

Lineaire Schakelingen

ET1300

Instructie Week 2.2

Vorige keer

- AC circuit analyse
- Fasor domein (frequentiedomein)
- Impedantie en Admittantie

Vandaag

- Vermogensberekening in AC domein
- Effectieve waarde

Vermogen in tijdsdomein

Er geldt nog steeds gewoon:

$$p(t) = u(t)i(t)$$

Met $u(t) = A\cos(\omega t + \varphi)$ en $i(t) = B\cos(\omega t + \theta)$:

$$p(t) = 0.5AB[\cos(\varphi - \theta) + \cos(2\omega t + \varphi + \theta)]$$

Dit heet het **instantane vermogen**

Vermogen in tijddomein

Instantaan vermogen:

$$p(t) = U_{\text{eff}} I_{\text{eff}} [\cos(\varphi) + \cos(2\omega t + \varphi)]$$

Gemiddeld vermogen:

$$P = U_{\text{eff}} I_{\text{eff}} \cos(\varphi) \quad (\text{Watt, W})$$

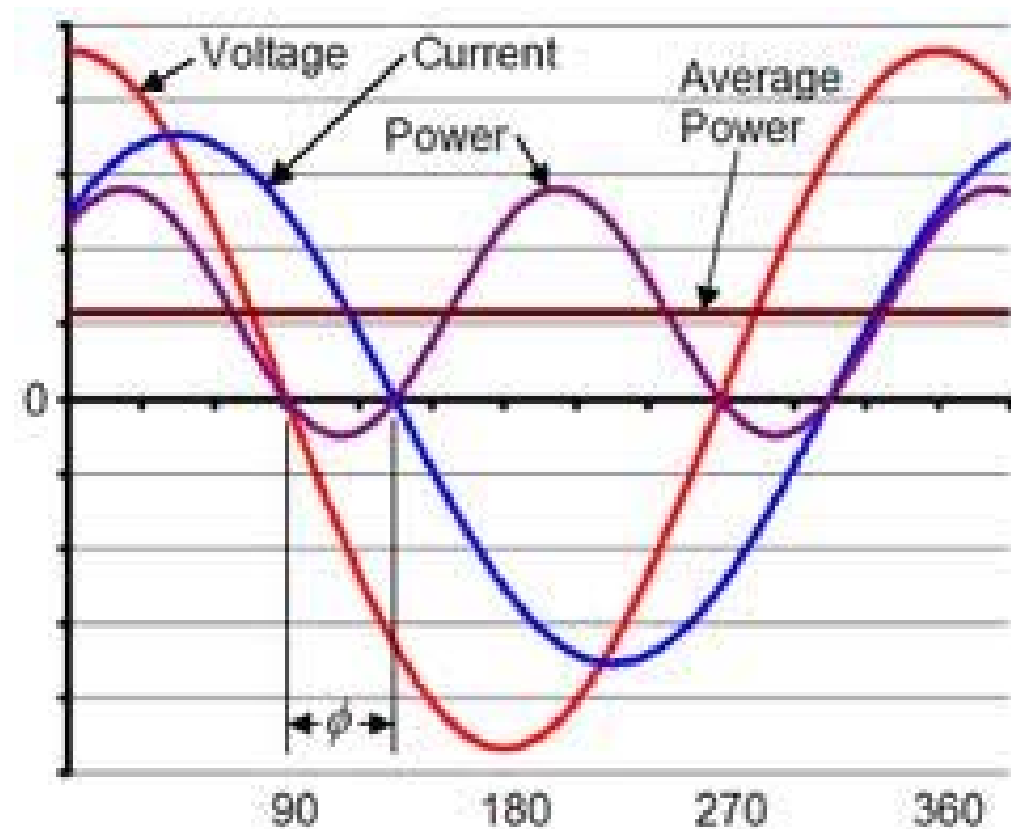
Schijnbaar vermogen:

$$P_{\text{schijn}} = U_{\text{eff}} I_{\text{eff}} \quad (\text{VoltAmpere, VA})$$

Vermogen dat beschikbaar is indien belasting puur resistief is

Let op voor sinusvormige signalen: $U_{\text{eff}} = \frac{U_{\text{peak}}}{\sqrt{2}}$, $I_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{peak}}}{\sqrt{2}}$

Vermogen in tijdsdomein

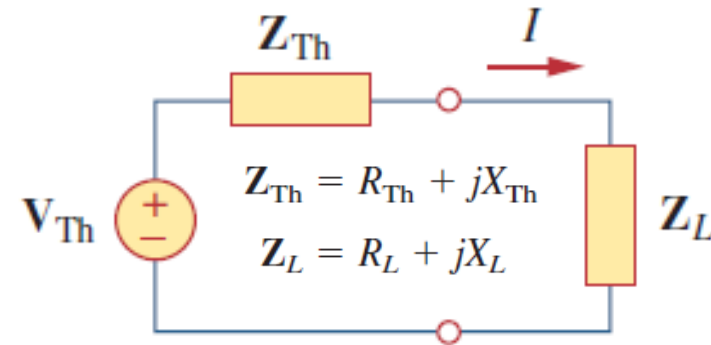


$$P = \text{avg}[p(t)] = 1/T \int p(t) dt = 0.5AB \cos(\varphi - \theta)$$

Maximale vermogensoverdracht

De stroom is gelijk aan:

$$\mathbf{I} = \frac{\mathbf{V}_{Th}}{\mathbf{Z}_{Th} + \mathbf{Z}_L} = \frac{\mathbf{V}_{Th}}{(R_{Th} + jX_{Th}) + (R_L + jX_L)}$$



Het gemiddelde vermogen is dus:

$$P = \frac{1}{2} |\mathbf{I}|^2 R_L = \frac{|\mathbf{V}_{Th}|^2 R_L / 2}{(R_{Th} + R_L)^2 + (X_{Th} + X_L)^2}$$

Bepalen we nu de maximale vermogens overdracht dan vinden we

$$\frac{\partial P}{\partial X_L} = -\frac{|\mathbf{V}_{Th}|^2 R_L (X_{Th} + X_L)}{[(R_{Th} + R_L)^2 + (X_{Th} + X_L)^2]^2}$$

$$\frac{\partial P}{\partial R_L} = \frac{|\mathbf{V}_{Th}|^2 [(R_{Th} + R_L)^2 + (X_{Th} + X_L)^2 - 2R_L(R_{Th} + R_L)]}{2[(R_{Th} + R_L)^2 + (X_{Th} + X_L)^2]^2}$$

Setting $\partial P / \partial X_L$ to zero gives

$$X_L = -X_{Th}$$

and setting $\partial P / \partial R_L$ to zero results in

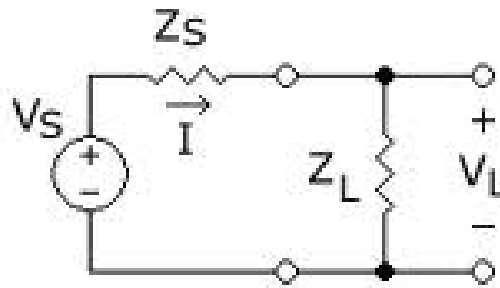
$$R_L = \sqrt{R_{Th}^2 + (X_{Th} + X_L)^2}$$



Maximale vermogensoverdracht

Gegeven het Thevenin equivalent van een AC-circuit, dan geldt maximale vermogensoverdracht als:

$$Z_L = \text{conj}[Z_s]$$



Effectieve waarde

- Tot nu toe alleen DC en sinusvormige signalen
- Natuurlijk zijn andere vormen ook mogelijk (driehoek, blokgolf, etc)
- Het zou handig zijn als we al deze spanningen kunnen karakteriseren met één equivalente grootte, de effectieve waarde:

$$X_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int x^2(t) dt}$$

Effectieve waarde

- De effectieve waarde geeft het DC-equivalent aan van het signaal in termen van vermogen:

$$P = V_{\text{rms}} I_{\text{rms}} \cos(\varphi - \theta)$$

- *Een sinusvormig signaal met amplitude van 10V, levert evenveel vermogen als een DC signaal van $10/\sqrt{2}$ V*

Overzicht

$$U = u \cdot \cos(\omega t + \varphi_1), \quad I = i \cdot \cos(\omega t + \varphi_2), \quad \mathbf{U} = u \cdot \exp(j\varphi_1), \quad \mathbf{I} = i \cdot \exp(j\varphi_2)$$

Power factor: $\cos(\varphi_1 - \varphi_2) = \cos(\varphi)$

Instantaan vermogen (W):

$$p(t) = U_{\text{eff}} I_{\text{eff}} [\cos(\varphi) + \cos(2\omega t + \varphi)]$$

Gemiddeld vermogen (W):

$$P = P = U_{\text{eff}} I_{\text{eff}} \cos(\varphi)$$

Schijnbaar vermogen (VA):

$$P = U_{\text{eff}} I_{\text{eff}}$$

Complex vermogen (VA):

$$S = 0.5VI^*$$

Gemiddeld vermogen (W):

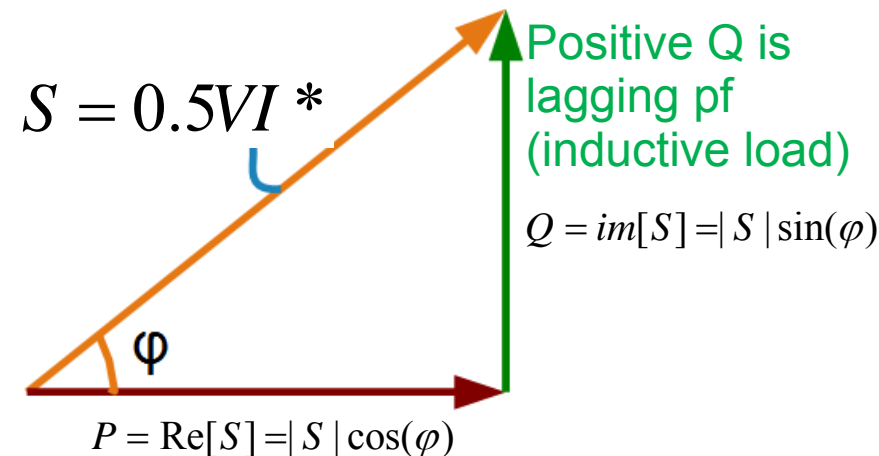
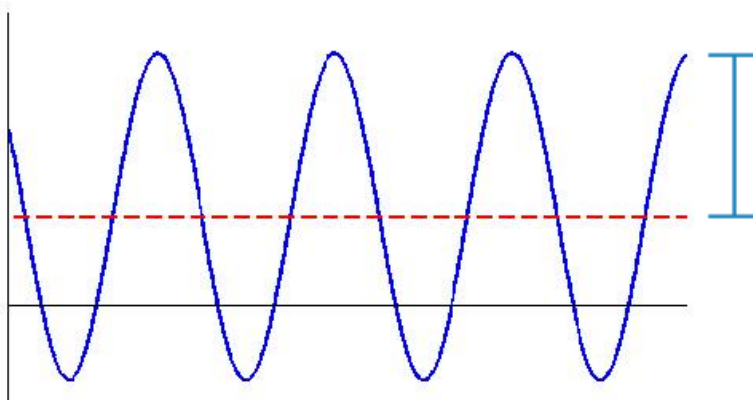
$$P = \text{Re}[S] = |S| \cos(\varphi)$$

Blindvermogen (VAR):

$$Q = \text{Im}[S] = |S| \sin(\varphi)$$

Schijnbaar vermogen (VA):

$$P = |S|$$



Nog even dit

$$\bar{S} = \frac{1}{2} \cdot \bar{V} \cdot \bar{I}^* = \frac{1}{2} \cdot |\bar{I}|^2 \cdot Z = \frac{1}{2} \cdot \frac{|\bar{V}|^2}{Z^*} = \frac{1}{2} \cdot |\bar{V}|^2 \cdot Y^*$$