

TP N°1// MESURE DES RESISTANCES

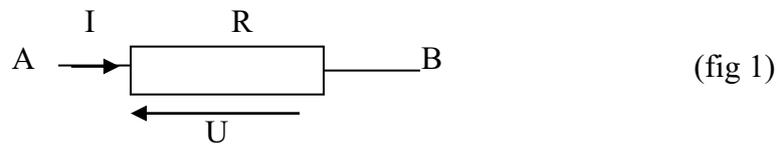
I.Introduction:

-Il s'agit de mesurer des résistances en appliquant la loi d'ohm

$$R = \frac{U}{I}$$

-vérification des lois d'association.

II Rappel théorique:



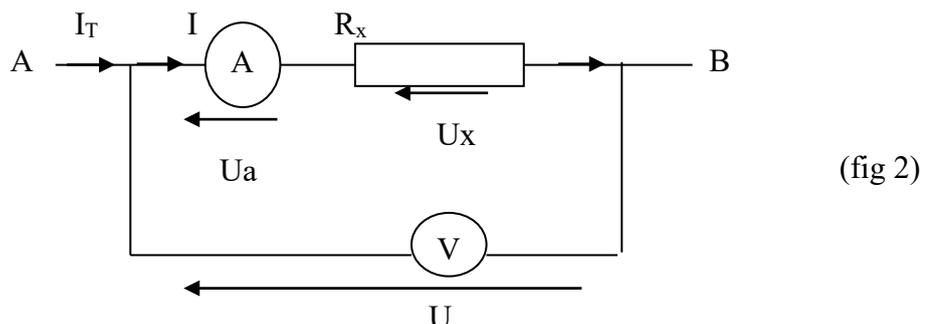
La loi d'ohm $U = RI$ relie le courant I qui traverse une résistance à sa d.d.p U appliquée à ses bornes. le schéma de la (fig 1) donne la représentation d'une résistance ou le courant I circule dans le sens de A vers B et la différence de potentiel U aux bornes est :

$$U = U_A - U_B > 0$$

U est exprimée en volt et I en Ampère, R est exprimée en ohm.

Il existe deux montages possibles pour mesurer la tension aux bornes de la résistance R et le courant qui la traverse.

1-Montage amont



Valeurs mesurées :

$$I = I_x$$

$$U_a = R_a I$$

$$U_x = R_x I_x$$

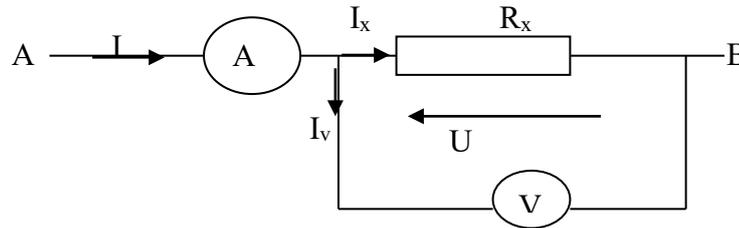
$$U = U_x + U_a$$

$$R_{mes} = \frac{U}{I}$$

$$R_x = \frac{U_x}{I} = \frac{(U - U_a)}{I} = R_{mes} - R_a \quad \text{donc} \quad R_x = R_{mes} - R_a$$

Il faut connaître la valeur de la résistance de l'Ampèremètre R_a .

2-Montage Aval



(fig 3)

$$R_x = \frac{U}{I_x} = \frac{U}{(I - I_v)}$$

$$= \frac{(R_{mes} R_v)}{(R_v - R_{mes})}$$

$$R_x = \frac{R_v R_{mes}}{R_v - R_{mes}}$$

Il faut connaître la valeur de la résistance du Voltmètre R_v .

III- Manipulation

III-1 Matériels Nécessaires :

- 01-générateur de tension continue
- 02- résistances
- 01-voltmètre
- 01-ampèremètre

III-2- Montage Amont:

- a - réaliser le montage de la (fig2) entre les point A et B où est brancher le générateur de tension continue.
- b - en faisant varier la tension d'entrée, relever les indications de l'ampèremètre et de voltmètre (ne pas dépasser une tension continue de 10v) et les inscrire dans le tableau suivant :

E(v)	2	4	6	8	10
U(v)					
I (A)					
Rv(ohm)					
Ra (ohm)					
Rmes (ohm)					
Rx (ohm)					

- a- pour chaque valeur de I et de U, calculer R (mesurée) puis déduire la valeur réelle de Rx en tenant compte de la résistance interne de l'ampèremètre et celle de voltmètre.
- b- Calculer R (mesurée) moyenne graphiquement puis déterminer Rx moy .
- c- D'après le code des couleurs déterminer Rx.
- d- Faire une comparaison entre $R_{x\ moy}$ et Rx du code des couleurs.

e- Changer de résistance et reprendre le travail à partir du (a).

III-3 Montage Aval:

Faire le même travail que celui du montage « amont »

III-4-quel est le montage qui convient à la mesure des grandes résistances et celui qui convient pour les petites résistances.

III-5-Vérification des lois d'association.

- a- En utilisant le montage « **Aval** », déterminer la valeur de deux résistances placée en parallèle et comparer le résultat obtenu avec le calcul théorique $R_{x1}.R_{x2}/R_{x1}+R_{x2}$.
- b- En utilisant le montage « **Amont** », déterminer la valeur de deux résistances placée en série et comparer le résultat obtenu avec le calcul théorique $R_{x1}+R_{x2}$.

IV- faire une conclusion générale.

TP N° 2// MESURE DE RESISTANCE AU MOYEN DU PONT DE WHEATSTONE EN CONTINU

I – But de la manipulation :

La manipulation a pour but :

- De mesurer la valeur de deux résistances R_1 et R_2 , à l'aide de deux montages : le pont à boîtes AOIP et le pont à fil.
- De vérifier la cohérence des résultats trouvés expérimentalement.

II – Rappel théorique :

a- Principe :

Soient quatre résistances R_a , R_b , R_c et R_x disposées suivant les quatre côtés d'un losange ABCD (fig 1). Entre les points A et C est placé un galvanomètre G.

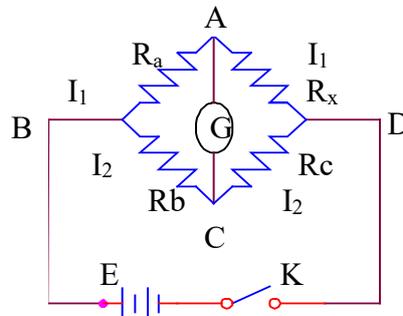


Fig.1

L'expérience et la théorie montrent qu'il est possible de choisir les quatre résistances de façon à ce que le galvanomètre ne dévie pas en fermant l'interrupteur K. On dit à ce moment que le pont est équilibré. Le courant I_1 qui traverse la branche AB se retrouve intégralement dans la branche AD. Il en est de même pour le courant I_2 . A ce moment on peut écrire que

$$V_A - V_C = 0$$

ou encore :

$$V_B - V_A = V_B - V_C \quad (\text{en ajoutant } V_B)$$

$$V_A - V_D = V_C - V_D \quad (\text{en retranchant } V_D)$$

D'après la loi d'Ohm on peut écrire :

$$I_1 R_a = I_2 R_b \quad \text{et} \quad I_1 R_x = I_2 R_c$$

En divisant membre à membre, quand le pont de Wheatstone est équilibré, on aura :

$$\frac{R_x}{R_a} = \frac{R_c}{R_b} \quad (1)$$

Si on connaît trois des résistances à l'équilibre du pont, on pourra calculer la valeur de la quatrième d'après la relation :

$$R_x = \frac{R_c}{R_b} \times R_a \quad (2)$$

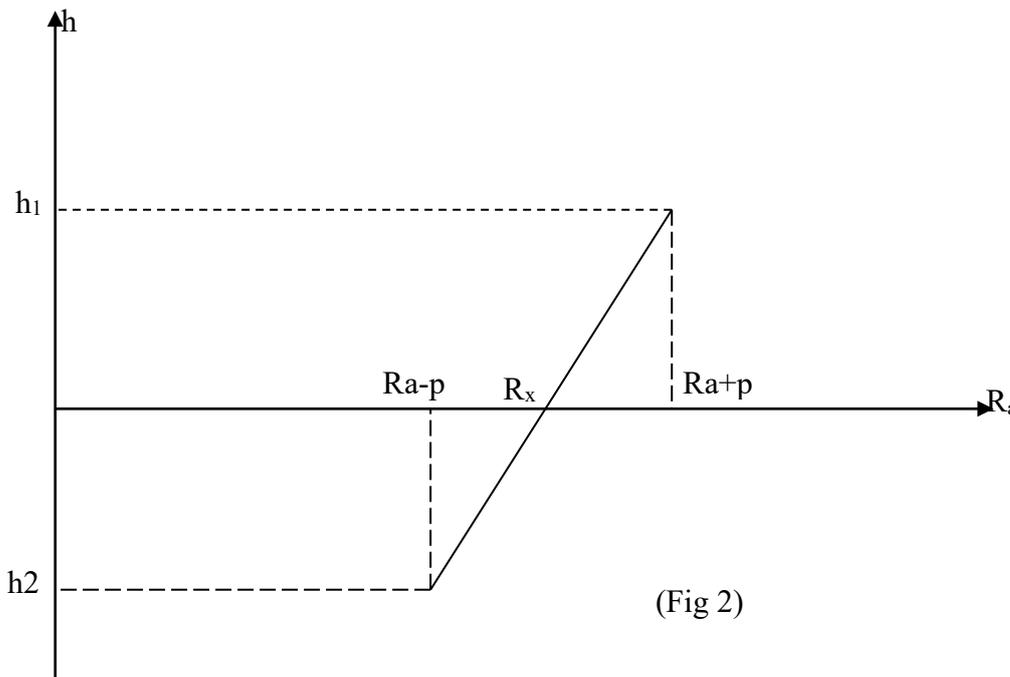
Calcul d'erreur :

$$\frac{\Delta R_x}{R_x} = \frac{\Delta R_c}{R_c} + \frac{\Delta R_b}{R_b} + \frac{\Delta R_a}{R_a} \quad (3)$$

b- Méthode du zéro :

Dans la pratique, les résistances variables étalonnées ne varient pas de façon continue ; mais de façon discrète.

Soit "P" le pas de progression de la boîte de résistances R_a ; la modification de cette résistance peut amener le spot de galvanomètre à gauche, puis à droite du zéro ; il faut alors interpoler ; pour la valeur $R_a - P$, le spot s'arrête à division h_2 à gauche du zéro ; pour $R_a + P$; il s'arrête à la division h_1 à droite du zéro (fig 2).



En admettant que les variations de R_x sont proportionnelles aux déviations, on peut écrire :

$$R_x = \left(R_a + P \frac{h_1}{h_1 + h_2} \right) \cdot \frac{R_b}{R_c} \quad (4)$$

III- Matériel utilisé :

- 01 générateur de tension continue variable.
- 04 boîte de résistances à décades variables (X1000 ; X100 ; X10 ; X1) .
- 01 résistance inconnue R_x à mesurer.
- 01 galvanomètre.
- 01 interrupteur.
- 01 Ohmmètre.

IV – Manipulation :

a) Pont à boîtes AOIP :

Réaliser le montage représenté sur la figure 1.

- Les résistances R_b et R_c seront des boîtes de résistances AOIP x1000 chacune.
 - R_a sera constituée d'un ensemble de 4 boîtes AOIP x1000, x100, x10 et x1 montées en série.
- Se fixer tout d'abord le rapport R_c/R_b que l'on prendra égal à 1.

On fixe le galvanomètre sur le plus grand calibre.

- Prendre $R_a = 0$, fermer l'interrupteur K et noter le sens de déviation du spot.

- Augmenter alors progressivement la valeur de R_a en observant le comportement du galvanomètre. Pour une certaine position de la manette la déviation change de sens ; ce qui revient à dire qu'entre cette position et la précédente il en existe une pour laquelle la déviation du spot est nulle. On revient à la position précédente et on agit maintenant sur la boîte AOIP suivante de la même façon. On procède successivement avec les autres boîtes qui constituent la résistance R_a .
- A mesure que les déviations du spot sont faibles, augmenter progressivement la sensibilité du galvanomètre de façon à localiser le mieux possible la valeur de R_a qui détermine la plus petite valeur du courant dans la branche AC.
- Si le sens de déviation du spot reste le même pour toutes les valeurs de R_a , il faut augmenter la valeur du rapport R_c/R_b .

Mesures à réaliser :

Mesurer ainsi les deux résistances qui vous seront remises sur la table de manipulation.

Pour chaque mesure déterminer R_x , ΔR_x et donner le résultat sous la forme : $(R_x \pm \Delta R_x)$. Regrouper les résultats dans le tableau suivant :

	R_a	R_b	R_c	R_x	$\Delta R_x/R_x$	ΔR_x	$R_x \pm \Delta R_x$
R_1							
R_2							

-Retrouver la valeur de la résistance R_x en utilisant la méthode du zéro :

a- graphiquement

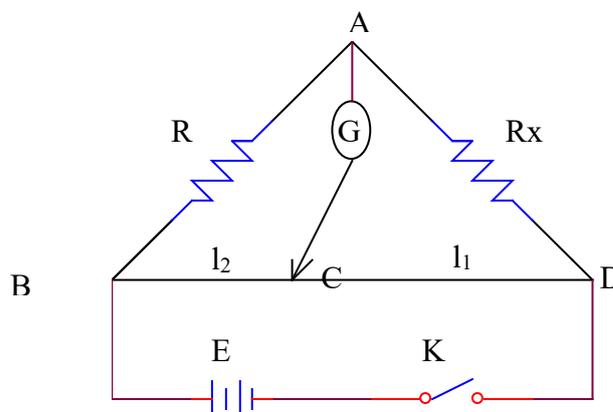
b- analytiquement (en utilisant la formule (4)).

-Déterminer la valeur de R_x en utilisant l'Ohmmètre.

-comparer et interpréter les résultats.

b) Pont à fil :

A la place des boîtes de résistances, dans les branches BC et CD (Figure 1), on monte un fil tendu sur le quel coulisse un curseur relié au point C. On obtient le montage suivant :



Si on note les résistances des branches BC et CD par R_b et R_c on retrouve la relation (2) présentée ci-dessus. Le fil de la corde BD étant homogène et de section constante on peut écrire, si l_1 et l_2 sont respectivement les longueurs des branches CD et BC que :

$$R_x = \frac{R_c}{R_b} \times R_a = \frac{l_1}{l_2} \times R_a \quad (4)$$

Les longueurs l_1 et l_2 peuvent être lues sur la règle graduée.

On réalisera l'équilibre du pont par le déplacement du curseur C et on notera les valeurs de l_1 et de l_2 .

Mesures à réaliser : Refaire les mêmes mesures effectuées précédemment pour les deux résistances fournies.

On réalise l'équilibre du pont avec une bonne précision quand le curseur est vers le milieu de la règle BD. On modifie R_a .

Calcul d'erreur : dans ce cas on a :

$$\frac{\Delta R_x}{R_x} = \frac{\Delta R_a}{R_a} + \frac{\Delta l_1}{l_1} + \frac{\Delta l_2}{l_2} \quad (5)$$

Sur l_1 et l_2 il y a une erreur de lecture et une erreur de repérage de zéro pour le courant qui passe dans le galvanomètre. Si Δl est la longueur de la plage du fil sur laquelle on peut considérer que l'intensité du courant reste égale à zéro on peut écrire :

$$\Delta l_1 = \Delta l_2 = \frac{\Delta l}{2} \quad (6)$$

Calculer à chaque fois R_x et ΔR_x . Regrouper les résultats dans le tableau suivant :

	R_a	l_1	l_2	R_x	Δl	$\Delta R_x/R_x$	ΔR_x	$R_x \pm \Delta R_x$
R_1								
R_2								

-interpréter les résultats.

V – Conclusion

TP N° 3// Oscilloscope Cathodique

1- Le but

Le but de cette manipulation est d'apprendre à effectuer diverses mesures de signaux à l'aide de l'oscilloscope.

2- rappel

L'oscilloscope est un appareil de mesure, il permet de visualiser les variations d'une tension en fonction du temps ou en fonction d'une autre tension. Il permet aussi de mesurer la fréquence des signaux alternatifs ainsi que le déphasage entre deux signaux.

3- procédés de mesures à l'aide de l'oscilloscope

3-1- mesure de tension

Pour mesurer une tension en utilisant l'une des deux voies de l'oscilloscope, il faudrait choisir un calibre de telle manière que l'amplitude du signal crête à crête occupe la majeure partie de l'écran sans dépassement (pour diminuer les causes d'erreur).

Exemple de mesure

Soit un signal $V_e(t)$ sinusoïdal que l'on applique à la voie 1 de l'oscilloscope où le commutateur de calibre est fixé sur 0.5 V/Cm. Sa valeur crête à crête est :

$V_e = \text{nombre de Cm (nb)} \times \text{calibre.}$

$V_e = 4\text{Cm} \times 0.5\text{V/Cm} = 2\text{V}$ crête à crête.

$V_{e_{\max}} = 2\text{V}/2 = 1\text{V}.$

3.2 Mesure de fréquence

Pour mesurer la fréquence d'un signal on choisit une position de la base de temps de telle manière que la période du signal occupe la majeure partie de la longueur de l'écran.

Exemple de mesure

Soit un signal V_e que l'on applique à la voie 1 de l'oscilloscope où le commutateur de calibre du temps est fixée sur 0.5 ms/cm.

$T = \text{nb} \times \text{calibre.}$

$T = 10\text{cm} \times 0.5 \text{ ms/cm.} = 5\text{ms} = 5 \cdot 10^{-3}$

d'où $F = 1/T = 0,2 \times 10^{-3} = 200\text{Hz.}$

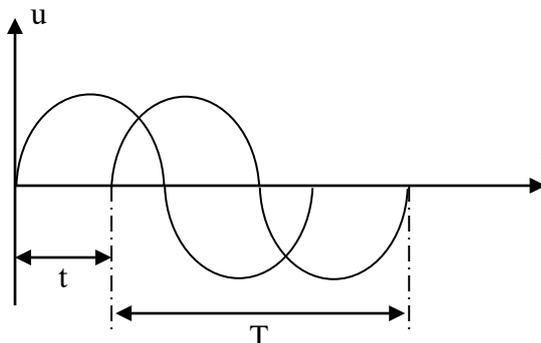
3.3 Mesure de déphasage

Pour pouvoir mesurer le déphasage entre deux signaux : il faudrait les observer simultanément. Pour cela les deux tensions doivent être prise par rapport à un même point qui est le point de masse.

Première méthode : méthode directe

Soit deux signaux dont l'un est déphasé par rapport à l'autre ; le déphasage (en degrés) est :

$$\varphi = \frac{t}{T} \times 360^\circ$$



Exemple de mesure :

Soient deux signaux V_e et V_s où V_s est en retard de phase par rapport à V_e , on a sur l'écran :

$T = 10 \text{ cm}$ et $t = 2.5 \text{ cm}$

$$\text{Donc } \varphi = \frac{t}{T} \times 360^\circ = \frac{2.5}{10} \times 360^\circ = 90^\circ$$

Deuxième méthode : méthode de Lissajous

a/ cas de deux signaux de même fréquence :

cette méthode consiste à obtenir des courbes dans un plan par déplacement d'un plan dont les coordonnées sont des fonctions d'un même paramètre.

Pour utiliser cette méthode, mettre l'oscilloscope en balayage horizontal.

Remarque : avant de faire les mesures, fixer le spot au milieu des axes (centre de l'écran).

$$X = V_e(t) = A \sin(\omega t)$$

$$Y = V_s(t) = B \sin(\omega t + \varphi)$$

Avec $a = 2Y_{x=0}$ et $b = 2Y_{\text{max}}$

On montre que $\sin(\varphi) = a/b$ donc : $\varphi = \arcsin(a/b)$

Exemple de mesure :

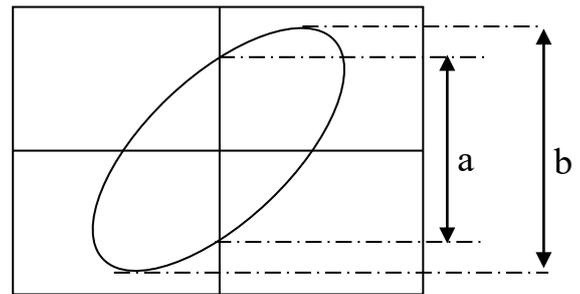
Soit l'ellipse en face où

$$a = 4 \text{ div} \text{ et } b = 6 \text{ div}$$

$$\text{donc : } \sin \varphi = a/b = 4/6 = 0.66$$

$$\text{d'où : } \varphi = \arcsin(0.66) = 0.72 \text{ rad}$$

$$0.72 \text{ rad} = 41^\circ$$



Cette méthode ne permet pas de connaître le sens du déphasage.

b/ cas de deux signaux de fréquences différentes :

On applique à la voie I et la la voie II de l'oscilloscope deux signaux de fréquences différentes et en mettant l'oscilloscope en balayage horizontal (Hor.ext) on obtient une courbe fermée. Si le rapport F_x/F_0 est une fraction irréductible (F_0 : fréquence de valeur fixe et F_x fréquence variable).

Donc on peut déterminer F_x si on connaît la valeur de F_0 par relation :

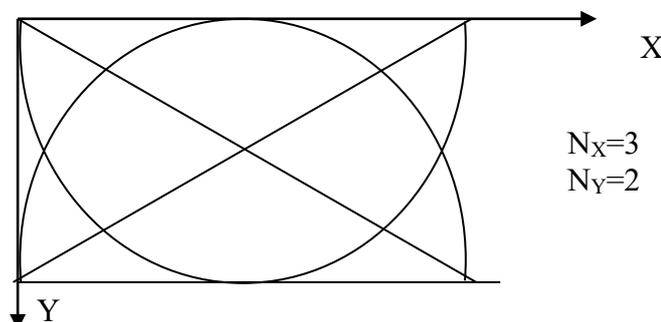
$$\frac{F_x}{F_0} = \frac{N_x}{N_y}$$

avec : N_x est le nombre de contacts de la courbe avec l'horizontal.

N_y est le nombre de contacts de la courbe avec le vertical.

Exemple :

Si $F_0 = 50 \text{ Hz}$ et $F_x = 75 \text{ Hz}$ on obtient la figure suivante :



1- Matériel nécessaire

- oscilloscope
- générateur de tension
- générateur de basse fréquence GBF
- résistance variable
- condensateur
- voltmètre

MANUPULATION

1- MESURE DE TENSION

A l'aide du générateur de tension, appliquer une tension alternative () à l'entrée de la voie 1 de l'oscilloscope :

- relever le signal par point sur une feuille millimétrique
- mesurer son amplitude crête à crête
- mesurer cette tension à l'aide d'un voltmètre
- porter ces valeurs sur le tableau 1.
- interpréter les résultats

V(générateur)			
Calibre V/Cm			
Nb. De Cm crête à crête			
V crête à crête (V)			
$V_{max} = V_c \text{ à } c/2v$			
V du voltmètre (V)			
$V_{eff} = V_{max} / \sqrt{2}$ (V)			

Tableau -1-

2- MESURE DE FREQUENCE

A l'aide du GBF, appliquer à l'entrée de la voie 1 de l'oscilloscope, un signal sinusoïdal, carré puis triangulaire : remplir le tableau -2-

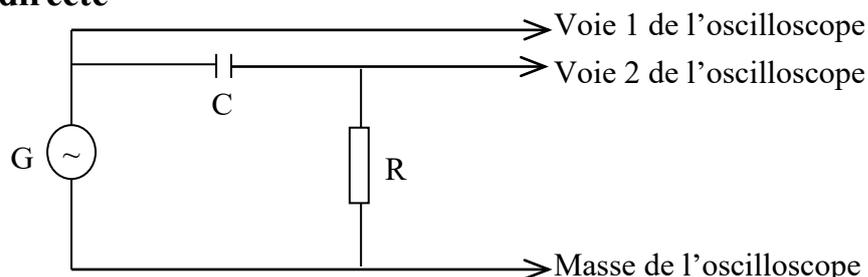
Signal	Sinusoïdal	Carré	Triangulaire
F (Hz) affichée sur GBF	200	400	1000
Calibre base de temps ms/cm			
NB. De Cm sur période			
T(s)			
$F=1/T(\text{Hz})$			

Tableau -2-

- Interpréter les résultats

3 – MESURE DE DEPHASAGE

a- méthode directe



- réaliser le montage de la figure 4 ou G est un générateur de tension alternative réglé à 6V, c'est une capacité de valeur égale à 1 μ f et R est résistance variable.
- Faire varier la résistance selon le tableau 3 et déterminer le déphasage pour chaque valeur de R.

R(K Ω)			
T(cm)			
t(cm)			
$\varphi = t/T*360^\circ$			

Tableau -3-

- Interpréter les résultats.

b- méthode de Lissajous

Pour le même montage que celui de la figure 4, déterminer le déphasage selon le tableau -4-

R(K Ω)			
a(cm)			
b(cm)			
$\sin \varphi = a/b$			
$\varphi = \arcsin(a/b) (^\circ)$			
Φ (rad)			

Tableau -4-

- interpréter les résultats.

c- Que devient le déphasage si R augmente indéfiniment ?

4- ÉTALONNAGE D'UN GBF

Il s'agit de vérifier la précision de l'étalonnage en fréquence d'un GBF de fréquence F_X (variable) en prenant comme référence F_0 d'un générateur de tension qui est de 50Hz fixe pour cela :

- Mettre l'oscilloscope en balayage horizontale et le signal du générateur
- envoyer le signal de GBF sur la voie I de l'oscilloscope et le signal du générateur de tension sur la voie II, puis faire varier la fréquence du GBF selon le tableau 5 jusqu'à obtenir une figure stable sur l'écran, relever N_X et N_Y .

F(Hz) affiché				
N_X				
N_Y				
N_X/N_Y				
$F_X=f_0*N_X/N_Y$				
Forme de la courbe				

Tableau -5-

- Interpréter les résultats.

TP N° 4 // CHARGE ET DECHARGE D'UN CONDENSATEUR

I- But

Le but essentiel de cette manipulation est :

- d'étudier la charge et la décharge d'un condensateur a travers une résistance
- d'observer à l'oscilloscope ce processus.

II- Principe

1^{eme} partie CHARGE D'UN CONDENSATEUR

Soit un générateur de F.e.m E et de résistance interne négligeable monté en série avec un interrupteur à deux positions, R une résistance et un condensateur de capacité C .

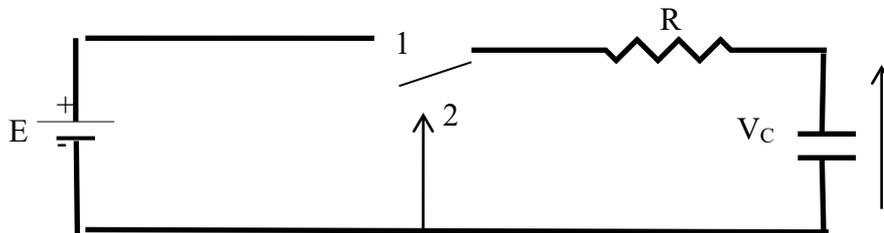


Fig.1.

L'interrupteur en position 1 :

L'application de la loi de Kirchhoff au circuit RC nous permet d'écrire l'équation différentielle suivante :

$$Ri + \frac{1}{C} \int idt = E \quad \text{avec : } i = \frac{dq}{dt} \quad \text{et } q = CV$$

$$d'ou \quad R \frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = E \quad \text{ou bien } RC \frac{dv}{dt} + v = E$$

Si on prend comme condition initiale $q_0=0$ (q_0 charge à $t=0$) on aura comme solution :

$$q(t) = CE(1 - e^{-t/\tau})$$

$$v(t) = E(1 - e^{-t/\tau}) \quad \text{Où } \tau = RC : \text{ appelée la constante de temps du}$$

$$i(t) = \frac{E}{R} e^{-t/\tau}$$

circuit. Elle est exprimée en seconde (si C est exprimé en Farads et R en Ohms).

Conclusion : Le condensateur est complètement chargé lorsque ($t \rightarrow \infty$) c.-à-d.

Lorsque $e^{-t/\tau} \rightarrow 0$.

2^{eme} partie DECHARGE D'UN CONDENSATEUR

Après un temps $t \gg \tau$ la charge au bornes du condensateur est $q_0=CE$.

L'interrupteur en position 2 :

Le condensateur se décharge à travers la résistance R, créant ainsi un courant d'intensité i, de sens contraire au courant de charge pris comme sens positif.

En appliquant la loi de Kirchhoff, on obtient :

$$R \frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = 0 \quad \text{avec} \quad i = \frac{dq}{dt}$$

Avec la condition initiale : $q_0 = q_{t=0} = CE$ et après intégration on aura :

$$q(t) = CE e^{-t/\tau}$$

$$v(t) = E e^{-t/\tau}$$

$$i(t) = -\frac{E}{R} e^{-t/\tau}$$

Les fonctions pour la charge et la décharge du condensateur sont représentées par la fig (2) et les courants correspondants par la fig(3)

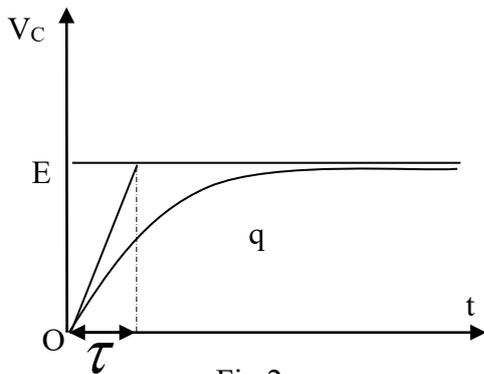


Fig.2.

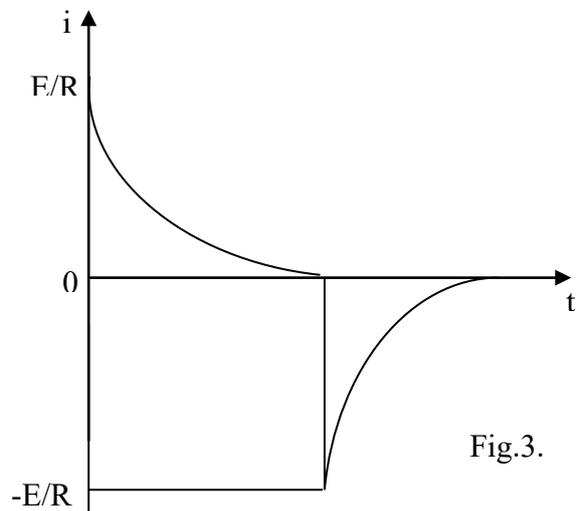


Fig.3.

τ est déterminé graphiquement en prenant le point d'intersection de la tangente à l'origine avec l'asymptote à la courbe représentative fig(4)

Remarque : il est évident, par changement d'axes, que le résultat est le même.

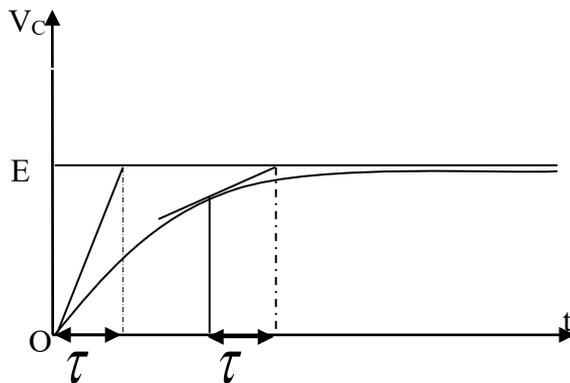


Fig.4.

Dans un circuit RC série la tension d'alimentation est un signal en créneaux symétrique de période T fig(5) .

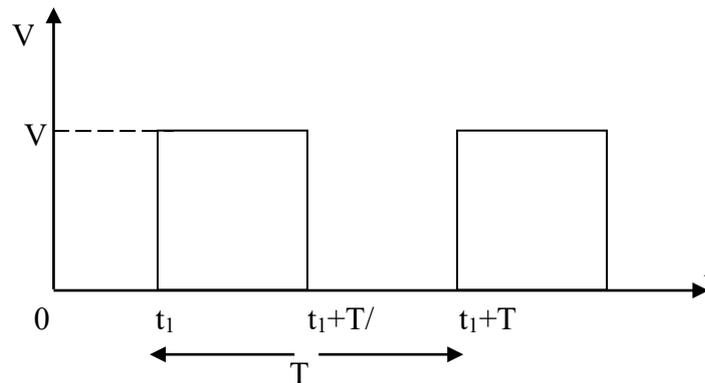


Fig.5.

Pendant l'alternance positive le condensateur va se charger et pendant l'alternance négative le condensateur se décharge à travers R.

-Si $\tau \ll T/2$ le condensateur se charge jusqu'à la tension max du signal d'entrée, et se décharge jusqu'à la tension min.

-Si $\tau \gg T/2$ la charge du condensateur est incomplète lorsque sa décharge commence.

3^{eme} partie Observation à l'oscilloscope

Mettre l'oscilloscope en balayage horiz(Hor-ext). Fixer le spot au milieu des axes calibre voie 1.

- Pour enregistrer $\vartheta(t)$, tension au bornes du condensateur en fonction du temps, il suffit de relier les bornes du condensateur à la voie (1).
- Pour enregistrer $i(t)$, intensité du courant qui traverse R, il suffit de brancher les bornes de R à la voie (2).

III- Manipulation

1/ Matériel utilisé :

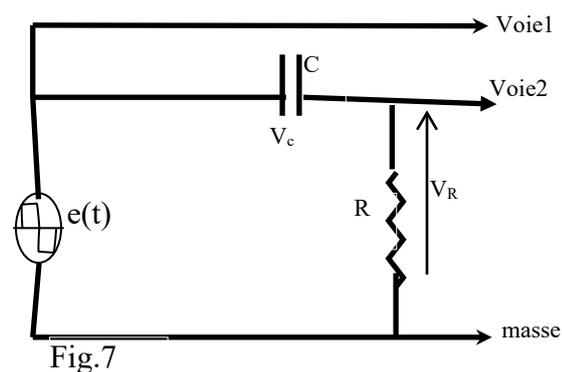
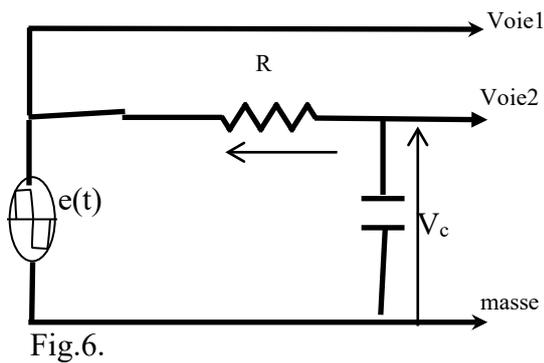
01 oscilloscopes

01 Générateur basse fréquence (GBF)

01 Boite de résistance

01 Boite de condensateur

2/ Schémas de Montage :



3/ Travail à faire

Réaliser le montage de la figure 6.

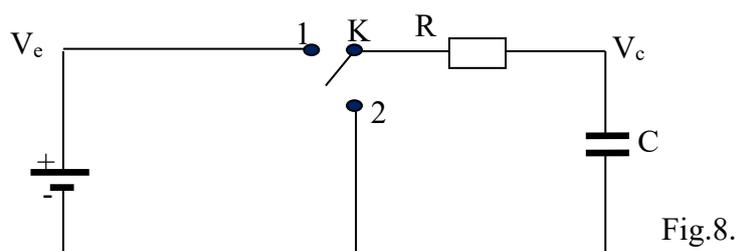
En prenant $R=4k\Omega$, $C=0.1\mu F$, $f=100Hz$. Visualiser la tension ϑ_e (d'entrée) et ϑ_c .

1. Evaluer la constante de temps d'après les courbes obtenues.
2. Faire varier R ou C, dessiner les différentes courbes et commenter les résultats.

Réaliser le montage de la figure (7) et refaire la même chose pour le courant

3. Comparer ces graphes
4. Que représente τ ?
5. Que peut-on conclure ?

4/ enregistrement sur la table traçante



- 1- Réaliser le montage de la fig(8) avec $R=4K\Omega$, $C=470\mu F$ et $E=12V$.
- 2- Relier la tension prise aux bornes de la capacité (V_c) à l'entrée de la table traçante ($1V/cm$). fixer la vitesse du déroulement du papier sur 12.5 cm/mn .
- 3- Mettre K en position (2) pour fixer le zéro du curseur de la table traçante.
- 4- Mettre K en position (1) pour charger le condensateur (attendre jusqu'à la charge complète) puis pour le décharger mettre K en position (2).
- 5- Déterminer sur le graphe obtenu le temps de charge et le temps de décharge du condensateur (τ).
- 6- Comparer le résultat obtenu avec le résultat calculé ($\tau = R.C$).