

CHAPITRE 03 :



Les appareils de mesures électriques

Pr. Boudjehem Djali

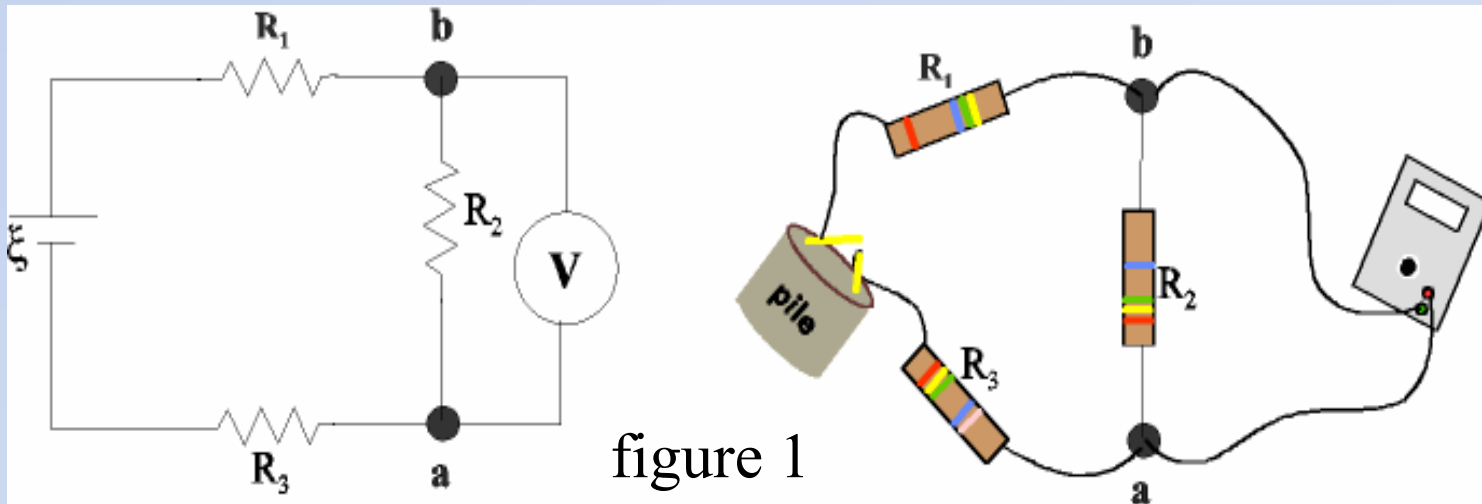
Le voltmètre

Le symbole utilisé pour présenter un voltmètre dans le schéma d'un circuit électrique est le suivant :



Le voltmètre mesure la différence de potentiel entre deux points quelconques, a et b, d'un circuit (voir figure 1). Par conséquent il faut connecter une sonde à chacun de ces points et le voltmètre se retrouve placé en parallèle avec la branche ou les branches du circuit situées entre a et b.

Le voltmètre



Une partie du courant du circuit, en arrivant en b, est dévié par le voltmètre. Pour que ce dernier perturbe le moins possible le circuit initial, il faut qu'il dévie le moins possible de courant et donc que sa résistance interne, R_V , soit grande par rapport à celle du circuit.

L'ampèremètre

Le symbole utilisé pour représenter un ampèremètre dans le schéma d'un circuit électrique est le suivant :



L'ampèremètre mesurant le courant qui passe dans une branche du circuit, il faut brancher l'ampèremètre en série avec la branche de sorte que le même courant qui passe par la branche traverse aussi l'ampèremètre. Il faut donc d'abord déconnecter la branche pour faire une mesure de courant, afin d'insérer l'ampèremètre dans la branche. Dans la figure 2 l'ampèremètre est branché en série avec la résistance

L'ampèremètre

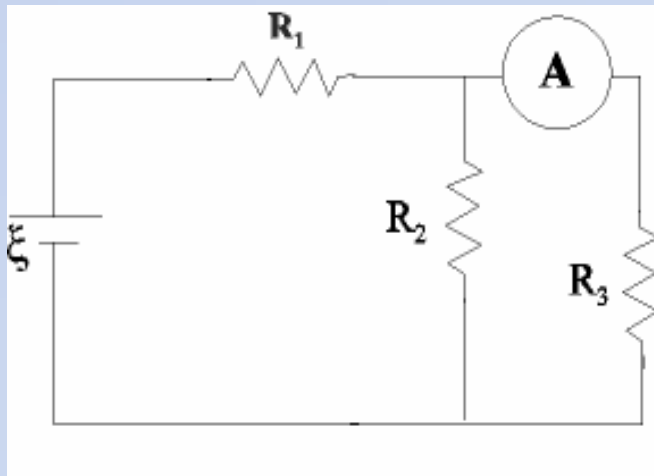
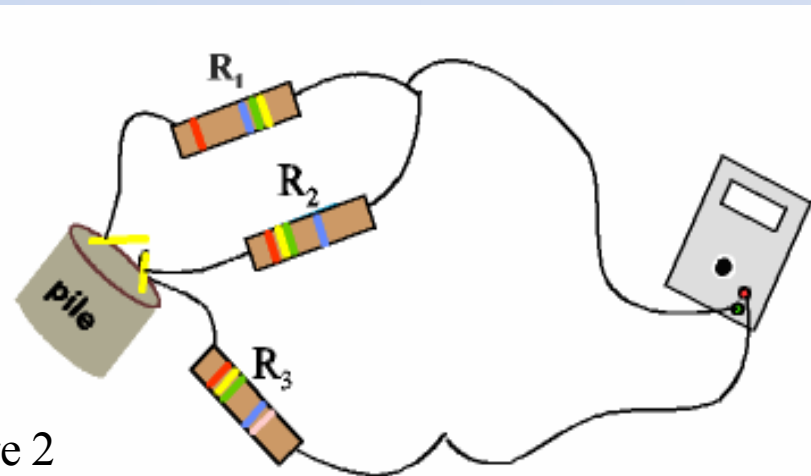


Figure 2



L'ampèremètre offre une certaine résistance, r_A , au passage du courant qui le traverse. La résistance du circuit s'en trouve augmentée et le courant qui y passe, diminué. Pour minimiser cette perturbation du circuit par l'ampèremètre, il est important que sa résistance interne soit petite par rapport à la résistance du circuit, en particulier, par rapport à la résistance de la branche dans laquelle il est introduit.

L'ohmmètre

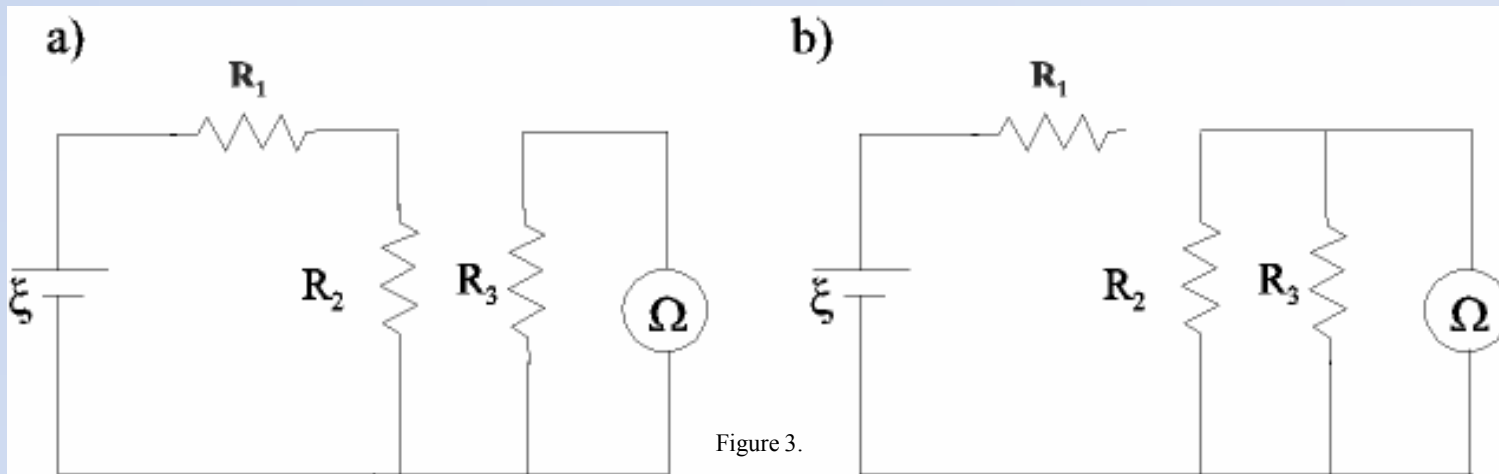
Le symbole utilisé pour représenter un ohmmètre dans un circuit est le suivant :



Contrairement au voltmètre et à l'ampèremètre, l'ohmmètre est un appareil actif : il possède une pile interne, de valeur connue et envoie du courant dans le circuit, qu'il mesure. Pour mesurer la valeur d'une résistance ou d'une combinaison de résistances, il faut connecter les deux sondes de l'ohmmètre aux extrémités de la résistance ou de la combinaison de résistances, alors qu'elle ne reçoit pas de courant du reste du circuit. En effet, dans le cas contraire, ce courant viendrait s'ajouter au courant fourni par l'ohmmètre, ce qui fausserait la mesure.

L'ohmmètre

La figure 3.a montre une manière correcte d'effectuer la mesure de la résistance R_3 du circuit de la figure 2. Remarquons que seul un des liens qui relie R_3 au reste du circuit a été rompu. On aurait pu rompre les deux mais ce n'est pas nécessaire : il suffit que la branche soit interrompue en un point pour que la pile ne fournisse plus de courant à R_3 .



La figure 3 montre une manière correcte d'effectuer la mesure de la combinaison de résistances en parallèle, R_2 et R_3 .

Le multimètre

En pratique, le plus souvent, les différents appareils décrits ci-dessus sont groupés dans un seul appareil appelé multimètre, qui peut être réglé pour être utilisé soit comme voltmètre, soit comme ampèremètre, soit comme ohmmètre. De plus, différentes échelles de sensibilité peuvent être sélectionnées.

Le multimètre

En pratique, le plus souvent, les différents appareils décrits ci-dessus sont groupés dans un seul appareil appelé multimètre, qui peut être réglé pour être utilisé soit comme voltmètre, soit comme ampèremètre, soit comme ohmmètre. De plus, différentes échelles de sensibilité peuvent être sélectionnées.



Les appareils de mesures électriques à aiguille

Les appareils de mesures électriques à aiguille sont construits à partir d'un galvanomètre, représenté dans un schéma de circuit par :



Le galvanomètre est basé sur des effets magnétiques dont nous parlerons plus tard. Disons simplement que l'aiguille du galvanomètre est déviée de manière proportionnelle au courant qui le traverse (voir figure 4).

La valeur maximum de courant mesurable par le galvanomètre, $I_{\max}$, est celle qui fait dévier l'aiguille à fond d'échelle.

Par exemple, pour un galvanomètre ayant une valeur maximale $I_{\max} = 50 \mu\text{A}$, un courant de $25 \mu\text{A}$ fera dévier l'aiguille jusqu'au milieu de l'échelle.



Figure 4.

Un simple galvanomètre permet seulement de mesurer des courants de faible intensité, typiquement inférieurs à $50 \mu\text{A}$. Pour mesurer des courants d'intensité plus élevée et obtenir un ampèremètre on branche une résistance R , que l'on appelle "shunt" en parallèle avec le galvanomètre.

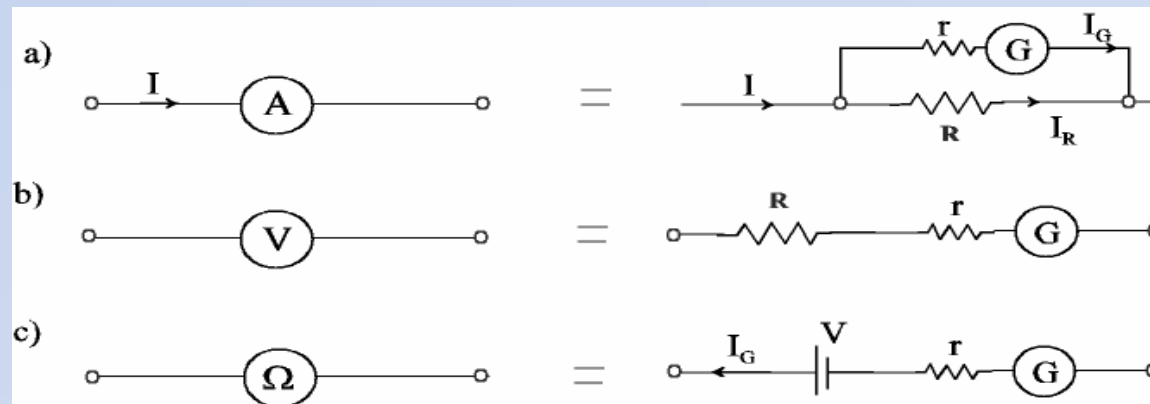


Figure 5

La valeur de R est choisie en fonction du courant maximum que l'on désire pouvoir mesurer, en tenant compte de r , la résistance interne du galvanomètre. Par exemple si on désire obtenir un ampèremètre permettant de mesurer un courant maximum de 1 mA, il faut que lorsque le courant I qui entre dans l'ampèremètre vaut 1 mA, l'aiguille du galvanomètre soit déviée à fond d'échelle,

Actuellement, pour la plupart des applications, les appareils à aiguilles ont été supplantés par des appareils à affichage numérique, généralement moins chers, plus robustes et plus précis (figure 6).



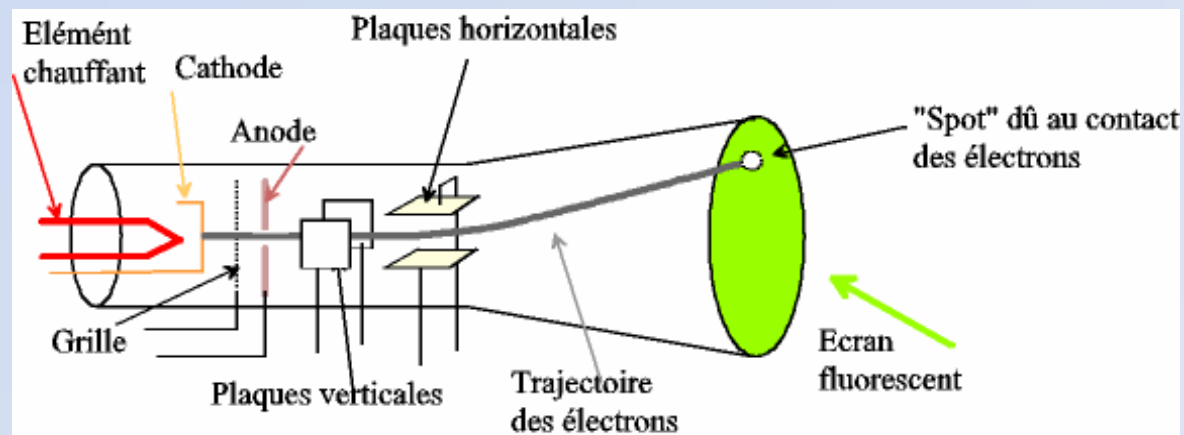
Figure 6.

Ceux-ci ne sont pas basés sur un galvanomètre mais sur des circuits électroniques comportant des transistors et permettant une mesure directe de différence de potentiel. Les autres échelles, l'ampèremètre et l'ohmmètre sont obtenus à partir de ce voltmètre par des opérations analogues à celles de la figure 5

L'oscilloscope

Bien qu'il permette de mesurer une différence de potentiel continue, l'oscilloscope est particulièrement adapté pour étudier les tensions alternatives dont il permet de mesurer non seulement l'amplitude mais aussi d'observer la forme de la variation dans le temps.

L'oscilloscope comporte un tube à rayons cathodiques ou canon à électrons, placé dans un tube en verre dans lequel il y a le vide (voir figure 7).



L'oscilloscope

Les électrons sont émis par une cathode chauffée et accélérés par une forte tension appliquée à l'anode, percée d'un petit trou. Le faisceau d'électrons est envoyé sur un écran fluorescent où il laisse une trace visible ou spot. Avant d'atteindre l'écran, le faisceau d'électrons passe entre deux paires de plaques auxquelles on peut appliquer une différence de potentiel qui crée un champ électrique entre celles-ci. Par conséquent une force agit sur les électrons. Une paire de plaques est verticale et permet de dévier le faisceau horizontalement, l'autre est horizontale et permet de dévier le faisceau verticalement. En variant les tensions des plaques, le spot laissé par les électrons sur l'écran se déplace sur celui-ci et dessine une trajectoire qui peut être observée.

L'oscilloscope

Le mode le plus courant d'utilisation de l'oscilloscope consiste à appliquer une tension dite de balayage aux plaques verticales. Celle-ci fait dévier le spot de gauche à droite, à vitesse constante et le fait revenir rapidement à gauche lorsqu'il atteint l'extrémité droite de l'écran. La différence de potentiel à observer est placée entre les plaques horizontales et fait dévier le spot verticalement. La combinaison des deux déviations permet d'observer à l'écran la variation de la tension en fonction du temps.

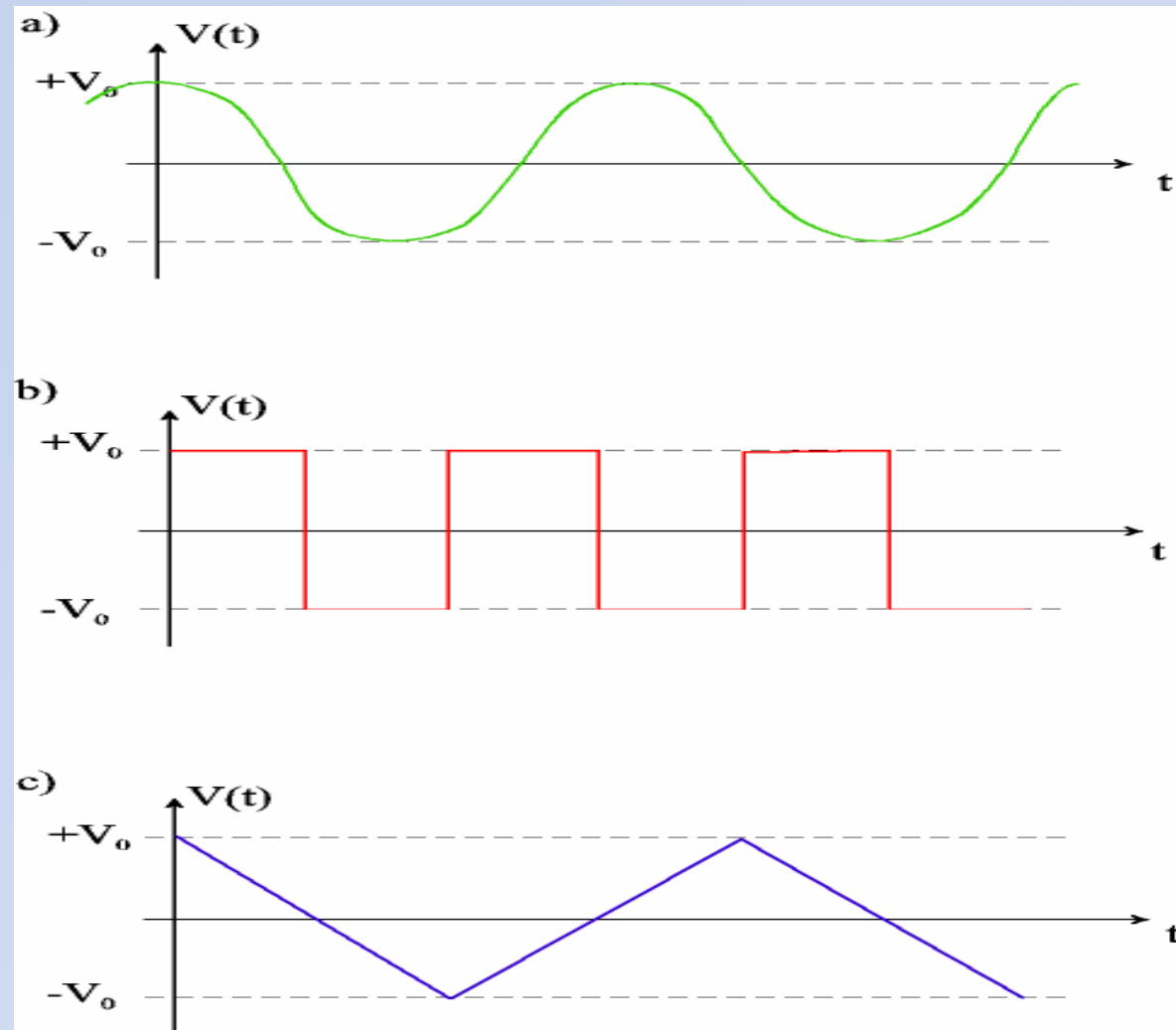


Figure IX.9.

La figure 9 montre quelques exemples de variation dans le temps d'une différence de potentiel ainsi qu'elle peut être observée à l'écran d'un oscilloscope : tension sinusoïdale (a), tension en créneaux (b) et tension en dents de scie (c). Un réticule calibré superposé à l'image du signal permet de faire des mesures d'amplitude et de période et donc de fréquence.

