

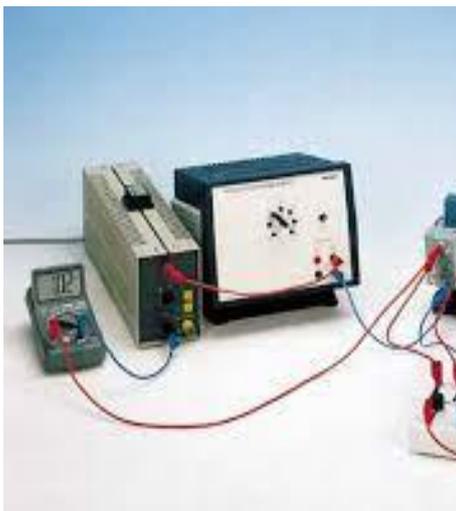
République algérienne démocratique et populaire
Ministre de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université de Saida– Dr. Moulay Tahar
Faculté des Sciences
Département de physique



**Résolution Travaux Pratiques de
Physique II –Electricité-**

Elaboré Par :

Dr. Djaafri Tayeb
Dr. Djaafri Abdelkader
Dr. Zamouli Mostefa



Avant-propos

Le présent ouvrage est un recueil de travaux pratiques de physique adressé essentiellement aux étudiants de 1^{ère} année licence (LMD) en sciences et en technologie et à d'autres spécialités éventuellement. Ce polycopié est élaboré dans le but de faciliter à l'étudiant l'assimilation et la compréhension des travaux pratiques de physique réalisés au laboratoire et à ceux postés sur la plateforme Moodle. Ce polycopié s'articule autour de onze parties. Le premier TP est la chute libre, il comporte une étude du travail d'une force constante pendant la chute d'une bille en interaction avec la Terre. La deuxième partie « pendule simple » est consacrée à vérifier l'expression de la période des oscillations et la détermination de l'accélération terrestre. La troisième partie est consacrée à l'étude des caractéristiques d'un tir oblique réel et vérifier la correspondance entre calculs et mesures pour la portée du tir. Dans La quatrième partie « Roue de Maxwell » on expose l'étude de la conservation de l'énergie et du moment d'inertie. La cinquième partie « théorème de Huygens » concerne l'étude de la constante de torsion du ressort utilisé dans l'expérience et la détermination du moment d'inertie. Dans La sixième partie « Loi de Kirchhoff » on vérifié la loi des nœuds et des mailles. La septième partie « association des résistances » est dédié à la détermination des résistances équivalentes d'un ensemble de résistances associées en série et en parallèle. La huitième partie « Mesure des capacités » concerne l'étude du deux phénomène électrique (la charge et la décharge) et la détermination de la valeur de la capacité équivalente d'un ensemble de capacités en série et en parallèle. La neuvième partie « pont de Wheatstone » décrit les méthodes possible pour déterminer la valeur d'une résistance inconnue. La dixième partie « charge et décharge d'un condensateur » présente l'étude de l'évolution de la charge et la décharge d'un condensateur de capacité C à travers une résistance R . La onzième partie « le transistor » illustre le fonctionnement d'un transistor.

Tables des matières

TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE II « ELECTRICITE »

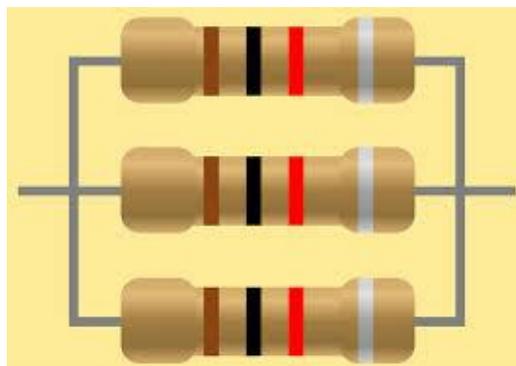
TP 1	MESURES DE RESISTANCES-LOIS D'ASSOCIATION.....	04
TP 2	MESURES DE CAPACITES-LOIS D'ASSOCIATION.....	11
TP 3	PONT DE WHEATSTONE.....	22
TP 4	CHARGE ET DECHARGE D'UN CONDENSATEUR.....	28
TP 5	ETUDE D'UN TRANSFORMATEUR.....	35

TP 1

Mesures de résistances Lois d'association



- *Mesurer des résistances électriques par diverses méthodes.*
- *Savoir comment on peut remplacer deux résistances en série ou deux résistances en parallèle par une résistance unique et avoir les mêmes effets sur le reste du circuit.*



1.1 Matériel utilisé

- (01) Résistances : AOIP $\times 10^2$, AOIP $\times 10^3$
- (01) Alimentation continue réglable (0 à 30V)
- (01) Voltmètre
- (01) Ampèremètre
- (01) Ohmmètre
- (10) Câbles d'expérimentation

1.2 ETUDE EXPERIMENTALE

1.2.1 Mesures à l'ohmmètre

▪ Préparation

On dispose de deux résistances R_1 et R_2 qui ont les caractéristiques suivantes :

R_1 : 1 k Ω ;

R_2 : 2 k Ω ;

▪ Montage

Réaliser le montage suivant :

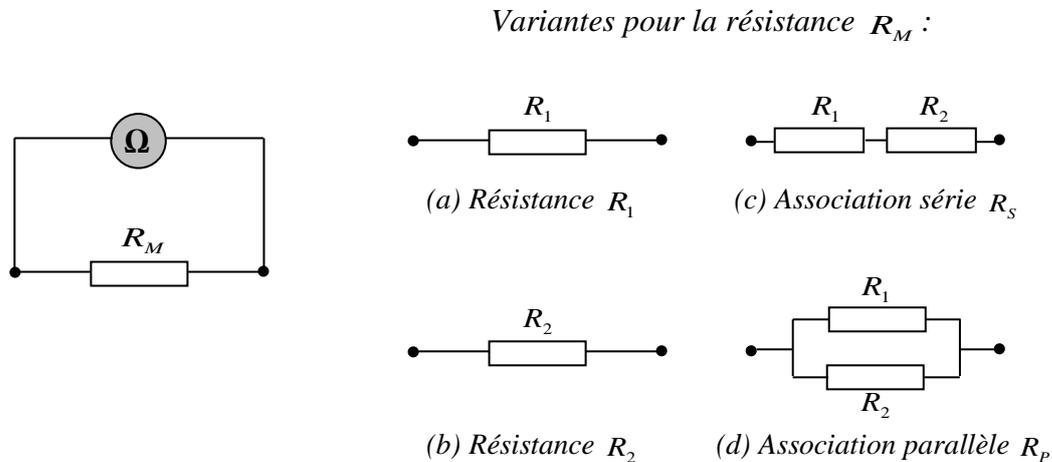


Figure 1. 1 : Mesure de résistances à l'ohmmètre

R_S est la résistance équivalente à l'association en série;

R_p est la résistance équivalente à l'association en parallèle;

1.2.2 Mesures

2. Mesurer R_1 et R_2
3. Les associer en série (Figure 1.1 (c)), mesurer la résistance totale R_S .
4. Les associer en parallèle (Figure 1.1 (d)), mesurer la résistance totale R_P .
5. Vérifier les lois d'associations.

1.3 Mesures à partir des caractéristiques

1.3.1 Schéma du montage

Le montage ci-contre permettra de tracer la caractéristique $U = f(I)$ d'une résistance. On mesure la tension U aux bornes de la résistance R_M lorsqu'il est traversé par un courant I .

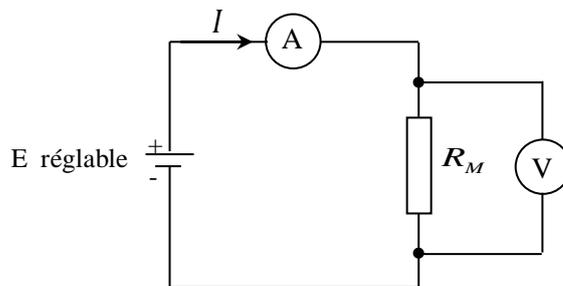


Figure 1. 2 : Mesure de résistances à partir des caractéristiques

1.3.2 Manipulation

▪ Montage

Réaliser le montage de la Figure 1.2.

▪ Mesures et interprétations

1. On fait varier la tension du générateur suivant les valeurs reportées sur le tableau ci-dessous, on obtient :

U (V)	0	5	10	15	20	25
I (mA)	0	4.95	9.95	14.95	19.95	24.95

Tableau 1.1. Mesure de résistance R_1

U (V)	0	5	10	15	20	25
I (mA)	0	2.45	4.95	7.45	9.95	12.45

Tableau 1.2. Mesure de résistance R_2

U (V)	0	5	10	15	20	25
I (mA)	0	1.65	3.35	4.95	6.65	8.35

Tableau 1.3. Mesure de résistance R_s (en série)

U (V)	0	5	10	15	20	25
I (mA)	0	7.57	15.15	22.72	30.30	37.88

Tableau 1.4. Mesure de résistance R_p (en Parallèle)

2. Les variations de l'intensité du courant (I) en fonction de la tension (U) sont reportées sur la figure 1.3.
3. A partir de ces courbes, on peut déterminer les valeurs des résistances R_1, R_2, R_s et R_p en calculant les pentes.

D'après l'allure des caractéristiques obtenues, on peut remarquer qu'il y a une dépendance linéaire entre U et I . on peut écrire :

$$U = AI$$

D'après la loi d'Ohm :

$$U = RI$$

A partir des deux relations on a :

$$\begin{cases} U = RI \\ U = AI \end{cases} \Rightarrow R = A$$

A représente la pente de la droite.

$$A = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

- i. En relève les abscisses et les ordonnées de deux points aléatoire de la première droite et on calcul la pente:

$$A_1 = \frac{22.89 - 1.678}{22.79 - 1.672}$$

$$A_1 \approx 1.10^{+3} \Omega$$

$$A_1 = R_1 \approx 1 \text{ k}\Omega$$

- ii. *En relève les abscisses et les ordonnées de deux points aléatoire de la deuxième droite et on calcul la pente:*

$$A_2 = \frac{22.746 - 1.956}{11.356 - 0.971}$$

$$A_2 \approx 2.10^3 \Omega$$

$$A_2 = R_2 \approx 2 \text{ k}\Omega$$

- iii. *En relève les abscisses et les ordonnées de deux points aléatoire de la troisième droite et on calcul la pente:*

$$A_s = \frac{23.323 - 1.812}{7.785 - 0.595}$$

$$A_s \approx 3.10^3 \Omega$$

$$A_s \approx 3 \text{ k}\Omega$$

- iv. *En relève les abscisses et les ordonnées de deux points aléatoire de la quatrième droite et on calcul la pente:*

$$A_p = \frac{22.89 - 2.177}{34.7349 - 3.361}$$

$$A_p \approx 0,66 \cdot 10^3 \Omega$$

$$A_p \approx 0,66 \text{ k}\Omega$$

4. On Vérifie les lois d'associations :

1. Association en série

$$R_s = R_1 + R_2$$

$$R_s = 1 \cdot 10^3 + 2 \cdot 10^3$$

$$R_s = 3 \cdot 10^3 \Omega$$

$$R_s = 3 \text{ k}\Omega$$

Ce résultat est similaire à ce trouvé a partir des courbes de la figure 1.

2. Association en parallèle

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{1 \cdot 10^3} + \frac{1}{2 \cdot 10^3}$$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{2 \cdot 10^3 + 1 \cdot 10^3}{1 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^3}$$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{3 \cdot 10^3}{2 \cdot 10^6}$$

$$R_p = \frac{2}{3} 10^3 \Omega$$

$$R_p \approx 0.66 \text{ k}\Omega$$

Le résultat obtenu est comparable à ce trouvé à partir des courbes de la figure 1.

5. La loi d'Ohm aux bornes d'un conducteur ohmique de résistance R est donnée par la relation :

$$U = RI$$

6. Conclusion :

Il y a plusieurs sources d'erreurs

- Erreurs sur les valeurs des tensions
- Erreurs sur les valeurs de l'intensité du courant
- Erreurs sur les valeurs des tensions
- Présence des résistances dans les fils et les appareils de mesure.

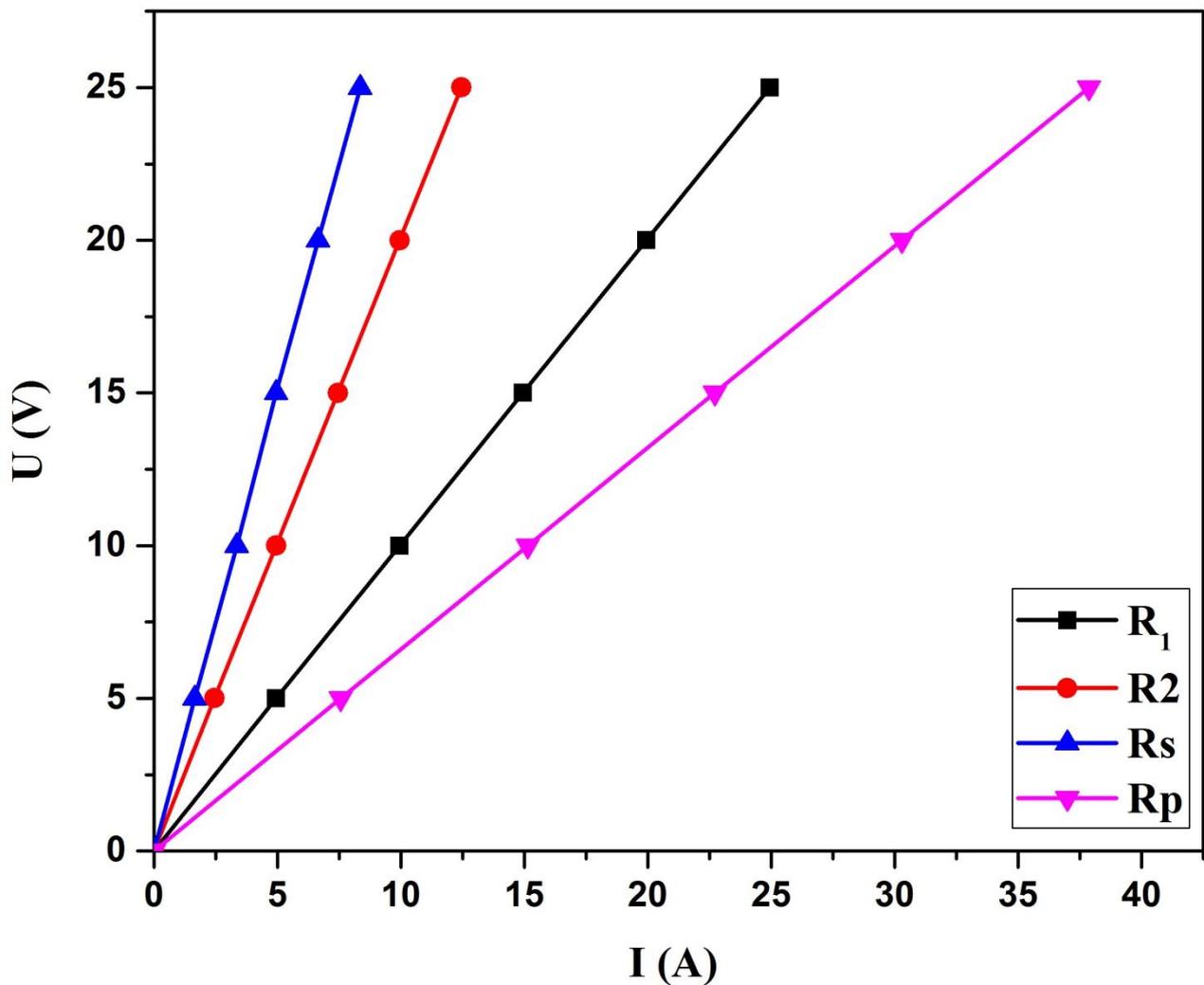


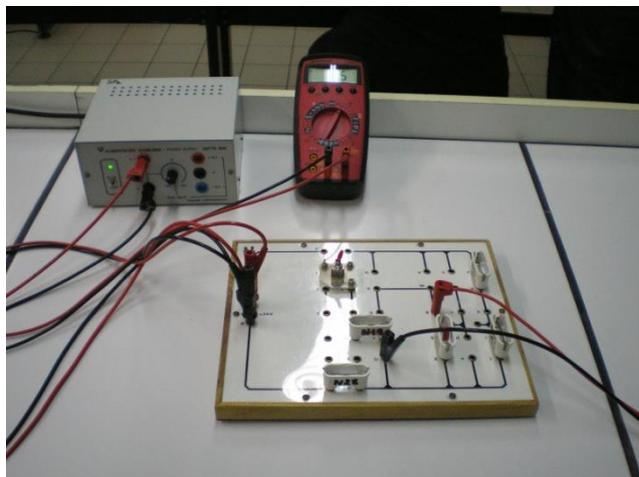
Figure 1.3 : variation de U en fonction de I

TP 2

Mesures de capacités Lois d'association



- *Mesure de la courbe de charge d'un condensateur et en déduire graphiquement la valeur de sa capacité.*
- *Mesure de la courbe de charge de condensateurs montées en série (et en parallèle) et en déduire graphiquement la valeur de ses capacités équivalentes.*
- *Vérifier les lois d'association de deux condensateurs en série et en parallèle.*



2.1 Matériel utilisé

- (01) Résistances : $100\text{k}\Omega$
- (02) Condensateur de capacité $470\mu\text{F}$
- (01) Alimentation continue réglable (0 à 30V)
- (01) Voltmètre
- (01) Chronomètre
- (01) LC mètre
- (10) Câbles d'expérimentation
- (01) Jeu de 10 cavaliers
- (01) Plaque perforée

2.2 RAPPEL THEORIQUE

2.2.1 Etude de la charge d'un condensateur

Le montage de la Figure 2.1 permet de charger le condensateur C à l'aide de a source de tension E au travers la résistance R . Le temps de charge est d'autant plus long que :

- la valeur de la résistance R est grande
- la capacité C du condensateur est forte

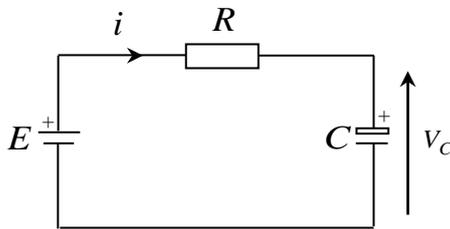


Figure 2. 1 : Charge d'un condensateur

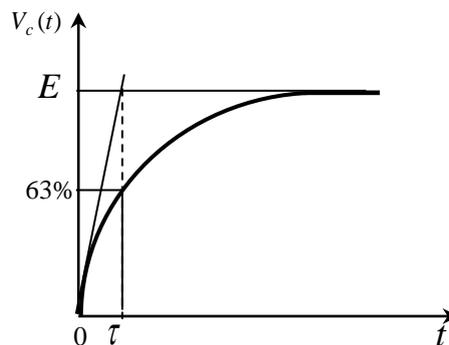


Figure 2. 2 : Courbe de la tension aux bornes du condensateur (charge)

2.2.2 Mesure de la constante de temps

Deux méthodes pour mesurer la constante de temps τ

- *Méthode 1: La pente à l'origine*

On trace la tangente au début de la charge. Au point d'intersection de la tangente et de l'asymptote rejoindre verticalement l'axe des temps et y lire le temps "t". Il s'agit la constante de temps $\tau = RC$.

- **Méthode 2:** L'abscisse à 63% de la valeur finale

τ est le temps que met la tension v_c pour atteindre 63% de sa valeur maximum.

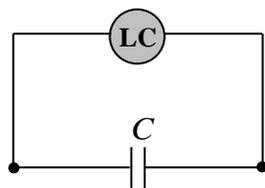
2.3 ETUDE EXPERIMENTALE

2.3.1 Mesures au capacimètre (LC mètre)

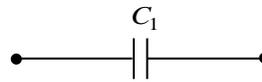
2.3.1.1 Manipulation

- **Montage**

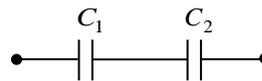
Réaliser le montage suivant :



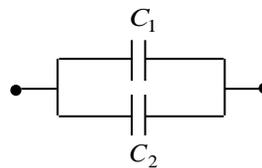
Variantes pour le condensateur C :



(a) Condensateur C_1



(b) Association série



(c) Association parallèle

Figure 2.3 : Mesure de capacités au capacimètre

2.3.1.2 Mesures

1. Mesurer la capacité du condensateur C
2. Les associer en série (Figure 2.3 (b)), mesurer la capacité équivalente.
3. Les associer en parallèle (Figure 2.3 (c)), mesurer la capacité équivalente.
4. Vérifier les lois d'associations.

2.4 Etude de la charge d'un condensateur : Détermination de sa capacité

2.4.1 Schéma du montage

Soit le schéma du montage suivant :

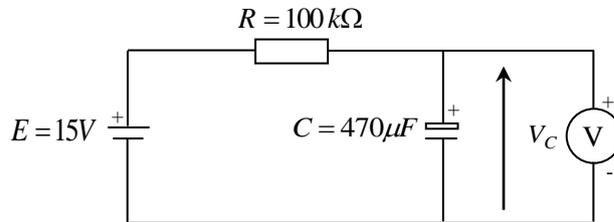


Figure 2 .4 : *Mesure de la courbe de la charge d'un condensateur*

2.4.2 Préparation

- On règle la tension d'entrée E sur exactement $15V$.
- Avant de le brancher, prendre soin de décharger le condensateur en le court-circuitant avec un petit fil pendant environ $5s$.

2.4.3 Montage

- On réalise le montage de la Figure 2.4. Vérifier la bonne polarité de la source de tension, de condensateur et des appareils de mesure et sélectionner la bonne gamme de mesure.
- L'expérience commence à la mise sous tension de la source.
- Le chronomètre est déclenché à la mise sous tension.
- On note les durées nécessaires pour atteindre les tensions indiquées dans le tableau 2.1.

V_c (V)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
t (s)	3,2	6,7	10,5	14,6	19,0	24,0	29,5	35,8	43,1	51,6	62,1	75,6

Tableau 2.1

2.5 Exploitation des résultats

1. On représente graphiquement la courbe de charge $v_c(t)$ sur un papier millimétré.
2. Au point $t = 0s$, placer la tangente sur la courbe de charge. Dessiner l'asymptote sur cette courbe.
3. On déduit la constante de temps $\tau = RC$.

On utilisant l'asymptote et la tangente on obtient :

$$\tau = 47 \text{ s}$$

4. On calcule la valeur du condensateur C .

$$\tau = RC$$

$$C = \frac{\tau}{R}$$

$$C = \frac{47}{10^5}$$

$$C = 470 \mu F$$

5. Le calcul de la constante de temps $\tau = RC$ avec les valeurs nominales des composants.

$$\tau = RC$$

$$\tau = 10^5 \cdot 470 \cdot 10^{-6}$$

$$\tau = 47s$$

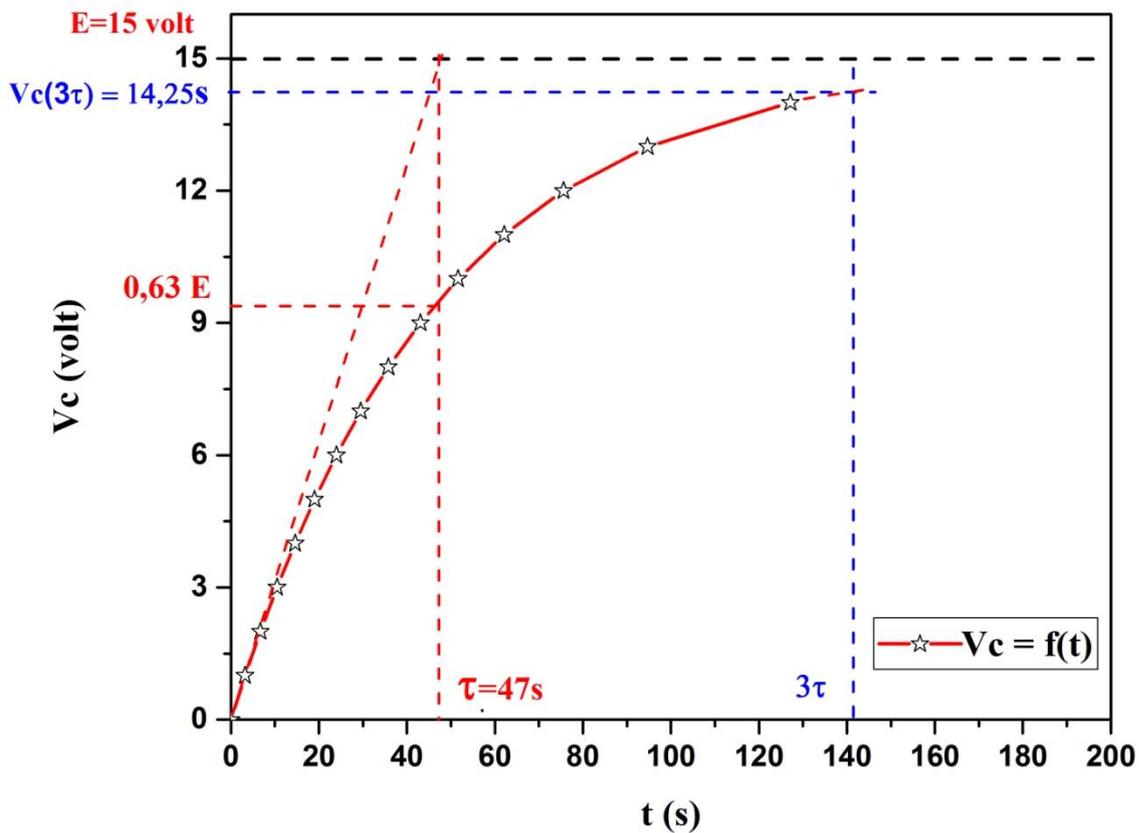


Figure 2.5 : la variation de V_c en fonction du temps t

2.6 Association de condensateurs

2.6.1 Association en série

2.6.1.1 Schéma du montage

Soit le schéma du montage suivant :

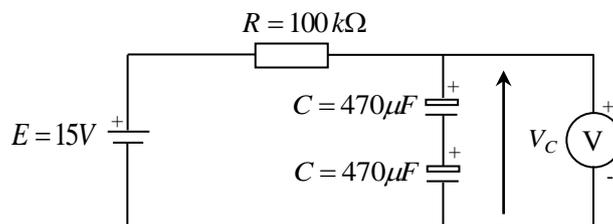


Figure 2. 6 : Mesure de la courbe de la charge de deux condensateurs en série

2.6.1.3 Préparation

- On régler la tension d'entrée E sur exactement 15V .

- Avant de les brancher, prendre soin de décharger les condensateurs en les court-circuitant avec un petit fil pendant environ 5s.

2.6.2 Montage

- On réalise le montage de la Figure 2.6. et on vérifie la bonne polarité de la source de tension, des condensateurs et des appareils de mesure et sélectionner la bonne gamme de mesure.
- L'expérience commence à la mise sous tension de la source.
- Le chronomètre est déclenché à la mise sous tension.
- On note les durées nécessaires pour atteindre les tensions indiquées dans le tableau 2.2.

V_c (V)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
t (s)	1,6	3,4	5,2	7,3	9,5	12	14,8	17,9	21,5	25,8	31,1	37,8	47,4

Tableau 2.2

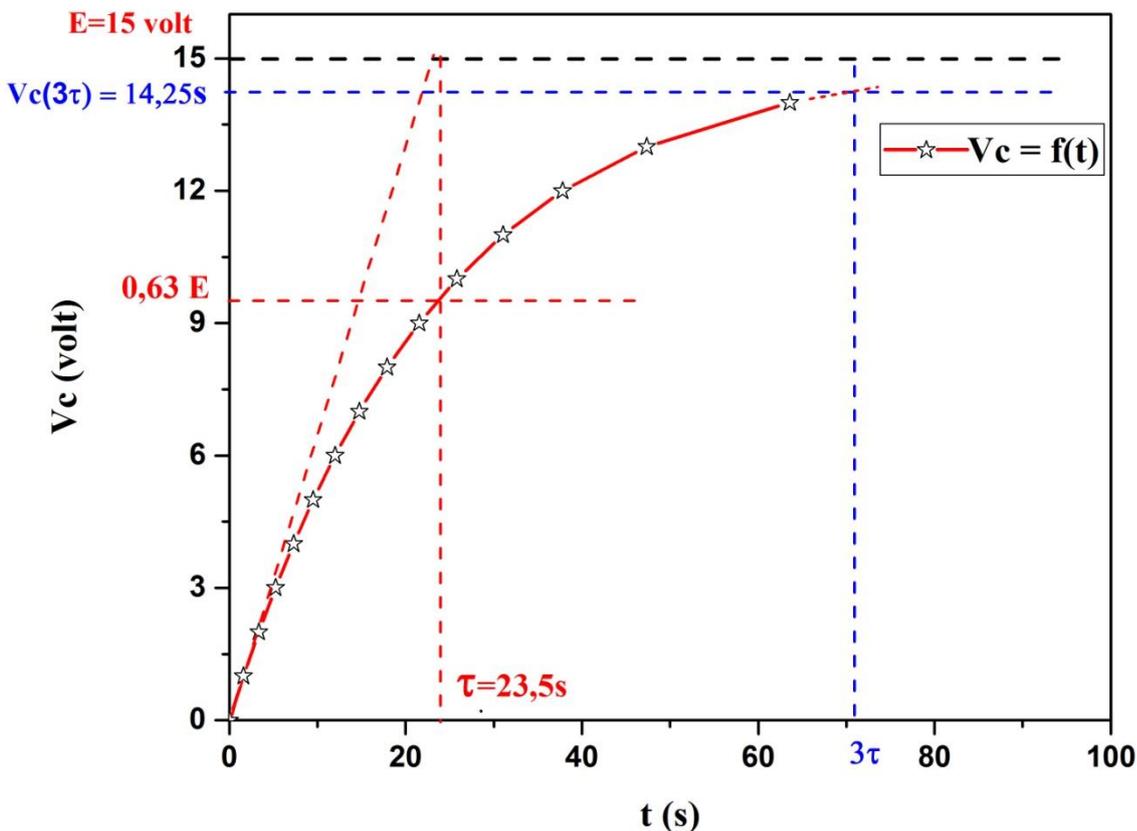


Figure 2.7 : variation de V_c en fonction du temps t

2.7 Figure Exploitation des résultats

1. la courbe de charge $V_c(t)$ est représentée sur la figure 2.7.
2. Au point $t=0s$, placer la tangente sur la courbe de charge. Dessiner l'asymptote sur cette courbe.
3. On déduit la constante de temps $\tau_s = RC_s$ à partir de la courbe

$$\tau = 23,5s$$

4. On calcule la valeur du condensateur équivalent C_s .

$$C_s = \frac{\tau}{R}$$

$$C_s = \frac{2.35}{10^5}$$

$$C_s = 2.3510^{-5}$$

$$C_s = 235 \cdot 10^{-6}$$

$$C_s = 235\mu F$$

2.8 Conclusion

1. A partir des résultats obtenus, on peut déduire la loi d'association en série de deux condensateurs.

$$\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

$$\frac{1}{C_s} = \frac{1}{470 \cdot 10^6} + \frac{1}{470 \cdot 10^6}$$

$$C_s = \frac{470 \cdot 10^6}{2}$$

$$C_s = 235 \cdot 10^6 F$$

$$C_s = 235\mu F$$

2.9 Association en parallèle

2.9.1 Schéma du montage

Soit le schéma du montage suivant :

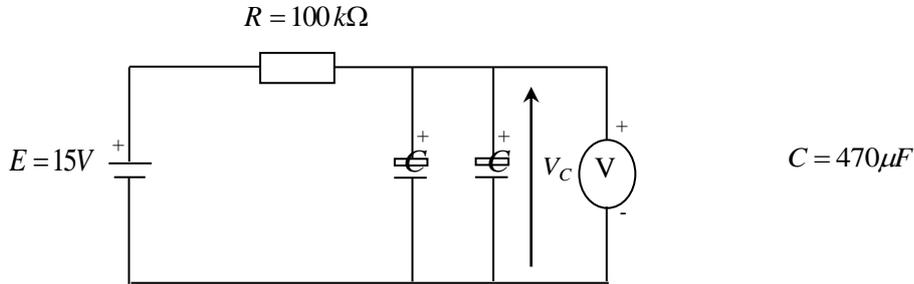


Figure 2. 8 : *Mesure de la courbe de la charge de deux condensateurs en parallèle*

2.9.2 Préparation

- On règle la tension d'entrée E sur exactement $15V$.
- Avant de les brancher, prendre soin de décharger les condensateurs en les court-circuitant avec un petit fil pendant environ $5s$.

2.9.3 Montage

- On réalise le montage de la Figure 2.8. Vérifier la bonne polarité de la source de tension, des condensateurs et des appareils de mesure et sélectionner la bonne gamme de mesure.
- L'expérience commence à la mise sous tension de la source.
- Le chronomètre est déclenché à la mise sous tension.
- On note les durées nécessaires pour atteindre les tensions indiquées dans le tableau 2.3.

V_c (V)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
t (s)	6.4	13.4	21	29.2	38.1	48.1	59	71.6	86.2	103.2	124.2	151.2

Tableau 2.3

2.10 Exploitation des résultats

1. la courbe de charge $V_c(t)$ est représentée sur la figure 2.9.
2. Au point $t = 0s$, on place la tangente sur la courbe de charge. Dessiner l'asymptote sur cette courbe.
3. On peut déduire la constante de temps $\tau_p = RC_p$ à partir de la courbe en utilisant l'asymptote et la tangente.

$$\tau \approx 94s$$

4. On calcule la valeur du condensateur équivalent C_p .

On a :

$$\tau_p = RC_p$$

$$C_p = \frac{\tau_p}{R}$$

$$C_p = \frac{94}{10^5}$$

$$C_p = 94 \cdot 10^{-5}$$

$$C_p = 940 \mu F$$

2.11 Conclusion

1. On peut déduire la loi d'association en parallèle de deux condensateurs.

$$C_p = C_1 + C_2$$

$$C_p = 470 \cdot 10^{-6} + 470 \cdot 10^{-6}$$

$$C_p = 940 \cdot 10^{-6} F$$

$$C_p = 940 \mu F$$

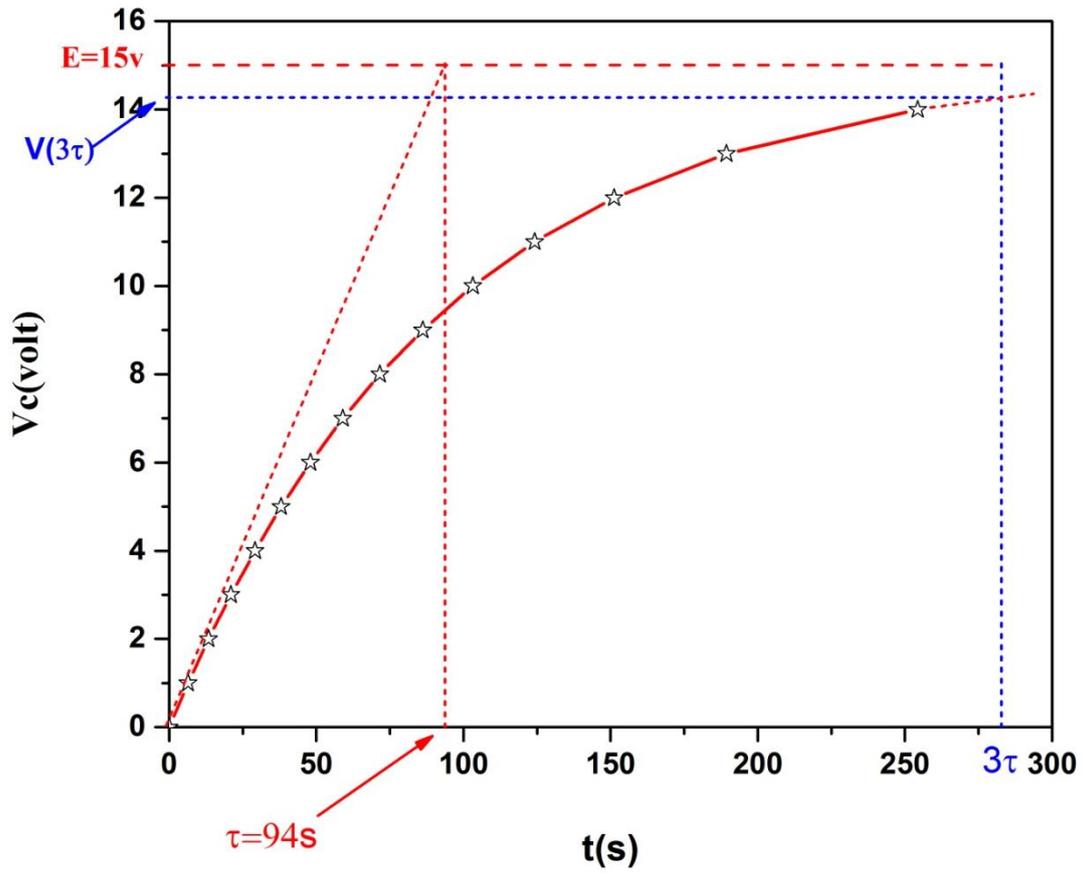
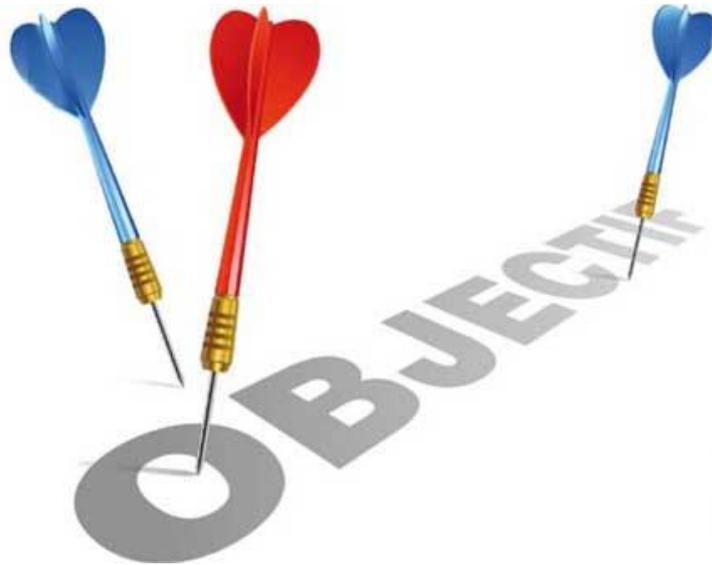


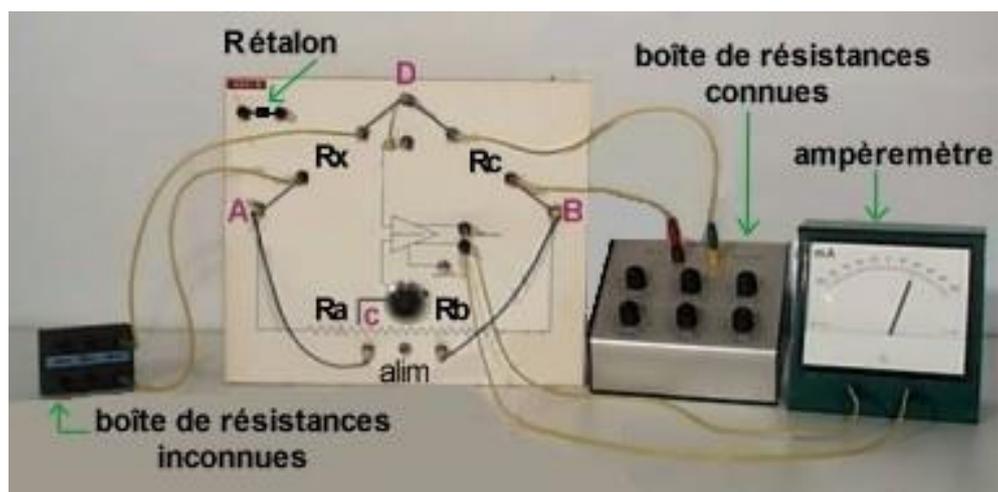
Figure 2.9: variation de V_c en fonction du temps t .

TP 3

Pont de Wheatstone



- *Etude d'un pont de mesure.*
- *Mesure de la tension diagonale*
- *Compensation à zéro du pont de mesure*



3.1 Matériel utilisé

- (01) Résistances : 47Ω , $2 \times 100\Omega$, R_{x1} , R_{x2} , R_{x3}
- (01) Potentiomètre $1k\Omega$,
- (01) Alimentation continue réglable (0 à 30V)
- (01) Voltmètre
- (01) Galvanomètre à aiguille
- (01) Galvanomètre à spot lumineux
- (01) Ecouteur
- (10) Câbles d'expérimentation
- (01) Jeu de 10 cavaliers
- (01) Plaque perforée

3.2 RAPPEL THEORIQUE

Le pont de Wheatstone a été prévu à l'origine pour la mesure de résistance.

On associe quatre résistances R_x , R_1 , R_2 et R_3 .

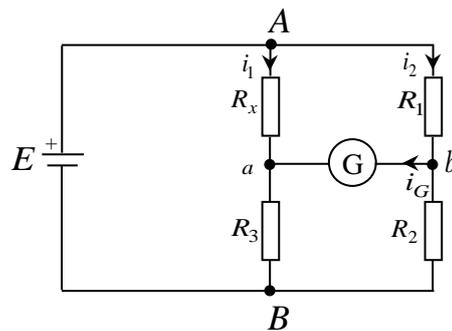


Figure 3.1 : Pont de Wheatstone composé de résistances fixes

En agissant sur les résistances R_1 , R_2 et R_3 , il est possible d'annuler le courant i_G dans le galvanomètre (un écouteur pourra être utilisé tant qu'indicateur de zéro sensible). On dit que le pont est équilibré. On a : $V_{Aa} = V_{Ab} \Rightarrow R_x i_1 = R_1 i_2$

$$\frac{R_x E}{R_x + R_3} = \frac{R_1 E}{R_1 + R_2} \Rightarrow R_x R_2 = R_1 R_3 \Rightarrow \boxed{R_x = \frac{R_1}{R_2} R_3}$$

3.3 ETUDE THÉORIQUE

Le pont de Wheatstone consiste en un circuit électrique comportant trois résistances connues et une quatrième à déterminer, alimentées par un générateur de courant continu E . Considérant alors le circuit de la figure ci-dessous où R_1 et R_2 sont des résistances de rapport connu, R_v est une résistance réglable connue et R_x est une résistance inconnue. Les deux points C et D sont reliés à un galvanomètre qui mesure la différence de potentiel ou l'intensité du courant entre ces deux points formant ainsi un pont.

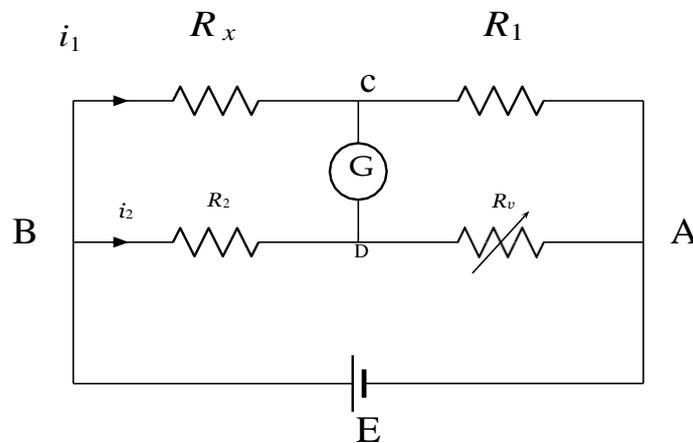


Figure 3. 2. Pont de Wheatstone composé d'un potentiomètre et de résistances fixes

Pour déterminer la valeur de la résistance inconnue R_x , il faut ajuster la résistance variable R_v dans le pont jusqu'à ce qu'on annule l'intensité du courant entre les deux branches du pont. Donc, en agissant sur les résistances R_1 , R_2 et R_v , il est possible d'annuler le courant dans le galvanomètre. On dit alors que le pont est équilibré. Dans ce cas on peut écrire :

$$V_C - V_D = 0 \Rightarrow V_C = V_D$$

Cela permet d'appliquer la loi d'Ohm aux bornes de R_1 et R_2 :

$$V_A - V_D = R_2 I_2 \Rightarrow V_A - V_C = R_1 I_1$$

d'où :

$$R_1 I_1 = R_2 I_2$$

$$I_2 = \frac{R_1 \cdot I_1}{R_2}$$

D'autre part :

$$V_c - V_B = R_x I_1 \Rightarrow V_v - V_B = R_v I_2$$

donc:

$$R_x I_1 = R_v I_2$$

$$I_2 = \frac{R_x I_1}{R_v}$$

A l'équilibre du pont, les quatre résistances sont donc telles que :

$$\frac{R_x}{R_v} = \frac{R_1}{R_2}$$

$$\Rightarrow R_x = R_v \frac{R_1}{R_2}$$

3.4 Etude Expérimentale

3.4.1 Mesure de la tension diagonale

3.4.1.1 Préparation

- On régler la tension d'entrée E sur exactement 10V .
- $R_1 = 100\Omega$, $R_2 = 100\Omega$, $R_3 = 47\Omega$

3.4.1.2 Montage

- On réaliser le montage de la Figure 3. 2.

3.4.1.2 Mesures

- On mesurer la tension diagonale V_{ab} (on relie le pôle "-" du voltmètre de mesure au point " a " et le pôle "+" au point " b ").

3.4.2 Compensation à zéro du pont

3.4.2.1 Préparation

- On régler la tension d'entrée E sur exactement $10V$.
- R_x , R_1 : Potentiomètre $1k\Omega$, $R_2 = 100\Omega$, $R_3 = 47\Omega$.

3.4.2.2 Montage

- On réalise le montage de la Figure 3 .4 .
- On régler le potentiomètre de manière à ce que la tension diagonale soit égale à zéro $V_{ab} = 0$.

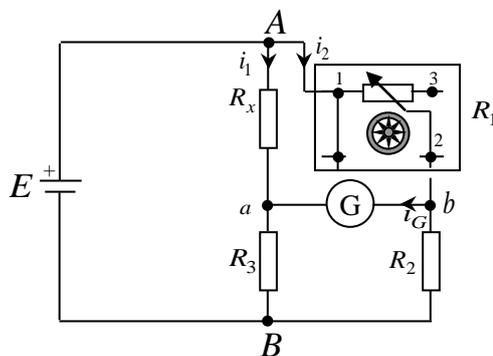


Figure 3. 4. Pont de Wheatstone composé d'un potentiomètre et de résistances fixes

3.4.2.3 Mesures

- On mesure les valeurs de la résistance R_1 du potentiomètre.
- On mesure les valeurs des résistances inconnues indiquées dans le tableau 3.1.
- On fait vérifier cette valeur à l'aide de l'Ohmmètre.
- On remplit le tableau suivant

	<i>Pont de Wheatstone</i>		<i>Ohmmètre</i>
<i>Résistances à mesurer</i>	R_1 (Ω)	R_x (Ω)	R_x (Ω)
R_{x1}	429	201.63	199.1
R_{x2}	332.5	151.37	149.6
R_{x3}	214	100.58	99.1

Tableau 3.1

3.5 Conclusion :

Il y a un petit écart entre les résultats théoriques et expérimentaux. Les sources des erreurs sont :

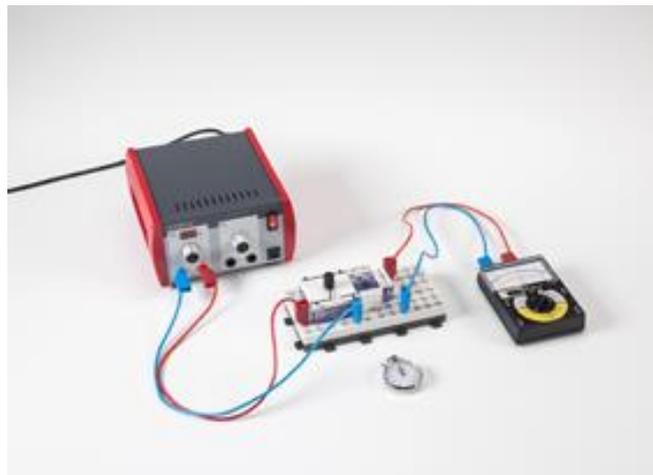
- Erreurs sur les valeurs des tensions
- Erreurs sur les valeurs de l'intensité du courant
- Erreurs sur les valeurs des tensions
- Présence des résistances dans les fils et les appareils de mesure.

TP 4

Charge et décharge d'un condensateur



- *Etudier l'évolution de la charge et la décharge d'un condensateur de capacité C à travers une résistance R .*



4.1 Matériel utilisé

- (01) Résistances : $100\text{k}\Omega$
- (01) Condensateur de capacité $470\mu\text{F}$
- (01) Alimentation continue réglable (0 à 30V)
- (01) Voltmètre
- (01) Chronomètre
- (10) Câbles d'expérimentation
- (01) Jeu de 10 cavaliers
- (01) Plaque perforée

4.2 RAPPEL THEORIQUE

Un condensateur permet d'emmagasiner des charges électriques. Il est composé de deux surfaces conductrices parallèles, appelées armatures séparées par un isolant (diélectrique). Les armatures portent des charges opposées $+q$ et $-q$.

4.2.1 Charge et décharge d'un condensateur

Le montage de la Figure 4.1 permet de charger le condensateur C à l'aide de la source de tension E au travers la résistance R . Le temps de charge est d'autant plus long que :

- la valeur de la résistance R est grande
- la capacité C du condensateur est forte

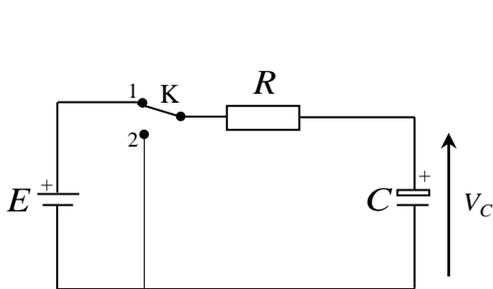


Figure 4.1: Charge et décharge d'un condensateur

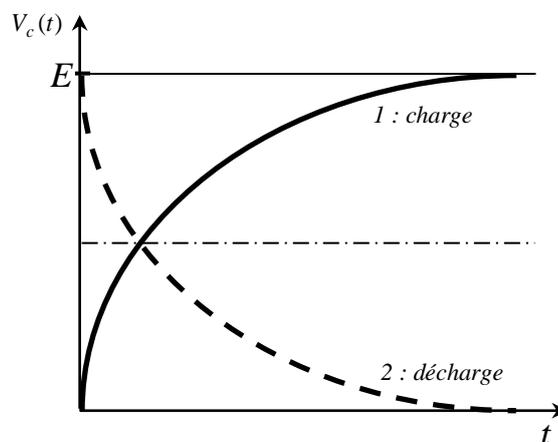


Figure 4.2: Courbe de la tension aux bornes du condensateur (charge et décharge)

4.2.2 Courbe de charge et décharge

La Figure 4.2 représente la courbe de la tension aux bornes d'un condensateur qui se décharge dans une résistance (courbe **Décharge**) ou qui charge au travers d'une résistance (courbe **Charge**).

Lorsque la tension v_c ne varie presque plus on dit que le condensateur est chargé ou déchargé.

Equation de charge :

$$V_c = E \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$$

Equation de décharge :

$$V_c = E.e^{-\frac{t}{\tau}}$$

Avec $\tau = RC$ est la constante de temps.

4.2.3 Mesure de la constante de temps

Deux méthodes pour mesurer la constante de temps τ

- **Méthode 1:** La pente à l'origine

On trace la tangente au début de la charge.
Au point d'intersection de la tangente et de l'asymptote rejoindre verticalement l'axe des temps et y lire le temps "t". Il s'agit la constante de temps $\tau = RC$.

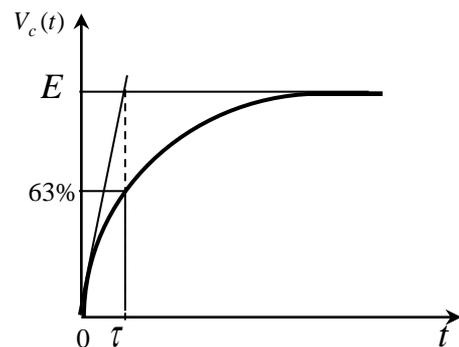


Figure 4.3 : Courbe de la tension aux bornes du condensateur (charge)

- **Méthode 2:** L'abscisse à 63% de la valeur finale

τ est le temps que met la tension v_c pour atteindre 63% de sa valeur maximum.

4.3 ETUDE EXPERIMENTALE

4.3.1 Charge du condensateur

4.3.1.1 Schéma du montage

Soit le schéma du montage suivant :

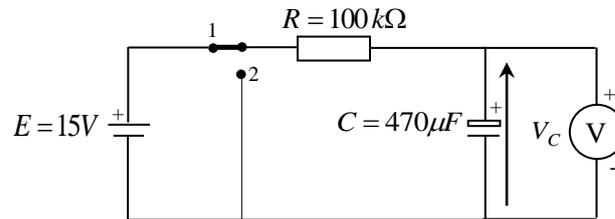


Figure 4.4: Charge du condensateur

4.3.1.2 Préparation

- On régler la tension d'entrée E sur exactement $15V$.
- Avant de le brancher, on prend soin de décharger le condensateur en le court-circuitant avec un petit fil pendant environ $5s$.

4.3.1.3 Montage

- On réalise le montage de la Figure 4.4 (cavalier sur position 1). On vérifie la bonne polarité de la source de tension, de condensateur et des appareils de mesure et sélectionner la bonne gamme de mesure.
- L'expérience commence à la mise sous tension de la source.
- Le chronomètre est déclenché à la mise sous tension.
- On note les durées nécessaires pour atteindre les tensions indiquées dans le tableau 4.1.
- Lorsque la tension aux bornes du condensateur atteint $12V$ couper l'alimentation.

V_c (V)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
t (s)	3,2	6,7	10,5	14,6	19,01	24,02	29,53	35,81	43,12	51,63	62,11	75,62

Tableau 10.1

4.3.2 Exploitation des résultats

1. la courbe de charge $V_c(t)$ est représentée sur la figure 4.5.
2. on peut déduire la constante du temps τ à partir de la courbe.

$$\tau \approx 47s$$

3. la valeur de $V_c(\tau)$ a partir de la courbe :

- En utilisant l'asymptote et la tangente:

$$V_c(\tau) = 9,45 \text{ v}$$

- En utilisant la relation : $V_c(\tau) = 0,63 E$

$$V_c(\tau) = 0,63 \cdot 15$$

$$V_c(\tau) = 9,45 \text{ v}$$

4. la valeur de $V_c(3\tau)$ a partir de la courbe :

$$V_c(3\tau) = 14,25 \text{ v}$$

5. on remarque que $V_c(\tau)$ est nettement inférieure à E . Par contre on peut considérer que le condensateur est presque chargé pour $t = 3\tau$

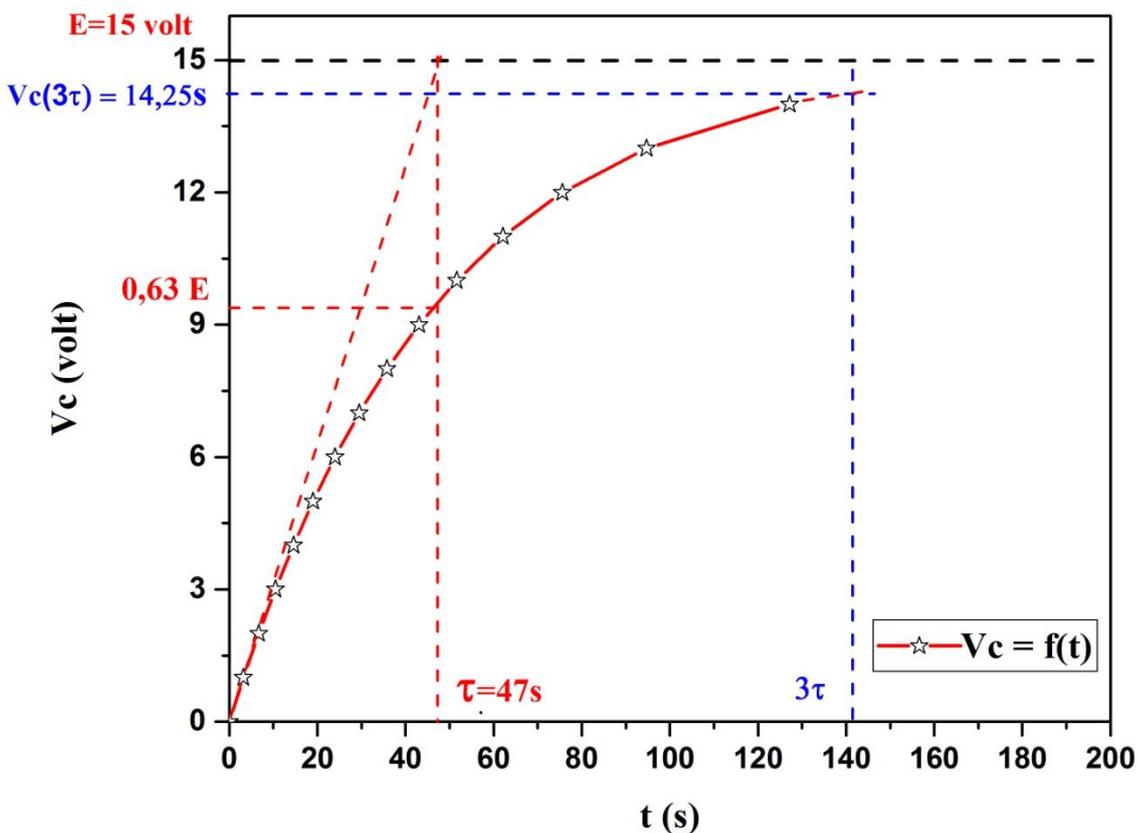


Figure 4.5: *variation de V_c en fonction du temps t*

4.4 Décharge du condensateur

4.4.1 Schéma du montage

Soit le schéma du montage suivant :

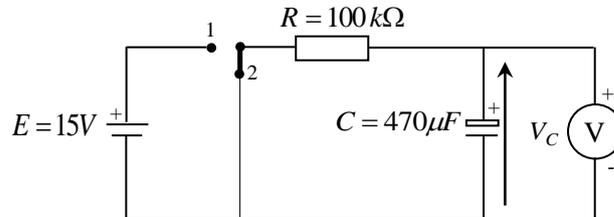


Figure 4.6: *Décharge du condensateur*

4.4.2 Préparation

- On règle la tension d'entrée E sur exactement $15V$.
- Le condensateur est préalablement chargé $V_c = 12V$.

4.4.3 Montage

- On vérifie la bonne polarité de la source de tension, de condensateur et des appareils de mesure et sélectionner la bonne gamme de mesure.
- L'expérience commence à la mise du cavalier sur la position 2. A ce moment, on déclenche le chronomètre.
- On note les durées nécessaires pour atteindre les tensions indiquées dans le tableau 4.2.

V_c (V)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
t (s)	12.73	9.47	7.56	6.21	5.16	4.30	3.58	2.95	2.4	1.91	1.46	1.049

Tableau 4.2

4.5 Exploitation des résultats

1. On représente graphiquement la courbe de décharge $V_c(t)$ sur la figure 4.7.
2. la valeur de $V_c(\tau)$ a partir de la courbe :
 - En utilisant l'asymptote et la tangente:

$$V_c(\tau) = 5.55 \text{ v}$$

- En utilisant la relation : $V_c(\tau) = 0,37 E$

$$V_c(\tau) = 0,37 \cdot 15$$

$$V_c(\tau) = 5.55 \text{ v}$$

3. la valeur de $V_c(3\tau)$ a partir de la courbe :

$$V_c(3\tau) = 0.75 \text{ v}$$

4. on remarque que $V_c(\tau)$ est inférieure à E . Par contre on peut considérer que le condensateur est presque déchargé pour $t = 3\tau$

4.6 réponses aux questions :

1. la constante du temps τ est donnée par l'expression :

$$\tau = R \cdot C$$

2. On utilise la tangente à l'origine de la courbe de tension aux bornes du condensateur pour déterminer la valeur la constante du temps τ .

3. La tension maximale aux bornes du condensateur lorsqu'il est totalement chargé est E .

4. On peut considérer que le condensateur est complètement chargé pour $t = 3\tau$.

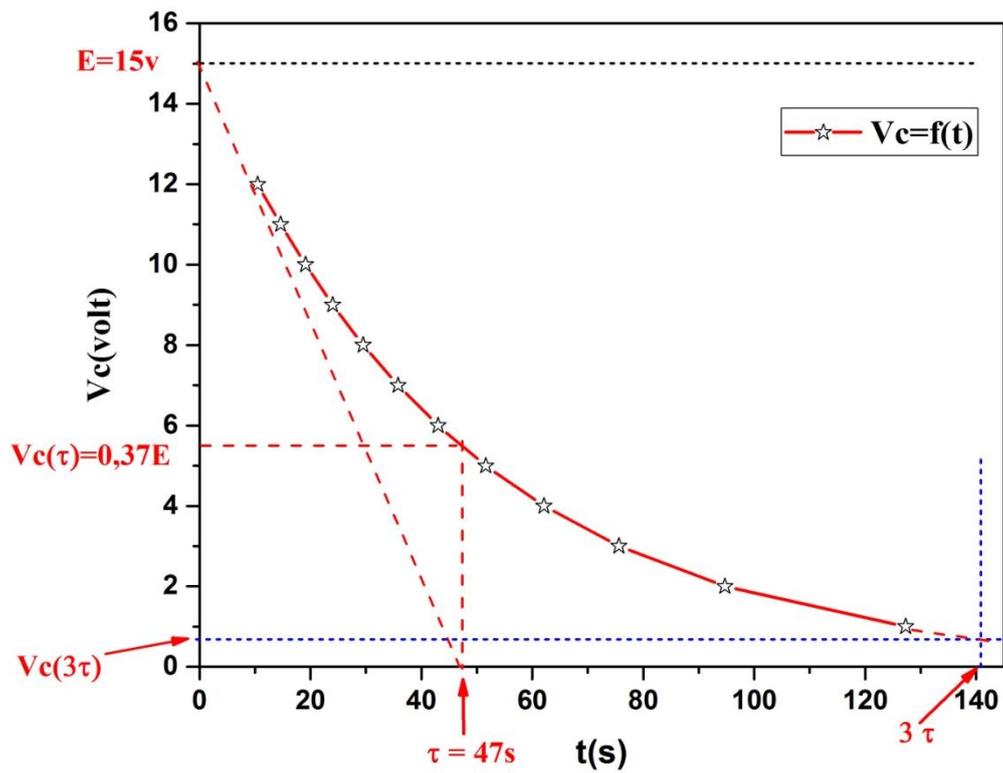


Figure 4.7 : Variation de V_c en fonction du temps t .

TP 5

Etude d'un transformateur



➤ Production d'une tension induite

➤ *Mode de fonctionnement de principe d'un transformateur*

➤ *Connaître le rapport de transformation de la tension*



5.1 Matériel utilisé

- (01) Rhéostat
- (01) Bobines 500 spires, 1000 spires
- (01) Noyau de transformateur démontable
- (01) Aimant
- (01) Alimentation alternative réglable (0 à 24V)
- (02) Voltmètre
- (1) Ampèremètre
- (10) Câbles d'expérimentation
- (01) Jeu de 10 cavaliers

5.2 RAPPEL THEORIQUE

5.2.1 Principe du transformateur

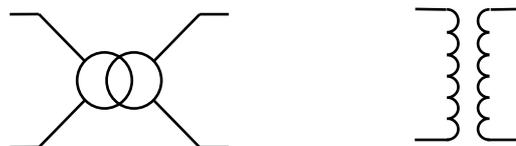


Figure 5.1 : Symboles du transformateur

5.2.2 Principe du transformateur :

L'enroulement primaire parcouru par un courant alternatif crée un champ magnétique variable dans le circuit magnétique. Ce champ variable induit une tension alternative dans l'enroulement secondaire.

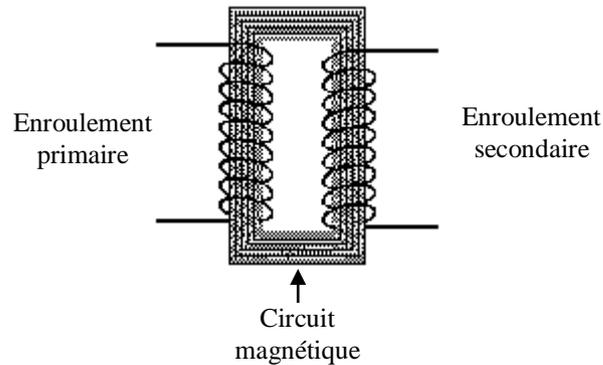


Figure 5.2 : Principe du transformateur

5.3 ETUDE EXPERIMENTALE

5.3.1 Production d'une tension induite

5.3.1.1 Schéma du montage

Soit le schéma du montage suivant :

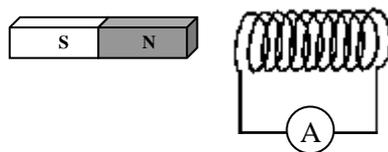


Figure 5. 3: Production et mesure de tensions induites

5.3.1.2 Montage

- Réaliser le montage de la Figure 5. 4.
- Entrer et ressortir le pôle nord du barreau aimanté dans la bobine. Effectuer ce mouvement une fois rapidement et une fois lentement.

- Observer la déviation de l'aiguille de l'instrument de mesure au cours du mouvement de va-et vient du barreau aimanté.
- Observer l'influence de la vitesse de déplacement sur l'amplitude des déviations de l'aiguille.

5.3.2 Résultats et interprétation

- Quel est l'effet d'un changement de champ magnétique autour d'un conducteur ou d'une bobine?

5.4 Principe d'un transformateur

5.4.1 Schéma du montage

Soit le schéma du montage suivant :

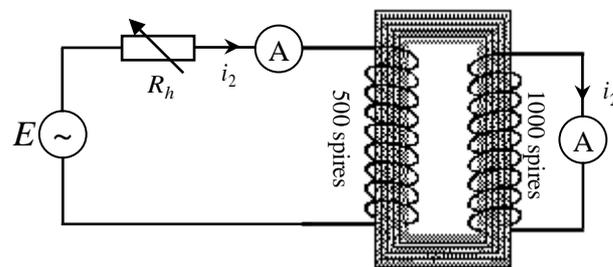


Figure 5. 4: Mode de fonctionnement de principe d'un transformateur

5.4.1 Montage

- Réaliser le montage de la Figure 5. 4.
- Régler la tension d'entrée sur 20V.
- En actionnant le rhéostat R_h , augmenter le courant traversant la bobine 1 (500 spires) puis le réduire à nouveau. Effectuer cette opération une fois rapidement et une fois lentement en observant l'instrument de mesure relié à la bobine 2 (1000 spires).

5.5 Résultats et interprétation

- le courant apparaissant à la bobine 2 est engendré par l'induction magnétique?

$I_1 (A)$	100	150	200	250	300
$I_2(A)$	50	75	100	125	150
I_2/I_1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
N_1/N_2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

Tableau 5.1

- On peut remarquer a partir du tableau que :

$$N_1 / N_2 = I_2 / I_1$$

ou (N_1 / N_2) est le rapport des nombres de spires de la bobine d'entrée et la bobine de sortie. (I_2 / I_1) est le rapport des courants primaire et secondaire.

- la courbe $I_2 = f(I_1)$ est représentée sur la figure 5.5.
- il y a une dépendance linéaire entre le courant primaire (I_1) et secondaire (I_2).
- la tension secondaire (I_2) d'un transformateur varie linéairement lorsqu'on fait varier sa tension primaire (I_1).
- relation entre les courants primaire et secondaire du transformateur est donnée par :

$$I_2 = A I_1$$

- On peut déterminer la valeur de A en calculant la pente de la droite présentée dans la figure 5.5.
- On choisi deux point aléatoirement, on relève leurs abscisses et leurs ordonnés.

$$A = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

$$A \approx 0.5$$

- L'équation mathématique.

$$I_2 = I_1 (N_1 / N_2)$$

$$I_2 = 0.5 I_1$$

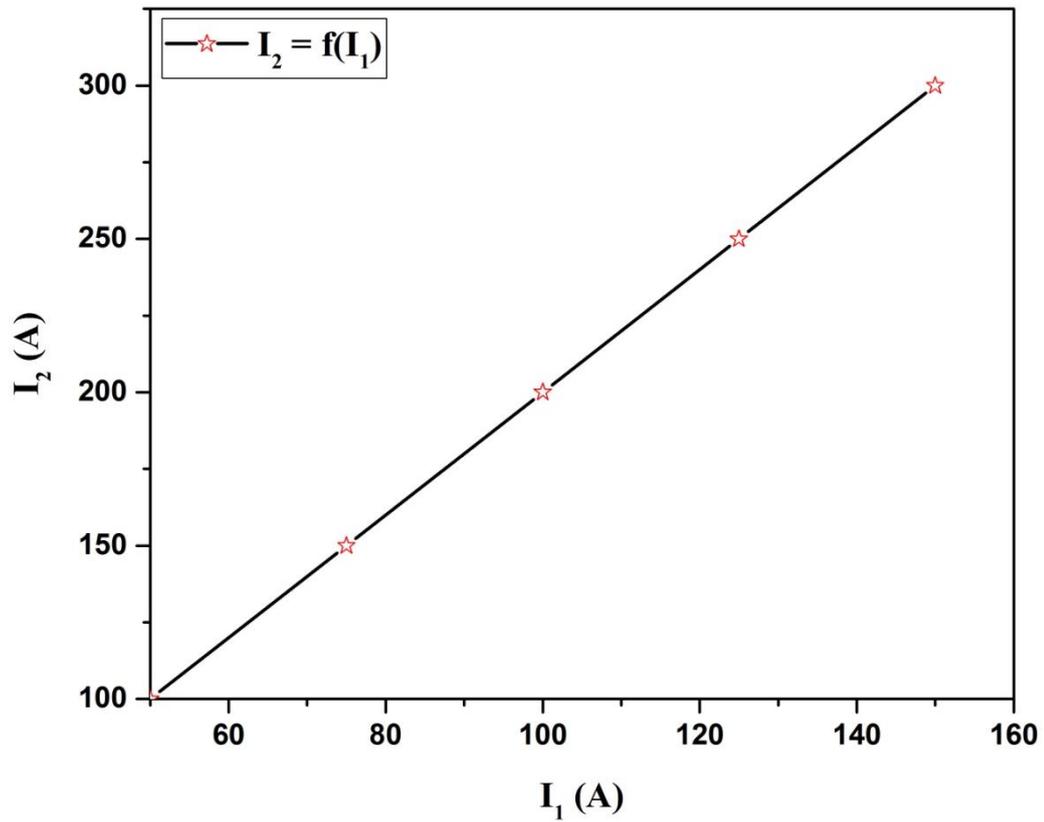


Figure 5.5: variation de I_2 en fonction de I_1

5.6 Transformation de la tension

5.6.1 Schéma du montage

Soit le schéma du montage suivant :

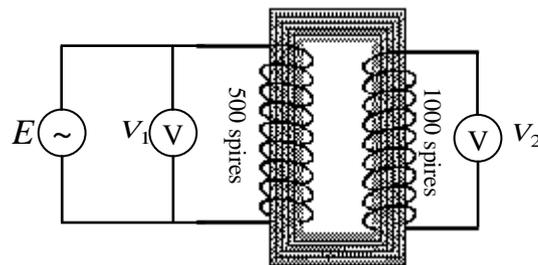


Figure 5. 6: Transformation de la tension

5.6.2 Montage

- On réalise le montage de la Figure 5. 6.

5.6.3 Mesure

- On fait croître la tension E de 2V et mesurer V_1 et V_2 .
- On relève les nombres de spires N_1 et N_2 des bobines 1 et 2 respectivement.
- On complète le tableau suivant

V_1 (V)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
V_2 (V)	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44
V_1/V_2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
N_1/N_2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

Tableau 5.2

$$N_1/N_2 = V_1/V_2$$

Où N_1/N_2 le rapport des nombres de spires de la bobine d'entrée et la bobine de sortie. Et V_1/V_2 est le rapport des tensions primaire et secondaire la courbe $V_2 = f(V_1)$ est présentée sur la figure 5.7.

- la tension secondaire (V_2) d'un transformateur varie linéairement avec sa tension primaire (V_1).

$$V_2 = BV_1$$

Où B est la pente de la droite de la variation, on peut calculer la valeur de B en calculant la pente, on choisit deux points d'une façon aléatoire, on relève leurs abscisses et leurs ordonnées.

$$B = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

$$B \approx 2$$

$$V_2 = BV_1$$

et par suite la relation entre la tension primaire et secondaire du transformateur est donnée par :

$$V_2 = 2V_1$$

- L'équation mathématique reliant la tension primaire et secondaire du transformateur est donnée par :

$$N_1 / N_2 = V_1 / V_2$$

$$V_2 = \frac{N_2}{N_1} V_1$$

5.7 Conclusion :

Les sources des erreurs sont :

- Erreurs sur les valeurs des tensions
- Erreurs sur les valeurs de l'intensité du courant
- Présence des résistances dans les fils et les appareils de mesure.

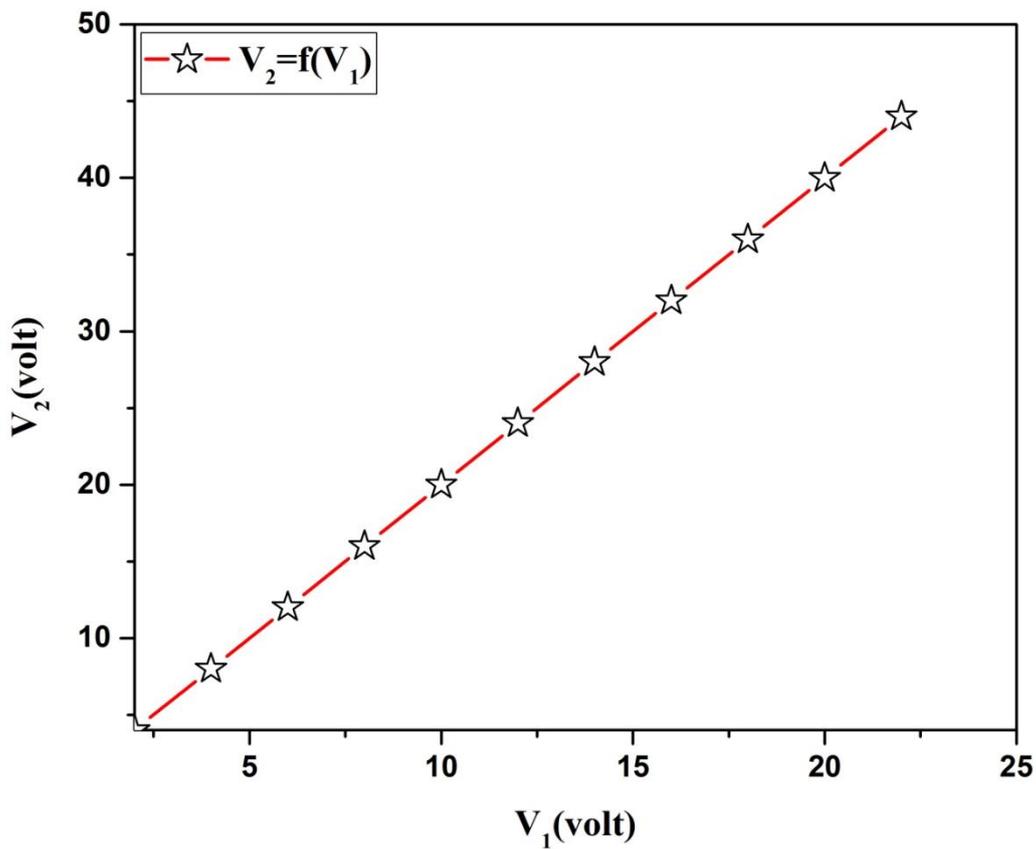


Figure 5.7 : variation de V_2 en fonction de V_1

