

# Electromètre ou la triode inversée (F4DXU)

<http://pagesperso-orange.fr/F4DXU/>

L'électromètre est un instrument de mesure servant à mettre en évidence des charges électriques ou à mesurer une différence de potentiel. Il a été inventé et mis au point par Alessandro Volta (pile) à la fin du 18<sup>ième</sup> siècle.

Comme tout appareil de mesure, l'électromètre ne doit pas, ou le moins possible, perturber le processus physique en étude. La mesure d'une différence de potentielle n'est fiable que si le courant consommé est extrêmement faible notamment en électrostatique. L'impédance d'entrée de l'électromètre est de l'ordre de  $10^{12}$  Ohms (téraohm) à  $10^{15}$  Ohms (petaohm) pour les instruments modernes, c'est dire que les courants consommés sont extrêmement faibles. Plusieurs moyens technologiques sont à notre disposition pour y parvenir. Le moyen le plus moderne consiste à utiliser un transistor de type MOS-FET ce qui permet d'atteindre les  $10^{15}$  Ohms mais ces transistors sont extrêmement fragiles (claquage électrostatique) et donc pas faciles à mettre en œuvre, il faut prendre de grandes précautions pour les manipuler. Un autre moyen simple et fiable est d'utiliser un tube thermoïonique comme la triode qui sera utilisée dans un mode de fonctionnement particulier nommé « triode inversée ».

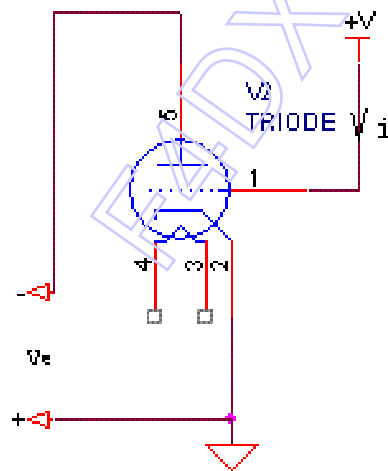


figure 1

Sur le schéma ci-dessus on peut constater que les fonctions et les potentiels de l'anode et de la grille sont inversés, la grille est positive par rapport à la cathode et l'anode est négative par rapport à la cathode et devient l'électrode de commande. Le fonctionnement de la triode s'en trouve complètement modifié (chauffage filament non représenté). Pour que le système fonctionne il est nécessaire que la tension +V, le courant de chauffage et la tension d'entrée  $V_e$  soient de faible valeur, ceci a pour effet de réduire les émissions d'électrons secondaires et de réduire les courants de fuite. Le fonctionnement est le suivant, le filament est très peu chauffé, la tension de grille est très basse et de l'ordre de 2 Volts et  $V_e$  est égale à 0 (court-circuit), le courant de grille sera maximum puisque les électrons émis par la cathode seront accélérés par cette grille portée à un potentiel positif. Etant donnée la faible valeur de la tension d'accélération, les électrons auront une faible vitesse et tous seront absorbés par cette grille devenue l'anode. Lorsque la tension d'entrée  $V_e$  deviendra de plus en plus négative (et différente de 0) cela aura pour

effet de repousser les électrons et de les empêcher d'atteindre la grille. Le courant grille va diminuer jusqu'à 0 si la tension plaque est suffisamment négative ( $\sim 10V$ ). On arrive donc à un fonctionnement en pseudo triode avec une résistance d'entrée extrêmement grande et avec des courants de fuite très très faibles puisque cette électrode à un fonctionnement essentiellement électrostatique.

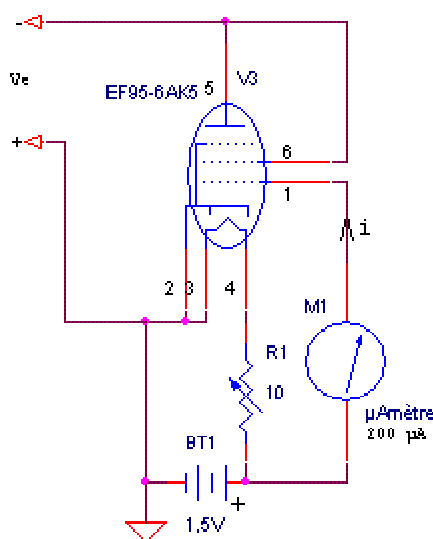


figure 2

Le schéma ci-dessus montre comment réaliser un électromètre très performant avec un pentode (EF95 ou 6AK5) de récupération. Il faut tout d'abord effectuer le réglage du 0 et pour se faire  $V_e$  est court-circuitée et l'on règle R1 pour obtenir une déviation pleine échelle du microampèremètre soit un courant  $i=200\mu A$ . La valeur de R1 est à déterminer en fonction du courant maximum du microampèremètre choisi et des caractéristiques de la lampe. Dans ces conditions, le courant de chauffage mesuré est de 100mA. L'alimentation BT1, qui peut être une pile sert à la fois à polariser la grille et au chauffage du filament ce qui rend le schéma extrêmement simple. Toutes fois la lampe est très sensible à la lumière et il est nécessaire de la protéger du rayonnement par de la peinture noire, par exemple. En effet, par effet photoélectrique des électrons sont arrachés des électrodes et créent un courant de fuite qu'il faut annuler pour que la lampe ne soit sensible qu'à la tension d'entrée.

