21. Posmatra se elektrana sa dva generatora. Ukupna potražnja (izlazna snaga elektrane) je 315 MW. Odrediti raspodjelu opterećenja po generatorima koja obezbjeđuje najekonomičniji rad. Za generatore A i B poznate su krive troškova:

$$\lambda_A = \frac{dF_A}{dP_A} = 0.004\,P_A + 2.2$$

$$\lambda_B = \frac{dF_B}{dP_B} = 0.007\,P_B + 2$$

<u>Rješenje</u>:

Kako su date krive prirasta troškova (λ_A i λ_B u €/MWh), najekonomičniji rad elektrane obezbjeđuje se kada se postigne ravnomjerni prirast troškova za oba generatora (tzv. kriterijum jednakih λ), pa je onda

$$0.004\,P_A + 2.2 = 0.007\,P_B + 2$$

$$P_A + P_B = 315$$

……

$$P_A = 315 - P_B$$

$$0.004\left(315 - P_B\right) + 2.2 = 0.007\,P_B + 2$$

……

$$P_A = 182\,\text{MW}$$

$$P_B = 133\,\text{MW}$$

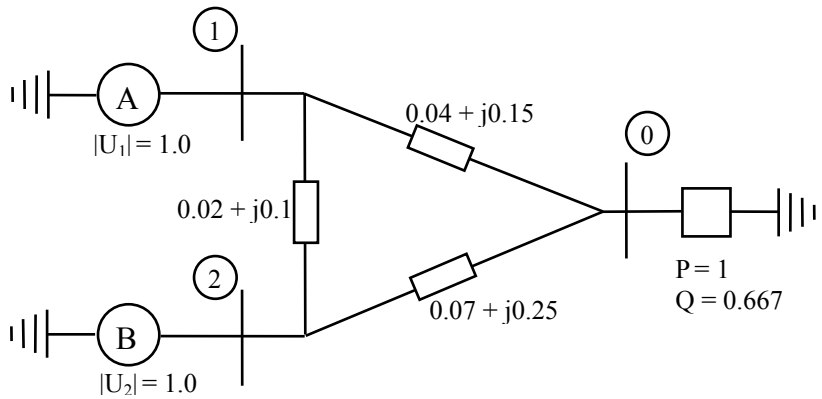
čime je ukupni prirast troškova za elektranu,
$\lambda = 0.004\,P_A + 2.2 = 2.93$ €/MWh

22. Za generatore A i B poznate su krive troškova:

$$\lambda_A = \frac{dF_A}{dP_A} = 0.004\,P_A + 2.2$$

$$\lambda_B = \frac{dF_B}{dP_B} = 0.007\,P_B + 2$$

Generatori napajaju potrošač u čvoru 0. Jednopolna šema sistema je data na slici, sa svim parametrima u jediničnim vrijednostima (S_B = 300 MVA). Naći najekonomičnije angažovanje generatora (raspodjelu opterećenja među njima) uzimajući u obzir troškove rada (goriva) i gubitke u prenosu.



Rješenje:

1° formiranje Z_B

$$Y_B = \begin{bmatrix} \frac{1}{\underline{Z}_{10}} + \frac{1}{\underline{Z}_{12}} & -\frac{1}{\underline{Z}_{12}} \\ -\frac{1}{\underline{Z}_{12}} & \frac{1}{\underline{Z}_{20}} + -\frac{1}{\underline{Z}_{12}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3.58 - j15.84 & -1.92 + j9.62 \\ -1.92 + j9.62 & 2.96 - j13.32 \end{bmatrix}$$

$$Z_B = \begin{bmatrix} 0.028 + j0.105 & 0.021 + j0.075 \\ 0.021 + j0.075 & 0.032 + j0.125 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.109/\underline{75.22^\circ} & 0.078/\underline{74^\circ} \\ 0.078/\underline{74^\circ} & 0.129/\underline{74.44^\circ} \end{bmatrix}.$$

2° određivanje koeficijenata C i D

$$C_{ki} = \frac{R_{ki}\cos(\theta_i - \theta_k)}{|\underline{U}_i||\underline{U}_k|}, \quad D_{ki} = \frac{R_{ki}\sin(\theta_i - \theta_k)}{|\underline{U}_i||\underline{U}_k|}.$$

Vrijednosti za napone i njihove fazne stavove se obično uzimaju iz proračuna tokova snaga.

I iteracija:

$\theta_1 = \theta_2$
$|U_1| = |U_2| = 1$

$C_{ki}^{(1)} = R_{ki}$, $D_{ki} = 0$.

$C_{11}^{(1)} = R_{11} = 0.028$, $C_{12}^{(1)} = R_{12} = 0.021$, $C_{22}^{(1)} = 0.032$.

$$\frac{\partial P_L}{\partial P_1} = 2\sum_{i=1}^{2} C_{1i}P_i = 2(C_{11}P_1 + C_{12}P_2) = 0.055P_1 + 0.043P_2$$

$$\frac{\partial P_L}{\partial P_2} = 2\sum_{i=1}^{2} C_{2i}P_i = 2(C_{21}P_1 + C_{22}P_2) = 0.043P_1 + 0.069P_2.$$

3° Procjena gubitaka u vodovima i njihovo dodavanje potražnji potrošača

Neka se gubici procjenjuju na 5%!

Potražnja = $P_L + P_{primljeno} = 0.05 + 1 = 1.05$

4° Procjena λ' za sistem

Neka je λ' = 3 €/MWh (=λ'_1, λ'_2)

$$\lambda_1' = \lambda_1 \frac{1}{1-\frac{\partial P_L}{\partial P_1}} \longrightarrow \lambda_1'\left(1-\frac{\partial P_L}{\partial P_1}\right) = \lambda_1 \text{, pa slijedi}$$

$3\,[1-(0.055P_1 + 0.043P_2] = 0.004 \cdot 300 \cdot P_1 + 2.2 = 1.2P_1 + 2.2$

$1.37P_1 + 0.129P_2 = 0.8$; (*)

$$\lambda_2'\left(1-\frac{\partial P_L}{\partial P_2}\right) = \lambda_2 \text{, pa slijedi}$$

$3\,[1-(0.043P_1 + 0.069P_2] = 0.007 \cdot 300 \cdot P_2 + 2$

$0.129\,P_1 + 2.31P_2 = 1.0$; (**)

Riješavanjem sistema jednačina (*), (**) dobija se:

$P_1 = 0.404$ i $P_2 = 0.528$.

$P_1 + P_2 = 0.932 \neq 1.05$ (procjena potrošnje (sa uračunatim gubicima))

Zaključuje se da je procijenjeno λ' malo, pa se ono povećava, tj. λ' = 3.1 €/MWh.
Ponavljajući korak 4°, dobija se:

$1.37P_1 + 0.132P_2 = 0.9$
$0.133\,P_1 + 2.315P_2 = 1.1$

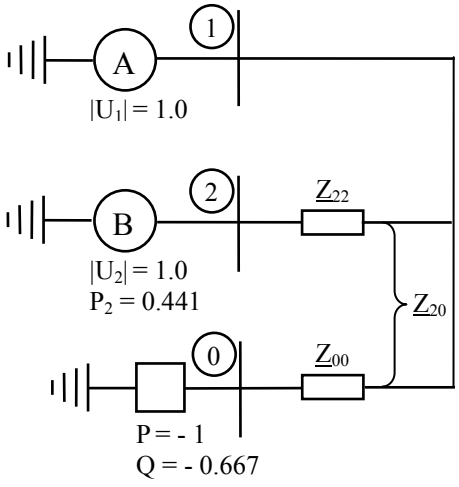
Dobija se, $P_1 = 0.601$ (180.3 MW), $P_2 = 0.441$ (132.3 MW)

$P_1 + P_2 = 1.042$ (313 MW)

Ovako dobijene vrijednosti za snage se koriste pri proračunu tokova snaga.

5° Proračun tokova snaga u cilju korekcije C i D koeficijenata

Neka je čvor 1. referentni



$\underline{U}_{ref} = \underline{U}_1 = 1.0\ \underline{/0°}$, $\underline{U}_2 = 1.0$, $P_2 = 0.441$, $P_0 = -1$, $Q_0 = -0.667$

$$\underline{U}_0 = \frac{\underline{Z}_{00}(P_0 - jQ_0)}{\underline{U}_0^*} + \frac{\underline{Z}_{02}(P_2 - jQ_2)}{\underline{U}_2^*} + \underline{U}_1$$

$$\underline{U}_2 = \frac{\underline{Z}_{20}(P_0 - jQ_0)}{\underline{U}_0^*} + \frac{\underline{Z}_{22}(P_2 - jQ_2)}{\underline{U}_2^*} + \underline{U}_1$$

$$Q_2^{(0)} = -\mathrm{Im}\left\{\frac{\underline{U}_2^{*(0)}}{\underline{Z}_{22}}\left(\underline{U}_2^{(0)} - U_{ref} - \frac{\underline{Z}_{20}(P_0 - jQ_0)}{\underline{U}_0^{*(0)}}\right)\right\} = \ldots = 0.247$$

$$\underline{U}_0^{(1)} = \frac{\underline{Z}_{00}(P_0 - jQ_0)}{\underline{U}_0^{*(0)}} + \frac{\underline{Z}_{02}(P_2 - jQ_2^{(0)})}{|\underline{U}_2|\underline{/-\theta_2^{(0)}}} + \underline{U}_1 = \ldots = 0.913\underline{/-4.71°}$$

$Sa\ korekcijom, \underline{U}_0^{(1)}{}_{korig} = 0.906\underline{/-4.69°};$

$$\underline{U}_2^{(1)} = \frac{\underline{Z}_{20}(P_0 - jQ_0)}{\underline{U}_0^{*(1)}{}_{korig}} + \frac{\underline{Z}_{22}(P_2 - jQ_2)}{|\underline{U}_2|\underline{/-\theta_2^{(0)}}} + \underline{U}_1 = \ldots = 0.996\underline{/0.3°};$$

Druga iteracija :

$Q_2^{(1)} = 0.306 \longrightarrow \underline{U}_0^{(2)} = 0.897\underline{/-4.8°}$, $\underline{U}_2^{(1)} = 1.0\underline{/0.3°}$;

Ovime je postignuta zadovoljavajuća tačnost za problem dispečinga.

Za generator A važi:

$\underline{I}_1 = -(\underline{I}_2 + \underline{I}_P)$

$$\frac{P_1 - jQ_1}{\underline{U}_1^*} = \frac{-(P_2 - jQ_2)}{\underline{U}_2^*} + \frac{-(P_0 - jQ_0)}{\underline{U}_0^*}$$

$P_1 - jQ_1 = 0.608 - j0.532;$

$P_{gub} = P_1 + P_2 - P_P = 0.608 + 0.441 - 1 = 0.049;$

Potražnja = $P_{gub} + P_P = 1.049$, a ranije je pretpostavljeno1.042, pa se ide sa novim uvećanim λ'.

$3 \Rightarrow 3.1 \qquad 0.932 \Rightarrow 1.042$
$0.1 \quad \Rightarrow \quad 0.007$

$\Delta\lambda = 0.1(0.007/0.11) = 0.00635 \Rightarrow \lambda' = 3.1 + 0.006 = 3.106$

Riješivši korak 2° $\Rightarrow P_1 = 0.607$ (182.1 MW)
$P_1 = 0.442$ (132.6 MW)

Dalje iteracije ne donose bitne promjene u snagama, pa je proračun završen,

Potražnja = $P_1 + P_2 = 314.7 \Rightarrow P_{gub}$ = Potražnja - P_P = 14.7 MW