

TP 5 Utilisations de l'oscilloscope et du GBF et étude d'un circuit RC

Matériel :

- oscilloscope
- générateur basse fréquence (GBF)
- multimètre numérique de table
- boîte à décade de résistance
- boîte à décade de capacité
- câbles électriques.

Dans ce TP nous utiliserons un **oscilloscope**, appareil de mesure qui nous permet, entre autres, de mesurer la variation de différence de potentiel en fonction du temps entre deux points d'un circuit.

Nous emploierons également un **GBF : générateur de basses fréquences** (appelé également générateur de fonctions), afin de délivrer des tensions avec des fréquences précises.

À l'aide de ces deux outils nous pourrons mesurer la variation de la tension aux bornes d'un condensateur et la variation du courant dans un circuit RC soumis à une tension crête de période T .

Utilisation de l'oscilloscope

Un oscilloscope affiche la tension en fonction du temps pour des formes d'ondes périodiques. Les valeurs de tensions sont affichées sur l'axe vertical, et le temps sur l'axe horizontal.

Toute la longueur affichée de l'axe horizontal représente la durée Δt sur laquelle on peut voir la variation de la tension. On dit que l'oscilloscope effectue un balayage de la tension sur une durée Δt . À chaque durée Δt , un nouveau balayage a lieu et l'oscilloscope affiche le résultat de ce balayage, soit la nouvelle variation de tension qu'il a mesuré durant cette durée.

Il y a trois paramètres à régler afin d'afficher correctement une mesure de tension.

- Afin qu'une tension périodique s'affiche toujours de la même manière à chaque balayage, soit qu'elle débute toujours à la même valeur de tension, il faut utiliser **le système de déclenchement** de l'oscilloscope (*trigger* en anglais).
- Dans le cas de notre oscilloscope, il faut tourner la roue codeuse située sous les trois boutons de la colonne *Trigger*. On peut alors positionner **un curseur horizontal** qui définit la valeur de la tension pour laquelle l'oscilloscope déclenche le balayage pendant une durée Δt . Ainsi, chaque nouveau balayage commencera à ce niveau de tension.
- On peut faire varier la valeur Δt de la durée du balayage, soit changer l'échelle temporelle à laquelle on regarde les variations de la tension. Pour ce faire on fait tourner la roue codeuse de la colonne *Horizontal* : dans le sens trigonométrique pour augmenter Δt (on "dézoome temporellement"), et dans le sens horaire pour diminuer Δt (on "zoome temporellement"). **On augmente ou diminue ainsi la valeur de la durée en secondes pour une division horizontale notée s/div** : la valeur du pas de temps de l'axe horizontal.
- De la même manière, **on peut faire varier la valeur de la tension pour une division verticale notée volt/div** : soit changer la valeur du pas de tension de l'axe vertical afin de modifier l'échelle verticale. Pour ce faire on fait tourner la roue codeuse de la colonne de la voie que nous avons choisie pour faire la mesure (1 ou 2) : dans le sens trigonométrique pour augmenter la valeur de tension par division (on "dézoome verticalement", et dans le sens horaire pour diminuer la valeur de tension par division (on "zoome verticalement").

Valeur efficace

La valeur efficace d'une grandeur correspond à la racine carrée de la moyenne du carré de cette grandeur mesurée sur une période T .

Pour une grandeur sinusoïdale, on peut montrer que sa valeur efficace est égale à l'amplitude de la grandeur divisée par $\sqrt{2}$. Par exemple pour une tension sinusoïdale $u(t)$ telle que

$$u(t) = U_0 \sin(2\pi ft)$$

on peut montrer que sa valeur efficace U_{eff} est telle que

$$U_{eff} = \sqrt{\langle u^2(t) \rangle_T} = \sqrt{\langle U_0^2 \sin^2(2\pi ft) \rangle_T}$$

$$U_{eff} = \frac{U_0}{\sqrt{2}}.$$

1. Étude préliminaire

Manipulations

En mode ohmmètre, le multimètre se comporte comme un générateur idéal de courant faisant passer un courant d'intensité contrôlé dans la résistance à mesurer. La mesure de la tension à ses bornes permet donc de déterminer la valeur de la résistance.

- **Mesurer** la résistance d'entrée R_o de l'oscilloscope à l'aide du multimètre réglé en mode ohmmètre et l'adaptateur BNC-banane.
- Afin d'obtenir la résistance interne du GBF, notée R_g , **alimenter** une boîte à décade de résistances avec une tension continue comprise entre 3 et 5 V fournie par le GBF. **Mesurer** la tension aux bornes de la boîte à décades avec un voltmètre. **Faire varier** la résistance de la boîte à décade jusqu'à ce que la tension affichée par le voltmètre soit égale à la moitié de la tension fournie par le GBF. La résistance du GBF est égale à la valeur de la résistance de la boîte à décade pour cette valeur de tension.
- **Connecter** la sortie principale *MAIN OUT* du GBF **hors tension** aux bornes du résistor de résistance R .
- **Connecter** l'entrée 1 ou 2 de l'oscilloscope aux bornes du résistor.

Questions

On modélise le GBF par une source de Thévenin de force électromotrice (f.e.m) E et de résistance interne R_g branché en série avec un résistor de résistance R .

1. **Réaliser** le schéma électrique du circuit.
2. **Choisir** judicieusement la masse du circuit de potentiel V_M . **Donner** la valeur convenue du potentiel de la masse d'un circuit.
3. **Exprimer** la valeur de la tension U_R aux bornes du résistor de résistance R en fonction de R et de E la f.e.m du GBF.
4. **Déterminer** la valeur de U_R lorsque $R = R_g$.
5. **Déterminer** la valeur de l'intensité du courant I_R traversant le résistor de résistance R .

Manipulations

- **Repérer** sur l'oscilloscope la roue codeuse du système de déclenchement, la roue codeuse de sélection de la division temporelle et la roue codeuse de sélection de la division de tension. **Allumer** l'oscilloscope.
- **Sélectionner** la voie de mesure que vous voulez exploitée en appuyant sur son numéro (1 ou 2).

- **Allumer** le GBF.
- **Sélectionner** le mode tension continue du GBF en appuyant sur le quatrième bouton de la colonne *WAVE FORM* (forme d'onde en français) sur lequel un trait continu et un trait discontinu sont symbolisés.
- **Régler** la valeur de la tension à 3 V à l'aide de la roue codeuse du GBF.
- **Appuyer** sur le bouton *ON/OFF* sous l'étiquette *MAIN OUT* du GBF afin qu'il délivre la tension choisie.
- **Sélectionner** la bonne division de tension permettant d'afficher le signal.

Questions

6. **Donner** la fréquence de la tension délivrée par le GBF.
7. **Dessiner** sur le schéma électrique la flèche de la tension UR mesurée par l'oscilloscope.
8. **Comparer** la valeur de tension UR mesurée par l'oscilloscope, et la valeur de la f.e.m E délivrée par le GBF.

Manipulations

- **Appuyer** sur le bouton *ON/OFF* sous l'étiquette *MAIN OUT* du GBF afin de couper la tension.
- **Sélectionner** le mode tension sinusoïdale du GBF en appuyant sur le premier bouton de la colonne *WAVE FORM*.
- **Attention au type d'amplitudes choisi en appuyant sur le bouton *AMPLITUDE* du GBF. Un appui long permet de passer à un affichage de l'amplitude crête-crête V_{pp} correspondant à deux fois l'amplitude U_0 , soit $2U_0$, ou permet de passer à un affichage en valeur efficace V_{rms} . Appuyer** sur le bouton *AMPLITUDE* du GBF pour changer la valeur de la double amplitude du signal $2U_0$ afin qu'elle soit comprise entre 1,5 et 2,5 V. **Appuyer** plusieurs fois sur le bouton *FREQ* pour sélectionner le chiffre significatif de la fréquence f du signal que vous voulez changer. **Sélectionner** une fréquence entre 1 et 10 kHz.
- **Appuyer** sur le bouton *ON/OFF* sous l'étiquette *MAIN OUT* du GBF afin de délivrer la tension.
- À l'aide du multimètre régler en voltmètre, **mesurer** la valeur de la tension U_{DC} avec le mode courant continu du voltmètre (*Direct Current* en anglais.) ; **mesurer** la valeur de la tension U_{AC} avec le mode courant alternatif du voltmètre (*Alternating Current* en anglais.)
- **Régler** l'oscilloscope afin de visualiser le maximum et le minimum du signal, et de visualiser au moins trois périodes stabilisées de ce signal.

Questions

9. **Mesurer** la période du signal à l'aide du bouton *Cursors* de l'oscilloscope : sélectionner le *Mode Manual*, le *Type Time* et la *Source CH* correspondante à la voie choisie. Sélectionner le premier curseur A et modifier sa position avec la roue codeuse *Intensity/Adjust*. Faire de même avec le curseur B afin que la distance entre les deux curseurs correspondent à une période.
10. À l'aide du bouton *Measure* de l'oscilloscope, **mesurer** la période et la fréquence du signal.
11. À l'aide du bouton *Measure* de l'oscilloscope, **mesurer** la valeur pic-à-pic de la tension V_{pp} , la valeur maximum de la tension V_{max} et la valeur efficace de la tension V_{rms} .
12. **Comparer** les valeurs de V_{pp} , V_{max} , V_{rms} et U_{AC} avec les valeurs de V_0 . **Conclure** sur la valeur mesurée par le voltmètre en mode alternatif et la valeur de tension pic-à-pic mesurée par l'oscilloscope.

2 Mesure de la tension aux bornes du condensateur et mesure du courant du circuit RC

a) Mesure de la tension $u_C(t)$

Questions

13. **Donner** l'expression de la constante de temps du circuit RC.
14. **Donner** l'expression d'une tension crête-à-crête.

Manipulations

- **Choisir** une valeur de τ .
- **Régler** les valeurs des boîtes à décades de résistance et de capacité afin d'obtenir la valeur de τ choisie.
- **Mesurer** les valeurs de la résistance et de la capacité choisies avec leur incertitude (pour le multimètre MTX 203 les précisions relative et fixe sur la mesure de capacité est $\Delta C_r = 2\%$ et $\Delta C_f = 5D$).
- **Paramétrer** le GBF afin qu'il délivre une tension crête-à-crête variant de 0 à E_0 pendant une période T telle que E_0 soit compris entre 3 et 5 V, et $T = 12\tau$.
- **Régler** l'oscilloscope afin que l'axe des ordonnées affiche des tensions comprises entre 0 et E_0 , et que l'axe des abscisses affiche une durée de $2T$. **Appeler le professeur pour qu'il vérifie vos réglages.**
- **Mettre en place** le circuit RC alimenté par le GBF.
- **Alimenter** le circuit avec le GBF.
- **Afficher** la tension aux bornes du GBF sur la voie 1, et la tension aux bornes du condensateur sur la voie 2 se l'oscilloscope.
- **Afficher**, à l'aide d'un curseur de tension et de deux curseurs temporels, la valeur de τ sur l'oscilloscope.

Questions

15. **Comparer** la valeur de τ mesurée à l'oscilloscope, notée τ_{mes} et la valeur de τ calculée à partir des grandeurs caractéristiques du circuit, notée τ_{calc} .
16. **Déterminer** si ces valeurs sont compatibles.

b) Mesure de l'intensité du courant $i(t)$

17. **Déterminer** la tension présente dans le circuit égale à $i(t)$ à un facteur près, ainsi que ce facteur.

Manipulations

- **Afficher** cette tension sur la voie 2 de l'oscilloscope. Attention, lorsqu'on utilise l'oscilloscope la borne noire de l'adaptateur BNC-banane d'une voie est automatiquement liée à la masse du circuit. **Appeler le professeur pour qu'il vérifie vos réglages.**

In []: