

Rapport TP 02 : Mesure de puissances en triphasé (1)

Nom et prénom	Groupe	Note de préparation ...	Note de compte rendu
-			
-			
-			
-			

Matériels nécessaires

- Autotransformateur
- Ampèremètres, Voltmètres
- RLC mètre
- Wattmètres,
- Cosphimètres
- Bobines d'inductance variable
- Condensateurs
- Rhéostats

But du TP

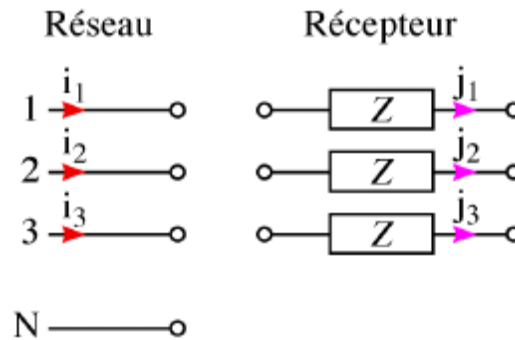
- Apprendre la mesure de la tension et du courant en triphasé.
- Apprendre la mesure de la puissance pour des circuits triphasés et déterminer les puissances actives, réactives et apparentes ainsi que le facteur de puissance pour les charges étudiées.

I-Rappel théorique

1-Récepteurs triphasés équilibrés

Les récepteurs triphasés équilibrés sont des récepteurs constitués de trois dipôles identiques, d'impédance \bar{Z} .

Les courants par phase \mathbf{J} sont les courants qui traversent les éléments du récepteur triphasés, et les courants en ligne \mathbf{I} sont les courants qui passent dans les fils du réseau triphasé. (voir la figure suivante).



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

2. Couplage étoile

Dans un couplage en étoile, chaque dipôle est relié entre le neutre et une phase du réseau (Fig. 2).

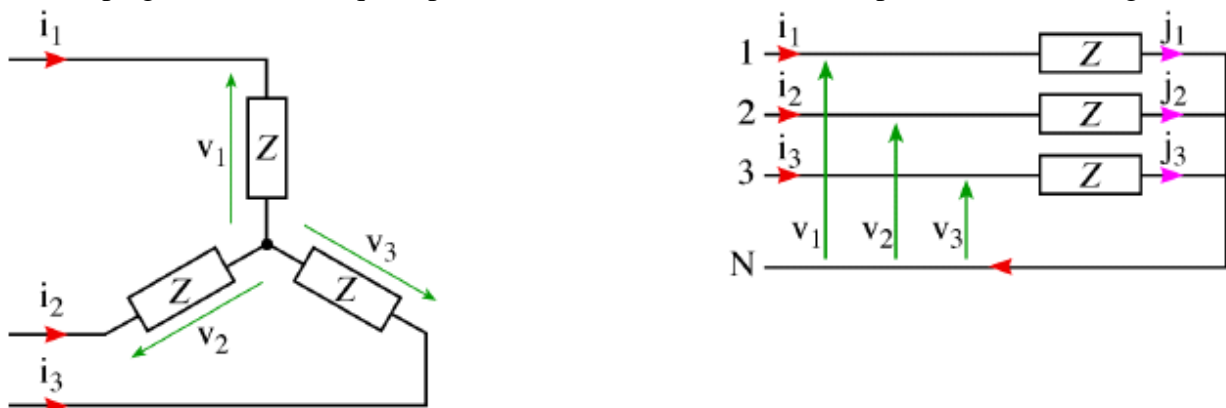


Fig.2- Même branchement représenté de deux façons différentes.

Le point N étant relié au neutre du réseau, les tensions appliquées aux bornes des dipôles sont les tensions simples du réseau, et les courants en ligne sont les mêmes que les courants dans les récepteurs.

$$i_N = i_1 + i_2 + i_3$$

Soit, en complexe :

$$\bar{I}_N = \bar{I}_1 + \bar{I}_2 + \bar{I}_3$$

Avec
$$\bar{I}_1 = \frac{\bar{V}_{1N}}{\bar{Z}_1} \quad \bar{I}_2 = \frac{\bar{V}_{2N}}{\bar{Z}_2} \quad \bar{I}_3 = \frac{\bar{V}_{3N}}{\bar{Z}_3}$$

Où \bar{Z}_1 , \bar{Z}_2 et \bar{Z}_3 sont respectivement les impédances des dipôles D_1 , D_2 et D_3

Remarque :

Pour un récepteur équilibré couplé en étoile $\bar{Z}_1 = \bar{Z}_2 = \bar{Z}_3$, le courant dans le neutre est nul.

3. Couplage triangle

Dans un couplage en triangle (Fig.3), chaque dipôle est relié entre deux phases du réseau le neutre est inutilisé

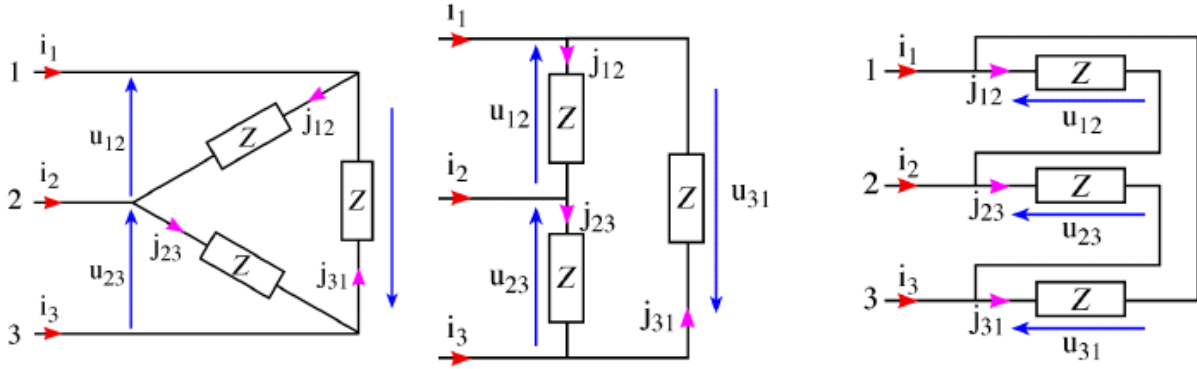


Fig.3-Même branchement représenté de trois façons différentes.

Les tensions appliquées aux bornes des dipôles sont les tensions composées du réseau, et les courants en ligne sont différents des courants dans les récepteurs.

$$\begin{aligned} \bar{I}_1 &= \bar{J}_{12} - \bar{J}_{31} & \Rightarrow & \quad i_1 = j_{12} - j_{31} \\ \bar{I}_2 &= \bar{J}_{23} - \bar{J}_{12} & \Rightarrow & \quad i_2 = j_{23} - j_{12} \\ \bar{I}_3 &= \bar{J}_{31} - \bar{J}_{23} & \Rightarrow & \quad i_3 = j_{31} - j_{23} \end{aligned}$$

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

Remarque :

Le récepteur est équilibré si les dipôles sont identiques. Ce qui s'écrit : $\bar{Z}_1 = \bar{Z}_2 = \bar{Z}_3$

$$i_1 + i_2 + i_3 = 0$$

Avec, en complexe :

$$\bar{J}_1 = \frac{\bar{U}_{12}}{\bar{Z}_1} \quad \bar{J}_2 = \frac{\bar{U}_{23}}{\bar{Z}_2} \quad \bar{J}_3 = \frac{\bar{U}_{31}}{\bar{Z}_3}$$

Remarque :

Le récepteur est équilibré si les dipôles sont identiques. Ce qui s'écrit :

$$\overline{Z_1} = \overline{Z_2} = \overline{Z_3}$$

D'où :
$$\overline{J_1} + \overline{J_2} + \overline{J_3} = 0$$

4- La puissance active totale P

Soit le récepteur triphasé monté en étoile de la figure ci-dessous.

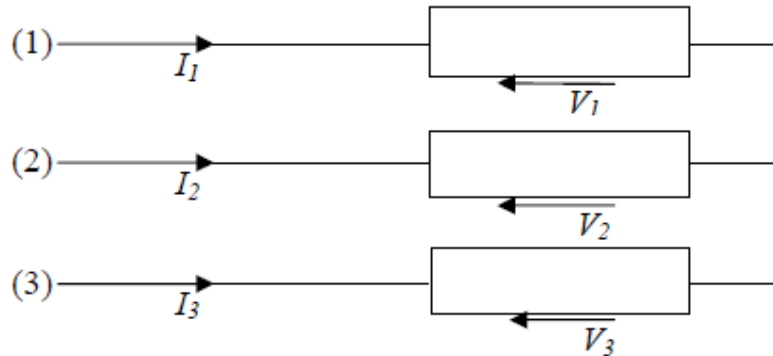


Figure. 4

La puissance active totale consommée par ce récepteur triphasé est la somme des puissances actives consommées par ses trois éléments :

$$P = V_1 I_1 \cos \varphi_1 + V_2 I_2 \cos \varphi_2 + V_3 I_3 \cos \varphi_3$$

Ou V_i et I_i ($i = 1 \dots 3$) sont les valeurs efficaces des tensions et des courants simples.

Pour un récepteur équilibré on a : $V_1 = V_2 = V_3 = V$, $I_1 = I_2 = I_3 = I$ et $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3 = \varphi$

La puissance active totale peut être exprimée par la relation :

$$P = 3 V I \cos(\varphi) = \sqrt{3} U I \cos(\varphi) \quad (\text{W})$$

Avec U est la tension composée entre deux phases et V est la tension simple entre phase et neutre.

[- 1-5 La puissance réactive totale Q

De la même façon, la puissance réactive totale de ce système triphasé peut s'exprimer par :

$$Q = 3VI \sin(\varphi) + \sqrt{3}UI \sin(\varphi) \quad (\text{VAR})$$

[- 1-6 La puissance apparente S

Par conséquent la puissance apparente d'un système triphasé est donnée par :

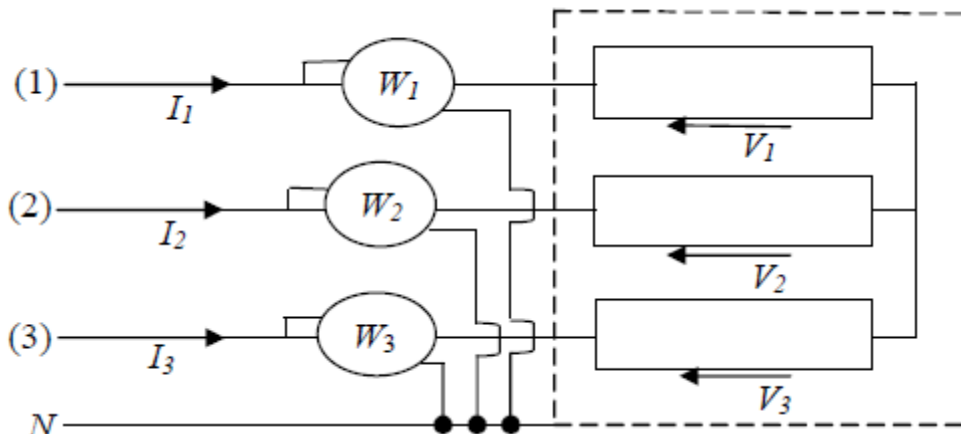
$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = 3VI = \sqrt{3}UI \quad (\text{VA})$$

La connaissance des différentes puissances définies ci-dessus est fondamentale en électrotechnique, puisque elle permet de calculer avec précision les caractéristiques du matériel utilisé : rendement, charge, facteur de puissance, limites d'utilisation.

II-Méthodes de mesure de puissances en triphasé

1- Méthode de trois wattmètres

Lorsque le système triphasé est non équilibré est avec neutre branché (système non équilibré à 4 fils), on doit utiliser trois wattmètres pour mesurer la puissance totale

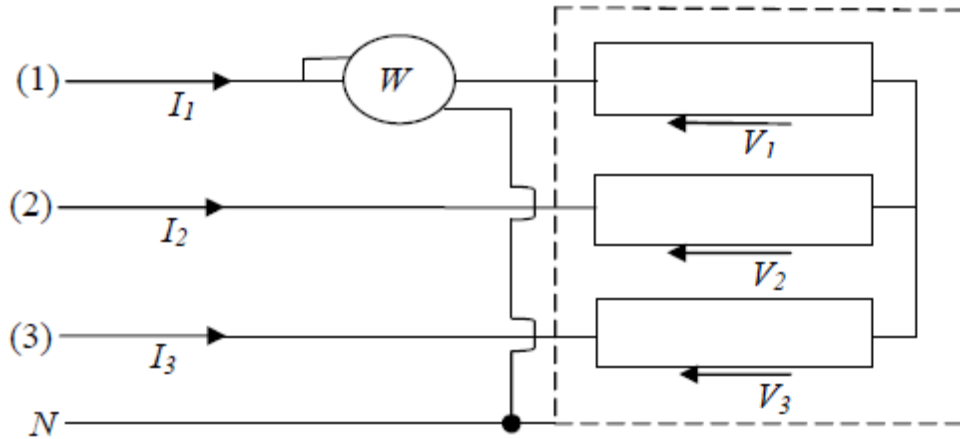


Dans ce cas, la puissance active totale est :

$$P = W_1 + W_2 + W_3$$

2-Méthode d'un seul wattmètre

Cette méthode est valable lorsque le système triphasé est équilibré et avec neutre branché (système équilibré à 4 fils)



La bobine courant est branchée sur la ligne (1), elle est donc traversée par le courant I_1 . La bobine tension du même wattmètre est branchée entre les lignes (1) et le neutre, elle mesure donc la tension simple V_1 .

L'indication du wattmètre est donc :

$$W = (V_1 I_1)_{\text{moy}} = V I \cos(\varphi)$$

Par conséquent, on peut déduire que la puissance active totale de ce système est :

$$P = 3 V I \cos(\varphi) = 3W$$

Énoncé – Manipulation

Mesure de puissance en triphasé

Manipulation 1

Méthode d'un seul wattmètre :

Lors des essais, nous considérons un récepteur purement résistif. Le récepteur est constitué de 3 résistances (3 rhéostats de résistance $R = \dots\dots\dots \Omega$ chacun, courant maximal admissible $I_{max} = \dots\dots A$) identiques. La charge est équilibrée.

☞ Réaliser le montage suivant :

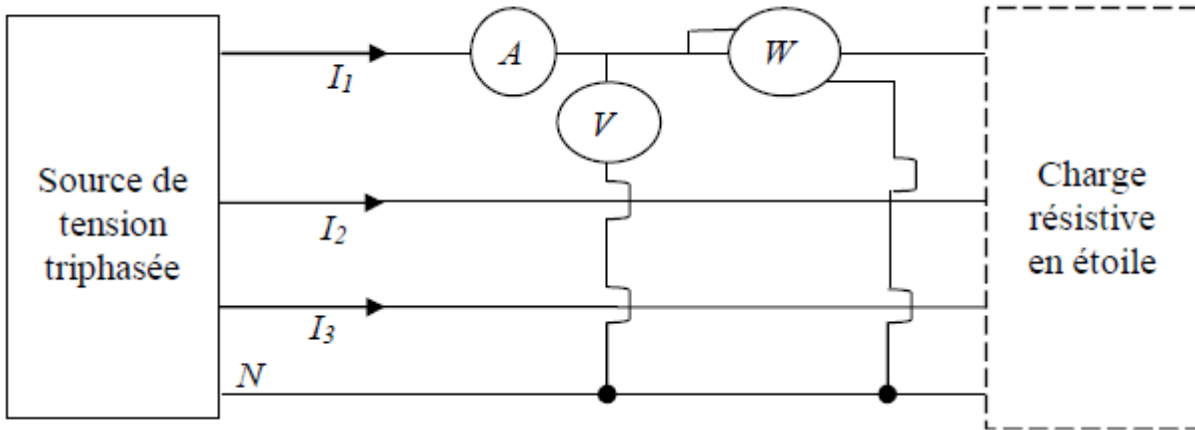


Fig.1

☞ Il faut placer, en plus du wattmètre, sur le circuit étudié, un ampèremètre, un voltmètre et un phasemètre.

- régler la tension d'alimentation $V_s = \dots\dots\dots V$
- relever les indications des appareils de mesure.
- Consigner les résultats dans le tableau suivant :

	I(A)	V(V)	P1 (W)	Q1(VAR) _s	(Cosφ) _{mes}	S1(VA)	φ°
R							

☞ Calculer la valeur des puissances active **P**, et apparente **S** relatives à ce circuit. En déduire la valeur du facteur de puissance de cette charge.

.....

.....

.....

.....

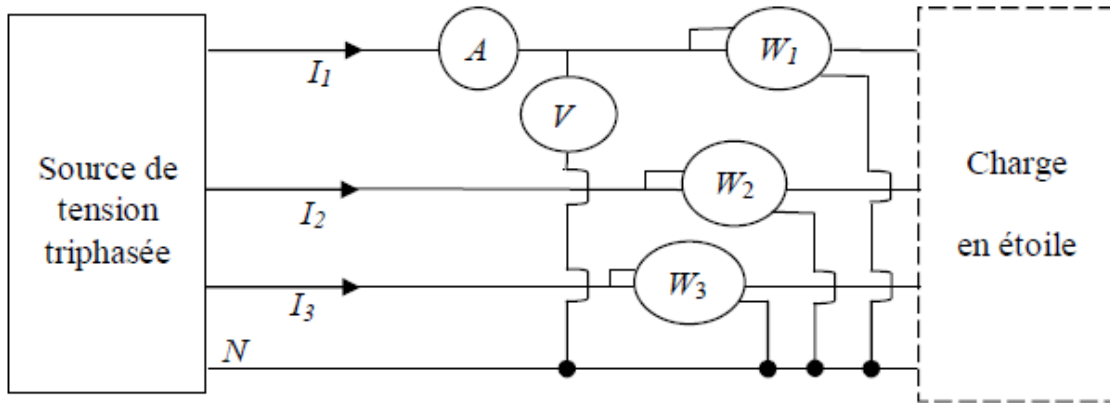
.....

2. Méthode des trois wattmètres :

Manipulation 1

- Le récepteur est constitué de 3 résistances (3 rhéostats de résistance $R_l = \dots\dots\Omega$ chacun, courant maximal admissible $I_{max} = \dots\dots A$) identiques. La charge est équilibrée.

☞ Réaliser le montage suivant:



- régler la tension d'alimentation $V_s = \dots\dots V$
- relever les indications des appareils de mesure.
- Consigner les résultats dans le tableau suivant :

Valeurs à mesurer					Valeurs à calculer			
$V (V)$	$I (A)$	$W_1 (W)$	$W_2 (W)$	$W_3 (W)$	$S (VA)$	$P (W)$	$Q (VAR)$	$\cos(\varphi)$

- ☞ Calculer la valeur des puissances active **P**, réactive **Q** et apparente **S** relatives à ce circuit. En déduire la valeur du facteur de puissance de cette charge.

.....

.....

.....

.....

.....

Que peut on conclure ?

.....

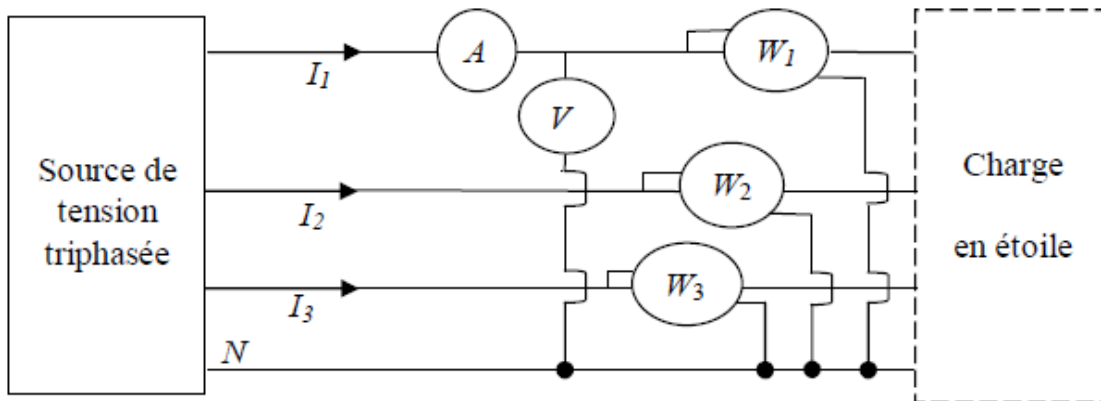
.....

Manipulation 2

➤ **Charge inductive** : Le système triphasé est **déséquilibré** et avec neutre branché (système à 4 fils). La charge est montée en étoile.(Z_1, Z_2, Z_3)

☞ Réaliser le montage suivant:

- ❖ Il faut placer, en plus du wattmètre, sur le circuit étudié, un ampèremètre , un voltmètre et un phasemètre



- régler la tension d'alimentation $V_s = \dots \dots V$
- relever les indications des appareils de mesure.
- Consigner les résultats dans le tableau suivant :

Valeurs à mesurer					Valeurs à calculer			
$V (V)$	$I (A)$	$W_1 (W)$	$W_2 (W)$	$W_3 (W)$	$S (VA)$	$P (W)$	$Q (VAR)$	$\cos(\varphi)$

☞ Calculer la valeur des puissances active **P**, réactive **Q** et apparente **S** relatives à ce circuit. En déduire la valeur du facteur de puissance de cette charge.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

☞ Donner une conclusion à ce travail (avec interprétation des résultats obtenus).

.....

.....

.....