

Mesures , étude temporelle, diagramme de Bode.

Ce T.P. est destiné à reprendre contact avec le matériel (générateurs, alimentations continues, oscilloscope, plaquettes pour réaliser les montages) et les méthodes de mesure habituelles.

Description des appareils

Seules les fonctions nécessaires et essentiels des appareils sont décrites. Il est donc fortement déconseillé de manipuler les autres fonctions sans en comprendre la signification !

- **L'alimentation continue**

Elle est destinée à alimenter les montage en énergie.

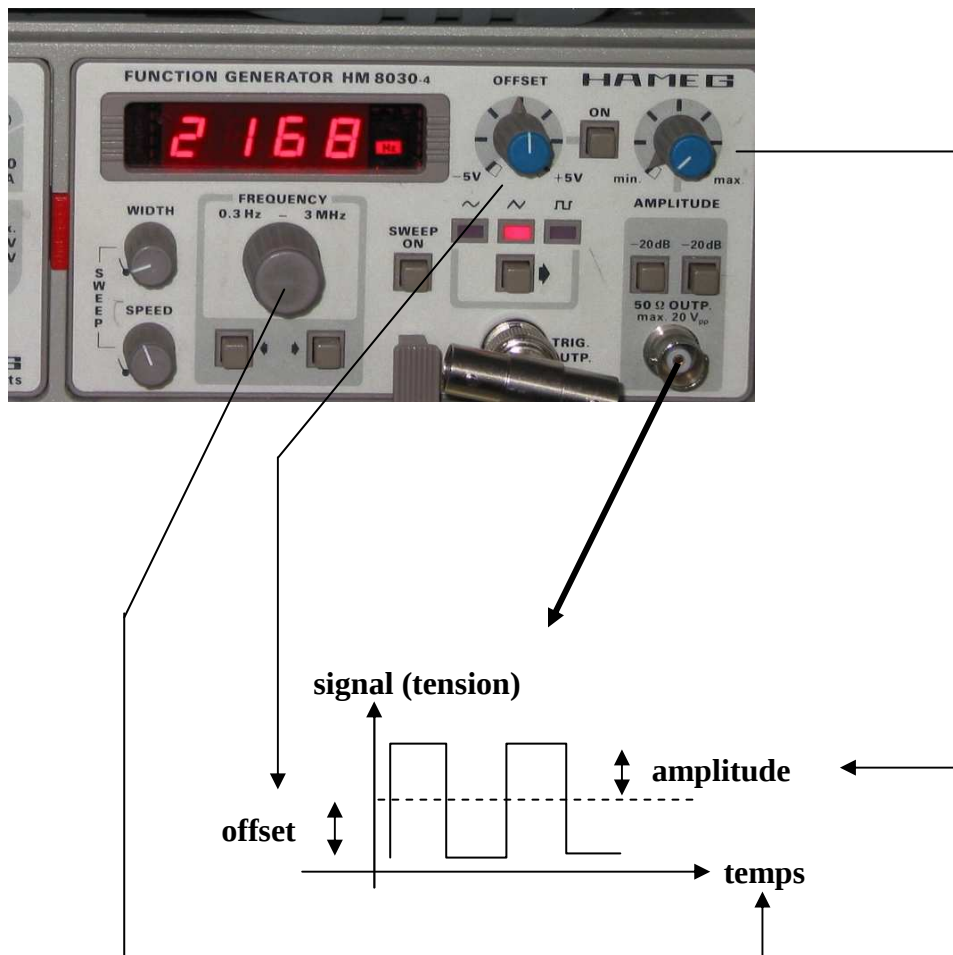
Elle est constituée de deux voies principales (CH1 et CH2). Chaque voie permet de fixer la tension (VOLTAGE) pour alimenter le montage jusqu'à 30 Volts. Un bouton de réglage du courant permet de limiter le courant (CURRENT) qui peut-être débité dans le montage. C'est le courant maximum qui sera débité en cas de court circuit. C'est donc un rôle de protection pour montage alimenté.

Le bouton OUTPUT (ON/OFF) permet de mettre hors circuit le montage alimenté lors de toute intervention. La validation de ce bouton est utilisée pour effectuer des mesures.



- **Le générateurs de fonction basse fréquence (GBF)**

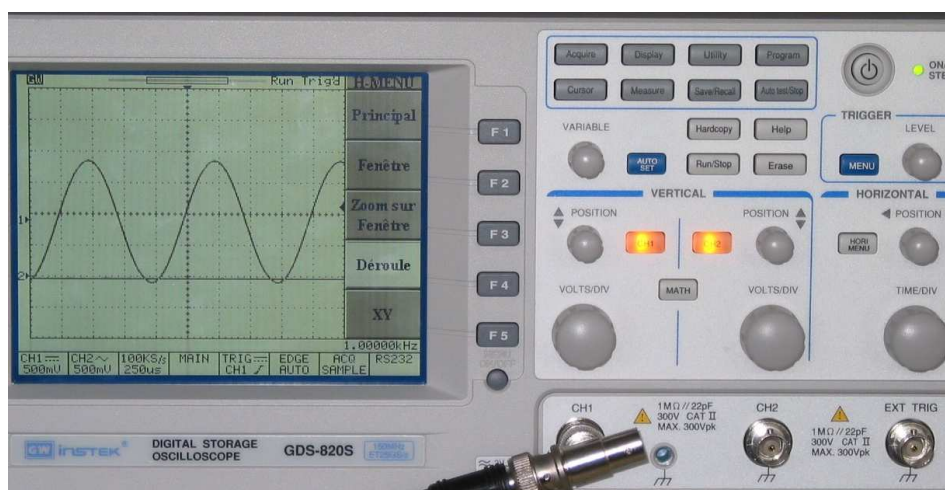
Le générateur de fonction a pour objet de générer des signaux alternatifs pour analyser et caractériser le fonctionnement des montages. On utilise trois types de signaux, les signaux alternatifs, les signaux triangulaires et les signaux en créneaux.



Il est possible de régler l'offset (la tension continue superposée au signal périodique), la fréquence de ce signal. L'amplitude du signal est réglable. Pour atteindre des amplitudes faibles deux boutons poussoirs -20 dB (-20dB=amplitude divisée par 10) sont utilisables.

• L'oscilloscope

Sa fonction essentielle est de visualiser des tensions en fonction du temps, de les comparer et de les mesurer par rapport à la terre, potentiel fixe de l'appareil. Une présentation sera effectuée en cours de TP.



Etude temporelle et fréquentielle de circuits RC

• Etude temporelle :

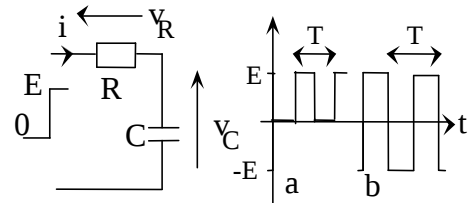
Soit le circuit présenté ci contre :

Réponse à un échelon :

Exprimer v_C et v_R en fonction du temps lorsqu'on applique un échelon de tension à l'entrée du montage; les représenter.

Réponse à un signal périodique :

On remplace le signal échelon de tension par un signal carré de période T (a ou b). Que deviennent les signaux v_C et v_R selon la valeur de T par rapport à $\tau = RC$?



Câbler un circuit RC ($C = 10\text{nF}$; $R = 10\text{k}\Omega$) de façon à pouvoir visualiser (v_E et v_R) v_E étant un signal carré symétrique de 5V d'amplitude.

Compte tenu de la valeur de τ pour le circuit étudié, ajuster la période du signal carré et la vitesse de balayage de la base de temps de l'oscilloscope de façon à visualiser le régime transitoire comme si le circuit était soumis à un échelon de tension ; noter les valeurs de ces deux paramètres. Sur quel signal est-il préférable d'effectuer la synchronisation de l'oscilloscope ?

Cette synchronisation étant correcte, effectuer une mesure du temps de montée (ou de descente) du signal avec le maximum de précision possible (noter tous les paramètres importants que vous avez ajustés pour faire cette mesure) ; en déduire la constante de temps du circuit.

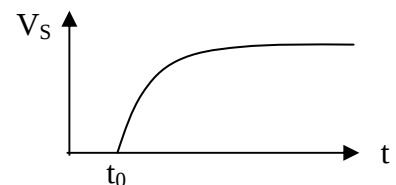
Note complémentaire : mesure du temps de montée d'un signal :

Pour un signal quelconque strictement positif, on définit le temps de montée comme le temps que met le signal pour passer de 10% à 90% de sa valeur finale. Les écrans d'oscilloscopes sont généralement munis de graduations qui rendent cette mesure quasi-immédiate. Aussi, même quand le signal a une croissance exponentielle, on préfère mesurer le temps de montée plutôt que la constante de temps correspondante.

Dans ce dernier cas (signal avec une croissance exponentielle) il est possible de relier la constante de temps τ et le temps de montée t_m :

$$\text{par exemple pour : } V_s(t) = V_0 (1 - \exp(-t/\tau))$$

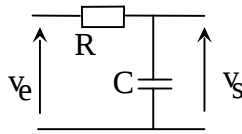
$$t_m = t_{0,9} - t_{0,1} = \tau \ln\left(\frac{0,9}{0,1}\right) \approx 2,2 \tau$$



Cette mesure permet la caractérisation d'un circuit à partir de sa réponse à un échelon de tension, réalisé à l'aide d'un signal carré de période très supérieure au temps de réponse du circuit.

- **Approche expérimentale de la réponse fréquentielle :**

On utilise le circuit précédent.



avec $C = 10\text{nF}$, $R = 10\text{k}\Omega$

On se propose maintenant d'étudier, en régime sinusoïdal, l'évolution relative de v_s par rapport à v_e , en amplitude et en phase, lorsque la fréquence varie. On définit :

$$\bar{T} = \frac{\bar{V}_s}{\bar{V}_e}; G = 20 \log(|\bar{T}|) \text{ et } \varphi = \text{Arg}(\bar{T})$$

En traçant les courbes $G(f)$ et $\varphi(f)$ sur du papier semi-logarithmique, on obtient le diagramme de Bode :

Quelles approximations peut-on faire quand f tend vers zéro ou vers l'infini ? Pour quelle plage de fréquence la puissance en sortie (proportionnelle à V_s^2) est-elle maximum ? L'unité du gain G étant le décibel, quelle valeur en dB correspond à une atténuation de moitié de ce maximum ? A quelle fréquence a-t-on cette atténuation ?

On appelle fréquence de coupure cette fréquence.

Sans relever de point pour le tracé du diagramme de Bode :

Déterminer l'allure du diagramme de Bode en balayant les fréquences.

Déterminer la plage de fréquence de gain constant, puis le mesurer.

Localiser puis mesurer la fréquence de coupure.

En déduire le diagramme de Bode asymptotique.

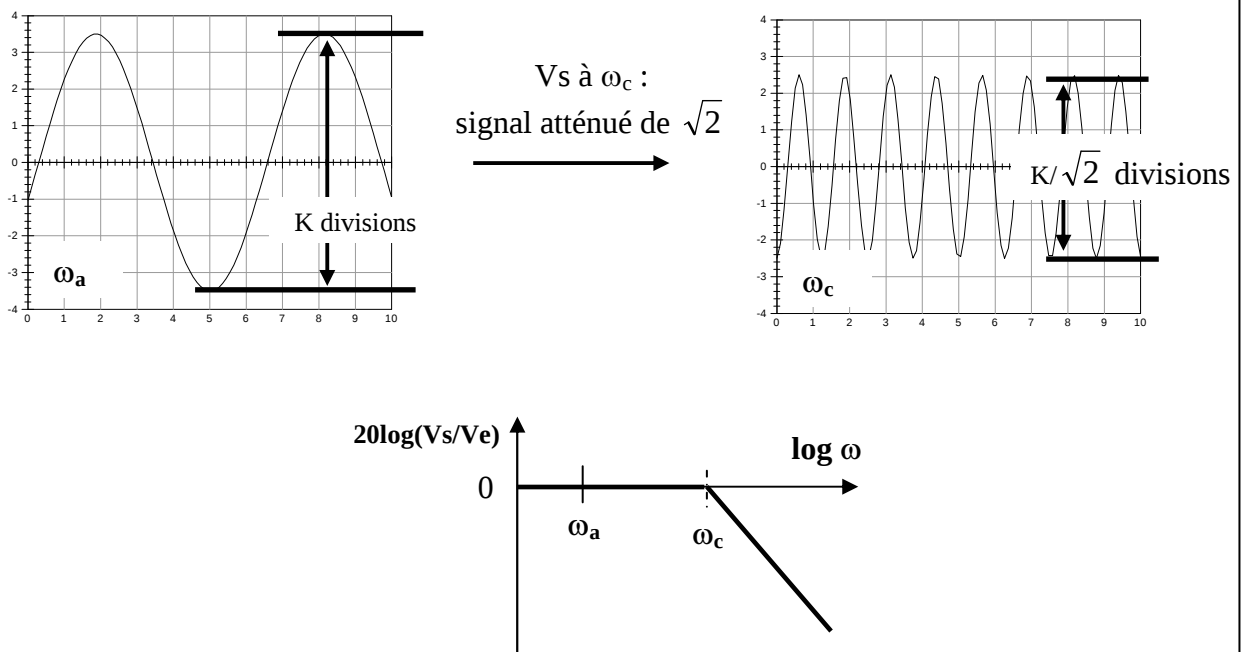
Relever quelques points judicieusement choisis pour le tracé du diagramme de Bode :

Tracer les variations de G et φ en fonction de la fréquence.

Qualitativement, observer les modifications lorsque l'on charge le filtre, c'est à dire lorsque l'on branche une charge en sortie (exemple : une résistance de $1\text{k}\Omega$).

Note complémentaire, mesure d'une fréquence de coupure à -3 dB :

La mesure de l'atténuation du signal de sortie en fonction du signal d'entrée est particulièrement importante pour tracer le diagramme de Bode en amplitude d'un système. On recherche la fréquence de coupure pour laquelle la tension de sortie est divisé par $\sqrt{2}$ par rapport à la tension d'entrée (ce qui correspond à $20\log(V_s/V_e) = -3\text{dB}$). A l'aide de l'oscilloscope cette détermination est aisée. Pour cela, lorsque l'on est dans la bande passante, il suffit de choisir le calibre qui donne la meilleure résolution en amplitude sur l'oscilloscope. Il faut ensuite amener les curseurs d'amplitude afin de mesurer le signal crête à crête (V_{pp}). On recherche la fréquence du signal qui conduit à observer le signal de sortie sur $V_{pp}/\sqrt{2}$. Cette fréquence correspond à la fréquence pour laquelle il y a une atténuation de -3 dB. Dans le cas d'un filtre du premier ordre cela correspond à la fréquence de coupure.

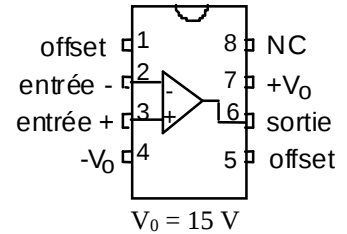


Exemple d'un filtre passif passe bas avec une fréquence de coupure ω_c

Approche de l'amplificateur opérationnel

Il faut noter qu'il existe deux familles voisines de composants : les amplificateurs opérationnels, utilisant la zone linéaire de fonctionnement à des fins d'amplification, et pour lesquels une caractéristique importante est la stabilité ; les comparateurs pour lesquels la rapidité est la caractéristique la plus importante.

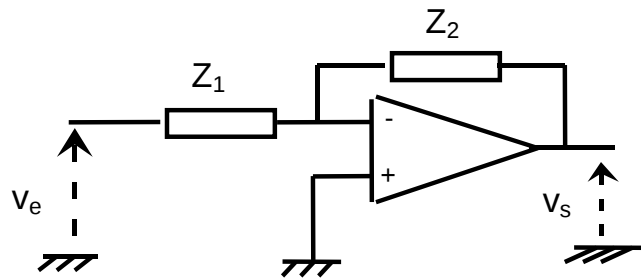
Cependant, l'ensemble des propriétés peut être étudié sur une même structure (ici le 741, qui est un amplificateur opérationnel compensé en fréquence, donc destiné à l'amplification et non à la commutation et dont la vitesse est limitée par le *slew-rate*), même si certaines performances sont tout à fait médiocres : cela permet de caractériser les défauts et les limites de fonctionnement.



Important : éviter d'envoyer, à l'entrée de l'amplificateur opérationnel, de trop forts signaux, pour éviter de le saturer (sauf utilisation particulière). Sauf indication contraire donnée dans le texte (étude des défauts), l'amplificateur opérationnel est considéré comme parfait.

Fonction de transfert :

Le montage suivant constitue la base des montages à base d'amplificateurs opérationnels.



Préparation :

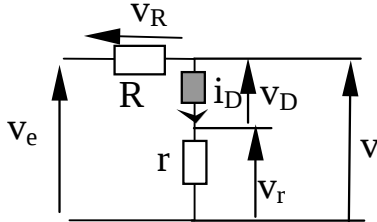
Déterminer la fonction de transfert de ce montage pour lequel Z_1 et Z_2 représentent l'impédance de dipôles (R, C ou L).

Manipulation :

Réaliser le montage avec $R_1 = 10\text{k}\Omega$ et $R_2 = 100\text{k}\Omega$.
Déterminer le gain en tension de ce montage.

Tracé de la caractéristique d'un dipôle passif

En mode d'affichage XY la déviation en X est assurée par l'un des signaux à étudier. Ce mode permet de comparer deux courbes. Une utilisation possible est donc la mesure de déphasage. Une autre plus intéressante est de permettre le tracé d'une caractéristique $I(V)$ d'un dipôle.



Sur le montage ci-contre en utilisant $R = 10 \text{ k}\Omega$ et $r = 10 \text{ }\Omega$, quelle tension donne une image du courant dans le dipôle ?

Avec le matériel dont vous disposez est-il possible de visualiser simultanément V_D et I_D ? (attention aux problèmes de masse !).

En alimentant le montage par une tension triangulaire symétrique de 3 Volts d'amplitude, visualiser la caractéristique dans le cas d'une diode.

En utilisant cette caractéristique, argumenter s'il s'agit d'un composant passif. Ce composant est-il linéaire ?