

# **Session S1**

## **APP1**

### **Unité 1**

**Semaines 1, 2 et 3**

### **Laboratoire #2**

**Bonnes pratiques de montage sur plaquette &  
Exercices de montage et mesure**

**Département de génie électrique et de génie informatique**

**Faculté de génie**

**Université de Sherbrooke**

**Automne 2023**

**Note :** En vue d'alléger le texte, le masculin est utilisé pour désigner les femmes et les hommes.

Document S1\_APP1\_Labo2 – Exercices de montage et mesure.docx

Rédigé par Jean-Philippe Gouin, Réjean Fontaine, Claudette Légaré et Charles Richard, août 2017-2023

Copyright © 2023 Département de génie électrique et de génie informatique. Université de Sherbrooke

# TABLE DES MATIÈRES

<b>Activité d'introduction à faire avant le laboratoire #2</b>	<b>4</b>
Questions sur les résistances (exercice prélaboratoire)	4
Questions sur les condensateurs (exercice prélaboratoire)	4
<b>Introduction du laboratoire #2</b>	<b>5</b>
<b>Plaquette de montage</b>	<b>5</b>
Description	5
Fonctionnement	6
Bonnes pratiques de montage	7
<b>Expérimentation</b>	<b>9</b>
Premier mandat : Faire allumer la DEL	10
Modification du premier mandat : Faire clignoter la DEL	11
Deuxième mandat : Génération de l'onde carrée à l'aide du NE555	12
Troisième mandat : Mesure de la forme d'onde du courant consommé par le circuit	14
Quatrième mandat : Ajouter le suiveur de tension sur LF444 de l'étage 2	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Questions supplémentaires	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>

## ACTIVITÉ D'INTRODUCTION À FAIRE AVANT LE LABORATOIRE #2

### But de l'activité

Le but cette activité est d'acquérir les connaissances nécessaires pour reconnaître les résistances et les condensateurs selon leur code de couleur et leur boîtier.

### Note

Assurez-vous d'avoir lu la section de l'annexe du guide étudiant portant sur les résistances et les condensateurs ainsi que les documents WEB pointés dans le guide étudiant. Vous y trouverez une grande quantité d'informations qui vous seront utiles pour cette activité de laboratoire.

### Questions sur les résistances (exercice prélaboratoire)

1. Soit les résistances faisant partie des pièces de la problématique (10 minutes).
  - a. Déterminer la valeur de 2 des résistances à l'aide du code de couleurs, puis valider cette valeur avec le multimètre.
  - b. Expliquer les différences entre ces résistances.
  - c. Quel est le courant maximal pouvant passer dans chacune de ces résistances, sachant que ces résistances ont une puissance maximale de  $\frac{1}{4}$  W.
  - d. Quelle est la valeur résistive maximale que peuvent prendre *réellement* les résistances contenues dans le sac sachant qu'elles font partie de la série E24 ?
  - e. Expliquer pourquoi les résistances ont des valeurs précises. C'est-à-dire qu'il y a une résistance de 51 ohms 5% et une de 56 ohms 5%, mais pas 53 ohms.

### Questions sur les condensateurs (exercice prélaboratoire)

2. Soit les condensateurs faisant partie des pièces de la problématique (10 minutes).
  - a. Classer les condensateurs en trois catégories (forme, couleur et grosseur).
  - b. Prendre un condensateur de chaque type, puis déterminer la valeur et le type des condensateurs. Vous pouvez valider les condensateurs avec le multimètre.
  - c. Quelle est la tension maximale que sont capables de soutenir ces condensateurs ?

## INTRODUCTION DU LABORATOIRE #2

### But de l'activité

Le but cette activité est d'acquérir les connaissances nécessaires pour l'utilisation des plaquettes de montage. Pour cette activité, vous aurez besoin de consulter les fiches techniques de certains composants électroniques.

### Notes

Assurez-vous d'avoir lu l'*Annexe du Guide Étudiant*, vous y trouverez une grande quantité d'informations qui vous seront utiles pour cette activité de laboratoire.

Apportez vos lunettes, le sac de composants de la problématique, vos outils et votre plaquette de montage puisque vous en aurez besoin pour cette activité.

Si vous ne terminez pas le laboratoire, ce n'est pas grave. Il s'agit un circuit vous permettant de vous pratiquer. Même si vous n'avez pas terminé votre circuit, vous devez vous concentrer sur le circuit de la problématique.

N'oubliez pas de consigner tous vos calculs et tous vos résultats dans votre cahier de laboratoire.

## PLAQUETTE DE MONTAGE

### Description

La plaquette de montage ou « protoboard » ou « breadboard » (Figure 1) permet de réaliser des montages électroniques sans avoir recours à la soudure. C'est une façon de tester une conception de circuits électroniques tout en étant capable d'y faire facilement des modifications (ajouts et/ou retraits) de composants. Les plaquettes de montage sont utiles pour les ingénieurs débutants tout comme les plus expérimentés, et sont souvent un pas en amont du montage sur circuits imprimés.

Les composants utilisés sur les plaquettes sont de type traversants (« through-hole ») et leurs pattes doivent être pliées afin de pouvoir être inséré de la bonne façon. Même si les composants électroniques d'aujourd'hui sont en majorité de type SMT ou « Surface Mount Technology », l'utilisation de composants de type axial et les plaquettes de montage demeurent une bonne alternative pour le prototypage. Les plaquettes servent pour des montages basses fréquences ( $\sim < 10$  MHz).

## Fonctionnement

Les fils conducteurs des composants s'insèrent dans les trous sur le dessus de la plaquette. Les points de contact A, B, C, D et E d'une ligne donnée (exemple ligne 1 de la Figure 2) sont tous reliés ensemble. Il en va de même pour les points de contact F, G, H, I et J.

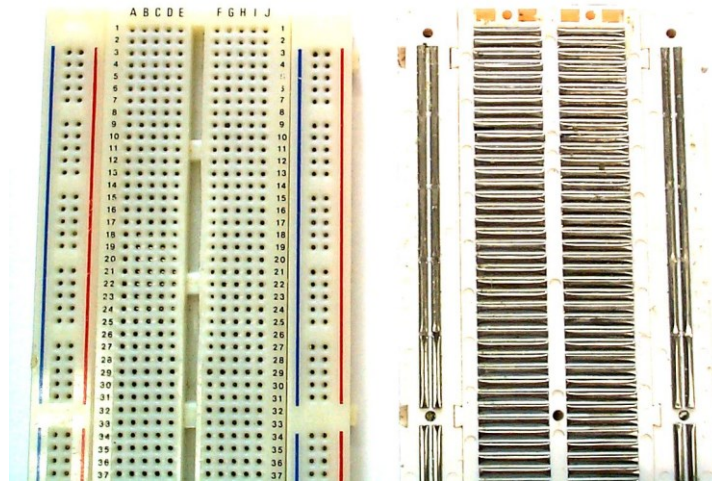


Figure 1 : Plaquette de montage (Vue de dessus et vue de dessous)

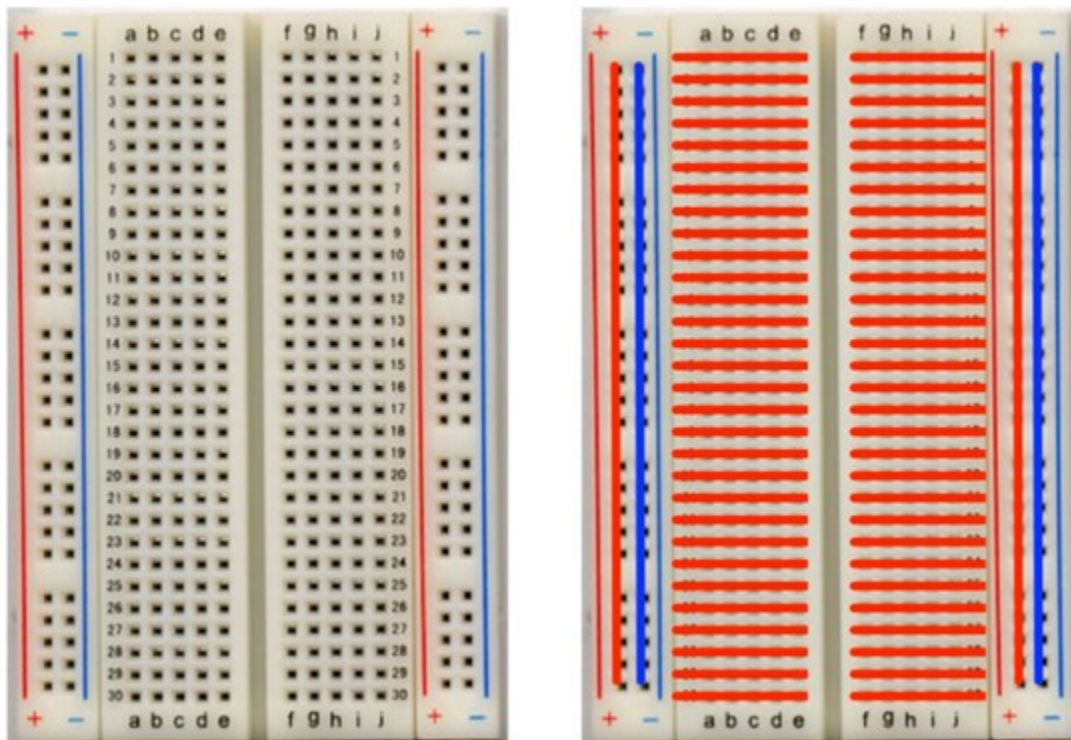


Figure 2 : Connection sur une plaquette de montage

Sur chaque côté de la plaquette se trouvent deux rangées de trous. Les lignes continues dessinées sur le dessus de la plaquette indiquent que les trous de chacune de ces rangées sont reliés ensemble, comme le montre la vue de dessus de la Figure 2. Ces rangées sont habituellement utilisées pour distribuer les alimentations continues du circuit. Attention, ces rangées sont séparées au centre de la plaquette. Les circuits intégrés de type "Dual - In line Package" (DIP), tels ceux contenant des comparateurs ou des amplificateurs opérationnels, prennent place au centre de la plaquette, à cheval sur l'espace vide (Figure 3).

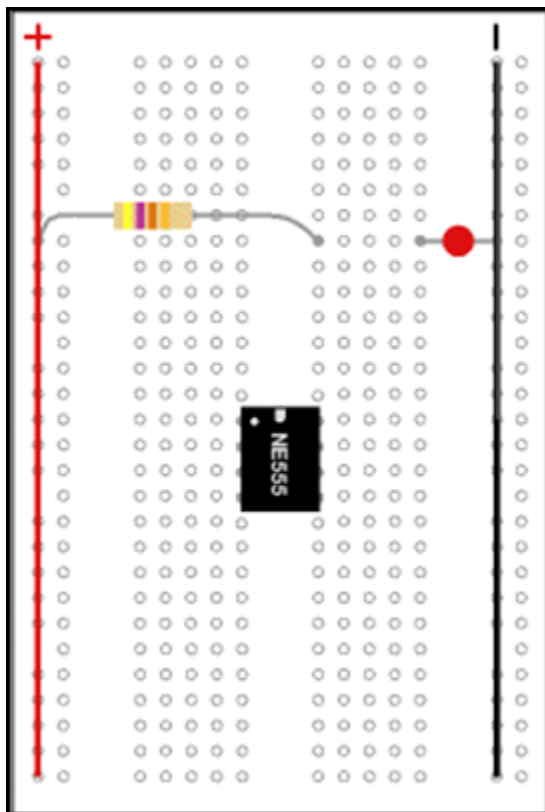


Figure 3 : Exemples de branchements sur une plaquette de montage

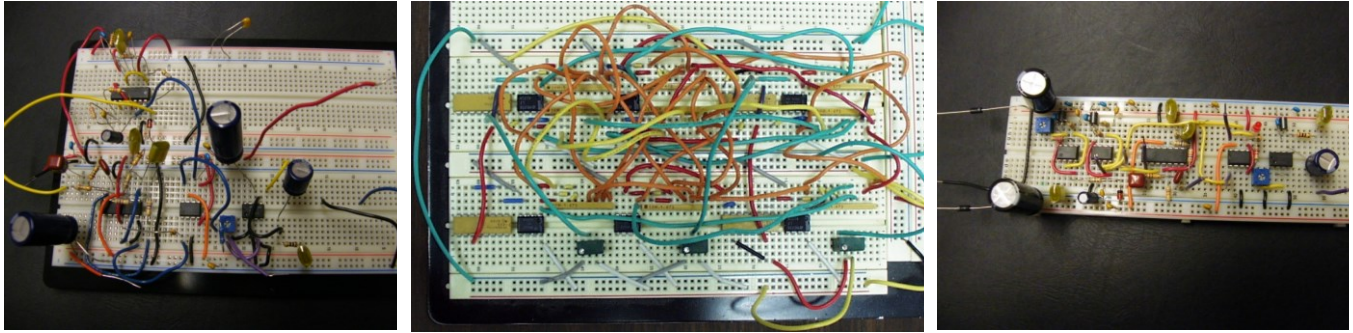
## Bonnes pratiques de montage

Le montage sur plaquette de montage exige beaucoup de temps et de patience. Certaines pratiques permettent de limiter le temps de montage. La première pratique est la propreté du montage. La Figure 4 donne deux exemples de mauvaises pratiques de montage et un exemple de bonnes pratiques. Il sera plus facile de déverminer le circuit de droite que les deux autres circuits.

Parmi les autres bonnes pratiques, planifiez le placement des circuits intégrés. Un bon placement évitera des fils très longs. Utiliser un code de couleur pour les fils et utiliser du fil monobrin. Réservez le noir pour les retours de courant (masse) et le rouge pour les alimentations positives. Pour les alimentations négatives, il n'existe pas de standards comme tel. Les pratiques les plus répandues sont d'utiliser l'orange ou le bleu. Les autres couleurs de fils sont à votre choix, mais une même couleur pourrait servir pour les connexions d'un même étage (sous-circuit) du circuit global. Prenez le temps de tailler les fils à la bonne longueur, de faire des angles de 90 degrés et de les placer à plat. Prenez le temps de tailler les résistances et condensateurs pour qu'ils ne flottent pas dans les airs comme dans la figure de gauche. Attention aux composants fragiles tels les

photorésistances et les DEL. Si vous avez besoin de plier leurs fils de raccordement, tenez le fil à plier avec une pince près du corps du composant et pliez à la main la partie du fil laissée libre.

Les contacts sur la plaquette de montage ne sont pas excellents. Chaque contact contient une petite résistance. On recommande d'amener les alimentations externes le plus près possibles des composants qui consomment le plus de courant et de mettre les gros condensateurs immédiatement où sont branchées les alimentations. Pour ce qui est des condensateurs de découplage, il est recommandé de les brancher le plus près possible des circuits intégrés.



**Figure 4 : Dans l'ordre, mauvaise, très mauvaise et bonne pratiques de montage sur plaquette**

Pour éviter des problèmes, ne pas faire ou ne pas modifier votre montage lorsque vous êtes sous tension. Il est prudent de tester vos alimentations avant de les connecter à la plaquette de montage et ainsi éviter d'endommager les composants électroniques.

Une autre bonne pratique est de réaliser votre circuit global étage par étage et de tester les sous-sections au fur et à mesure. L'ajout de petits fils (TP ou « Test Point ») aux endroits stratégiques des étages peut être utile pour faire les mesures de validation ou de déverminage.



## EXPÉRIMENTATION

Le laboratoire consiste en trois mandats afin de réaliser le circuit global présenté à la Figure 5 et de prendre une mesure de courant dessus. Ce circuit, se basant sur le générateur d'ondes NE555/LM555 (deux « équivalents » fabriqués par des compagnies différentes) et de l'amplificateur opérationnel LF444, va permettre de faire clignoter une DEL à la fréquence de 2 Hz avec un rapport cyclique de 75%. Notez le nœud identifié par un triangle sous C2 : on appelle ce nœud « 0V », « commun », « ground » ou « masse ». On l'utilise souvent comme référence lorsqu'on mesure ou exprime des différences de potentiel.

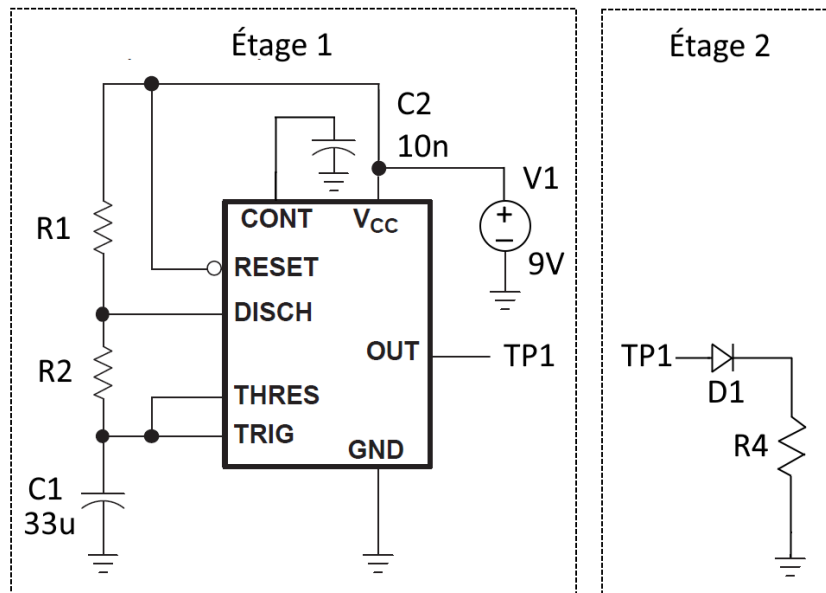


Figure 5 : Circuit global à réaliser

## Premier mandat : Faire allumer la DEL

Le circuit ci-dessous (Figure 6) permet de tester uniquement l'étage trois du circuit complet.

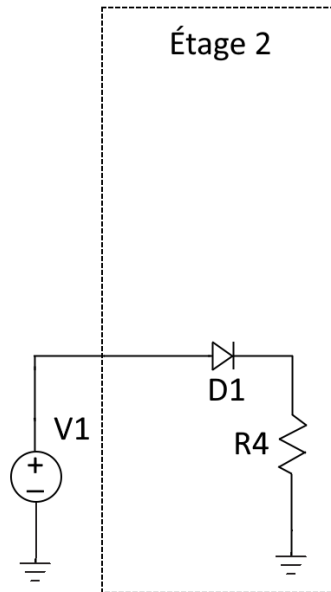


Figure 6 : Circuit de test étage 2

### Faire les étapes suivantes :

- 1) Vous devez calculer la valeur de résistance R4 permettant de faire circuler un courant de 20 mA dans la DEL, assumant qu'à ce courant, elle présente une chute de tension d'environ 2.0 V à ses bornes.
- 2) Placez les pièces sur votre plaquette de montage. (Attention, la DEL est un composant polarisé). Prévoyez des fils auxquels vous allez brancher les pinces alligator en provenance de la source de tension.
- 3) Ajustez la source de tension à 9 V et validez à l'aide de l'oscilloscope ou du multimètre qu'elle est bien ajustée.
- 4) Mettez le circuit sous tension. (La DEL devrait allumer)
- 5) Validez les valeurs de tension dans les deux composants à l'aide de l'oscilloscope, vous pourrez alors valider le courant avec la tension dans R4.
- 6) Validez les tensions aux points suivants :
  - a) Masse  $\rightarrow$  0 V
  - b) V1  $\rightarrow$  9 V
  - c) Nœud entre D2 et R5  $\rightarrow$  ~7 V

## Modification du premier mandat : Faire clignoter la DEL

Pour cette partie, vous devez modifier le circuit pour faire clignoter la DEL, le circuit de la **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** utilisez simplement une source de tension variant dans le temps (générateur de fonctions) plutôt qu'une source de tension continue.

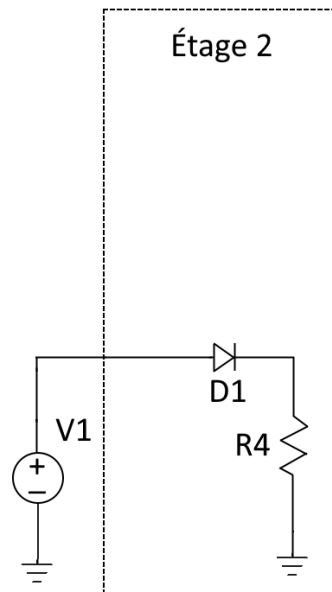


Figure 7 : Circuit de test étage 2

### Faire les étapes suivantes :

- 1) Mettez les configurations suivantes sur le générateur de fonction qui servira de source V1 du circuit ci-dessus (Figure 7).
  - a) Onde carrée
  - b) 9 V<sub>crête-à-crête</sub>
  - c) 4,5 V de décalage (Offset)
  - d) 2 Hz
  - e) 75% de rapport cyclique
  - f) Haute impédance (High Z) (faire shift menu, flèche en bas jusqu'à SYS menu, flèche droite et regarder OUTPUT, vous devriez voir HIGH Z. Si ce n'est pas le cas, changez pour High Z).
- 2) Connectez le générateur de tension à l'oscilloscope, puis validez la tension de sortie. Si vous n'obtenez pas la tension désirée, vérifiez le paramètre d'impédance de sortie du générateur de fonctions ou demandez de l'aide pour comprendre. Fermez ensuite le générateur de fonction.
- 3) Connectez le générateur au montage avec la DEL
- 4) À l'aide de l'oscilloscope, valider les tensions aux points suivants :
  - a) Masse → 0 V
  - b) V1 → Onde carrée env. 0-9 V, fréquence de 2 Hz et rapport cyclique de 75%
  - c) R4 → Onde carrée env. 0-7 V, fréquence de 2 Hz et rapport cyclique de 75%
  - d) Tension dans R4.
  - e) Courant dans le circuit.

## Deuxième mandat : Génération de l'onde carrée à l'aide du NE556

Pour cette partie, vous devez monter un circuit qui permettra de générer la cadence de la DEL à la fréquence désirée en remplacement du générateur de fonction (Figure 8). Vous devrez débiter par déterminer le numéro de chacune des pattes pour faire vos connections, voir la (Figure 9Figure 1). Le NE556 contient 2 *timer*, vous devrez en choisir un seul et laisser les autres pattes libres.

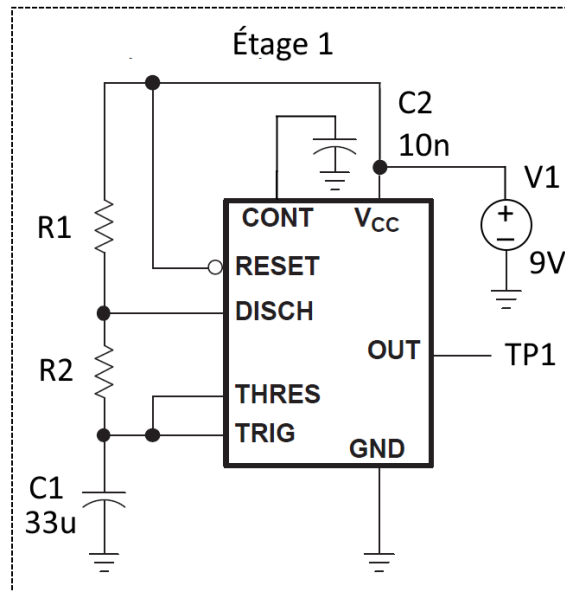


Figure 8 : Circuit de test étage 1

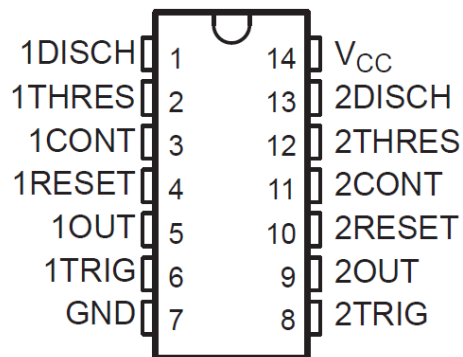


Figure 9 : Détail du circuit intégré NE556

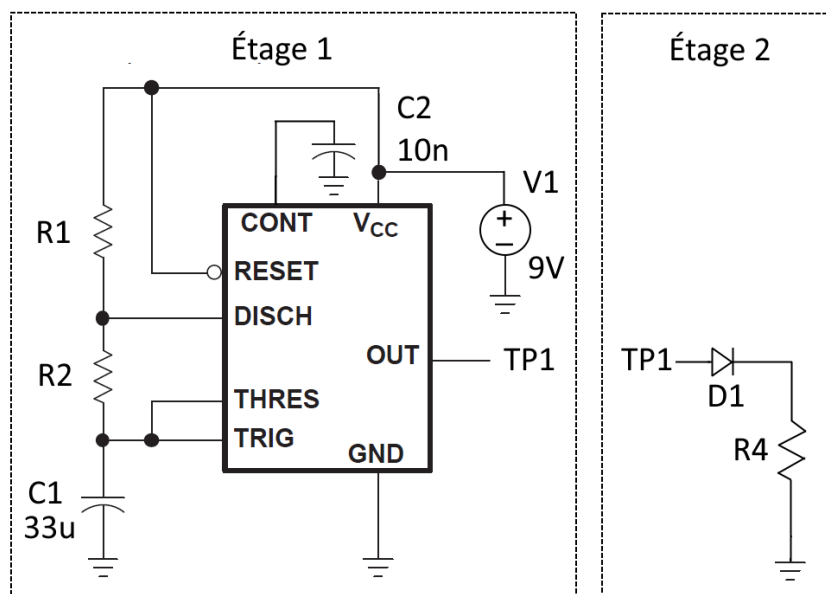
### Suivre les étapes suivantes :

- 1) À l'aide de la fiche technique du NE556, calculez les valeurs de R1 et R2 pour ajuster la sortie du 556 à la fréquence désirée. Consulter la section « Astable operation » de la fiche technique du NE555 pour obtenir les équations.

Note #1 : Dépendamment de votre montage, vous pourriez rencontrer des problèmes de stabilité avec les NE556. Ces derniers sont sensibles aux variations d'alimentation et de charge. Il faut *découpler* l'alimentation en mettant des condensateurs entre l'alimentation et la masse. Ces condensateurs vont minimiser les variations sur l'alimentation résultant des pics de courant

momentanés demandés par les circuits électroniques; ce qui a pour effet de « nettoyer » l'alimentation. Vérifiez la stabilité de l'alimentation en utilisant la technique vue dans le laboratoire 1. Les condensateurs de découplage doivent idéalement être placés proche des circuits intégrés. Si cela n'est pas suffisant, on utilise même parfois des ferrites pour séparer les alimentations de chacun des circuits. Il est raisonnable de prévoir un condensateur de découplage pour chacun des circuits intégrés quand vous en avez plusieurs.

- 2) Assurez-vous que le circuit est désalimenté. Déconnectez le générateur de fonctions si pas déjà fait.
- 3) Ajoutez le NE556, les condensateurs et les résistances.
- 4) Ouvrez la source de tension.
- 5) À l'aide de l'oscilloscope, validez les tensions aux points suivants :
  - a) Masse  $\rightarrow 0\text{ V}$
  - b) V1  $\rightarrow 9\text{ V}$
  - c) TP1  $\rightarrow$  Onde carrée 0-9 V, 2 Hz, Rapport cyclique de 75%
- 6) Fermez la source d'alimentation et ajouter l'étage 3 qui a été monté précédemment, voir Figure 10.



**Figure 10 : Circuit de test étage 1 et 2**

### Troisième mandat : Mesure de la forme d'onde du courant consommé par le circuit

- 1) Mesurez et observez la forme d'onde du courant circulant dans tout le circuit à l'aide d'une résistance *de R3 de 10 Ohms* et de l'oscilloscope (voir la note #2 plus bas). Voir Figure 11.

Note #2 : Une approche pour mesurer le courant total d'un circuit est de mettre une petite résistance (résistance de mesure de courant) entre le 0 V de la source de tension (fil noir) et le 0 V (TP2) de l'alimentation du circuit. On utilise ensuite l'oscilloscope pour mesurer la tension aux bornes de cette résistance, qui est proportionnelle au courant. La valeur de la résistance ne doit pas être trop élevée pour affecter le circuit, mais pas trop basse, car la tension générée sera trop petite pour que l'oscilloscope puisse bien la mesurer. Vous pouvez estimer la valeur de cette résistance en évaluant le courant théorique consommé par le circuit. Il faut que la tension dégagée par le courant circulant dans la résistance soit de l'ordre de 100 mV au maximum; ce qui est une perte considérée négligeable par rapport à la tension d'alimentation de 9 V. Portez attention avant de réaliser le montage : est-ce que la référence du bloc d'alimentation est connectée au « ground » du secteur, et qu'en est-il de la référence de l'oscilloscope? Est-ce que ça a un impact sur votre branchement pour cette mesure?

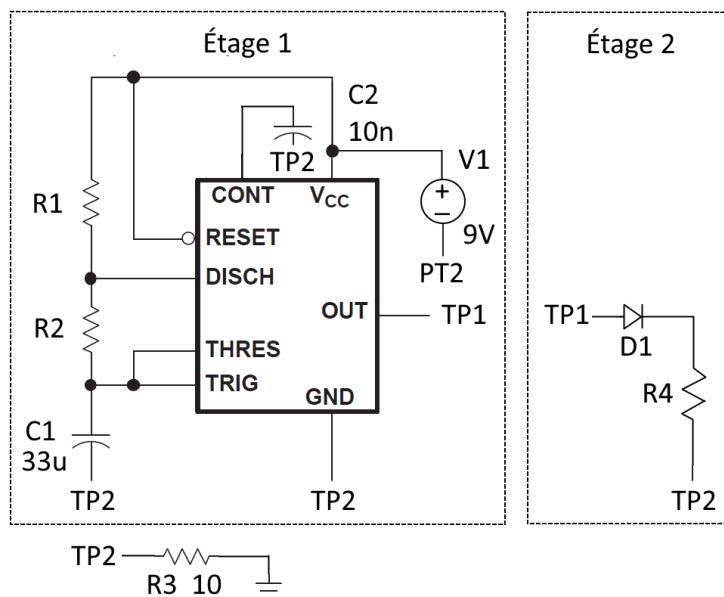


Figure 11 : Mesure de courant des étages 1 et 2

- 2) Avec la mesure de courant que vous venez de réaliser, calculez la puissance consommée par tout le circuit.