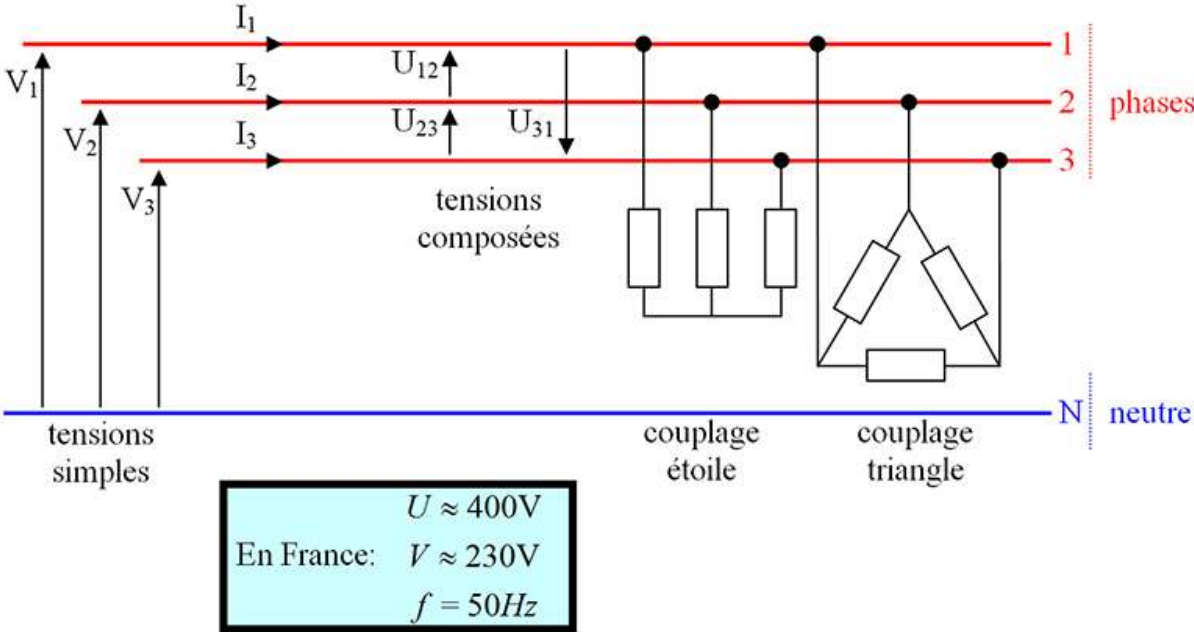


LE TRIPHASE



Systèmes triphasés équilibrés

1. Présentation

1.1 Avantages par rapport au monophasé

- Les machines triphasées ont des puissances de plus de 50% supérieures aux machines monophasées de même masse et donc leurs prix sont moins élevés (le prix est directement proportionnel à la masse de la machine).
- Lors du transport de l'énergie électrique, les pertes sont moindres en triphasé.

1.2 Distribution

La distribution se fait à partir de quatre bornes :

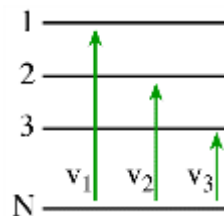
- Trois bornes de **phase** repérées par 1, 2, 3 ou A, B, C ou R, S, T ou U, V, W ;
- Une borne **neutre** N.

1.3 Présentation

v_1, v_2, v_3 :

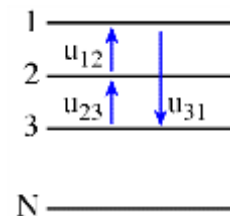
tensions simples ou étoilées

entre les phases et le neutre.



u_{12}, u_{23}, u_{31} :

tensions composées
entre les phases.

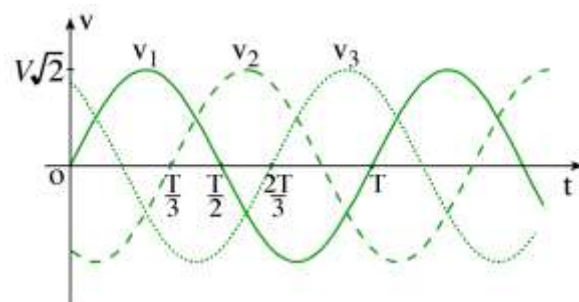


2. Etude des tensions simples

2.1 Observation à l'oscilloscope

- Les tensions sont déphasées de $\frac{2\pi}{3}$ l'une par rapport à l'autre ;
- Elles ont la même valeur efficace.

On dit que le système est équilibré.



Définition :

un système triphasé est équilibrée lorsque les trois tensions possèdent la même valeur efficace et qu'elles sont déphasées de $2\pi/3$ l'une par rapport à l'autre.

2.2 Equations horaires

$$v_1(t) = V\sqrt{2} \sin(\omega t)$$

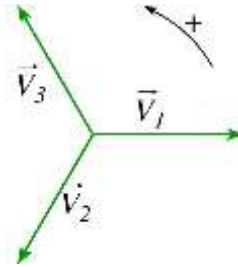
$$v_2(t) = V\sqrt{2} \sin\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right)$$

$$v_3(t) = V\sqrt{2} \sin\left(\omega t - \frac{4\pi}{3}\right)$$

Vecteurs de Fresnel associés

On déduit des équations horaires les vecteurs suivants :

$$\vec{V}_1 \begin{pmatrix} V \\ 0 \end{pmatrix}; \vec{V}_2 \begin{pmatrix} V \\ -\frac{2\pi}{3} \end{pmatrix}; \vec{V}_3 \begin{pmatrix} V \\ -\frac{4\pi}{3} \end{pmatrix}$$



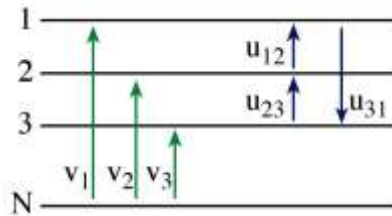
Le système est **équilibré direct**

Équilibré car la construction de Fresnel montre que $\vec{V}_1 + \vec{V}_2 + \vec{V}_3 = \vec{0} \Rightarrow v_1 + v_2 + v_3 = 0$

Direct car un observateur immobile verrait les vecteurs défiler devant lui dans l'ordre 1, 2, 3.

3. Etude des tensions composées

3.1 Définition

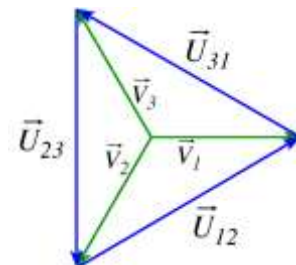
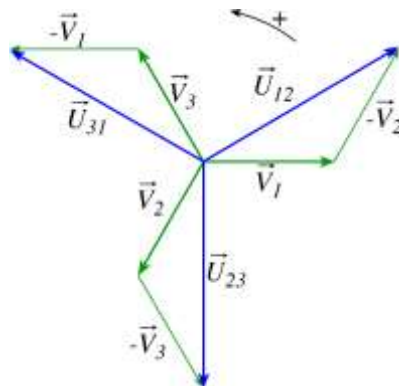


Les tensions composées ont même fréquence que les tensions simples

$$\begin{aligned} u_{12} = v_1 - v_2 &\Rightarrow \vec{U}_{12} = \vec{V}_1 - \vec{V}_2 \\ u_{23} = v_2 - v_3 &\Rightarrow \vec{U}_{23} = \vec{V}_2 - \vec{V}_3 \\ u_{31} = v_3 - v_1 &\Rightarrow \vec{U}_{31} = \vec{V}_3 - \vec{V}_1 \end{aligned}$$

3.2 Vecteurs de Fresnel associés

$$\begin{aligned} \vec{U}_1 &\begin{pmatrix} U \\ \frac{\pi}{6} \end{pmatrix} \\ \vec{U}_2 &\begin{pmatrix} U \\ -\frac{3\pi}{6} \end{pmatrix} \\ \vec{U}_3 &\begin{pmatrix} U \\ -\frac{7\pi}{6} \end{pmatrix} \end{aligned}$$



Si le réseau est équilibré : $\vec{U}_{12} + \vec{U}_{23} + \vec{U}_{31} = \vec{0} \Leftrightarrow u_{12} + u_{23} + u_{31} = 0$

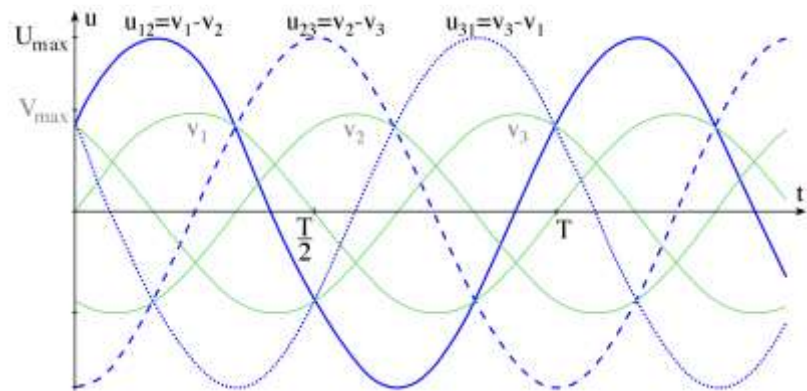
Le système des trois tensions composées est équilibré direct.

3.3 Equations horaires et oscillogrammes

$$u_{12}(t) = U\sqrt{2} \sin(\omega t + \frac{\pi}{6})$$

$$u_{23}(t) = U\sqrt{2} \sin(\omega t - \frac{\pi}{2})$$

$$u_{31}(t) = U\sqrt{2} \sin(\omega t - \frac{7\pi}{6})$$



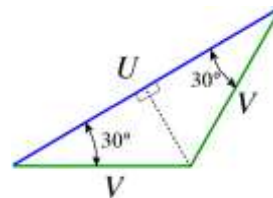
3.4 Remarque

Réseau triphasé 220/380 V

4. Relation entre U et V

$$U = 2V \cos 30^\circ \quad \text{soit} \quad U = 2V \frac{\sqrt{3}}{2}$$

Finalement : $U = V\sqrt{3}$



Cette relation est toujours vraie quelque soit la charge.

5. Récepteurs triphasés équilibrés

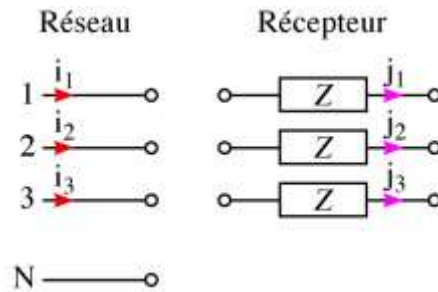
5.1 Définitions

Récepteurs triphasés : ce sont des récepteurs constitués de trois dipôles identiques, d'impédance \underline{Z} .

Équilibré : car les trois éléments sont identiques.

Courants par phase : ce sont les courants qui traversent les éléments \underline{Z} du récepteur triphasés. **Symbole :** J

Courants en ligne : ce sont les courants qui passent dans les fils du réseau triphasé. **Symbole :** I



Le réseau et le récepteur peuvent se relier de deux façons différentes : en étoile ou en triangle.

5.2 Théorème de Boucherot (rappel)

Les puissances active et réactive absorbées par un groupement de dipôles sont respectivement égales à la somme des puissances actives et réactives absorbées par chaque élément du groupement.

Donc d'après ce théorème : $P = P_1 + P_2 + P_3$ et $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$

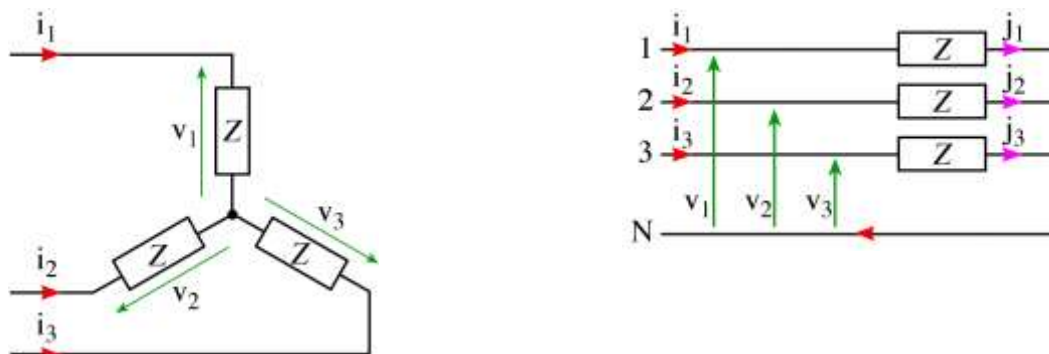
Pour un récepteur équilibré : $P_1 = P_2 = P_3$ et $Q_1 = Q_2 = Q_3$

Finalement : $P = 3 \cdot P_1$ et $Q = 3 \cdot Q_1$

Facteur de puissance : $k = P / S$.

6. Couplage étoile

6.1 Montage



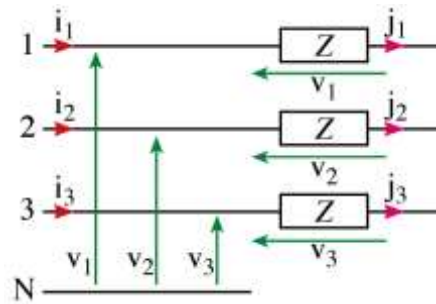
Même branchement représenté de deux façons différentes.

Le premier schéma explique le terme « étoile ».

Symbole :

Comme il s'agit des mêmes impédances, de ce fait $i_1 + i_2 + i_3 = 0$, donc $i_n = 0$. Le courant dans le fil neutre est nul. Le fil neutre n'est donc pas nécessaire.

Pour un système triphasé équilibré, le fil neutre ne sert à rien.



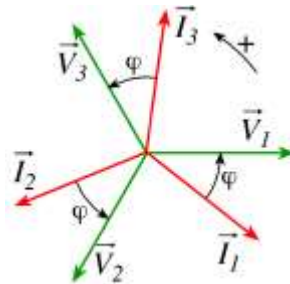
6.2 Relations entre les courants

On constate sur les schémas du paragraphe 6.1 que les courants en ligne sont égaux aux courants par phase.

$$i_1 = j_1 ; i_2 = j_2 ; i_3 = j_3$$

De plus la charge et le réseau sont équilibrés, donc : $I_1 = I_2 = I_3 = I = J$

On retiendra pour le couplage étoile : $I = J$



6.3 Puissances

Pour une phase du récepteur : $P_1 = VI \cos \varphi$ avec $\varphi (\vec{I}, \vec{V})$

Pour le récepteur complet : $P = 3.P_1 = 3VI \cos \varphi$ de plus $V = \frac{U}{\sqrt{3}}$

Finalement pour le couplage étoile : $P = \sqrt{3}UI \cos \varphi$

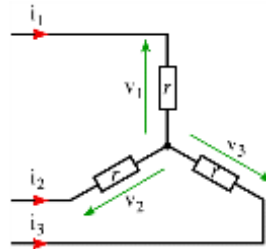
de la même façon : $Q = \sqrt{3}UI \sin \varphi$

et : $S = \sqrt{3}UI$

Facteur de puissance : $k = \cos \varphi$

6.4 Pertes par effet Joule

Considérons que la partie résistive du récepteur.



Pour une phase du récepteur : $P_{J_1} = rI^2$

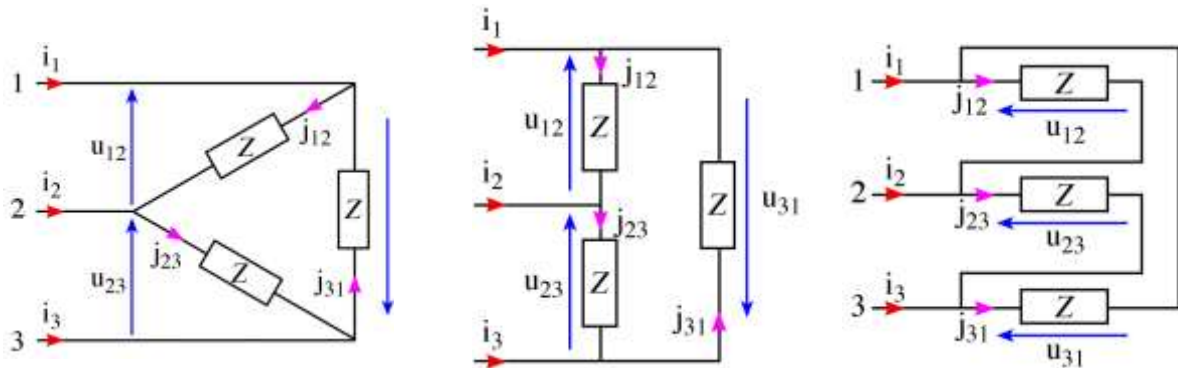
Résistance vue entre deux bornes : $R = 2r$

Pour le récepteur complet : $P = 3.P_{J_1} = 3rI^2 = \frac{3}{2} RI^2$

Finalement pour le couplage étoile : $P = \frac{3}{2} RI^2$

7. Couplage triangle

7.1 Montage



Même branchement représenté de trois façons différentes. Le premier schéma explique le terme « triangle ».

Symbole : \triangle

Comme il s'agit des mêmes impédances, $i_1 + i_2 + i_3 = 0$ et $j_{12} + j_{23} + j_{31} = 0$

Ici en aucun cas le fil neutre n'est nécessaire.

7.2 Relations entre les courants

D'après les schémas du paragraphe 6.3.1.

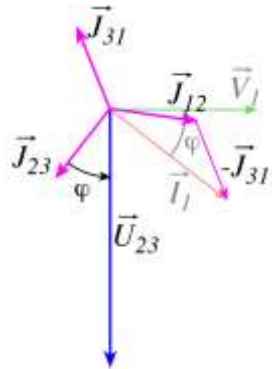
$$\begin{aligned} i_1 = j_{12} - j_{31} &\Rightarrow \vec{I}_1 = \vec{J}_{12} - \vec{J}_{31} \\ i_2 = j_{23} - j_{12} &\Rightarrow \vec{I}_2 = \vec{J}_{23} - \vec{J}_{12} \end{aligned}$$

$$i_3 = j_{31} - j_{23} \Rightarrow \vec{I}_3 = \vec{J}_{31} - \vec{J}_{23}$$

Le système triphasé est équilibré : $I_1 = I_2 = I_3 = I$ et $J_{12} = J_{23} = J_{31} = J$.

Pour le couplage triangle, la relation entre I et J est la même que la relation entre V et U.

Pour le couplage triangle : $J = \frac{I}{\sqrt{3}}$



Remarque :

Les déphasages pour les deux montages étoile et triangle sont les mêmes. Il s'agit du déphasage provoqué par le dipôle \underline{Z} du montage.

$$\varphi_{\Delta}(\vec{J}, \vec{U}) = \varphi_{\star}(\vec{I}, \vec{V})$$

7.3 Puissances

Pour une phase du récepteur : $P_1 = UJ \cos \varphi$ avec $\varphi(\vec{J}, \vec{U})$

Pour le récepteur complet : $P = 3.P_1 = 3UJ \cos \varphi$ de plus $J = \frac{I}{\sqrt{3}}$

Finalement pour le couplage triangle : $P = \sqrt{3}UI \cos \varphi$

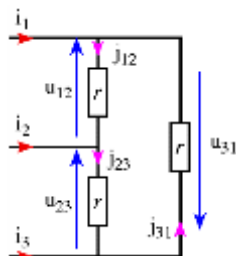
de la même façon : $Q = \sqrt{3}UI \sin \varphi$

et : $S = \sqrt{3}UI$

Facteur de puissance : $k = \cos \varphi$

7.4 Pertes par effet Joule

Considérons que la partie résistive du récepteur.



Détail du calcul de la résistance équivalente vue entre deux bornes du récepteur :

nous avons 2r en parallèle avec r ;

$$R = \frac{2r \cdot r}{2r + r} = \frac{2}{3}r$$

Pour une phase du récepteur : $P_{J_1} = rJ^2$

Résistance vue entre deux bornes : $R = \frac{2}{3}r$

Pour le récepteur complet : $P = 3 \cdot P_{J_1} = 3rJ^2 = 3 \frac{3}{2} R \left(\frac{I}{\sqrt{3}} \right)^2 = \frac{3}{2} RI^2$

Finalement pour le couplage triangle : $P = \frac{3}{2} RI^2$

7.5 Remarques

Quel que soit le couplage, les puissances s'expriment de la même façon en fonction :

- de la tension composée U
- du courant en ligne I

Ces deux grandeurs sont les seules qui soient toujours mesurables quel que soit le couplage, même inconnu, du récepteur utilisé.

Lecture 230/400 V

Couplage d'un récepteur sur le réseau

Supposons que vous voulez coupler un récepteur triphasé au réseau 230V/400V et que la tension nominale pour chaque phase du récepteur soit de 400V. Quel couplage étoile ou triangle faut-il choisir? Les deux couplages sont-ils possible?

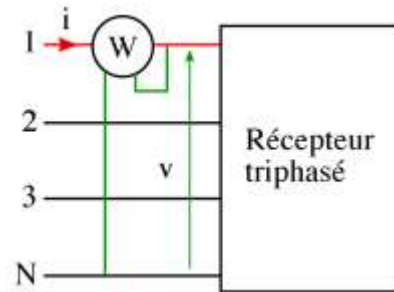
8. Mesure de puissance : le wattmètre

Le wattmètre permet de mesurer la puissance active P en monophasé ou triphasé.

Il possède au moins quatre bornes : deux bornes pour mesurer la tension et deux bornes pour mesurer le courant. Il y a donc deux branchement à réaliser : un branchement en parallèle (comme un voltmètre) pour mesurer la tension, et un branchement en série (comme un ampèremètre) pour mesurer le courant. Le wattmètre tient compte du déphasage.

Mesure en trois ou 4 fils charge équilibrée

Montage 1 :



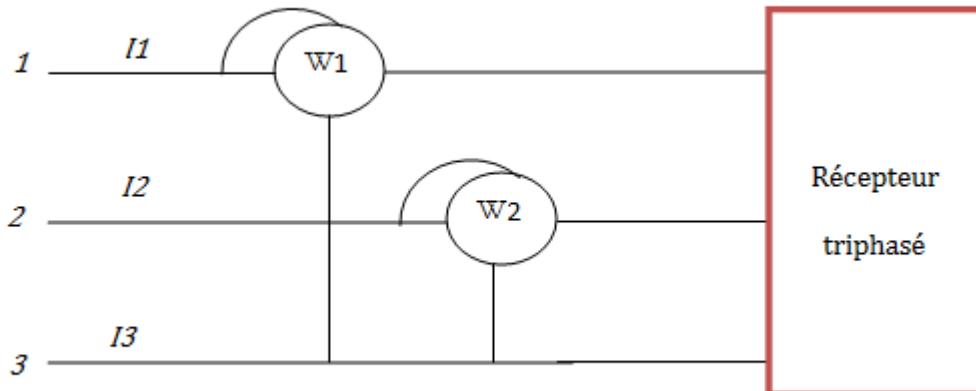
Remarque : il n'est pas nécessaire de connaître le couplage du récepteur

Le wattmètre branché de cette façon mesure (puissance lue) : $P' = VI \cos \varphi$

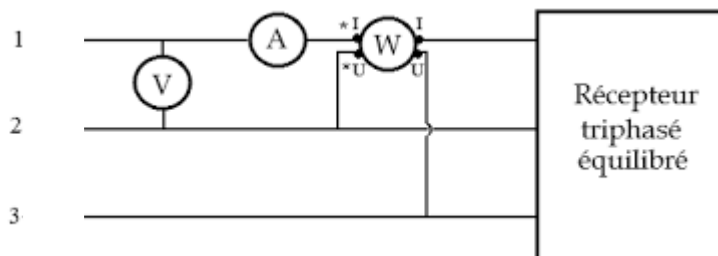
La puissance du récepteur s'exprime (puissance absorbée) : $P = \sqrt{3}UI \cos \varphi$

La relation entre la puissance lue et la puissance absorbée par le récepteur est donc : $P = 3P'$

Montage 2 : Méthode des 2 Wattmètres



Montage 3 : Mesure directe de la puissance Totale (Wattmètre PX120)



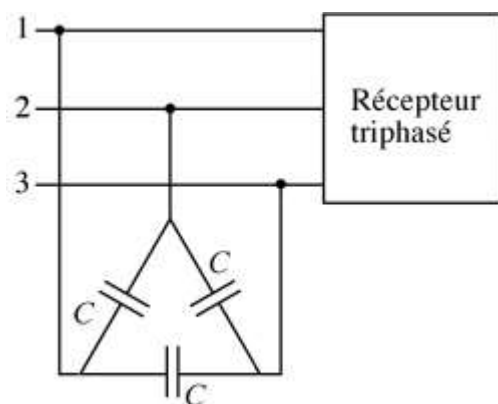
9. Résumé

	Couplage étoile	Couplage triangle
Relation entre U et V	$U = V\sqrt{3}$	$U = V\sqrt{3}$
Relation entre I et J	$I = J$	$I = J\sqrt{3}$
Déphasage	$\varphi(\vec{I}, \vec{V})$	$\varphi(\vec{J}, \vec{U})$
Puissance active	$P = 3.P_1 = 3VI \cos\varphi$ $P = \sqrt{3}UI \cos\varphi$	$P = 3.P_1 = 3UJ \cos\varphi$ $P = \sqrt{3}UI \cos\varphi$
Pertes joules	$P = 3rI^2$ $P = \frac{3}{2}RI^2$	$P = 3rJ^2$ $P = \frac{3}{2}RJ^2$
Résistance équivalente	$R = 2r$	$R = \frac{2}{3}r$
Puissance réactive	$Q = \sqrt{3}UI \sin\varphi$	$Q = \sqrt{3}UI \sin\varphi$
Puissance apparente	$S = \sqrt{3}UI$	$S = \sqrt{3}UI$
Facteur de puissance	$k = \cos\varphi$	$k = \cos\varphi$

10. Relèvement du facteur de puissance en triphasé

10.1 Couplage des condensateurs en triangle

Montage :



Tension aux bornes d'un condensateur : U

Puissance réactive absorbée par un condensateur :

$$Q_{C1} = -C\omega U^2$$

Puissance réactive absorbée par les trois condensateurs :

$$Q_C = 3Q_{C1} = -3C\omega U^2$$

	Puissance active	Puissance réactive	Facteur de puissance
Charge seule	P	$Q = P.tg\varphi$	On a $\cos\varphi$
les trois condensateurs seuls	0	$Q_c = -3C\omega U^2$	0
Charge + condensateurs	P	$Q' = Q + Q_c = P.tg\varphi'$	On veut $\cos\varphi'$

On en déduit la capacité du condensateur de la manière suivante :

$$Q_c = -3C\omega U^2 = Q' - Q$$

$$-3C\omega U^2 = P.tg\varphi' - P.tg\varphi$$

Enfinement :
$$C = \frac{P(tg\varphi - tg\varphi')}{3\omega U^2}$$

10.2 Couplage des condensateurs en étoile

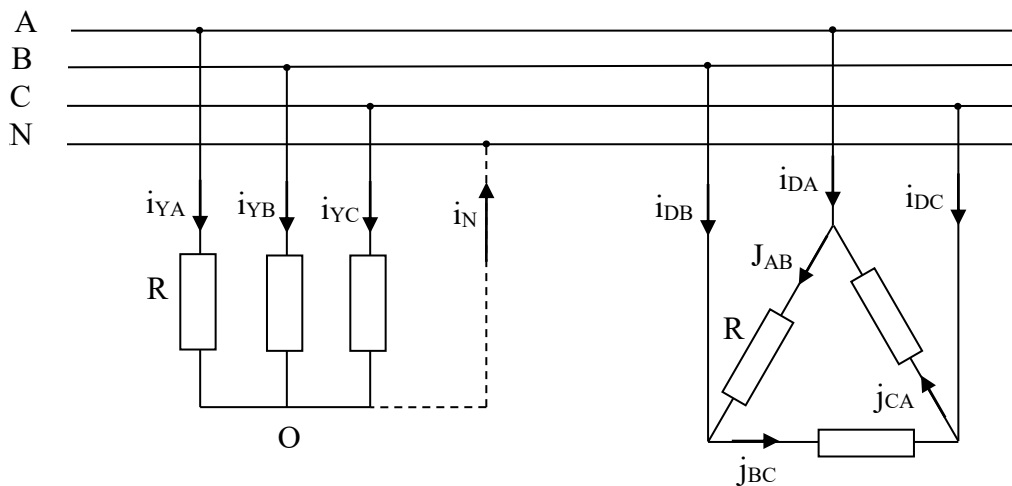
En utilisant le même raisonnement que précédemment, on montre que la capacité du condensateur est donnée par la relation :

$$C = \frac{P(tg\varphi - tg\varphi')}{\omega U^2}$$

Le couplage en étoile est donc moins intéressant puisque la capacité des condensateurs nécessaires est trois fois plus grande que pour le couplage en triangle. Plus la capacité est grande, plus le condensateur est volumineux et onéreux.

TRIPHASE**EXERCICE 1.**

Donner les valeurs efficaces et les amplitudes des tensions simples et composées des réseaux suivant: 130/230V, 230/400V et 20 kV entre phases .

EXERCICE 2. récepteur résistif. Couplage étoile puis triangle.

Couplage étoile.

Trois résistances $R = 10 \Omega$ identiques sont couplées en étoile sur le réseau 400 V. Déterminer la valeur de la tension aux bornes de chacune de ces résistances. En déduire la valeur efficace des courants de ligne. Calculer alors les puissances active, réactive et apparente absorbées par le récepteur triphasé.

Faire un diagramme de Fresnel représentant les tensions simples et les courants de ligne.

Quelle est la valeur du courant i_N de neutre dans le cas où le fil de neutre est connecté.

Quelle serait la valeur de la tension V_{ON} entre N et O si le fil de neutre était ôté.

Couplage triangle.

Les trois mêmes résistances R sont maintenant connectées en triangle sur le même réseau.

Quelle est la valeur de la tension aux bornes de chaque résistance. Calculer alors la valeur efficace des courants de phase puis celle des courants de ligne. Calculer alors P, Q et S.

Comparaison des couplages.

Comparer les puissances consommées dans les 2 couplages ; quel est le couplage le plus dangereux. Quels sont les risques en cas d'erreur de couplage.

Impédances équivalentes.

Calculer la valeur des résistances R_D qu'il faudrait connecter en triangle pour que les puissances consommées soient identiques à celle consommées par les 3 résistances R_Y en étoile.

EXERCICE 3. Couplage d'un moteur.

Sur la plaque signalétique d'un moteur asynchrone, on peut lire les indications

$$230 \text{ V} / 400 \text{ V} \text{ et } 17 \text{ A} / 10 \text{ A} - \cos\varphi = 0,7.$$

Déterminer le réseau nécessaire pour que le moteur soit câblé en étoile. Calculer alors la puissance active, la puissance réactive et la puissance apparente consommées par ce moteur ainsi que le courant de ligne.

Recommencer la même question avec le couplage triangle.

Comparer les 2 fonctionnements dans les 2 couplages (tension aux bornes d'un enroulement, courant à travers un enroulement, puissances P Q et S absorbées par le moteur).

EXERCICE 4. récepteur résistif et inductif en étoile. Pour s'entraîner.

3 bobines identiques de résistance r et d'inductances $L = 0,1 \text{ H}$, couplées en étoile sont alimentées par un réseau triphasé équilibré 400V , 50Hz .

1. On place un ohmmètre entre 2 fils de ligne (avant de coupler le récepteur au réseau) et on mesure $R = 100 \Omega$. En déduire r .
2. Quelle est la valeur efficace du courant dans chaque ligne ?
3. Exprimer et calculer la puissance active consommée de 2 manières différentes.
4. Exprimer et calculer la puissance réactive consommée de 2 manières différentes.
5. Calculer la puissance apparente consommée de 3 manières différentes.
6. Déterminer le facteur de puissance de plusieurs manières.
7. Dessiner un diagramme de Fresnel en représentant les tensions simples et les courants de ligne.
8. La mesure de ces puissances se fait par la méthode des deux wattmètres.
 - Représenter le schéma de principe.
 - en déduire l'indication des deux wattmètres.

EXERCICE 5. récepteur résistif et inductif en triangle. Pour s'entraîner.

On reprend les mêmes bobines que celle de l'exercice précédent mais on les couple en triangle sur le **réseau 230V**, 50Hz .

1. On place un ohmmètre entre 2 fils de ligne (avant de coupler le récepteur au réseau) et on mesure $R' = 33 \Omega$. En déduire r .
2. Quelle est la valeur efficace du courant dans chaque ligne ?
3. Exprimer et calculer la puissance consommée de 2 manières différentes.
4. Exprimer et calculer la puissance réactive consommée de 2 manières différentes.
5. Calculer la puissance apparente consommée de 3 manières différentes.
6. Déterminer le facteur de puissance de plusieurs manières.
7. Dessiner un diagramme de Fresnel en représentant les tensions simples et les courants de ligne.

Comparer les puissances obtenues à celles de l'exercice précédent. En quoi ce résultat était-il prévisible ?

EXERCICE 6. méthode des 2 wattmètres.

On mesure par la méthode des 2 wattmètres la puissance consommée par un récepteur triphasé équilibré passif. On obtient $P_1 = 500 \text{ W}$ et $P_2 = 0 \text{ W}$. Déterminer les puissances consommées.

Quelle est la nature de ce récepteur ?

Sachant qu'il est couplé en étoile sur le réseau 230/400V, donner la valeur et la nature de l'impédance qui le compose, le courant qui traverse chaque dipôle et le courant de ligne.

On suppose que chaque impédance Z est constituée de 2 éléments simples en série (r et $L\omega$ ou bien r et $\frac{1}{C\omega}$). Calculer la valeur des 2 impédances simples (r , $L\omega$ et $\frac{1}{C\omega}$) de chacune des 3 impédances.

Même question avec un couplage triangle.

EXERCICE 7. méthode des 2 wattmètres. Idem exo précédent.

Un récepteur triphasé équilibré passif consomme une puissance active $P = 500 \text{ W}$ et une puissance réactive $Q = -200 \text{ var}$. Quelle est la nature de ce récepteur ?

Donner la valeur du facteur de puissance de ce récepteur équilibré et en déduire le déphasage entre le courant de ligne et la tension simple correspondante.

Sachant qu'il est couplé en étoile sur le réseau 230/400V, 50Hz, déterminer la valeur de l'impédance Z de chaque récepteur monophasé.

On suppose que chaque impédance Z est constituée de 2 éléments simples en série (r et $L\omega$ ou bien r et $\frac{1}{C\omega}$). Calculer la valeur des 2 impédances simples (r , $L\omega$ et $\frac{1}{C\omega}$) de chacune des 3 impédances.

EXERCICE 8. installation complète.

Une installation triphasée équilibrée est alimentée par un réseau 230/400V. Elle comporte:

- 2 moteurs triphasés M_1 et M_2 dont les caractéristiques sont les suivantes:
 $M_1: P_1 = 3 \text{ kW}$, $\cos\phi_1 = 0,7$ et $M_2: P_2 = 5 \text{ kW}$, $\cos\phi_2 = 0,75$.
- Six moteurs monophasés 230V identiques de caractéristiques $P_3 = 2 \text{ kW}$ et $\cos\phi_3 = 0,8$.
- 15 lampes 230 V de puissance $P_4 = 100 \text{ W}$

1. Sachant qu'on désire obtenir un récepteur équilibré, faire le schéma de montage.
2. Lorsque tous les éléments fonctionnent à leur régime nominal, calculer :
 - les puissances active, réactive et apparente de l'installation.
 - L'intensité efficace du courant dans chaque fil de ligne.
 - le facteur de puissance de l'installation.
3. Calculer la capacité de chacun des 3 condensateurs montés en triangle qui permet de relever le facteur de puissance de l'installation à 0,93. On calculera d'abord la valeur de la puissance réactive que doivent fournir les 3 condensateurs.
 Calculer alors le nouveau courant de ligne. Quelle serait la valeur minimale de courant possible à condition de choisir une autre valeur de capacité.

EXERCICE 9. installation complète.

Un atelier est alimenté par une ligne triphasée 230V/400V-50Hz. L'éclairage est assuré par 72 tubes fluorescents branchés en parallèle entre phases et neutre. L'installateur a réparti les tubes afin d'équilibrer la consommation sur les trois phases.

1 : En fonctionnement normal, chaque tube fluorescent consomme une puissance active $P_1 = 40\text{W}$ sous 230V, avec un facteur de puissance $\cos \varphi_1 = 0,85$. Calculer la valeur efficace de l'intensité du courant appelé par un ensemble de 24 tubes fluorescents. On rappelle que les tubes fluorescents sont des récepteurs inductifs.

2 : On équilibre 3 groupes, de 24 tubes chacun, sur les 3 phases du réseau triphasé (montage en étoile). Calculer la valeur efficace de l'intensité du courant dans les fils de ligne quand ces 3 groupes sont allumés. Quelle puissance réactive totale consomment-ils ?

3 : A l'allumage de ces groupes, le facteur de puissance des tubes est beaucoup plus faible, il vaut

$\cos \varphi_2 = 0,35$. Calculer l'intensité en ligne et la puissance réactive absorbée au moment de l'allumage des 3 groupes sur le réseau triphasé. (La puissance active de chaque tube est inchangée, soit : 40W sous 230V)

Les machines de l'atelier sont entraînées par des moteurs asynchrones triphasés à quatre pôles. Chaque moteur a pour caractéristiques :

tensions 230V/400V ; fréquence 50Hz ; $\cos \varphi_3 = 0,78$ -
puissance utile : 5kW à 1440 tr/min en régime nominal ; rendement 83 %.

4 : Calculer la puissance absorbée par ce moteur.

5 : Calculer la valeur efficace de l'intensité du courant appelé en ligne par un moteur.

6 : Calculer les puissances active et réactive absorbées par l'atelier quand 10 moteurs et les 3 groupes de 24 tubes fluorescents fonctionnent normalement.

7 : En déduire l'intensité dans les lignes d'alimentation de l'atelier.

EXERCICE 10. installation complète.

Une ligne triphasée 230 / 400 V - 50 Hz alimente l'atelier d'une menuiserie selon le schéma donné en annexe.

Cette installation électrique (figure1) est composée :

- de deux machines à bois entraînées chacune par un moteur asynchrone triphasé
- de trois lignes monophasées destinées à l'éclairage
- d'un radiateur triphasé 230 / 400 V.

Etude du moteur d'une des deux machines à bois

Les indications portées sur la plaque signalétique du moteur sont les suivantes :

230 / 400 V - 50 Hz ; 960 tr / min ; $\cos \varphi_M = 0,83$.

On couple ce moteur sur le réseau triphasé. Quel couplage doit-on adopter ?

On réalise un essai au régime nominal et on mesure la puissance active reçue alors par ce moteur. On trouve $P_{aM} = 6,2$ kW. Calculer:

- l'intensité efficace du courant en ligne I_M
- la puissance réactive Q_M .

Etude des lignes d'éclairage (figure 1 sur l'annexe)

Chacune des trois lignes est composée de 3 lampes à incandescence 230 V; 100 W.

1. Quelle est la tension aux bornes de chaque lampe ?
2. Déterminer la puissance active absorbée par une ligne d'éclairage.
3. Déterminer l'intensité efficace du courant appelé par une ligne d'éclairage.
4. Calculer la puissance réactive d'une ligne d'éclairage.

Etude du radiateur triphasé (figure 2 sur l'annexe)

Chaque élément chauffant de ce radiateur doit avoir 400 V à ses bornes. La puissance absorbée par ce radiateur est alors de 3 kW.

1. Couplage des éléments chauffants.
 - Quel couplage doit-on réaliser ?
 - Le dessiner sur la figure 2 de l'annexe et indiquer la connexion au réseau.
2. Déterminer la valeur efficace de l'intensité du courant dans chacun des fils de ligne.
3. Déterminer la valeur de la résistance de chaque élément chauffant.
4. Calculer la puissance réactive de ce radiateur.
5. Quelle serait la puissance active dissipée par ce radiateur si la tension aux bornes de chaque dipôle devenait 100 V ?

Etude de l'ensemble de l'installation.(définie au début de l'énoncé et dont le schéma est donné en annexe)

1. En appliquant le théorème de Boucherot, calculer:
 - la puissance active absorbée par l'ensemble de l'installation
 - la puissance réactive absorbée par l'ensemble de l'installation.
2. Déduire pour l'ensemble de l'installation
 - la puissance apparente ;
 - l'intensité efficace du courant appelé dans un fil de ligne
 - le facteur de puissance.
3. Pour amener le facteur de puissance à 0,93, l'artisan se propose de placer trois condensateurs couplés en triangle.
 - Quelle est la nouvelle valeur Q' de la puissance réactive de l'ensemble "installation + condensateurs" ?
 - Déterminer la puissance réactive absorbée par les condensateurs.
 - En déduire la capacité d'un des condensateurs.
 - Calculer la valeur efficace I' du nouveau courant de ligne.

Figure1

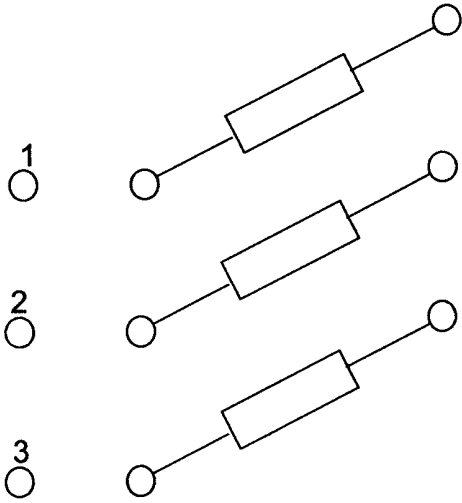
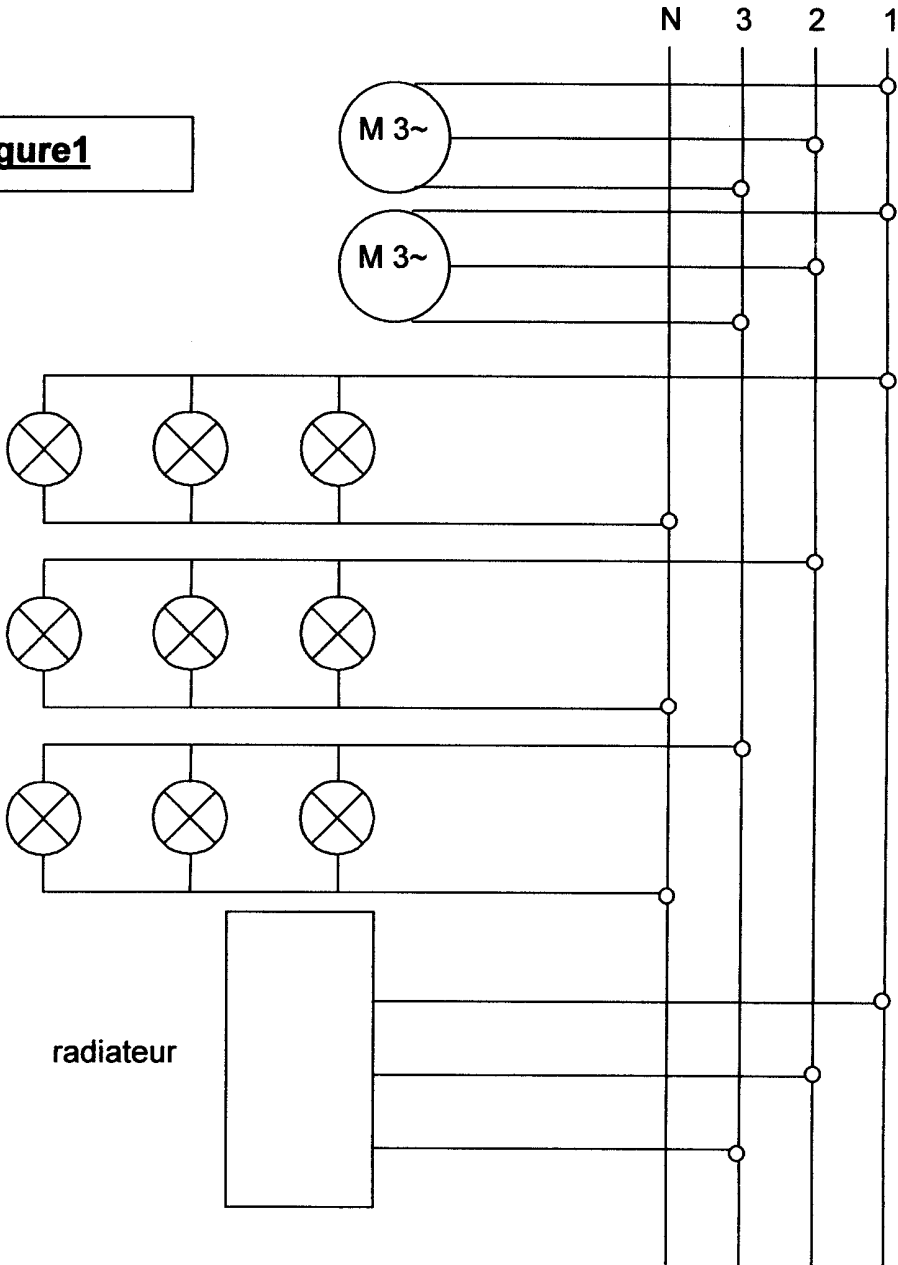


Figure 2