



BLAISE PASCAL  
PT 2020-2021

TP 5 – Électronique

# Multivibrateur astable

## Objectifs

- ▷ Étudier le fonctionnement d'un comparateur à hystérésis ;
- ▷ Comprendre et corriger les écarts d'un ALI réel au modèle de l'ALI idéal ;
- ▷ Vérifier la relation donnant la période d'un oscillateur de relaxation.
- ▷ Visualiser un signal et effectuer des mesures à l'oscilloscope ;
- ▷ Visualiser une caractéristique statique entrée-sortie à l'oscilloscope ;
- ▷ Utiliser un logiciel de régression linéaire.

## Matériel sur votre paillasse :

- ▷ Un PC portable ;
- ▷ 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.

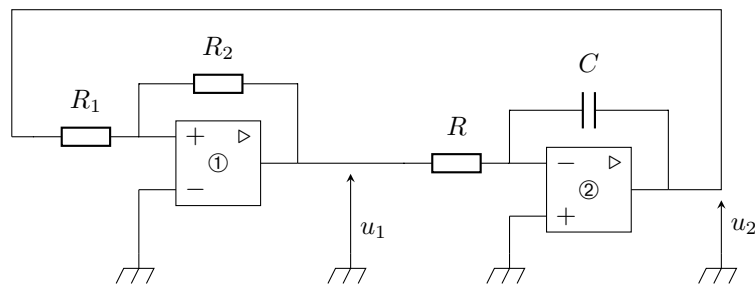
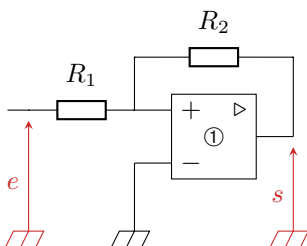


Figure 1 – Multivibrateur astable à deux ALI.

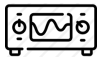
## I - Comparateur à hystérésis



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

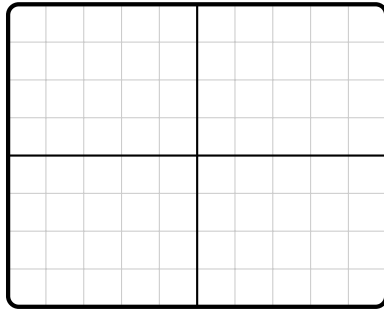
$$(R_1 + R_2)v_+ = R_1s + R_2e,$$

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  $R_2 = 20\text{ k}\Omega$ .

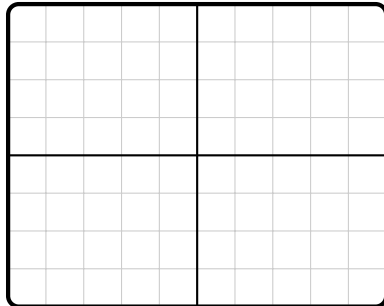
Exemple de chronogramme :



Valeurs attendues des tensions de basculement :

Valeurs expérimentales :

Caractéristique entrée-sortie :

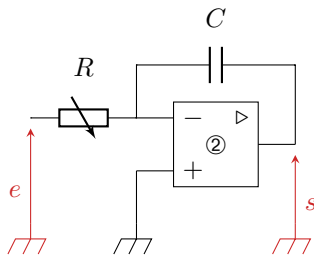


Protocole permettant d'obtenir la caractéristique :

## II - Intégrateur



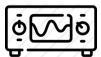
Le montage intégrateur inverseur est représenté ci-contre. Dans le modèle de l'ALI idéal de gain infini, la loi des nœuds en potentiel donne



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

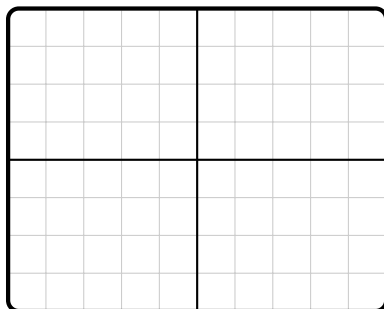
En intégrant, on obtient finalement

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



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 :



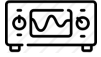
Interprétation : pour mieux comprendre le phénomène, on pourra placer un bouton poussoir en parallèle du condensateur pour le voir redémarrer.

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.

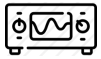


Vérifier que le montage se comporte comme souhaité pour  $R' = 33 \text{ k}\Omega$ .

### III - Système bouclé

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

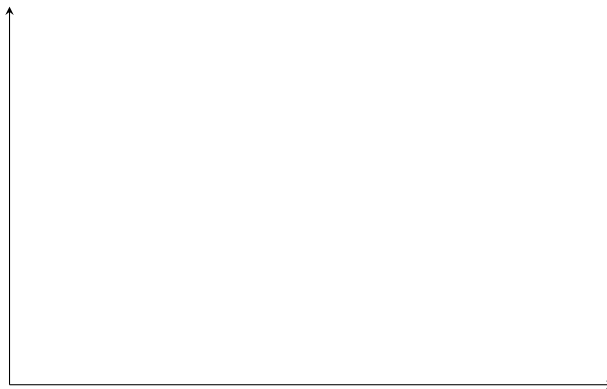
$$T = \frac{4R_2RC}{R_1}.$$



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.

✎ Idée de la démarche :

✎ Allure de la courbe obtenue :



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