

Puissance active en triphasé

S02 : circuits parcourus par un courant sinusoïdal

Sommaire

1) Montage équilibré couplé en étoile avec ou sans fil neutre : $\cos \varphi = 1$ et $\varphi = 0$	2
3) Montage déséquilibré couplé en étoile (méthode valable identique quel que soit le déphasage)	3
Application numérique	3
5) Montage équilibré ou déséquilibré couplé en triangle : fig.5	4
6) Mesurage de la puissance active consommée	5
7) Méthode des deux wattmètres	5
8) Schémas de montage sur couplage étoile et triangle	6
9) Explication de la méthode (lien) : approfondissement	6
10) Conclusion	6

1) Montage équilibré couplé en étoile avec ou sans fil neutre : $\cos \varphi = 1$ et $\varphi = 0$

Les récepteurs sont tous résistifs et identiques : $H_1 = H_2 = H_3$

Les récepteurs ne provoquent pas de déphasage entre le courant et la tension : $\cos \varphi = 1$ et $\varphi = 0$.

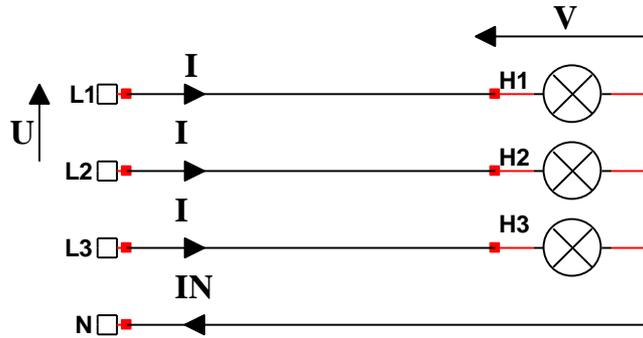


Fig.1

Chaque récepteur est soumis à la tension: V

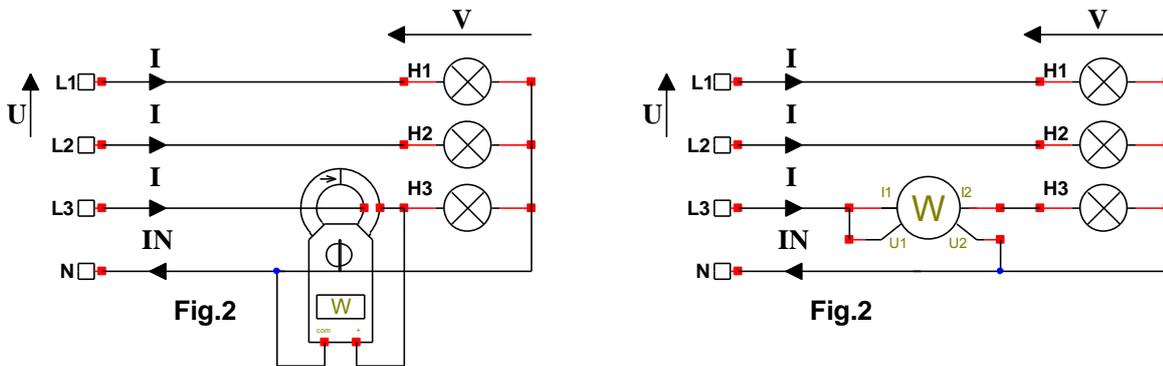
Chaque récepteur est parcouru par le courant : I

Chaque récepteur consomme la puissance: $P = VI$

La puissance consommée par l'ensemble des récepteurs est donc: $P = 3VI \cos \varphi$

Comme $V = \frac{U}{\sqrt{3}}$ alors $P_{totale} = 3 \frac{U}{\sqrt{3}} I \cos \varphi = \sqrt{3} U I \cos \varphi$

2) Mesurage de la puissance active consommée : fig.2



Le montage est connu car nous sommes en présence de **récepteurs monophasés**, seule la source est triphasée et par conséquent, **un seul wattmètre** est nécessaire : il suffit de mesurer la puissance consommée par un des récepteurs et de multiplier par trois cette valeur. Cette méthode fonctionne aussi dans le cas du moteur asynchrone dont le point neutre est artificiel : non relié au réseau.

$P_{totale} = P = 3W$ (W représente la lecture d'un wattmètre)

Application numérique : Sur un réseau 3 x 400V on monte 3 lampes alimentées entre chaque phase et le point neutre du réseau; chaque lampe consomme un courant : $I = 0,43$ A

Calculez la valeur du courant, la puissance consommée par chaque lampe et la valeur de la puissance totale.

Vérifiez que $P_{totale} = \sqrt{3} U I \cos \varphi$.

$P_{\text{ dans chaque lampe}} = VI \cos \varphi = 230 \times 0,43 \times 1 = 99 \text{ W}$ $P_{\text{ totale}} = 3W = 297 \text{ W}$

ou $P_{\text{ totale}} = \sqrt{3} U I \cos \varphi = \sqrt{3} \times 400 \times 0,43 \times 1 = 298 \text{ W}$

3) Montage déséquilibré couplé en étoile (méthode valable identique quel que soit le déphasage)

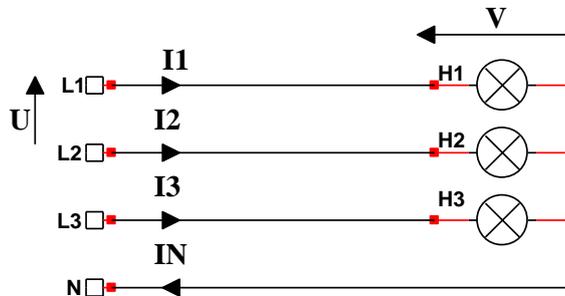


Fig.3

Les récepteurs sont tous de type résistifs mais différents : $H_1 \neq H_2 \neq H_3$

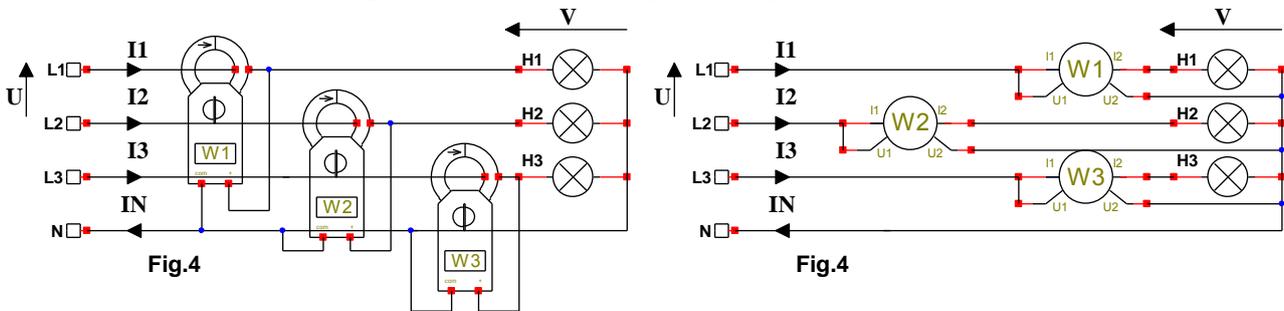
Les récepteurs ne provoquent pas de déphasage entre le courant et la tension : $\varphi = 0$.

Chaque récepteur est soumis à la tension: $V_1 \text{ ou } V_2 \text{ ou } V_3 = V$ (réseau équilibré en tension)

Chaque récepteur est parcouru par le courant: $I_1 \text{ ou } I_2 \text{ ou } I_3$

Chaque récepteur consomme la puissance: $P_i = V_i I_i \cos \varphi_i$ i : phase concernée par le calcul

4) Puissance consommée par l'ensemble des récepteurs : fig.4



$P_{\text{ totale}} = V_1 I_1 \cos \varphi_1 + V_2 I_2 \cos \varphi_2 + V_3 I_3 \cos \varphi_3 = P_1 + P_2 + P_3$

Mesurage de la puissance active consommée : idem cas précédent car la source est triphasée mais les récepteurs sont monophasés : 3 wattmètres (en réalité 1 seul que l'on déplace) sont nécessaires car chaque récepteur consomme une puissance P telle que : $P_1 \neq P_2 \neq P_3$

$P_{\text{ totale}} = P_1 + P_2 + P_3$

Application numérique

Le mesurage des courants sur le circuit précédent a donné les résultats suivants :

$I_1 = 0,43\text{A} ; I_2 = 0,26\text{A} ; I_3 = 0,11\text{A}.$

Donnez la valeur de la puissance de chacune des lampes ainsi que la puissance totale consommée par ce

circuit

$$P_1 = V_1 I_1 \cos \varphi_1 = 230 \times 0,43 \times 1 = 99 \text{ W}$$

$$P_2 = V_2 I_2 \cos \varphi_2 = 230 \times 0,26 \times 1 = 60 \text{ W}$$

$$P_3 = V_3 I_3 \cos \varphi_3 = 230 \times 0,11 \times 1 = 25 \text{ W}$$

$$P_{\text{totale}} = P_1 + P_2 + P_3 = 184 \text{ W}$$

5) Montage équilibré ou déséquilibré couplé en triangle : fig.5

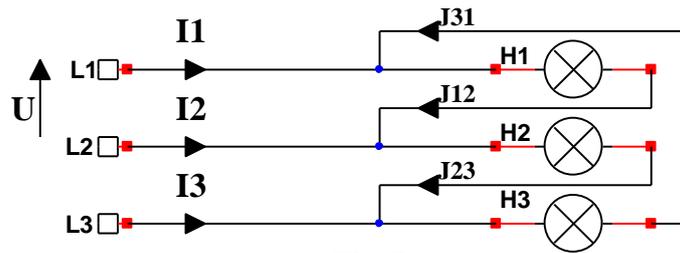


Fig.5

Chaque récepteur est soumis à la tension: U_{ij} Chaque récepteur est parcouru par le courant: J_{ij} Chaque récepteur consomme la puissance: $P_{ij} = U_{ij} J_{ij} \cos \varphi_{ij}$ ij : phase(s) concernée(s) par le calcul**Récepteurs identiques** (cas le plus répandu): La puissance consommée par l'ensemble des récepteurs est :

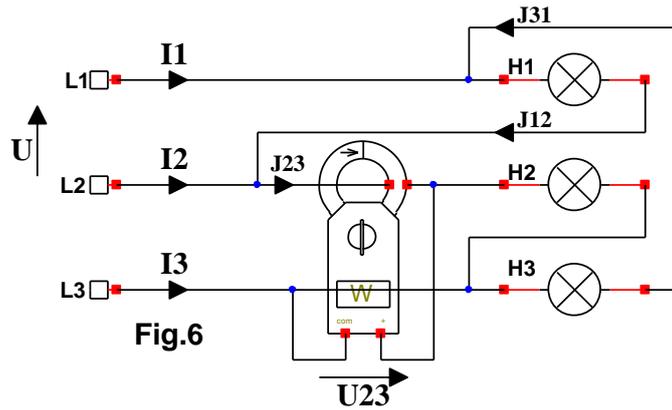
$$P_{\text{totale}} = 3UJ \cos \varphi \quad \text{avec} \quad J = \frac{I}{\sqrt{3}} \quad \text{alors} \quad P_{\text{totale}} = 3U \frac{I}{\sqrt{3}} \cos \varphi = \sqrt{3} U I \cos \varphi$$

Récepteurs différents :

Cas improbable dans la réalité car :

- Les installations alimentées entre phases sans point neutre sont rares.
- Les récepteurs déséquilibrés en triphasé n'existent pas : moteurs, fours, etc. sont des circuits équilibrés en courant.

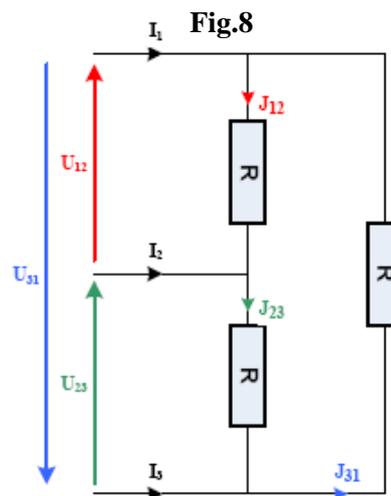
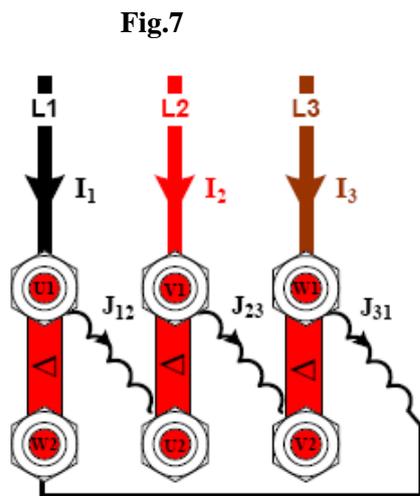
6) Mesurage de la puissance active consommée



En théorie, il est possible d'utiliser **un seul wattmètre** afin de mesurer la puissance consommée par un récepteur couplé en triangle : $P = UJ \cos \varphi$ et de multiplier ce résultat par 3 pour obtenir la puissance totale : $P_{\text{totale}} = 3UJ \cos \varphi$: (fig.6)

Cette méthode est impraticable sur les récepteurs triphasés tels que les moteurs asynchrones triphasés : Le mesurage de la puissance (**P**) nécessite le mesurage de (**J**) qui ne circule que dans les barrettes de couplage du moteur et dans les enroulements: mesurage impossible : **fig.7**

De plus, la polarisation de la pince multifonction¹ est une opération délicate à effectuer : en effet, il faut être certain de mesurer : $P = U_{12} J_{12} \cos \varphi_{12}$ ou $P = U_{23} J_{23} \cos \varphi_{23}$ ou $P = U_{31} J_{31} \cos \varphi_{31}$ car une autre combinaison de mesurage, par exemple $P = U_{23} J_{12} \cos \varphi_{12}$ donne un résultat faux : **fig.8**



Pour les raisons que l'on vient de décrire, le mesurage de la puissance consommée dans un circuit couplé en triangle ou bien un circuit dont le neutre n'est pas accessible s'effectue par « **la méthode des deux wattmètres** » décrite ci-dessous.

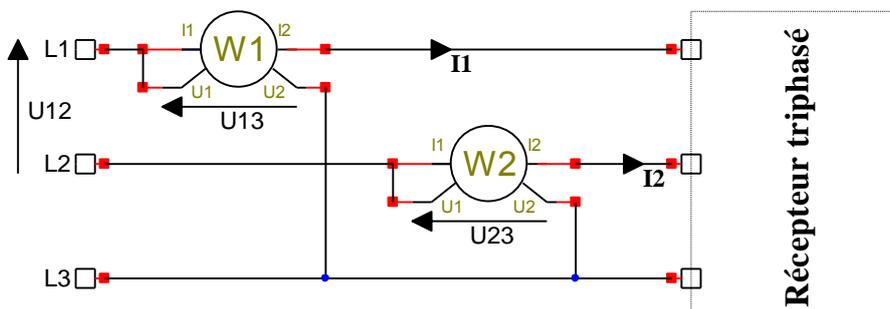
7) Méthode des deux wattmètres

La méthode des 2 wattmètres consiste à mesurer la puissance active totale consommée par un récepteur suivant le schéma de montage ci-dessous :

- Le wattmètre **W1** est soumis à **I₁** et **U₁₃**

¹ Il faut respecter le sens du passage du courant dans la pince (flèche) ainsi que l'orientation de la tension mesurée entre les bornes + et com.

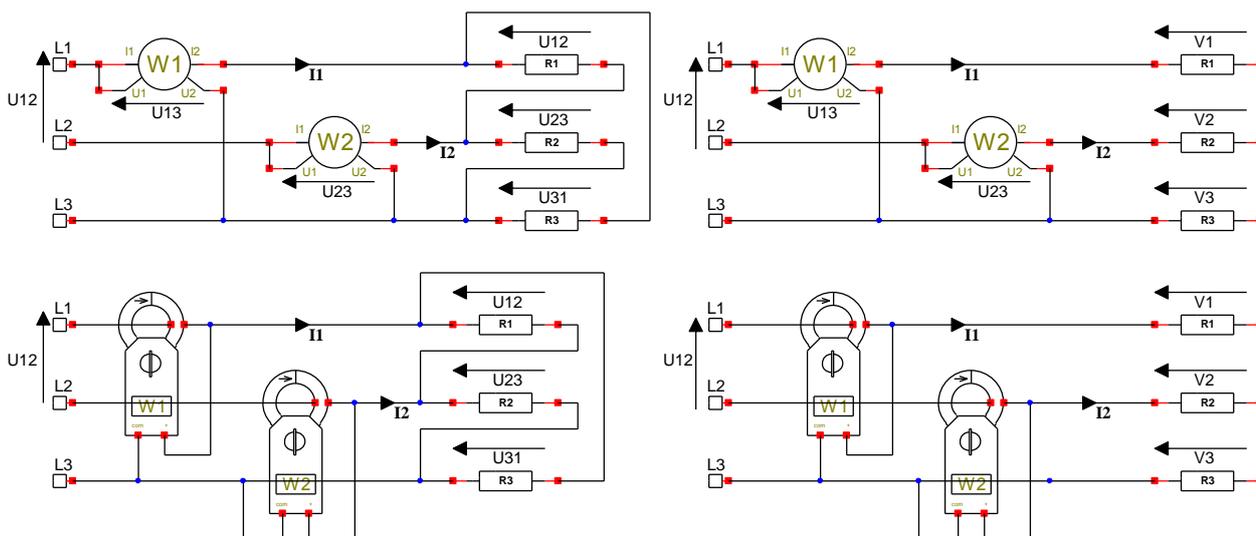
- Le wattmètre **W2** est soumis à I_2 et U_{23}



- La puissance totale consommée par les 3 lampes est: $P = W1 + W2$

8) Schémas de montage sur couplage étoile et triangle

Wattmètres analogique ou pince multifonction



9) Explication de la méthode (lien) : approfondissement

10) Conclusion

- Avant de procéder à la méthode des 2 wattmètres, il faut effectuer le repérage de l'ordre de succession des phases du réseau pour brancher les wattmètres conformément au schéma donné.
- Cette méthode fonctionne sur tout type de récepteurs quel que soit leur déphasage.
- Elle ne peut pas être utilisée lorsque le circuit est couplé en étoile déséquilibré : c'est-à-dire lorsqu'il existe dans le circuit, un conducteur neutre parcouru par un courant.