

8.2 TREFASET VEKSELSTRØM MED RESISTANSER I ASYMMETRI

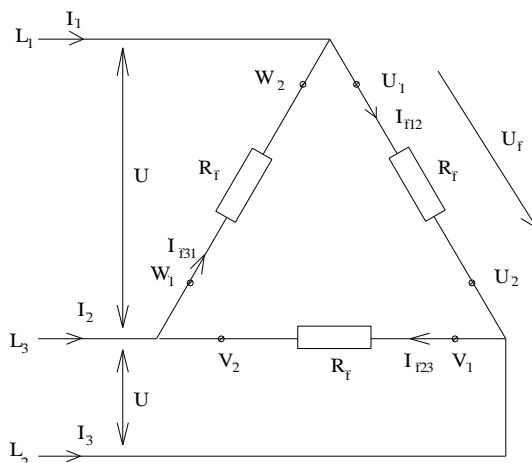
DELTA (Δ) METODEN for å løse asymmetrisk krets.

Resistanser i asymmetri vil si når belastningen er forskjellig i hver fase. Metoden benyttes når skjevbelastning har en faseforskyvningsvinkel på 0° . Dvs at belastningene i alle fasene er rent resistive.

Metoden kan også benyttes når faseforskyvningsvinkelen er forskjellig fra 0° , men lik i alle faser. Det lønner seg å benytte lambda metoden vist i kapittel 8.3 når kretsen har faseforskyvningsvinkel forskjellig fra 0° .

I denne type skjevbelastning regner vi med et «sterkt nett». Med sterkt nett menes at påtrykt spenning ikke forandrer spenningsverdi eller vinkelen på 120° mellom hovedspenningene. Figur 8.2.1

Trekantkopling:

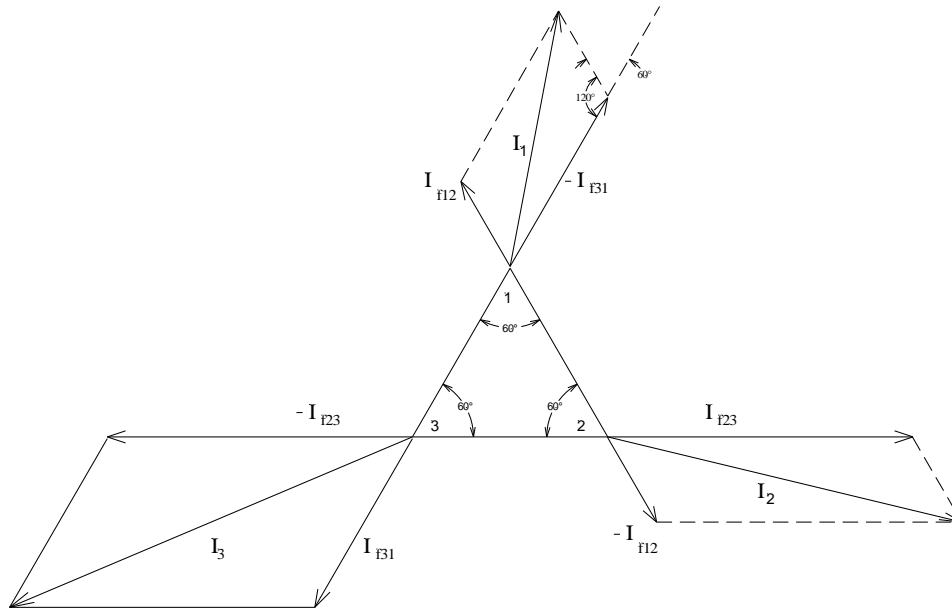


$$R_{f1} \neq R_{f2} \neq R_{f3}$$

Resistansene i hver fase er forskjellige dvs asymmetri.

Grafisk framstilling av effektivverdiene til hovedstrømmene og fasestrømmene:

Figur 8.2.2



Av diagrammet over ser vi at de tre fasestrømmene er forskjellige. Dette medfører at hovedstrømmene blir forskjellige og at vinkelen mellom hovedstrømmene ikke blir 120° . Når vinkelen mellom hovedstrømmene blir forskjellig fra 120° kan ikke $\sqrt{3}$ benyttes i formlene for å finne strømmene og effektene.

Vi kan finne et uttrykk for hovedstrømmene når fasestrømmene er kjente hvis vi tar utgangspunkt i cosinussetningen. Hovedstrømmen I finnes da via formelen:

$$I_1^2 = I_{f12}^2 + I_{f31}^2 - 2 \cdot I_{f12} \cdot I_{f31} \cdot \cos 120^\circ$$

Setter vi inn eksaktverdien til $\cos 120^\circ$ får vi:

$$I_1^2 = I_{f12}^2 + I_{f31}^2 - 2 \cdot I_{f12} \cdot I_{f31} \cdot (-0,5)$$

Rydder vi opp i uttrykket over får vi formelen for hovedstrømmen I_1 :

$$I_1 = \sqrt{I_{f12}^2 + I_{f31}^2 + (I_{f12} \cdot I_{f31})} \quad 8.2.1$$

Formlene for samtlige hovedstrømmer blir da:

$$I_1 = \sqrt{I_{f12}^2 + I_{f31}^2 + (I_{f12} \cdot I_{f31})} \quad 8.2.1$$

$$I_2 = \sqrt{I_{f12}^2 + I_{f23}^2 + (I_{f12} \cdot I_{f23})} \quad 8.2.2$$

$$I_3 = \sqrt{I_{f31}^2 + I_{f23}^2 + (I_{f31} \cdot I_{f23})} \quad 8.2.3$$

I_1, I_2, I_3 hovedstrøm i hver sin gren (A)
 $I_{f12}, I_{f23}, I_{f31}$ fasestrøm i hver sin fase (A)

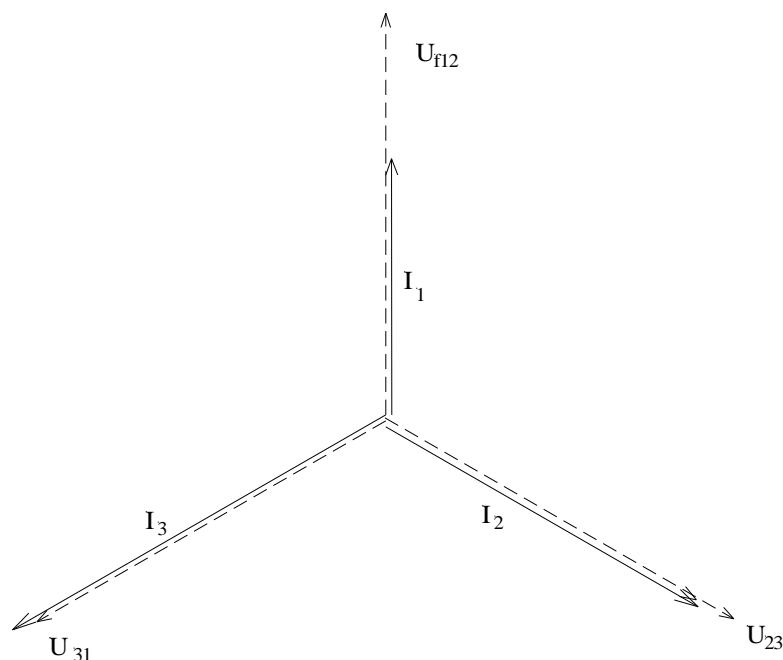
Huskeregelen for formlene er når indeksene til fasestrømmene skal inneholde samme tall som indeksen til en hovedstrøm.

Eks: når vi skal finne I_1 må fasestrømmene bestå av I_{f12} og I_{f31} .

Figur 8.2.2 viser hovedstrømmenes riktige verdi dvs vektorens lengde. Vektorenes plassering i forhold til hverandre og hovedspenningen eller fasespenningen er ikke riktig. Så lenge påtrykt spenning kommer fra et «stivt nett» og belastningene er rent resistive vil strømmene være i fase med spenningene.

Figur 8.2.3 viser et diagram med riktig lengde på vektorene og riktige vinkler mellom strømmene og mellom strømmene og spenningene.

Figur 8.2.3



Vinklene φ_{12} , φ_{23} og φ_{31} **må** være like når denne metoden benyttes. Det lønner seg å benytte lambda metoden i kapittel 8.3 selv om faseforskyvningsvinkelen er lik i alle faser.

Aktiv effekt pr fase:

$$P_{f12} = U_{f12} \cdot I_{f12} \cos \varphi_{12}$$

$$P_{f23} = U_{f23} \cdot I_{f23} \cos \varphi_{23}$$

$$P_{f31} = U_{f31} \cdot I_{f31} \cos \varphi_{31} \quad 8.2.4$$

Total aktiveffekt:

$$P = P_{f12} + P_{f23} + P_{f31} \quad 8.2.5$$

Reaktiv effekt pr fase:

$$Q_{f12} = U_{f12} \cdot I_{f12} \cdot \sin \varphi_{12}$$

$$Q_{f23} = U_{f23} \cdot I_{f23} \cdot \sin \varphi_{23}$$

$$Q_{f31} = U_{f31} \cdot I_{f31} \cdot \sin \varphi_{31} \quad 8.2.6$$

Total reaktiv effekt:

$$Q = Q_{f12} + Q_{f23} + Q_{f31} \quad 8.2.7$$

Tilsynelatende effekt pr fase:

$$S_{f12} = U_{f12} \cdot I_{f12}$$

$$S_{f23} = U_{f23} \cdot I_{f23}$$

$$S_{f31} = U_{f31} \cdot I_{f31} \quad 8.2.8$$

Total tilsynelatende effekt:

$$S = S_{f12} + S_{f23} + S_{f31} \quad 8.2.9$$

S	tilsynelatende effekt totalt (VA)
Q	reaktiv effekt totalt (VAr)
P	aktiv effekt totalt (W)
S_{f12}	tilsynelatende effekt i fase 12 (VA)
Q_{f12}	reaktiv effekt i fase 12 (VAr)
P_{f12}	aktiv effekt i fase 12 (W)
U_{f12}	spenningen i fase 12 (V)
I_{f12}	strømmen i fase 12 (A)
$\cos\phi_{12}$	effekt faktoren i fase 12

Eksempel 8.2.1

En trefaset asymmetrisk krets som er trekantkopleet har fasestrømmene $I_{12}=120\text{ A}$, $I_{23}=140\text{ A}$ og $I_{31}=180\text{ A}$ ved en hovedspenning på 230 V , 50 Hz . Alle belastningene er rent resistive. Beregn hovedstrømmene matematisk.

Løsning:

Hovedstrømmen I_1 :

$$I_1 = \sqrt{I_{f12}^2 + I_{f31}^2 + (I_{f12} \cdot I_{f31})} = \sqrt{120A^2 + 180A^2 + (120A \cdot 180A)} = \underline{\underline{261,5A}}$$

Hovedstrømmen I_2 :

$$I_2 = \sqrt{I_{f12}^2 + I_{f23}^2 + (I_{f12} \cdot I_{f23})} = \sqrt{120A^2 + 140A^2 + (120A \cdot 140A)} = \underline{\underline{225,4A}}$$

Hovedstrømmen I_3 :

$$I_3 = \sqrt{I_{f31}^2 + I_{f23}^2 + (I_{f31} \cdot I_{f23})} = \sqrt{180A^2 + 140A^2 + (180A \cdot 140A)} = \underline{\underline{277,8A}}$$

OPPGAVER

8.2.1

En trefaset asymmetrisk krets som er trekantkoplest har fasestrømmene $I_{12}=12$ A, $I_{23}=15$ A og $I_{31}=20$ A ved en hovedspenning på 240 V, 50 Hz. Alle belastningene er rent resistive.

- Hva blir hovedstrømmene ved grafisk løsning?
- Beregn hovedstrømmene matematisk.
- Finn de aktive faseeffektene og total aktiv effekt.
- Beregn de reaktive faseeffektene og total reaktiv effekt.
- Hva blir de tilsynelatende faseeffektene og total tilsynelatende effekt?

8.2.2

En asymmetrisk trefasekrets er trekantkoplest. Belastningene er rent resistive og verdiene er:
 $R_{f12}=12 \Omega$, $R_{f23}=17 \Omega$ og $R_{f31}=8 \Omega$.

Trekantkoplingen er tilkoplest et nett med spenningen 440 V, 60 Hz.

- Finn hovedstrømmene matematisk.
- Hva blir hovedstrømmene, bruk grafisk løsning?
- Beregn trekantkoplingens aktive effekt.

8.2.3

En trefaset krets er trekantkoplest og har fasestrømmene $I_{12}=120$ A, $I_{23}=100$ A og $I_{31}=140$ A ved en hovedspenning på 250 V, 50 Hz. Effektfaktorene er $\cos\varphi_{12}=0,866$, $\cos\varphi_{23}=0,866$ og $\cos\varphi_{31}=0,866$.

- Hva blir hovedstrømmene, benytt grafisk framgangsmåte?
- Finn hovedstrømmene matematisk.
- Hva blir total aktiv effekt.
- Finn total reaktiv effekt.
- Beregn total tilsynelatende effekt?