

Courants triphasés

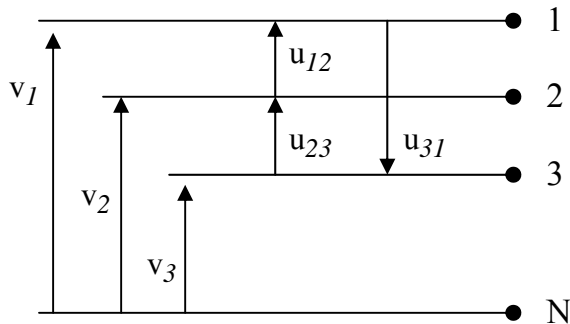
Page
1/9

OBJECTIFS être capable de :

- Réaliser un montage étoile ou triangle ;
- Déterminer une intensité en ligne ou dans un récepteur ;
- Calculer une puissance active, réactive ou apparente ;
- Relever un facteur de puissance absorbé par une installation triphasé ;

1. DISTRIBUTION TRIPHASEE

1.1. Tensions simples et tensions composées



Une ligne de distribution comporte quatre conducteurs :

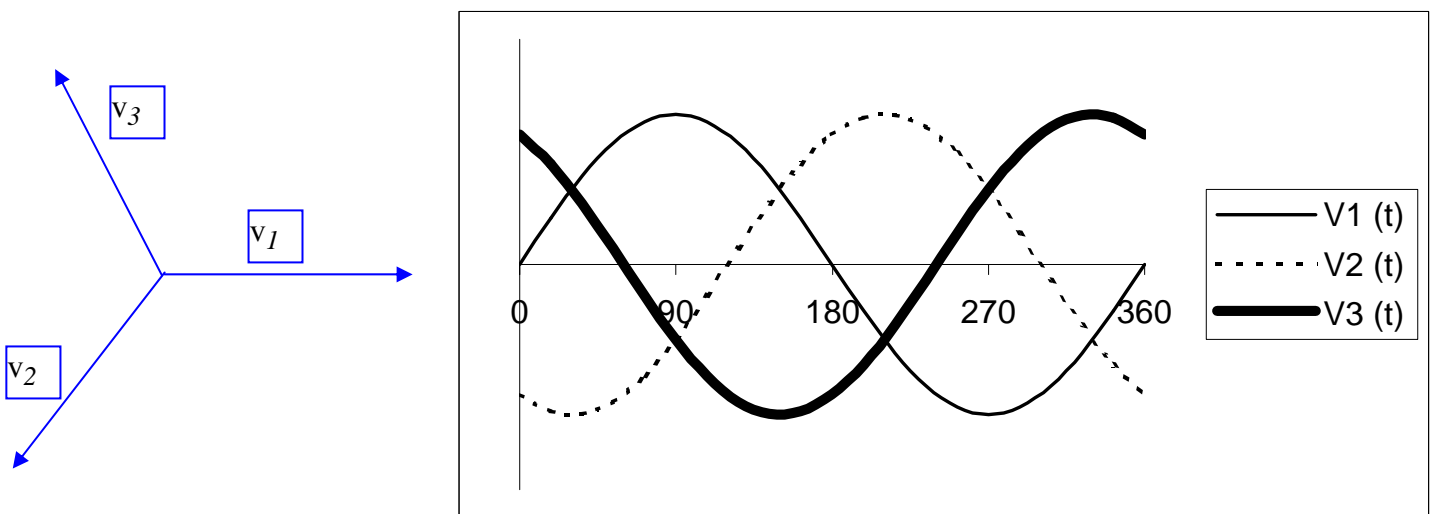
- Les trois premiers, les fils de phases, numérotés 1, 2 et 3.
- Le quatrième, le fil de neutre est repéré par la lettre N.

Les Tensions simples :

Sont prises entre le neutre et une phase ; elles sont notées v_1 , v_2 et v_3 . Dans un système triphasé équilibré, les tensions simples sont sinusoïdales :

- de même fréquence,
- de même valeur efficace notée V ,
- déphasées de 120° ($\frac{2\pi}{3}$ rad) les unes par rapport aux autres.

Tracer les vecteurs de Fresnel correspondant aux courbes de tensions ci-dessous :



La représentation de Fresnel montre les trois vecteurs déphasés de 120° .
Par construction

$$v_1 + v_2 + v_3 = 0$$

donc

$$v_1 + v_2 + v_3 = 0 ;$$

Courants triphasés

Les Tensions composées

Sont prises entre deux phases, notées u_{12} , u_{23} et u_{31} .

Les trois tensions composées comme les tensions simples sont sinusoïdales :

- de même fréquence,
- de même valeur efficace notée V ,
- déphasées de 120° ($\frac{2\pi}{3}$ rad) les unes par rapport aux autres.

1.2. Relation entre les tensions simples et composées

D'après la loi d'additivité des tensions :

$$u_{12} = u_{1N} + u_{N2} = v_1 - v_2, \text{ d'où } U_{12} = V_1 - V_2 \quad (1)$$

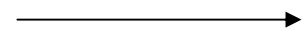
Relation entre U et V :

Application : Après avoir construit le diagramme de Fresnel des tensions simples, construisez en utilisant la relation (1) le vecteur U_{12} . Procéder de même pour les vecteurs U_{23} et U_{31} .

Effectuer le rapport U/V et vérifier la relation : $U = V * \sqrt{3}$

Expressions des valeurs instantanées :

- $u_{12} = V \sqrt{2} \sin(\omega t)$
- $u_{23} = V \sqrt{2} \sin(\omega t - \frac{2\pi}{3})$
- $u_{31} = V \sqrt{2} \sin(\omega t + \frac{2\pi}{3})$



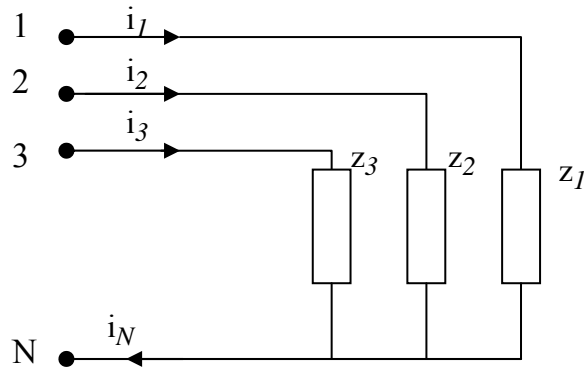
U est la valeur efficace commune des trois tensions composées :

$$U_{12} = U_{23} = U_{31} = U$$

2. COUPLAGE DE RECEPTEURS EN TRIPHASE

2.1. Montage étoile équilibré

Dans un montage étoile, chaque dipôle récepteur est branché entre le neutre et une phase.



Un montage est équilibré si les trois récepteurs **sont identiques**. Dans ce cas les courants de ligne (i_1 , i_2 et i_3) forment un système triphasé équilibré.

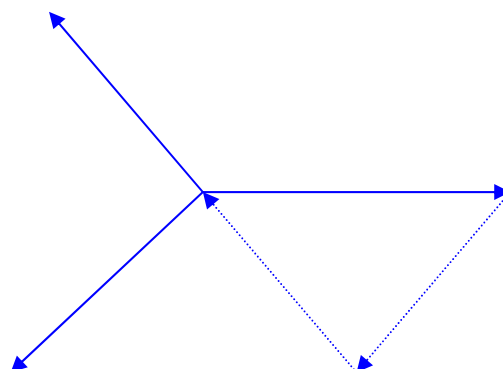
$$I_1 = I_2 = I_3 = I$$

D'après la loi des nœuds : $I_N = I_1 + I_2 + I_3 = 0$

$$I_N = 0$$

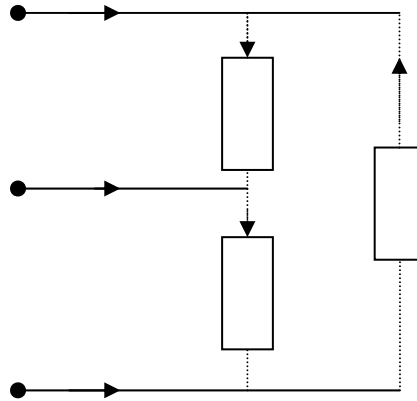
Dans ce cas, le fils de neutre peut donc être supprimé. Exemple **MAS**

Représentation vectorielle :



2.2. Montage triangle équilibré

Dans un montage triangle, chaque dipôle et récepteur sont branchés entre deux fils de phase. Le fil de neutre n'est pas utilisé. Chaque dipôle est soumis à une tension composée de valeur efficace U .



a) Un montage triangle est dit équilibré si les trois récepteurs sont identiques

Les courants dans les fils de phase sont notés i_1 , i_2 et i_3 .

Les courants dans les dipôles sont notés J_{12} , J_{23} et J_{31} .

Les récepteurs étant identiques, J_{12} , J_{23} et J_{31} forment *un système triphasé équilibré* :

$$J_{12} = J_{23} = J_{31} = J ;$$

$$j_{12} + j_{23} + j_{31} = 0$$

Diagramme de Fresnel :

Courants triphasés

La loi des nœuds permet d'écrire :

$$i_1 = J_{12} - J_{31}$$

$$i_2 = J_{23} - J_{12}$$

$$i_3 = J_{31} - J_{23}$$

d'où, à chaque instant, la somme des courants dans les trois fils de phase est nulle :

$$i_1 + i_2 + i_3 = 0$$

Application : Après avoir construit le diagramme de Fresnel des courants dans les récepteurs : J_{12} , J_{23} et J_{31} sur le système de tensions composées. En utilisant la loi des nœuds, construisez les vecteurs représentant les courants i_1 , i_2 et i_3 .

Question : Quel est l'angle compris entre le vecteur I_1 et le vecteur V_1 :

b) Relation entre courant de ligne et courant dans un récepteur

Effectuer le rapport I/J et vérifier la relation : $I = J\sqrt{3}$

Courants triphasés

2.3. Récepteur dissymétrique

Lorsque les dipôles constituant les récepteurs ne sont plus identiques, les courants dans chaque fil de phase sont différents.

Leur somme n'est plus nulle, et un courant circule dans le fil de neutre, l'installation est déséquilibrée. La détermination de ce courant peut se faire graphiquement.

Application: un récepteur triphasé monté en étoile est constitué de 3 résistances; $R_1 = 50 \Omega$; $R_2 = R_3 = 100 \Omega$. La tension simple du réseau a pour valeur efficace 220 V.

- Faire un schéma de l'installation ;
- déterminer I_1 , I_2 et I_3 ;
- construire la représentation de Fresnel des courants I_1 , I_2 et I_3 ;
- En déduire le courant I_N .

$$I_1 = V / R_1 = 4,4 \text{ A}$$

$$I_2 = I_3 = 2,2 \text{ A}$$

Par construction $I_N = I_1 + I_2 + I_3$

- Il est en phase avec I_1
- A pour valeur efficace $I_N = 2,2 \text{ A}$

Conclusion : dans une installation déséquilibrée, le fil neutre ne peut pas être supprimé. C'est le cas des installations domestiques alimentées en 220/380 V. les appareils monophasés fonctionnant sous 220 V sont répartis entre le neutre et un fil de phase. Ils sont répartis pour qu'à pleine charge, les courants dans chaque fil de phase aient sensiblement la même intensité.

Cependant, en fonctionnement partiel, une installation domestique est toujours déséquilibrée et il faut éviter toute coupure, même accidentelle du neutre. **Ce conducteur ne doit jamais comporter de fusible.**

3. PUISSANCES TRIPHASEES

3.1. Montage étoile équilibré

Trois récepteurs sont montés en étoile. Les trois récepteurs ont même facteur de puissance ($\cos \varphi$) et sont traversés par des courants de même intensité efficace (I).

- Soient P_1, P_2 et P_3 les puissances *actives*

- Soient Q_1, Q_2 et Q_3 les puissances *réactives* absorbées par chaque récepteur.

Lorsque le récepteur est symétrique, les dipôles qui le constituent absorbent les mêmes puissances :

Avec : $P_1 = P_2 = P_3 = VI \cos \varphi$ et $Q_1 = Q_2 = Q_3 = VI \sin \varphi$

La puissance active totale absorbée par l'installation est : $P = P_1 + P_2 + P_3 = 3 VI \cos \varphi$

$$\text{Or } V = \frac{U}{\sqrt{3}}$$

Donc :

$$P = \sqrt{3} UI \cos \varphi$$

De même, la puissance réactive est donnée par la relation: $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 3 VI \sin \varphi$

$$Q = \sqrt{3} UI \sin \varphi$$

Déterminons la puissance apparente de l'installation :

d'ou

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$= \sqrt{3} UI$$

Et le facteur
de
puissance :

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

Application : un moteur triphasé absorbe un courant de 5 A sur chaque fil de phase du réseau 220/380V. Son facteur de puissance est de 0,8.

Déterminer les puissances apparente, active et réactive.

$$S = 3290 \text{ VA}$$

$$P = 2632 \text{ W}$$

$$Q = 1974 \text{ var}$$

Courants triphasés

3.2 Montage triangle équilibré

Sur les trois phases, les récepteurs sont identiques :

Ils sont soumis à la même tension efficace U et traversés par des courants de même valeur efficace \mathcal{J} .

$$P_1 = P_2 = P_3 = P = U\mathcal{J} \cos \varphi$$

$$P = \sqrt{3} U I \cos \varphi$$

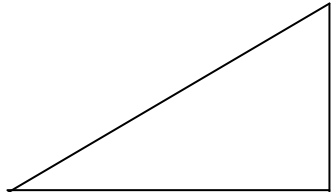
$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q = U\mathcal{J} \sin \varphi$$

$$Q = \sqrt{3} U I \sin \varphi$$

et

$$S = \sqrt{3} U I$$

3.2. Relations communes aux deux montages

Puissances <i>actives</i> :	$P = \sqrt{3} U I \cos \varphi$	
Puissances <i>réactives</i> :	$Q = \sqrt{3} U I \sin \varphi$	
Puissances <i>complexes</i> :	$S = \sqrt{3} U I = \sqrt{P^2 + Q^2}$	
facteur de puissance :	$\cos \varphi = \frac{P}{S}$	

Remarque : la puissance absorbée par un récepteur triphasé est trois fois plus importante en montage triangle qu'en montage étoile.

3.3. Etude d'une installation triphasée

Comme pour une installation monophasée, le problème consiste à déterminer :

- Le courant dans les fils de phase,
- Le facteur de puissance de l'installation,
- La capacité des condensateurs à utiliser pour ramener le facteur de puissance à une valeur imposée.

Pour cela, la méthode de Boucherot est appliquée globalement aux trois phases. Les condensateurs pour améliorer le facteur de puissance sont au nombre de trois. Ils sont identiques et peuvent se monter en triangle ou en étoile sur le réseau selon leur tension d'utilisation.

Courants triphasés

Page
9/9

❖ Puissance réactive fournie par le groupement de condensateur :

- Couplage Triangle :

Schéma électrique :

-
-
- Couplage Etoile :

Schéma électrique :

Application : l'installation triphasée d'un atelier comporte :

- 30 lampes de 100 W chacune, montées entre phase et neutre de manière à constituer un système équilibré ;
- un moteur triphasé absorbant une puissance active de 3 kW avec $\cos \varphi = 0,6$. L'alimentation est effectuée par le réseau 220/380 V, 50 Hz.

a) Faites un schéma de l'installation

b) Faites le bilan des puissances, et déterminer le $\cos \varphi$ de l'installation.

c) Déterminer la capacité d'un des condensateurs montés en triangle pour amener le facteur de puissance à 0,9

$$P_m = 3000 \text{ W}$$

$$Q_m = 4000 \text{ var}$$

$$P_l = 3000 \text{ W}$$

$$S = 7211 \text{ VA}$$

$$I = 11 \text{ A}$$

$$\cos \varphi = 0,83$$

$$P = 6000 \text{ W}$$

$$Q = 4000 \text{ var}$$

3 condensateurs de $C = 18 \text{ microFarad}$
branchés en triangle.