

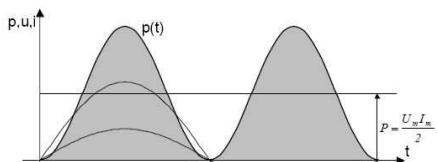
## II.5. Snaga i energija izmjenične struje

### Snaga u krugu izmjenične struje

- U krugu *istosmjernje struje* snaga je bila označena sa **P**, a računali smo je kao produkt struje i napona,  **$P=U \times I$**
- Trenutna vrijednost snage *izmjenične struje*  **$p(t)$**  je produkt trenutne vrijednosti napona  **$u(t)$**  i struje  **$i(t)$** , dvostruke frekvencije

$$p(t) = i(t) \cdot u(t) = U_m \sin(\omega t) \cdot I_m \sin(\omega t - \varphi)$$

#### Snaga na otporu – DJELATNA (RADNA) SNAGA



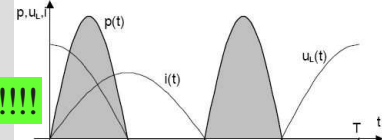
**Radna ili djelatna snaga P**, je snaga na otporu koja se u cijelosti pretvara u toplinu (tj. koristan rad)

Umnožak efektivne struje i napona na otporniku daje **djelatnu ili radnu snagu P (W)**.

Slika 2.1.3. – Valni oblik snage

$$P = \frac{U_m I_m}{2} = UI = \frac{U^2}{R} = I^2 R$$

#### Snaga na induktivitetu – JALOVA (INDUKTIVNA) SNAGA



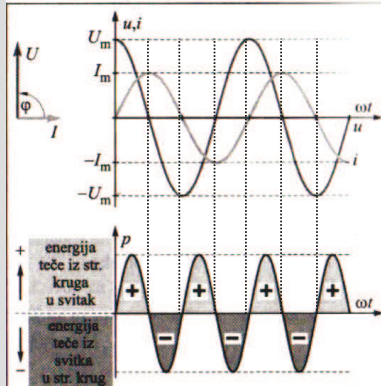
**$P = 0!!!!$**

**Jalova snaga**, snaga koja se ne troši nego se naizmjenično pohranjuje na svitku i vraća natrag u izvor **neiskorištena**, oznaka **Q**, jedinica **Var**

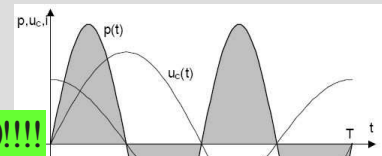
Slika 2.2.5. – Valni dijagram snage na induktivnom otporu

$$Q_L = \frac{U_m I_m}{2} = UI = \frac{U^2}{X_L} = I^2 X_L$$

#### 3 Krivulje struje, napona i snage na induktivitetu



#### Snaga na kapacitetu – JALOVA (KAPACITIVNA) SNAGA

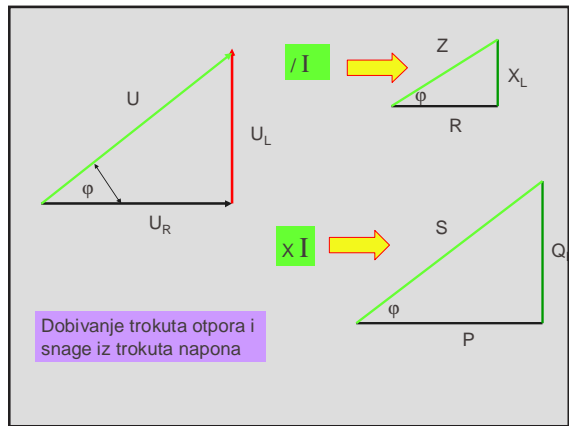
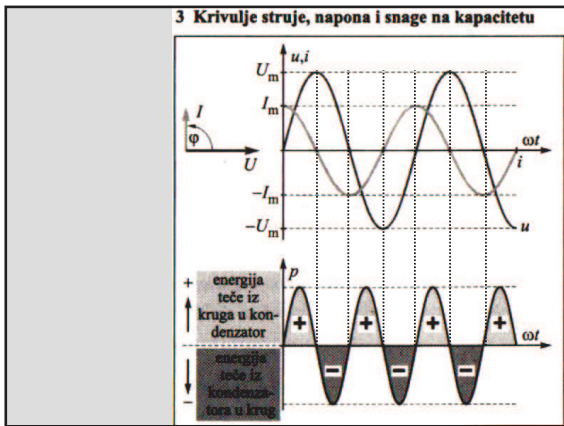


**$P = 0!!!!$**

**Jalova snaga**, snaga koja se ne troši nego se naizmjenično pohranjuje na kapacitetu i vraća natrag u izvor **neiskorištena** jedinica **Var**

Slika 2.3.5. – Valni dijagram snage na kapacitivnom otporu

$$Q_C = \frac{U_m I_m}{2} = UI = \frac{U^2}{X_C} = I^2 X_C$$



### Prividna snaga

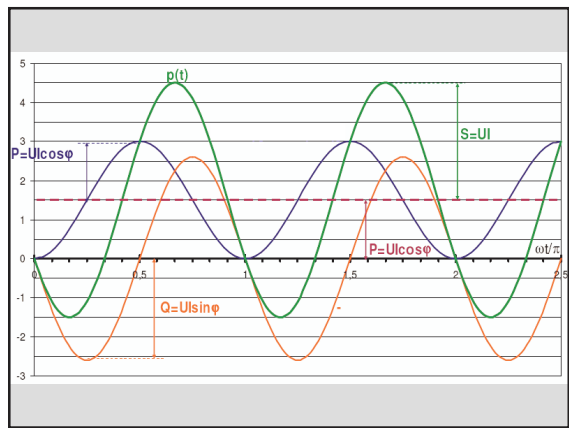
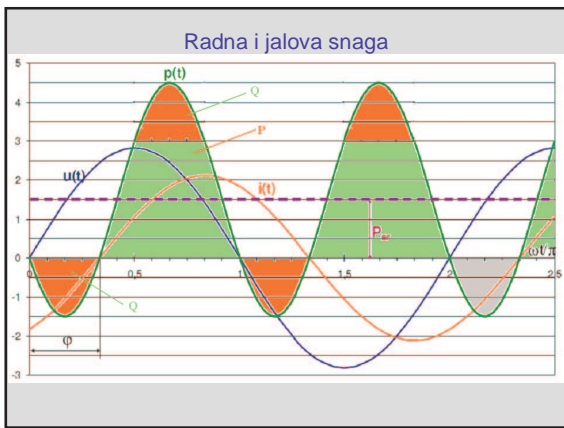
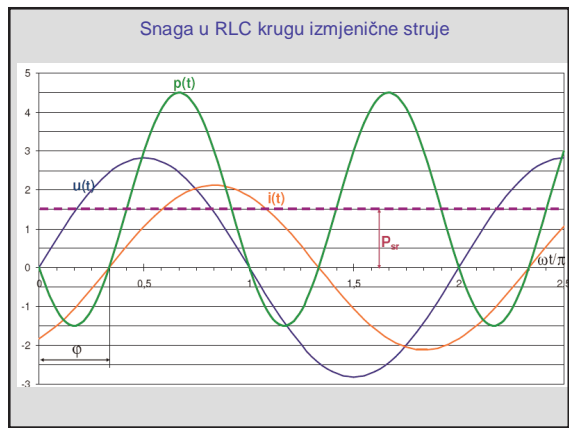
- Prividna snaga u krugu izmjenične struje jednaka je umnošku efektivne vrijednosti napona i struje izvora.
- Označavamo je sa **S**, a mjerna jedinica je [VA]

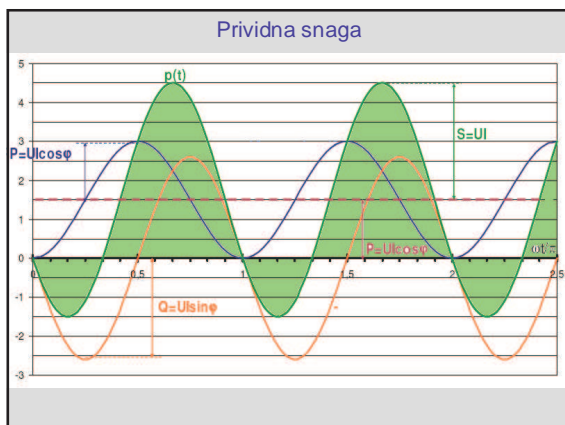
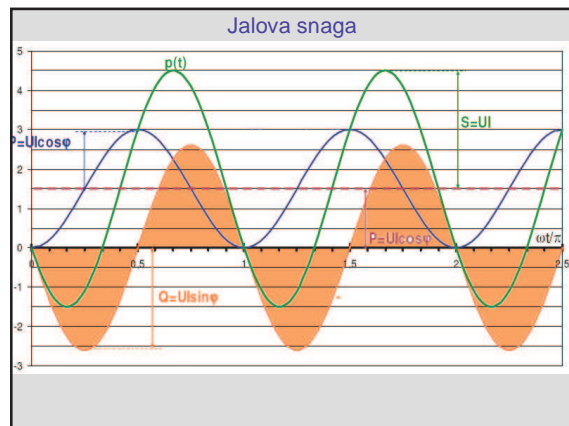
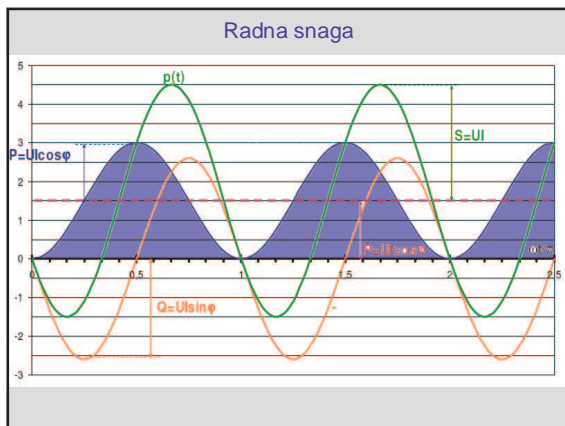
$$S = U \cdot I$$

$$S = I^2 \cdot Z$$

$$S = \frac{U^2}{Z}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$





### Faktor snage

- Faktor snage je omjer radne i prividne snage u krugu izmjenične struje
- Oznaka za faktor snage je  $\cos \varphi$ , nema jedinice

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

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

### Trokut snage

- Već prije smo usvojili sljedeće pojmove
  - Radna snaga **P (W)**
  - Jalova snaga **Q (Var)**
  - Prividna snaga **S (VA)**
  - Faktor snage **cos φ**
  - Trokut snage

- Snaga se mjeri instrumentima, najčešće se mjeri samo radna snaga i to vatmetrom

Po kojoj formuli bi izračunao pokazivanje vatmetra ?

$$P_W = I^2 \cdot R$$

$$P_W = \frac{U_R^2}{R}$$

### SNAGA U SLOŽENOM KRUGU izmjenične struje

- Podsjetimo se: Kako se dobije ukupna snaga u složenom istosmjernom krugu?
- Ukupna snaga složenog istosmjernog kruga jednaka je **zbrotu snaga na svim elementima kruga**.
- I kod izmjenične struje u složenim krugovima situacija je vrlo slična  $P_{UK} = \sum P$
- Ukupna radna snaga u složenom krugu jednaka je zbroju radnih snaga na svim otporima u krugu

$$P_{UK} = \sum P$$

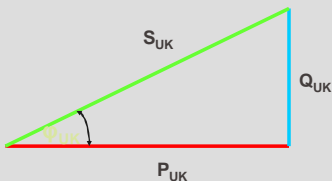
- Ukupna **induktivna jalova snaga** u složenom krugu jednaka je zbroju snaga na svim induktivnim otporima u krugu
- Ukupna **kapacitivna jalova snaga** u složenom krugu jednaka je zbroju snaga na svim kapacitivnim otporima u krugu
- Ukupna **jalova snaga** u složenom krugu jednaka je razlici zbroja ukupne induktivne i ukupne kapacitivne snage u krugu

$$Q_{L-UK} = \sum Q_L \quad Q_{C-UK} = \sum Q_C$$

$$Q_{UK} = \sum Q_L - \sum Q_C$$

- Ukupna **prividna snaga** u složenom krugu dobiva se kao hipotenuza u pravokutnom trokutu ukupne snage, gdje su katete ukupna radna i ukupna jalova snaga

$$S_{UK} = \sqrt{P_{UK}^2 + Q_{UK}^2}$$



- Ukupni **faktor snage**  $\cos \varphi_{UK}$  jest omjer ukupne radne i ukupne prividne snage

$$\cos \varphi_{UK} = \frac{P_{UK}}{S_{UK}}$$

- Trošilo ima snagu 5kW i faktor snage 0,7(ind) kod napona 220V i frekvencije 50Hz. Kolika je prividna i jalova snaga trošila, koliki je kapacitet potrebno spojiti da bi potpuno kompenzirala jalova snaga?

$$P = 5[\text{kW}]$$

$$\cos \varphi = 0,7_{\text{ind}}$$

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

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

$$S, Q, C = ?$$

$$S = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{5000}{0,7} = 7142,9[\text{VA}]$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{7142,9^2 - 5000^2}$$

$$Q = 5101[\text{Var}]$$

$$C = \frac{Q}{U^2 \omega} = \frac{5101}{220^2 \cdot 314} = 335,6[\mu\text{F}]$$

$$C \approx 66 \cdot Q = 66 \cdot 5,1 = 336,6[\mu\text{F}]$$

- 5. Postrojenje obuhvaća tri trošila čije su snage zadane 1)  $S_1=250\text{VA}$ ,  $\cos \varphi_1=0,5$ (kap); 2)  $P_2=180\text{W}$ ,  $\cos \varphi_2=0,8$ (ind); 3)  $S_3=300\text{VA}$ ,  $Q_3=149\text{Var}$ (ind). Odrediti ukupnu radnu, jalovu i prividnu snagu, te ukupni faktor snage postrojenja!

$$S_1=250\text{VA}$$

$$\cos \varphi_1=0,5(\text{kap})$$

$$P_2=180\text{W}$$

$$\cos \varphi_2=0,8(\text{ind})$$

$$S_3=300\text{VA}$$

$$Q_3=149\text{Var}(\text{ind})$$

$$P_{UK}, Q_{UK}, S_{UK}, \cos \varphi_{UK} = ?$$

$$P_1 = S_1 \cdot \cos \varphi_1 = 250 \cdot 0,5 = 125[\text{W}]$$

$$Q_1 = \sqrt{S_1^2 - P_1^2} = \sqrt{250^2 - 125^2}$$

$$Q_1 = 216[\text{Var}]_{\text{kap}}$$

$$S_2 = \frac{P_2}{\cos \varphi_2} = \frac{180}{0,8} = 225[\text{VA}]$$

$$Q_2 = \sqrt{S_2^2 - P_2^2} = \sqrt{225^2 - 180^2}$$

$$Q_2 = 135[\text{Var}]_{\text{ind}}$$

$$P_3 = \sqrt{S_3^2 - Q_3^2} = \sqrt{300^2 - 149^2}$$

$$P_3 = 260,4[\text{W}]$$

$$P_{uk} = P_1 + P_2 + P_3 = 125 + 180 + 260,4 = 565,4[\text{W}]$$

$$Q_{uk} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = -216 + 135 + 149 = 68[\text{VAR}]_{\text{ind}}$$

$$S_{uk} = \sqrt{P_{uk}^2 + Q_{uk}^2} = \sqrt{565,5^2 + 68^2}$$

$$S_{uk} = 569,6[\text{VA}]$$

$$\cos \varphi_{uk} = \frac{P_{uk}}{Q_{uk}} = \frac{565,5}{569} = 0,99_{\text{ind}}$$

