

**C21.** Sur le secteur 220/380 V, on place deux lampes de 150 W en parallèle entre chaque fil de phase et le neutre.

- 1° Calculer le courant dans chacun des fils de ligne. Quel est le courant dans le neutre?
- 2° On éteint une lampe de la phase 2 et les deux lampes de la phase 3. Calculer le courant dans chaque fil de phase et déterminer celui du neutre.

**C22.** On monte en triangle sur un réseau 127/220 V trois récepteurs identiques dont l'impédance est  $35 \Omega$  et le  $\cos \varphi = 0,7$ . Calculer :

- 1° Le courant dans un récepteur et son déphasage sur la tension correspondante.
- 2° Le courant dans un fil de ligne.

**C25.** Sur un secteur triphasé 220/380 V avec fil neutre on monte entre N et la phase 1 un résistor de  $50 \Omega$ , entre N et la phase 2 deux résistors de  $50 \Omega$  en parallèle, entre N et la phase 3 trois résistors de  $50 \Omega$  en parallèle. Calculer le courant dans chaque fil de ligne et déterminer le courant dans le neutre.

b) On supprime la phase 3 du problème précédent :

- 1° Déterminer le courant dans le fil neutre.
- 2° Calculer le courant dans chaque résistor et la tension entre les bornes de chacun d'eux si on supprime le neutre.

**C27.** Sur un secteur 220/380 V (50 Hz) on monte en triangle trois récepteurs :

entre 1 et 2 : résistor  $R = 95 \Omega$   
entre 2 et 3 : bobine de  $L = 0,32 \text{ H}$  et  $r = 168 \Omega$   
entre 3 et 1 : condensateur parfait  $C = 4 \mu\text{F}$  en parallèle avec un résistor  $R' = 725 \Omega$

- 1° Calculer les courants dans les trois récepteurs.
- 2° Déterminer les courants en ligne.

**C28.** Connaissant les indications (sans signes) des deux wattmètres A et B, d'un montage équilibré, calculer :

- a) en supposant les deux déviations de même sens;
  - b) en supposant les deux déviations de sens contraires :
- 1° La puissance active totale.
  - 2° La puissance réactive totale.
  - 3° Le facteur de puissance.

$P_A \text{ (W)}$	1605	1240	620	1550	1500	2300
$P_B \text{ (W)}$	435	620	1240	0	405	2300

**C29.** Un moteur triphasé absorbe  $25 \text{ A}$  sous une tension de 220/380 V, 50 Hz. Son facteur de puissance est  $\cos \varphi = 0,75$ . Calculer les puissances active, réactive et apparente de ce moteur.

b) Calculer la capacité de chacun des trois condensateurs qui montés en triangle relèveront à 0,9 le  $\cos \varphi$  du moteur précédent.

<sup>1</sup> Lorsqu'une valeur de courant est donnée sans autre précision, il s'agit toujours d'un courant de ligne

**C23.** a) Trois résistors identiques de  $120 \Omega$  sont montés en triangle. La tension composée est 380 V. Calculer le courant dans chaque résistor et le courant dans le fil de ligne.

b) Déterminer les courants dans les fils de ligne du problème précédent :

- 1° Quand on supprime le résistor monté entre 1 et 3.
- 2° Quand on le remplace par un résistor de  $60 \Omega$ .

**C24.** Sur le secteur 220/380 V (50 Hz) on monte en étoile (avec neutre) trois récepteurs :

entre 1 et N :  $Z_1 = 55 \Omega$   $\cos \varphi_1 = 0,8$  (inductif)

entre 2 et N :  $Z_2 = 44 \Omega$   $\cos \varphi_2 = 1$

entre 3 et N :  $Z_3 = 110 \Omega$   $\cos \varphi_3 = 0$  (capacitif)

- 1° Calculer le courant qui traverse chacun des récepteurs.

2° Placer ces courants sur un graphique de Fresnel et déterminer le courant dans le neutre.

**C26.** Sur un réseau triphasé équilibré sans neutre 220/380 V (50 Hz), trois récepteurs inductifs identiques sont montés en étoile :  $Z = 22 \Omega$ ;  $\cos \varphi = 0,5$ .

Les wattmètres A et B sont placés pour mesurer la puissance active totale et, éventuellement, la puissance réactive totale (fig. 20.18).

Un résistor  $R = 76 \Omega$  peut être mis en service grâce à l'interrupteur K.

Première partie : K est ouvert.

- 1° Calculer la valeur efficace commune aux trois courants en ligne.

2° Calculer les puissances totales P (active) et Q (réactive). Éventuellement

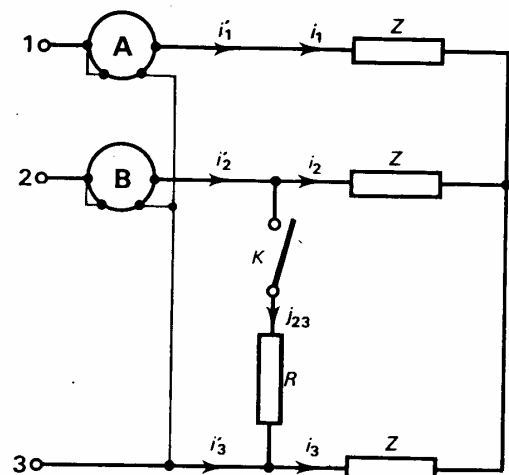
3° En s'aidant d'un graphique de Fresnel, calculer (en watts) les indications des deux wattmètres.

Deuxième partie : K est fermé.

- 4° Calculer la valeur efficace du courant  $j_{23}$  à travers le résistor.

5° Déterminer graphiquement les nouveaux courants en ligne  $I'_1, I'_2, I'_3$ .

6° Quelles sont les nouvelles indications des wattmètres A et B? Quelles sont les nouvelles puissances active P' et réactive Q'?



**C30.** Une installation 220/380 V, 50 Hz comporte :

a) Un moteur dont la puissance utile est 6 kW, le rendement 85 % et le  $\cos \varphi = 0,8$ .

b) Soixante lampes de 100 W.

Calculer :

1° Le courant absorbé par le moteur seul.

2° Le courant total dans un fil de ligne quand tout fonctionne.

**C31.** a) Une installation 220/380 V, 50 Hz comporte deux moteurs  $M_1$  et  $M_2$  :  $P_1 = 12 \text{ kW}$   $P_2 = 8 \text{ kW}$   $\cos \varphi_1 = 0,8$   $\cos \varphi_2 = 0,68$ .

Calculer :

1° Le courant en ligne quand chacun des deux moteurs fonctionne seul.

2° Le courant en ligne quand les deux moteurs fonctionnent ensemble.

b) Calculer la capacité de chacun des trois condensateurs qui montés en triangle relèveront à 0,8 le  $\cos \varphi$  du moteur  $M_2$  du problème précédent.

**C34.**

Les caractéristiques d'un récepteur triphasé monté en étoile avec fil neutre sont, à la fréquence 50 Hz.

phase 1 :  $R_1 = 4 \Omega$ ,  $L_1 \omega = 6 \Omega$ ,

phase 2 :  $R_2 = 10 \Omega$ ,  $L_2 \omega = 4 \Omega$ ,

phase 3 :  $R_3 = 6 \Omega$ ,  $L_3 \omega = 10 \Omega$ .

1. On suppose que les tensions aux bornes du récepteur forment un système triphasé équilibré 127 V/220 V, 50 Hz).

a. Calculer les intensités efficaces des courants dans les fils de ligne, et leurs déphasages par rapport aux tensions simples correspondantes.

b. Tracer un diagramme de Fresnel,  $u_{1N}$  étant référence des phases,  $u_{2N}$  étant en avance sur  $u_{1N}$ .

c. Calculer l'intensité efficace du courant dans le fil neutre.

d. Chaque fil de ligne a une résistance  $r = 1,0 \Omega$ , et une réactance  $\omega = 0,5 \Omega$ . L'impédance du fil neutre est négligeable. Calculer les tensions au départ de la ligne.

2. On suppose maintenant que les d.d.p. au départ de la ligne sont équilibrées, égales à 220 V efficaces entre fils de ligne. Calculer les tensions simples aux bornes du récepteur.

**C35.**

Un récepteur triphasé équilibré est branché aux bornes d'un réseau équilibré (220 V/380 V, 50 Hz). Chaque élément du récepteur comprend, associés en parallèle :

— une bobine parfaite d'inductance  $L = 5 \text{ H}$ .

— un condensateur parfait, de capacité telle que la fréquence propre  $f_0$  de chaque élément soit 50 Hz.

1. Calculer la valeur de C.

2. Calculer les valeurs efficaces de  $i_L$  (bobine), de  $i_C$  (condensateur) de  $i$  par fil de ligne dans un montage étoile. Quelles sont la puissance active P, et la puissance réactive Q absorbées par le récepteur?

3. Mêmes questions, le couplage étant en triangle.

**C32.**

Trois récepteurs parfaits de même impédance  $Z = 44 \Omega$  sont montés en triangle sur un secteur 127/220 V (50 Hz) :

entre 1 et 2 : un résistor;

entre 2 et 3 : un réactor;

entre 3 et 1 : un condensateur.

1° Calculer la valeur efficace commune aux trois courants qui traversent les récepteurs.

2° Calculer les valeurs efficaces des courants en ligne en s'aidant d'un graphique de Fresnel.

3° Quelles sont les indications de deux wattmètres placés l'un (A) sur le fil 1 et l'autre (B) sur le fil 2

**C33.**

Sur un secteur triphasé dont les tensions composées ( $U = 380 \text{ V}$ ) forment un système équilibré et dont le neutre n'est pas utilisé, trois récepteurs inductifs identiques sont montés en étoile :

$$Z = 55 \Omega \quad \varphi = 30^\circ$$

1° Calculer la valeur efficace des courants en ligne.

2° Calculer la puissance active totale et la puissance réactive totale.

3° Calculer les indications données par des wattmètres dans un montage à 2 wattmètres placés comme dans l'exercice 12

4° On place entre les bornes 1 et 2 un résistor  $R = 95 \Omega$ ;

a) Déterminer les nouveaux courants en ligne;

b) Calculer les nouvelles valeurs des puissances active et réactive totales;

c) Calculer les nouvelles indications des deux wattmètres.

**C36.**

a) On branche aux bornes d'un réseau triphasé (127 V/220 V, 50 Hz) un récepteur équilibré monté en étoile. Entre chaque phase et le neutre, on branche en série une bobine parfaite ( $L = 0,1 \text{ H}$ ) et un élément résistant ( $R = 5 \Omega$ ).

1. Dessiner les diagrammes de Fresnel, des tensions et courants;  $u_{2N}$  étant en retard sur  $u_{1N}$ . Calculer le courant efficace I par fil de ligne.

2. Calculer la puissance active et la puissance réactive absorbées par l'installation.

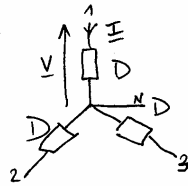
3. On incorpore dans chaque phase, en série avec l'ensemble L-R, un condensateur parfait de capacité C variable.

Pour quelle valeur de C y a-t-il résonance du courant I dans chaque fil de ligne? Calculer alors I. Calculer la puissance active et la puissance réactive absorbées par l'installation.

b) Même problème, le récepteur étant monté en triangle.

C21

1)

Pour chaque phase  $P_i = 2 P_L$  $P_L$  étant la puissance d'une lampe

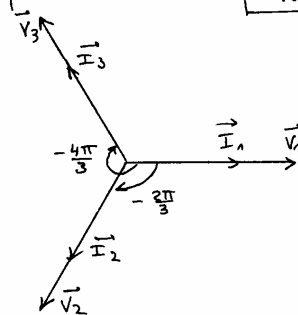
$$P_i = V I \rightarrow$$

$$I = \frac{2 P_L}{V} = \frac{300}{220} = 1,364 \text{ A}$$

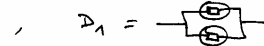
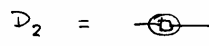
montage équilibré  $\rightarrow$ 

$$I_N = 0$$

Fresnel :



2) une lampe éteinte

 $D_3 =$  circuit ouvert

$$I_1 = \frac{2 P_L}{V} = 1,364 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{P_L}{V} = 0,682 \text{ A}$$

$$I_3 = 0$$

$$I_N = I_1 e^{j\varphi_1} + I_2 e^{j\varphi_2} + I_3 e^{j\varphi_3}$$

$$= I_2 (2 e^{j\varphi_1} + e^{j\varphi_2})$$

$$\varphi_1 = 0$$

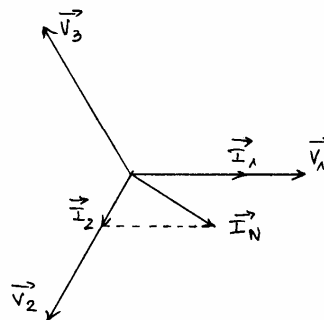
$$\varphi_2 = -\frac{2\pi}{3}$$

$$= I_2 (2 + \cos(-\frac{2\pi}{3}) + j \sin(-\frac{2\pi}{3}))$$

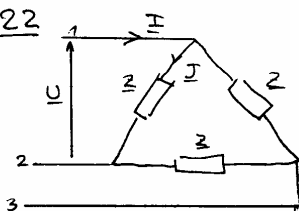
$$\text{d'où } I_N = I_2 \sqrt{(2 + \cos \frac{2\pi}{3})^2 + (\sin \frac{2\pi}{3})^2}$$

$$I_N = 1,181 \text{ A}$$

construction de Fresnel :



C22

1°)  $J$ ?  $\varphi_{JU}$ ?

$$U = 2 J \Rightarrow J = \frac{U}{2} = \frac{220}{35}$$

$$J = 6,29 \text{ A}$$

$$\varphi_{JU} = -\varphi_{UJ} = -\varphi = -\arccos 0,7 = -(\pm 45,57^\circ)$$

on retient  $\varphi > 0$  car récepteur inductif  $\Rightarrow$ 

$$\varphi_{JU} = -45,6^\circ$$

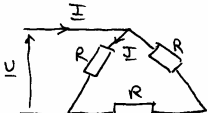
2°)

$$I = J\sqrt{3}$$

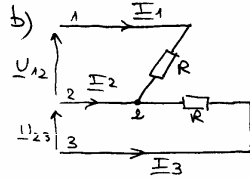
(montage équilibré)

$$\Rightarrow I = 10,89 \text{ A}$$

C23

a)  
$$\underline{I} = \frac{U}{R} = 3,167 \approx 3,17 \text{ A}$$

$$\underline{I} = \underline{I} \sqrt{3} \quad (\text{montage équilibré}) \quad \underline{I} = 5,48 \text{ A}$$



loi des nœuds en 2 :  $\underline{I}_1 + \underline{I}_2 + \underline{I}_3 = 0$

De plus  $\underline{U}_{12} = R \underline{I}_1 \quad (\underline{I}_{12} = \underline{I}_1)$

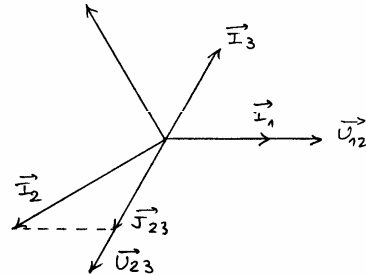
$\underline{U}_{23} = -R \underline{I}_3 \quad (\underline{I}_{23} = -\underline{I}_3)$

d'où  $\underline{I}_1 = \underline{I}_3 = \frac{U}{R} = 3,17 \text{ A}$

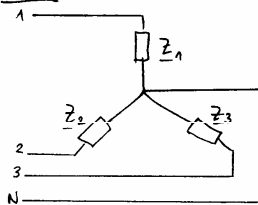
$\underline{I}_2 = -\underline{I}_1 - \underline{I}_3 = -\underline{I}_{12} + \underline{I}_{23} = \frac{U}{R} (-1 + e^{j(-\frac{2\pi}{3})})$

$\underline{I}_2 = \frac{U}{R} \sqrt{(\cos(\frac{2\pi}{3}) - 1)^2 + (\sin(\frac{2\pi}{3}))^2} = \frac{U\sqrt{3}}{R} \quad \underline{I}_2 = 5,48 \text{ A}$

construction de Fresnel



C24



$\underline{Z}_1 = 55 \Omega \quad \cos \varphi_1 = 0,8 \Rightarrow \varphi_1 = 37^\circ \quad (> 0 \text{ car inductif})$

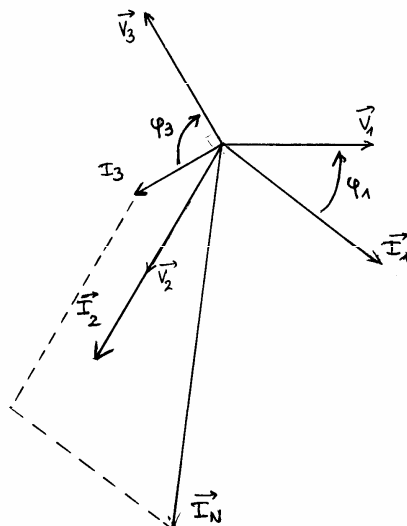
$\underline{Z}_2 = 44 \Omega \quad \cos \varphi_2 = 1 \quad \varphi_2 = 0$

$\underline{Z}_3 = 110 \Omega \quad \cos \varphi_3 = 0 \Rightarrow \varphi_3 = -\frac{\pi}{2} = -90^\circ$

(convention  $\varphi = \text{Arg}(\underline{Z}) = \varphi_{VI}$ )

1)  $V = \underline{Z} \underline{I} \Rightarrow \underline{I}_1 = 4 \text{ A} \quad \underline{I}_2 = 5 \text{ A} \quad \underline{I}_3 = 2 \text{ A}$

2)  $\underline{I}_N$ ? construction de Fresnel :



calcul complexe :

$\underline{I}_N = \underline{I}_1 + \underline{I}_2 + \underline{I}_3$

$= \underline{I}_1 \cos \varphi(\underline{I}_1) + \underline{I}_2 \cos \varphi(\underline{I}_2)$

$+ \underline{I}_3 \cos \varphi(\underline{I}_3) + j [\underline{I}_1 \sin \varphi(\underline{I}_1)$

$+ \underline{I}_2 \sin \varphi(\underline{I}_2) + \underline{I}_3 \sin \varphi(\underline{I}_3)]$

avec

$\varphi(\underline{I}_1) = \varphi_{I_1 V_1} = -\varphi_1 = -36,87^\circ$

$\varphi(\underline{I}_2) = \varphi_{I_2 V_1} = \varphi_{V_2 V_1} = -120^\circ$

$\varphi(\underline{I}_3) = \varphi_{I_3 V_1} = \varphi_{I_3 V_3} + \varphi_{V_3 V_1}$

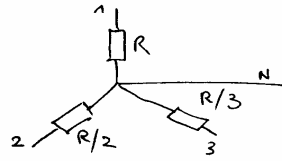
$= 90^\circ - 240^\circ = -150^\circ$

d'où  $\underline{I}_N = -1,032 \cos + j(-7,73013)$

$\underline{I}_N = 7,80 \text{ A}$

C25

1)



$$I_1 = \frac{V}{R} \quad I_2 = \frac{2V}{R} \quad I_3 = \frac{3V}{R}$$

$$\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3 = 0$$

$$(\varphi_m = \varphi_{V_m I_m})$$

$$\varphi(I_1) = \varphi_{I_1 V_1} = -\varphi_{V_1 I_1} = -\varphi_1 = 0$$

$$\varphi(I_2) = \varphi_{I_2 V_1} = -\varphi_2 + \varphi_{V_2 V_1} = -\frac{2\pi}{3}$$

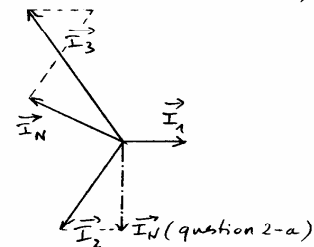
$$\varphi(I_3) = -\frac{4\pi}{3}$$

$$d'où \quad \vec{I}_N = \vec{I}_1 + \vec{I}_2 + \vec{I}_3 = \frac{V}{R} \left( 1 + 2e^{j(-\frac{2\pi}{3})} + 3e^{j(-\frac{4\pi}{3})} \right)$$

$$\text{donc } I_N = \frac{220}{50} \sqrt{(1 + 2\cos(120^\circ) + 3\cos(240^\circ))^2 + (2\sin(120^\circ) + 3\sin(240^\circ))^2}$$

$$\boxed{I_N = 7,62 \text{ A}}$$

construction de Fresnel:

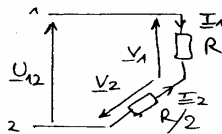


2) suppression du dipôle 3

a) avec neutre

$$\text{idem avec } I_3 = 0 \quad d'où \quad \boxed{I_N = 7,62 \text{ A}}$$

b) sans neutre → montage en série



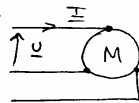
$$I_2 = -I_1 \quad R_{eq} = R + \frac{R}{2} = \frac{3R}{2}$$

$$d'où \quad \boxed{I_1 = I_2 = \frac{2U}{3R} = 5,07 \text{ A}}$$

$$\boxed{V_1 = R I_1 = \frac{2}{3} U = 253 \text{ V}} \quad \boxed{V_2 = 127 \text{ V}}$$

C29

1)



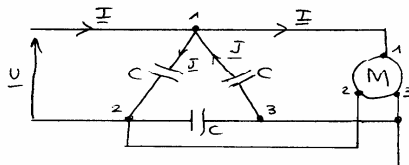
$$I = 25 \text{ A} \quad U = 380 \text{ V} \quad \cos \varphi = 0,75 \quad (\varphi = 41,4^\circ)$$

$$P = U I \sqrt{3} \cos \varphi = 12341 \text{ W} \approx 12 \text{ kW}$$

$$Q = U I \sqrt{3} \sin \varphi = 10884 \text{ VAR} \approx 11 \text{ kVAR}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = U I \sqrt{3} = 16454 \text{ VA} \approx 16 \text{ kVA}$$

2)



thm de Boucherot des puissances :

sans C

avec C

P

P' = P

Q = P tan φ

Q' = P tan φ'

$$\text{or } P' = Q + Q_C \quad \text{avec } Q_C = 3 U I \sin \varphi_C = -3 C \omega U^2$$

$$d'où \quad P \tan \varphi' = P \tan \varphi - 3 C \omega U^2$$

$$\boxed{C = \frac{P}{3 \omega U^2} (\tan \varphi - \tan \varphi')} = 36,05 \text{ pF} \approx 36 \text{ pF}$$