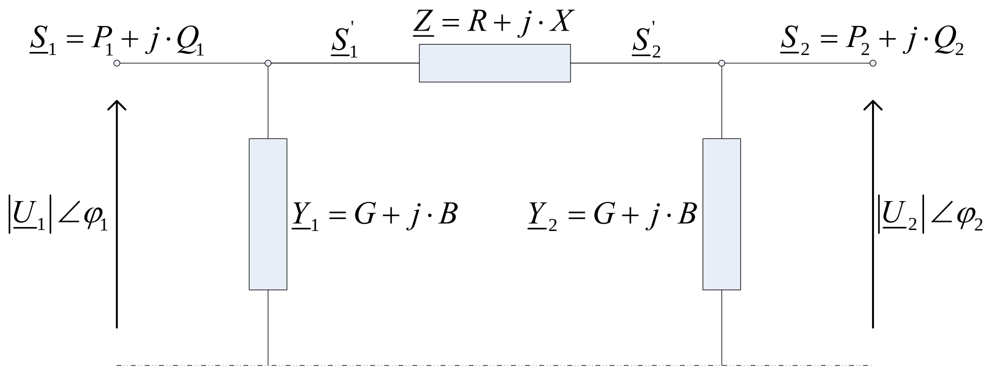
Load-Flow beregninger.



$\Delta U = |\underline{U}_1| - |\underline{U}_2|$ Linieværdi $\dfrac{\Delta U}{|\underline{U}_1|} = \%$

$\Delta P = P_1 - P_2$ $\eta = \dfrac{P_2}{P_1}$

$\Delta S = S_1 - S_2$

$\Delta Q = Q_1 - Q_2$

Tilfælde nr. 1 – $\underline{S}_2$ og $\underline{U}_2$ givet, her ønskes at finde $\underline{S}_1$ og $\underline{U}_1$

Vinkelreference sættes til nul på sekundærsider, $\varphi_2 = 0°$

$$\underline{Y}_2 = \underline{Y}' = j\frac{B}{2}\bigg|_{B=l\cdot b} \quad \left(\underline{Y}' = \frac{G}{2} + j\frac{B}{2}\bigg|_{G=l\cdot g}\right)$$

Nu kan $\underline{S}_2$ mærket findes

$$\underline{S}_2' = \underline{S}_2 + |\underline{U}_2| \cdot \underline{Y}_2^* \qquad \textbf{Ligning 1}$$

For at finde $\underline{U}_1$, ses at med KVL er spændingen $\underline{U}_1$ lig med summen af spændingen over impedansen og $\underline{U}_2$

$$\underline{U}_1 = \underline{U}_2 + \underline{Z} \cdot \frac{\underline{S}_2'^*}{\underline{U}_2^*} \qquad \textbf{Ligning 2}$$

Fordi vinkelreference er sæt til at være $\varphi_2 = 0°$ gælder

$$\underline{U}_2^* = \underline{U}_2$$

Så nu er muligt at skrive ligninger for $\underline{U}_1$ op igen, her skal også $\underline{Z}$ udskiftes for *(R+jX) og* $\underline{S}_2$ mærket for $(P_2'+jQ_2')$.

$$\underline{U}_1 = \underline{U}_2 + (R + jX) \cdot \frac{(P_2' - jQ_2')}{\underline{U}_2}$$

Nu skal parenteserne ganges sammen og real del og imaginær del tages sammen.

$$\underline{U}_1 = \underline{U}_2 + \frac{(P_2' \cdot R + Q_2' \cdot X)}{\underline{U}_2} + j\frac{(P_2' \cdot R - Q_2' \cdot X)}{\underline{U}_2}$$

Så er muligt at finde størrelsen af spændingen $\underline{U}_1$, og det er kravet til vores system

$$|\underline{U}_1| = \sqrt{\left(\underline{U}_2 + \frac{(P_2' \cdot R + Q_2' \cdot X)}{\underline{U}_2}\right)^2 + \left(\frac{(P_2' \cdot R - Q_2' \cdot X)}{\underline{U}_2}\right)^2} \qquad \textbf{Ligning 3}$$

Fordi nu er spændingen $\underline{U}_1$ fundet, så er muligt at finde $\underline{S}_1$

$$\underline{S}_1 = \underline{S}_2' + 3 \cdot \underline{Z} \cdot \underline{I} \cdot \underline{I}^* + |\underline{U}_1|^2 \cdot Y_1^*$$

Obs.! Tre gange er pga. det er Load-Flow til trefaset system. Udfra følgende ligning er mulighed at lave beregningere til $\underline{S}_1$ lidt kortere (eller nemmere)

$$\underline{I} \cdot \underline{I}^* = \frac{\underline{S}_2'}{\sqrt{3} \cdot \underline{U}_2} \cdot \frac{\underline{S}_2'^*}{\sqrt{3} \cdot \underline{U}_2^*} = \left|\frac{\underline{S}_2'}{\sqrt{3} \cdot \underline{U}_2}\right|^2$$

$$\underline{S}_1 = \underline{S}_2' + \underline{Z} \cdot \left|\frac{\underline{S}_2'}{\underline{U}_2}\right|^2 + |\underline{U}_1|^2 \cdot Y_1^* \qquad \textbf{Ligning 4}$$

Tilfælde nr. 2 – $\underline{S}_1$ og $\underline{U}_1$ givet, her ønskes at finde $\underline{S}_2$ og $\underline{U}_2$

Vinkelreference sættes til nul på sekundærsider, $\varphi_1 = 0°$.

Samme framgangsmetode som ved tilfælde nr.1. Alle ”*1*” byttes med ”*2*” og omvendt. Der findes også nogle ”+” der skal byttes til ”-”.

$$\underline{S}_1^{'} = \underline{S}_1 - \left|\underline{U}_1\right| \cdot \underline{Y}_1^{*} \qquad \textbf{Ligning 5}$$

For at finde $\underline{U}_2$, ses at med KVL er spændingen $\underline{U}_2$ lig med summen af spændingen over impedansen og $\underline{U}_1$

$$\underline{U}_2 = \underline{U}_1 - \underline{Z} \cdot \frac{\underline{S}_1^{'*}}{\underline{U}_1^{*}} \qquad \textbf{Ligning 6}$$

Fordi vinkelreference er sæt til at være $\varphi_1 = 0°$ gælder

$$\underline{U}_1^{*} = \underline{U}_1$$

Så nu er muligt at skrive ligninger for $\underline{U}_2$ op igen, her skal også $\underline{Z}$ udskiftes for *(R+jX) og* $\underline{S}_1$ mærket for $(P_1' + jQ_1')$.

$$\underline{U}_2 = \underline{U}_1 - \left(R + jX\right) \cdot \frac{\left(P_1^{'} - jQ_1^{'}\right)}{\underline{U}_1}$$

Nu skal parenteserne ganges sammen og real del og imaginær del tages sammen.

$$\underline{U}_2 = \underline{U}_1 - \frac{\left(P_1^{'} \cdot R + Q_1^{'} \cdot X\right)}{\underline{U}_1} - j\frac{\left(P_1^{'} \cdot R - Q_1^{'} \cdot X\right)}{\underline{U}_1}$$

Så er muligt at finde størrelsen af spændingen $\underline{U}_2$, og det er kravet til vores system

$$\left|\underline{U}_2\right| = \sqrt{\left(\underline{U}_1 - \frac{\left(P_1^{'} \cdot R + Q_1^{'} \cdot X\right)}{\underline{U}_1}\right)^2 + \left(\frac{\left(P_1^{'} \cdot R - Q_1^{'} \cdot X\right)}{\underline{U}_1}\right)^2} \qquad \textbf{Ligning 7}$$

Fordi nu er spændingen $\underline{U}_2$ fundet, så er muligt at finde $\underline{S}_2$

$$\underline{S}_2 = \underline{S}_1^{'} - \underline{Z} \cdot \left|\frac{\underline{S}_1^{'}}{\underline{U}_1}\right|^2 - \left|\underline{U}_2\right|^2 \cdot \underline{Y}_2^{*} \qquad \textbf{Ligning 8}$$

Tilfælde nr. 3– $\underline{S}_2$ og $\underline{U}_1$ givet, her ønskes at finde $\underline{S}_1$ og $\underline{U}_2$

Når vi har at gøre med et kompliceret iterativt udtryk kan vi tillade at tage udgangspunkt i følgende

$$\Delta U = |\underline{U}_1| - |\underline{U}_2| \cong \frac{\left(P_2' \cdot R + Q_2' \cdot X\right)}{|\underline{U}_2|}$$

Det ses bort fra det ”lille” led

$$|\underline{U}_2| \cdot \underline{Y}_2^*$$

Og i første omgang antages efterfølgende

$$P_2 \approx P_2' \text{ og } Q_2 \approx Q_2'$$

$\underline{U}_2$ indsættes i ligningen

$$\underline{S}_2' = \underline{S}_2 + |\underline{U}_2|^2 \cdot \underline{Y}_2^*$$

Så beregnes spændingen på primærsiden $\underline{U}_2$

$$\underline{U}_1 = |\underline{U}_2| + \underline{Z} \cdot \frac{\underline{S}_2'^*}{|\underline{U}_2|}$$

Nu korrigeres $\underline{U}_2$ med fejlen på $\underline{U}_1$ og prøves igen og igen indtil fejlen er tilpas lille. Så kan $\underline{S}_1$ findes med

$$\underline{S}_1 = \underline{S}_2' + \underline{Z} \cdot \left|\frac{\underline{S}_2'}{\underline{U}_2}\right|^2 + |\underline{U}_1|^2 \cdot Y_1^*$$

Tilfælde nr. 4– $\underline{S}_1$ og $\underline{U}_2$ givet, her ønskes at finde $\underline{S}_2$ og $\underline{U}_1$

Når vi har at gøre med et kompliceret iterativt udtryk kan vi tillade at tage udgangspunkt i følgende

$$\Delta U = |\underline{U}_1| - |\underline{U}_2| \cong \frac{\left(P_1^{'} \cdot R + Q_1^{'} \cdot X\right)}{|\underline{U}_1|} \Leftrightarrow$$

$$|\underline{U}_2| \cong |\underline{U}_1| - \frac{\left(P_1^{'} \cdot R + Q_1^{'} \cdot X\right)}{|\underline{U}_1|}$$

Det ses bort fra det ”lille” led

$$|\underline{U}_1| \cdot \underline{Y}_1^*$$

Og i første omgang antages efterfølgende

$$P_1 \approx P_1^{'} \text{ og } Q_1 \approx Q_1^{'}$$

$\underline{U}_2$ indsættes i ligningen

$$\underline{S}_1^{'} = \underline{S}_1 - |\underline{U}_1|^2 \cdot \underline{Y}_2^*$$

Så beregnes spændingen på primærsiden $\underline{U}_2$

$$\underline{U}_2 = |\underline{U}_1| - \underline{Z} \cdot \frac{\underline{S}_1^{'*}}{|\underline{U}_1|}$$

Nu korrigeres $\underline{U}_2$ med fejlen på $\underline{U}_1$ og prøves igen og igen indtil fejlen er tilpas lille. Så kan $\underline{S}_1$ findes med

$$\underline{S}_2 = \underline{S}_1^{'} - \underline{Z} \cdot \left|\frac{\underline{S}_1^{'}}{\underline{U}_1}\right|^2 - |\underline{U}_2|^2 \cdot \underline{Y}_2^*$$

Tilfælde nr. 5– $\underline{U}_1$ og $\underline{U}_2$ givet, samt P_2 eller Q_2, her ønskes at finde $\underline{S}_1$ og $\underline{S}_2$

Først findes $\underline{S}_2$ mærket

$$\underline{S}_2^{'} = \underline{S}_2 + \left|\underline{U}_2\right|^2 \cdot Y_2^*$$

Så indsættes kendte størrelser i ligning så skal ligningen løses før ukendte størrelser

$$\left|\underline{U}_1\right| = \sqrt{\left(\underline{U}_2 + \frac{\left(P_2^{'} \cdot R + Q_2^{'} \cdot X\right)}{\underline{U}_2}\right)^2 + \left(\frac{\left(P_2^{'} \cdot R - Q_2^{'} \cdot X\right)}{\underline{U}_2}\right)^2} \qquad \textbf{Ligning 9}$$

Dermed er nemt at finde $\underline{Z}$ og dermed $\underline{S}_1$

$$\underline{S}_1 = \underline{S}_2^{'} + \underline{Z} \cdot \left|\frac{\underline{S}_2^{'}}{\underline{U}_2}\right|^2 + \left|\underline{U}_1\right|^2 \cdot Y_1^*$$

Tilfælde nr. 6– $\underline{U}_1$ og $\underline{U}_2$ givet, samt P_1 eller Q_1, her ønskes at finde $\underline{S}_1$ og $\underline{S}_2$

Først findes $\underline{S}_1$ mærket

$$\underline{S}_1^{'} = \underline{S}_1 - \left|\underline{U}_1\right|^2 \cdot Y_1^*$$

Så indsættes kendte størrelser i ligning så skal ligningen løses før ukendte størrelser

$$\left|\underline{U}_2\right| = \sqrt{\left(\underline{U}_1 - \frac{\left(P_1^{'} \cdot R + Q_1^{'} \cdot X\right)}{\underline{U}_1}\right)^2 + \left(\frac{\left(P_1^{'} \cdot R - Q_1^{'} \cdot X\right)}{\underline{U}_1}\right)^2} \qquad \textbf{Ligning 10}$$

Dermed er nemt at finde $\underline{Z}$ og dermed $\underline{S}_2$

$$\underline{S}_2 = \underline{S}_1^{'} - \underline{Z} \cdot \left|\frac{\underline{S}_1^{'}}{\underline{U}_1}\right|^2 + \left|\underline{U}_2\right|^2 \cdot Y_2^*$$