

## TP :4 Mesure de Puissance en Monophasé

### I. Complément théorique :

Les expressions des puissances en courant alternatif sont données par les relations suivantes :

$$\text{Puissance apparente: } S = VI \text{ [VA]; } S^2 = P^2 + Q^2$$

$$\text{Puissance active: } P = VI \cos(\varphi) \text{ [W]}$$

$$\text{Puissance réactive: } Q = VI \sin(\varphi) \text{ [VAR]}$$

Avec  $V$  et  $I$  : valeurs efficaces de la tension simple (entre phase et neutre) et du courant absorbés par le récepteur,  $\varphi$  étant le déphasage entre le courant et la tension.

#### I.1 Mesure de la puissance apparente $S$ : Méthode indirecte Voltampèremétrique

Pour mesurer la puissance apparente  $S$ , il faut utiliser un ampèremètre et un voltmètre pour mesurer les valeurs efficaces du courant et de la tension selon le schéma de montage suivant:

$$S_{mes} = I_{mes} \cdot V_{mes}$$

Si le récepteur est purement résistif, la puissance apparente est la même que la puissance active et  $\varphi=0$ .

La précision de mesure de cette méthode dépend de la précision des appareils de mesure. L'incertitude relative  $\delta S$  est :

$$\delta S = \frac{\Delta S}{S_{mes}} = \frac{\Delta I}{I_{mes}} + \frac{\Delta V}{V_{mes}}$$

#### I.2 Mesure de la puissance active $P$ :

##### 1- méthode directe :

Pour mesurer  $P$ , il suffit de brancher un wattmètre selon le montage suivant (figure 2) :

La précision de cette méthode dépend de la précision du wattmètre utilisé.

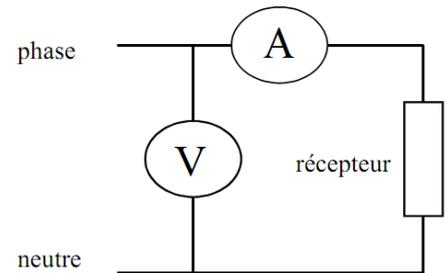


Figure 1: schéma de principe de mesure de la puissance apparente  $S$ .

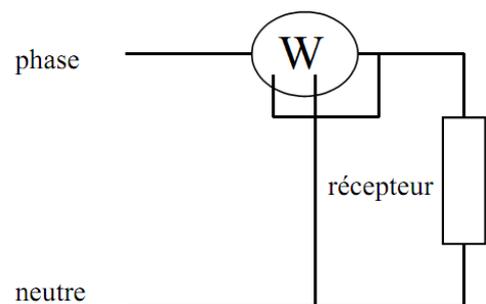


Figure 2: schéma de principe de mesure de la puissance active  $P$  par la méthode directe

**2- méthodes indirectes :**

Pour mesurer la puissance active  $P$ , sans utilisation d'un wattmètre, on peut faire recours à l'une des deux méthodes suivantes :

- Méthode de trois ampèremètres ;
- Méthode de trois voltmètres.

**2.1- méthode de trois ampèremètres :**

Le principe de cette méthode consiste à brancher trois ampèremètres suivant la configuration de la figure 3 où  $R_e$  représente une résistance étalon de grande précision.

Si  $i_1, i_2, i_3$  désignent les valeurs instantanées des courants circulant dans les trois ampèremètres ;  $v$  et  $p$  la tension et la puissance instantanées du récepteur, on peut écrire :

$$\begin{cases} p = v \cdot i_2 \\ i_1 = i_2 + i_3 \\ i_3 = \frac{v}{R_e} \end{cases}$$

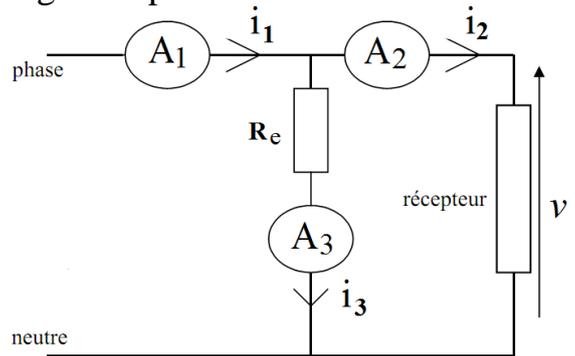


Figure 3: schéma de principe de la méthode de trois ampèremètres

$$i_1^2 = (i_2 + i_3)^2 = i_2^2 + i_3^2 + 2 \cdot i_2 \cdot i_3 = i_2^2 + i_3^2 + 2 \cdot i_2 \cdot \frac{v}{R_e} = i_2^2 + i_3^2 + 2 \cdot \frac{p}{R_e} \Rightarrow$$

$$p = \frac{R_e}{2} (i_1^2 - i_2^2 - i_3^2)$$

Or la puissance active  $P$  d'un récepteur est donnée par

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T p dt = \frac{R_e}{2T} \int_0^T (i_1^2 - i_2^2 - i_3^2) dt \Rightarrow \boxed{P = \frac{R_e}{2} (I_1^2 - I_2^2 - I_3^2)}$$

Avec  $I_1, I_2$  et  $I_3$  les valeurs efficaces des courants mesurés par les trois ampèremètres

La précision de cette méthode dépend de la précision des appareils de mesure utilisés et de la résistance étalon  $R_e$ , ce qui rend cette méthode peu précise. En effet, l'incertitude relative  $\delta P$  est :

$$\delta P = \frac{\Delta P}{P} = \frac{\Delta R_e}{R_e} + \frac{2I_1^2}{|I_1^2 - I_2^2 - I_3^2|} \frac{\Delta I_1}{I_1} + \frac{2I_2^2}{|I_1^2 - I_2^2 - I_3^2|} \frac{\Delta I_2}{I_2} + \frac{2I_3^2}{|I_1^2 - I_2^2 - I_3^2|} \frac{\Delta I_3}{I_3}$$

**2.2- méthode de trois voltmètres :**

Cette méthode est analogue à la précédente. Les voltmètres sont branchés selon la figure 4 où  $R_e$  représente une résistance étalon de grande précision.

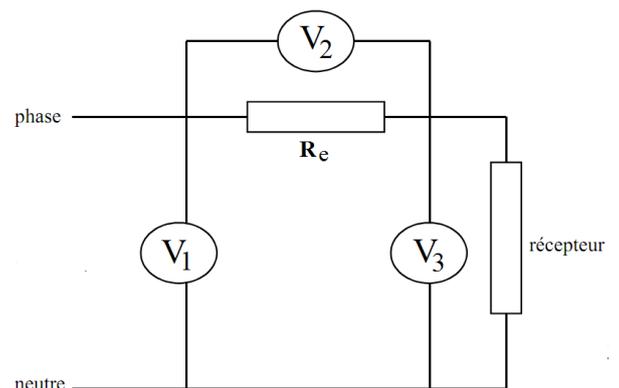


Figure 4: schéma de principe de la méthode de trois voltmètres

Si  $v_1, v_2, v_3$  désignent les valeurs instantanées des tensions aux bornes des trois voltmètres et  $p$  la puissance instantanée du récepteur, on peut écrire :

$$\begin{cases} p = v_3 \frac{v_2}{R_e} \\ v_1 = v_2 + v_3 \end{cases}$$

$$v_1^2 = (v_2 + v_3)^2 = v_2^2 + v_3^2 + 2 \cdot v_2 \cdot v_3 = v_2^2 + v_3^2 + 2 \cdot p \cdot R_e \Rightarrow p = \frac{1}{2R_e} (v_1^2 - v_2^2 - v_3^2)$$

Or la puissance active  $P$  d'un récepteur est donnée par

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T p dt = \frac{1}{2R_e T} \int_0^T (v_1^2 - v_2^2 - v_3^2) dt \Rightarrow P = \frac{1}{2R_e} (V_1^2 - V_2^2 - V_3^2)$$

Avec  $V_1, V_2$  et  $V_3$  les valeurs efficaces des tensions mesurées par les trois voltmètres.

La précision de cette méthode dépend de la précision des appareils de mesure utilisés et de la résistance étalon  $R_e$ , ce qui rend cette méthode peu précise. L'incertitude relative  $\delta P$  est :

$$\delta P = \frac{\Delta P}{P} = \frac{\Delta R_e}{R_e} + \frac{2V_1^2}{|V_1^2 - V_2^2 - V_3^2|} \frac{\Delta V_1}{V_1} + \frac{2V_2^2}{|V_1^2 - V_2^2 - V_3^2|} \frac{\Delta V_2}{V_2} + \frac{2V_3^2}{|V_1^2 - V_2^2 - V_3^2|} \frac{\Delta V_3}{V_3}$$

<i>Nom et Prénoms</i>			<i>Groupe</i>	<i>Note</i>
<i>Nom et Prénoms</i>				
<i>Date:</i> ..... <i>Horaire:</i> ..... <i>Lab. N°</i> .....				

## ***TP :4 Mesure de Puissance en Monophasé***

### ***II. Objectifs :***

I.1) Ce TP vise à vous apprendre à choisir une méthode convenable pour la mesure de la puissance absorbée par un récepteur en courant alternatif.

I.2) Calcul de l'incertitude relative pour chacune des méthodes

### ***III. Matériel utilisé :*** Pour la manipulation de ce ***TP***, le matériel est le suivant :

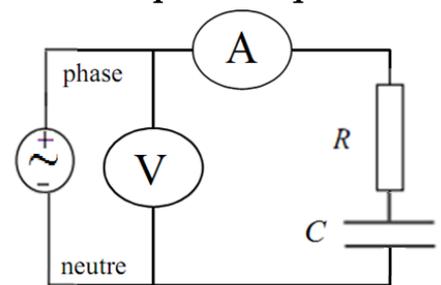
- ❑ Une Alimentation stabilisée.
- ❑ Troismultimètres numériques.
- ❑ Câbles de connexion.
- ❑ Deux résistances  $R_1=100\Omega$ ,  $R_2=1k\Omega$  et condensateur  $C=4,7\mu F$

### ***IV. Etude expérimentale***

Le récepteur (la charge) est constitué d'une résistance de valeur  $R = 1k\Omega$  en série avec un condensateur de capacité  $4,7 \mu F$ .

#### ***1) Mesure de la puissance apparente S : Méthode indirecte Voltampèrémétrique***

- Réaliser le montage correspondant ; fig.5
- Utiliser l'alimentation alternative de 6 V
- Ajuster les calibres des appareils de mesure en mode AC (20mA, 20V).
- Relever les indications du voltmètre et de l'ampèremètre.
- Calculer et compléter le tableau suivant :



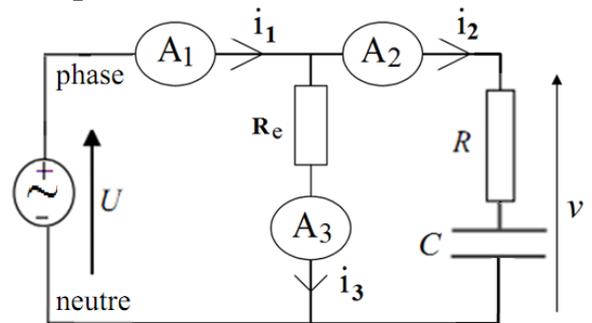
**Figure 5:** mesure de la puissance apparente S

Tableau de mesure 1 : Mesure de la puissance apparente S : Méthode indirecte Voltampèrémétrique

$V_{mes}$	$I_{mes}$	$S_{mes}$	$\Delta S / S_{mes}$	$\Delta S$	$S \pm \Delta S$
..... V	..... mA	mVA	%	mVA	$mVA \leq S \leq mVA$


**2) Mesure de la puissance active  $P$  : méthode de trois ampèremètres**

- Mesurer la résistance  $R_e$  à l'aide du multimètre numérique.
- Réaliser le montage suivant :fig.6
- Utiliser l'alimentation alternative ( $U$ ) de 6V
- Ajuster le calibre des Ampèremètres (pour  $A_2$  20mA ; pour  $A_1$  et  $A_3$  200mA)
- Relever les courants  $I_1, I_2$  et  $I_3$
- Calculer et compléter le tableau suivant:



**Figure 6:** mesure de la puissance active par la méthode de trois ampèremètres

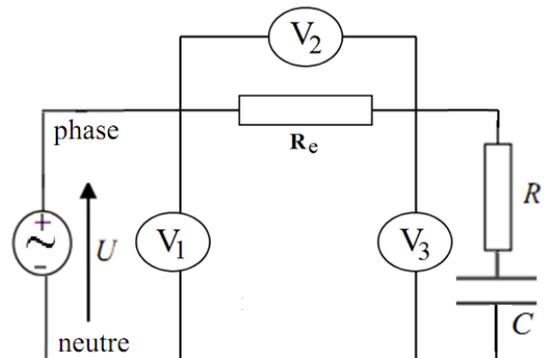
Tableau de mesure 2 : Mesure de la puissance active  $P$  : méthode de trois ampèremètres

$I_1$	$I_2$	$I_3$	$R_e$	$P$	$\Delta P / P$	$\Delta P$	$P \pm \Delta P$
.....mA	..... mA	.....mA	..... $\Omega$	mW	%	mW	$mW \leq P \leq mW$



**3) Mesure de la puissance active  $P$  : méthode de trois voltmètres**

- Réaliser le montage suivant :fig.7
- Utiliser l'alimentation alternative ( $U$ ) de 6V
- Ajuster le calibre des voltmètres à 20V
- Relever les tensions  $V_1$ ,  $V_2$  et  $V_3$
- Calculer et compléter le tableau suivant:



**Figure 7:** mesure de la puissance active par la méthode de trois voltmètres

Tableau de mesure 3 : Mesure de la puissance active  $P$  : méthode de trois voltmètres

$V_1$	$V_2$	$V_3$	$P$	$\Delta P / P$	$\Delta P$	$P \pm \Delta P$
..... V	..... V	..... V	mW	%	mW	$mW \leq P \leq mW$



***V)Travail à effectuer***

- Exprimer l'impédance  $Z$  du récepteur, en fonction de  $R$ ,  $C$ , et  $\omega$
- Calculer le facteur de puissance  $\cos(\varphi)$ , puis l'angle de déphasage  $\varphi$ (pour les deux méthodes).
- Calculer la puissance réactive  $Q$  du récepteur (pour les deux méthodes).
- Comparer les précisions (incertitudes relatives) obtenues avec les différentes méthodes de mesure.
- Donner une conclusion à ce travail.