

Grundformler och likström

Ohms lag, effekt, energi samt serie- och parallellkoppling

U Spänning [V]

I Ström [A]

R Resistans [Ω]

P Effekt [W]

01 Ohms lag och effekt

Spänning	$U = I \cdot R$	$U = \frac{P}{I}$	$U = \sqrt{R \cdot P}$
Ström	$I = \frac{U}{R}$	$I = \frac{P}{U}$	$I = \sqrt{\frac{P}{R}}$
Resistans	$R = \frac{U}{I}$	$R = \frac{P}{I^2}$	$R = \frac{U^2}{P}$
Effekt	$P = U \cdot I$	$P = I^2 \cdot R$	$P = \frac{U^2}{R}$

02 Energi

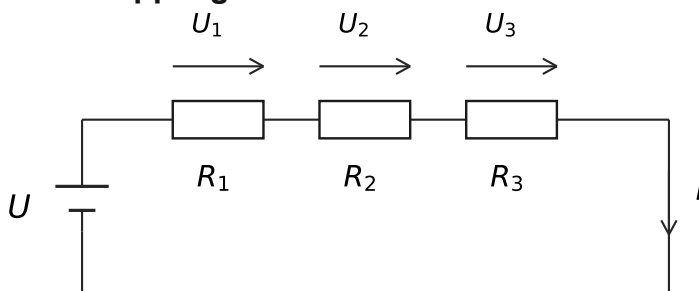
$$E = P \cdot t$$

E: energi [kWh] P: effekt [kW]

t: tid [h]

03 Kopplingar med likström

Seriekoppling

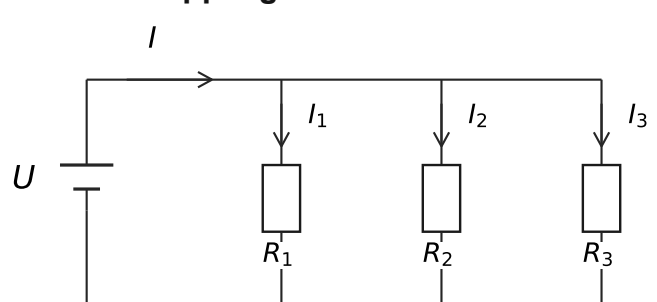


Strömmen I är konstant.

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

$$R_{\text{ers}} = R_1 + R_2 + R_3$$

Parallellkoppling



Spänningen U är konstant.

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

$$\frac{1}{R_{\text{ers}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Två resistorer:
$$R_{\text{ers}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

Resistans och impedans

Ledarresistans, reaktans och impedanstriangeln

01 Resistivitet och ledarresistans

$$R_\ell = \frac{\rho \cdot \ell}{A}$$

R_ℓ : ledarresistans [Ω]

ℓ : längd [m] A : tvärsnittsarea [mm^2]

ρ : resistivitet [$\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$]

02 Induktiv och kapacitiv reaktans

$$X_L = 2\pi fL$$

X_L : induktiv reaktans [Ω]

f : frekvens [Hz] L : induktans [H]

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

X_C : kapacitiv reaktans [Ω]

C : kapacitans [F]

$$1 \mu\text{F} = 10^{-6} \text{ F}$$

03 Impedanstriangel - spole med resistans

Z : impedans [Ω]

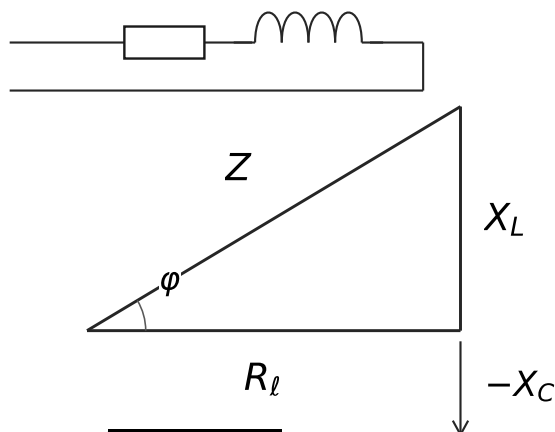
R_ℓ : spolens resistans [Ω]

$$\cos \varphi = \frac{R_\ell}{Z}$$

$$Z^2 = R_\ell^2 + X_L^2$$

$$Z = \sqrt{R_\ell^2 + X_L^2}$$

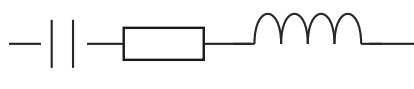
$$X_L = \sqrt{Z^2 - R_\ell^2}$$



04 Seriekrets med R, L och C

$$Z = \sqrt{R_\ell^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$\cos \varphi = \frac{R_\ell}{Z}$$



$\cos \varphi$ är effektfaktorn.

Spänning och ström

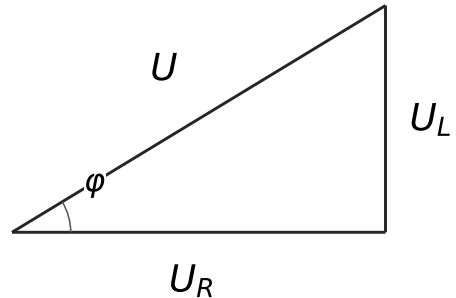
Trianglar för växelström med resistiv och induktiv del

01 Spänningstriangel - seriekrets

U: total spänning [V]

U_R: spänningsfall över resistansen [V]

U_L: spänningsfall över induktansen [V]



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

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

$$U = I \cdot Z$$

$$U_R = I \cdot R_\ell$$

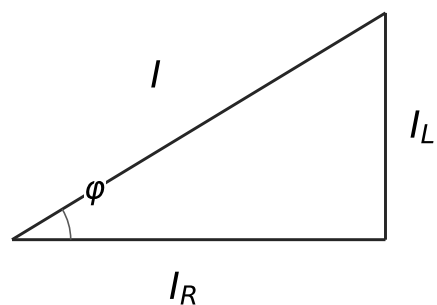
$$U_L = I \cdot X_L$$

02 Strömtriangel - parallellkoppling

I: total ström [A]

I_R: ström genom resistansen [A]

I_L: ström genom induktansen [A]



$$\cos \varphi = \frac{I_R}{I}$$

$$I^2 = I_R^2 + I_L^2$$

Effekt och faskompensering

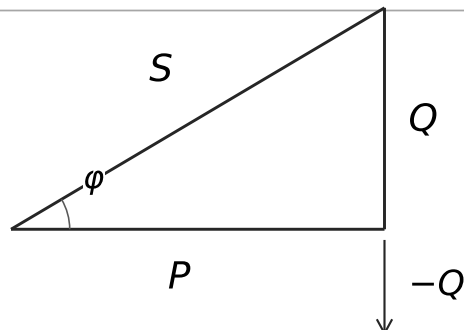
Aktiv, reaktiv och skenbar effekt vid växelström

01 Effekttriangel

P: aktiv effekt [W]

Q: reaktiv effekt [var]

S: skenbar effekt [VA]



+Q: induktivt -Q: kapacitivt

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

$$S^2 = P^2 + Q^2$$

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

$$S = U \cdot I$$

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

02 Aktiv och reaktiv effekt

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

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$Q_L = I^2 \cdot X_L = I \cdot U_L$$

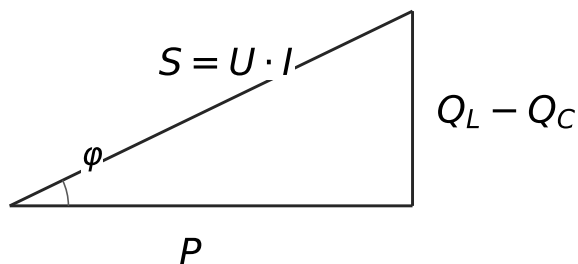
$$Q_C = I^2 \cdot X_C$$

$$Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi$$

Q_L, Q_C anges som belopp.

03 Faskompensering med kondensator

Kondensatorn minskar fäsförskjutningen och höjer effektfaktorn $\cos \varphi$.



$$S = \sqrt{P^2 + (Q_L - Q_C)^2}$$

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

Q_L: reaktiv effekt i spolen [var]

Q_C: reaktiv effekt i kondensatorn [var]

Motorer och trefas

Verkningsgrad samt Y- och D-koppling

01 Verkningsgrad för motor

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}$$

P1: tillförd aktiv elektrisk effekt [W]

P2: avgiven mekanisk effekt [W]

P2 anges på motorns märkskylt eller som motordata i uppgiften.

Använd samma enhet för P1 och P2, till exempel W eller kW.

Den mekaniska effekten beror på motorns moment och hastighet.

02 Trefas växelström

Resistiv belastning

$$P = \sqrt{3} U_H I_H$$

Induktiv belastning

$$P = \sqrt{3} U_H I_H \cos \varphi$$

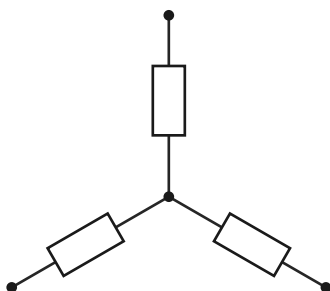
U_H : huvudspänning [V] I_H : huvudström / linjeström [A]

U_f : fasspänning [V] I_f : fasström [A]

Formlerna gäller symmetrisk trefasbelastning.

03 Y-koppling och D-koppling (Δ)

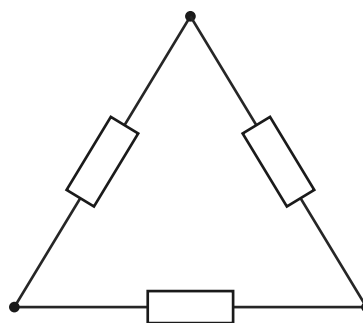
Y-koppling



$$U_H = \sqrt{3} U_f$$

$$U_f = \frac{U_H}{\sqrt{3}}$$

D-koppling



$$I_H = \sqrt{3} I_f$$

$$I_f = \frac{I_H}{\sqrt{3}}$$

Per fas: $U_f = I_f \cdot R$ (resistiv) eller $U_f = I_f \cdot Z$ (induktiv).