

1ère séance – INTRODUCTION ET LOIS FONDAMENTALES

COMPLÉMENTS

*La lecture de cette notice, comme de toutes les autres qui porteront le nom de **COMPLÉMENTS** et accompagneront chaque énoncé de laboratoire intégré, est indispensable à qui veut profiter au mieux du temps imparti pour comprendre la théorie mise en jeu et acquérir un savoir-faire pratique.*

*Les informations contenues dans ces documents et liées aux instruments utilisés et au sujet abordé seront supposées connues, la séance venue. Elles feront donc l'objet de **la plus grande attention**.*

Ces notices, enfin, seront précieusement conservées, les bases qu'elles explicitent relevant autant de l'électrotechnique que de l'électronique au programme de la cette année.

Via cette 1^{ère} séance est fait l'apprentissage de l'utilisation des instruments de mesure et de base d'un laboratoire, ceux-ci étant:

- l'ampèremètre
- et le voltmètre

deux instruments souvent réunis dans un seul boîtier pour constituer ce qu'on appelle un **multimètre**.

L'ampèremètre

Destiné à mesurer les courants, l'ampèremètre est placé **en série** dans le circuit de manière à être traversé par le courant dont on cherche à connaître l'intensité. Sa résistance interne doit être petite, idéalement nulle, afin de modifier le moins possible le courant mesuré.

Pour garantir une incertitude de mesure constante sur toute la gamme de mesures possibles, l'ampèremètre numérique sélectionne automatiquement la gamme appropriée et la valeur mesurée apparaît avec son unité sur la zone d'affichage.

Sur certains multimètres à pile, la mesure du courant suit 2 voies séparées, celles-ci dépendant de sa valeur limite

- la voie notée "**x mA**" ou la voie commune à la mesure des tensions et des résistances si $i < i_f$

i_f = courant maximal supportable par le fusible avant sa rupture ou courant nominal du fusible;

ainsi pour le multimètre HAMEG AM-530 → $i_f = 400 \text{ mA}$

- la voie notée "**X A**" (Ampère) si $i > i_r$ ($X = 10$ pour le multimètre AM-530)

Dans le cas d'un multimètre à deux voies et dans le doute de la valeur atteinte par un courant, on le mesurera d'abord avec la voie « grands courants » afin de s'assurer de l'ordre de grandeur. On recourra ensuite à la voie petits courants si les conditions sont respectées et ce, afin d'augmenter la précision de la mesure.

Le voltmètre

Le voltmètre mesure les différences de potentiel entre deux points d'un circuit ou les **tensions** lorsqu'un des potentiels est **0V**. Il est placé **en parallèle** avec l'élément du circuit limité par les deux points. Il est gradué en volt (V) et millivolt (mV). Sa résistance interne doit être grande, idéalement infinie, pour ne dévier qu'une infime partie du courant principal et ne pas fausser la mesure.

Le multimètre

Comme son nom l'indique, le multimètre cumule plusieurs fonctions, celles de voltmètre ou d'ampèremètre, en **continu** (= , le trait inférieur en pointillés) ou en **alternatif** (~), d'ohmmètre, de fréquencemètre, de capacimètre, etc. Pour une mesure de résistance comme pour une mesure de capacité, l'élément doit être directement branché aux bornes de l'appareil de mesure.

Si en régime continu, une **seule valeur** caractérise la grandeur mesurée, celle indiquée par l'instrument, en régime variable, une grandeur x peut être caractérisée par **plusieurs valeurs**:

$$\text{la valeur moyenne : } X_m = \overline{X} = \frac{1}{T} \int_0^T x dt$$

$$X_m = 0 \rightarrow x(t) = \text{signal } \underline{\text{alternatif}}$$

$$\text{la valeur efficace : } X_{\text{eff}} = X = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T x^2 dt}$$

$$\text{la valeur moyenne redressée : } X_r = \frac{1}{T} \int_0^T |x| dt$$

Avant toute mesure d'un signal variable, on définira donc la valeur le caractérisant au mieux et on se préoccupera du fonctionnement de l'appareil qu'on se propose d'utiliser.

- le **multimètre numérique**, à microprocesseur incorporé et affichage souvent double tel le multimètre HMC8012, où les mesures sont faites avec changement de **calibre** mixte, c'est-à-dire automatique ou manuel et où les mesures AC correspondent à la vraie valeur efficace.

On réserve le terme **analogique** aux données d'une grandeur qui varie continûment comme la déviation angulaire de l'aiguille d'un appareil de mesure à travers son échelle. Un appareil **numérique**, par contre, affiche des données sous forme de nombres discrets, sans valeurs intermédiaires.

On se souviendra ici que, pour tout multimètre où le choix de la gamme de mesure est manuel et pour toute grandeur à mesurer, il faut placer le **sélecteur d'abord sur la gamme la plus élevée** avant de passer aux gammes inférieures.

Montages sur les plaques Hirshman

Tous les circuits, quel que soit le degré de complexité, respecteront la même convention pour la couleur des câbles

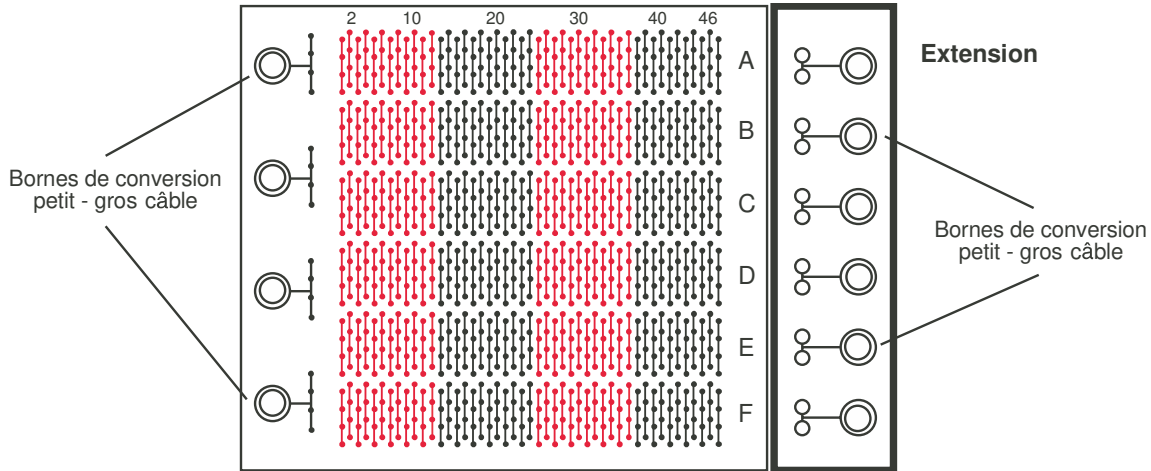
rouge pour le potentiel le plus positif

jaune pour la masse ($V = 0V$)

noir pour le potentiel le plus négatif

laquelle facilite grandement le contrôle en localisant d'emblée le potentiel de masse, jaune.

Les montages proposés ici, comme tous les autres circuits, seront réalisés sur une plaque d'expérimentation appelée plaque Hirshman, du nom du fabricant, et schématisée ci-dessous.



Les éléments sont insérés dans la zone délimitée par les 6 bandes A, B, C, D, E et F, chacune d'elles étant constituée de 47 points de contact indépendants, eux-mêmes démultipliés par 4 le long d'un segment vertical rouge ou noir. Cette démultiplication permet la mise en série ou en parallèle de 2 éléments sans lien câblé.

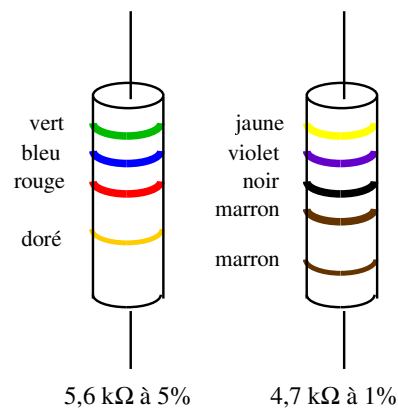
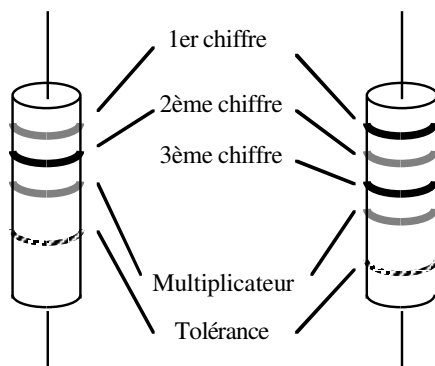
Le circuit sera construit au plus près des bornes de conversion de l'extension, plus nombreuses et de meilleure qualité que celles attachées à la plaque. Les fils de contact prolongeant les composants utilisés (résistances, condensateurs) seront introduits aussi profondément que possible dans les logements de la plaque afin de garantir ce même contact. Par ailleurs les

liaisons seront aussi courtes que possible et le nombre de câbles sera réduit à son minimum – les câbles de liaison ne sont pas blindés et les parasites nombreux.

Comme il ne sera pas jamais oublié que les composants passifs mis à disposition peuvent ne pas avoir la valeur annoncée par l'étiquette de la boîte qui les contient – l'irrespect des choses et surtout d'autrui conduit toujours au désordre –, il sera gardé en mémoire que 2 sortes de résistances sont utilisées pour les travaux pratiques : les résistances à 5% codées avec 4 couleurs et les résistances à 1% codées avec 5 couleurs.

Code de couleurs des résistances

Couleur	Nombre	Multiplicateur	Tolérance
Noir	0	1	1%
Brun	1	10^1	
Rouge	2	10^2	
Orange	3	10^3	
Jaune	4	10^4	
Vert	5	10^5	
Bleu	6	10^6	
Violet	7	10^7	
Gris	8	10^8	
Blanc	9	10^9	
Argenté		10^{-2}	5%
Doré		10^{-1}	



Valeurs normalisées des résistances

1 Ω , 1,2 Ω , 1,5 Ω , 1,8 Ω , 2,2 Ω , 2,7 Ω , 3,3 Ω , 3,9 Ω , 4,7 Ω , 5,6 Ω , 6,8 Ω , 8,2 Ω ,

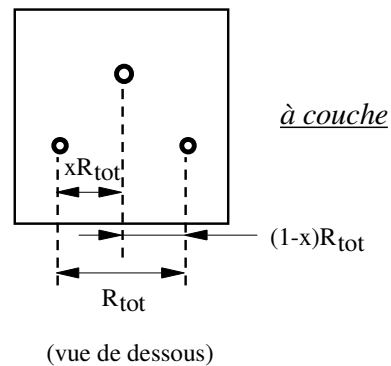
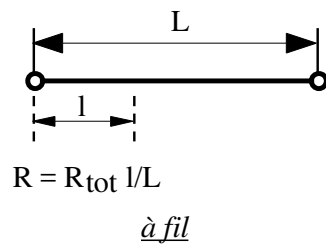
10 Ω , 12 Ω , 15 Ω et ainsi de suite ...

Le potentiomètre

Le potentiomètre est une résistance variable dont la **valeur nominale** correspond à la valeur maximale de cette résistance. Ainsi un potentiomètre de 500 Ω permet-il de faire varier la résistance entre 0 et 500 Ω .

Physiquement, ce peut être un simple fil monté sur un support avec deux bornes aux extrémités où les 2 points de contact sont un point quelconque du fil et l'un des points extrêmes. Issu du commerce, il est souvent constitué d'une surface résistive à piste circulaire parcourue par un curseur dont le déplacement est proportionnel à la surface balayée et donc à la résistance. Sa valeur nominale est inscrite en relief sur une des faces latérales du support.

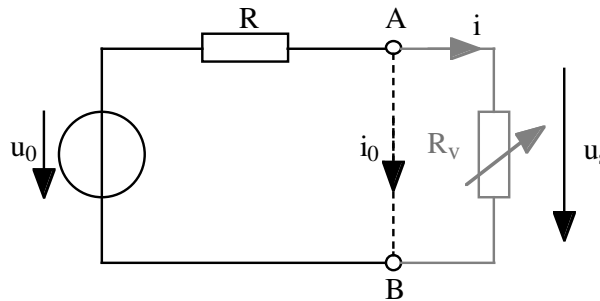
POTENTIOMETRE



Calculs et mesures des équivalents Thévenin et Norton

Il sera remarqué dans le montage Fig 5 qu'aucun courant ne traverse R_6 (les points A et B ne sont pas reliés, le **circuit est ouvert**) et qu'ainsi la tension U est la tension aux bornes de R_5 et U_1 . U , qui est la tension en circuit ouvert, est aussi appelée la **tension à vide** du circuit.

La démonstration faite par le théorème de Thévenin de la possibilité de transformer tout dipôle composé uniquement de sources indépendantes et d'éléments passifs en l'association d'une source de tension unique et d'une résistance en série, on constate que toute **résistance de charge** mise aux bornes d'un dipôle peut servir à la détermination de la résistance équivalente. En effet, d'après le circuit ci-dessous



$$u_s = R_v i = R_v \frac{u_0}{R + R_v} = \frac{R_v}{R + R_v} u_0 \rightarrow \boxed{R = R_v \frac{u_0 - u_s}{u_s}}$$

Dans le cas particulier où $u_s = u_0/2$, $R = R_v$ (on rapprochera cette méthode de celle utilisée pour déterminer la résistance interne du générateur de fonctions - 3^{ème} séance)

Dans le montage ci-dessus, comme dans le montage non réduit on remarque que le courant i , qui traverse R_v , devient égal au courant de court-circuit lorsque $R_v = 0$ et que i_0 vérifie la relation $i_0 = u_0/R$.

C. Doré / A. Koukab