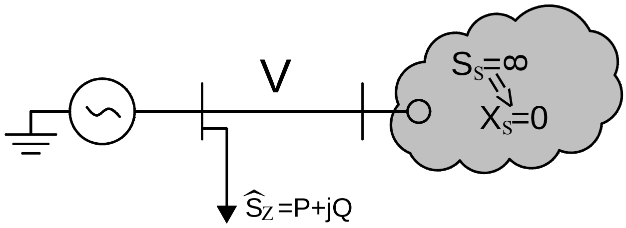
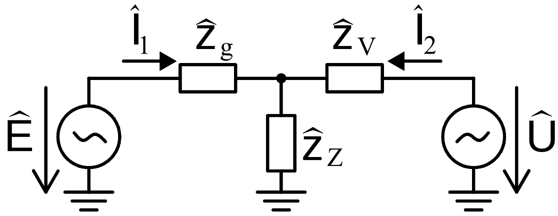
1 Odvození stability s meziodběrem

Mějme soustavu s meziodběrem dle Obr. 1. Nejprve provedeme náhradu prvků náhradními impedancemi dle Obr. 2.



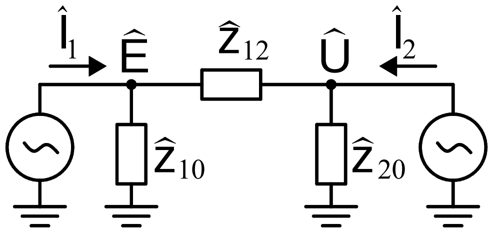
Obr. 1 Schéma meziodběru



Obr. 2 Náhrada prvků impedancemi

$$\hat{Z} = Z \cdot e^{j\alpha} \Rightarrow \hat{Y} = \frac{1}{\hat{Z}} = \frac{1}{Z} \cdot e^{-j\alpha} = Y \cdot e^{-j\alpha} \tag{1}$$

Nyní provedeme pomocí (2) transfiguraci hvězda – trojúhelník a získáme tak schéma zobrazené na Obr. 3.

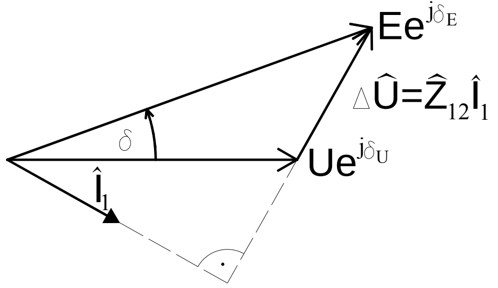


Obr. 3 Náhrada pomocí transfigurace hvězda – trojúhelník

$$\begin{aligned}
\hat{Z}_{12} &= \hat{Z}_g + \hat{Z}_V + \frac{\hat{Z}_g \cdot \hat{Z}_V}{\hat{Z}_Z} = Z_{12} \cdot e^{j \cdot \alpha_{12}} \\
\hat{Z}_{10} &= \hat{Z}_g + \hat{Z}_Z + \frac{\hat{Z}_g \cdot \hat{Z}_Z}{\hat{Z}_V} = Z_{10} \cdot e^{j \cdot \alpha_{10}} \\
\hat{Z}_{20} &= \hat{Z}_V + \hat{Z}_Z + \frac{\hat{Z}_V \cdot \hat{Z}_Z}{\hat{Z}_g} = Z_{20} \cdot e^{j \cdot \alpha_{20}}
\end{aligned} \tag{2}$$

Sestavíme příslušnou admitanční matici.

$$\begin{pmatrix}\hat{I}_1\\ \hat{I}_2\end{pmatrix}=\begin{bmatrix}\hat{Y}_{10}+\hat{Y}_{12} & -\hat{Y}_{12}\\ -\hat{Y}_{12} & \hat{Y}_{20}+\hat{Y}_{12}\end{bmatrix}\cdot\begin{pmatrix}\hat{E}\\ \hat{U}\end{pmatrix} \tag{3}$$



Obr. 4 Fázorový diagram při zanedbání reálných částí impedancí

$$\begin{aligned}\hat{S}_1 &= 3\cdot\hat{E}_f\cdot\hat{I}_1^*\\ &=\sqrt{3}\cdot\hat{E}_S\cdot\left[\left(\hat{Y}_{12}+\hat{Y}_{10}\right)\cdot\frac{\hat{E}_S}{\sqrt{3}}-\hat{Y}_{12}\cdot\frac{\hat{U}_S}{\sqrt{3}}\right]^*\\ &=\hat{E}_S\cdot\left[\left(\hat{Y}_{12}+\hat{Y}_{10}\right)\cdot\hat{E}_S-\hat{Y}_{12}\cdot\hat{U}_S\right]^*\end{aligned} \tag{4}$$

V dalším textu označme $\hat{E}=\hat{E}_S$ a $\hat{U}=\hat{U}_S$. Pomocí (3) vyjádříme funkce $\hat{S}_1, \hat{P}_1$ a $\hat{Q}_1$.

$$\begin{aligned}\hat{S}_1 &=\sqrt{3}\cdot\hat{E}\cdot\hat{I}_1^*=\hat{E}\cdot\left[\left(\hat{Y}_{12}+\hat{Y}_{10}\right)\cdot\hat{E}-\hat{Y}_{12}\cdot\hat{U}\right]^*\\ &=E\cdot e^{j\cdot\delta_E}\cdot\left[Y_{12}\cdot e^{j\cdot\alpha_{12}}\cdot E\cdot e^{-j\cdot\delta_E}+Y_{10}\cdot e^{j\cdot\alpha_{10}}\cdot E\cdot e^{-j\cdot\delta_E}-Y_{12}\cdot e^{j\cdot\alpha_{12}}\cdot U\cdot e^{-j\delta_U}\right]\\ &=E^2\cdot Y_{12}\cdot e^{j\alpha_{12}}+E^2\cdot Y_{10}\cdot e^{j\alpha_{10}}-E\cdot U\cdot Y_{12}\cdot e^{j\left(\alpha_{12}+\left(\delta_E-\delta_U\right)\right)}\end{aligned}$$

$$P_1=Re\{\hat{S}_1\}=\underbrace{\frac{E^2}{Z_{12}}\cdot cos(\alpha_{12})}_{k1}+\underbrace{\frac{E^2}{Z_{10}}\cdot cos(\alpha_{10})}_{k2}-\frac{E\cdot U}{Z_{12}}cos(\alpha_{12}+\delta) \tag{5}$$

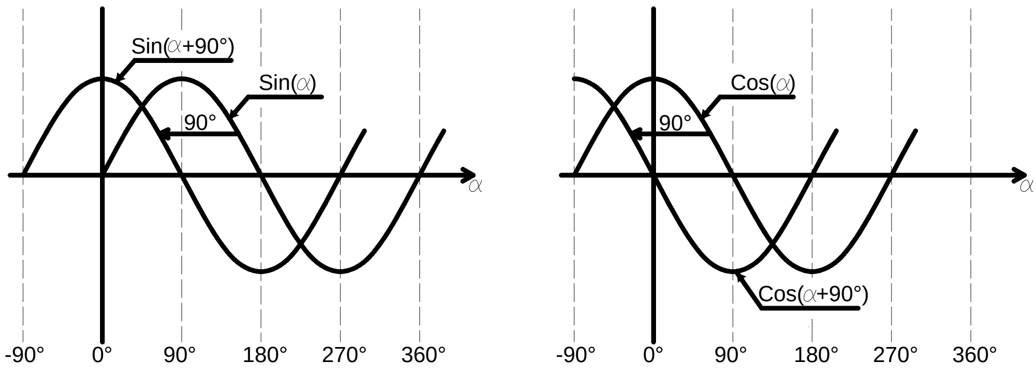
$$Q_1=Im\{\hat{S}_1\}=\underbrace{\frac{E^2}{Z_{12}}\cdot sin(\alpha_{12})}_{k3}+\underbrace{\frac{E^2}{Z_{10}}\cdot sin(\alpha_{10})}_{k4}-\frac{E\cdot U}{Z_{12}}sin(\alpha_{12}+\delta)$$

1.1 Pokud má impedance pouze imaginární část.

$$\hat{Z}=j\cdot X=X\cdot e^{j\cdot 90°}\Rightarrow\alpha_Z=90° \tag{6}$$

Pro $\hat{Z}_{12},\hat{Z}_{10}=j\cdot X$ je $\alpha_{12},\alpha_{10}=90°$ a $k1,k2=0$, platí tedy:

$$\begin{aligned}P_1 &=Re\{\hat{S}_1\}=-\frac{E\cdot U}{X_{12}}cos(90°+\delta)\\ Q_1 &=Im\{\hat{S}_1\}=\frac{E^2}{X_{12}}+\frac{E^2}{X_{10}}-\frac{E\cdot U}{X_{12}}\cdot sin(90°+\delta)\end{aligned} \tag{7}$$



Obr. 5 Vztahy mezi goniometrickými funkcemi

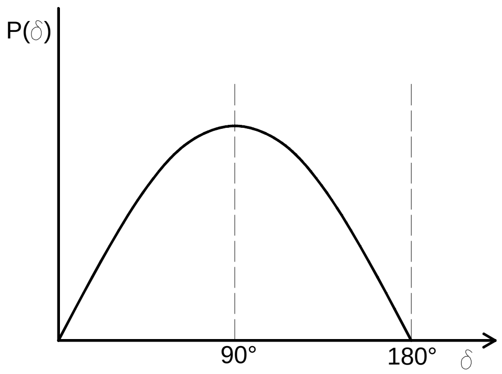
$$
\begin{aligned}
cos(\alpha + 90°) &= -sin(\alpha) \\
sin(\alpha + 90°) &= cos(\alpha) \\
cos(\alpha + \beta) &= cos(\alpha) \cdot cos(\beta) - sin(\alpha) \cdot sin(\beta) \\
sin(\alpha + \beta) &= sin(\alpha) \cdot cos(\beta) + cos(\alpha) \cdot sin(\beta)
\end{aligned} \tag{8}
$$

Vzhledem k

Obr. 5 a (8) dostáváme známá vyjádření.

$$
\begin{aligned}
P_1(\delta) &= \frac{E \cdot U}{X_{12}} Sin(\delta) \\
Q_1(\delta) &= \frac{E^2}{X_{12}} + \frac{E^2}{X_{10}} - \frac{E \cdot U}{X_{12}} \cdot Cos(\delta)
\end{aligned} \tag{9}
$$

Závislost přeneseného výkonu na úhlu δ bude:



Obr. 6 Závislost $P_1(\delta)$ při zanedbání reálných částí impedancí