

Travaux pratiques du chapitre : 1.2. Oscillateurs



Objectif : Mettre en œuvre un oscillateur de relaxation et analyser les spectres des signaux générés.

Partie : 1 Électronique

-  à faire à la maison
-  contexte et intérêt
-  matériel à disposition
-  protocole expérimental à suivre
-  calculs, tracés et interprétations des mesures
-  calculs, traitements et tracés numériques
- ... à compléter par une expression littérale

1 Étude d'un montage intégrateur

1.1 Objectif

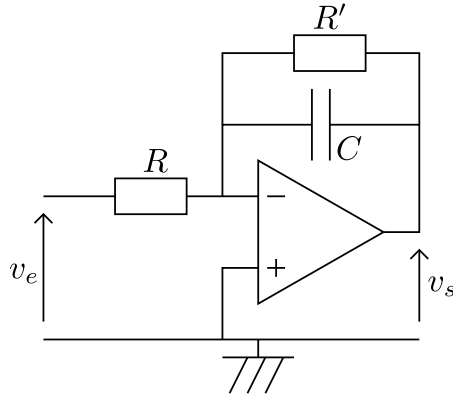
Dans cette partie nous allons réaliser un bloc intégrateur inverseur à l'aide d'un montage à ALI puis caractériser son fonctionnement.

1.2 Dispositifs

1. deux boîtes à décade de résistance
2. un condensateur de 100 nF
3. un ALI avec sa plaquette et son alimentation
4. un GBF
5. un oscilloscope

1.3 Protocole

1. Réalisez le montage intégrateur suivant :



avec $R = 7 \text{ k}\Omega$, $C = 100 \text{ nF}$ et $R' = 100 \text{ k}\Omega$.

2. Branchez un GBF de manière à imposer à l'entrée v_e du montage un signal créneau d'amplitude 10 V et de fréquence $f = 500 \text{ Hz}$. A l'aide d'un oscilloscope visualisez les tensions d'entrée v_e et de sortie v_s .
3. Mesurez les amplitudes $V_{s,1}$ et $V_{e,1}$ des signaux de sortie v_s et d'entrée v_e à l'oscilloscope avec le réglage précédent du GBF.
On notera les incertitudes associées aux mesure de $V_{s,1}$ et $V_{e,1}$.
4. Modifiez la forme du signal imposé par le GBF pour un signal sinusoïdal.
Puis mesurez les amplitudes $V_{s,2}$ et $V_{e,2}$ des signaux de sortie v_s et d'entrée v_e à l'oscilloscope.
On notera les incertitudes associées aux mesure de $V_{s,2}$ et $V_{e,2}$.
5. Mesurez d'autres part à l'oscilloscope avec la même forme de signal sinusoïdale le retard Δt de la tension de sortie v_s par rapport à la tension d'entrée v_e .
On notera l'incertitude associée à la mesure de Δt
6. Pour chaque forme de signal v_e disponible sur le GBF (créneau, triangle, sinusoïdale) observer et commenter la forme du signal de sortie v_s .
7. Débranchez la résistance R' , puis observez et commentez la tension v_s obtenue.
8. Rebranchez la résistance R' , et réglez le GBF de manière à imposer à l'entrée v_e du montage un signal créneau d'amplitude 10 V et de fréquence $f' = 10 \text{ Hz}$.
Puis à l'aide d'un oscilloscope visualisez les tensions d'entrée v_e et de sortie v_s . Commentez la forme des signaux obtenus.
9. Conserver votre montage pour la troisième partie de ce TP.

1.4 ✂. Analyse

En TD nous avons montré que pour les signaux de fréquence supérieure à $\frac{1}{2\pi R'C}$ nous pouvons relier les tensions d'entrée et de sortie de ce montage par la relation

$$v_s(t) = -\frac{1}{\tau} \int_0^t v_e(t') dt' + v_s(0) \quad (1)$$

avec $\tau = RC$.

Exploitions les mesures précédentes pour déterminer les paramètres de ce modèle de comportement du montage.

1. 🏠. Lorsque l'entrée de l'intégrateur est un signal créneau, quelle est la forme du signal de sortie attendue ? Écrivez la pente p du signal de sortie en fonction d'une part de l'amplitude d'entrée et de RC et d'autre part de l'amplitude de sortie $V_{s,1}$ et de sa période T . Puis en déduire une expression de RC en fonction de $V_{e,1}$, f , $V_{s,1}$.

$$p = \dots = \dots \quad (2)$$

$$\tau = RC = \dots \quad (3)$$

2. A l'aide de la formule de propagation des erreurs calculez l'incertitude sur τ à partir de celle sur les amplitudes $V_{e,1}$ et $V_{s,1}$.

$$\sigma_\tau = \tau \sqrt{\left(\frac{\sigma_{V_{e,1}}}{V_{e,1}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{V_{s,1}}}{V_{s,1}}\right)^2} \quad (4)$$

Puis comparez à l'aide de l'écart-normalisé votre mesure à la valeur attendue

$$z = \frac{|\tau - \tau_{th}|}{\sigma_\tau} \quad (5)$$

avec $\tau_{th} = RC$.

3. 🏠. Lorsque l'entrée de l'intégrateur v_e est un signal sinusoïdal, quelle est la forme du signal de sortie attendue ? Écrivez le gain G du filtre intégrateur d'une part en fonction des amplitudes $V_{s,2}$ et $V_{e,2}$, puis d'autre part en fonction τ et ω . En déduire une deuxième expression de RC en fonction de $V_{e,2}$, $V_{s,2}$, la fréquence f .

$$G = \dots = \dots \quad (6)$$

$$\tau_2 = RC = \dots \quad (7)$$

4. A l'aide de la formule de propagation des erreurs calculez l'incertitude sur τ_2 à partir de celle sur les amplitudes $V_{e,2}$ et $V_{s,2}$.

$$\sigma_{\tau_2} = \tau_2 \sqrt{\left(\frac{\sigma_{V_{e,2}}}{V_{e,2}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{V_{s,2}}}{V_{s,2}}\right)^2} \quad (8)$$

Puis comparez vos deux mesures τ et τ_2 à l'aide de l'écart-normalisé entre elles.

$$z = \frac{|\tau_2 - \tau|}{\sqrt{\sigma_{\tau_2}^2 + \sigma_\tau^2}} \quad (9)$$

5. Toujours lorsque l'entrée est un signal sinusoïdal, on peut aussi utiliser la phase associée au montage intégrateur $\Phi = \arg\left(\frac{v_s}{v_e}\right) = -\frac{\pi}{2}$.

🏠. Donnez la relation entre la phase Φ et le retard Δt de la sortie par rapport à l'entrée.

$$\Phi = \dots \quad (10)$$

Calculez ainsi la phase induite par le montage à l'aide de cette relation.

6. L'incertitude sur la phase mesurée s'exprime simplement avec $\sigma_\Phi = 2\pi f \sigma_{\Delta t}$.
Calculez cette incertitude et comparez votre mesure à la valeur attendue avec l'écart normalisé :

$$z = \frac{|\Phi - \Phi_{th}|}{\sigma_\Phi} \quad (11)$$

avec $\Phi_{th} = -\frac{\pi}{2}$.

2 Étude d'un montage comparateur à hystérésis non-inverseur

2.1 🎯. Objectif

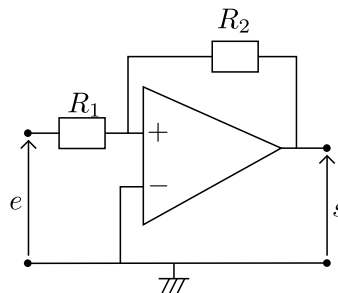
Dans cette partie nous allons réaliser un montage comparateur à hystérésis et visualiser l'apparition d'un cycle d'hystérésis lors de son fonctionnement.

2.2 ✂. Dispositifs

1. Deux résistances de 10 k Ω et 20 k Ω
2. un ALI avec sa plaquette et son alimentation
3. un GBF
4. un oscilloscope

2.3 ≡. Protocole

1. Réaliser le montage comparateur à hystérésis non-inverseur suivant :



avec $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ et $R_2 = 20 \text{ k}\Omega$.

2. Branchez un GBF de manière à imposer en entrée un signal triangulaire d'amplitude 10 V et de fréquence $f = 10$ Hz. A l'aide d'un oscilloscope visualisez les tensions d'entrée e et de sortie s du montage.
3. A l'aide du mode XY de l'oscilloscope, visualisez le cycle d'hystérésis du comparateur.
4. Mesurez sur le mode XY de l'oscilloscope les tensions de saturation $V_{\text{sat},\pm}$ et de bascule du cycle $V_{0,\pm}$ de ce cycle.
On notera également les incertitudes associées à ces mesures.
5. Vérifiez à l'aide du mode temporel YT de l'oscilloscope que les conditions de basculement du comparateur correspondent au sens de parcours du cycle.
6. Conserver votre montage pour la troisième partie de ce TP.

2.4 Analyse

1.  Pour le comparateur à hystérésis non-inverseur réalisé ici, entraînez-vous à retrouver l'expression des tensions seuils de basculement $V_{0,\pm}$ en fonction des tensions de saturations $V_{\text{sat},\pm}$

$$\dots \quad (12)$$

2. Calculez le rapport expérimental :

$$r_{\pm} = \frac{V_{0,\pm}}{V_{\text{sat},\pm}} \quad (13)$$

Ainsi que son incertitude :

$$\sigma_{r_{\pm}} = r_{\pm} \sqrt{\left(\frac{\sigma_{V_{0,\pm}}}{V_{0,\pm}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{V_{\text{sat},\pm}}}{V_{\text{sat},\pm}}\right)^2} \quad (14)$$

3. Comparez ce rapport mesuré au rapport attendu $r_{th,\pm}$ à l'aide de l'écart normalisé :

$$z = \frac{|r_{\pm} - r_{th,\pm}|}{\sigma_{r_{\pm}}} \quad (15)$$

3 Étude de l'oscillateur de relaxation

3.1 Objectif

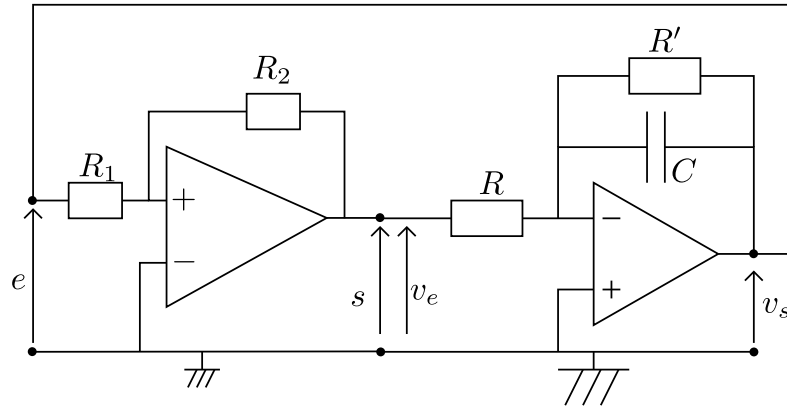
Nous allons mettre en cascade les deux montages précédents afin de réaliser un oscillateur de relaxation auto-entretenu.

3.2 Dispositifs

1. un montage intégrateur inverseur
2. un montage comparateur à hystérésis non-inverseur
3. un oscilloscope

3.3 Protocole

1. Réalisez le montage bouclé des deux montages précédents (sans GBF) :



2. Branchez l'oscilloscope de manière à visualiser les deux signaux en entrée/sortie des montages précédents.
Commentez la forme des signaux observés.
3. Mesurez les amplitudes V_e et V_s et la période T des deux signaux.
On notera également les incertitudes associées aux mesures.
4. Visualisez et commentez à l'oscilloscope les spectres des deux signaux.

3.4 Analyse

1.  Pour l'oscillateur de relaxation réalisé ici, entraînez-vous à retrouver l'expression de la période T des signaux en fonction de R_1 , R_2 , RC .

$$\dots \quad (16)$$

2.  Exprimez la période T des signaux en fonction du rapport r des tensions de basculement sur saturation et de la constante de temps d'intégration τ

$$\dots \quad (17)$$

3. Comparez à l'aide de l'écart normalisé votre mesure directe de la période T et celle déduite des mesures précédentes de r et de τ :

$$z = \frac{|T - T_{th}|}{\sigma_T} \quad (18)$$

4.  Quelle est la valeur attendue pour l'amplitude du créneau en sortie du comparateur à hystérésis ?

$$\dots \quad (19)$$

Comparez vos mesures directes d'amplitude à celles précédentes sur le comparateur.

5. 🏠. Quelle est la valeur attendue pour l'amplitude du triangle en sortie de l'intégrateur ?

... (20)

Comparez vos mesures directes d'amplitude à celles précédentes sur le comparateur.