# VIA – Montages à base d'ALI (2)

*Objectifs :*

- Analyser/Raisonner : choix des composants, **les calculs d'incertitude que l'on n'oubliera pas de faire même si c'est non mentionné**
- Réaliser : montages à base d'ALI entraînant la génération d'un signal sinusoïdal.
- S'approprier : FFT, notion de multivibrateur
- Valider/Communiquer : utiliser les incertitudes afin de valider le modèle.

*Matériel à disposition :*

- 1 Oscilloscope numérique Keysight avec câbles coaxiaux, et T…
- 1 GBF arbitraire FI 5505 GA.
- 1 alimentation +15V/0/-15V pour l'ALI
- 1 plaquette Labdec et des fils de connexion adaptées
- 1 boîtes de résistances à décade
- Des composants libres : 2 TL081, des résistances (1kΩ,2.2kΩ), une capacité (100nF), 2 diodes.
- 1 boite AOIP de 10kΩ.
- Les notices des différents appareils de mesure.

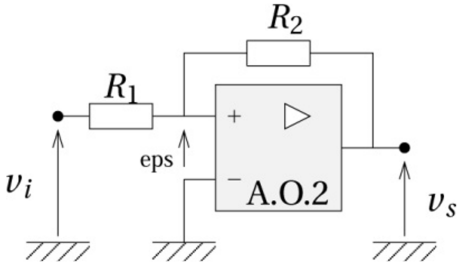
| **Pratiques expérimentales : Électricité** | | |
|---|---|---|
| Montages utilisant un amplificateur linéaire intégré (ALI). | Mettre en œuvre divers montages utilisant un ALI, les schémas des montages étant fournis. | On va découvrir l'ALI en mode linéaire et saturé. |

## I – Comparateur à hystérésis

### I-1) Fonctionnement en régime saturé

| | Régime linéaire | Régime saturé |
|---|---|---|
| Montage<br>(Si deux rétroactions ⇒ Énoncé) | Une unique rétroaction négative | Aucune rétroaction ou une unique rétroaction positive |
| Distinction entre les deux régimes. | $\epsilon = 0$ | $v_s = \pm V_{sat}$ |
| Recherche en début de calcul. | Expression de $v_s$. | Expression de $\epsilon$. |
| Outils d'études. | Représentation temporelle ou complexe. | Représentation temporelle uniquement et distinction saturation basse ou haute. |

### I-2) Comparateur à hystérésis non-inverseur




Comparateur à hystérésis non-inverseur

Ce montage va fonctionner en régime saturé. On remarque cela grâce à la rétroaction « positive ».

- Cherchons l'expression de $\epsilon$ :

$$\epsilon = V_+ - V_- = V_+ \; tel\ que \; \frac{V_+ - v_i}{R_1} + \frac{V_+ - v_s}{R_2} = 0 \Rightarrow \epsilon = \frac{\frac{v_i}{R_1} + \frac{v_s}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$$

$$\Rightarrow \varepsilon = v_s \frac{R_1}{R_1 + R_2} + v_i \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{v_s R_1 + v_i R_2}{R_1 + R_2}$$

- Pour déterminer la relation sortie/entrée il faut étudier les deux cas possibles pour s :
- Premier cas : $v_s = +V_{sat} \Rightarrow \epsilon > 0 \; et \; v_i > -\frac{R_1}{R_2} V_{sat}$. On pose $V_{seuil} = \frac{R_1}{R_2} V_{sat}$. Par conséquent le système basculera de $+V_{sat}$ à −

$V_{sat}$ lorsque cette condition ne sera plus remplie, c'est-à-dire lorsque $v_i = -V_{seuil}$. La valeur $-V_{seuil}$ est appelée tension de basculement négative.

- Deuxième cas : $v_s = -V_{sat} \Rightarrow \epsilon < 0 \; et \; v_i < \frac{R_1}{R_2} V_{sat}$. Par conséquent le système basculera de $-V_{sat}$ à $+V_{sat}$ lorsque cette condition ne sera plus remplie, c'est-à-dire lorsque $v_i = +V_{seuil}$. La valeur $+V_{seuil}$ est appelée tension de basculement positive.

Q1) Tracer la caractéristique $v_s = f(v_i)$ théorique du comparateur à hystérésis non inverseur en prenant comme valeurs : $R_1 = 10k\Omega, \mathrm{R}_2 = 100k\Omega, e_{max} = 10V$. Donnez les valeurs numériques des tensions de seuil.

- Réaliser le montage avec les valeurs proposés. Choisissez un signal sinusoïdal de fréquence 100Hz, et d'amplitude judicieusement choisie avant de voir le système basculé.

Q2) Représenter dans votre compte-rendu vos observations : $v_s = f(t)$ et $v_s = f(v_i)$.Mesurer les tensions de basculement. Conclure sur la validité de l'expérience.

Q3) Augmenter la fréquence. Commenter.

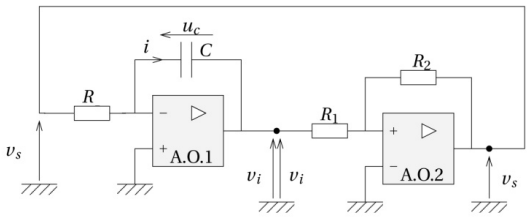
---- Ne pas démonter le bloc « comparateur à hystérésis » de votre plaquette Labdec ----

# II – Multivibrateur astable

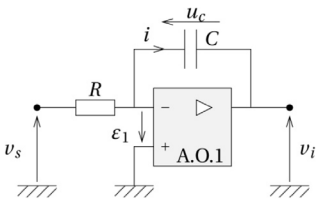
II-1) Présentation du montage

Les générateurs de signaux utilisés au laboratoire délivrent des formes d'onde carrée, triangulaire ou sinusoïdale. Les deux premières formes sont élaborées grâce à une structure très simple de système bouclé, comprenant un comparateur à hystérésis associé à un intégrateur. L'ensemble constitue un système astable (donc non stable) dont les oscillations prennent l'une ou l'autre forme : carrée ou triangulaire, selon le point d'observation. Une réalisation simple d'astable comprend :

- Un comparateur à hystérésis non inverseur ;
- Un intégrateur inverseur.




II-2) Montage intégrateur



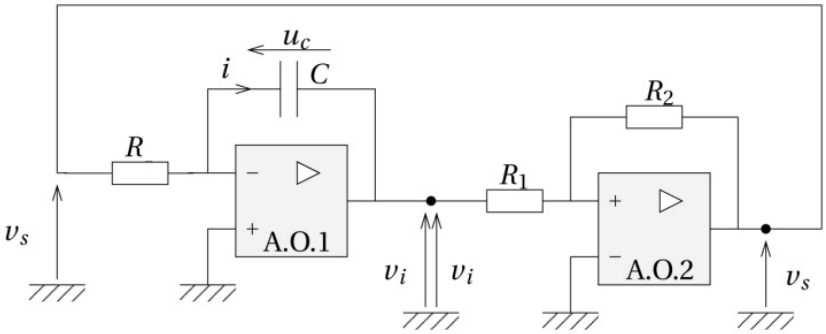

Q4) Démontrer que l'équation sortie $(v_i)$-entrée$(v_s)$ de l'intégrateur, peut s'écrire $v_i = -\frac{1}{RC}\int v_s dt$

- Réaliser le montage avec une capacité de $100\,nF$ et une résistance réglable que l'on règlera pour commencer sur $2\,k\Omega$.
- Envoyer un signal créneau de fréquence $1000\,Hz$. Relever les oscillogrammes d'entrée et sortie.

Q5) Mesurer les pentes du signal triangulaire de sortie en déduire une valeur expérimentale du produit RC. Modifier la résistance réglable. Conclure.

II-3) Réalisation et vérification du fonctionnement

- Réaliser le montage complet en connectant les deux blocs précédents. Il n'y a plus de générateurs de brancher dans le montage (à part les alimentations des deux ALI)



- Observer et relever les tensions $v_i(t)$ $et$ $v_s(t)$ sur le même graphique.
- Relever les tensions de basculement et comparer les à celles prévues théoriquement.

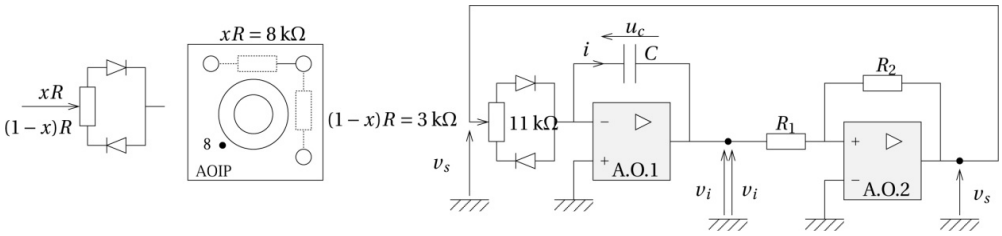
Q6) Démontrer que la fréquence d'oscillation peut se mettre sous la forme : $f = \frac{R_2}{4R_1RC}$.

- Relevez $f_{exp}$. Conclure.
- Refaites la même expérience pour plusieurs valeurs de R.

| $[R]/k\Omega$ | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|
| $[fexp]/kHz$ | | | | | |
| $[fth]/kHz$ | | | | | |
| $Z_{score}$ | | | | | |

II-4) Génération de signaux rectangulaires dissymétriques

- Modifier désormais le montage précédent comme indiqué ci-dessous sans changer les valeurs des composants. Expliquer son fonctionnement.




Sachant qu'une demi-période théorique s'écrit sous la forme $\frac{2R_1}{R_2}RC$ :

- Quelle est l'expression de la durée à l'état haut $t_h$ et la durée à l'état bas $t_b$ du montage. En déduire la période théorique du montage T. En déduire l'expression du rapport cyclique théorique $\alpha = \frac{t_h}{t_b}$.
- Choisir $xR = 3\ k\Omega$ et donc $(1-x)R = 8\ k\Omega$ : observer les tensions $v_i(t)$ $et$ $v_s(t)$ et représenter les.
- Mesurer la fréquence de $v_s$ ainsi que le rapport cyclique à l'oscilloscope. Conclure

II-5) Conclusion

Si ce montage permet de réaliser la génération d'un signal triangle et créneau comme le fait un GBF, quel élément du montage faut-il faire varier pour simuler :

- Le bouton Symetry Duty/Symétrie.
- Le bouton Level/Niveau
- Le bouton Frequency/Fréquence.

II-6) Un peu de FFT pour finir (pour les plus rapides)

- Analyser la FFT des signaux générés. Relever les fréquences et amplitudes des harmoniques afin de vérifier la bonne réalisation des signaux recherchés : carré et triangle.