

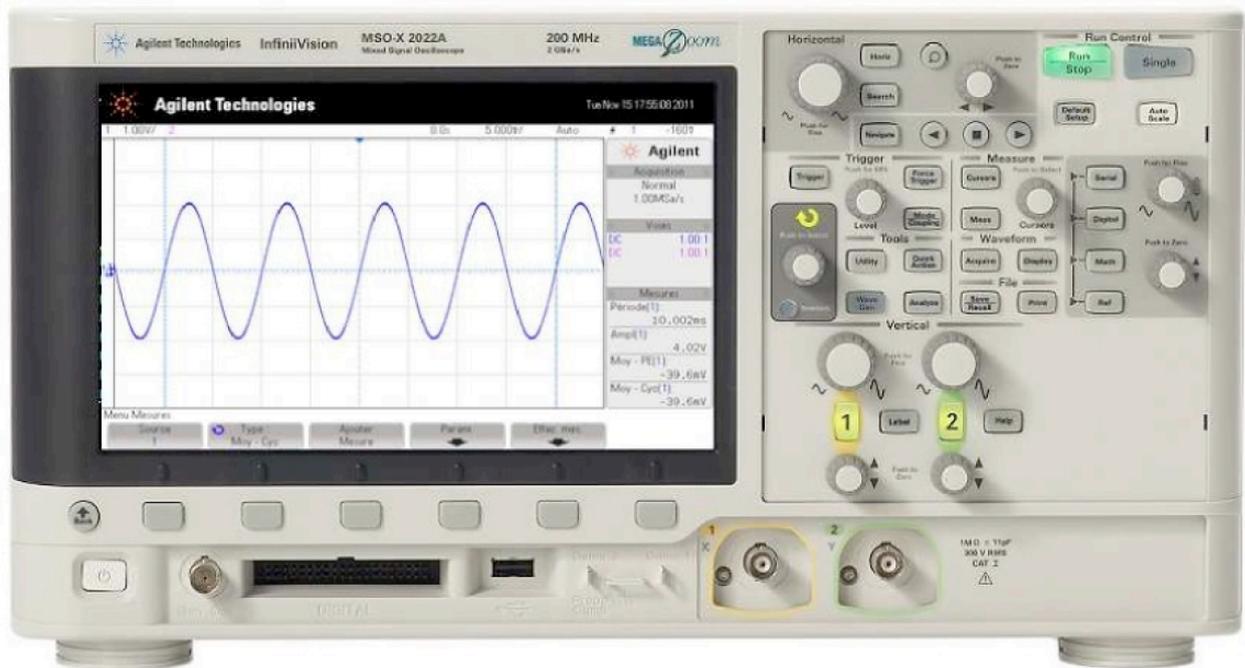
TP de Physique n°10 : Circuit R-C soumis à un échelon de tension

Objectifs :

- Perfectionner l'utilisation de l'oscilloscope, un des appareils de mesures les plus importants en électronique.
- Etudier le régime transitoire d'un circuit RC série. Vérifier que les résultats expérimentaux sont en accord avec la théorie vue en cours. Mesurer précisément le temps caractéristique du circuit grâce à une acquisition avec l'oscilloscope numérique.

I l'oscilloscope numérique :

Vous disposez du modèle Agilent DSO – X2002A. Décrivons brièvement sa face avant :



À gauche se trouve l'écran, en haut duquel la ligne d'état résume la configuration de l'oscilloscope.

En bas de l'écran, 6 touches de fonction (menu) sont accessibles après avoir sélectionné une des touches grises qui se trouvent sur le pavé de droite.

Ces touches grises sont regroupées en 5 zones : « Horizontal », « Vertical », « Measure », « Trigger » et « Run Control ».

Muni d'une clé USB, vous pourrez récupérer les oscillographes (par exemple au format bmp en appuyant sur la touche save/racall du menu Measure).

1) Visualisation d'une tension :

a) Réglages automatiques :

À l'aide du GBF, appliquez sur la voie 1 une tension sinusoïdale d'amplitude 2,0 V et de fréquence $f = 200$ Hz. Appuyez sur la touche « Autoscale » de l'oscilloscope.

Le réglage des sensibilités : échelle verticale en Volts/division et horizontale en secondes/division se fait automatiquement.

Ces valeurs sont affichées dans la barre d'état, en haut de l'écran, avec d'autres indications.

b) Réglages manuels :

Il est parfois nécessaire d'affiner les réglages de façon manuelle.

Appuyez sur la touche 1 de façon à sélectionner la voie 1 (la voie se met hors-service si on appuie à nouveau sur 1).

- Réglage de la base de temps : zone « Horizontal » :



On modifie la sensibilité horizontale (ou « vitesse de balayage ») en tournant le bouton rotatif situé à gauche de la zone. Observer la modification dans la barre d'état.

Rem : en appuyant sur le bouton avant de le tourner, on peut ensuite modifier plus finement la vitesse de balayage.

On peut également décaler horizontalement l'ensemble de la courbe en tournant le bouton situé sur la droite de la zone. La valeur du décalage temporel s'affiche alors sur la barre d'état.

- Réglage de la sensibilité verticale : zone « Vertical » :



Utiliser le bouton rotatif Volts/div pour modifier la sensibilité verticale de la voie.

Rem : on a là encore la possibilité de la modifier plus finement en appuyant sur le bouton rotatif avant de le tourner.

On peut également décaler le signal verticalement en utilisant le petit bouton rotatif POSITION vertical. À l'écran apparaît temporairement la valeur d'une tension indiquant l'écart entre le centre de l'écran et la référence de masse (son symbole apparaît décalé à gauche de l'écran).

2) Mode CA et CC :

Agir sur le générateur pour ajouter une composante continue (« offset ») au signal, de façon à obtenir une tension sinusoïdale variant entre -1 et +4V.

Sur l'oscilloscope, passez du mode CC (courant continu) à CA (courant alternatif) en appuyant sur la touche 1 puis *Couplage*. Que constatez vous ?

On retiendra que **le mode à utiliser par défaut est le mode CC** : il permet de visualiser le signal réel sans aucune modification. Le mode CA supprime la composante continue (i.e. constante) du signal, on pourra éventuellement s'en servir si on ne s'intéresse qu'à la partie variable d'une tension (oscillations autour d'une valeur moyenne non nulle par exemple).

3) Mesures (zone « mesures ») :

Modifier les réglages du GBF pour appliquer une tension sinusoïdale de fréquence $f = 100$ Hz et d'amplitude 2,0 V en voie 1 de l'oscilloscope :

$$u(t) = U_{\max} \cos(\omega t + \varphi) = 2 \cos(200\pi t + \varphi)$$

- Mesures automatiques de temps et de fréquences :

Appuyer sur la touche « Meas ». Sélectionner ensuite la « source » étudiée (voie sur laquelle on effectue les mesures) puis le « type » de mesure effectuée : par exemple *Freq* pour mesurer la fréquence ou *Period* pour la période.

Une pression sur « Ajouter mesure » permet ensuite d'afficher le résultat à droite de l'écran.



- Mesures automatiques de tension :

Appuyer à nouveau sur « Meas » et vérifier le rôle des touches :

« Amplitude » : donne la valeur de la tension crête à crête, soit deux fois l'amplitude U_{\max} .

« Moyenne N cycles » : donne la valeur moyenne de la tension sur N périodes ; il s'agit en d'autres termes de la composante continue (ou offset) de la tension. Vérifiez que si le GBF ne génère pas de composante continue, cette valeur est nulle, mais qu'elle devient non nulle si vous ajoutez un offset.

« CA eff N cycles » : donne la « valeur efficace » de la tension alternative. Nous définirons plus tard dans ce qu'est la « valeur efficace » d'une tension variable. Vérifiez que pour une tension sinusoïdale, la valeur efficace est égale à l'amplitude divisée par la racine carrée de 2 : $U_{\text{eff}} = \frac{U_{\max}}{\sqrt{2}}$.

- Mesures manuelles :

Il est également possible d'effectuer des mesures en abscisse ou en ordonnée à l'aide des curseurs.

Appuyez sur le bouton « Cursors » de la zone « Measure ».

Sélectionnez le curseur que vous voulez déplacer (X_1 , X_2 , Y_1 ou Y_2).

Tournez le bouton rotatif proche de la touche « cursors » et relevez la position du curseur ou la différence entre la position des deux curseurs.

4) Réglage du déclenchement (zone « Trigger ») :



Pour obtenir l'image stable sur l'écran d'une tension $u(t)$ périodique, chaque fois que le spot revient à gauche de l'écran pour tracer une nouvelle fois la courbe, il faut qu'il redémarre au même point.

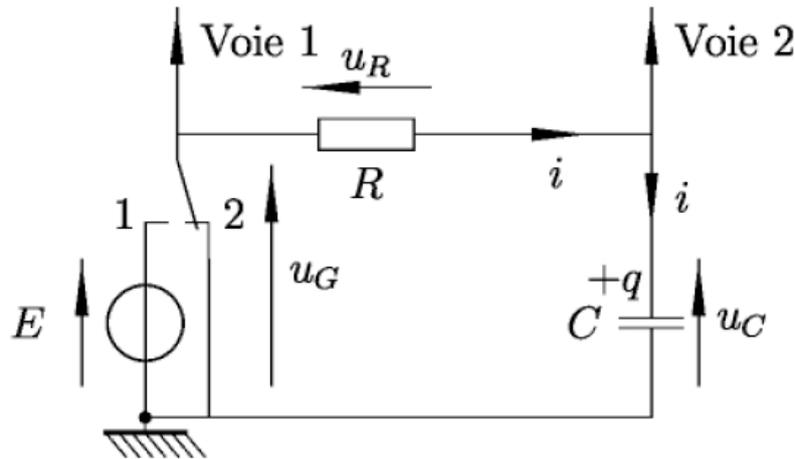
Il faut donc lui fixer les conditions du déclenchement : valeur algébrique de la « tension de déclenchement » U_D (Level), en montant ou en descendant, une seule fois (single ou pas), et sur quelle tension (source).

- Il existe plusieurs modes de déclenchement : appuyez sur « Mode/Coupling » puis « Mode » pour passer de l'un à l'autre.

- Par exemple en mode « Auto » on peut régler la valeur de la tension de déclenchement U_D en tournant sur le bouton rotatif « Level ». On observe un « problème de déclenchement » si le signal que l'on mesure n'atteint jamais U_D .

- En mode « Single » le balayage ne se fait qu'une seule fois : le sélectionner en appuyant sur « single » situé en haut à droite.

II Réponse d'un circuit RC à un échelon de tension :



1) Montage :

Réalisez le montage représenté ci-dessus à l'aide des composants suivants :

- la source est l'alimentation stabilisée réglée pour délivrer une tension $E = 5,0 \text{ V}$.
- le résistor et le condensateur sont des boîtes à décades avec $R = 10,0 \text{ k}\Omega$ et $C = 0,1 \text{ }\mu\text{F}$.
- K est un interrupteur inverseur : si K est en position 1, le condensateur se charge, et il se décharge si on le bascule en position 2.

2) Etude théorique :

Retrouver l'équation différentielle satisfaite par $u_c(t)$ (lorsque l'interrupteur est en position 1) et la résoudre en considérant que le condensateur est initialement déchargé.

Calculez la valeur théorique de la constante de temps τ du circuit.

3) Réglages et exploitation :

Maintenant que vous savez utiliser l'oscilloscope, vous allez l'utiliser pour observer la charge du condensateur.

On veut visualiser simultanément la tension $u_G(t)$ aux bornes de la source et la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur.

Attention : la charge du condensateur n'est pas un phénomène périodique, donc les réglages de l'oscilloscope ne vont pas être aussi évidents que lorsque vous observez une tension sinusoïdale générée par le GBF.

Il va falloir faire particulièrement attention aux paramètres de déclenchement (trigger).

Plusieurs tentatives seront certainement nécessaires. Entre deux essais, déchargez complètement le condensateur, en maintenant l'interrupteur une dizaine de secondes en position 2.

Quand vous parvenez à obtenir une belle charge complète (appelez-moi pour vérifier), utilisez les curseurs de l'oscilloscope pour mesurer la valeur expérimentale de la constante de temps τ (on rappelle que la tension atteint 63% de sa valeur finale au bout de $t = \tau$). Comparez la valeur théorique à la valeur expérimentale.

En utilisant la clé USB, importez la courbe sur l'ordinateur et imprimez la. Déterminez alors graphiquement la valeur de τ par la méthode de la tangente à l'origine.

III Mesure de la résistance interne du générateur basses fréquence et réponse du circuit RC à un signal créneau :

1) Résistance interne du générateur basses fréquences :

On rappelle que la sortie du GBF qu'il faut toujours utiliser est celle qui porte l'indication 50Ω (au niveau des autres sorties, vous n'aurez pas le signal que vous désirez : ces sorties peuvent être utilisées pour faire un déclenchement externe de l'oscilloscope).

Connectez le GBF à la voie 1 de l'oscilloscope et réglez le pour qu'il génère un signal créneau de fréquence 1 kHz variant entre 0 V et 5 V (on rappelle que le bouton « offset » ou « décalage » permet de rajouter une composante continue au signal, et donc de faire en sorte qu'il ne soit pas centré sur 0).

Tout en continuant de mesurer la tension à ses bornes, connectez le GBF à une résistance $R = 70 \Omega$. Que constatez-vous ? Le GBF se comporte-t-il comme une source idéale, ou sinon, quelle est sa résistance interne ? (plus précisément, il s'agit ici de sa résistance de sortie).

2) Réponse du circuit RC à un signal créneau :

Alimentez à présent le circuit RC de la partie précédente par le GBF (réglé pour générer un signal créneau) et observez simultanément à l'oscilloscope la tension générée par le GBF et la tension aux bornes du condensateur. Imprimez (ou dessinez l'allure) des signaux observés :

- lorsque la période T du signal créneau délivré par le GBF est 10 fois plus grande que le temps caractéristique τ du circuit RC
- lorsque la période T du signal créneau délivré par le GBF est égale à la moitié du temps caractéristique τ du circuit RC.