

Dagens övriga program:

- introduktion
- $j\omega$ – metoden (lite rep!)
- AC-kretsar – R, L, C
- effekt – P, Q, S
- referenser
- trefasssystem

Tisdag – 4 november

Dagens övriga program:

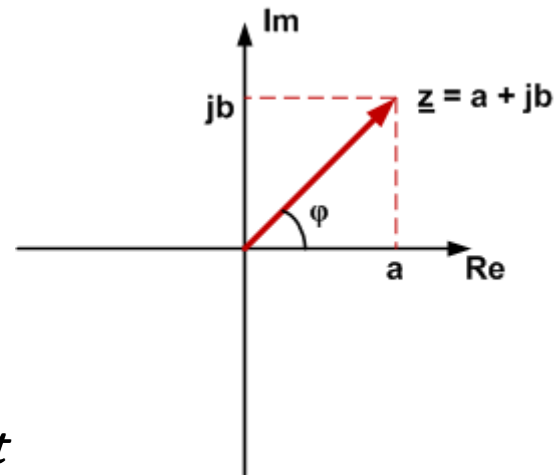
Efter föreläsningen skall studenten kunna förklara och utföra beräkningar på :

- Visardiagram (eg $j\omega$ -metoden) i kretsar med R, L och C
- Effektberäkningar
- 3-fassystemet

Samt, förstås, motivera varför högspänning används!

Komplexa beräkningsmetoden, $j\omega$ – metoden

Komplexa talplanet:



Im – imaginära axeln

Re – reella axeln

$\underline{z}$ – komplext tal $\underline{z} = a + jb$

a – abskissan

jb – ordinatan

Vektor i komplexa talplanet

Vi kan skriva:

$$|z| = z = \sqrt{a^2 + b^2} \quad \text{absolutvärde, visarens längd}$$

$$a = z \cdot \cos\varphi \quad b = z \cdot \sin\varphi$$

Eulers formel:

$$z = a + jb = z \cdot (\cos\varphi + j\sin\varphi) = z \cdot e^{j\varphi} = z \angle \varphi$$

rektangulärform

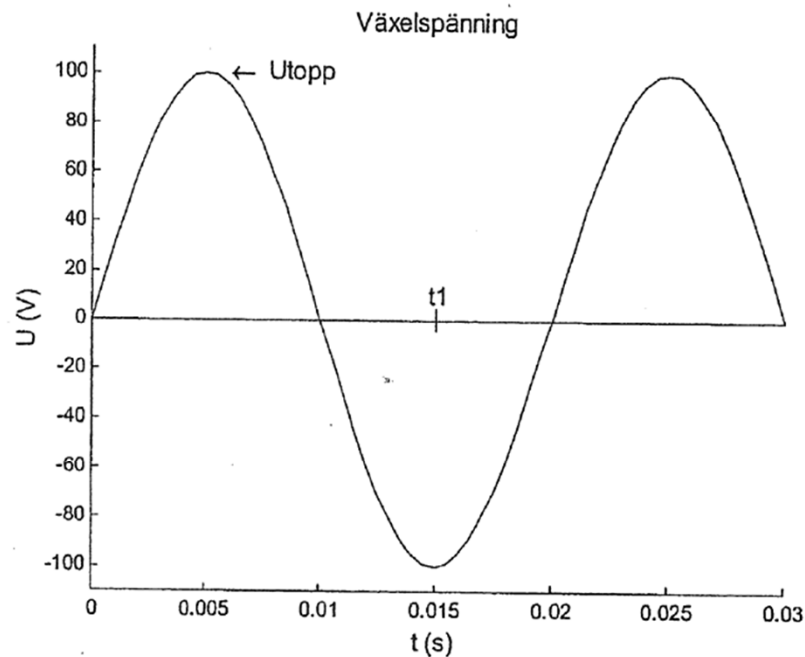
polärform

$$e^{j\varphi} = \cos\varphi + j\sin\varphi$$

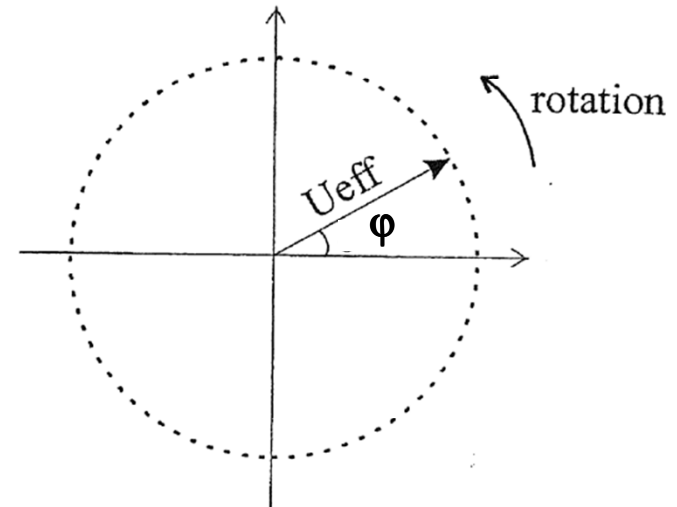
$$\text{Konjugatet till } \underline{z} \rightarrow \underline{z}^* = a - jb = z \cdot e^{-j\varphi}$$

samma frekvens;

stationärt tillstånd



$\Rightarrow$



En växelspänning (ström) som varierar sinusformigt med tiden:

$$u(t) = \hat{u} \sin \omega t \quad \omega - \text{vinkelfrekvens} \quad f = 50 \text{ Hz}$$

kan beskrivas med en roterande visare – omvandling av tidpunkten t till en vinkel:

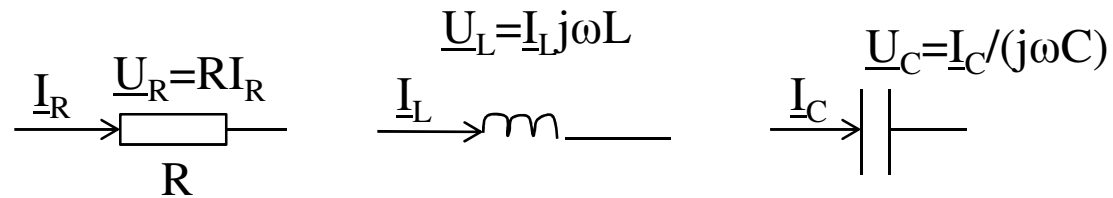
$$\phi = \omega t = 2\pi f t$$

och längden på visaren är kvadratiska medelvärdet av spänningen:

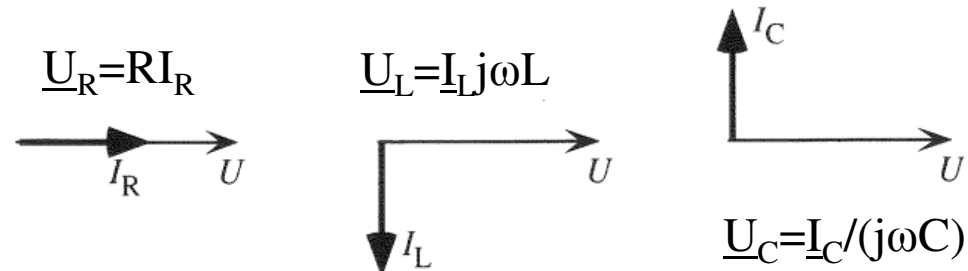
$$U_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2(t) dt} = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}}$$

CHALMERS

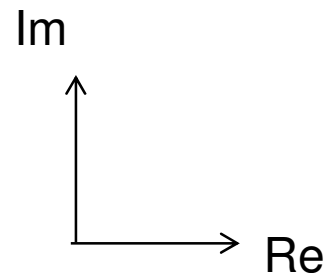
Visardiagram med R, L och C komponenter



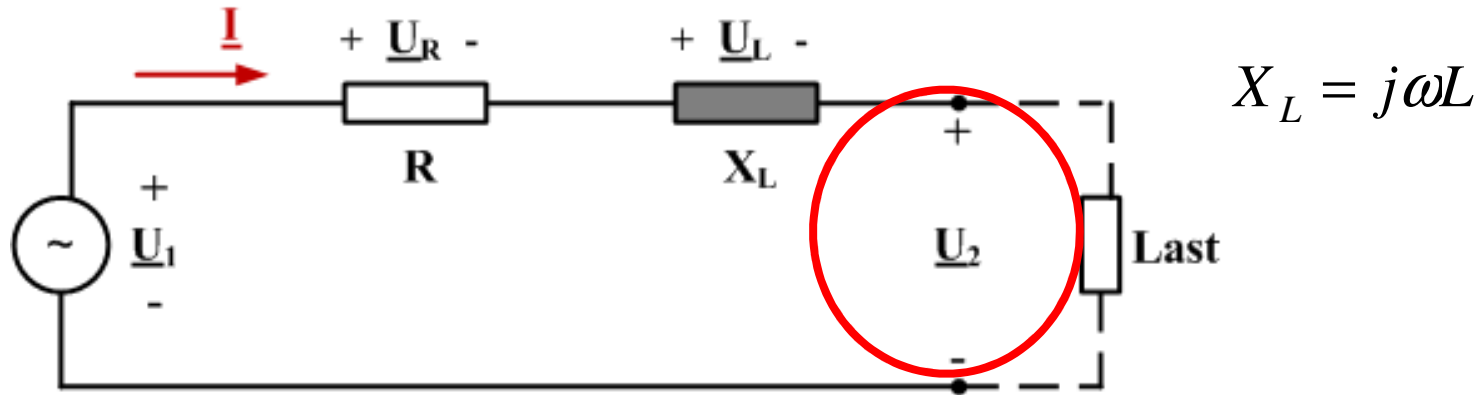
Motsvarande relation spänning/ström:



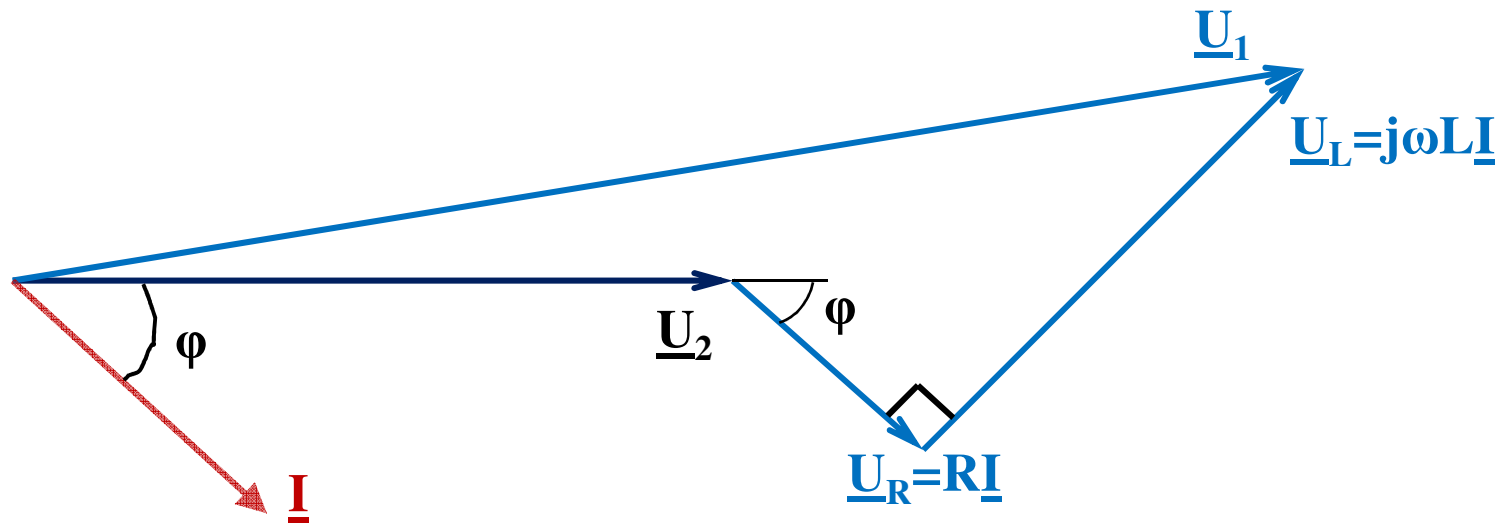
Används i det
komplexa talplanet
(Vektoraddition):

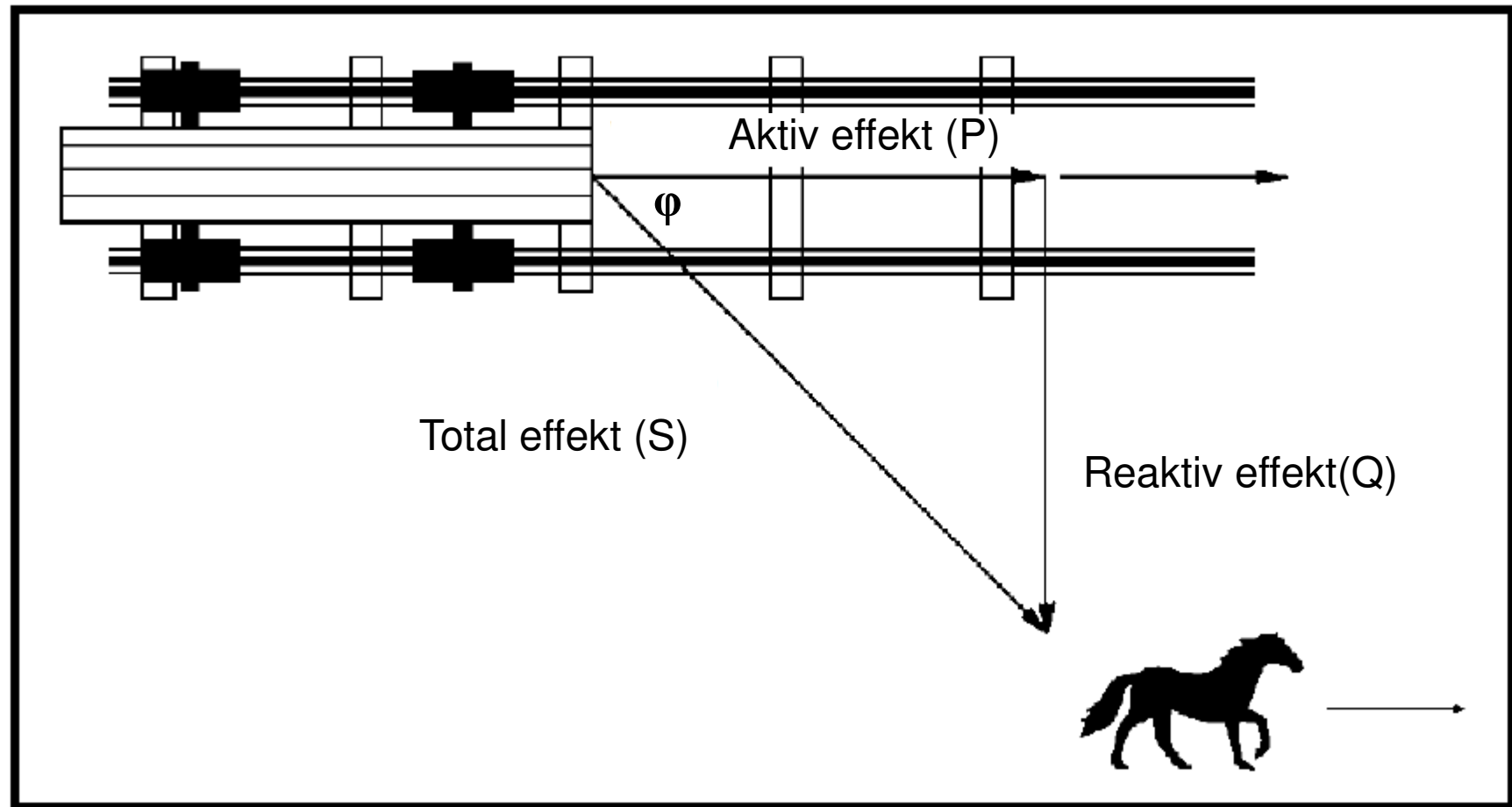


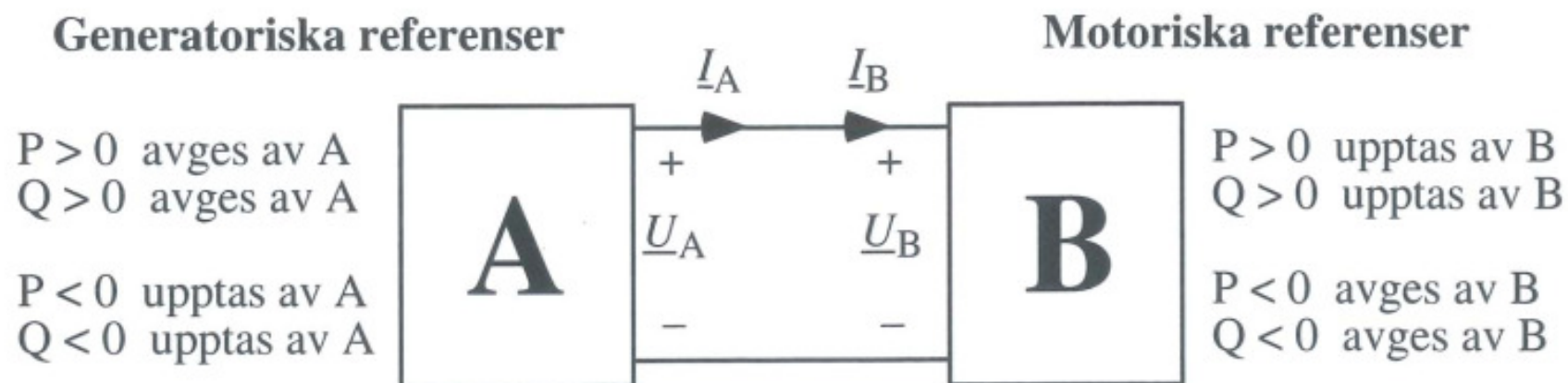
Exempel, bestäm spänningen $\underline{U}_1$, känd: $\underline{I}$, φ , R , X_L samt $\underline{U}_2$



Kirchhoffs spänningslag ger: $\underline{U}_1 = \underline{U}_2 + \underline{U}_L + \underline{U}_R$



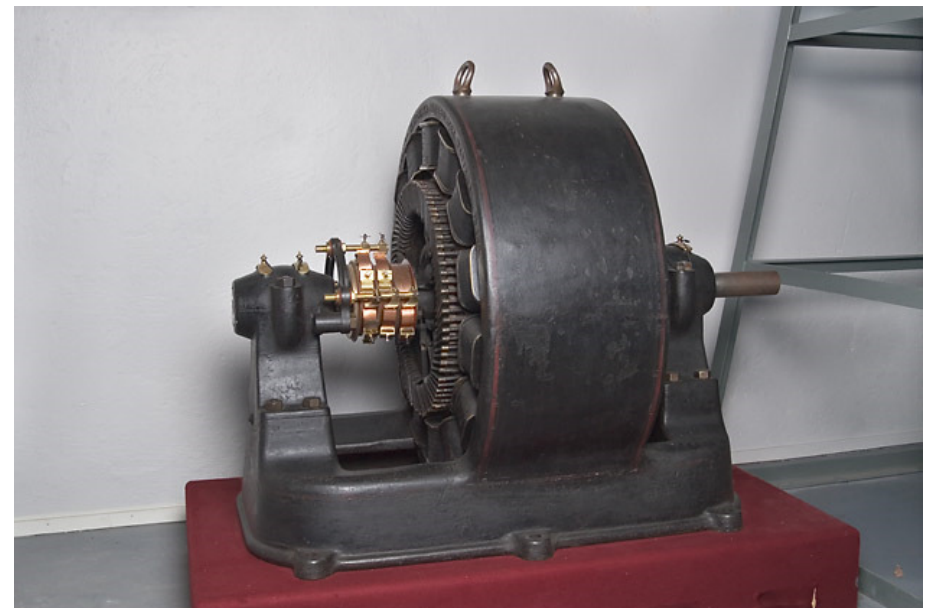
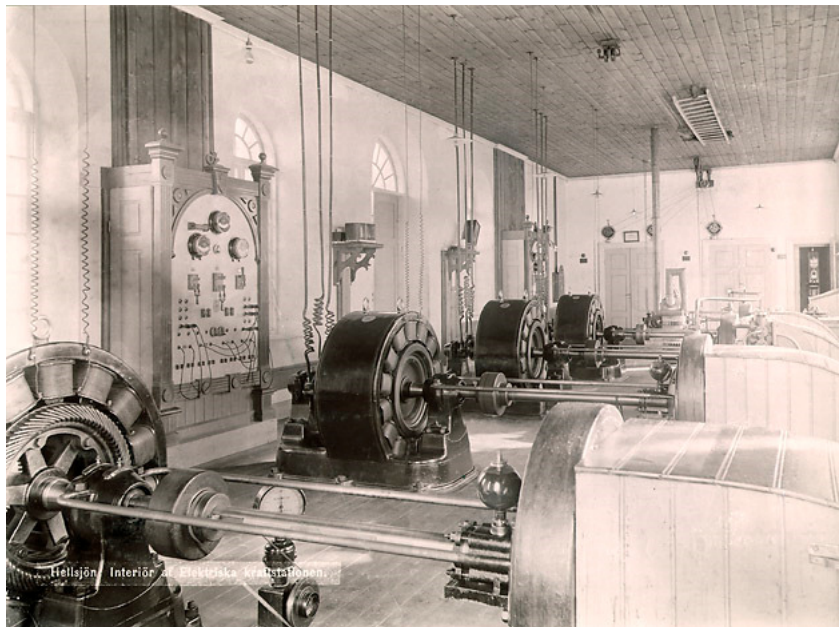




Figur 2.6 Effektflöde mellan två tvåpoler med olika referensriktningar.

HELLSJÖNS KRAFTSTATION

Kraftöverföringen Hellsjön – Grängesberg **1893** blev Sveriges första anläggning för trefas växelström. Systemet var nytt och oprövat och hade skapats av svensken **Jonas Wenström**.



Överföringens längd var **15 km** och nära **300 kW** överfördes med en spänning om **9,5 kV**. Kraftförlusterna var ca **30 %**

Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget, **Asea**

Symmetriska trefassystem

Villkor:

samma amplitud (spänningar och strömmar)

samma frekvens

impedanssymmetri

fasförskjutning 120°

$$i_a + i_b + i_c = 0$$

$$\underline{I}_a + \underline{I}_b + \underline{I}_c = 0$$

Ett trefasigt spänningssystem:

$$u_a = \hat{u} \sin \omega t$$

$$u_b = \hat{u} \sin (\omega t - 120^\circ)$$

$$u_c = \hat{u} \sin (\omega t - 240^\circ)$$

$$\underline{U}_a = U_f \angle 0^\circ$$

$$\underline{U}_b = U_f \angle -120^\circ$$

$$\underline{U}_c = U_f \angle -240^\circ$$

Ett trefasigt strömsystem:

$$i_a = \hat{i} \sin (\omega t - \varphi)$$

$$i_b = \hat{i} \sin (\omega t - \varphi - 120^\circ)$$

$$i_c = \hat{i} \sin (\omega t - \varphi - 240^\circ)$$

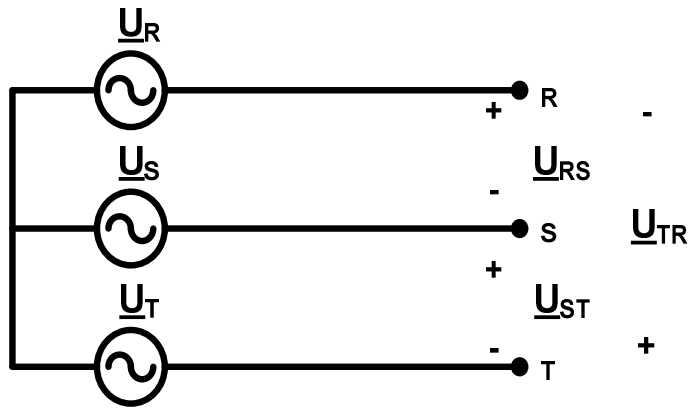
$$\underline{I}_a = I \angle -\varphi$$

$$\underline{I}_b = I \angle -\varphi - 120^\circ$$

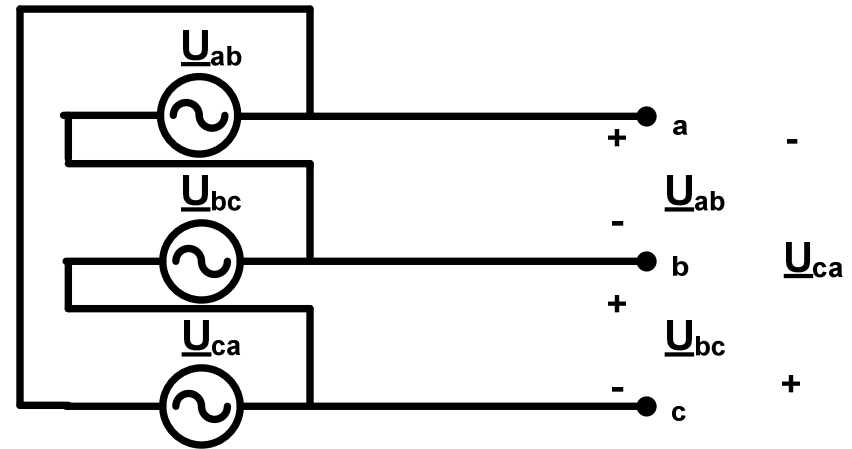
$$\underline{I}_c = I \angle -\varphi - 240^\circ$$

induktiv last

Spänningskällor kan kopplas:



Y

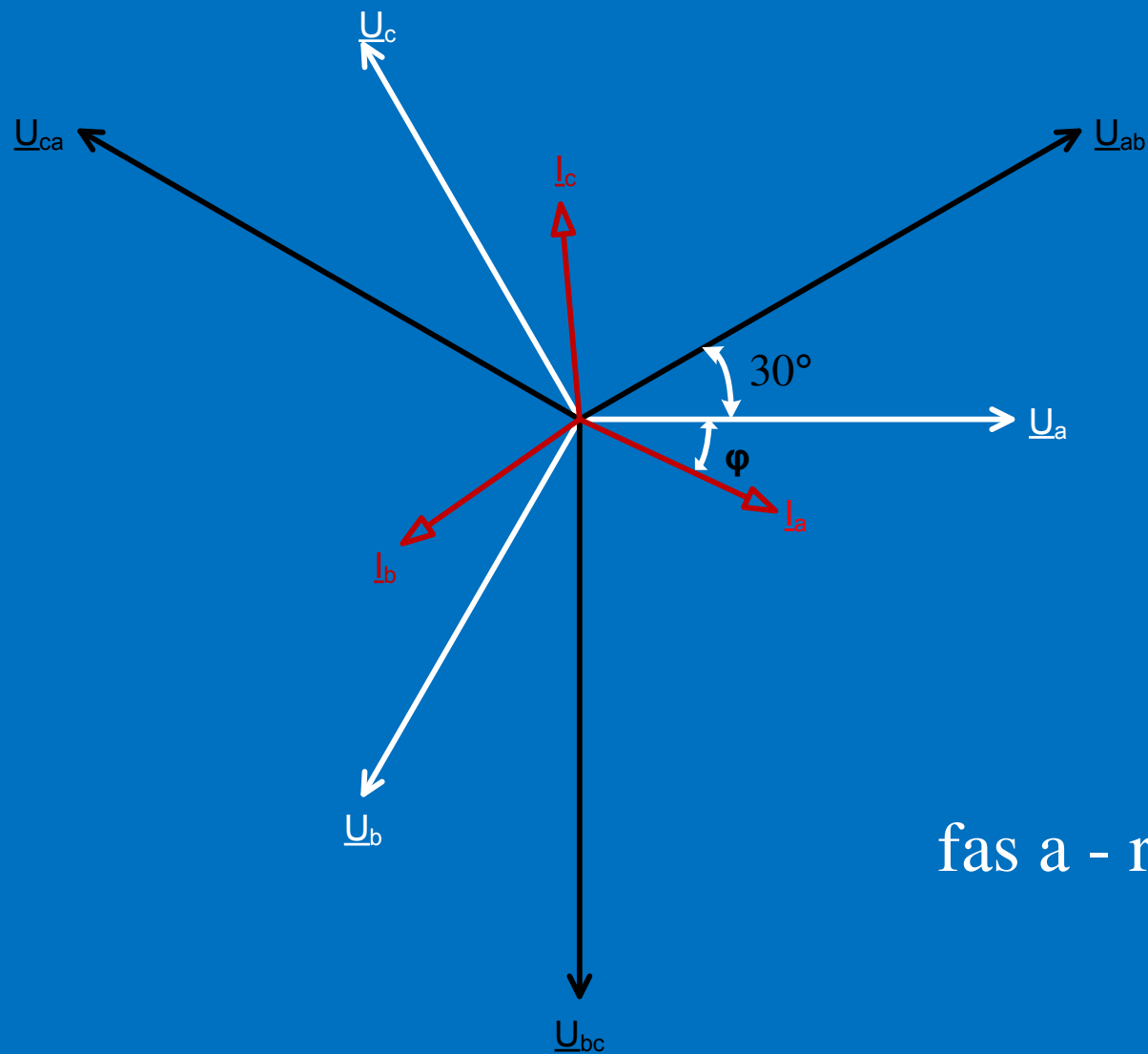


Δ

$$\underline{U}_{RS} = \sqrt{3} U_R \angle 30^\circ$$

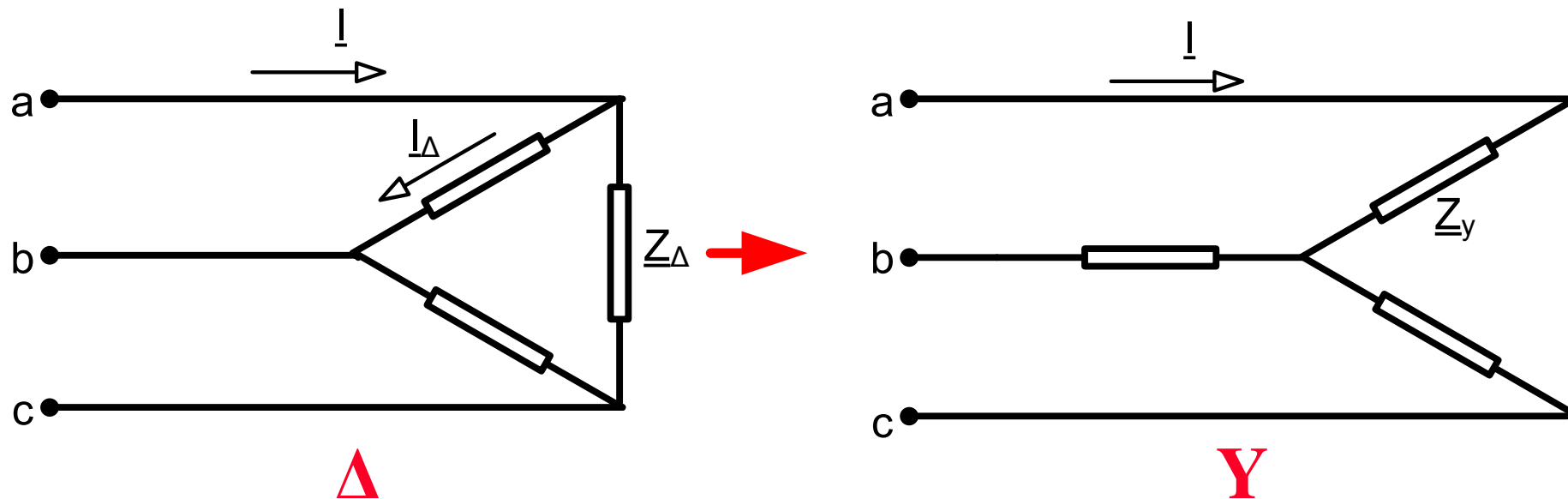
$$U = \sqrt{3} U_f$$

Visardiagram för ett symmetriskt trefassystem



fas a - referens

Ekvivalens mellan en Δ -kopplad och Y-kopplad symmetrisk trefasimpedans



$$\underline{Z}_\Delta = 3\underline{Z}_Y$$

$$I = \sqrt{3} I_\Delta$$

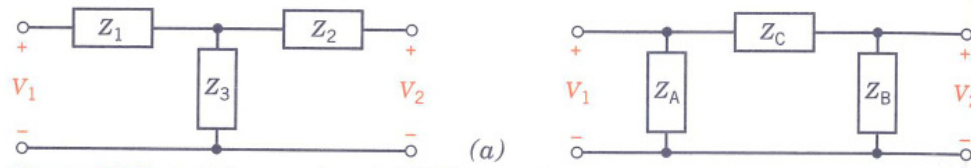


Figure 18-2 (a) T network and (b) Π network.

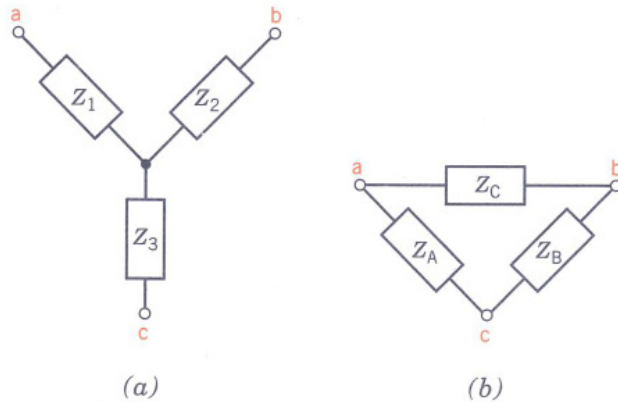


Figure 18-3 (a) Y network and (b) delta network.

at port 1 (at a-c)
$$Z_1 + Z_3 = \frac{Z_A(Z_B + Z_C)}{Z_A + Z_B + Z_C}$$

When a T or Π is completely symmetrical

$$Z_1 = \frac{Z_A Z_C}{Z_A + Z_B + Z_C}$$

$$Z_2 = \frac{Z_B Z_C}{Z_A + Z_B + Z_C}$$

$$Z_3 = \frac{Z_A Z_B}{Z_A + Z_B + Z_C}$$

$$Z_A = \frac{Z_1 Z_2 + Z_2 Z_3 + Z_3 Z_1}{Z_2}$$

$$Z_B = \frac{Z_1 Z_2 + Z_2 Z_3 + Z_3 Z_1}{Z_1}$$

$$Z_C = \frac{Z_1 Z_2 + Z_2 Z_3 + Z_3 Z_1}{Z_3}$$

$$Z_T = \frac{Z_\Pi}{3}$$

$$Z_\Pi = 3Z_T$$

Trefaseffekt

$$P = 3U_f I \cos \varphi = \sqrt{3}UI \cos \varphi \quad [W]$$

$$Q = 3U_f I \sin \varphi = \sqrt{3}UI \sin \varphi \quad [VAR]$$

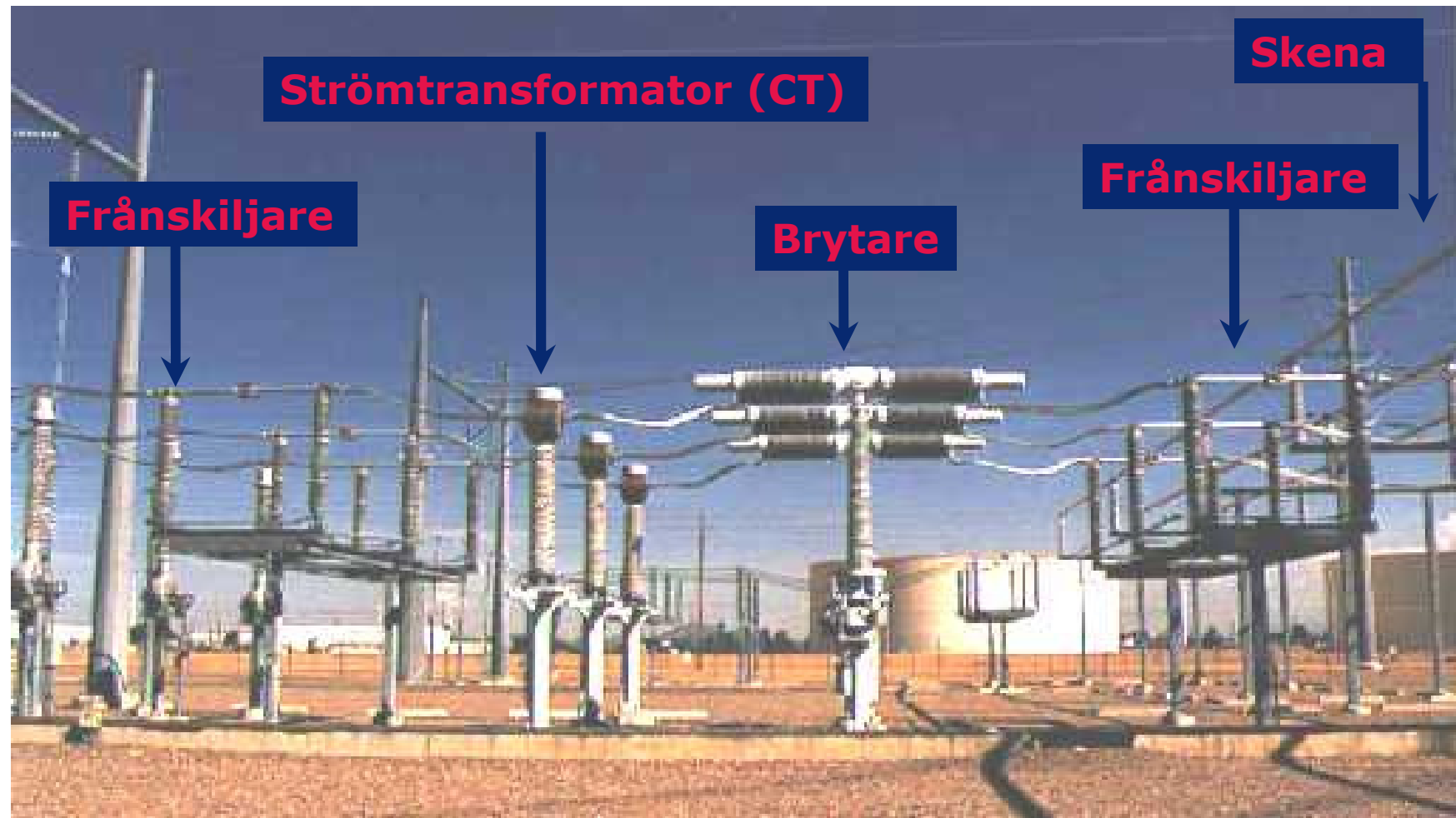
$$S = 3U_f I = \sqrt{3}UI \quad [VA]$$

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

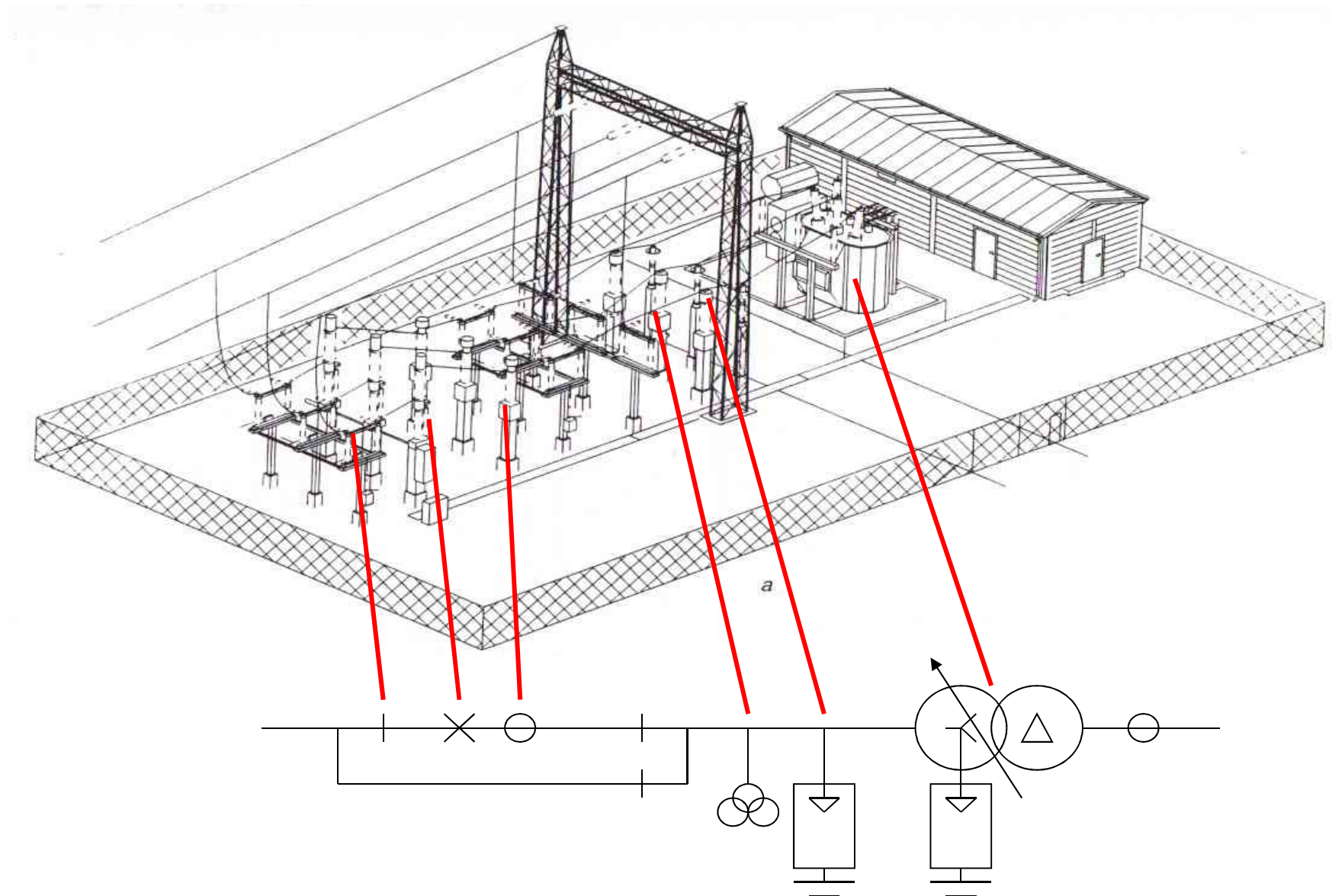
$$\underline{S} = 3\underline{U}_f \underline{I}^* = P + jQ$$

$\cos \varphi$ - effektfaktor

Komponenter i ställverket



Komponenter i ställverket



Beteckningar + enlinjeschema

Enlinjeschema
representerar tre faser.



Exempel:

