

TP 2 d'électricité
Etude du régime sinusoïdal

Les préparations doivent être faites avant la séance de TP et rendues en début de séance (elles sont notées). A la fin de la séance un compte-rendu contenant les réponses aux questions posées est remis aux professeurs (il sera noté).

Ce TP est la continuation du TP1 ; donc le TP1 doit être bien maîtrisé.

NB : la préparation est à faire avant la séance et à rendre aux enseignants en début de séance. Répétition volontaire...

I) Préparations

1) Etude d'une cellule RC en régime permanent sinusoïdal

Soit un signal sinusoïdal $e(t) = E \cos(\omega t) = E \cos(2\pi ft)$

Donnez l'expression complexe du signal $\underline{e}$ associé.

On considère la cellule RC ci dessous, où $e(t) = E \cos(\omega t)$. Le système étant linéaire, on sait que la sortie $s(t)$ sera de la forme $s(t) = S \cos(\omega t + \theta)$, signal sinusoïdal de même pulsation que l'entrée, mais d'amplitude et de phase différente.

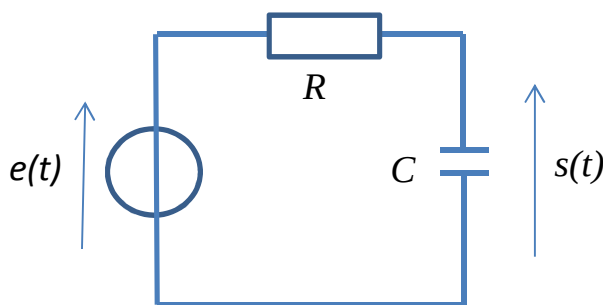


Figure 1 : Schéma électrique d'une cellule RC

- Exprimez les impédances de R et C , que remarquez-vous ? Quelle impédance est variable avec la fréquence f (ou la pulsation ω)
- Exprimez $s(t)$ en fonction de $e(t)$, R , C , et de ω .
- Exprimer en complexe la fonction de transfert

$$\underline{H(j\omega)} = \frac{\underline{s}}{\underline{e}}$$

Sachant qu'en notation complexe : $\underline{e}(t) = E e^{j(\omega t)}$ et $\underline{s}(t) = S e^{j(\omega t + \theta)}$ et

Faire apparaître pour chaque pulsation le module et l'argument (ou phase) de $\underline{H(j\omega)}$

Que représente physiquement le module de $\underline{H(j\omega)}$?

Que représente l'argument de $\underline{H(j\omega)}$?

- a) Trouvez la pulsation ω_c pour laquelle le module est divisé par $\sqrt{2}$ en fonction de R et C.

Soit ω_c , cette pulsation.

- Calculez la phase de $\underline{H(j\omega)}$ pour $\omega = \omega_c$
- A quelle fonction est équivalente la fonction de transfert $\underline{H(j\omega)}$ lorsque $\omega \ll \omega_c$?

En déduire le module et argument de $\underline{H(j\omega)}$ pour $\omega \ll \omega_c$

- A quelle fonction est équivalente la fonction de transfert $\underline{H(j\omega)}$ lorsque $\omega \gg \omega_c$?

En déduire l'argument de $\underline{H(j\omega)}$ pour $\omega \gg \omega_c$

NB : $\omega \ll \omega_c$: prendre $\omega = 0$ et $\omega \gg \omega_c$ prendre $\omega \rightarrow +\infty$

A.N. Trouvez la valeur de cette pulsation (où pulsation de coupure) ω_c et en déduire la fréquence de coupure f_c pour une résistance R de 4,7k Ω et un condensateur C de 2,2nF

II) Objectif du TP

L'objectif des TP d'électricité est, dans une première partie, de vous familiariser avec l'utilisation des principaux équipements du laboratoire d'électronique du campus. Le second objectif est de mettre en pratique les différentes lois d'électricité que vous avez vues en cours.

Dans ce TP, nous nous intéresserons principalement aux équipements suivants :

- Générateur basse fréquence
- Voltmètre
- Oscilloscope
- Plaquettes de test Labdec

Au travers de montages simples, vous allez apprendre à vous servir de ces différents équipements.

II) Travail demandé

1) Mesures des différents paramètres d'une sinusoïde

a) Prise en main du matériel.

Branchez directement la sortie du GBF (générateur basse fréquence) sur l'oscilloscope à l'aide d'un câble coaxial. Visualiser différents types de signaux (sinusoïde, carré, triangle) en faisant varier les paramètres tels que : amplitude, offset, fréquence, rapport cyclique. Visualiser les signaux lorsque l'oscilloscope est en mode DC, puis en mode AC.

b) Mesure d'un signal

Générez et visualisez le signal suivant : $e(t) = 5 \cos(2\pi ft) + 2$ avec $f = 1$ kHz.

- Dans quel mode doit être le Channel (où canal) de l'oscilloscope pour visualiser ce signal ? AC ou DC ? Justifiez votre réponse.
- Mesurez à l'aide de l'oscilloscope la valeur efficace de ce signal en mode DC puis en mode AC.
- On mesure maintenant le même signal avec le voltmètre.
 - o Donnez la valeur mesurée lorsque le voltmètre est en position DC. A quoi correspond cette valeur ?
 - o Donnez la valeur mesurée lorsque le voltmètre est en position AC. A quoi correspond cette valeur ?

Recommencez les différentes mesures avec $e(t) = 5 \cos(2\pi ft)$

2) Caractérisation de la cellule RC

Câblez la cellule RC suivante avec $R = 15$ k Ω et $C = 2,2$ nF. Le signal $e(t)$ sera un signal sinusoïdal généré par le GBF dont on modifiera la fréquence.

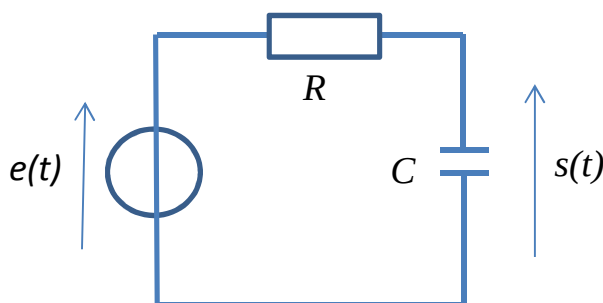


Figure 2 : Schéma électrique de la cellule RC

- Réglez la fréquence du générateur pour qu'elle soit égale à la fréquence de coupure calculée lors des prédéterminations. Vérifiez que le déphasage entre le signal de sortie et le signal d'entrée est bien de -45°
- Faites varier rapidement la fréquence en dessous de cette fréquence de coupure et décrivez ce que vous observez.
- Faites varier rapidement la fréquence au-dessus de cette fréquence de coupure et décrivez ce que vous observez.
- Réglez l'amplitude du signal d'entrée à 10V. Faites varier la fréquence du signal d'entrée et remplissez un tableau semblable au tableau suivant. Vous prendrez pour cela des points en dessous et au-dessus de la fréquence de coupure f_c .

Fréquence f	$\left \underline{H(j\omega)} \right = \frac{S}{E}$	$G = 20 \log \left(\left \underline{H(j\omega)} \right \right)$	$\phi = \arg \left(\underline{H(j\omega)} \right)$

Tracer

$\left| \underline{H(j\omega)} \right| = \frac{S}{E}$ en fonction de f : que remarquez-vous ?

III) ANNEXE : Description du matériel GBF (Générateur Basses Fréquences)

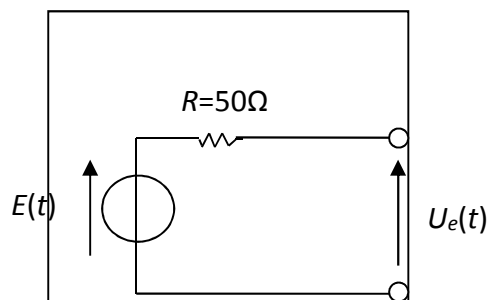
Un GBF est un générateur de fonctions basses fréquences. Il permet de générer différents types de signaux :

- DC (Continus)
- Sinusoïdaux
- Triangulaires
- Carrés

De plus, il permet de leur modifier différentes caractéristiques telles que :

- L'amplitude crête à crête (V_{pp})
- L'Offset (tension moyenne)
- La fréquence
- Le rapport cyclique
- ...

Un GBF possède une impédance interne généralement de 50 Ohms (elle peut être également de 600 Ohms par exemple pour des applications télécom) pour des questions d'adaptations d'impédance à l'impédance caractéristique des câbles coaxiaux qui en laboratoire est de 50 Ohms. Soit :



Générateur de fonctions

Seule la tension $U_e(t)$ qu'on injecte en entrée du circuit est accessible à la mesure.

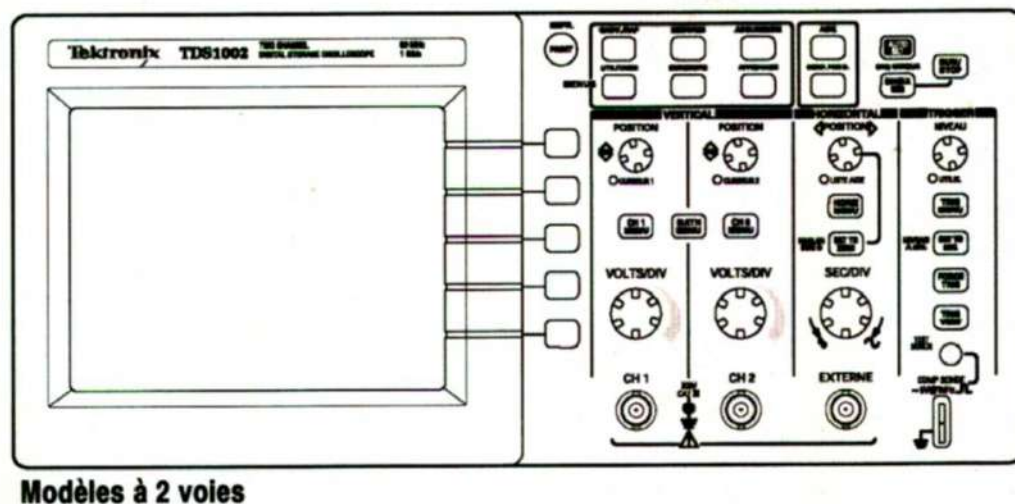
L'oscilloscope

Un oscilloscope permet d'observer en temps réel les relations de deux ou plusieurs phénomènes entre eux ou au cours du temps. Ses fonctions essentielles sont :

- Visualisation de l'allure d'un signal

- Possibilité de mesure de l'amplitude du signal
- Possibilité de mesure de temps ou d'éléments dérivés (période, phase, ...)

Les TDS 1002 ou TDS 210 se présentent de la manière suivante :



Sur l'écran, de manière générale, l'axe des abscisses représente le temps et l'axe des ordonnées une tension. Ainsi, les boutons présents dans la section "vertical" permettent de régler les positions et calibrages des deux entrées CH1 et CH2.

La zone "horizontal" permet de régler la base de temps (sec/div) ainsi que la position du point de déclenchement.

Ce point de déclenchement a pour but d'établir une relation de temps entre le signal à mesurer et la récurrence du balayage horizontal de façon à obtenir une représentation stable du signal sur l'écran.

Les sources de déclenchement peuvent être les suivantes :

- Signal interne : CH1 ou CH2
- Signal externe : EXT Trigreur
- Signal secteur : fréquence du secteur (50 Hz)

Ensuite, pour chaque source de déclenchement, il est possible de choisir différents types de déclenchements :

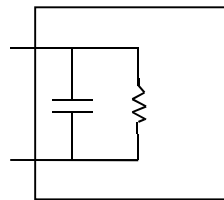
- Front : permet de déclencher sur la pente montante ou descendante d'un signal à un niveau donné.

- Vidéo : permet de déclencher la synchronisation sur des informations comprises dans les signaux vidéo aux standards NTSC, PAL ou SECAM.
- Impulsion : permet de déclencher sur des critères de largeur et de polarité d'impulsions.

Les touches à droite de l'écran permettent de sélectionner les différentes fonctionnalités des différents menus affichés sur l'écran.

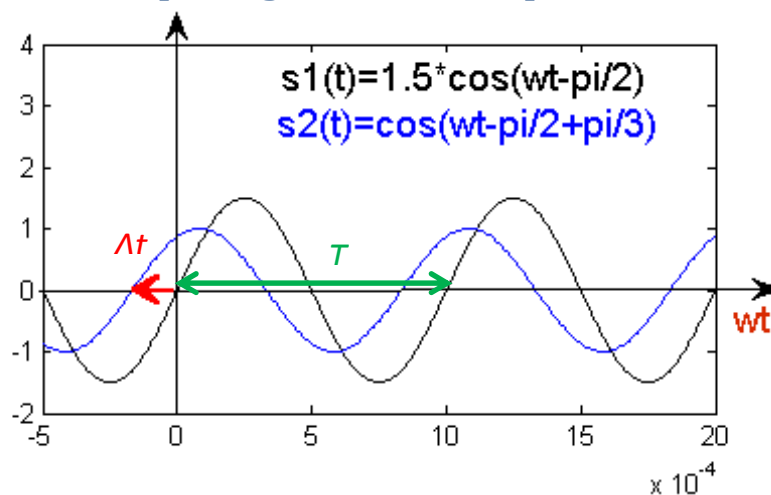
Les TDS 1002 et TDS 210 possèdent aussi des fonctionnalités d'acquisition de données, de mesures à l'aide de curseurs ainsi que différents types d'affichages. De plus, il contient une aide en ligne qui pourrait bien vous être utile...

Il est à noter que les oscilloscopes présentent une impédance d'entrée qui pour le TDS 1002 est composée d'une résistance de 1 MΩ en parallèle à une capacité de 20 pF.



Impédance d'entrée de l'oscilloscope.

Mesure de déphasage à l'oscilloscope



$$\times \frac{2\pi}{T}$$

T	2π
Δt	ϕ

Donc

$$\phi = 2\pi \frac{\Delta t}{T}$$

en rad.