = \frac{P}{U \cos \varphi}$$

Kompleksna snaga prijemnika



Kompleksna snaga prijemnika je proizvod kompleksnog **napona** i **konjugovano** kompleksne **struje** prijemnika

$$\underline{S} = \underline{U} \underline{I}^*$$

jedinica [VA]

$$\underline{I} = I e^{j\psi}$$

$$\underline{U} = U e^{j\theta}$$

$$\underline{S} = U I e^{j(\theta - \psi)}$$

$$\varphi = \theta - \psi$$

$$\underline{S} = S e^{j\varphi}$$

Kompleksna snaga

$$S = UI$$

Prividna snaga [VA]

Kompleksna snaga prijemnika

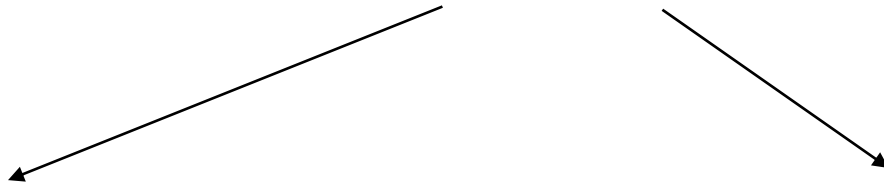
Eksponencijalni oblik

$$\underline{S} = S e^{j\varphi}$$



Algebarski oblik

$$\underline{S} = P + jQ$$



$$P = S \cos \varphi = UI \cos \varphi$$

Aktivna snaga [W]

Aktivna snaga je srednja snaga prijemnika.

$$P \geq 0$$

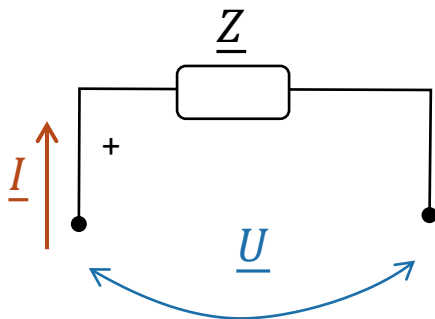
$$Q = S \sin \varphi = UI \sin \varphi$$

Reaktivna snaga [VAR]

Reaktivna snaga nema fizički smisao.

$$Q \in \mathbb{R}$$

Kompleksna snaga prijemnika



$$\underline{U} = U e^{j\theta}$$
$$\underline{Z} = Z e^{j\varphi}$$

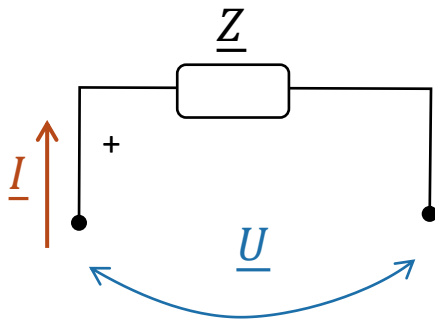


$$\underline{I} = \frac{\underline{U}}{\underline{Z}}$$

$$\underline{S} = \underline{U} \underline{I}^* = \underline{U} \left(\frac{\underline{U}}{\underline{Z}} \right)^* = U e^{j\theta} \frac{U e^{-j\theta}}{Z e^{-j\varphi}} = \frac{U^2}{Z e^{-j\varphi}} = \frac{U^2}{Z} e^{j\varphi}$$

$$P = S \cos \varphi = \frac{U^2}{Z} \cos \varphi \quad Q = S \sin \varphi = \frac{U^2}{Z} \sin \varphi$$

Kompleksna snaga prijemnika



$$\underline{I} = I e^{j\psi}$$
$$\underline{Z} = Z e^{j\varphi}$$



$$\underline{U} = \underline{Z} \cdot \underline{I}$$

$$\underline{S} = \underline{U} \underline{I}^* = \underline{Z} \cdot \underline{I} (\underline{I})^* = Z e^{j\varphi} I e^{j\psi} I e^{-j\psi} = Z I^2 e^{j\varphi}$$

$$P = S \cos \varphi = Z I^2 \cos \varphi \quad Q = S \sin \varphi = Z I^2 \sin \varphi$$

$$\underline{Z} = Z(\cos \varphi + j \sin \varphi) = R + jX$$

$$P = R I^2$$

$$Q = X I^2$$

Kompleksna snaga prijemnika

Primer:

Odrediti kompleksnu i prividnu snagu prijemnika ako je poznato:

$$u = 230\sqrt{2} \cos(\omega t + \pi/2) \text{ V}$$

$$i = 10\sqrt{2} \cos(\omega t + \pi/3) \text{ A}$$

Primer:

Odrediti kompleksnu i prividnu snagu prijemnika ako je poznato:

$$u = 230\sqrt{2} \cos(\omega t + \pi/2) \text{ V}$$

$$\underline{Z} = 100e^{j\frac{\pi}{12}} \Omega$$

Kompleksna snaga prijemnika

Primer:

Odrediti aktivnu i reaktivnu snagu prijemnika ako je poznato:

$$\underline{U} = 40e^{j\pi/2}V$$

$$\underline{I} = 0,2e^{j\pi/3}A$$

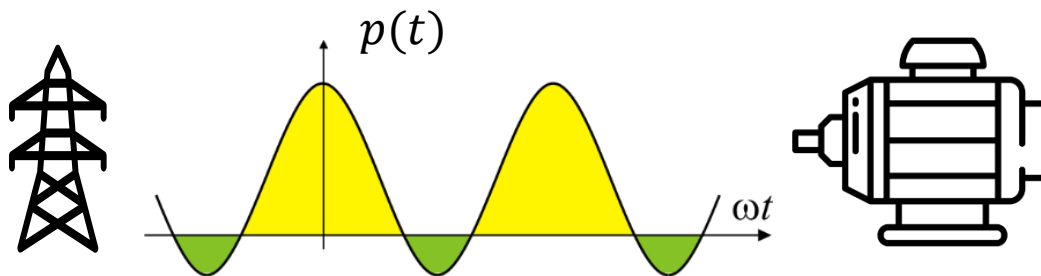
Primer:

Odrediti aktivnu i reaktivnu snagu prijemnika ako je poznato:

$$\underline{U} = (40 + j20)V$$

$$\underline{I} = (1 - j2)A$$

Faktor snage prijemnika



Prividna snaga

$$S = UI$$

$$\underline{Z} = Ze^{j\varphi}$$

Tok energije

GEN



PRIJEM
NIK

Aktivna snaga

$$P = UI \cos \varphi$$

$$\underline{S} = P + jQ$$

Faktor snage

$$\text{f. s.} = \frac{P}{S} = \cos \varphi$$

$$\cos \varphi \leq 1$$

Faktor snage prijemnika

Rezistivni prijemnici

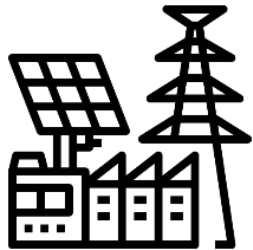
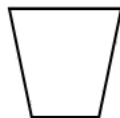
$$\varphi = 0$$

$$P = S \cos \varphi$$

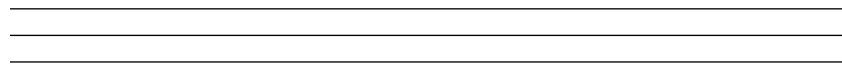
$$Q = S \sin \varphi$$

$$\cos \varphi = 1$$

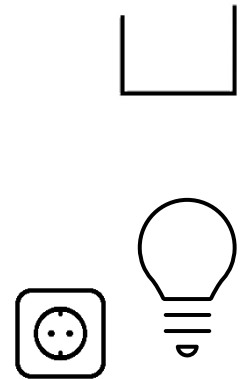
$$\underline{S} = P + j\cancel{Q}^0$$



Elektrane



Dalekovodi



Prijemnici

Faktor snage prijemnika

Induktivni prijemnici

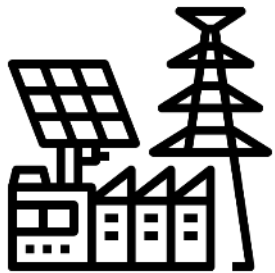
$$\varphi > 0$$

$$P = S \cos \varphi$$

$$Q = S \sin \varphi$$

$$\underline{S} = P + jQ$$

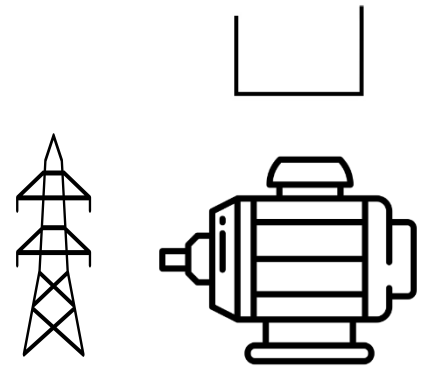
$$\cos \varphi < 1$$



Elektrane



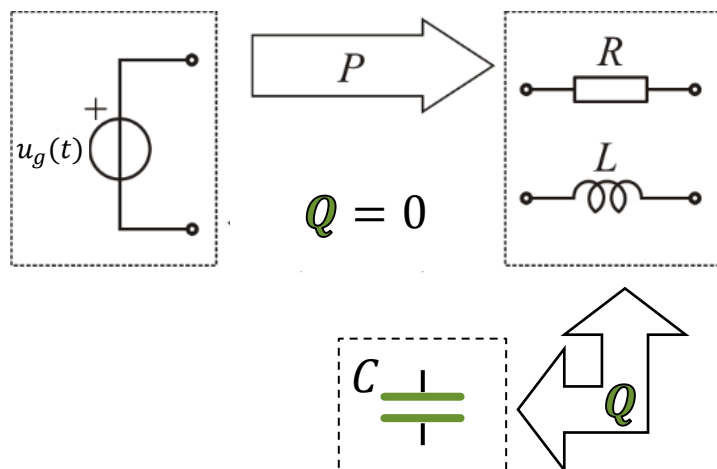
Dalekovodi



Prijemnici

Faktor snage prijemnika

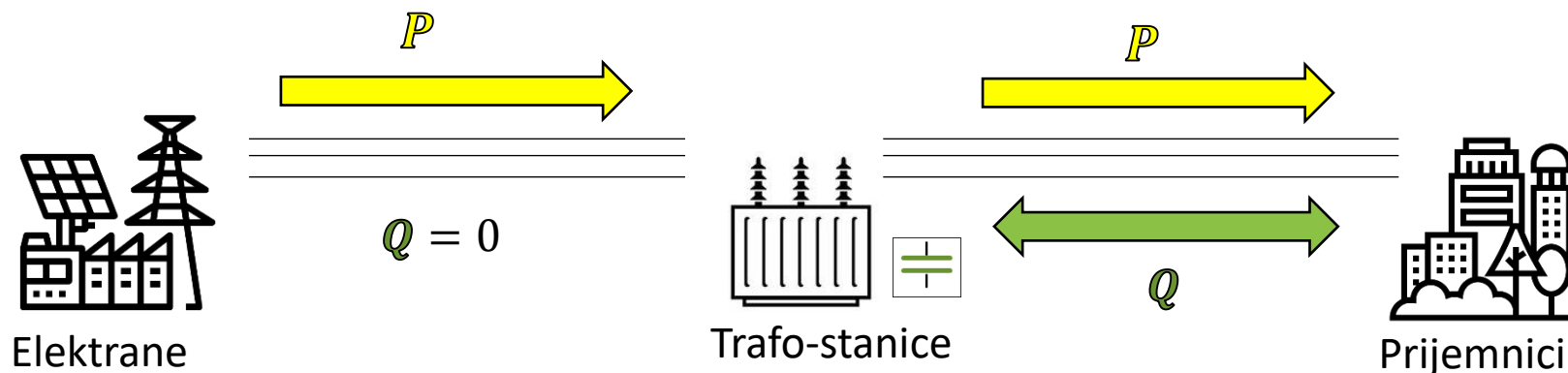
elektromotor



- Prijemnik dobija od generatora kompleksnu snagu (aktivnu i reaktivnu)
- Može da iskoristi samo aktivnu snagu.
- Reaktivna snaga opterećuje mrežu.

Dodavanjem kondenzatora obezbeđuje se reaktivna snaga za elektromotor.

Generator ne mora više da obezbeđuje i reaktivnu snagu.



Pitanja

1. Nacrtati vremenske oblike napona, struje i snage na otporniku i napisati izraz za određivanje srednje snage.
2. Nacrtati vremenske oblike napona, struje i snage na kalemu i napisati izraz za određivanje srednje snage. Ako je efektivna vrednost napona 220 V a struje 2 A, kolika je srednja snaga?
3. Kako se definiše kompleksna snaga? U kojim se jedinicama izražava?
4. Šta je aktivna, a šta reaktivna snaga? U kojim se jedinicama izražava?
5. Šta je prividna snaga? U kojim se jedinicama izražava?
6. Ako je aktivna snaga 80 W a reaktivna 60 var, koliko iznosi prividna snaga?
7. Šta je to faktor snage?
8. Ako je kompleksna snaga prijemnika $(80 + j 60)$ VA koliki je faktor snage?
9. Ako je impedansa prijemnika $(180 + j 160) \Omega$, koliki je faktor snage?
10. Kako se popravlja faktor snage kod induktivnih prijemnika?