

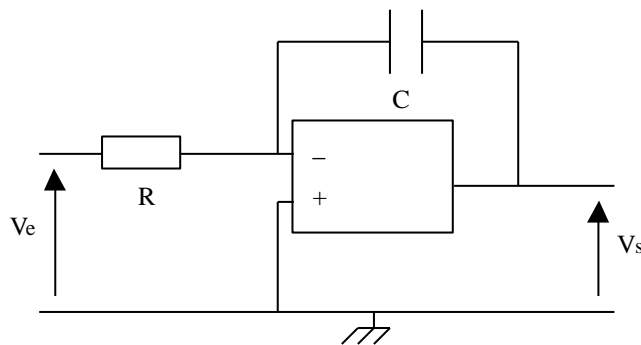
TP E6 : OSCILLATEUR DE RELAXATION : GENERATEUR DE SIGNAUX CRENEAUX ET TRIANGULAIRES

Capacités exigibles : Réaliser un oscillateur de relaxation et effectuer l'analyse spectrale des signaux générés.

Nous allons réaliser un oscillateur de relaxation, en associant un montage intégrateur et un montage comparateur non inverseur à hystérésis.

I) Montage intégrateur :

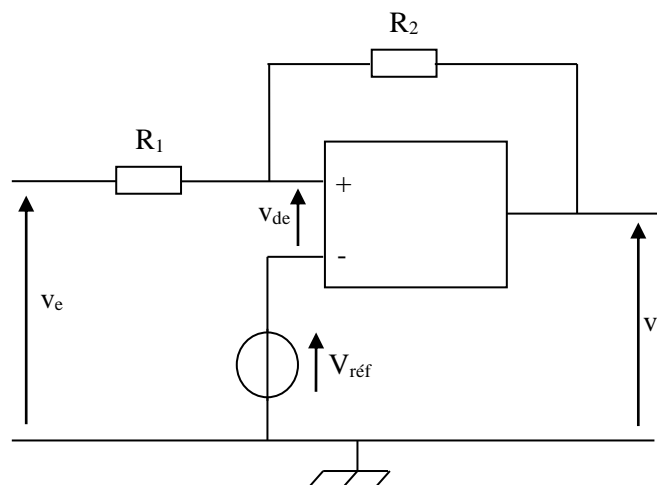
Ce montage est étudié en détail dans le TP E3.



Montrer par le calcul que ce montage réalise bien l'opération d'intégration du signal d'entrée V_e .

II) Comparateurs à hystérésis :

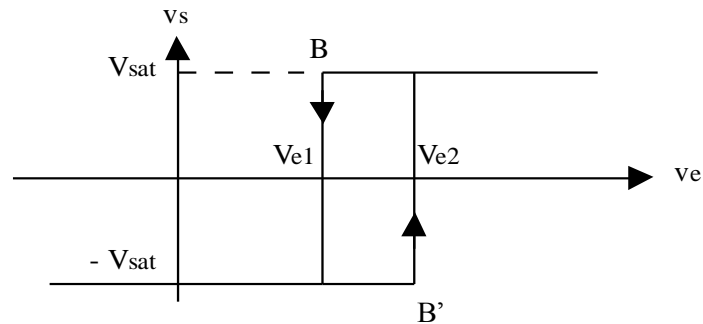
1) Principe :



Le comparateur ci-dessus est un comparateur non inverseur à hystérésis. Si on remplace v_e par $V_{réf}$ et réciproquement, on réalise un comparateur inverseur à hystérésis, que nous n'étudions pas ici. On remarque que l'on a une boucle de rétroaction positive sur l'ALI. Les caractéristiques du cycle d'hystérésis sont indépendantes de la fréquence et les fronts de commutation sont verticaux.

2) Caractéristiques du comparateur non inverseur à hystérésis :

Montrer que la théorie prévoit un cycle du type suivant :

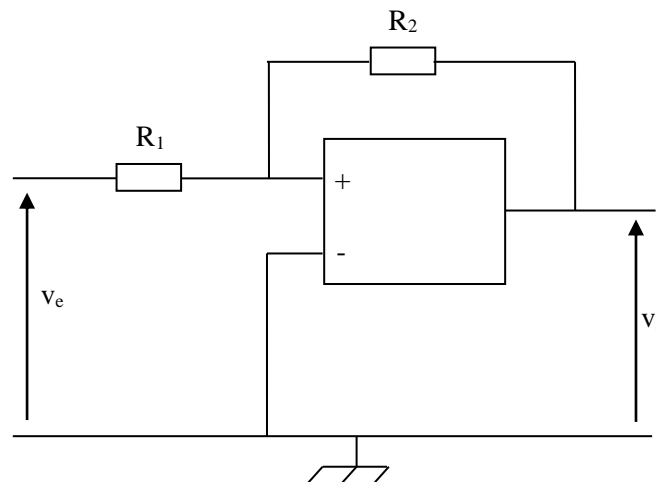


Calculer V_{e1} , V_{e2} , V_{e0} (centre du cycle) et la largeur du cycle $\Delta V_e = V_{e2} - V_{e1}$

Retrouver le sens de parcours du cycle.

En quoi le phénomène d'hystérésis est en relation avec la notion de mémoire ?

3) Réalisation expérimentale :



On relie l'entrée inverseuse de l'amplificateur opérationnel à la masse. On a donc $V_{ref} = 0$.

On prend $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$ et pour R_1 une boîte AOIP $\times 1000$.

Régler le GBF pour qu'il délivre un signal sinusoïdal de fréquence 100Hz et d'amplitude 10 V.

- Dans un premier temps, on prend $R_1 = 1,0 \text{ k}\Omega$. Visualiser les tensions v_e (en voie 1) et v_s (en voie 2). Visualiser également la caractéristique en mode XY.

- Faire varier R_1 de $\text{k}\Omega$ en $\text{k}\Omega$, de $1,0 \text{ k}\Omega$ jusqu'à $10 \text{ k}\Omega$ (R_2 est maintenue à $10 \text{ k}\Omega$). On fait ainsi varier le rapport $k = 2 \frac{R_1}{R_2}$. On constate que la caractéristique reste centrée en $V_{e0} = 0$, mais la largeur ΔV_e du cycle est fonction du rapport k : vérifier la formule $\Delta V_e = k V_{sat}$, en traçant $\Delta V_e = f(k)$.

- Pourquoi n'observe-t-on plus le cycle d'hystérésis quand R_1 devient trop grand ?

- Diminuer la fréquence du signal délivré par le GBF afin de percevoir le sens de parcours du cycle d'hystérésis.

- Augmenter la fréquence du signal délivré par le GBF. Visualiser à l'oscilloscope la tension v_s . Visualiser également la caractéristique en mode XY. Commenter.

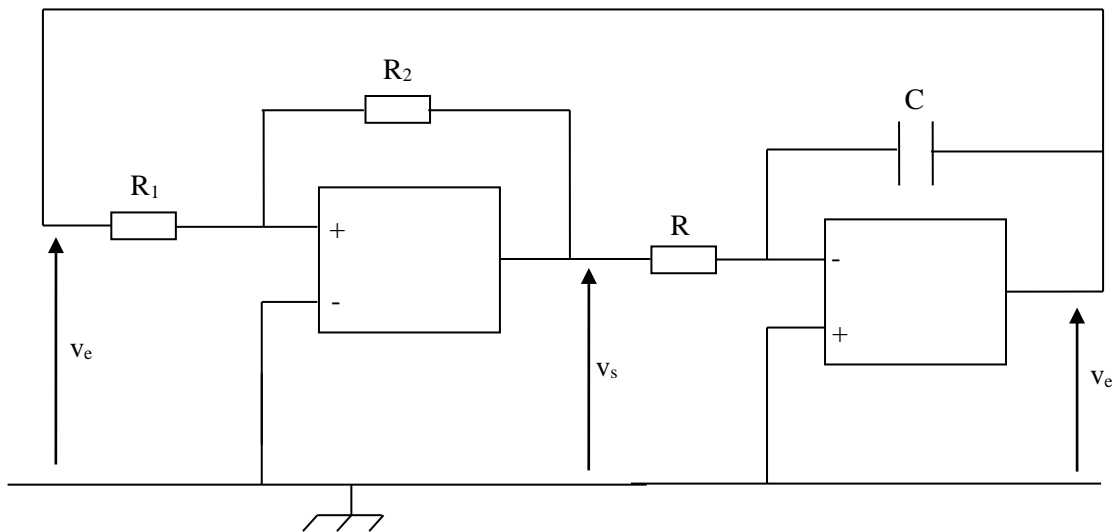
Ce que l'on observe est la manifestation de la vitesse limite de balayage d'un amplificateur opérationnel (slew rate), ce qui est le facteur le plus important de limitation des performances du comparateur à hystérésis à ALI réel.

Remarque : un comparateur à hystérésis est un système bistable : il a deux états de fonctionnement qui sont stables ($+V_{sat}$ et $-V_{sat}$). Le basculement de l'un des états de fonctionnement à l'autre doit être provoqué.

III) Oscillateur de relaxation : générateur de signaux créneaux et triangulaires :

1) Principe :

On peut réaliser un oscillateur en constituant une boucle comprenant un comparateur non inverseur à hystérésis et un intégrateur. La sortie du comparateur non inverseur à hystérésis est reliée à l'entrée du montage intégrateur, et la sortie du montage intégrateur est reliée à l'entrée du comparateur non inverseur à hystérésis. On dit qu'il y a rétroaction.



2) Réalisation expérimentale :

On prend initialement $R_1 = 5,0 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$, $R = 1,0 \text{ k}\Omega$ et $C = 1,0 \text{ }\mu\text{F}$.

- Visualiser les tensions v_s et v_e . Expliquer l'allure de ces tensions, en décrivant les différentes séquences de fonctionnement.
- D'où vient l'énergie nécessaire à l'apparition des oscillations ?
- Effectuer également l'analyse spectrale des signaux générés.

On constate que ce montage est un générateur de signaux triangulaires et de signaux carrés.

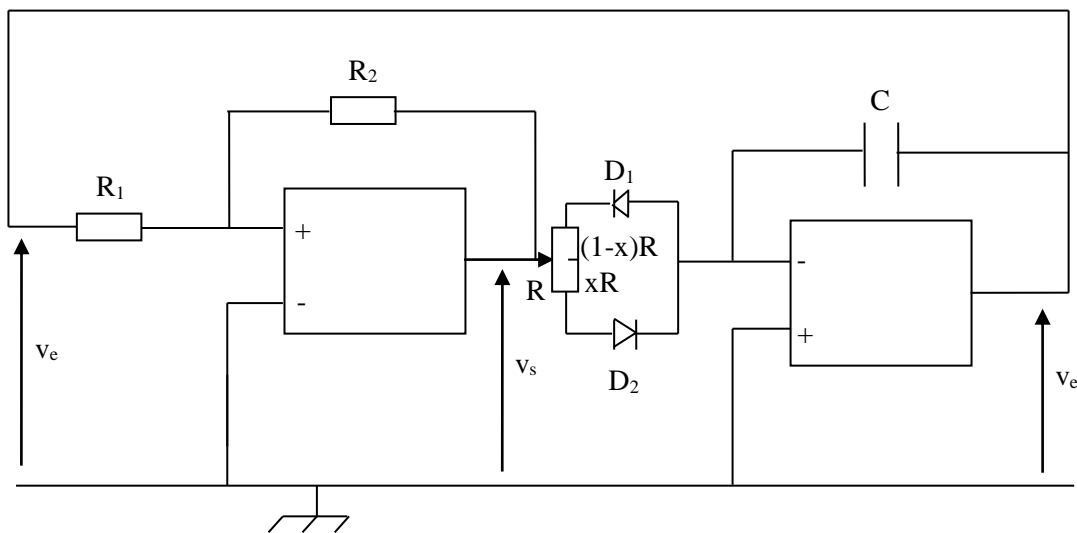
3) Contrôle de la fréquence :

- Exprimer les conditions de basculement en déterminant les durées t_1 et t_2 , durées de l'état de saturation négative et respectivement positive. En déduire que la période vaut : $T = 4 \frac{R_1}{R_2} R C$.
- Confronter ce résultat à l'expérience, avec les valeurs précédentes des résistances et capacités.
- Etudier expérimentalement l'influence de R_1 , R_2 , R et C sur la période T .

On constate donc par exemple, qu'en changeant la valeur de la capacité (on réserve R pour le contrôle du rapport cyclique), on change la fréquence.

4) Contrôle du rapport cyclique :

- Réaliser le montage suivant (on prendra pour R une boîte de résistances AOIP $\times 100$).
- Déterminer les durées t_1 et t_2 , durées de l'état de saturation négative et respectivement positive. En déduire la période T et le rapport cyclique $\delta = \frac{t_2}{T}$.
- Confronter aux mesures expérimentales.



Remarque : Ce dispositif est un multivibrateur (circuit qui possède deux états de fonctionnement). Ce multivibrateur est astable : ses deux états de fonctionnement sont instables : la commutation d'un état de fonctionnement à l'autre se fait spontanément et indéfiniment. On appelle ça un oscillateur de relaxation.