

## TP :N°5

# MESURES DES PARAMETRES DES CIRCUITS ELECTRIQUES A COURANT ALTERNATIF.

### 1-BUT DE TRAVAIL :

Etude des méthodes de mesures des paramètres d'un circuit à courant alternatif.

### 2-RAPPEL THEORIQUE :

Pour mesurer les paramètres des circuits électriques (R.L.C), On emploie les méthodes indirectes utilisant une source d'énergie auxiliaire. Lorsqu'on n'exige pas une grande précision, on peut mesurer l'inductance ou la capacité par la méthode d'un ampèremètre et d'un voltmètre .

On sait que, l'impédance d'un circuit à courant alternatif est égale à :

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} \quad (1)$$

Où R et X sont respectivement la résistance et la réactance du récepteur. Ayant branché un récepteur dans le circuit à courant alternatif, d'après les indications de l'ampèremètre et du voltmètre on détermine la valeur de l'impédance :

$$Z = \frac{U_{\text{eff}}}{I_{\text{eff}}} \quad (\Omega) \quad (2)$$

Ensuite on branche ce récepteur dans un circuit à courant continu et on détermine sa résistance d'après les indications de l'ampèremètre et du voltmètre :

$$R = \frac{U}{I} \quad (\Omega) \quad (3)$$

La valeur de la réactance peut être obtenue en remplaçant (3) et (2) dans (1) d'où on trouve l'inductance ou la capacité du récepteur :

$$L = \frac{X}{\omega} \quad (\text{H}) \quad \text{et} \quad C = \frac{1}{\omega \cdot X} \quad (\text{F})$$

Dans un circuit à courant alternatif on peut directement déterminer la résistance et la réactance du récepteur d'après les indications d'un wattmètre, du voltmètre et de l'ampèremètre :

$$R = P / I^2 \quad (\Omega)$$

$$X = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{(U_{\text{eff}} / I_{\text{eff}})^2 - (P / I_{\text{eff}}^2)^2} \quad (\Omega)$$

Deux montages sont en effet possibles :

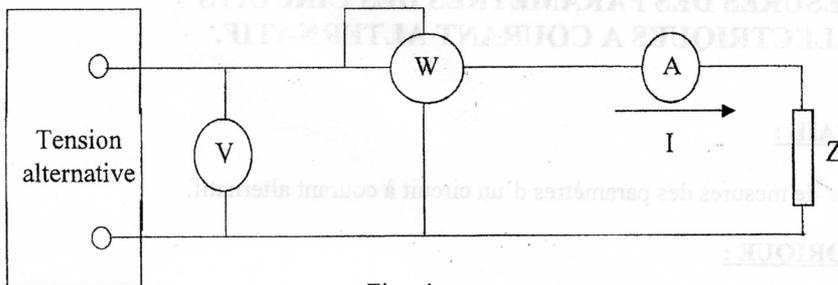


Fig : 1a

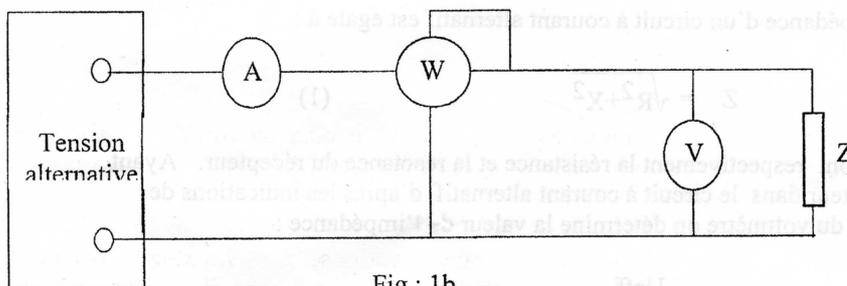


Fig : 1b

Ces montages conduisent aux erreurs suivantes :

- Pour le schéma de la Fig : 1a, le voltmètre mesure non pas  $U_z$ , mais cette tension est augmentée de la chute de tension dans l'ampèremètre et de la chute de tension aux bornes de la bobine de courant du wattmètre
- Pour le schéma Fig : 1b, le voltmètre mesure  $U_z$  mais l'ampèremètre indique non pas  $I_z$  mais la somme de deux courants : le courant dans voltmètre et le courant dans la bobine du wattmètre .
- Pour fixer les idées on dit que la Fig: 1a est le montage correspondant à l'erreur sur la tension et la Fig :2b est le montage avec l'erreur sur le courant.
- Pour augmenter la précision de mesure des paramètres des circuits à courant alternatif on utilise des dispositifs de la méthode de Zéro

Les ponts classiques sont analogues au pont de Wheatstone Fig2 :

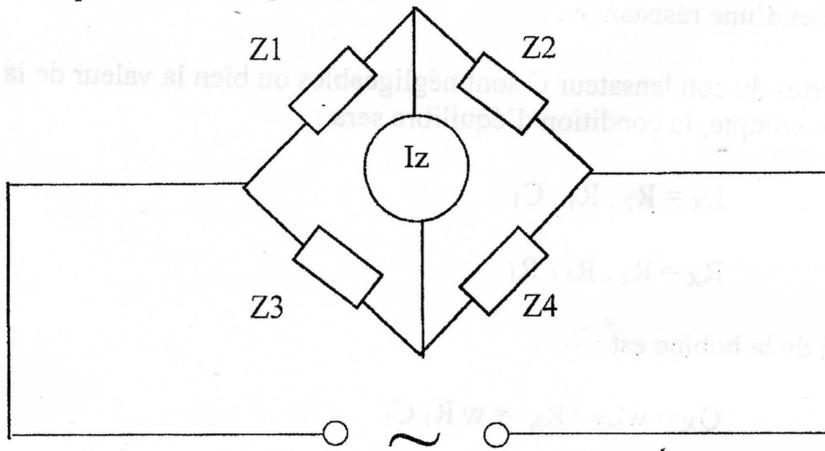


Fig. 2

La source à courant continu est remplacée par une source à courant alternatif, les résistances par des impédances et le galvanomètre par un appareil indicateur de zéro pour un courant alternatif.

Supposons que les tensions et les courants sont purement sinusoïdaux. Le calcul tout à fait analogue à celui que l'on fait pour le pont de Wheatstone en courant continu montre que si le pont est équilibré c-à-d, indique zéro on a :

$$Z_1 \cdot Z_4 = Z_2 \cdot Z_3$$

Pour mesurer les impédances inductives assez souvent on utilise le pont de Maxwell Fig : 3 .

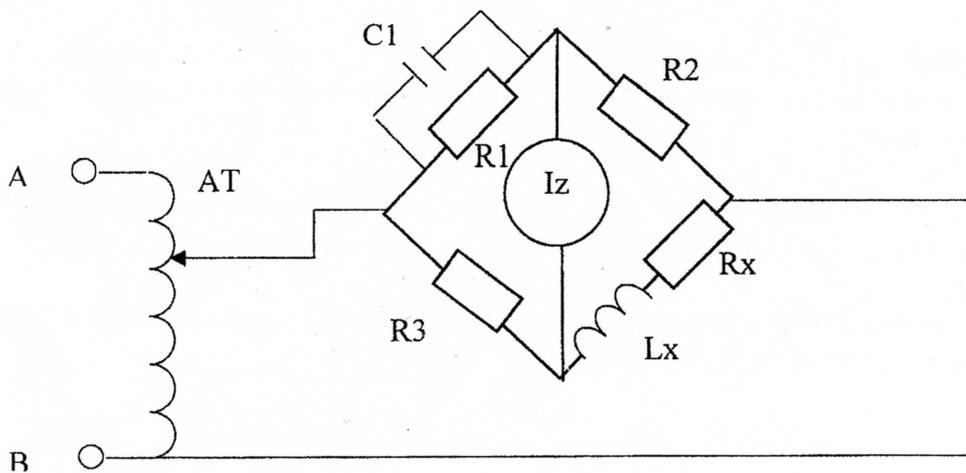


Fig. 3

Il permet de mesurer l'inductance propre et la résistance apparente d'une impédance en fonction d'une capacité et d'une résistance .

Supposons que les pertes du condensateur C sont négligeables ou bien la valeur de la résistance R est prise en compte, la condition d'équilibre sera :

$$L_X = R_2 \cdot R_3 \cdot C_1$$

$$R_X = R_2 \cdot R_3 / R_1$$

Le facteur de qualité de la bobine est :

$$Q_X = \omega L_X / R_X = \omega R_1 C_1$$

On prend par exemple  $R_1$  et  $C_1$  comme éléments de réglage, Comme on peut donner des valeurs très différentes au produit  $R_2 \cdot R_3$  le domaine de mesure du pont de Maxwell est assez étendu (de centaines de micro henrys à des dizaines d'henrys).

**Tableau 1 :**

Mesures			Calculs			
I(A)	U(v)	P(w)	Z( $\Omega$ )	R( $\Omega$ )	X( $\Omega$ )	L(H)

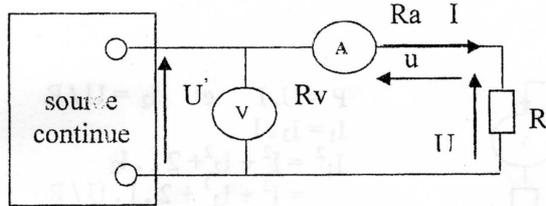
# MESURE DES PUISSANCES

## 1 - MESURES EN CONTINU :

L'expression  $P = U \cdot I$  fait apparaître que la puissance peut être déterminée en multipliant les indications du voltmètre et de l'ampèremètre. Néanmoins, dans la pratique la mesure de la puissance s'effectue à l'aide des appareils spéciaux : les wattmètres.

### Méthode voltampère métrique :

#### ▪ Montage Amont:



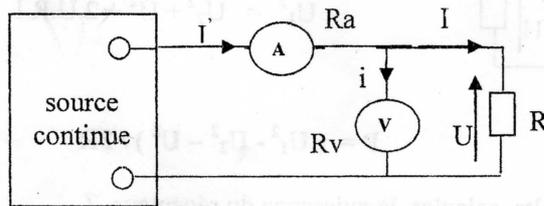
Avec ce montage on mesure I et  $U' = U + u$  donc  $P_m = U' \cdot I = P + I^2 R_a$   
 d'où  $\Delta P = R_a \cdot I^2$  : est l'erreur absolue  
 $\Delta P / P = R_a \cdot I^2 / U \cdot I = R_a / R$   
 est l'erreur relative .

- Pour des tensions  $U' = 5 ; 10 ; 15 ; 20 ; 25$  volts calculer la puissance du récepteur R et rassembler les résultats dans le tableau 1

R (Ω)	U' (v)	I (A)	P <sub>m</sub> (w)	ΔP(w)	P (w)	ΔP/P	R <sub>a</sub> / R
200	5	0,03					
200	10	0,03					
200	15	0,03					
200	20	0,03					

Tableau : 1

#### ▪ Montage Aval



Dans ce cas on mesure U et  $I' = I + i$   
 donc  $P_m = U \cdot I' = P + U \cdot i = P + U^2 / R_v$   
 d'où  $\Delta P = U^2 / R_v$  et  
 $\Delta P / P = U^2 / P \cdot R_v = R / R_v$

- Pour les mêmes valeurs que précédemment 5 ; 10 ; 15 ; 20 et 25 volts calculer la puissance du récepteur et rassembler les résultats dans le tableau 2

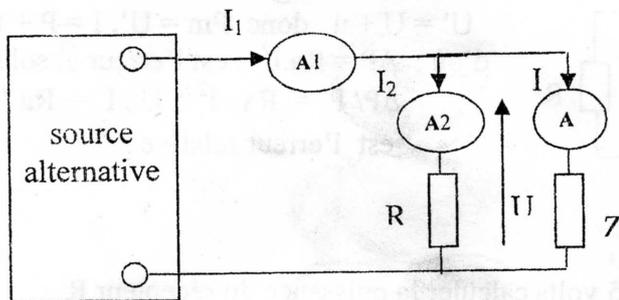
R (Ω)	U (v)	I' (A)	Pm (w)	ΔP(w)	P (w)	ΔP/ P	R / R <sub>v</sub>
	10						

Tableau : 2

- Comparer les résultats donnés par les 2 montages.

## 2 - MESURES EN ALTERNATIF MONOPHASE :

### • Méthode des 3 Ampèremètres :



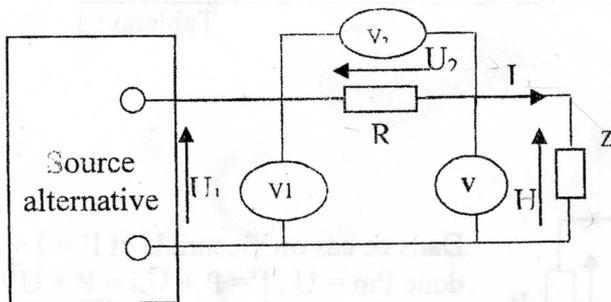
$$\begin{aligned}
 P &= U \cdot I \quad \text{et} \quad I_2 = U / R \\
 I_1 &= I_2 + I \\
 I_1^2 &= I^2 + I_2^2 + 2 I \cdot I_2 \\
 &= I^2 + I_2^2 + 2 \cdot I \cdot U / R \\
 &= I^2 + I_2^2 + 2 \cdot P / R
 \end{aligned}$$

$$P = (I_1^2 - I^2 - I_2^2) R / 2$$

- Pour des tensions 5 ; 10 ; 15 ; 20.....40 volts, calculer la puissance du récepteur Z.

### • Méthode des 3 Voltmètres :

En négligeant les consommations des voltmètres :

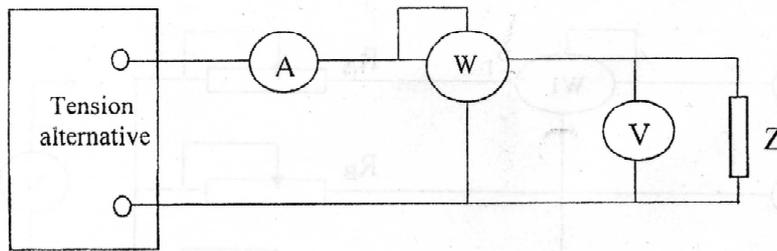


$$\begin{aligned}
 U_1 &= U_2 + U \\
 U_2 &= R \cdot I \\
 U_1^2 &= U_2^2 + U^2 + 2 \cdot U \cdot U_2 \\
 U_1^2 &= U_2^2 + U^2 + 2 \cdot U \cdot R \cdot I
 \end{aligned}$$

$$P = (U_1^2 - U_2^2 - U^2) / 2R$$

- Pour des tensions 5 ; 10 ; 15 ; 20.....40 volts, calculer la puissance du récepteur Z.

• **Méthode du Wattmètre, Voltmètre et Ampèremètre :**



Pour des tensions : 5 ; 10 ; 15 ; 20 ; ... ; 40 volts mesurer la puissance de récepteur Z et calculer son facteur de puissance.

Rassembler les résultats dans le tableau 3.

Mesures			Calculs	
U(v)	I (A)	P (w)	U.I	Cos φ
10	2,3	4		
15	2,3	4		
20	1,8	3,6		
25	1,4	3,5		

Tableau: 3

**3 - MESURES EN ALTERNATIF TRIPHASE :**

Pour mesurer la puissance d'un circuit à courant triphasé on utilise divers schémas de branchement des wattmètres suivant le montage du circuit électrique ( à 3 fils ou à 4 fils)

• **Circuit à 4 fils ( avec fils neutre ):**

Dans le cas général la charge  $R_A, R_B, R_C$  peut être mesurée à l'aide de 3 Wattmètres mesurant les puissances actives des différentes phases .

Lorsque la charge est équilibrée :  $R_A = R_B = R_C$  il est suffisant de brancher un seul Wattmètre

$$P_{Tot} = 3.P_A \quad \text{où } P_A \text{ est l'indication de Wattmètre}$$

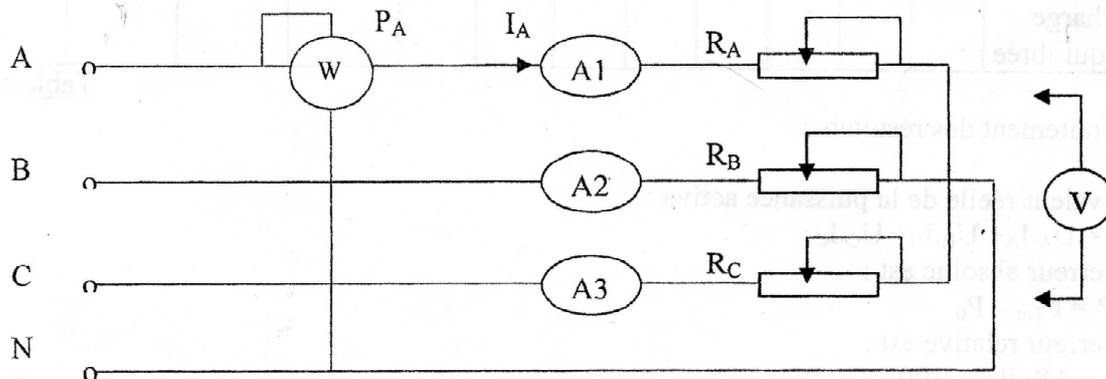
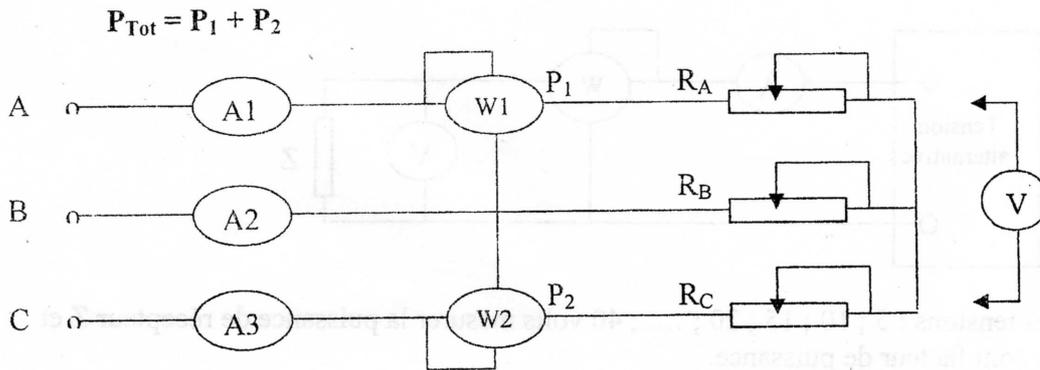


Fig : 1

● **Circuit à 3 fils :** méthode de 2 wattmètres



**Fig : 2**

\*\* Monter le schéma de la fig :1. Rassembler les résultats de mesure dans le tableau 1.

Essais	Résultats de mesure							Résultats de calcul			
	$I_A$ (A)	$I_B$ (A)	$I_C$ (A)	$U_A$ (V)	$U_B$ (V)	$U_C$ (V)	$P_A$ (w)	$P_{Tot}$ (w)	$P_0$ (w)	$\Delta P$ (w)	B (%)
1											
2											
3											

Tableau 1

\*\* Monter le schéma de la fig :2. Rassembler les résultats de mesure dans le tableau 2.

Charge	Résultats de mesure							Résultats de calcul					
	$I_A$ (A)	$I_B$ (A)	$I_C$ (A)	$U_A$ (V)	$U_B$ (V)	$U_C$ (V)	$P_1$ (w)	$P_2$ (w)	$P_{Tot}$ (w)	$P_0$ (w)	$\Delta P$ (w)	B (%)	
Charge équilibrée													
Charge déséquilibrée													

Tableau 2

\*\* Traitement des résultats :

- la valeur réelle de la puissance active :

$$P_0 = U_A \cdot I_A + U_B \cdot I_B + U_C \cdot I_C$$

- L'erreur absolue est :

$$\Delta P = P_{Tot} - P_0$$

- L'erreur relative est :

$$B = \Delta P / P_{Tot} \cdot 100$$

- Vérifier que les résultats de calcul coïncident avec les résultats de mesure de la puissance active.