电力系统分析一作业4

1. 某一电路中安装一台 $X_{P1}=5\%$（额定参数为 $I_{N1}=150\ \text{A}$，$U_{N_1}=6\ \text{kV}$）的电抗器，现在用另一台电抗器（$I_{N2}=200\ \text{A}$，$U_{N2}=10\ \text{kV}$）来代替，若须使代替前后电路的电抗保持不变，问应该选电抗器的百分比是多少？

$$X_{p1}\frac{U_{N1}}{I_{N1}}=X_{p2}\frac{U_{N2}}{I_{N2}}$$

$$X_{p2}=X_{p1}\frac{U_{N1}}{I_{N1}}\cdot\frac{I_{N2}}{U_{N2}}$$

$$X_{p2}=5\%\times\frac{6}{150}\times\frac{200}{10}$$

$$X_{p2}=4\%$$

2. 变压器的额定容量是31.25 MV·A，变比是110/11kV，高压及低压绕组的电抗分别为24.3 Ω和0.185 Ω，试求：
   （1） 折合到高压边和低压边变压器电抗的有名值。
   （2） 折合到高压边和低压边变压器的电抗标幺值。（取其额定参数未基值）

(1)
$$K=\frac{110}{11}=10$$

折合到高压侧：

$$X_{T1}=X_1+K^2X_2$$

$$X_{T1}=24.3+10^2\times0.185$$

$$X_{T1}=42.8\ \Omega$$

折合到低压侧：

$$X_{T2}=X_2+\frac{X_1}{K^2}$$

$$=0.185+\frac{24.3}{10^2}$$

$$=0.428\ \Omega$$

(2)
$$Z_{B1}=\frac{U_{N1}^2}{S_N}=\frac{110^2}{31.25}=387.2\ \Omega$$

$$X_{T1*}=\frac{X_{T1}}{Z_{B1}}=\frac{42.8}{387.2}=0.1105$$

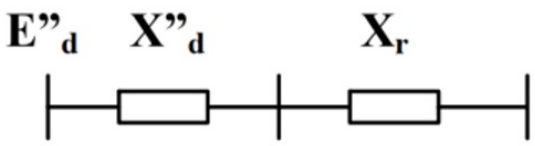
$$Z_{B2}=\frac{U_{N2}^2}{S_N}=\frac{11^2}{31.25}=3.872\ \Omega$$

$$X_{T1*}=\frac{X_{T1}}{Z_{B1}}=\frac{0.428}{3.872}=0.1105$$

3. 已知发电机 $S_{GN}=31\,\text{MV}\cdot\text{A}$，$U_{GN}=6.3\,\text{kV}$，超暂态电抗 $X_d''=0.12$，超暂态电势 $E_d''=1.10$，电抗器 $U_{rN}=6\,\text{kV}$，$I_{rN}=200\,\text{A}$，$X_r=5\%$，求等值电路总阻抗及发电机超暂态电势（相电势）。

（1） 用有名值计算；

（2） 用标幺值计算（选取基值 $S_B=31\,\text{MV}\cdot\text{A}$，$U_B=6.3\,\text{kV}$）。



(1)

$$\begin{cases} X_d'' = X_{d*}''\dfrac{U_{GN}^2}{S_{GN}} = 0.12\times\dfrac{6.3^2}{31} = 0.1536\,\Omega \\ X_r = X_{r*}\dfrac{U_{rN}}{\sqrt{3}I_{rN}} = 5\%\times\dfrac{6\times10^3}{\sqrt{3}\times200} = 0.8660\,\Omega \end{cases}$$

$$X = X_d'' + X_r = 0.1536 + 0.8660 = 1.020\,\Omega$$

$$E_{d\phi}'' = E_{d*}''\frac{U_{GN}}{\sqrt{3}} = 1.1\times\frac{6}{\sqrt{3}} = 3.811\,\text{kV}$$

(2) 选取基值 $S_B=31\text{MV}$，$U_B=6.3\text{kV}$

$$Z_B = \frac{U_B^2}{S_B} = \frac{6.3^2}{31} = 1.280\,\Omega$$

$$\begin{cases} X_{d*}'' = 0.12 \\ X_{r*} = \dfrac{X_r}{Z_B} = \dfrac{0.866}{1.28} = 0.6766 \end{cases}$$

$$X_* = X_{d*}'' + X_{r*} = 0.12 + 0.6766 = 0.7966$$

$$X = X_*\cdot Z_B = 0.7966\times1.28 = 1.020\,\Omega$$

$$E_{d\phi}'' = E_{d*}'' = 1.1$$

$$E_{d\phi}'' = E_{d*}''\frac{U_{GN}}{\sqrt{3}} = 1.1\times\frac{6}{\sqrt{3}} = 3.811\,\text{kV}$$

4. 系统接线如下图所示，已知各元件参数如下。

发电机 G： $S_N=30\ \text{MV}\cdot\text{A}$， $U_N=10.5\ \text{kV}$， $x_G\%=27$；

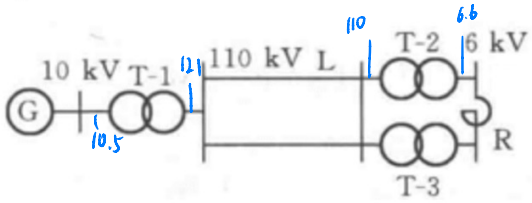
变压器 T-1： $S_N=31.5\ \text{MV}\cdot\text{A}$， $k_T=10.5/121$， $U_S\%=10.5$；

变压器 T-2、T-3： $S_N=15\ \text{MV}\cdot\text{A}$， $k_T=110/6.6$， $U_S\%=10.5$；

线路 L： $l=100\ \text{km}$， $x=0.4\ \Omega/\text{km}$；

电抗器 R： $U_N=6\ \text{kV}$， $I_N=1.5\ \text{kA}$， $x_R\%=6$。

选取容量基值 $S_B=100\ \text{MV}\cdot\text{A}$。



（1） 试作不含磁耦合关系的等值电路并计算其标幺值参数；

（2） 若选各级电压的额定电压作为基准电压（10kV, 110kV, 6kV），试作含理想变压器的等值电路并计算其参数的标幺值；

（3） 各电压级均选平均额定电压作为基准电压，并近似地认为各元件的额定电压等于平均额定电压，重作等值电路并计算其参数标幺值。

(1) 选取基值 $S_B=100\ \text{MV}\cdot\text{A}$

$U_{B1}=10\text{kV}$

$U_{B2}=\dfrac{U_{B1}}{k_{T1}}=10\times\dfrac{121}{10.5}=115.2\text{kV}$

$U_{B3}=\dfrac{U_{B2}}{k_{T2}}=115.2\times\dfrac{6.6}{110}=6.912\text{kV}$

$X_G=x_G\%\cdot\dfrac{S_B}{S_{GN}}\times\dfrac{U_{GN}^2}{U_{B1}^2}=0.27\times\dfrac{100}{30}\times\dfrac{10.5^2}{10^2}=0.9923$

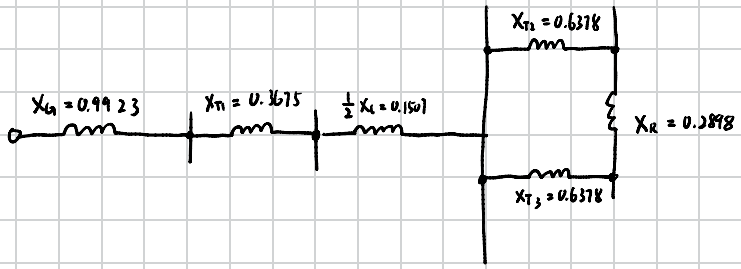
$X_{T1}=U_{S1}\%\cdot\dfrac{S_B}{S_{TN}}\times\dfrac{U_{TN}^2}{U_{B1}^2}=0.105\times\dfrac{100}{31.5}\times\dfrac{10.5^2}{10^2}=0.3675$

$X_{T2}=X_{T3}=U_{S2}\%\times\dfrac{S_B}{S_{GN}}\times\dfrac{U_{TN}^2}{U_{B2}^2}=0.105\times\dfrac{100}{15}\times\dfrac{110^2}{115.2^2}=0.6378$

$X_R=x_R\%\times\dfrac{U_{RN}}{\sqrt{3}I_{RN}}\times\dfrac{S_B}{U_{B2}^2}=0.06\times\dfrac{6}{\sqrt{3}\times1.5}\times\dfrac{100}{6.912^2}=0.2898$

$\dfrac{1}{2}X_L=\dfrac{1}{2}x\cdot l\cdot\dfrac{S_B}{U_{B2}^2}=\dfrac{1}{2}\times0.4\times100\times\dfrac{100}{115.2^2}=0.1507$

等值电路：



(2)