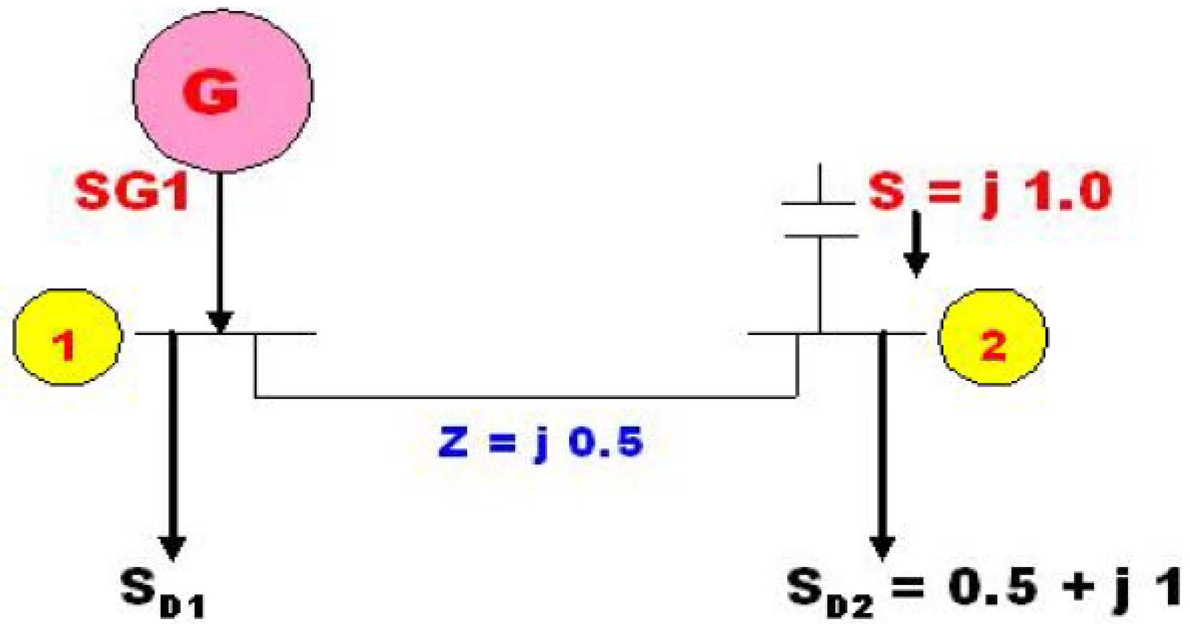
Exercice 1

Calculer la tension au jeu de barres 2 en utilisant la methode de Gauss–Seidel. On prend $V_1 = 1 \angle 0^0\,pu.$



Exercice 1

La capacité au jeu de barres 2 injecte une puissance reactive de 1.0 Pu. La puissance complexe au bus 2 est :

$$S_2 = j1.0 - (0.5 + j\,1.0) = -\,0.5 \text{ pu.}$$

$$V_1 = 1 \angle 0^0$$

$$Y_{BUS} = \begin{bmatrix} -j2 & j2 \\ j2 & -j2 \end{bmatrix}$$

$$V_2^{(k+1)} = \frac{1}{Y_{22}} \left[\frac{P_2 - jQ_2}{\left(V_2^{(k)}\right)^*} - Y_{21}\, V_1 \right]$$

Exercice 1

Valeur initial au jeu de barres 2 : $V_2^0 = 1 + \mathrm{j}\,0.0 = 1 \angle 0^0$ pu.

$$V_2^1 = \frac{1}{-j2}\left[\frac{-0.5}{1\angle 0^0} - \left(j2 \times 1\angle 0^0\right)\right]$$

$$= 1.0 - \mathrm{j}0.25 = 1.030776 \angle -14.036^0$$

$$V_2^2 = \frac{1}{-j2}\left[\frac{-0.5}{1.030776\angle 14.036^0} - \left(j2 \times 1\angle 0^0\right)\right]$$

$$= 0.94118 - \mathrm{j}\,0.23529 = 0.970145 \angle -14.036^0$$

$$V_2^3 = \frac{1}{-j2}\left[\frac{-0.5}{0.970145\angle 14.036^0} - \left(j2 \times 1\angle 0^0\right)\right]$$

$$= 0.9375 - \mathrm{j}\,0.249999 = 0.970261 \angle -14.931^0$$

Exercice 1

$$V_2^4 = \frac{1}{-j2}\left[\frac{-0.5}{0.970261\angle 14.931^0} - \left(j2 \times 1\angle 0^o\right)\right]$$

$$= 0.933612 - \mathrm{j}\ 0.248963 = 0.966237\ \angle -14.931^0$$

$$V_2^5 = \frac{1}{-j2}\left[\frac{-0.5}{0.966237\angle 14.931^0} - \left(j2 \times 1\angle 0^o\right)\right]$$

$$= 0.933335 - \mathrm{j}\ 0.25 \quad = 0.966237\ \angle -14.995^0$$

Comme la différence entre ces deux tensions est inférieure à 10-6 pu, les itérations peuvent Être arrêté

Exercice 1

Les puissances apparentes S12s'écoulant du jeu de barres (1) vers (2), et S21 s'écoulant du jeu de barres (2) vers (1) sont;

$$I_{12} = \frac{V_1 - V_2}{Z_{12}} = \frac{1\angle 0^0 - 0.966237\angle -14.995^0}{j\,0.5}$$

$$= 0.517472 \angle -14.931^0$$

$$S_{12} = V_1 I_{12}^* = 1\angle 0^0 \times 0.517472 \angle 14.931^0$$

$$= 0.5 + \mathrm{j}\ 0.133329 \text{ pu}$$

Exercice 1

$$I_{21} = \frac{V_2 - V_1}{Z_{12}} = \frac{0.966237\angle -14.995^0 - 1\angle 0^0}{j0.5}$$

$$= 0.517472 \angle -194.93^0$$

$$S_{21} = V_2 I_{21}^* = -0.5 + \text{j } 0.0 \text{ pu}$$

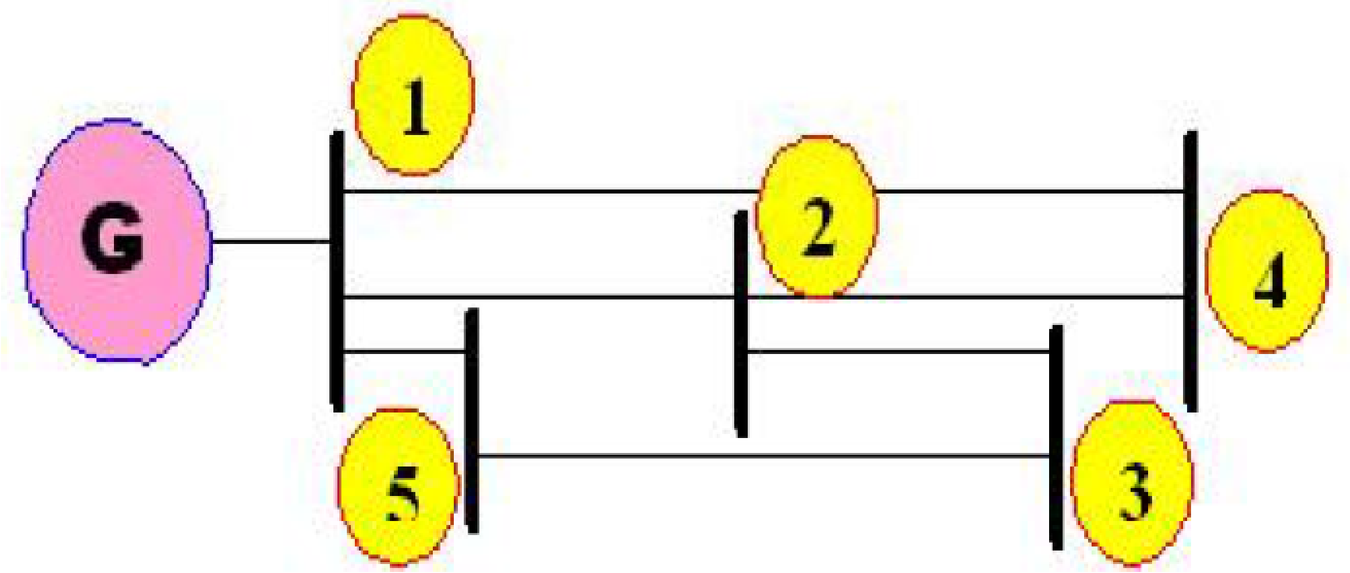
La puissance complexe perdue dans la ligne 1-2 est obtenue en faisant la somme algébrique des écoulements des puissances :

$$S_{12} + S_{21} = \text{ j } 0.133329 \text{ pu}$$

On constate qu'il n'y a pas de perte de puissance active, puisque la résistance de la ligne est négligée.

Exercice 2

Déterminer V2 , V3, V4 et V5 après la première itération lors de la résolution par la méthode de Gauss-Siedel..



Le bus 1 est le bus de référence (Bilan)
Le bus 3 est un bus générateur (PV)
Les bus 2,4,5 sont des bus charges (PQ)

Exercice 2

On donne :

SB	EB	R (pu)	X (pu)	$\frac{B_C}{2}$
1	2	0.10	0.40	-
1	4	0.15	0.60	-
1	5	0.05	0.20	-
2	3	0.05	0.20	-
2	4	0.10	0.40	-
3	5	0.05	0.20	-

Bus No.	P_G (pu)	Q_G (pu)	P_D (pu)	Q_D (pu)	$\lvert V_{SP}\rvert$ (pu)	δ
1	-	-	-	-	1.02	0^o
2	-	-	0.60	0.30	-	-
3	1.0	-	-	-	1.04	-
4	-	-	0.40	0.10	-	-
5	-	-	0.60	0.20	-	-

Exercice 2

La matrice Ybus:

$Y_{bus} =$

2.15685 -j8.62744	-0.58823 +j2.35294	0.0+j0.0	-0.39215 +j1.56862	-1.17647 +j4.70588
-0.58823 +j2.35294	2.35293 -j9.41176	-1.17647 +j4.70588	-0.58823 +j2.35294	0.0+j0.0
0.0+j0.0	-1.17647 +j4.70588	2.35294 -j9.41176	0.0+j0.0	-1.17647 +j4.70588
-0.39215 +j1.56862	-0.58823 +j2.35294	0.0+j0.0	0.98038 -j3.92156	0.0+j0.0
-1.17647 +j4.70588	0.0+j0.0	-1.17647 +j4.70588	0.0+j0.0	2.35294 -j9.41176

Exercice 2

Bus No.	P_G (pu)	Q_G (pu)	P_D (pu)	Q_D (pu)	$\lvert V_{SP} \rvert$ (pu)	δ
1	-	-	-	-	1.02	0^o
2	-	-	0.60	0.30	-	-
3	1.0	-	-	-	1.04	-
4	-	-	0.40	0.10	-	-
5	-	-	0.60	0.20	-	-

On trouve:

$$P_2 + jQ_2 = P_{G2} + jQ_{G2} - (P_{D2} + jQ_{D2}) = -0.6 - j0.3$$

$$P_3 + jQ_3 = P_{G3} + jQ_{G3} - (P_{D3} + jQ_{D3}) = 1.0 + jQ_{G3}$$

$$P_4 + jQ_4 = -0.4 - j0.1, \qquad P_5 + jQ_5 = -0.6 - j0.2$$

Exercice 2

Les tensions de tous les bus PQ sont supposées égales à 1 + j0.0 pu.
La tension au bus de référence est égale à $V_1^0 = 1.02 + j0.0$ dans toutes les itérations.

$$V_2^1 = \frac{1}{Y_{22}}\left[\frac{P_2 - jQ_2}{V_2^{o*}} - Y_{21}V_1^o - Y_{23}V_3^0 - Y_{24}V_4^0 - Y_{25}V_5^0\right]$$

$$= \frac{1}{Y_{22}}\left[\frac{-0.6 + j0.3}{1.0 - j0.0} - \left\{(-0.58823 + j2.35294)\times 1.02\angle 0^o\right\}\right.$$

$$\left. - \left\{(-1.17647 + j4.70588)\times 1.04\angle 0^o\right\} - \left\{(-0.58823 + j2.35294)\times 1.0\angle 0^0\right\}\right]$$

$$= 0.98140\angle -3.0665^0 = 0.97999 - j0.0525$$

Exercice 2

Bus 3 est un bus PV. Par conséquent, nous devons d'abord calculer Q3. Cela peut se faire comme suit:

$$Q_3 = |V_3||V_1|\left(G_{31}\sin\delta_{31} - B_{31}\cos\delta_{31}\right) + |V_3||V_2|\left(G_{32}\sin\delta_{32} - B_{32}\cos\delta_{32}\right)$$

$$+ |V_3|^2\left(G_{33}\sin\delta_{33} - B_{33}\cos\delta_{33}\right) + |V_3||V_4|\left(G_{34}\sin\delta_{34} - B_{34}\cos\delta_{34}\right)$$

$$+ |V_3||V_5|\left(G_{35}\sin\delta_{35} - B_{35}\cos\delta_{35}\right)$$

$$\delta_1 = 0^0;\ \ \delta_2 = -3.0665^0;\quad \delta_3 = 0^0;\ \ \delta_4 = 0^0 \quad \text{and} \quad \delta_5 = 0^0$$

$$\therefore\ \delta_{31} = \delta_{33} = \delta_{34} = \delta_{35} = 0^0\ (\delta_{ik} = \delta_i - \delta_k); \qquad \delta_{32} = 3.0665^0$$

Exercice 2

$$Q_3 = 1.04\,[1.02\,(0.0+j0.0) + 0.9814\,\{-1.17647 \times \sin(3.0665^0) - 4.70588$$

$$\times\cos(3.0665^0)\} + 1.04\{-9.41176 \times\cos(0^0)\} + 1.0\,\{0.0 + j0.0\} + 1.0\{-4.70588\times\cos(0^0)\}\,]$$

$$= 1.04\,[-4.6735 + 9.78823 - 4.70588] \;=\; 0.425204 \text{ pu.}$$

$$V_3^1 = \frac{1}{Y_{33}}\left[\frac{P_3 - jQ_3}{V_3^{o*}} - Y_{31}\,V_1^o - Y_{32}\,V_2^1 - Y_{34}\,V_4^0 - Y_{35}\,V_5^0\right]$$

$$= \frac{1}{Y_{33}}\left[\frac{1.0 - j0.425204}{1.04 - j0.0} - \{(-1.7647 + j4.70588) \times (0.98140\angle -3.0665^o)\}\right.$$

$$\left. - \{(-1.17647 + j4.70588) \times (1\angle 0^o)\}\right]$$

$$= 1.05569\angle 3.077^o = 1.0541 + j0.05666 \text{ pu.}$$

Exercice 2

Comme il s'agit d'un bus PV, l'amplitude de la tension est ajustée à la valeur spécifié : (voir tableau)

$$V_3^1 = 1.04\angle 3.077^0 \text{pu}$$

$$V_4^1 = \frac{1}{Y_{44}}\left[\frac{P_4 - jQ_4}{V_4^{o*}} - Y_{41}V_1^o - Y_{42}V_2^1 - Y_{43}V_3^1 - Y_{45}V_5^0\right]$$

$$= \frac{1}{Y_{44}}\left[\frac{-0.4 + j0.1}{1.0 - j0.0} - \{(-0.39215 + j1.56862)\times 1.02\angle 0^o\}\right.$$

$$\left. - \{(-0.58823 + j2.35294)\times(0.98140\angle -3.0665^o)\}\right]$$

$$= \frac{0.45293 - j3.8366}{0.98038 - j3.92156} = 0.955715\angle -7.303^0 \text{ pu} = 0.94796 - j0.12149$$

Exercice 2

$$V_5^1 = \frac{1}{Y_{55}}\left[\frac{P_5 - jQ_5}{V_5^{o*}} - Y_{51}\, V_1^o - Y_{52}\, V_2^1 - Y_{53}\, V_3^1 - Y_{54}\, V_4^1\right]$$

$$= \frac{1}{Y_{55}}\left[\frac{-0.6 + j0.2}{1.0 - j0.0} - \left\{(-1.17647 + j4.70588)\times 1.02\angle 0^o\right\}\right.$$

$$\left. - \left\{(-1.17647 + j4.70588)\times 1.04\angle 3.077^o\right\}\right]$$

$$= 0.994618\angle -1.56^0 = 0.994249 - j0.027$$

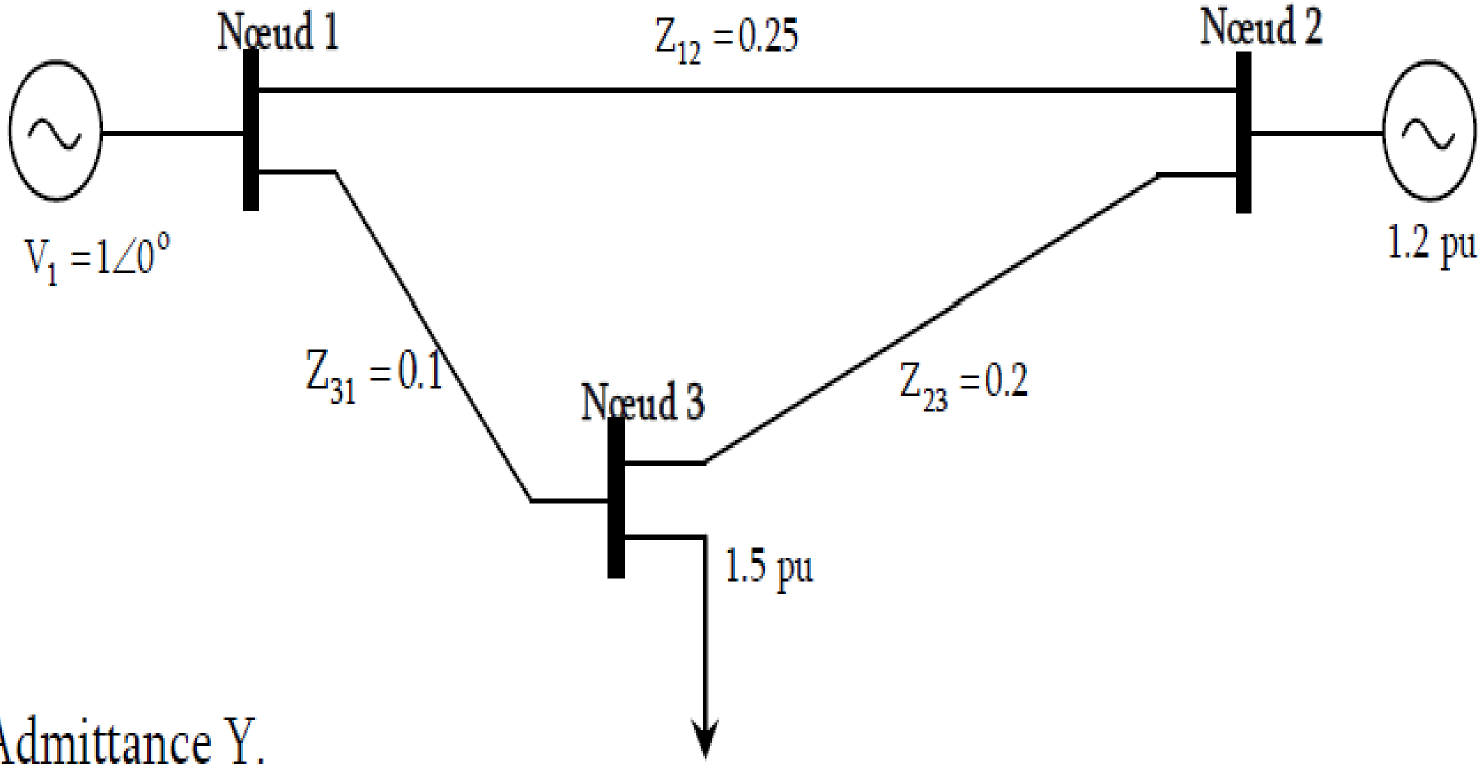
Donc:

$V_1 = 1.02\angle 0^0$ pu $\qquad V_2 = 0.98140\ \angle -3.066^0$ pu

$V_3 = 1.04\angle 3.077^0$ pu $\qquad V_4 = 0.955715\angle -7.303^0$ pu

$V_5 = 0.994618\angle -1.56^0$ pu

Exercice 3



Calculer :

1) la matrice Admittance Y.
2) Les tensions V_2 et V_3 par la méthode de Gauss-Seidel.
3) Les puissances transmises.
4) Les puissances injectées
5) les pertes totales du réseau.

1) la matrice Admittance Y : $Y_{bus} = \begin{bmatrix} 14 & -4 & -10 \\ -4 & 9 & -5 \\ -10 & -5 & 15 \end{bmatrix}$

2) Les tensions V_2 et V_3 par la méthode de Gauss-Seidel :

$$V_i^{k+1} = \frac{1}{Y_{ii}}\left[\frac{S_i^*}{\left[V_i^k\right]^*} - \sum_{j=1}^{i-1} Y_{ij}\cdot V_j^{k+1} - \sum_{j=i+1}^{n} Y_{ij}\cdot V_j^k\right]$$

$$V_2^{k+1} = \frac{1}{Y_{22}}\left[\frac{S_2^*}{\left[V_2^k\right]^*} - Y_{21}\cdot V_1^{k+1} - Y_{23}\cdot V_3^k\right]$$

$$V_3^{k+1} = \frac{1}{Y_{33}}\left[\frac{S_3^*}{\left[V_3^k\right]^*} - Y_{31}\cdot V_1^{k+1} - Y_{32}\cdot V_2^k\right]$$

i	V_2 [p.u]	V_3 [p.u]
0	1	1
1	1.133	0.944
2	1.086	0.923
3	1.079	0.918
4	1.078	0.917
5	1.078	0.917

3) Les puissances transmises.

$$S_2 = V_2\left(Y_{21}^* \cdot V_1^* + Y_{22}^* \cdot V_2^* + Y_{23}^* \cdot V_3^*\right) = 1.078(-4 \cdot 1 + 9 \cdot 1.078 - 5 \cdot 0.917) = 1.2041$$

$$\Delta S_2 = S_2^{cal} - S_2 = 1.2041 - 1.2 = 0.041$$

$$\Delta P_2 = P_2^{cal} - P_2 = 1.2041 - 1.2 = 0.041 \text{ et } \Delta Q_2 = Q_2^{cal} - Q_2 = 0 - 0 = 0$$

$$S_3 = V_3\left(Y_{31}^* \cdot V_1^* + Y_{32}^* \cdot V_2^* + Y_{33}^* \cdot V_3^*\right) = 0.917(-10 \cdot 1 - 5 \cdot 1.078 + 15 \cdot 0.917) = -1.4993$$

$$\Delta S_3 = S_3^{cal} - S_3 = -1.4993 - (-1.5) = 0.0007$$

$$\Delta P_3 = P_3^{cal} - P_3 = -1.4993 - (-1.5) = 0.0007 \text{ et } \Delta Q_3 = Q_3^{cal} - Q_3 = 0 - 0 = 0$$

4) Les puissances injectées.

$$S_1 = V_1\left(Y_{11}^* \cdot V_1^* + Y_{12}^* \cdot V_2^* + Y_{13}^* \cdot V_3^*\right) = 1(14 \cdot 1 - 4 \cdot 1.078 - 10 \cdot 0.917) = 0.518$$

Pour le système de puissance résistive $P_1 = S_1 = 0.518$ et $Q_1 = 0$

5) les pertes totales du réseau (pertes des puissances dans les linges de transmission).

$$S_{perte} = P_{perte} = S_1 + S_2 + S_3 = 0.518 + 1.2041 - 1.4993 = 0.223$$