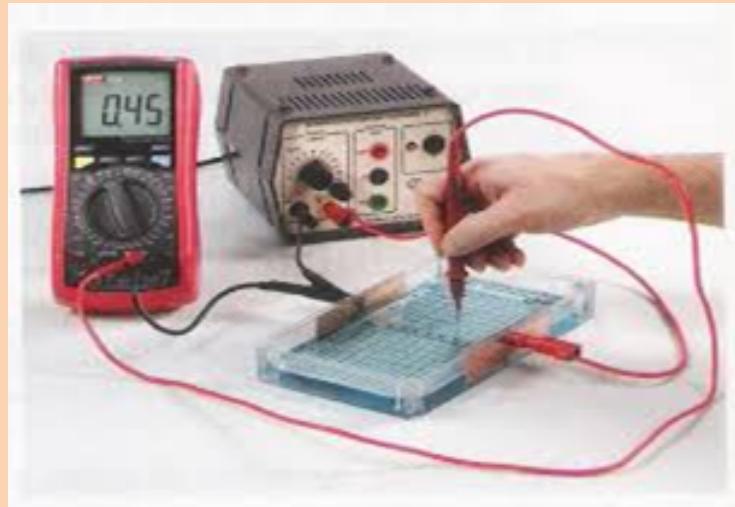




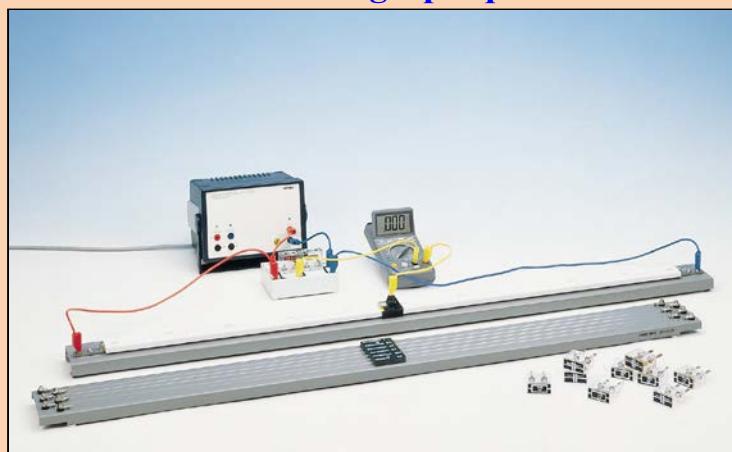
Département de physique

La Collection TP de PHYSIQUE

Travaux Pratiques d'ELECTRICITE



Cuve rhéographique



Méthode du pont à fil



Faculté des Sciences



Département de Physique

Travaux Pratiques d'Electricité 1ère année

Liste des séances de TP

0. Séance d'introduction

1. Mesure de résistance: Méthodes de comparaison et d'opposition (M)
2. Cuve rhéographique (M)
3. Mesure de résistance: Méthodes Amont-Aval (M)
4. Etude de l'oscilloscope (M)

M= TP sur Matériel



TP n° 0 : Séance de préparation aux TP d'électricité

1. Termes associés

Utilisation des appareils de mesure électriques, voltmètre, ampèremètre, oscilloscope, boîte de connexion, fils électriques, différents types de résistances (standard, filaire, boîte AOIP, variable...), condensateur, appareil de mesure de champ électrique, bobines multi-spires, transformateur.

2. Principe et objectifs

Les travaux pratiques de physique constituent l'élément indispensable de l'étude de la physique. D'une part, on apprend les méthodes fondamentales de mesures; on apprend à faire correctement les mesures et à évaluer leurs incertitudes. D'autre part, on se familiarise avec les appareils de mesure électriques. Cette séance d'initiation ou d'introduction permettra à l'étudiant de se familiariser avec le matériel qu'il utilisera durant ces travaux pratiques d'électricité, notamment l'ampèremètre, le voltmètre, les différentes résistances, les boîtes de connexion, l'oscilloscope, le transformateur, ...etc. Il apprendra également à:

- Reconnaître les divers constituants d'un circuit électrique.
- Faire correctement des mesures de tension et de courant électriques dans un circuit.
- Utiliser un multimètre numérique : ses fonctions (voltmètre, ampèremètre, ohmmètre, capacimètre, etc.), les précautions à prendre, l'estimation de l'erreur sur la mesure.
- Vérifier expérimentalement la loi d'Ohm et les lois de Kirchhoff : loi des nœuds et loi des mailles.
- Réaliser un circuit électrique d'après un schéma.
- Visualiser une tension sur l'oscilloscope.

Et enfin, apprendre à respecter certaines mesures de sécurité (car toute manipulation "imprudente" des circuits électriques pourrait constituer un danger pour le manipulateur et pour son entourage).

3. Conseils généraux

3.1. Avant la séance :

Pour être profitable, une manipulation doit avoir été préparée à l'avance par l'étude du texte de la manipulation et des paragraphes correspondants du cours. Au début de chaque séance de TP, l'enseignant procédera à une interrogation écrite brève (environ 10mn) pour évaluer la préparation de la manipulation. Il faut donc, en conséquence, que l'étudiant ait préparé à l'avance la partie

théorique du TP (titre de la manipulation, son but, théorie brève du phénomène à étudier, principe de la méthode de mesure...).

3.2. Pendant la séance :

Pendant la séance, l'étudiant devra :

a – examiner le dispositif expérimental et les appareils de mesure; se rendre compte du rôle de leurs différentes parties.

b – procéder à la préparation expérimentale de la manipulation (montage des dispositifs, des circuits électriques, ... etc.) en cherchant toujours à opérer dans un cadre logique.

c – manipuler les appareils de mesure avec la plus grande attention; n'encombrez pas votre table de travail d'objets inutiles tels que livres, cahiers ...

d – le dispositif expérimental comprend, dans certains TP, un circuit électrique; vérifier que votre montage correspond bien au schéma indiqué; le faire toujours contrôler par l'enseignant de TP avant de le relier à la source de tension (secteur ou pile).

e - noter tous les résultats de mesures obtenus sur votre feuille de réponse.

Ces résultats doivent presque toujours être groupés dans un tableau. Incrire les résultats au fur et à mesure qu'ils sont obtenus.

f- bien indiquer les unités choisies; dans une colonne de résultats exprimés avec le même unité, on se contentera d'indiquer l'unité une fois pour toutes en tête de colonne.

g- vérifier rapidement, par quelques calculs approchés, que l'ordre de grandeur des phénomènes observés conduit à un résultat vraisemblable; cela permet de déceler les mesures défectueuses et de les refaire.

h- lorsque toutes les mesures sont terminées, regrouper les appareils comme ils étaient à votre arrivée; assurez-vous que la table de travail et les alentours sont aussi propres qu'au début de la séance.

i- compléter alors la rédaction de la feuille de réponse (tableaux de mesures, calculs et graphes sur papier millimétré, calculs d'incertitude et conclusions).

4. Ampèremètre et voltmètre analogiques

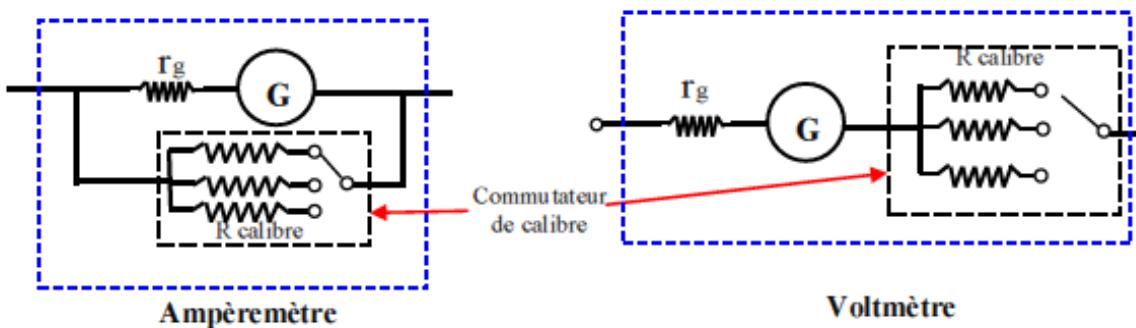
4.1. Utilisation:

Les ampèremètres et voltmètres utilisés durant les séances de TP d'électricité sont en général des appareils analogiques, le plus souvent magnéto-électriques, utilisant un galvanomètre à cadre

mobile (milliampèremètre) et des résistances internes qui permettent le changement de calibre de mesure (voir figure 1). Ils sont dotés d'un cadran gradué (contenant généralement deux échelles de lecture, 0-100 et 0-30), permettant la lecture de la grandeur mesurée, et d'un bouton commutateur permettant de choisir le calibre adéquat pour la mesure et le type de courant à mesurer (continu ou alternatif).

Les résistances internes r_i sont généralement de faibles valeurs dans le cas des ampèremètres (elle est nulle pour un ampèremètre idéal), alors qu'elles sont de valeurs élevées dans le cas des voltmètres (elle est infinie pour un voltmètre idéal). Les valeurs de ces résistances internes dépendent également du calibre utilisé:

- pour l'ampèremètre, elles sont données par le constructeur sur sa notice d'utilisation;



- pour le voltmètre, un nombre en $k\Omega/V$ indiqué sur le cadran, permet de les évaluer en multipliant ce nombre par le calibre utilisé.

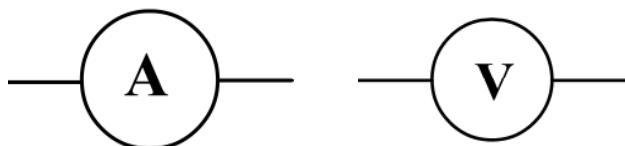


Figure 1: Représentation simplifiée d'un ampèremètre et d'un voltmètre où r_g est la résistance due à la bobine du galvanomètre et $R_{calibre}$ celles introduites pour permettre des mesures sur plusieurs calibres. L'association de ces résistances donne la résistance interne r_i .

4.2. Branchement:

Un ampèremètre se branche toujours en série dans un circuit électrique, alors qu'un voltmètre doit être branché en parallèle sur la portion de circuit dont on veut mesurer la tension (ou différence de potentiel entre deux points du circuit), comme le montre la figure 2 ci-dessous.

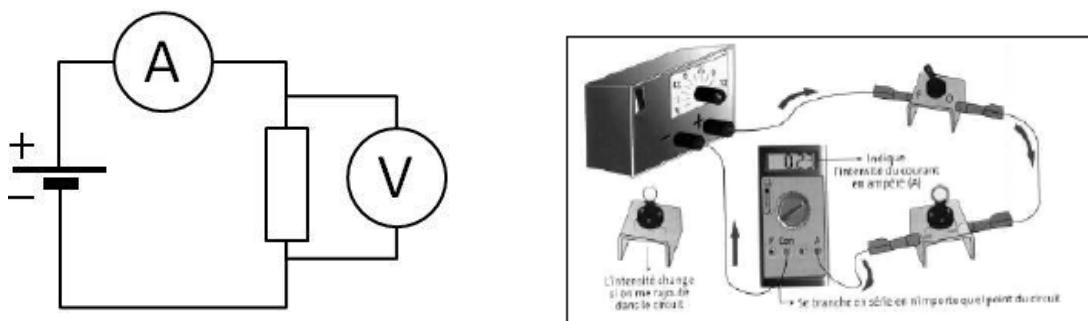


Figure 2: Mode de branchement de l'ampèremètre (1 et 2) et du voltmètre (1).

4.3. Lecture et choix du calibre de l'appareil:

Le choix du calibre pour une mesure correcte de la grandeur électrique (tension ou courant) doit être effectué en suivant les étapes ci-après:

- On choisit d'abord le calibre le plus élevé pour éviter tout endommagement de l'appareil,
- puis, grâce au commutateur, on le diminue jusqu'à ce que l'aiguille du cadran soit déviée sur la partie droite du cadran, sans toutefois sortir de l'échelle.
- Le calibre adéquat est celui qui est immédiatement supérieur à la valeur mesurée.
- Pour la lecture de la valeur X de la mesure (intensité de courant avec un ampèremètre ou tension avec un voltmètre), on utilise la relation:

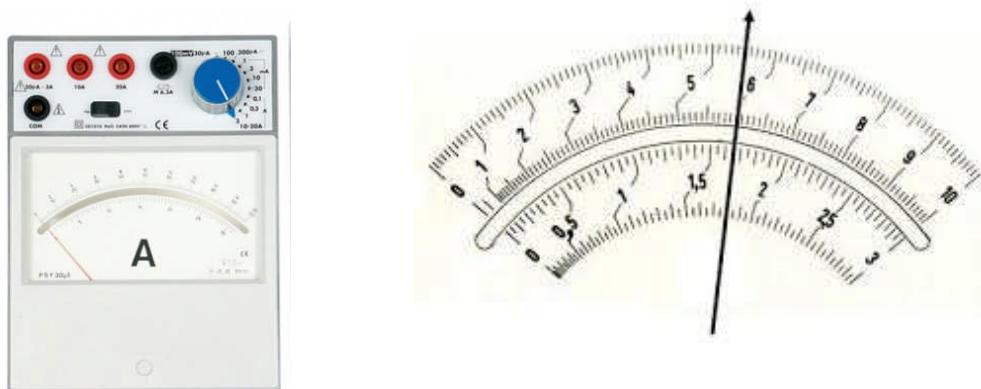
$$X = \text{lecture} \cdot \frac{\text{calibre}}{\text{échelle}}$$

Pour les appareils disponibles au laboratoire, leur échelle peut être de 100 ou de 30; afin de faciliter les calculs, on choisit l'échelle 100 pour les calibres de fraction ou de multiple de 10 (0.1, 1, 10, 100, ...etc.), et celle de 30 pour les calibres multiples de 3 (0.3, 3, 30, 300,...etc.).

4.4. Incertitudes de mesures:

Parmi les incertitudes signalées dans le fascicule de Mécanique, il y a celle due aux appareils de mesure. Dans le cas de l'ampèremètre ou du voltmètre, cette incertitude est fournie par le constructeur par le biais de la classe de l'appareil, un nombre figurant sur l'appareil; ce chiffre indique la précision des mesures effectuées avec l'appareil; plus il est petit, plus la précision est meilleure. L'incertitude absolue due à l'appareil est donnée par la relation:

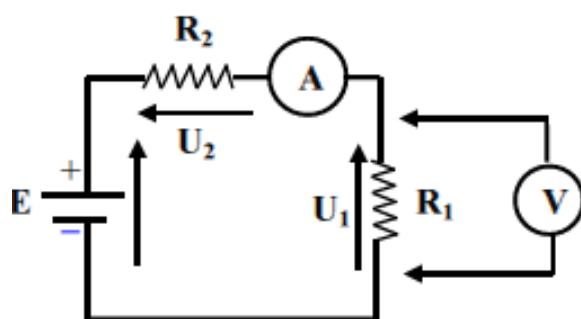
$$\Delta X = \frac{\text{classe} \cdot \text{calibre}}{100}$$

**Figure 3:** Ampèremètre et échelles de lecture

5. Travail à effectuer

En utilisant la boîte de connexion, les résistances R_1 et R_2 , les fils de connexion, le commutateur et le générateur (sur le pupitre de travail):

- Réaliser le montage de la figure 4 ci-dessous (**le faire vérifier par l'enseignant de TP avant d'alimenter**),
- Fixer la tension délivrée par le générateur à 6V (à contrôler avec le voltmètre),
- Mesurer, à l'aide de l'ampèremètre, l'intensité du courant traversant R_1 et R_2 . Pour l'ampèremètre, il faut toujours choisir, au début, le plus grand calibre (pour éviter de le 'griller'), puis diminuer le calibre jusqu'à celui juste supérieur à la valeur mesurée du courant. A l'aide du voltmètre, mesurer la tension U_1 aux bornes de R_1 (en respectant la procédure du calibre le plus élevé jusqu'au calibre adéquat pour la mesure), puis U_2 aux bornes de R_2 .
- Faire un calcul d'incertitudes sur les mesures effectuées.
- Comparer U_1+U_2 à E. Conclusion.

**Figure 4:** Mesure de courant et de tension à l'aide de l'ampèremètre et du voltmètre



TP n° 1 : Mesure de résistances par les méthodes de comparaison et d'opposition

1. Termes associés

Résistance, lois de Kirchhoff, conducteur, circuit, tension, branchement série, branchement parallèle, méthode de comparaison (de courants ou de tensions), méthodes d'opposition ou méthodes des ponts (pont à fil et pont de Wheatstone).

2. Principe et objectif

On peut mesurer une résistance R_x inconnue à l'aide de plusieurs méthodes; on a vu dans le TP n°1 les méthodes Aval et Amont, nécessitant l'utilisation d'un voltmètre et d'un ampèremètre et l'application de la loi d'Ohm. Dans ce présent TP, deux méthodes alternatives de mesure de résistances sont proposées: celle dite de comparaison et celle dite d'opposition. Dans la première méthode, on accède à la mesure d'une résistance inconnue en la comparant à une résistance étalon, les deux résistances pouvant être branchées en parallèle (comparaison de 2 courants) ou en série (comparaison de 2 tensions). Dans le seconde méthode d'opposition dite 'des ponts', on utilise un assemblage fermé de quatre résistances dont la résistance inconnue à mesurer. Le principe est d'équilibrer le pont en utilisant soit des résistances connues ou variables (boîte AOIP), dans le cas de la méthode du pont Wheatstone, soit une résistance standard connue et des fils métalliques de longueurs variables, dans le cas de la méthode du pont à fil.

3. Théorie et évaluation

Ici, on présente les deux méthodes de mesures de résistances, différentes l'une de l'autre et connues sous le nom de méthodes de comparaison ou d'opposition.

3.1. Méthodes de comparaison

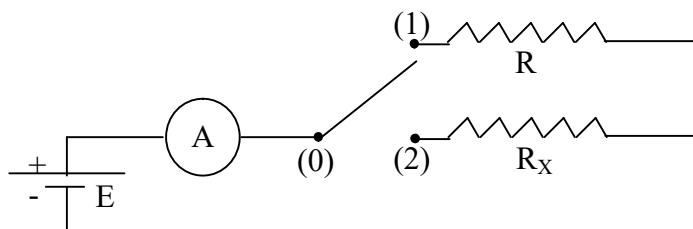
Dans ces méthodes de mesure de résistances, on compare la grandeur à mesurer (résistance inconnue) à une grandeur de même nature parfaitement connue (étalon).

Il existe deux types de méthodes de comparaison, selon la nature de grandeur auxiliaire qui permet la mesure (courant ou tension).

3.1.1. Comparaison de deux courants

On cherche à mesurer une résistance inconnue R_x en la comparant à une résistance étalon R et en choisissant comme grandeur auxiliaire, le courant traversant ces deux éléments.

Le schéma est le suivant:



Le courant étant établi entre les deux bornes (0) et (1), l'ampèremètre mesure un courant ($I_1 = E/R$), en supposant négligeable sa résistance interne.

En établissant la liaison (0) et (2), on aura de même: ($I_2 = E/R_X$)

$$\text{d'où : } (R_X = R \cdot I_1 / I_2)$$

Examinons l'influence de la résistance interne de l'appareil de mesure :

On aura sur le schéma de principe :

$$E = (R + R_a) I_1 = (R_X + R_a) I_2$$

$$\text{d'où: } R_X = [R \cdot (I_1 / I_2)] + [R_a \cdot (I_1 - I_2) / I_2]$$

Le terme correctif est alors: $[R_a \cdot (I_1 - I_2) / I_2]$.

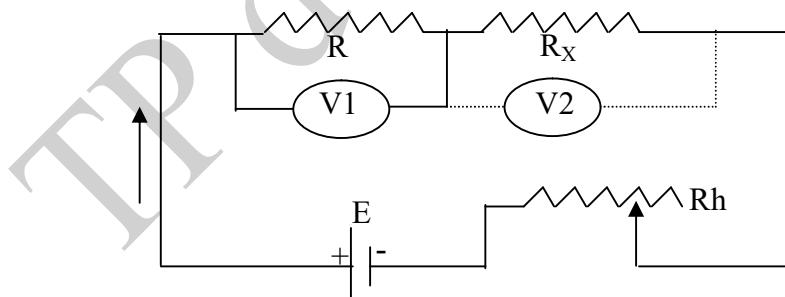
Il peut s'annuler si ($I_1 = I_2$) ou ($R_X = R$).

3.1.2. Comparaison de deux tensions

Si dans la méthode de comparaison de deux courants, les deux résistances étaient alimentées sous une même d.d.p et si l'on comparait les deux courants, l'inverse est naturellement possible.

On fait parcourir les deux résistances par le même courant (résistances en série) et on va mesurer les deux d.d.p (ou tensions) aux bornes de chaque résistance.

Le schéma de principe est donné ci-dessous:



Si l'on suppose la résistance g du voltmètre très grande, on a, en branchant le voltmètre:

- aux bornes de R : ($V_1 = R \cdot I$)
- aux bornes de R_X : ($V_2 = R_X \cdot I$)

$$\text{d'où } R_X = R \cdot (V_2 / V_1)$$

Si la résistance g du voltmètre n'est pas infinie, le branchement de celui-ci aux bornes de R , puis de R_X , change le courant principal I .

En jouant sur le rhéostat R , on peut maintenir ce courant constant.

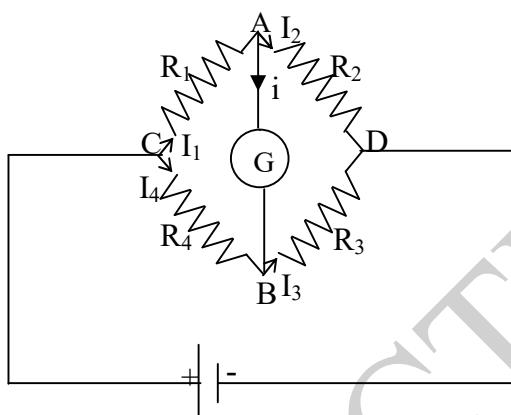
Montrez, dans ce cas, que R_X peut s'écrire:

$$R_X = R \cdot (V_2/V_1) \cdot 1/[1 + R/g(1 - V_2/V_1)].$$

3.2. Méthodes d'opposition (ponts)

3.2.1. Pont de Wheatstone

On appelle pont de Wheatstone, l'assemblage de résistance ci-dessous:



La branche AGD représente le pont proprement dit, jeté entre CAD et CBD.

Dans le cas général, la d.d.p ou tension $(V_A - V_B) \neq 0$.

Toutefois, le pont est dit équilibré lorsque la tension $(V_A - V_B)$ et le courant i traversant le galvanomètre sont nuls.

A l'équilibre: $V_A - V_B = 0$ et $i = 0$

On a: $V_C - V_A = R_1 \cdot I_1$ et $V_C - V_B = R_4 \cdot I_4$

On a d'autre part: $V_A - V_D = R_2 \cdot I_2$ et $V_A - V_D = R_3 \cdot I_3$

A l'équilibre ($V_A - V_B = 0$) ou ($V_A = V_B$)

$(i=0)$ ou $(I_1=I_2)$ et $(I_3=I_4)$

$(R_1 \cdot I_1 = R_4 \cdot I_4)$, donc: $R_2 \cdot I_2 = R_3 \cdot I_4 \Rightarrow R_1/R_2 = R_4/R_3$

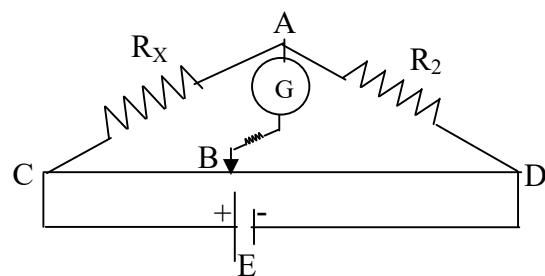
Si R_1 représente la résistance inconnue, notée R_X , et R_2, R_3, R_4 des résistances connues, on peut déterminer R_X en équilibrant le pont. Soit $R_X = R_2 \cdot (R_4/R_3)$

On peut procéder de deux manières différentes pour équilibrer le pont.

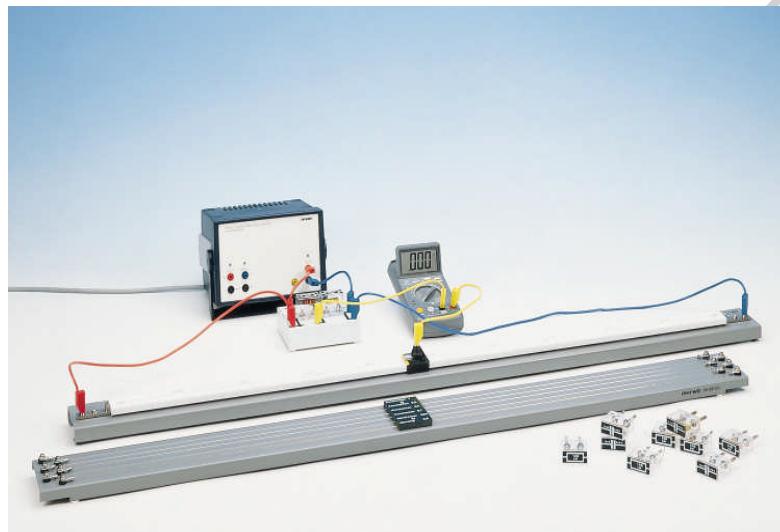
- Ou bien fixer R_2 et faire varier le rapport (R_4/R_3) .
- Ou bien fixer le rapport (R_4/R_3) et faire varier R_2 .

3.2.2. Pont à fil

Le pont à fil est un pont de Wheatstone dans lequel les résistances R_3 et R_4 sont remplacées par un fil résistant fin et calibré CD.



A l'équilibre, on a: $R_x = R_2 \cdot (R_{CB}/R_{BD})$. Comme les résistances R_{CB} et R_{BD} sont proportionnelles aux longueurs CB et BD. On a donc: $R_x = R_2 \cdot (CB/BD)$



Dispositif expérimental pour la méthode du pont à fil

4. Manipulation

On mesure la (ou les) résistance(s) R_x par

la: 4.1. Méthode de comparaison

4.1.1. Comparaison de 2 courants

- Réaliser le montage de la figure (1)
- Choisir une tension $E = 3V$ et mesurer la résistance R_x . Calculer la correction à apporter à R_x , en tenant compte de la résistance interne R_a de l'ampèremètre.

4.1.2. Comparaison de 2 tensions

- Réaliser le montage de la figure (2)
 - Choisir une tension $E = 3V$ et mesurer la résistance R_x , en tenant compte de la résistance interne du voltmètre.
- Comparer les valeurs obtenues pour les deux méthodes. Conclure.

4.2. Méthode d'opposition

4.2.1. Pont de Wheatstone

- a) Réaliser le montage de la figure (3)

Prendre (R_2 = résistance variable à décades, prendre au début ($R_4/R_3 = 2,2/1$)

** Avant la mise sous tension, il est conseillé de suivre le mode opératoire suivant afin de ne pas détériorer le galvanomètre:

- 1- Vérifier que le potentiomètre de réglage de la source de tension est au zéro.
- 2- Fermer l'interrupteur K et mettre sous tension.
- 3- Afficher sur R_2 une valeur quelconque au moyen des boutons à décades.
- 4- Donner à E une valeur telle que l'aiguille du galvanomètre dévie dans un sens.
- 5- Essayer de ramener l'aiguille à zéro en jouant sur R_2 par petits bonds de 1 selon la vitesse de déplacement de l'aiguille.
- 6- Augmenter la valeur de E et établir l'équilibre du pont, puis mesurer la résistance inconnue R_X

- b) Refaire l'expérience en faisant ($R_4/R_3 = 1/2,2$).

- c) Donner une précision sur la mesure.

4.2.2. Pont à fil

- a) Réaliser le montage de la figure (4)

Prendre le R_2 fixe (1KOhms ou 2,2 KOhms), le rapport (CB/BD) variable.

- b) Mesurer la résistance inconnue R_X en suivant les consignes de 1)

- c) Poser (CB=X) et CD=e (longueur de CD), montrer qu'il existe une valeur de X pour laquelle l'incertitude sur R_X est minimale.

- d) Le placer dans cette position et équilibrer le pont en faisant varier R_2 (prendre le cas d'une résistance à décades).

En déduire de nouveau R_X .

Comparer les résultats obtenus pour les deux ponts.

RÉSISTANCES INTERNES DES APPAREILS DE MESURE

Les valeurs des résistances internes R_a de l'ampèremètre sont données par le tableau suivant:

Calibre (mA)	0.12	0.6	1	3	6	10	30	60	100	300	600	1000	2000
Ra (Ohm)	2000	330	300	100	33	30	10	3.3	3	1	0.42	0.3	0.1

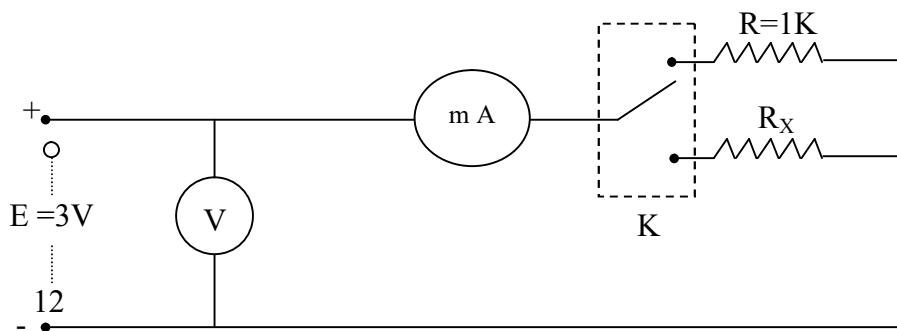


Figure 1

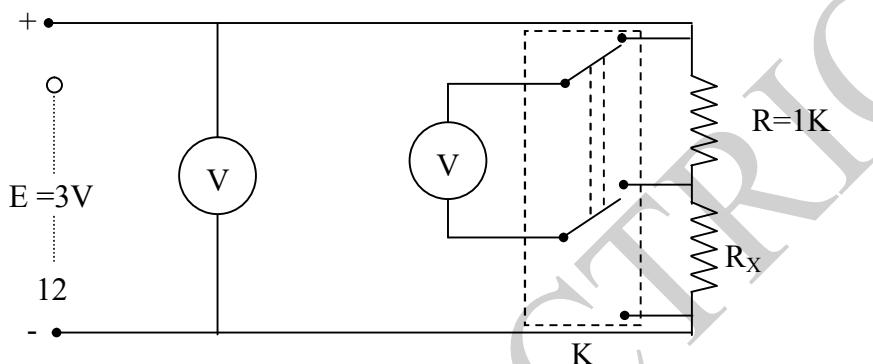
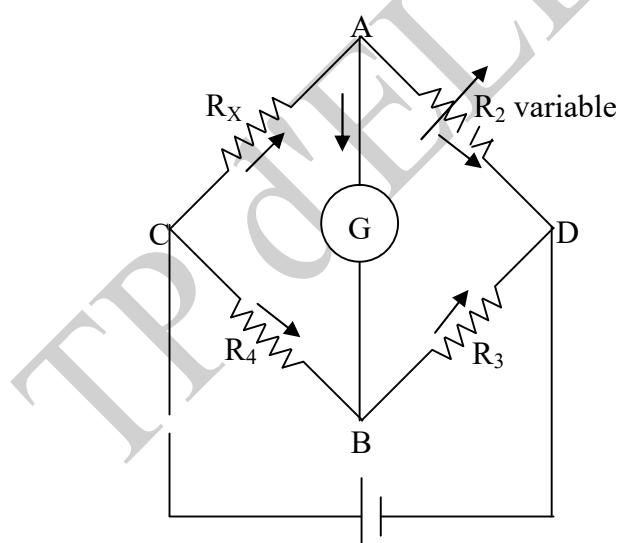
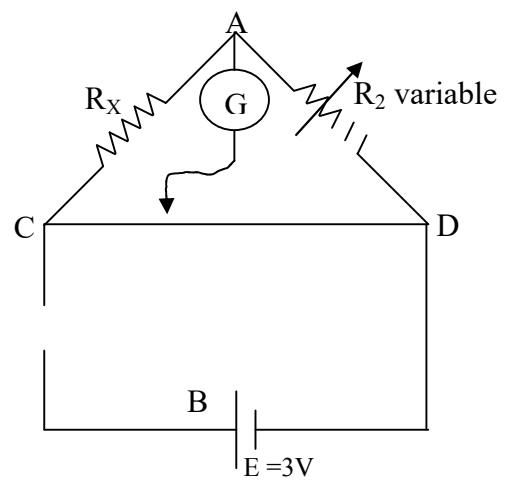


Figure 2



0.....12V

Figure 3



0.....12V

Figure 4



TP n° 2 : Cuve rhéographique

1. Termes associés

Champ électrique, potentiel électrique, tension, surfaces équipotentielles, conducteurs chargés plans et cylindriques, lignes de champ, espace électrique, sonde-aiguille.

2. Principe et objectif

Un champ électrique \vec{E} est produit entre les plaques chargées fixées sur deux faces opposées d'une cuve remplie d'un liquide (eau, huile,...). Ces plaques sont portées à des potentiels différents générant ainsi un champ électrique dans l'espace séparant ces plaques, champ qui sera déterminé en un point de cet espace à travers le potentiel électrique mesuré en ce point.

3. Théorie et évaluation

3.1. Rappels théoriques

A chaque point de l'espace $M(X, Y, Z)$ sont associées deux fonctions, l'une vectorielle et l'autre scalaire. Ces fonctions permettent de décrire l'espace électrique. Le champ s'écrit donc:

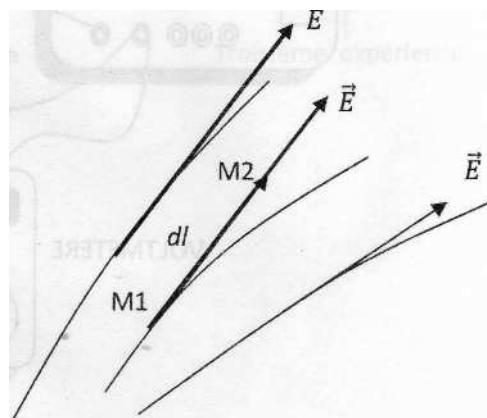
$$\vec{E} = \vec{E}(x, y, z) \quad \text{et le potentiel } V = V(x, y, z)$$

La relation entre ces deux fonctions est issue directement de la définition donnée pour le potentiel électrique. $\vec{E} = -\overrightarrow{\text{grad}} V$, où $dV = \frac{\partial V}{\partial x} dx + \frac{\partial V}{\partial y} dy + \frac{\partial V}{\partial z} dz$

d'où les composantes du champ électrique: $E_x = -\frac{\partial V}{\partial x}$, $E_y = -\frac{\partial V}{\partial y}$, $E_z = -\frac{\partial V}{\partial z}$

3.2. Topologie de l'espace électrique

- Un repérage graphique des deux fonctions E et V est commodément réalisé par le tracé des lignes de champ et des surfaces équipotentielles; il faut noter à ce propos quelques propriétés importantes qui traduisent graphiquement la relation précédente entre \vec{E} et V . Le potentiel décroît le long d'une ligne de champ. Pour un déplacement particulier effectué dans le sens de la ligne de champ, on a: $dV = -|E|. |dl|$ montrant bien que le potentiel décroît.



- **Lignes de champ:**

On appelle ligne de champ une ligne qui, en chacun de ses points, est tangente au vecteur champ électrique \vec{E} en ce point. Voici les plus importantes propriétés des lignes de champ :

1) Les lignes de champ ne se coupent jamais si elles sont issues de la même source.

2) Les lignes de champ sont orientées dans le sens du champ électrique \vec{E} .

3) La direction du champ \vec{E} en un point est tangente à la ligne de champ.

4) L'intensité du champ, notée E , est proportionnelle à la densité des lignes de champ: ($E_3 < E_2 < E_1$)

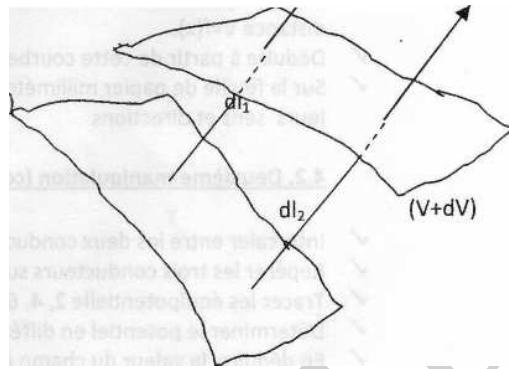
5). Les surfaces équipotentielles se resserrent lorsque l'on passe d'une région où le champ est peu intense à une région de champ plus intense. De la surface (S) à la surface (S'), on a:

$$dV = -\vec{E}_1 \cdot \vec{dl}_1 = -|E_1| \cdot |dl_1| \quad \text{et} \quad dV = -\vec{E}_2 \cdot \vec{dl}_2 = -|E_2| \cdot |dl_2|$$

Si $|dl_1| < |dl_2|$, alors $|E_1| > |E_2|$

6) Si le champ électrique est créé par des conducteurs chargés, les lignes de champ partent et entrent perpendiculairement à ces conducteurs. Elles sont perpendiculaires aux surfaces équipotentielles.

Remarque: La figure des lignes de champ est une représentation du champ. Elle est encore appelée spectre électrique.



4. Manipulation

4.1. Montage expérimental

Le montage expérimental, illustré en figure 1, se compose d'un générateur de tension (pupitre de la table de travail), d'une cuve rhéographique en matière plastique munie de deux plaques conductrices sur deux faces opposées, et d'un chariot portant une sonde-aiguille permettant à celle-ci de se déplacer suivant deux axes (axe transversal et l'axe longitudinal). Le chariot, non illustré sur le schéma ci-dessous, permet aussi de repérer la position de la sonde sur une feuille de papier millimétré, placée sous la cuve.

La cuve est remplie d'eau de manière à ce que le niveau d'eau affleure le sommet des conducteurs. Un très faible courant circule dans l'eau, ce qui nous permettra de déterminer, à l'aide d'un voltmètre, le potentiel d'un point quelconque appartenant à l'espace entre ces deux conducteurs, par rapport à un conducteur de référence ($V=0$). Le générateur sera réglé sur une tension de 12 V.

La sonde-aiguille jouant le rôle de capteur de tension est reliée à un voltmètre; il faut maintenir la sonde métallique (fine aiguille) bien verticale au cours des mesures pour obtenir une précision maximale.

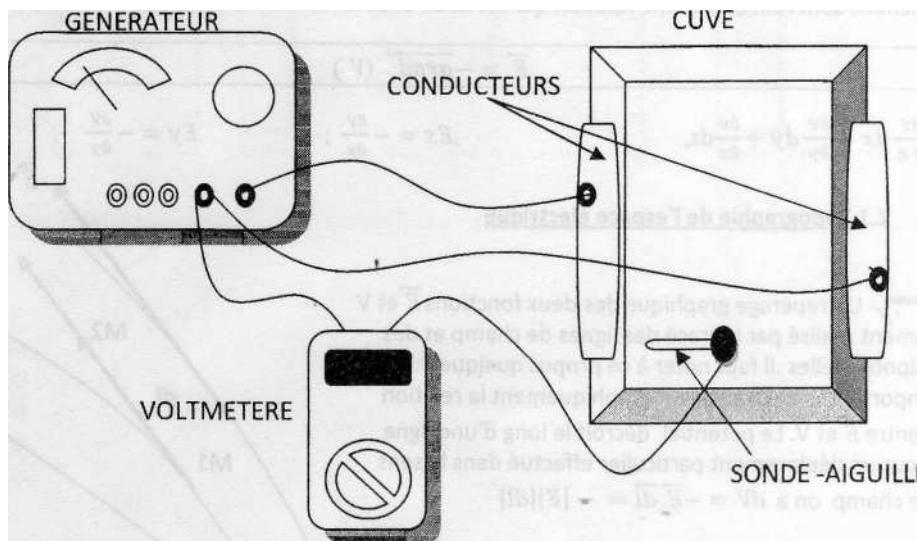


Figure 1: Montage expérimental de la cuve rhéographique

4.2. Cas de deux conducteurs plans

- ✓ Placer dans la cuve les deux conducteurs plans parallèlement, en les séparant d'une distance d'environ 12 cm. Mettre une feuille de papier millimétré sous la cuve de façon à faire coïncider l'axe Oy avec la plaque portée au potentiel $V=0$ (voir figure 2).
- ✓ Repérer la position de ces deux conducteurs sur la feuille millimètre en unissant, d'un côté, la sonde collée à un des conducteurs et de l'autre côté, le stylo marqueur monté sur le chariot coulissant.
- ✓ Pour une différence de potentiel de 12 volts maximale entre les deux conducteurs plans, tracer les équipotentielles 2, 4, 6, 8, 10 Volts. Pour chaque équipotentielle, choisir cinq (5) points.
- ✓ Déterminer le champ électrique moyen E_{moyen} en un point M situé sur l'équipotentielle 6 V.
- ✓ Tracer, à partir du résultat obtenu de l'expérience précédente, la variation du potentiel électrique en fonction de la distance $V= f(x)$.
- ✓ En déduire l'expression mathématique de la relation entre V et x.
- ✓ Sur la feuille de papier millimétré de la première expérience, tracer quelques lignes de champ en précisant leurs sens et directions.

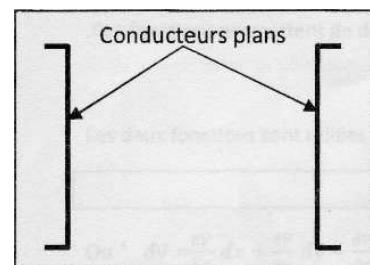


Figure 2: cuve avec 2 plaques parallèles

4.3. Cas d'un conducteur cylindrique placé entre les plaques parallèles

- ✓ Intercaler entre les deux conducteurs plans (au centre) un conducteur cylindrique isolé (voir figure 2).
- ✓ Repérer les trois conducteurs sur une nouvelle feuille de papier millimétré
- ✓ Tracer les équipotentielles 2, 4, 6, 8, 10 Volts
- ✓ Déterminer le potentiel en différents points intérieurs au conducteur cylindrique.
- ✓ En déduire la valeur du champ électrique dans cette partie de l'espace.

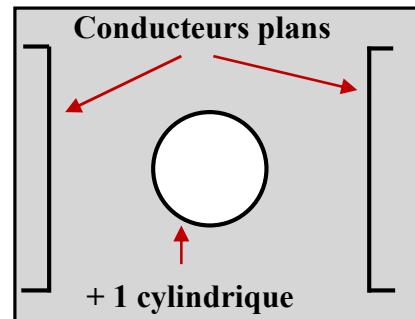


Figure 3: Cuve avec 2 conducteurs plans et un cylindrique

4.4. Cas de deux conducteurs cylindriques

- ✓ Placer les deux conducteurs cylindriques dans la cuve, en veillant à ce qu'ils soient concentriques (leurs centres étant confondus) (voir figure 4). Brancher le conducteur de rayon R_1 au potentiel 0 V et celui de rayon R_2 à +12 V.
- ✓ Repérer les positions de ces conducteurs sur une nouvelle feuille de papier millimétré en traçant les deux axes OX et OY.
- ✓ Déterminer la valeur du potentiel pour les valeurs de M de l'axe des x, en faisant varier x de $-R_2$ à $+R_2$ avec un pas de 1 cm.
- ✓ Refaire le même travail pour des points appartenant à l'axe des y, en faisant varier de $-R_2$ à $+R_2$ avec un pas de 1 cm.
- ✓ Dresser un tableau de mesures et tracer le graphe $V = f(r)$ sur une feuille millimétré ($0 < r < R_2$).
- ✓ Déduire la loi de variation du champ électrique en fonction de r .

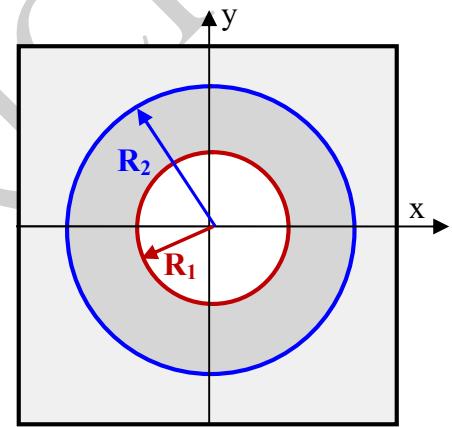


Figure 4: Cuve avec deux conducteurs cylindriques



TP n°3 : Mesure d'une résistance par les méthodes Amont et Aval

1. Termes associés

Résistance ohmique, voltmètre, ampèremètre, différence de potentiel, tension, courant électrique, méthode courte dérivation, méthode longue dérivation, erreur systématique, erreur relative, calibre d'un appareil de mesure électrique, classe de l'appareil, résistance interne d'un appareil.

2. Principe et objectif

On fait passer un courant dans une résistance R qu'on se propose de mesurer. On mesure la tension aux bornes de celle-ci à l'aide d'un voltmètre et le courant qui la traverse à l'aide d'un ampèremètre. Pour ce faire, deux montages sont possibles: AVAL et AMONT.

3. Théorie et évaluation

Ici, on présente les deux méthodes de mesures de résistances, avec notamment leurs différences (erreurs systématiques et erreurs relatives); ces données théoriques permettent le choix de la méthode à utiliser lors de la mesure d'une résistance en fonction de son ordre de grandeur.

3.1. Montage courte dérivation ou aval

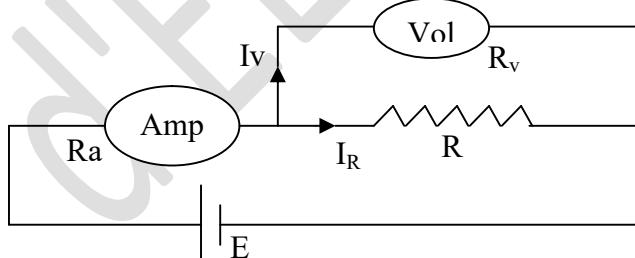


Figure 1: Montage courte déviation (aval)

R: résistance inconnue à mesurer

R_a: résistance interne de l'ampèremètre

R_v: résistance interne du voltmètre

La valeur V_{lue} , indiquée par le voltmètre, est la valeur exacte de la tension aux bornes de la résistance R , mais la valeur I_{lue} sur l'ampèremètre mesure la somme des courants ($I_{lue}=I_R+I_V$), où I_R est celui qui traverse cette résistance et I_V , celui qui traverse le voltmètre.

La valeur de R mesurée est $R_{mes} = V_{lue}/I_{lue}$, alors que la valeur réelle de cette résistance est

$$R = V_{lue}/I_R$$

$$R_{mes} = V_{lue}/I_{lue} = V_{lue}/(I_R + I_V).$$

La valeur mesurée est différente de la valeur réelle de cette résistance; nous apporterons donc une correction C à R_{mes} , correction due à la méthode de mesure (erreur systématique).

$$R = R_{mes} + C$$

Calcul de C:

On a: $R = R_{mes} + C$, soit $C = R - R_{mes}$

$$R = \frac{V_{lue}}{I_R} = \frac{V_{lue}}{(I_{lue} - I_V)} = \frac{1}{\frac{(I - I_V)}{V_{lue}}} = \frac{R_{mes} \cdot R_V}{(R_{mes} - R_V)} \quad \text{car } \frac{I}{V_{lue}} = \frac{1}{R_V} \text{ et } \frac{I_V}{V_{lue}} = \frac{1}{R_{mes}}$$

$$\text{d'où: } C = R - R_{mes} = -R_{mes}^2/(R_{mes} - R_V), \text{ soit } C = -R_{mes}^2/(R_{mes} - R_V)$$

L'erreur relative est C/R_{mes}

3.2. Montage longue dérivation ou amont :

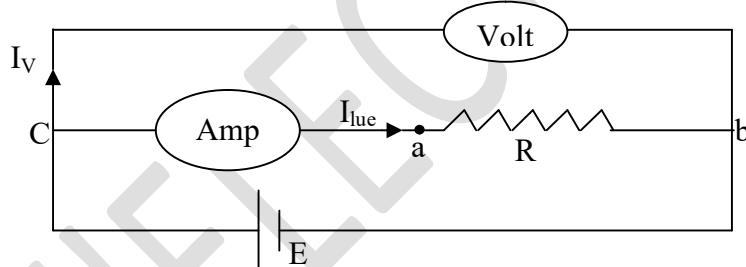


Figure 2: Montage longue déviation (Amont)

R: résistance inconnue à mesurer

R_a: résistance interne de l'ampèremètre

R_v: résistance interne du voltmètre

La valeur I_{lue} indiquée sur l'ampèremètre est la valeur exacte du courant qui traverse la résistance R, mais la valeur V_{lue} sur le voltmètre indique la tension aux bornes de cette résistance et de l'ampèremètre: ($V_{lue} = V_R + V_a$).

La valeur mesurée de la résistance R est donc: $R_{mes} = V_{lue}/I_{lue}$

alors que sa valeur réelle est: $R = V_R/I_{lue}$

Donc, on peut écrire: $R_{mes} = V_{lue}/I_{lue} = (V_R + V_a)/I_{lue}$

$$\text{soit: } R_{mes} = \frac{V_R}{I_{lue}} + \frac{V_a}{I_{lue}} = R + R_a.$$

La valeur mesurée est différente de la valeur réelle de cette résistance, nous apporterons donc une correction C à R_{mes} due à la méthode de mesure (erreur systématique).

$$R = R_{mes} + C.$$

Calcul de C

$$R = R_{mes} + C, \text{ soit } C = R - R_{mes}$$

$$R_{mes} = V_{lue} / I_{lue} = (V_R + V_a) / I_{lue} = R + R_a$$

$$C = R - (R + R_a) = -R_a \quad \text{d'où } C = -R_a.$$

L'erreur relative est C/R_{mes} .

3.3. Conclusion

Le montage qui convient le mieux pour la mesure d'une résistance est celui pour lequel l'erreur relative est la plus faible.

4. Manipulation

Avant de commencer les manipulations, l'étudiant doit vérifier la présence sur la table du matériel suivant:

- Un ampèremètre
- Un voltmètre
- Une boîte de connexions
- Deux résistances inconnues R_{x1} et R_{x2}
- Une résistance $R=1\text{ K}\Omega$

4.1. Montage Aval ou Courte Déivation:

On utilise pour les deux montages la source de tension continue et variable (0..12V). A l'aide du voltmètre, fixer la tension à 10V.

- Réaliser le montage 1 avec R_{x1} .
- Placer les indicateurs des calibres des appareils sur les valeurs maximales.
- Faites vérifier le montage par l'enseignant.
- Allumer. Choisir les calibres des appareils pour avoir une meilleure précision sans dépasser les valeurs max.
- Noter les valeurs de V_{lue} et I_{lue} , ainsi que les calibres correspondants.

- Couper le courant et remplacer R_{x1} par R_{x2} . Refaire la lecture de V_{lue} et I_{lue} .
- Couper le courant et remplacer R_{x2} par R_C ; refaire la lecture de V_{lue} et I_{lue} .
- Présenter les résultats sous forme d'un tableau (Tableau 1).

4.2. Montage Amont ou Longue Déivation:

- Réaliser le montage 2.
- Refaire les mêmes opérations faites pour le montage aval.
- Dresser alors le tableau de mesures (Tableau 2).

4.3. Conclusion:

- Quel montage préférez-vous utiliser pour chacune des résistances?
- Que constatez-vous pour la résistance R_C .

4.4. Etude d'une caractéristique:

La caractéristique d'un élément est la courbe de la tension aux bornes de cet élément en fonction de l'intensité de courant qui la traverse.

Choisissez le montage qui convient le mieux pour tracer la caractéristique de la résistance R_C .

Faites varier la tension de 0 à 6v.

Déterminer la valeur de R_C à partir du graphe $V = f(I)$.

Données:

RÉSISTANCES INTERNES DES APPAREILS DE MESURE

Les valeurs des résistances internes R_a de l'ampèremètre sont données par le tableau suivant:

Calibre (mA)	0.12	0.6	1	3	6	10	30	60	100	300	600	1000	2000
Ra (Ohm)	2000	330	300	100	33	30	10	3.3	3	1	0.42	0.3	0.1

Les valeurs des résistances internes R_V sont indiquées par le constructeur sur l'appareil.

L'incertitude absolue associée à un appareil de mesure

Pour le voltmètre: $\Delta V = \text{Classe} \times \text{calibre}/100$.

Pour l'ampèremètre: $\Delta I = \text{classe} \times \text{calibre}/100$.



TP n° 4 : Etude de l'oscilloscope

1. Termes associés

Appareil de mesure, circuit d'impulsion, tube cathodique, canon à électron, cathode, anode, Wehnelt, système de déflection, base de temps, signal périodique, synchronisation, fréquence de balayage, observation d'un signal, mesure de déphasage.

2. Principe et objectif

Par l'étendue de ses possibilités (mesures d'amplitudes, de temps, ... etc.) et la commodité de son emploi, l'oscilloscope occupe une place importante parmi les appareils de mesure. Grâce aux progrès réalisés dans le domaine des amplificateurs et des circuits d'impulsion, l'oscilloscope permet d'observer des signaux très complexes et très rapides.

3. Fonctionnement d'un oscilloscope

Cet appareil est destiné à rendre visible et mesurable un phénomène électrique ou transformé en grandeur électrique. Ce faisceau est émis par une source (canon à électrons) et dirigé par un système de déflection électrostatique (plaques de déviation) vers le fond du tube (écran) qu'il rend lumineux en un point d'impact (spot).

3.1. Tube cathodique

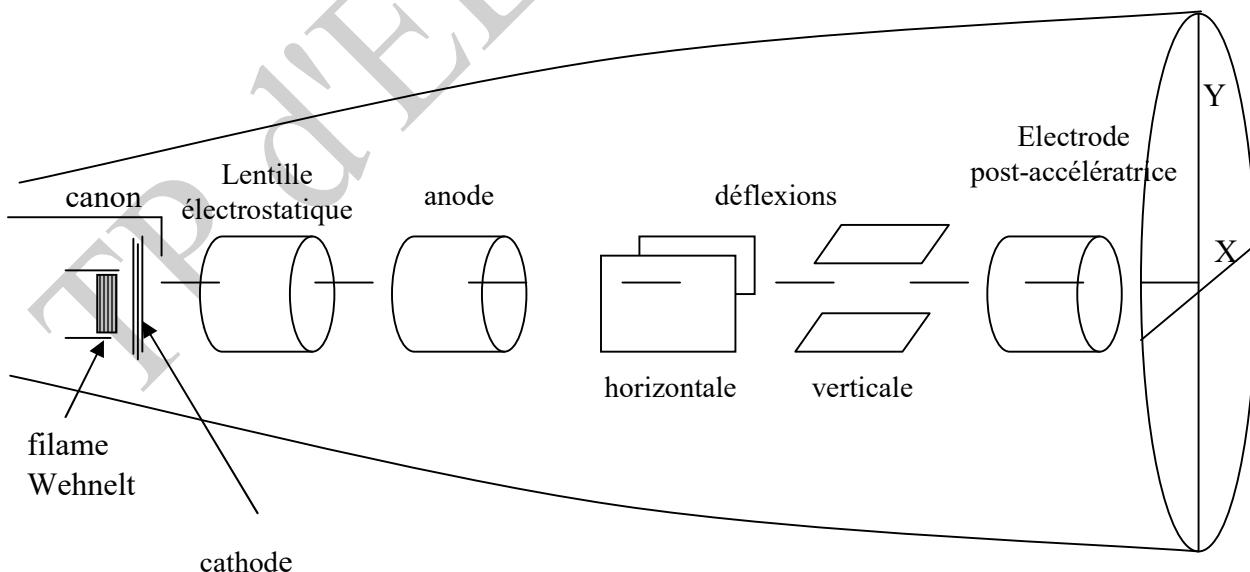


Figure 1: Schéma du tube cathodique d'un oscilloscope

En général, dans un tube électronique, la cathode (source d'électrons) est à la masse; les autres électrodes (sauf la grille de commande) sont à des potentiels positifs. Dans un oscilloscope, afin de ne pas mettre de hautes tensions du côté de l'écran (celui de l'opérateur), la cathode est très négative; les autres électrodes (sauf wehnelt) le sont moins; la plus proche de l'écran est à la masse.

Nous indiquons ici le rôle des différentes électrodes composant le système d'émission des électrons (canon).

- **Cathode** : Les électrons sont éjectés de la cathode par effet thermique grâce à un filament chauffé. La cathode est portée à un potentiel très négatif.
- **Wehnelt** : C'est l'électrode portée à un potentiel légèrement négatif par rapport à la cathode. Toute modification de son potentiel agit sur le débit des électrons et, donc, sur la luminosité du spot (voir bouton '**intensity**').
- **Lentille électrostatique**

Pour une valeur convenable de son potentiel, les trajectoires des électrons se recoupent toutes sur l'écran et forment un spot fin (bouton '**focus**').

- **Anode** : (ou électrode accélératrice) en forme de cylindre comme la précédente, beaucoup moins négative que la cathode, elle attire les électrons vers l'écran en créant le champ électrique accélérateur E. A la sortie de l'anode, les électrons ont une vitesse v, telle que:

$$(1/2) mv^2 = eV$$

m : masse de l'électron; e : charge de l'électron

V : tension ou d.d.p entre anode et cathode.

Après le système de défexion, on trouve une autre électrode qui a pour but de procurer une accélération supplémentaire des électrons et qui permet donc une meilleure fidélité en haute fréquence (le temps de passage des électrons entre les plaques de déviation devant être une fraction très petite de la période), cette électrode a donc un potentiel très positif par rapport à la cathode. Elle améliore également la finesse du spot.

- **Système de défexion**

Le faisceau d'électrons monocinétique (même vitesse) émis par le canon est soumis à l'action de 2 champs électriques créés par 2 paires de plaques (condensateurs). C'est le système de défexion qui modifie la trajectoire des électrons.

- les plaques verticales XX' déterminent la déviation horizontale (axe des X)
- les plaques horizontales YY' déterminent la déviation verticale (axe des Y).

Si on applique une tension continue V_1 entre les plaques X et X', le champ électrique créé est proportionnel à V_1 et il dévie le faisceau d'un angle lui aussi proportionnel à V_1 ; le spot

initialement en O, centre de l'écran, vient en O_1 tel que $OO_1 = X = K_1 V_1$. De même, avec une tension continue V_2 appliquée entre Y et Y', le spot vient en O_2 tel que $OO_2 = Y = K_2 V_2$.

Si nous appliquons simultanément V_1 entre XX' et V_2 entre YY', le faisceau est soumis à la résultante des 2 champs et il vient frapper l'écran au point A de coordonnées: $X = K_1 V_1$, $Y = K_2 V_2$, si les tensions sont constantes, le spot reste en A; mais si elles varient au cours du temps, il décrit alors la courbe paramétrique $X(t) = K_1 V_1(t)$, $Y(t) = K_2 V_2(t)$.

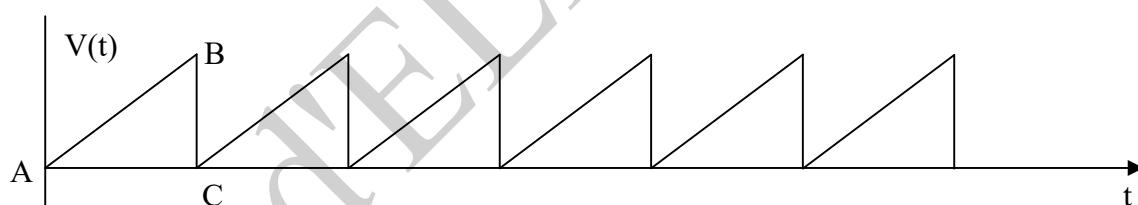
En raison de la persistance des impressions rétinienennes et de la rémanence de l'écran (propriété de rester lumineux un court instant après le passage du spot), et sous réserve que le déplacement du spot soit assez rapide, la courbe apparaît continue bien que le spot se déplace sur cette courbe.

3.2. Base de temps

Une tension appliquée aux plaques de déviation verticale YY' n'entraîne qu'un déplacement vertical du spot. Afin d'observer sur l'écran les variations de cette tension en fonction du temps, il faut assurer le déplacement horizontal du spot en appliquant, aux plaques de déviation horizontale XX', une tension variant linéairement avec le temps.

A cet effet, il a été réalisé à l'intérieur de l'oscilloscope un montage électronique générateur d'une tension $v(t)$, tension en dents de scie (voir figure).

Ce montage constitue la "base de temps".



De A à B, la différence de potentiel entre les plaques croît; il en est de même pour le champ électrique, et donc le faisceau d'électrons est de plus en plus dévié vers la droite de l'écran. De B à C, la tension chute très rapidement et le spot revient donc à sa position initiale à gauche (pendant le retour du spot, on bloque l'émission des électrons en envoyant une impulsion de tension très négative sur le Wehnelt). C'est la composition de ce mouvement linéaire horizontal et du mouvement vertical qui produit la courbe visualisant l'évolution dans le temps du phénomène étudié; suivant la vitesse de celui-ci, on peut modifier la vitesse de balayage.

Observation d'un signal périodique-synchronisation

On applique une tension périodique sur une des voies CH₁ ou CH₂ et on veut observer cette tension. La base de temps est soit "relaxée", soit "déclenchée" (bouton level); en fonctionnement "relaxé" (auto), le balayage de l'écran s'effectue suivant une fréquence déterminée. On observe alors une courbe qui se déplace sur l'écran et qui n'est donc pas "stable"; afin de stabiliser cette courbe, il faut avoir le même signal sur les plaques YY' au début de chaque balayage. Ainsi, à chaque balayage, la nouvelle courbe vient se superposer avec la précédente. On dit alors que l'on synchronise l'oscilloscope. La base de temps doit fonctionner alors en "déclenché".

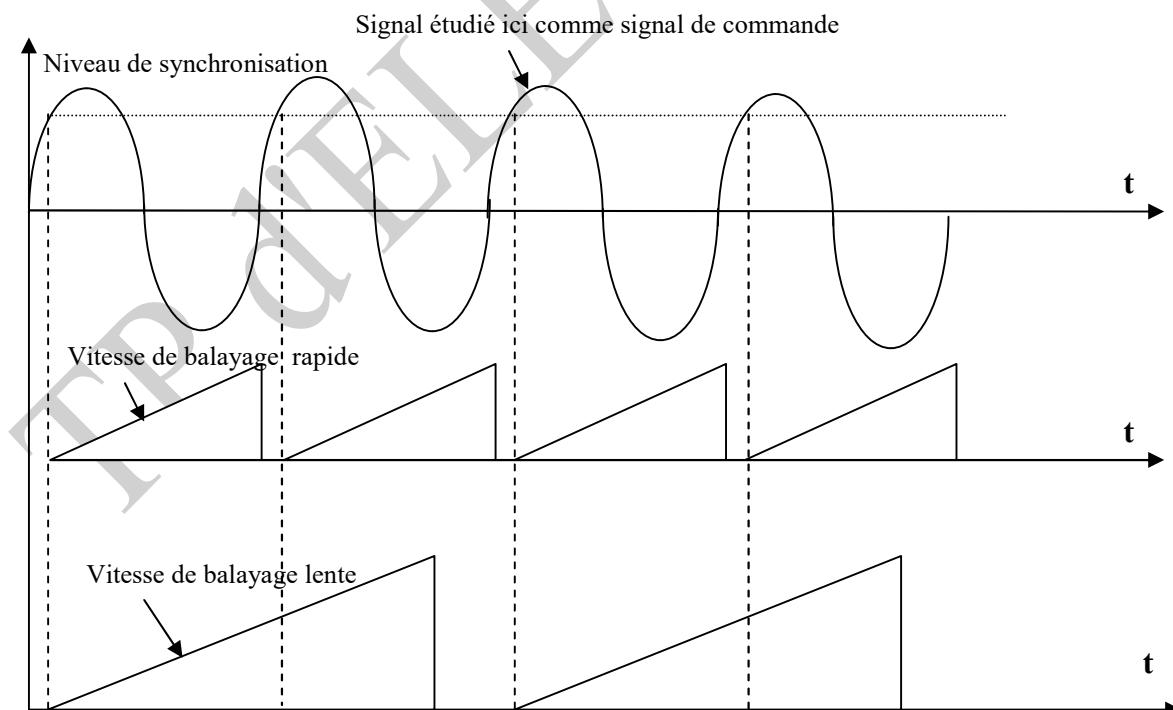
La fréquence de balayage de l'écran est alors commandée.

Cette commande peut être réalisée par:

- soit un signal extérieur (douille 'EXT TRIGG')
- soit le signal appliquée à l'entrée CH₁ ou à l'entrée CH₂.

On peut régler le "niveau" de déclenchement par le bouton 'LEVEL'. Le début d'un balayage s'effectue au moment où le niveau choisi est atteint par le signal de commande. Le début du balayage se fait par un signal qui diminue (bouton 'NOR +'); en manipulation E, la base de temps sera toujours utilisée en "déclenché".

Exemple: Synchronisation pour 2 vitesses de balayage différentes

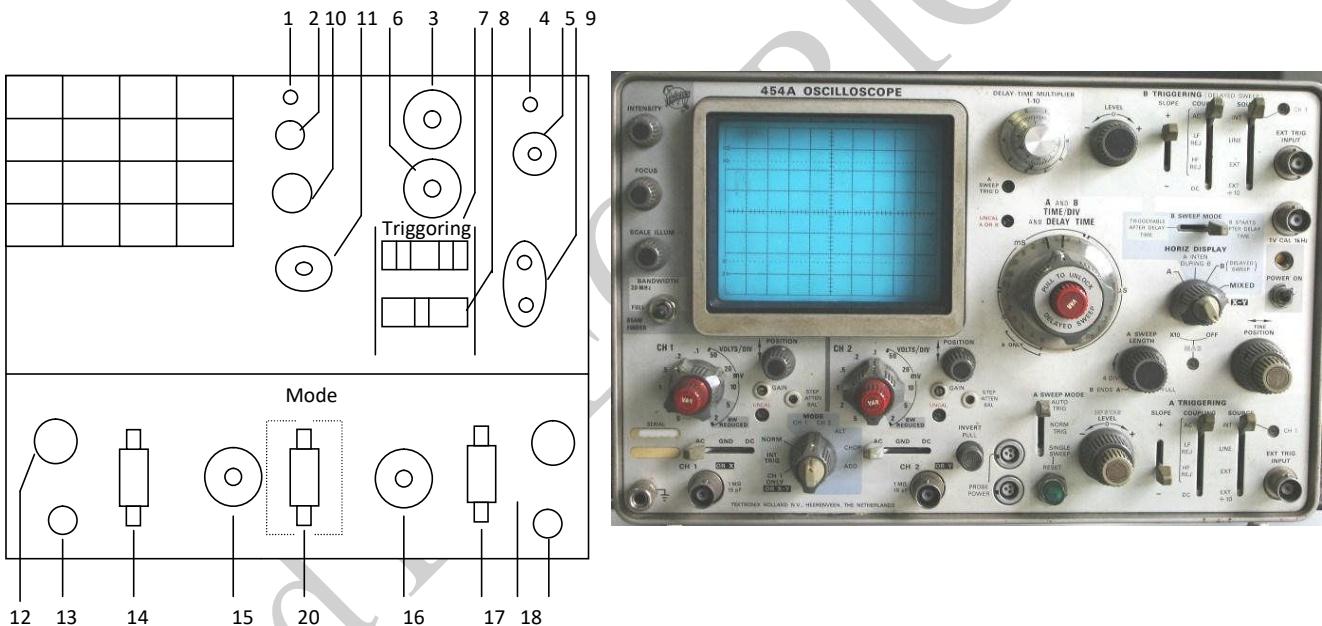


4. Schéma de l'oscilloscope

Les tensions à mesurer peuvent être très petites. La sensibilité d'un tube pour oscilloscope ne dépassant pas en général 20V/cm , il a été nécessaire d'intercaler, entre la borne d'entrée et les plaques déflectrices, un amplificateur de tension. Si on applique à l'entrée de l'amplificateur une tension V , on obtient à la sortie, donc aux bornes des plaques, une tension supérieure $V' = AV$ où A est le gain de l'amplificateur.

Pour comparer 2 signaux sans les composer, l'oscilloscope est pourvu de 2 amplificateurs, verticaux attaquant tour à tour par commutation électronique les 2 plaques de déviation verticale.

Pour composer 2 signaux suivant les axes OX et OY, l'oscilloscope possède un amplificateur horizontal qui permet d'appliquer un signal d'amplitude convenable sur les plaques de déviation horizontale. Dans ce cas, la base de temps est mise hors circuit.



Répartition des boutons de commande des différents organes

En haut, à droite: réglage de la base de temps et de son déclenchement.

Partie inférieure gauche: réglage de la voie CH₁

Partie inférieure droite: réglage de la voie CH₂

Partie inférieure médiane: choix du mode d'observation des signaux.

1: voyant allumé quand 2 n'est plus sur OFF

2: Interrupteur de mise en marche

3: Sélecteur du temps de balayage de la base de temps. Ce sélecteur permet de faire varier la vitesse horizontale du spot sur l'écran.

Gamme 0,5 s/div à 0,5 μ s/div.

Sélecteur en position X-Y : La base de temps est mise hors circuit et les plaques de déviation horizontale sont alors attaquées par le signal appliqué sur la voie CH₂. On peut alors observer les variations du signal de la voie CH₁ en fonction du signal de la voie CH₂.

4: Borne de sortie de la tension d'étalonnage (signaux carrés CAL 1 V).

Cette tension sert à contrôler les calibrations des différents amplificateurs.

5: Réglage du positionnement horizontal de la trace.

Bouton enfoncé: vitesse de balayage correspond aux valeurs affichées par le bouton (3).

Bouton tiré: amplitude du balayage horizontal X 5; donc la vitesse de balayage indiquée par (3) doit être multipliée par 5. (PULL X 5 MAG).

6: Commande d'ajustage du niveau de déclenchement du balayage (LEVEL).

Bouton enfoncé: base de temps "déclenchée"

Bouton tiré: base de temps "relaxée" (PULL AUTO)

7: Sélection de mode de déclenchement de la base de temps. Seule l'utilisation sur la position NOR est faite en manipulation. Sélection du déclenchement sur le front à pente positive du signal (NOR+) ou sur le front à pente négative (NOR-).

8: Sélecteur de la source de déclenchement

CH₁: commande le déclenchement du balayage par le signal appliqué sur CH₁

CH₂: même chose mais avec le signal de la voie CH₂.

9: Douilles d'entrée du signal de déclenchement extérieur (EXT TRIGG).

10: Réglage de l'intensité des faisceaux (INTENSITY)

11: Commande de la focalisation des faisceaux (FOCUS)

12: Commande de cadrage vertical du spot du faisceau CH₁

13: Borne d'entrée de la voie CH₁ (ou entrée verticale Y quand (3) est sur XY)

14: Sélection de l'entrée de l'amplificateur vertical de la voie CH₁ : sur la position GND, le signal appliqué en (13) n'est pas envoyé à l'amplificateur. On peut ainsi régler la position verticale de la trace; sur la position AC, seules les composantes variables du signal appliqué sont envoyées sur

l'amplificateur. Sur la position DC, toutes les composantes du signal sont envoyées sur l'amplificateur.

15: Commutateur atténuateur par bond de l'amplificateur vertical de CH₁.

16: Même chose que (15), pour la voie CH₂.

17: Même chose que (14) pour la voie CH₂.

18: Borne d'entrée de la voie CH₂ (ou entrée horizontale X quand (3) est sur XY).

19: Commande de cadrage vertical du spot du faisceau CH₂.

Commande de cadrage horizontal quand (3) est sur XY .

20 : Sélecteur de mode d'utilisation des voies

CH₁ : voie CH₁ seule en fonction du temps

CH₂ : voie CH₂ seule en fonction du temps

DUAL : voie CH₁ et voie CH₂ en fonction du temps

ADD : voie CH₁ + voie CH₂ en fonction du temps

SUB : voie CH₁ – voie CH₂ en fonction du temps

5. Mesure de déphasage entre deux tensions de même fréquence

Soient deux tensions sinusoïdales : $v_1 = V_1 \sin(\omega t + \varphi)$

$$v_2 = V_2 \sin(\omega t)$$

On mesurera le déphasage φ par deux méthodes différentes:

a) on évalue le déphasage φ en mesurant le décalage horizontal des 2 traces représentant les tensions v_1 et v_2 .

Envoyer la tension v_1 sur CH₁ et v_2 sur CH₂; Mettre le sélecteur (20) sur DUAL. On peut alors mesurer le déphasage entre v_1 et v_2 .

b) on détermine le déphasage par la méthode des courbes de LISSAJOUS

On met hors circuit la base de temps en plaçant le bouton (3) sur X-Y.

On applique v_1 sur CH₁(Y) et v_2 sur CH₂(X). La courbe fermée obtenue sur l'écran est le résultat de la composition rectangulaire de deux fonctions sinusoïdales du temps v_1 et v_2 déphasées de φ . Cette courbe a en général la forme d'une ellipse (ellipse de LISSAJOUS). Elle admet pour équations paramétriques :

$$x = k_x v_2 = k_x V_2 \sin(\omega t) \quad \text{et} \quad y = k_y v_1 = k_y V_1 \sin(\omega t + \varphi)$$

où k_x et k_y dépendent de la géométrie des plaques et du réglage des amplificateurs vertical et horizontal; en posant $a = k_x V_2$ et $b = k_y V_1$, il vient :

$$x/a = \sin(\omega t) \text{ et } y/b = \sin(\omega t + \varphi) = \sin \omega t \cos \varphi + \cos \omega t \sin \varphi$$

En éliminant le temps t entre ces deux équations, on a :

$x^2/a^2 + y^2/b^2 - 2(xy/ab) \cos \varphi = \sin^2 \varphi$, qui est bien l'équation d'une ellipse inscrite dans un rectangle ABCD de dimensions $AB=2a$ et $AD=2b$.

A l'instant $t=0$, le spot est en E tel que $OE = b \sin \varphi = OF \sin \varphi$

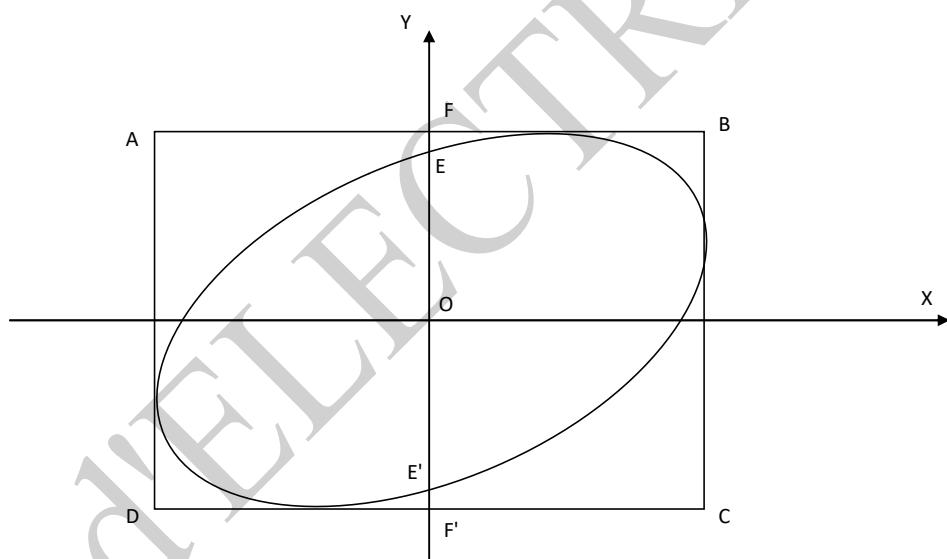
$\sin \varphi = OE/OF = EE'/FF'$. On peut mesurer EE' et FF' sur l'écran et ainsi calculer φ .

Cas particuliers :

Si $\varphi=0$ $x/a - y/b=0$ $y = (b/a)x$: équation d'une droite de pente b/a

Si $\varphi=\pi$ $x/a + y/b=0$ $y = -(b/a)x$: équation d'une droite de pente $(-b/a)$

Si $\varphi=\pm\pi/2$ $x^2+y^2=1$: équation d'une ellipse dont les axes sont les axes de coordonnées de l'écran.



6. Manipulation

Elle a pour but de se familiariser avec le fonctionnement d'un oscilloscope.

6.1. Mise en marche de l'appareil; réglage du spot

- Veiller à ce qu'aucune tension ne soit appliquée en CH_1 et CH_2
- S'assurer que les boutons de réglage du spot 10 et 11 sont en position médiane, ainsi que les boutons de cadrage vertical (12) et (19) et horizontal (5); laisser le bouton (5) enfoncé.

- Régler le bouton (6) en position AUTO.

Le spot doit apparaître et se déplacer sur l'écran ; si cela est nécessaire, corriger les réglages de (1) et (10) afin d'obtenir des spots fins de luminosité moyenne. Rectifier le cadrage.

Remarque : On observe sur l'écran une ligne horizontale (ou des spots se déplaçant) alors qu'aucune tension extérieure n'est appliquée sur CH₁ ou sur CH₂. C'est que l'oscilloscope fonctionne en balayage. Le système interne à l'oscilloscope applique, sur les plaques de déviation horizontale, une tension en dents de scie (bouton (6) sur AUTO: fonctionnement "relaxé" de la base de temps).

6.2. Observation d'un signal; réglage de la base de temps

6.2.1. Mesure d'une tension : la tension à mesurer sera reliée à la voie CH₁ par exemple. La base de temps fonctionnera en "déclenché". Le bouton (6) sera donc poussé; on placera le sélecteur (8) sur la source CH₁ et le sélecteur (7) sur des positions NOR+ ou NOR- suivant le front sur lequel on veut déclencher le bouton. On pourra vérifier son influence sur le niveau de déclenchement; on fera varier les différents réglages des amplificateurs et de la base de temps afin d'observer les modifications produites sur la trace. Le sélecteur (14) sera placé sur la position DC et le sélecteur (20) sur la position CH₁.

a) Tension continue

La tension continue fournie par le bloc d'alimentation étant médiocre, on fera cet essai avec une pile sèche (utiliser la voie CH₁).

b) Tension alternative

Injecter la tension du bloc d'alimentation délivrée entre les bornes 0-12 V sur la voie CH₁.

Observer le phénomène; mesurer la période, en déduire la fréquence; mesurer l'amplitude de la tension. Expliquer la différence entre la valeur 12 V indiquée par le bloc et la valeur mesurée sur l'écran.

c) Tension carrée

Injecter la tension carrée délivrée par l'oscilloscope (bouton 4) sur la voie CH₁ de l'oscilloscope.

Relever la courbe.

Déterminer l'amplitude crête à crête, ainsi que la fréquence

6.2.2. Mesure de déphasage

- a) Réaliser le montage suivant (schéma 1)

Réaliser le montage d'abord et brancher aux bornes de l'oscilloscope ensuite.

- Respecter les polarités
- Vous n'avez besoin que d'un seul fil de masse pour relier la masse du montage à la masse de l'oscilloscope (les deux masses de l'oscilloscope sont reliées entre elles). Visualiser la tension V_{AC} (aux bornes de (R_1+R_2)) sur CH₁ et la tension V_{BC} (aux bornes de R_2) sur CH₂.

- Représenter les traces observées.
- Qu'observez-vous en DUAL

Représentez les traces.

- se mettre en mode XY; Qu'observez-vous?
- Quel est le déphasage entre les 2 signaux?
- b) Inverser les polarités (schéma 2)
 - Qu'observez-vous en DUAL?
 - Se mettre en mode XY; qu'observez-vous?
 - Faire la figure.
- c) Réaliser le montage (schéma 3)
 - A quoi correspond la tension observée sur CH₁?
 - Faire la figure.
 - Même question pour CH₂
 - Visualiser les 2 tensions en mode DUAL ;
 - Faire la figure.
 - Calculer directement le déphasage entre les 2 tensions
 - Se mettre en mode XY.
 - Représenter la figure observée.
 - En déduire le déphasage avec cette seconde méthode.

