

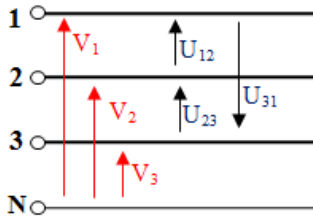
2

COURANT ALTERNATIF TRIPHASE

ALIMENTER

Résumé du cours

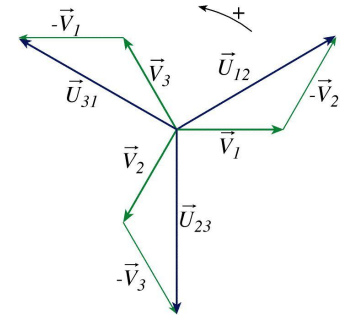
Réseau triphasé équilibré:



Les tensions V_1, V_2 et V_3 entre phase et neutre sont appelées **tensions simples** : $V_1=V_2=V_3=V$

Les tensions U_{12}, U_{23} et U_{31} entre phases sont appelées **tensions composées** $U_{12}=U_{23}=U_{31}=U$

Soit $U = \sqrt{3}V$



Récepteur triphasé équilibrés :

Montage étoile :

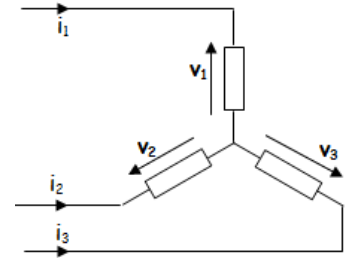
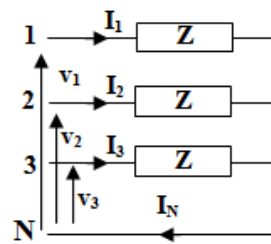
$Z_L = [Z, \varphi]$; $I_1 = I_2 = I_3 = I$ avec $I = V/Z$

$I_N = 0$, on peut supprimer le fil neutre.

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

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

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



Montage triangle :

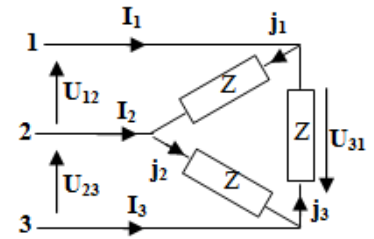
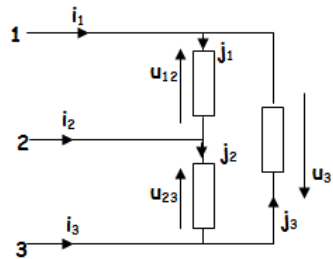
$J_{12} = J_{23} = J_{31} = J$ et $J = U/Z$

$I_1 = I_2 = I_3 = I$ et $I = \sqrt{3} J$

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

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

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

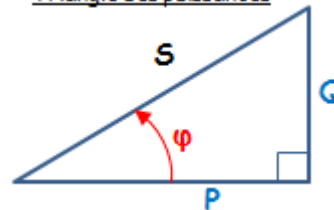


Les puissances :

Quel que soit le couplage du récepteur :

- Puissance active : $P = \sqrt{3} U I \cos \varphi$
- Puissance réactive : $Q = \sqrt{3} U I \sin \varphi$
- Puissance apparente : $S = \sqrt{(P^2 + Q^2)} = \sqrt{3} U I$

Triangle des puissances

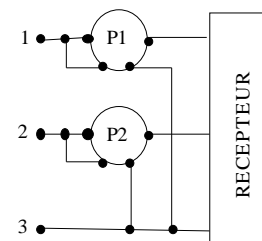


Mesure de puissance : méthode des 2 wattmètres :

$$P_1 = U_1 I_1 \cos(\varphi - \pi/6)$$

$$P_2 = U_2 I_2 \cos(\varphi + \pi/6)$$

Ou $\begin{cases} P = P_1 + P_2 \\ Q = \sqrt{3} (P_1 - P_2) \end{cases}$



Relèvement du facteur de puissance $\cos \varphi$:

Calcul de capacités en triangle :

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

Calcul de capacités en étoile :

$$C = \frac{P (\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \varphi')}{3\omega V^2}$$

Couplage des moteurs triphasés :

Couplage étoile (Y) : Un moteur est couplé en étoile quand chacun de ses trois enroulements est soumis à la **tension simple** du réseau.

Couplage triangle (Δ) : Un moteur est couplé en triangle quand chacun de ses trois enroulements est soumis à la **tension composée** du réseau.

Activité 4

TD : système triphasé

EXERCICE 1 : Chaque élément chauffant d'un radiateur triphasé doit avoir **400 V** à ses bornes. Le réseau d'alimentation est de **230/400V-50 Hz**. La puissance absorbée par ce radiateur est de **3 kW**.

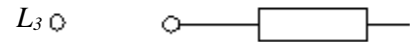
1/ Quel type de couplage doit-on réaliser ?



2/ Le dessiner sur la figure ci-contre et indiquer la connexion au réseau d'alimentation.



3/ Déterminer la valeur efficace de l'intensité du courant dans chacun des fils de ligne.



4/ Déterminer la valeur de la résistance de chaque élément chauffant.

5/ Calculer la puissance réactive de ce radiateur.

EXERCICE 2 : Sur la plaque signalétique d'un moteur triphasé on lit **400V/690V**. On utilise un réseau **230/400V - 50 Hz**. On donne pour chaque enroulement du moteur l'impédance $Z = 46,5 \Omega$ et le déphasage $\varphi = 36^\circ$. Calculer :

1/ le facteur de puissance du moteur :

2/ Quel doit être le couplage des enroulements du moteur sur le réseau.

3/ La valeur efficace J des courants circulant dans les enroulements.

4/ La valeur efficace I des courants circulant en ligne.

5/ La puissance apparente S .

6/ La puissance active absorbée P .

7/ La puissance réactive Q .

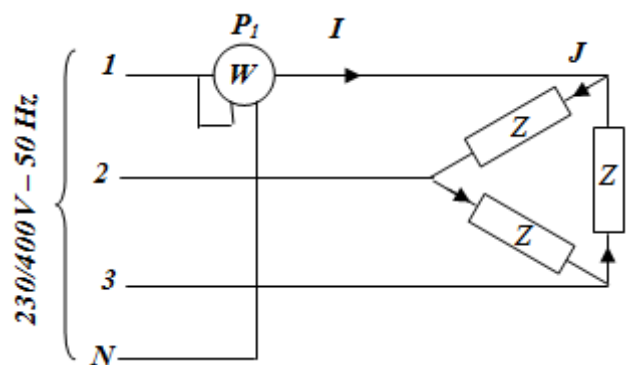
EXERCICE 3 : Un récepteur triphasé équilibré est couplé en triangle et alimenté par un réseau **230/400V - 50 Hz**. On mesure la puissance P_1 reçue pour une phase par ce récepteur.

1/ L'intensité efficace du courant dans une branche du triangle est $J = 2,78 \text{ A}$. quels calibres d'intensités et de tension doit-on utiliser pour faire la mesure de P_1 sachant que le wattmètre possède les calibres suivants :

- 1A ; 3A ; 10A pour le courant
- 480V ; 240V ; 120V et 60V pour la tension.

Calibre d'intensité =

Calibre de tension =



2/ déviation du wattmètre est de **20 divisions**, il en comporte **120** au total. en déduire la valeur de la puissance P_1 .

.....

.....

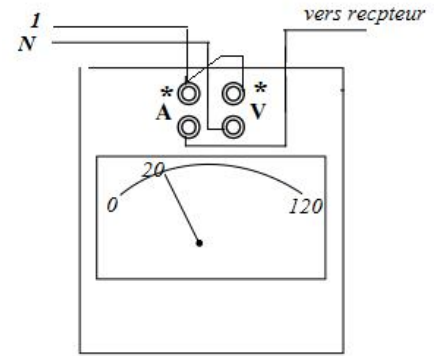
.....

3/ En déduire la puissance active P consommée par ce récepteur

.....

4/ Quel est le facteur de puissance $\cos \varphi$ de ce récepteur ?

.....



EXERCICE 4 : Une installation industrielle est alimentée par un réseau triphasé **230V/400V - 50 Hz**. Les puissances active et réactive de l'installation sont respectivement : $P = 55 \text{ kW}$; $Q = 45 \text{ KVAR}$.

1/ Calculer le facteur de puissance $\cos \varphi$ global de l'installation

.....

2/ La valeur efficace de l'intensité I du courant de ligne

.....

3/ La capacité C de chacun des condensateurs, montés en triangle, permettant de relever le facteur de puissance à **0,90**

.....

EXERCICE 5 : Sur la plaque signalétique d'un moteur triphasé on lit : **400V/690V**. Ce moteur triphasé est alimenté par un réseau triphasé **400V-50 Hz** absorbe une puissance active de **3 kW**. Chaque fil de ligne est parcouru par un courant d'intensité efficace $I = 6,5 \text{ A}$.

1/ Quel doit être le couplage du moteur sur le réseau ?

.....

2/ Calculer le facteur de puissance $\cos \varphi$ du moteur.

.....

3/ Calculer la capacité de chacun des trois condensateurs qui, montés en triangle, permettent d'obtenir un facteur de puissance de $\cos \varphi' = 0,93$.

.....

4/ Calculer alors la nouvelle valeur efficace de l'intensité du courant I' dans les fils de ligne.

.....

EXERCICE 6 : Une installation triphasée alimentée sous une tension triphasée : **230V/400V - 50 Hz** comprend :

- Un ensemble de tubes fluorescents se comportant comme un récepteur inductif de facteur de puissance $\cos \varphi_1 = 0,85$ absorbant au total **4 KW**.
- **20** moteurs identiques triphasés, chacun de puissance utile $P_{u_2} = 0,6 \text{ KW}$ et de rendement $\eta_2 = 0,75$ et de facteur de puissance $\cos \varphi_2 = 0,8$.

1/ Déterminer la puissance active P_1 des **20** moteurs

.....

2/ Déterminer les puissances active P , réactive Q et apparente S de l'ensemble.

.....

.....

3/ Calculer l'intensité du courant en ligne I et le facteur de puissance $\cos \varphi$.

4/ Les tubes doivent être alimentés sous une tension de 230V. Comment doit-on les coupler ?

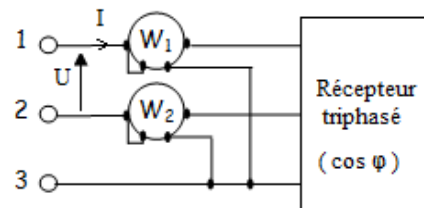
5/ Les moteurs portent l'indication suivante 230V/400V. Comment doit-on les coupler ?

6/ Calculer la capacité C de l'un des trois condensateurs à brancher en triangle sur la ligne pour relever le facteur de puissance à $\cos \varphi' = 0,9$.

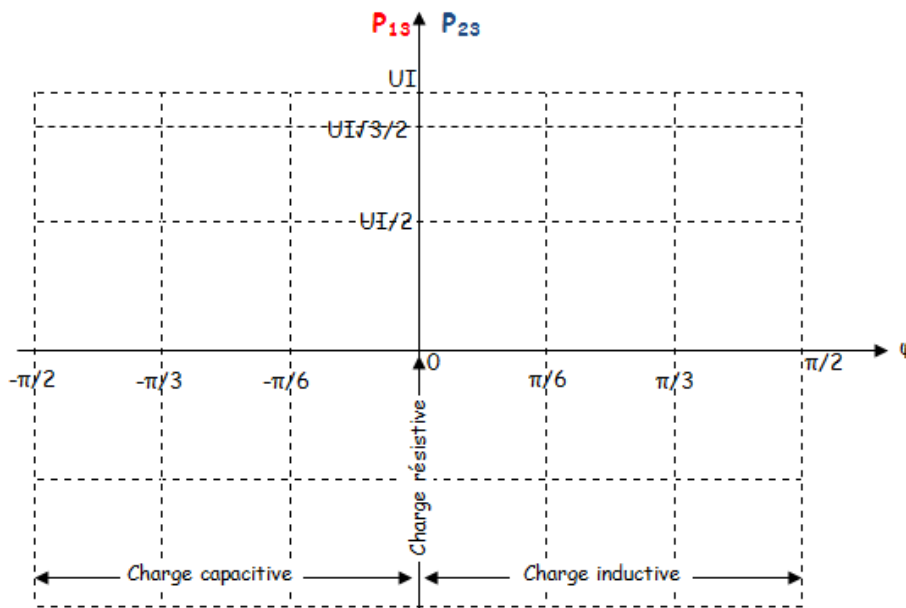
EXERCICE 7 : Méthode des deux wattmètres

- Le wattmètre W_1 indique la puissance P_{13}
- Le wattmètre W_2 indique la puissance P_{23}

1/ Donner les expressions de P_{13} et P_{23} en fonction de U , I et φ :



2/ Tracer l'évolution de P_{13} et P_{23} en fonction de φ sur le graphe ci-dessous :



3/ Conclure en comparant P_{13} et P_{23} pour chaque type de charge :

- Charge résistive ($\varphi = 0$) $\rightarrow P_{13} \dots\dots P_{23}$
- Charge inductive ($0 < \varphi \leq \pi/2$) $\rightarrow P_{13} \dots\dots P_{23}$ et P_{23} peut être
- Charge capacitive ($-\pi/2 \leq \varphi < 0$) $\rightarrow P_{13} \dots\dots P_{23}$ et P_{13} peut être

EXERCICE 8 : Un réseau triphasé 230/ 400 V-50 Hz alimente trois moteurs triphasés équilibrés dont les caractéristiques sont les suivantes :

- moteur M_1 : puissance absorbée : $P_1 = 3 \text{ kW}$; facteur de puissance $\cos \varphi_1 = 0,8$;
- moteur M_2 : puissance absorbée : $P_2 = 2 \text{ kW}$; facteur de puissance $\cos \varphi_2 = 0,75$;
- moteur M_3 : puissance absorbée : $P_3 = 3 \text{ kW}$; facteur de puissance $\cos \varphi_3 = 0,85$.

1/ Calculer les puissances active, réactive et apparente fournies totales

	Puissance active P (W)	Puissance réactive Q (VAR)
Moteur M_1	3000
Moteur M_2
Moteur M_3
L'ensemble	$P =$	$Q =$

Soit : $S =$

2/ Calculer la valeur du facteur de puissance dans ces conditions :

$\cos \varphi =$

3/ Calculer la valeur efficace de l'intensité du courant dans les fils de ligne :

$I =$

4/ Pour mesurer la puissance active totale absorbée par cette installation, on utilise la méthode des 2 wattmètres :

a) Donner le schéma de montage.

b) Calculer alors les indications portées par les wattmètres P_{13} et P_{23} .

.....

5/ On veut relever le facteur de puissance à $\cos \varphi' = 0,98$. On branche en tête de l'installation une batterie de condensateurs couplés en triangle. Calculer la valeur de la capacité C d'un condensateur.

$C =$

EXERCICE 9 : On lit sur la plaque signalétique d'un moteur :

MOTEUR ASYNCHRONE TRIPHASE A CAGE

50 Hz ; 380V/660 V ; $I_A = 5.9$ A ; $I_Y = 3.4$ A

$\cos \varphi_N = 0,85$; $\eta_N = 0,90$

$P_N = 3,0$ kW ; $n_N = 1440$ tr/min

On dispose d'un réseau : 220 V/ 380 V ; 50 Hz.

1. Que signifient ces indications concernant le réseau d'alimentation ?

.....

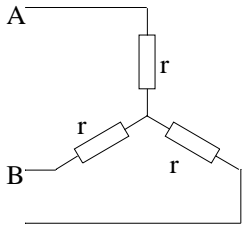
2. Que doit être le couplage du moteur pour branchement sur le réseau disponible ?

3. Quelle sera alors l'intensité du courant en ligne appelé en régime nominal ?

4. Quelle est la puissance active absorbée ?

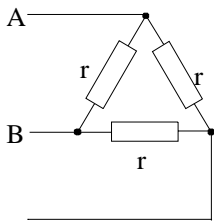
5. Quelle est la fréquence de rotation, en **tr/min**, au régime nominal ?

EXERCICE 10 : Pertes joules dans un enroulement triphasé



1. Exprimer R_{AB} en fonction de r :

2. Exprimer les pertes joules P_j en fonction de r et I puis en fonction de R_{AB} et I .



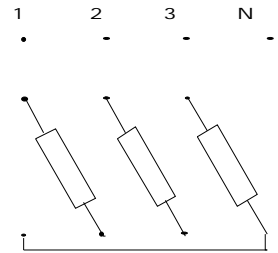
1. Exprimer R_{AB} en fonction de r :

2. Exprimer les pertes joules P_j en fonction de r et I puis en fonction de R_{AB} et I .

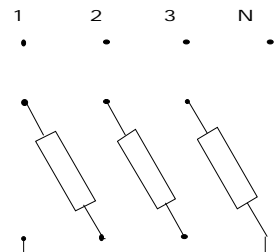
3. Comparer les expressions et conclure :

EXERCICE 11 : On branche sur le réseau 220/380 V -50 Hz trois récepteurs monophasés identiques inductifs (bobines) d'impédance $Z = 50 \Omega$ et de facteur de puissance 0,8.

1. Les impédances sont couplées en triangle sur le réseau.
 - a. Compléter le schéma de câblage ci-contre.
 - b. Calculer les courants en ligne et les puissances active et réactive.



2. Les impédances sont couplées en étoile sur le réseau.
 - a. Compléter le schéma de câblage ci-contre.
 - b. Calculer les courants en ligne et les puissances active et réactive.



c. Calculer le rapport des puissances actives : P_A/P_Y et conclure.

Activité 5

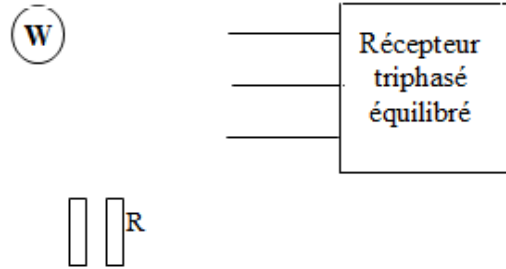
TP1 : Mesure de puissance en triphasé

Le réseau 230/400V, 50 Hz permet d'alimenter un moteur asynchrone 230V/400V à vide supposé parfaitement équilibré. On dispose d'un ampèremètre, d'un voltmètre et d'un wattmètre.

1- Quel doit être le couplage du moteur :

1. Méthode avec un seul Wattmètre :

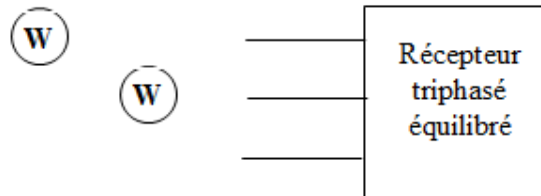
a- Compléter le schéma du montage ci-contre permettant de mesurer la puissance active.



b- Mesurer P_1 , que représente cette valeur ? Déduire P de la charge triphasée

2. Méthode des deux wattmètres :

a- Compléter le schéma ci- contre et rappeler les résultats de la méthode pour une charge équilibrée.



b- Mesurer P_{13} , P_{23} .

$P_{13} = \dots\dots\dots P_{23} = \dots\dots\dots$

c- Déduire P , Q et $\cos \varphi$:

$P = \dots\dots\dots$

$Q = \dots\dots\dots$

$\cos \varphi = \dots\dots\dots$

3. Comparer et conclure