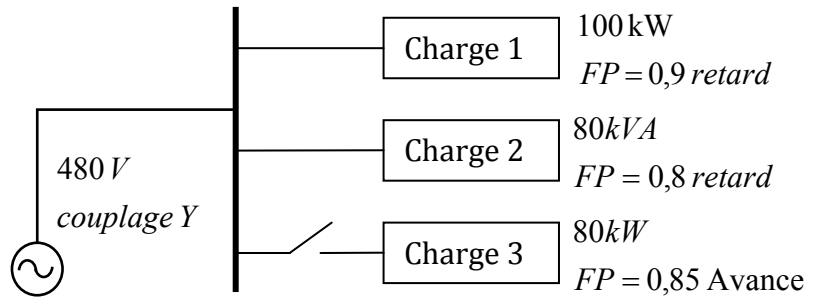


SÉRIE DE TD N°2

Exercice n°1

La figure montrée montre un système d'alimentation simple contenant un générateur simple de 480 V et trois charges. Supposer que les lignes dans ce système sont sans pertes. répondre aux questions suivantes.



1. Supposer que la charge 1 est reliée en Y. Quelle est la tension et les courants de phase dans cette charge ? (même question pour le la charge 2 est reliée en Δ)
2. Quelle est la puissance active, réactive, et apparente du générateur assure-t-il quand le commutateur est ouvert ? (même question le commutateur est fermé)
3. Quelle est le courant de ligne I_L ?
4. Comparer le courant de la ligne avec la somme des trois courants de charge.

Exercice n°2

1. Obtenir les composants symétriques des courants non équilibrés;
 - $I_1 = 1,06\angle 25^\circ$ $I_2 = 1\angle 180^\circ$ $I_3 = 0,9\angle 132^\circ$
 - $I_1 = 10\angle 0^\circ$ $I_2 = 10\angle 230^\circ$ $I_3 = 10\angle 130^\circ$
2. Les composants symétriques des tensions triphasées non équilibrées sont:
 - $V_d = 0,9\angle 90^\circ$ $V_i = 1\angle 30^\circ$ $V_0 = 0,8\angle -30^\circ$
 - $V_d = 50\angle 0^\circ$ $V_i = 20\angle 90^\circ$ $V_0 = 10\angle 180^\circ$
 - Calcule les tensions non équilibrés originaux.
 - Montrer graphiquement la somme des composants symétriques qui déterminent les tensions phase-neutre.

Exercice n°3

1. Pour illustrer la théorie des composantes symétriques considérons la situation suivante: $\vec{V}_1 = 104\angle 30^\circ$ $\vec{V}_2 = 120\angle -90^\circ$ $\vec{V}_3 = 70\angle 180^\circ$
2. Calculer les tensions de ligne à partir des composantes symétriques.
3. Déterminer les composants symétriques des tensions de ligne.

Exercice n°4

Les tensions de ligne aux bornes d'une charge en étoile sans fil neutre, sont respectivement 200,160 et 209 volts pour V_{ab} , V_{bc} et V_{ca}

Les impédances de chacune des phases de la charge sont :

$$Z_{an} = 6 + j0 \quad , \quad Z_{bn} = 5,2 - j3 \quad Z_{cn} = 5 + j12$$

Déterminer la tension aux bornes de chacune des trois impédances.

Exercice n°5

Les courants entrant dans les lignes vers une charge équilibrée reliée dans triangle sont:

$$I_1 = 100\angle 0^\circ \quad I_2 = 141,4\angle 225^\circ \quad I_3 = 100\angle 90^\circ$$

Trouver les composants symétriques des courants de ligne.

SOLUTION**Exercice n°1**

1. La tension et les courants de phase dans la charge 1(Y)

$$V_1 = \frac{U}{\sqrt{3}} = \frac{480}{1,73} = 277V$$

$$P_1 = 3 * V_1 * I_1 * \cos\phi \Rightarrow I_1 = \frac{P_1}{3 * V_1 * \cos\phi} = \frac{100\,000}{3 * 277 * 0.9} = 133.7 A$$

2. La tension et les courants de phase dans la charge 2 (Δ)

$$V_2 = U = 480 V$$

$$S_2 = 3 * V_2 * I_2 \Rightarrow I_2 = \frac{S_2}{3 * V_2} = \frac{80\,000}{3 * 480} = 55.56 A$$

3. Calcule des puissances K ouvert

$$Q_1 = P_1 * \tan\phi = P_1 * \tan(\arccos(0.9)) = 100\,000 * \tan(25.84^\circ) = 48.4 \text{ kVAR}$$

$$S_1 = P_1 + jQ_1 = 100 + j48.4 = 111 \angle 25.84^\circ \text{ kVA}$$

$$P_2 = S_2 * \cos\phi = 80 * 0.8 = 64 \text{ kW}$$

$$Q_2 = Q_2 * \sin\phi = 80 * 0.6 = 48 \text{ kVAR}$$

$$S_2 = P_2 + jQ_2 = 64 + j48 = 80 \angle 36.87^\circ \text{ kVA}$$

$$P_G = -P_1 - P_2 = -100 - 64 = -164 \text{ kW}$$

$$Q_G = -Q_1 - Q_2 = -48.4 - 48 = -96.4 \text{ kVAR}$$

$$S_G = P_G + jQ_G = -164 - j96.4 = 190.23 \angle -149.55^\circ \text{ kVA}$$

4. Le courant de ligne

$$S_G = 3 * V * I \text{ couplage } Y \quad I_L = I \text{ et } V_L = \sqrt{3} * V = 480 V$$

$$S_G = \sqrt{3} * V_L * I_L \Rightarrow I_L = \frac{S_G}{\sqrt{3} * V_L} = \frac{190.23}{\sqrt{3} * 480} = 228.8 A$$

5. Calcule des puissances K fermé

$$Q_3 = P_3 * \tan\phi = P_3 * \tan(\arccos(0.85)) = 80\,000 * \tan(-31.79^\circ) = -49.58 \text{ kVAR}$$

$$S_3 = P_3 + jQ_3 = 80 - j49.58 = 94.11 \angle -31.79^\circ \text{ kVA}$$

$$P_G = -P_1 - P_2 - P_3 = -100 - 64 - 80 = -244 \text{ kW}$$

$$Q_G = -Q_1 - Q_2 - Q_3 = -48.4 - 48 + 49.5 = -46.8 \text{ kVAR}$$

$$S_G = P_G + jQ_G = -244 - j46.8 = 248.45 \angle -169.14^\circ \text{ kVA}$$

6. Le courant de ligne

$$S_G = \sqrt{3} * V_L * I_L \Rightarrow I_L = \frac{S_G}{\sqrt{3} * V_L} = \frac{248.45}{\sqrt{3} * 480} = 298.8 A$$

7. Les courants de charge

$$I_1 = 133.7 A$$

$$I_2 = \frac{S_2}{\sqrt{3} * V_L} = \frac{80}{\sqrt{3} * 480} = 96.2 A$$

$$I_3 = \frac{S_3}{\sqrt{3} * V_L} = \frac{94.11}{\sqrt{3} * 480} = 113.2 A$$

$$\Sigma I = 133.7 + 96.2 + 113.3 = 343.2 A$$

$$I_L = 298.8 A$$

La somme des trois courants de la ligne est 343 A, alors que le courant fourni par le générateur est 298.8 A. Ces valeurs ne sont pas identiques, parce que les trois charges ont différents angles d'impédance. Essentiellement, la charge 3 assure une partie de la puissance réactive consommée par les charges 1 et 2.

Exercice N°2

1. Composantes symétriques

$$\bullet I_1 = 1,06 \angle 25^\circ \quad I_2 = 1 \angle 180^\circ \quad I_3 = 0,9 \angle 132^\circ$$

$$Id = 0.5000 - 0.2887i = 0.5774 \angle -30^\circ$$

$$Ii = 0.5000 + 0.2887i = 0.5774 \angle 30^\circ$$

$$I0 = 0 + 4.0822e - 017i = 4.0822e - 017 \angle 90^\circ$$

$$\bullet I_1 = 10 \angle 0^\circ \quad I_2 = 10 \angle 230^\circ \quad I_3 = 10 \angle 130^\circ$$

$$\begin{aligned} I_a^{(1)} &= \frac{1}{3}(10 \angle 0^\circ + 10 \angle 350^\circ + 10 \angle 370^\circ) \\ &= \frac{1}{3}(10 + 9.848 - j1.736 + 9.848 + j1.736) \\ &= 9.899 \angle 0^\circ \text{ A} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_a^{(3)} &= \frac{1}{3}(10 \angle 0^\circ + 10 \angle 470^\circ + 10 \angle 250^\circ) \\ &= \frac{1}{3}(10 - 3.420 - j9.397 - 3.420 - j9.397) \\ &= 1.053 \angle 11^\circ \text{ A} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_a^{(0)} &= \frac{1}{3}(10 \angle 0^\circ + 10 \angle 230^\circ + 10 \angle 130^\circ) \\ &= \frac{1}{3}(10 - 6.428 - j7.66 - 6.428 + j7.66) \\ &= 0.952 \angle 180^\circ \text{ A} \end{aligned}$$

2. Les tensions non équilibrées originaux

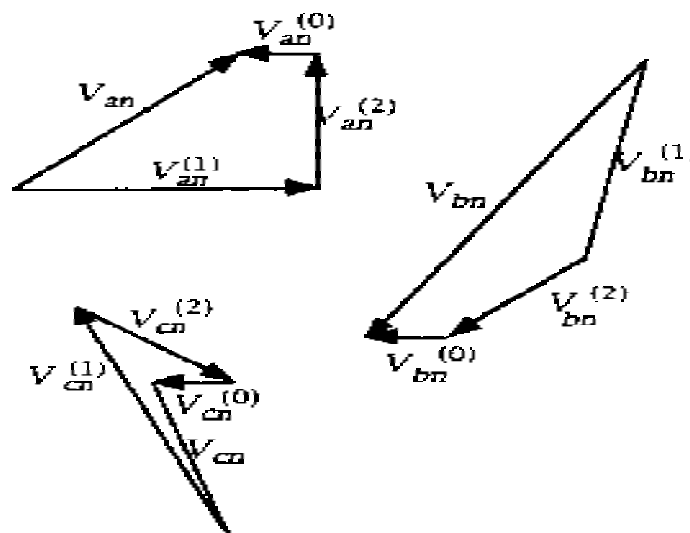
$$\bullet V_d = 0,9 \angle 90^\circ \quad V_i = 1 \angle 30^\circ \quad V_0 = 0,8 \angle -30^\circ$$

$$\bullet V_d = 50 \angle 0^\circ \quad V_i = 20 \angle 90^\circ \quad V_0 = 10 \angle 180^\circ$$

$$V_{an} = 50 + j20 - 10 = 40 + j20 = 44.72 \angle 26.6^\circ \text{ V}$$

$$\begin{aligned} V_{bn} &= 50 \angle 240^\circ + 20 \angle 210^\circ - 10 = -25 - j43.33 - 17.32 - j10 - 10 \\ &= -52.32 - j53.33 = 74.7 \angle -134.4^\circ \text{ V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{cn} &= 50 \angle 120^\circ + 20 \angle 330^\circ - 10 = -25 + j43.33 + 17.32 - j10 - 10 \\ &= -17.68 + j33.3 = 37.7 \angle 117^\circ \end{aligned}$$

**Exercice N°3**

$$\begin{cases} \vec{V_d} = \frac{1}{3} \cdot (\vec{V_1} + a \cdot \vec{V_2} + a^2 \cdot \vec{V_3}) = \frac{1}{3} \cdot (104 \angle 30^\circ + 120 \angle 30^\circ + 70 \angle 60^\circ) \\ \vec{V_i} = \frac{1}{3} \cdot (\vec{V_1} + a^2 \cdot \vec{V_2} + a \cdot \vec{V_3}) = \frac{1}{3} \cdot (104 \angle 30^\circ + 120 \angle 150^\circ + 70 \angle 300^\circ) \\ \vec{V_0} = \frac{1}{3} \cdot (\vec{V_1} + \vec{V_2} + \vec{V_3}) = \frac{1}{3} \cdot (104 \angle 30^\circ + 120 \angle -90^\circ + 70 \angle 180^\circ) \\ \vec{V_d} = 76,3 + i57,5 = 95,6 \angle 37^\circ \\ \vec{V_i} = 7 + i17,1 = 18,5 \angle 67,6^\circ \\ \vec{V_0} = 6,7 - i22,7 = 23,6 \angle -73,6^\circ \end{cases}$$

Exercice n°4

Les tensions de ligne aux bornes d'une charge en étoile sans fil neutre, sont respectivement 200,160 et 209 volts pour V_{ab} , V_{bc} et V_{ca}

Les impédances de chacune des phases de la charge sont :

$$Z_{an} = 6 + j0 \quad , \quad Z_{bn} = 5,2 - j3 \quad Z_{cn} = 5 + j12$$

Déterminer la tension aux bornes de chacune des trois impédances.

Exercice n°5

Les courants entrant dans les lignes vers une charge équilibrée reliée dans triangle sont:

$$I_1 = 100 \angle 0^\circ \quad I_2 = 141,4 \angle 225^\circ \quad I_3 = 100 \angle 90^\circ$$

Trouver les composants symétriques des courants de ligne.

$$I_1 = 100 \angle 0^\circ \quad I_2 = 141,4 \angle 225^\circ \quad I_3 = 100 \angle 90^\circ$$

$$\vec{I_d} = \frac{1}{3} \cdot (\vec{I_1} + a \cdot \vec{I_2} + a^2 \cdot \vec{I_3}) = \frac{1}{3} \cdot (100 \angle 0^\circ + 1 \angle 120^\circ \cdot 141,4 \angle 225^\circ + 1 \angle -120^\circ \cdot 100 \angle 90^\circ)$$

$$\vec{I_d} = 107,73 - j28,866 = 111,528 \angle 15^\circ A$$

$$\vec{I_i} = \frac{1}{3} \cdot (\vec{I_1} + a^2 \cdot \vec{I_2} + a \cdot \vec{I_3}) = \frac{1}{3} \cdot (100 \angle 0^\circ + 1 \angle -120^\circ \cdot 141,4 \angle 225^\circ + 1 \angle 120^\circ \cdot 100 \angle 90^\circ)$$

$$\vec{I_i} = -7,7332 + j28,8606 = 29,878 \angle 105^\circ A$$

$$\vec{I_0} = \frac{1}{3} \cdot (\vec{I_1} + \vec{I_2} + \vec{I_3}) = \frac{1}{3} \cdot (100 \angle 0^\circ + 141,4 \angle 225^\circ + 100 \angle 90^\circ)$$

$$\vec{I_0} = 0,005 + j0,005 = 0,005 \angle 45^\circ A$$

$I_0 = 0$ Il n'est pas de composante homopolaire au couplage triangle.

$$I_{ab}^{(1)} = \frac{I_d^{(1)}}{\sqrt{3}} \angle -30^\circ \quad \text{and} \quad I_{ab}^{(2)} = \frac{I_i^{(2)}}{\sqrt{3}} \angle -30^\circ$$

$$I_{d12} = I_{d1} \sqrt{3} \angle 30^\circ \quad \text{et} \quad I_{i12} = I_{i1} \sqrt{3} \angle -30^\circ$$

$$I_{ab}^{(1)} = \frac{111,5}{\sqrt{3}} \angle -15^\circ + 30^\circ = 64,4 \angle 15^\circ = 62,2 + j16,66$$

$$I_{ab}^{(2)} = \frac{29,878}{\sqrt{3}} \angle 105^\circ - 30^\circ = 17,26 \angle 75^\circ = 4,47 + j16,67$$

$$I_{ab} = 66,67 \angle 33,33^\circ = 74,5 \angle 26,6^\circ A$$

Dipôles passifs et actifs

- Les **dipôles passifs** ont une caractéristique qui passe par l'origine ($u = 0 ; i = 0$). Ils consomment de la puissance électrique, et cette puissance est dissipée par effet Joule.
- Les **dipôles actifs** ont une caractéristique qui ne passe pas par l'origine et une partie de la puissance qu'ils mettent en jeu ne correspond pas à de l'effet Joule.

Dipôles passifs idéaux

- Les résistances pures;
- Les inductances pures
- Les condensateurs parfaits

RÉCEPTEURS

- Un récepteur est un appareil qui convertit l'énergie électrique qu'il reçoit en une autre forme d'énergie.
- Un récepteur est dit **passif** si toute l'énergie qu'il reçoit est convertie en énergie thermique (conducteur ohmique par exemple).
- Un récepteur est dit **actif** s'il convertit une partie de l'énergie électrique qu'il reçoit en une autre forme d'énergie que l'énergie thermique.

Circuit capacitif

- Le courant capacitif est déphasé de 90° en avance sur la tension.

Circuit inductif

- Le courant est déphasé de 90° en arrière de la tension.

Remarque

- Sources et charges actives: produit ou absorbe de la puissance active (le courant est en phase avec la tension).
 - Les sources actives sont des générateurs à courant alternatif, ou alternateurs.
 - Les charges actives sont des moteurs électriques à courant alternatif fournissant une puissance mécanique, et des éléments résistifs dégageant de la chaleur.
 - Exemple: $V = 80\angle -15^\circ, I = 6\angle -15^\circ$
- Sources et charges réactives:
 - Les sources de puissance réactive sont les alternateurs et les condensateurs.
 - *charges réactives* sont des enroulements qui produisent un champ magnétique alternatif.