



BLAISE PASCAL
PT 2021-2022

TP 5 – Électronique

Multivibrateur astable

Objectifs

- ▷ Réaliser un comparateur à hystérésis et analyser son fonctionnement ;
- ▷ Réaliser un intégrateur et analyser son fonctionnement ;
- ▷ Valider la relation théorique donnant la période d'un oscillateur de relaxation.
- ▷ Réaliser une caractéristique statique entrée-sortie à l'oscilloscope ;
- ▷ Réaliser une régression linéaire à l'aide de Python.

Matériel sur votre paillasse :

- ▷ Un PC portable avec une distribution Python (Spyder) ;
- ▷ Deux amplificateurs linéaires intégrés ;
- ▷ Une alimentation stabilisée +15/-15 V ;
- ▷ Un oscilloscope ;
- ▷ Un condensateur de 220 nF ;
- ▷ Résistances de 10 kΩ, 20 kΩ et 33 kΩ ;
- ▷ Une boîte de résistance réglable ;
- ▷ Deux plaquettes de branchements ;
- ▷ Un bouton poussoir.

Ce TP a pour objectif d'étudier expérimentalement la dépendance de la période des oscillations d'un multivibrateur astable en fonction des différents composants qui le constituent.



Le schéma du montage est rappelé figure 1. Identifier les deux blocs construits autour des ALI ① et ②. Nous commencerons par les étudier séparément, en les construisant sur deux plaquettes différentes, avant de s'intéresser au système bouclé.

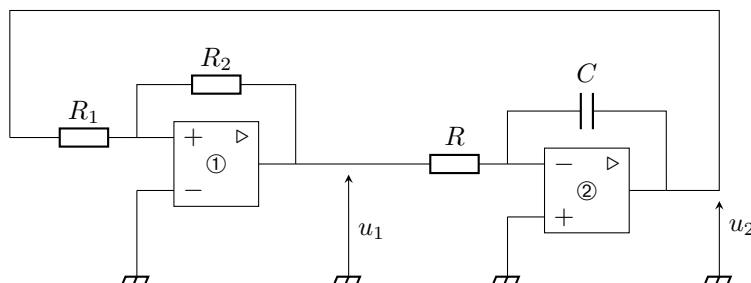
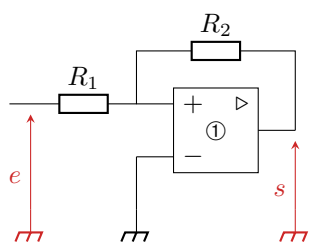


Figure 1 – Multivibrateur astable à deux ALI.

⚠ ⚠ ⚠ **Attention !** La position des bornes des ALI est arbitraire sur un schéma ... mais pas sur votre montage !

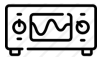
I - Comparateur à hystérésis



Rappel théorique : Le montage comparateur à hystérésis non-inverseur est représenté ci-contre. Dans le modèle de l'ALI idéal de gain infini, la loi des nœuds en potentiel donne

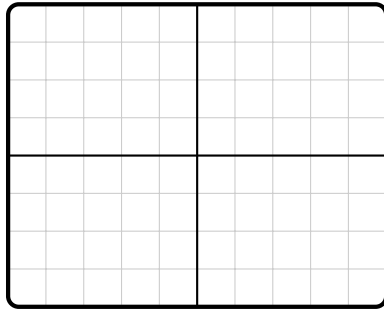
$$(R_1 + R_2)v_+ = R_1s + R_2e,$$

d'où on déduit que l'ALI bascule de saturation basse à haute pour $e = \beta V_{\text{sat}}$ et de saturation haute à basse pour $e = -\beta V_{\text{sat}}$, avec $\beta = R_1/R_2$.



Câbler le montage en prenant $R_1 = 10\text{ k}\Omega$ et $R_2 = 20\text{ k}\Omega$.

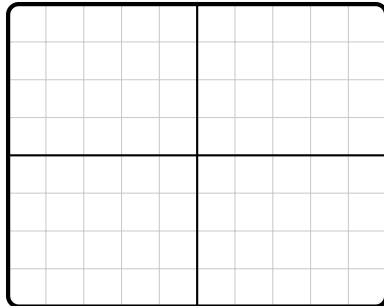
Exemple de chronogramme :



Valeurs attendues des tensions de basculement :

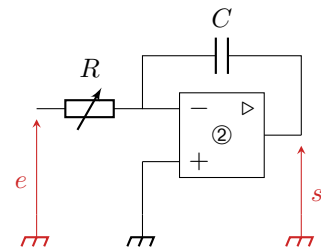
Valeurs expérimentales :

Caractéristique entrée-sortie :



Protocole permettant d'obtenir la caractéristique :

II - Intégrateur

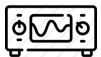


Rappel théorique : Le montage intégrateur inverseur est représenté ci-contre. Dans le modèle de l'ALI idéal de gain infini, la loi des nœuds en potentiel donne

$$j\omega s = -\frac{1}{RC}e \quad \text{soit} \quad \frac{ds}{dt} = -\frac{e}{RC}$$

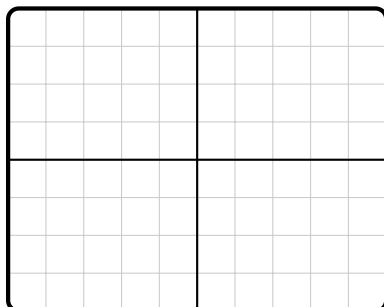
En intégrant, on obtient finalement

$$s(t) = s(0) + \int_0^t e(t) dt$$



Câbler le montage avec $R = 1\text{ k}\Omega$ et $C = 220\text{ nF}$. Utiliser la résistance variable : la valeur de R sera amenée à être modifiée au cours du TP. Mettre en entrée une tension sinusoïdale de fréquence environ 1 kHz.

Exemple de chronogramme :



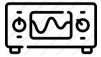
Interprétation : pour mieux comprendre le phénomène, on pourra placer un bouton poussoir en parallèle du condensateur pour le voir redémarrer.

Comment s'assurer de la validité de cette interprétation ?

Remarque : Comprendre précisément l'allure du signal obtenu est plus délicat : lors des phases de saturation, le montage n'agit plus en intégrateur (la relation entrée-sortie n'est valable qu'en régime linéaire). Il s'avère que l'évolution des tensions lors de ces phases permet à l'ALI de retrouver un fonctionnement linéaire, où le montage redevient intégrateur, jusqu'à atteindre une nouvelle saturation. Ce faisant, la tension de sortie du montage est bien périodique alors qu'une interprétation trop rapide pourrait laisser penser qu'elle devrait être constamment égale à la tension de saturation.



Résoudre cette difficulté demande de monter une résistance R' en parallèle du condensateur : la tension d'offset de l'ALI n'est plus intégrée mais simplement amplifiée, comme nous l'avons montré en exercice de cours. Le montage porte alors le nom de pseudo-intégrateur.



Vérifier que le montage se comporte comme souhaité pour $R' = 33 \text{ k}\Omega$.


III - Système bouclé


Nous avons établi en cours que la période des oscillations est donnée par

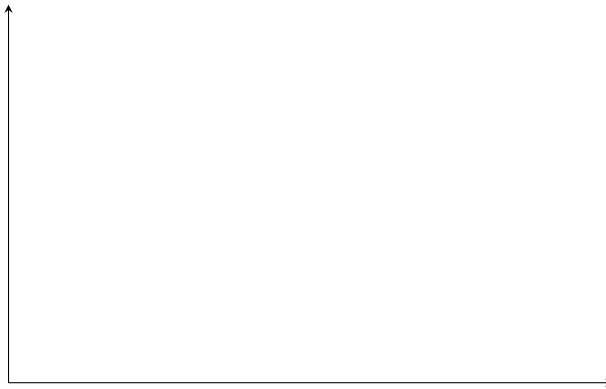
$$T = \frac{4R_2RC}{R_1}$$




Proposer et mettre en œuvre un protocole permettant de vérifier la validité de cette expression : commencer par étudier la dépendance en R , et expliquer comment procéder pour étudier les autres. Les tracés et la régression linéaire seront réalisés sous Python : se reporter à la fiche outil « Python pour les TP ».

 Idée de la démarche :

 Allure de la courbe obtenue :



 Interprétation des écarts : pourquoi la théorie ne décrit-elle pas l'expérience ?