

Électricité

Les bases de l'électricité

Livret 7

Le triphasé



gagnez en **compétences**



Mise à jour février 2009



FC 1257 07 1.0

Centre National d'Enseignement et de Formation A Distance



Objectifs

L'objectif principal de ce livret est de connaître et comprendre les bases du courant alternatif triphasé.

À la fin de cette séance vous serez capable :

- de reconnaître les grandeurs physiques en triphasé ;
- de définir les diverses tensions et intensités en triphasé ;
- de déterminer les couplages usuels en fonction des tensions réseau et des récepteurs ;
- de prendre en considération les différentes puissances dans une installation triphasée ;
- de comprendre la gestion du transport de l'énergie en triphasé ;
- d'améliorer le facteur de puissance d'un ensemble triphasé.

Prérequis nécessaires

- Notions d'impédance.
- Maîtrise du calcul vectoriel, du diagramme vectoriel.
- Connaissance du régime alternatif, monophasé.

Conception : AFPA-CNEFAD

AVERTISSEMENT AU LECTEUR

Le présent livret fait l'objet d'une protection relative à la propriété intellectuelle, conformément aux dispositions du Code du même nom.

Son utilisateur s'interdit toute reproduction intégrale, partielle ou par voie dérivée et toute diffusion dudit document sans le consentement exprès de l'AFPA.

Sous réserve de l'exercice licite du droit de courte citation, il est rappelé que toute reproduction intégrale, partielle ou par voie dérivée de ce document, sans le consentement exprès de l'AFPA, est constitutive du délit de contrefaçon sanctionné par l'article L. 335-2 du Code de la Propriété Intellectuelle.



Sommaire

Méthode	4
1. Définitions	5
1.1. Les grandeurs en triphasé.....	5
1.2. Les systèmes triphasés équilibrés et déséquilibrés.....	5
1.3. Les systèmes triphasés et la distribution	5
2. La distribution	6
2.1. Les tensions simples	6
2.2. Les tensions composées	6
2.3. La relation entre les tensions simples et composées	7
3. Les récepteurs en triphasé	8
3.1. Les intensités	8
3.2. Branchement d'un récepteur triphasé.....	8
3.3. Le couplage en étoile	9
3.4. Le couplage en triangle.....	12
3.5. Les plaques signalétiques des récepteurs triphasés	15
3.6. Puissance consommée par un récepteur triphasé	16
4. La gestion du triphasé	17
4.1. Le transport de l'électricité	17
4.2. La production de l'électricité	17
5. Relèvement du facteur de puissance en triphasé	18
5.1. Couplage des condensateurs en triangle	18
5.2. Couplage des condensateurs en étoile	19
Corrigé des exercices	20



Méthode

Étudiez le livret **dans l'ordre** proposé par le sommaire.

Si des documents techniques sont fournis avec le livret, attendez que l'on vous invite à les consulter ou à les utiliser dans le cours du document pour les ouvrir.

Lecture, apprentissage du cours : assurez-vous d'avoir compris les **explications textuelles et leurs figures**¹ associées.

Faites les exercices d'entraînement et d'application dans l'ordre² :

- Les exercices sont un moteur indispensable de votre apprentissage.
- Ne vous reportez aux corrigés qu'une fois l'exercice fait.
- Pour un travail efficace, ne cédez pas à la tentation de brûler les étapes en allant au corrigé dès que vous butez sur la première difficulté venue.

Faites l'évaluation après avoir travaillé le cours puis envoyez-la à la correction. Votre correcteur vous la retournera corrigée et commentée.

La durée de travail moyenne, nécessaire pour ce livret, est de douze heures. N'hésitez pas à y consacrez le temps nécessaire.

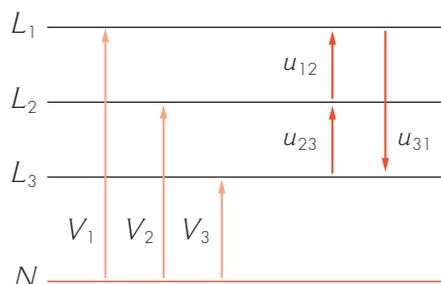
1. Figures : schémas, photos, graphiques, dessins...

2. Ne sautez pas un exercice, il fait partie du cheminement à respecter.



1. Définitions

1.1. Les grandeurs en triphasé



Les **phases** :

Les 3 phases sont les conducteurs qui véhiculent l'énergie vers le récepteur. Les tensions de chaque phase sont décalées de 120° degrés les unes par rapport aux autres.

Le **neutre** :

Dans tout système triphasé, équilibré de distribution, existe un neutre électrique situé au centre de gravité du triangle équilatéral représentant des trois phases.

La tension V entre l'une des phases et le neutre est appelée *tension simple* (230 V) alors que la tension U entre deux phases est appelée *tension composée* (400 V).

1.2. Les systèmes triphasés équilibrés et déséquilibrés

Dans un système équilibré, l'intensité circulant dans le neutre est nulle.

Lorsque le système triphasé intègre des récepteurs monophasés, les intensités seront différentes dans les trois phases en fonction des récepteurs... Dans ce cas, le système est déséquilibré et le neutre sera lui aussi parcouru par une intensité.

1.3. Les systèmes triphasés et la distribution

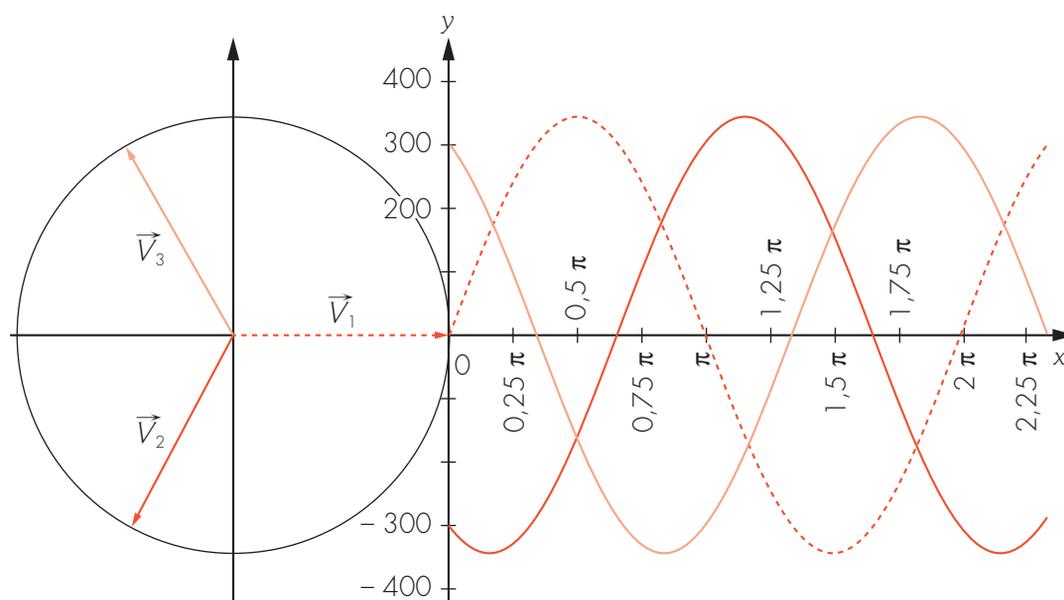
Une distribution triphasée comporte trois ou quatre conducteurs + la protection équipotentielle ou conducteur de mise à la terre, (PE) :

- trois conducteurs de phase + PE ;
- trois conducteurs de phase, un conducteur de neutre + PE .

2. La distribution

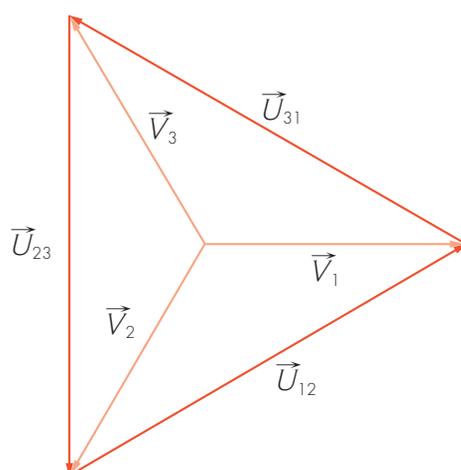
2.1. Les tensions simples

Les tensions simples forment un système équilibré et direct, les trois tensions V_1 , V_2 et V_3 sont sinusoïdales, de même période, de même valeur efficace et maximale et sont déphasées de 120° de l'une par rapport à l'autre.



2.2. Les tensions composées

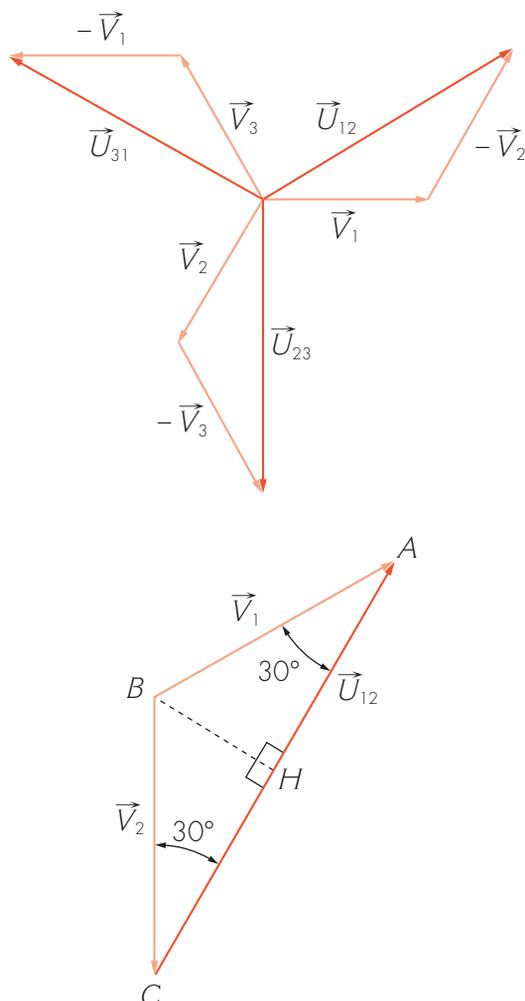
La représentation vectorielle des tensions simples V et composées U est représentée ci-dessous :



Nous savons que : $\vec{U}_{12} = \vec{V}_1 - \vec{V}_2$, $\vec{U}_{23} = \vec{V}_2 - \vec{V}_3$, $\vec{U}_{31} = \vec{V}_3 - \vec{V}_1$
 D'où nous aurons : $\vec{U}_{12} + \vec{U}_{23} + \vec{U}_{31} = 0$

2.3. La relation entre les tensions simples et composées

Les trois vecteurs \vec{U}_{12} , \vec{V}_1 et \vec{V}_2 forment un triangle isocèle ABC dont les deux angles \hat{A} et \hat{C} valent 30° .



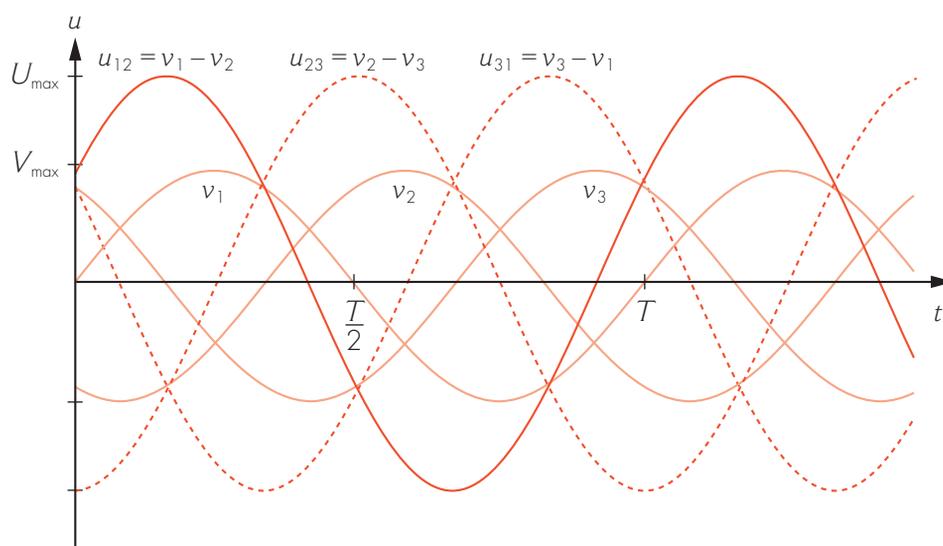
Les relations de ce triangle sont :

$$CH = BC \cos 30^\circ = BC \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$AC = 2CH = BC \sqrt{3}$$

$$\text{Donc } U = V \sqrt{3}$$

On retrouve sur cet oscillogramme les valeurs maximales des tensions V et U .



3. Les récepteurs en triphasé

Un récepteur triphasé est constitué de trois dipôles aussi appelés enroulements ou phases. Si ces trois dipôles ont la même impédance, le récepteur est dit « équilibré ».

Un récepteur triphasé peut être alimenté de deux manières, soit en étoile, soit en triangle.

3.1. Les intensités

La relation dans les intensités et les tensions en fonction du couplage et du déphasage est la suivante :

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

(Cette notion sera vérifiée dans la suite du livret.)

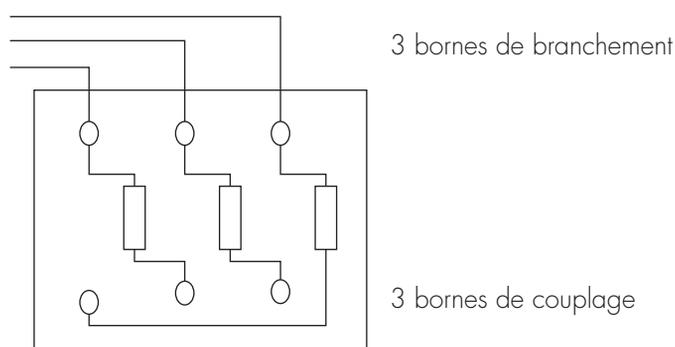
3.2. Branchement d'un récepteur triphasé

Sept bornes sont présentes pour alimenter un moteur triphasé.

Trois bornes sont réservées au branchement des trois phases, (L_1, L_2, L_3) + une quatrième borne pour la liaison à la terre au travers du conducteur PE (protection équipotentielle).

Les trois autres bornes de branchement seront gérées pour le couplage de ce moteur en triangle ou en étoile en fonction des caractéristiques de fonctionnement du moteur par rapport aux tensions du réseau d'alimentation.

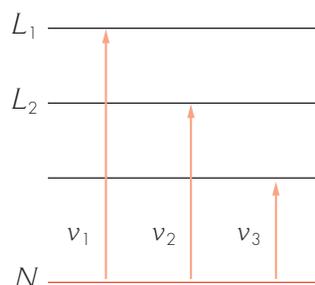




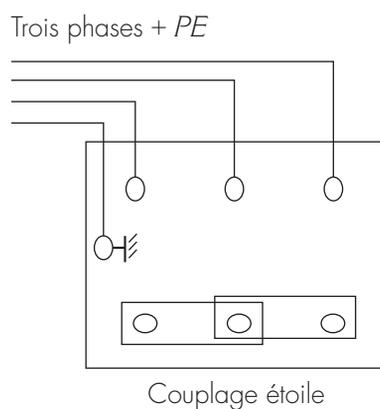
3.3. Le couplage en étoile

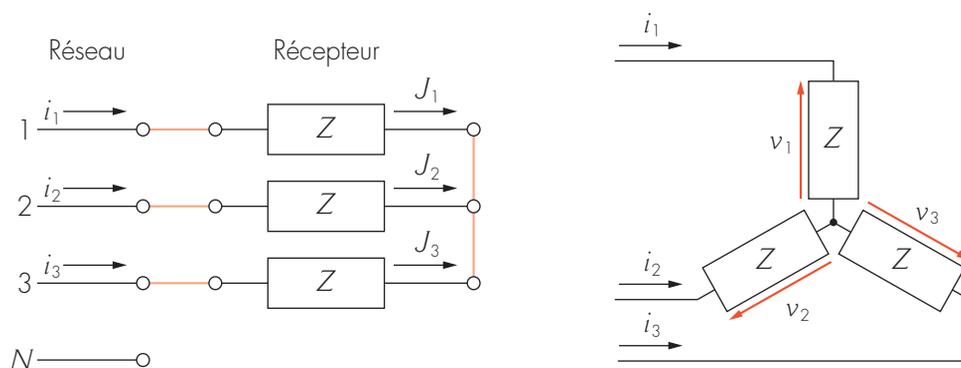
Symbole du couplage :

Les trois tensions, v_1 , v_2 , v_3 sont les **tensions simples**. Elles se mesurent entre l'une des phases et le neutre, également lors d'un montage étoile équilibré, sur un enroulement.

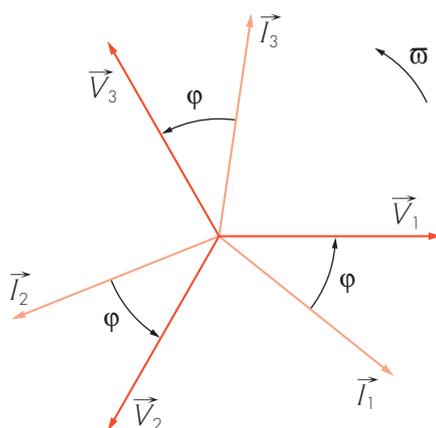


Les trois bornes seront câblées avec les trois conducteurs de phases. Le couplage en étoile des enroulements s'obtient en plaçant deux barrettes de connexions de la manière décrite ci-dessous :





Les trois bornes sont reliées au même potentiel par les deux barrettes qui constituent un point appelé *neutre artificiel* et pourrait être branché au neutre de l'installation, mais cela est à éviter...



Pour le couplage étoile, nous avons les intensités de ligne et de phase qui sont égales à I mais dont les trois vecteurs « intensité » sont déphasés en arrière d'un angle φ par rapport aux vecteurs « tension ».

3.3.1. Les relations entre les intensités

On constate sur les schémas 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 : $I_1 = I_2 = I_3 = I_4 = J$.
On retiendra pour le couplage étoile : $I = J$.

3.3.2. La puissance active

La puissance par phase du récepteur sera :

$$P_1 = VI \cos \varphi \text{ avec } \varphi(\vec{I}, \vec{V})$$

La puissance absorbée par le récepteur P_A :

$$P = 3 \times P_1 = 3VI \cos \varphi$$

Sachant que : $V = \frac{U}{\sqrt{3}}$

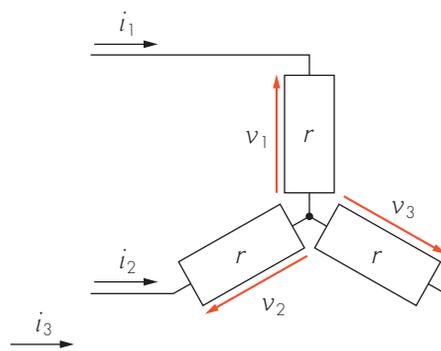


Puissance active pour le couplage étoile :

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

3.3.3. Les pertes par effet joule

Visualisation de la partie résistive du récepteur.



Puissance par conducteur de phase du récepteur : $P_{j1} = rI^2$

La valeur de résistance vue entre deux bornes couplage réalisé : $R = 2r$

Puissance pour l'ensemble du récepteur : $P_j = 3 \times P_{j1} = 3rI^2 = \frac{3}{2}RI^2$

Formule simplifiée de la puissance perdue par effet joule, pour le couplage étoile :

$$P_j = \frac{3}{2}RI^2$$

Exercice 1

Nous avons placé un groupe de deux lampes, entre chaque phase, L_1 , L_2 , L_3 et le neutre [300 W, 230 V]... le secteur étant du type classique 230/400 V-50 Hz.

QUESTION 1 Calculez :

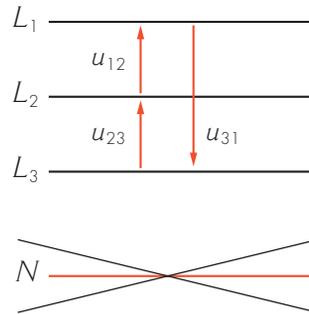
- la puissance de chaque groupe de lampes et l'intensité dans chacune des phases ;
- l'intensité dans le neutre.

QUESTION 2 Sachant que les deux lampes de la phase L_3 et que l'une des deux lampes de la phase L_2 sont hors service, calculez les intensités dans chaque phase et dans le neutre.

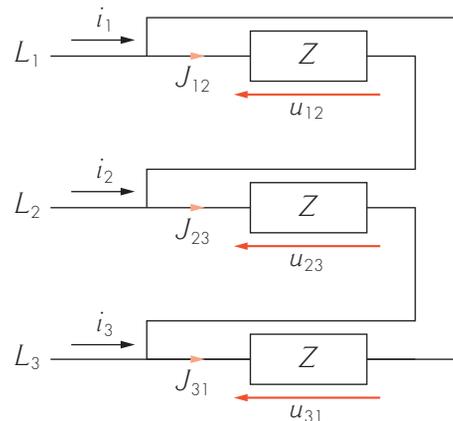
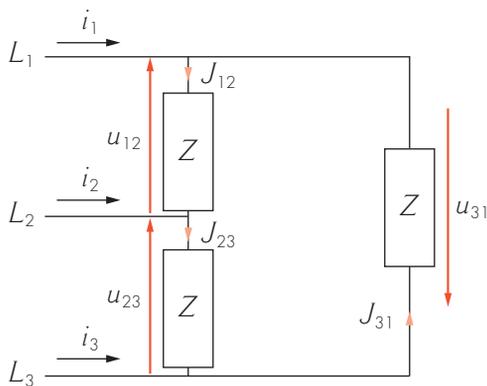
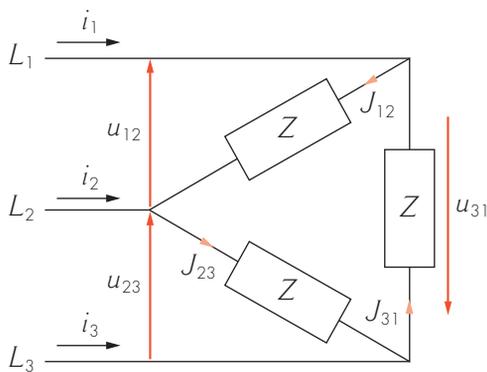
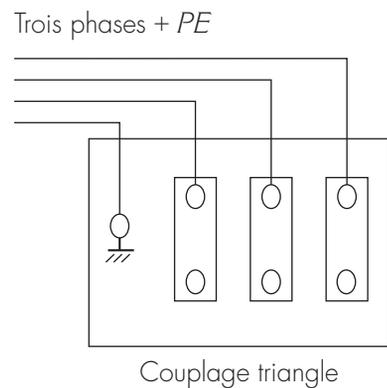
3.4. Le couplage en triangle

Symbole du couplage : 

Les trois tensions, u_{12} , u_{23} , u_{31} sont les **tensions composées**. Elles se mesurent entre deux phases, le neutre n'étant pas utilisé, lors d'un montage triangle.



Les trois bornes seront câblées avec les trois conducteurs de phases. Le couplage triangle des enroulements est obtenu en plaçant les trois barrettes de connexion de la manière décrite ci-dessous :



3.4.1. Relation entre les intensités

Nous avons d'après les schémas :

$$i_1 = J_{12} - J_{31} \Rightarrow \vec{I}_1 = \vec{J}_{12} - \vec{J}_{31}$$

$$i_2 = J_{23} - J_{12} \Rightarrow \vec{I}_2 = \vec{J}_{23} - \vec{J}_{12}$$

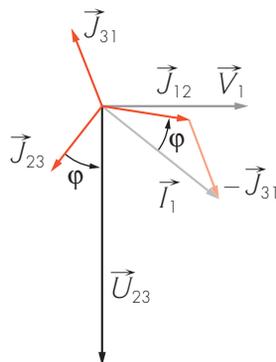
$$i_3 = J_{31} - J_{23} \Rightarrow \vec{I}_3 = \vec{J}_{31} - \vec{J}_{23}$$

Le système triphasé est équilibré : $I_1 = I_2 = I_3 = I$.

De même $J_{12} = J_{23} = J_{31} = J$.

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 en étoile et en triangle sont les mêmes. Il s'agit du déphasage provoqué par le dipôle Z du montage.

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

3.4.2. La puissance

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

Puissance absorbée par le récepteur $P = 3 \times P_1 = 3 \times U \times J \times \cos \varphi$

sachant que : $J = \frac{I}{\sqrt{3}}$

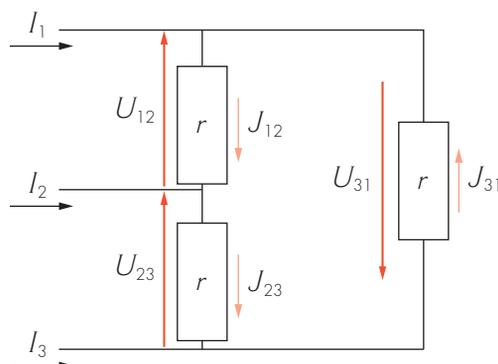
Puissance active pour le couplage triangle P_A :

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



3.4.3. Les pertes par effet joule

Considérons uniquement la partie résistive du récepteur.



Le calcul de la résistance équivalente vue entre deux bornes du récepteur couplage réalisé : nous avons $2r$ en parallèle avec r :

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

Pour une phase du récepteur : $P_{J1} = rJ^2$

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

Pour le récepteur complet : $P = 3 \times P_{J1} = 3rJ^2 = 3 \frac{3}{2}R \left(\frac{I}{\sqrt{3}}\right)^2 = \frac{3}{2}RI^2$

Finalement pour le couplage triangle :

$$P = \frac{3}{2}RI^2$$

3.4.4. Remarques

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

- de la tension composée U ;
- de l'intensité en ligne I .

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

Lecture 230/400 V.

Exercice 2

On a monté en étoile, trois résistors identiques de 92Ω sur un réseau étranger 115/200 V - 60 Hz.

QUESTION 1 Calculez l'intensité transitant dans chaque résistor et chaque conducteur de phase.

QUESTION 2 Quelle serait la valeur du résistor qu'il nous faudrait brancher en triangle, pour avoir la même intensité dans les conducteurs de phase ?

3.5. Les plaques signalétiques des récepteurs triphasés

Les plaques signalétiques d'un récepteur nous informe du type de récepteur, de la **puissance utile** ou apparente, de la fréquence du réseau, de la vitesse de rotation de l'arbre en tours/minute, du nombre de paires de pôles, s'il s'agit d'un moteur, des tensions de fonctionnement suivant le couplage et leurs intensités correspondantes, du rendement, du cosinus φ et des numéros de série, de fabrication liés au constructeur... Toutes ces informations nous permettent d'intégrer ce récepteur au réseau pour un fonctionnement optimal.

Exemple de caractéristiques pour un moteur asynchrone triphasé :

Moteurs asynchrones triphasés fermés, série LS, selon CEI 34, 38, 72

Monovitesse : de puissance 0,09 à 160 kW, de hauteur d'axe de 56 à 315 mm, 2, 4, 6, 8 pôles ; 230/400 V ou 400 V, 50 Hz.

Bivitesse : de puissance 0,09 à 160 kW, de hauteur d'axe 80 à 315 mm en 2/4, 4/6, 4/8, 6/8, 6/12 pôles usage général ou centrifuge, PAM ou Dahlander ; 400 V Δ ou Y, 50 Hz.

Pour choisir ces moteurs, il faut distinguer :

- Le démarrage direct sur les réseaux 230 V ou 400 V avec fonctionnement en :
 - couplage triangle (Δ) en 230 V ;
 - couplage étoile (Y) en 400 V.
- Le démarrage étoile/triangle (Y/ Δ) sur réseau 400 V avec :
 - couplage étoile (Y) pendant le premier temps de démarrage ;
 - couplage triangle (Δ) en service 400 V.

Pour un démarrage non direct des moteurs bivitesse : nous consulter.

Finition

Assemblage par visserie protégée. Peinture de finition RAL 6000 (vert). Protection de bout d'arbre et de la bride contre la corrosion atmosphérique. Emballage individuel antichoc.

Réseau d'alimentation

Standard selon CEI 38 soit :

230/400 V + 10 % – 10 % en 50 Hz.

Construction standard prévoyant les alimentations suivantes :

- 220/380 V + 5 % – 5 % en 50 Hz.
- 230/400 V + 10 % – 10 % (CEI 38) en 50 Hz.
- 240/415 V + 5 % – 5 % en 50 Hz.
- 265/460 V + 5 % – 5 % en 60 Hz.

Tensions pour les puissances égales ou supérieures à 3 kW :

- 380 V Δ + 5 % – 5 % en 50 Hz.
- 400 V Δ + 10 % – 10 % en 50 Hz.
- 415 V Δ + 5 % – 5 % en 50 Hz.
- 460 V Δ + 5 % – 5 % en 60 Hz.

Construction autorisant le démarrage Y



3.6. Puissance consommée par un récepteur triphasé

3.6.1. La puissance active P_A

Cette puissance se calcule comme en monophasé en ajoutant dans la formule le terme $\sqrt{3}$ d'où nous avons :

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

3.6.2. La puissance apparente S

Il en va de même pour cette formule :

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

3.6.3. La puissance réactive Q

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

3.6.4. Le facteur de puissance

Le calcul du facteur de puissance correspond à celui du monophasé :

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

$$k = \cos \varphi$$

Le facteur de puissance d'un moteur asynchrone triphasé s'améliore en fonction de sa charge... À vide l'on a un $\cos \varphi \geq 0,4$, celui-ci ira jusqu'à $\cos \varphi \geq 0,9$, à charge nominale...



Exercice 3

Une installation comporte trois résistances identiques branchées en triangle sur un secteur 230/400 V - 50 Hz. Lors d'un essai, chaque résistance a consommé 1 600 W sous 400 V.

QUESTION 1 Calculez :

- l'intensité traversant chaque résistance et l'intensité par phase. ;
- la valeur de la résistance entre deux phases couplage réalisé.

QUESTION 2 La résistance entre les phases 1 et 2 est coupée. Calculez les intensités dans trois conducteurs de phase.

4. La gestion du triphasé

4.1. Le transport de l'électricité

Le transport de l'énergie se fait au début en très haute tension (400 kV), en aérien triphasé (ensuite en 63 et 20 kV), ce qui permet d'économiser du câble et de diminuer les pertes par effet joule puisque trois conducteurs de phase suffisent... Le neutre se retrouve dans le branchement du transformateur de distribution qui est couplé en triangle au primaire (triphase) et en étoile au secondaire (triphase avec neutre).

4.2. La production de l'électricité

L'alternateur triphasé est resté une machine fiable malgré son âge, avant 1900 ; il s'est imposé comme étant le meilleur moyen de production d'énergie électrique en évoluant durant les années. On le retrouve depuis quelques années dans les véhicules automobiles : ils ont pris la place de la dynamo, qui avait un rendement trop faible... Ces machines sont moins coûteuses et ont un rendement supérieur aux anciennes machines à courant continu (dynamos) qui délivrent des tensions continues (98 % au lieu de 75 %).

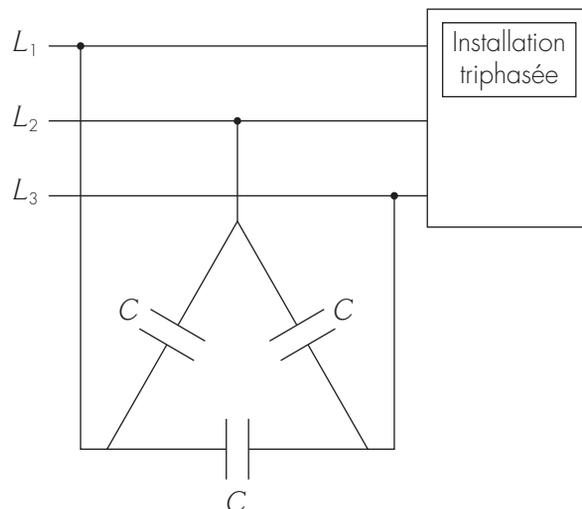
Plus de 90 % de l'énergie électrique est produite par des alternateurs, des machines de type électromécanique fournissant des tensions de fréquences proportionnelles à leur vitesse de rotation.



5. Relèvement du facteur de puissance en triphasé

5.1. Couplage des condensateurs en triangle

Montage du groupement triangle :



Tension aux bornes d'un condensateur U :

Puissance réactive absorbée par un condensateur :

$$Q_{1C} = -C \times \omega \times U^2$$

Puissance réactive absorbée par le groupement de condensateurs :

$$Q_C = 3 \times Q_{1C} = -3 \times C \times \omega \times U^2$$

	Puissance active	Puissance réactive	Facteur de puissance
Charge seule	P	$Q = P \times \tan \varphi$	On a $\cos \varphi$
Les trois condensateurs seuls	0	$Q_C = -3 \times C \times \omega \times U^2$	0
Charge + condensateurs	P'	$Q' = Q + Q_C = P \times \tan \varphi'$	On veut $\cos \varphi'$

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

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

$$-3 \times C \times \omega \times U^2 = P \times \tan \varphi' - P \times \tan \varphi$$

Donc :

$$C = \frac{P(\tan \varphi - \tan \varphi')}{3 \times \omega \times U^2}$$

C étant la capacité par branche.

5.2. Couplage des condensateurs en étoile

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

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

REMARQUE : Le choix du couplage en étoile est moins utilisé, la capacité des condensateurs nécessaires serait trois fois plus grande que pour un couplage en triangle.

Plus la capacité sera importante, plus la batterie de condensateur est volumineuse.

Exercice 4

Deux moteurs triphasés sont branchés sur le réseau 230/400 V - 50 Hz.

Moteur 1 : $P = 10 \text{ kW}$, $\eta = 85 \%$, $\cos \varphi = 0,82$

Moteur 2 : $P = 8 \text{ kW}$, $\eta = 80 \%$, $\cos \varphi = 0,80$

QUESTION 1 Calculez les intensités en ligne lorsque :

- le moteur 1 fonctionne seul ;
- le moteur 2 fonctionne seul ;
- les 2 moteurs fonctionnent en même temps.

QUESTION 2 Calculez la capacité du groupe de condensateurs qui sera branché en triangle, aux bornes du moteur, pour ramener la tangente à la valeur 0,4.

Corrigé des exercices

Exercice 1

1. a. Puissance de chaque groupe de lampes :

$$P = 300 \times 2 = 600 \text{ W}$$

Intensité dans chaque phase :

Nous avons une tension $U = 400 \text{ V}$ entre deux phases et une tension $V = 230 \text{ V}$ entre phase et neutre.

$$\text{D'où } I = \frac{P}{V} = \frac{600}{230} = 2,6 \text{ A}$$

- b. L'intensité dans chaque phase étant identique, l'intensité dans le neutre est nulle, donc égale à 0 .

2. Les puissances restantes :

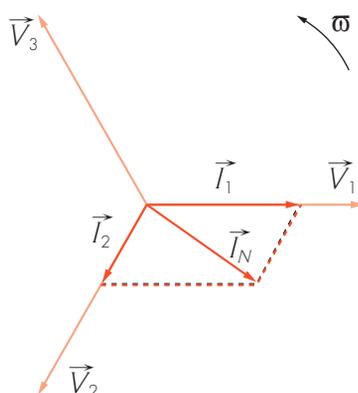
$$L_1 \text{ et neutre : } 2 \text{ lampes } P = 300 \times 2 = 600 \text{ W et } I = \frac{P}{V} = \frac{600}{230} = 2,6 \text{ A}$$

$$L_2 \text{ et neutre : } 1 \text{ lampe } P = 300 \times 1 = 300 \text{ W et } I = \frac{P}{V} = \frac{300}{230} = 1,3 \text{ A}$$

L_3 et neutre : aucun récepteur.

Il faut de ce fait tracer les valeurs vectorielles car l'on sait que :

$$\vec{I}_N = \vec{I}_{L1} = \vec{I}_{L2} = \vec{I}_{L3}$$



Exercice 2

Le réseau est le suivant : $V = 115 \text{ V}$ et $U = 200 \text{ V}$.

1. L'intensité dans chaque résistor en étoile est de :

$$I = \frac{V}{R} = \frac{115}{92} = 1,25 \text{ A}$$

Cette intensité est la même dans chaque phase.



2. Le résistor sera soumis à la tension $U = 200 \text{ V}$.
Pour $U = 200 \text{ V}$ l'intensité I en ligne sera de $1,25 \text{ A}$

$$\text{D'où } J = \frac{I}{\sqrt{3}} = \frac{1,25}{\sqrt{3}} = 0,722 \text{ A}$$

Et le résistor en triangle devra avoir une valeur de :

$$R = \frac{U}{J} = \frac{200}{0,722} = 277 \Omega$$

Exercice 3

1. a. Intensité dans chaque résistor :

$$J = \frac{P}{U} = \frac{1\,600}{400} = 4 \text{ A}$$

Intensité par phase :

$$I = J \times \sqrt{3} = 4 \times \sqrt{3} = 6,93 \text{ A}$$

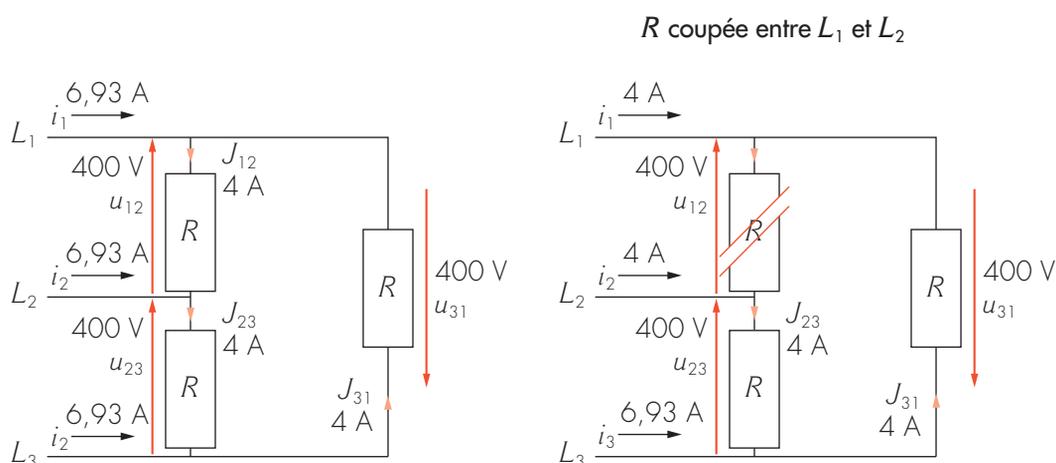
- b. Valeur de la résistance d'un résistor :

$$R = \frac{U^2}{P} = \frac{400}{1\,600} = 100 \Omega$$

Résistance R' entre deux phases couplage triangle réalisé :

$$R' = R // 2R \rightarrow \frac{1}{R'} = \frac{1}{100} + \frac{1}{200} = \frac{3}{200} \text{ donc } R' = \frac{200}{3} = 66,67 \Omega$$

2. Le résistor R branché entre L_1 et L_2 est coupé :



Donc $J_{12} = 0 \text{ A}$, $J_{23} = 4 \text{ A}$ et $J_{31} = 4 \text{ A}$

Sachant que : $\vec{I}_1 = \vec{I}_2 = \vec{I}_3 = \vec{0}$

On aura : $I_1 = 4 \text{ A}$, $I_2 = 4 \text{ A}$, $I_3 = 6,93 \text{ A}$



Exercice 4

1. Les différentes puissances pour les deux moteurs et les calculs des intensités associées :

a. Moteur 1

$$P_{a1} = \frac{P_{u1}}{\eta_1} = \frac{10 \times 10^3}{0,85} = 11\,765 \text{ W}$$

$$\cos \varphi_1 = 0,82 \Rightarrow \tan \varphi_1 = 0,698$$

$$Q_1 = P_{a1} \times \tan \varphi_1 = 11\,765 \times 0,698 = 8\,212 \text{ VAR}$$

Intensité en ligne :

$$I_1 = \frac{P_{a1}}{U \times \sqrt{3} \times \cos \varphi_1} = \frac{11\,765}{400 \times \sqrt{3} \times 0,82} = \mathbf{20,71 \text{ A}}$$

b. Moteur 2

$$P_{a2} = \frac{P_{u2}}{\eta_2} = \frac{8 \times 10^3}{0,8} = 10\,000 \text{ W}$$

$$\cos \varphi_2 = 0,80 \Rightarrow \tan \varphi_2 = 1,07825$$

$$Q_2 = P_{a2} \times \tan \varphi_2 = 10\,000 \times 1,07825 = 10\,825 \text{ VAR}$$

Intensité en ligne :

$$I_2 = \frac{P_{a2}}{U \times \sqrt{3} \times \cos \varphi_2} = \frac{10\,000}{400 \times \sqrt{3} \times 0,80} = \mathbf{18 \text{ A}}$$

c. Moteur 1 + moteur 2

$$P_{aT} = P_{a1} + P_{a2} = 11\,765 + 10\,000 = 21\,765 \text{ W}$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 = 8\,212 + 10\,825 = 19\,037 \text{ VAR}$$

Intensité en ligne :

$$I_T = \frac{S_T}{U \times \sqrt{3}} = \frac{28\,916}{400 \times \sqrt{3}} = \mathbf{41,74 \text{ A}}$$

2. Facteur de puissance de l'installation :

$$\cos \varphi = \frac{P_{aT}}{S_T} = \frac{21\,765}{28\,916} = 0,7527 \rightarrow \tan \varphi = 0,87468$$

Capacité d'un condensateur à monter en triangle :

$$C = \frac{P \times (\tan \varphi - \tan \varphi')}{3 \times U^2 \times \omega} = \frac{21\,765 \times (0,87468 - 0,4)}{3 \times 400^2 \times 314} = 6,85 \times 10^{-5} \text{ F}$$

$$C = \mathbf{68,5 \mu\text{F}}$$





Notes personnelles

ÉLECTRICITÉ

Les bases de l'électricité

Livret 1 Le courant continu (1/3) – Lois fondamentales et applications

Livret 2 Le courant continu (2/3) – Lois fondamentales et applications

Livret 3 Le courant continu (3/3) – Lois fondamentales et applications

Livret 4 Le courant alternatif sinusoïdal (1/2) – Lois fondamentales

Livret 5 Notion d'impédance

Livret 6 Le courant alternatif sinusoïdal (2/2) – Lois fondamentales

 **Livret 7** **Le triphasé**

Livret 8 Les bases de l'électromagnétisme

Livret 9 Les applications de l'électromagnétisme