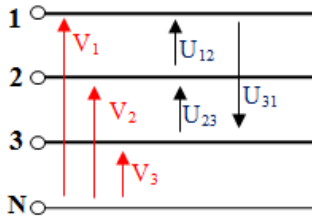


### Résumé du cours

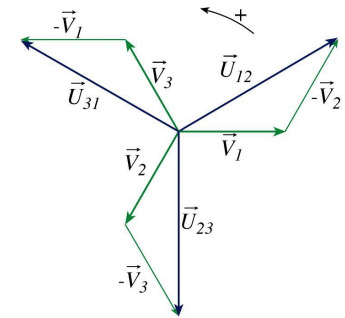
#### Réseau triphasé équilibré:



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  $U=\sqrt{3}V$



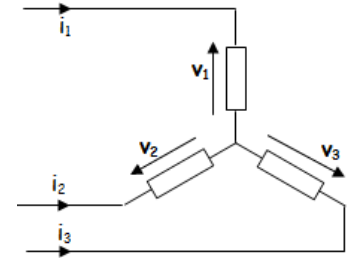
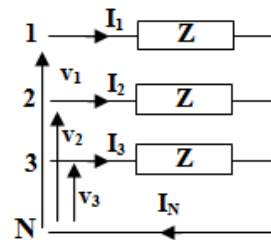
#### Récepteur triphasé équilibré :

##### Montage étoile :

$Z_c=[Z, \phi]$  ;  $I_1=I_2=I_3=I$  avec  $I=V/Z$

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

$$\begin{aligned} P &= 3 V I \cos \phi = \sqrt{3} U I \cos \phi, \\ Q &= 3 V I \sin \phi = \sqrt{3} U I \sin \phi, \\ S &= 3 V I = \sqrt{3} U I. \end{aligned}$$

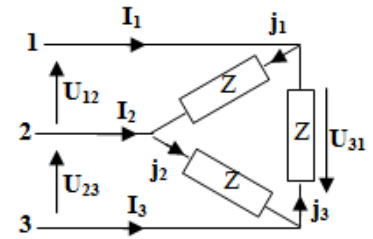
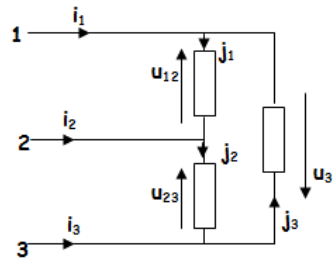


##### Montage triangle :

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

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

$$\begin{aligned} P &= 3 U J \cos \phi = \sqrt{3} U I \cos \phi, \\ Q &= 3 U J \sin \phi = \sqrt{3} U I \sin \phi, \\ S &= 3 U J = \sqrt{3} U I. \end{aligned}$$

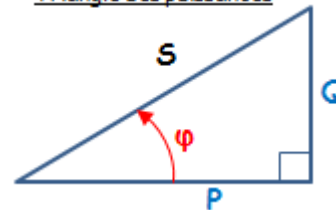


#### Les puissances :

Quel que soit le couplage du récepteur :

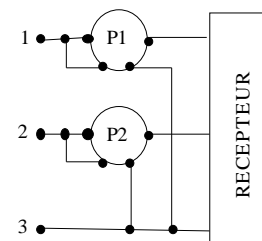
- Puissance active :  $P = \sqrt{3} U I \cos \phi$
- Puissance réactive :  $Q = \sqrt{3} U I \sin \phi$
- Puissance apparente :  $S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{3} U I$

Triangle des puissances



#### Mesure de puissance : méthode des 2 wattmètres :

$$\begin{aligned} P_1 &= U \cdot I \cdot \cos(\phi - \pi/6) \\ P_2 &= U \cdot I \cdot \cos(\phi + \pi/6) \\ \text{Ou } \begin{cases} P &= P_1 + P_2 \\ Q &= \sqrt{3} (P_1 - P_2) \end{cases} \end{aligned}$$



#### Relèvement du facteur de puissance $\cos \phi$ :

Calcul de capacités en triangle :

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

Calcul de capacités en étoile :

$$C = \frac{P (\tan \phi - \tan \phi')}{3\omega V^2}$$

#### 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  **$\phi = 36^\circ$** . 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  **$Q$** .

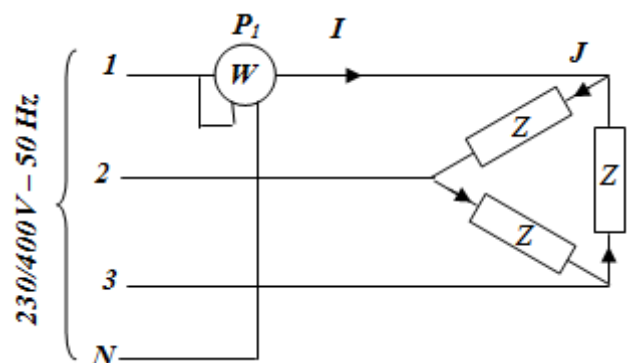
**EXERCICE 3 :** Un récepteur triphasé équilibré est couplé en triangle et alimenté par un réseau **230/400V - 50 Hz**. On mesure la puissance  **$P_1$**  reçue pour une phase par ce récepteur.

1/ L'intensité efficace du courant dans une branche du triangle est  **$J = 2,78 A$** . 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 :

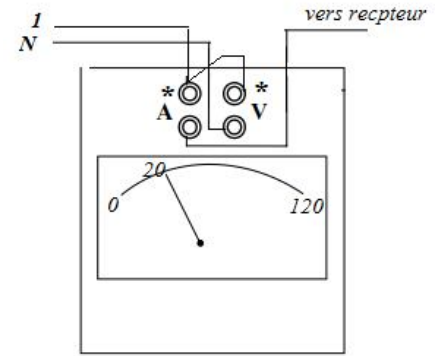
- **1A ; 3A ; 10A** pour le courant
- **480V ; 240V ; 120V et 60V** pour la tension.

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  $\cos \phi$  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  $\cos \phi$  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  $\cos \phi$  du moteur.

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

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  $\cos \phi_1 = 0,85$  absorbant au total 4 KW.
- 20 moteurs identiques triphasés, chacun de puissance utile  $P_{u2} = 0,6 \text{ KW}$  et de rendement  $\eta_2 = 0,75$  et de facteur de puissance  $\cos \phi_2 = 0,8$ .

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 ?

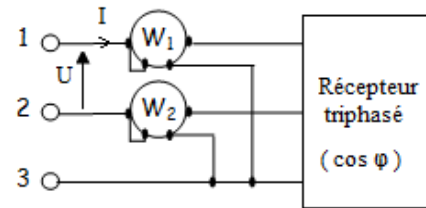
5/ Les moteurs portent l'indication suivante 230V/400V. Comment doit-on les coupler ?

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  $\cos \varphi' = 0,9$ .

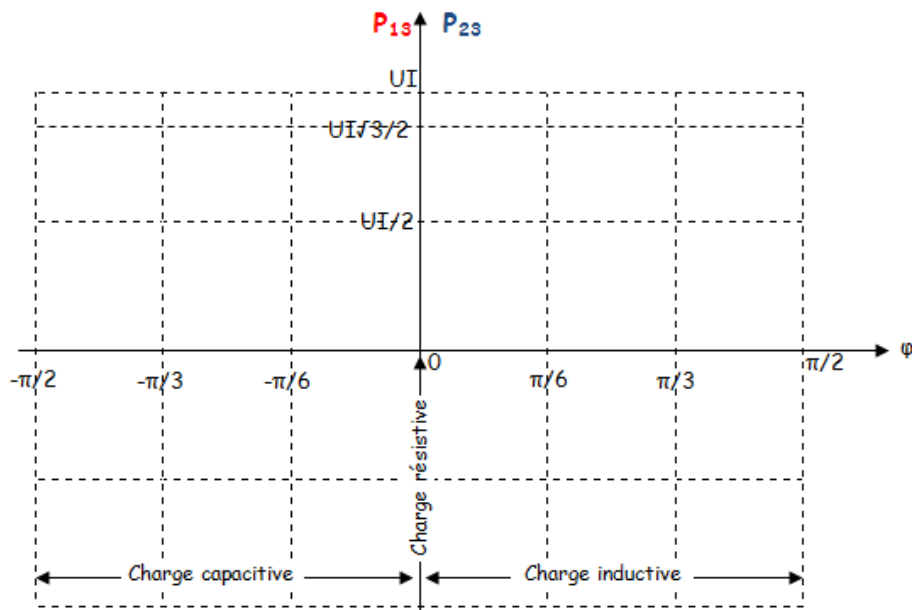
### EXERCICE 7 : Méthode des deux wattmètres

- 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  $\varphi$  :



2/ Tracer l'évolution de  $P_{13}$  et  $P_{23}$  en fonction de  $\varphi$  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 TRIPHASÉ À 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 ?

.....  
 .....

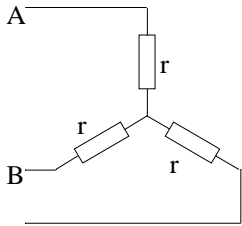
2. Que doit être le couplage du moteur pour branchement sur le réseau disponible ?

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

4. Quelle est la puissance active absorbée ?

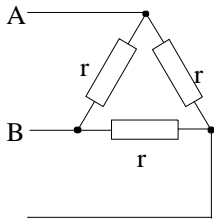
5. Quelle est la fréquence de rotation, en  $\text{tr/min}$ , au régime nominal ?

### 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  $I$ .

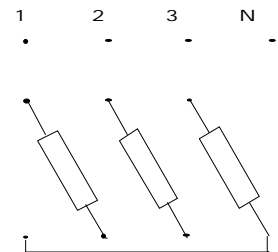
3. Comparer les expressions et conclure :

### 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.

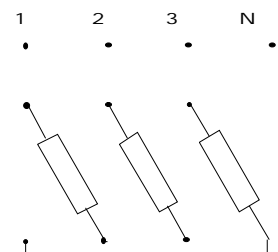
b. Calculer les courants en ligne et les puissances active et réactive.



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 :  $P_d/P_Y$  et conclure.

Activité 5

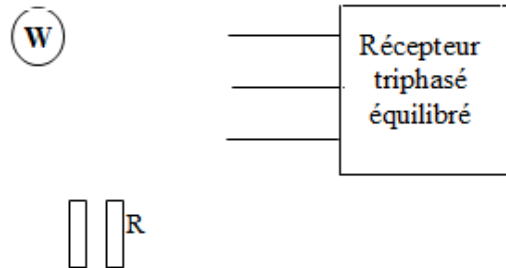
TP1 : Mesure de puissance en triphasé

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 :

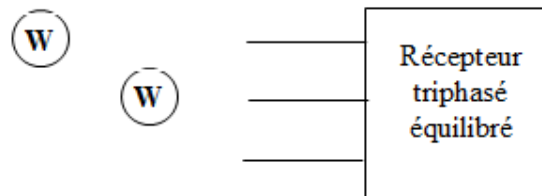
a- Compléter le schéma du montage ci-contre permettant de mesurer la puissance active.



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