

---

# Détecteur de proximité

GUIDE DE L'ÉTUDIANT

S1- APP1

*Automne 2025 – Semaines 1, 2 et 3*

---

Département de génie électrique et de génie informatique et de génie robotique

Faculté de génie

Université de Sherbrooke

**Note :** En vue d'alléger le texte, le masculin est utilisé pour désigner les femmes et les hommes.  
Document S1\_APP1\_DéTECTEUR de proximité\_Guide\_Etudiant.docx

Version 1 : Rédigé par Réjean Fontaine, ing., août 2012

Mis à jour par Jean-Philippe Gouin, Claudette Légaré, Vincent-Philippe Rhéaume, Serge Apedovi Kodjo, Jonathan Vincent, David Pivin, Jean-Samuel Lauzon, Charles Richard, Alexandre Tessier, Maxime Dubois, Sylvain Nicolay et Mathieu Massicotte 2014-2022

Version 2 : Rédigé par Jean-Philippe Gouin, mai 2023

Mis à jour par Jean-Philippe, Gwenaël Hamon, Julien Rossignol et Mathieu Massicotte 2023-2024

Mis à jour par Jean-Philippe, Keven Deslandes, Serge Apedovi Kodjo et Mathieu Massicotte 2024-2025

Copyright © 2025 Département de génie électrique et de génie informatique. Université de Sherbrooke.

# TABLE DES MATIERES

<b>1 ACTIVITÉ PÉDAGOGIQUE ET COMPÉTENCES .....</b>	<b>6</b>
GEN 170 : RÉALISATION ET MESURE DE CIRCUITS ÉLECTRIQUES .....	6
GEN 111 : LA COMMUNICATION ET LE TRAVAIL EN ÉQUIPE .....	6
<b>2 SYNTHÈSE DE L'ÉVALUATION.....</b>	<b>6</b>
<b>3 QUALITÉS DE L'INGÉNIEUR .....</b>	<b>7</b>
<b>4 ÉNONCÉ DE LA PROBLÉMATIQUE .....</b>	<b>8</b>
<b>5 CONNAISSANCES NOUVELLES.....</b>	<b>11</b>
5.1 CONNAISSANCES DÉCLARATIVES : <i>Quoi</i> .....	11
5.2 CONNAISSANCES PROCÉDURALES : <i>Comment</i> .....	11
5.3 CONNAISSANCES CONDITIONNELLES : <i>Quand</i> .....	11
<b>6 GUIDE DE LECTURE .....</b>	<b>12</b>
6.1 VOLUMES OBLIGATOIRES : .....	12
6.2 ÉTUDE SUGGÉRÉE EN VUE DE COMPLÉTER LE LABORATOIRE 1: .....	12
6.3 ÉTUDE SUGGÉRÉE EN VUE DE COMPLÉTER LE PROCÉDURAL 1 : .....	12
6.4 ÉTUDE SUGGÉRÉE EN VUE DE COMPLÉTER LE LABORATOIRE 2 : .....	13
6.5 EXERCICES SUPPLÉMENTAIRES .....	13
<b>7 LOGICIELS ET MATÉRIEL.....</b>	<b>14</b>
<b>8 SANTÉ ET SÉCURITÉ .....</b>	<b>14</b>
8.1 DISPOSITIONS GÉNÉRALES .....	14
<b>9 SOMMAIRE DES ACTIVITÉS.....</b>	<b>16</b>
<b>10 PRODUCTIONS À REMETTRE .....</b>	<b>17</b>
10.1 LIVRABLES.....	17
<i>Validation</i> .....	17
<i>Rapport d'APP</i> .....	18
<i>Procédure de dépôt du rapport</i> .....	18
<i>Note importante sur la correction du rapport</i> .....	18
10.2 SCHÉMA DE CONCEPTS .....	19
<b>11 ÉVALUATIONS .....</b>	<b>20</b>
11.1 PONDÉRATION DES PRODUCTIONS À REMETTRE .....	20
11.2 ÉVALUATION DE LA VALIDATION .....	20
11.3 ÉVALUATION DU RAPPORT.....	22
11.4 EXAMEN FORMATIF .....	25
11.5 ÉVALUATION SOMMATIVE DE L'APP .....	25
11.6 ÉVALUATION SOMMATIVE FINALE .....	25
11.7 UTILISATION DE IAG .....	25
<b>12 POLITIQUES ET RÈGLEMENTS .....</b>	<b>27</b>
<b>13 INTÉGRITÉ, PLAGIAT ET AUTRES DÉLITS.....</b>	<b>27</b>
<b>14 FORMATION À LA PRATIQUE EN LABORATOIRE #1 .....</b>	<b>28</b>
14.1 EXERCICES.....	28
<b>15 FORMATION À LA PRATIQUE PROCÉDURALE .....</b>	<b>28</b>
15.1 PROBLÈMES À FAIRE PRÉALABLEMENT À L'ACTIVITÉ .....	28
15.2 PROBLÈMES À RÉSOUDRE PENDANT LA RENCONTRE .....	31

<b>16</b>	<b>FORMATION À LA PRATIQUE EN LABORATOIRE #2 .....</b>	<b>36</b>
16.1	CONSIGNES .....	36
16.2	PROBLÈMES À FAIRE PRÉALABLEMENT À L'ACTIVITÉ .....	36
<b>17</b>	<b>FORMATION À LA PRATIQUE EN LABORATOIRE #3 .....</b>	<b>37</b>
<b>18</b>	<b>SUPPORT TECHNIQUE À LA PROBLÉMATIQUE .....</b>	<b>37</b>
<b>19</b>	<b>VALIDATION PRATIQUE DE LA SOLUTION À LA PROBLÉMATIQUE .....</b>	<b>38</b>
<b>20</b>	<b>SECOND TUTORAT : VALIDATION DES CONNAISSANCES ACQUISES .....</b>	<b>38</b>

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Schéma bloc du détecteur de proximité .....	9
Figure 2. Circuit résistif de l'exercice #1.....	28
Figure 3. Signal sinusoïdal de l'exercice #2 .....	29
Figure 4. Signal de l'exercice #3. ....	29
Figure 5. Ondes carrées à dessiner, exercice de rapport cyclique .....	31
Figure 6. Circuit diviseur résistif .....	31
Figure 7. Circuit avec DEL .....	32
Figure 8. Extrait de la fiche technique de la DEL 1498852[7].....	32
Figure 9. Diagramme d'interconnexion du circuit LM555 [8] .....	33
Figure 10. Extrait de la fiche technique du LM555 [8] .....	34
Figure 11. Onde sinusoïdale à dessiner .....	35

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Synthèse de l'évaluation de l'unité.....	6
Tableau 2. Tableau des qualités de l'APP .....	7
Tableau 3. Pondération des éléments demandés dans le livrable.....	20
Tableau 4. Grille d'évaluation de la compétence pour la validation.....	21
Tableau 5. Grille d'évaluation de la compétence pour le rapport de l'APP1 .....	23
Tableau 6. Évaluation de la communication (GEN111-1).....	24

## 1 ACTIVITÉ PÉDAGOGIQUE ET COMPÉTENCES

### GEN 170 : RÉALISATION ET MESURE DE CIRCUITS ÉLECTRIQUES

1. Utiliser efficacement les outils de mesures électriques incluant les générateurs de signaux, les multimètres et les oscilloscopes;
2. Identifier les paramètres de composants électriques par leur apparence et leurs boîtiers, utiliser l'information de leurs fiches techniques et calculer et sélectionner des composantes de base en vue d'une conception;
3. Réaliser des maquettes de circuits électriques avec soudures.

Description officielle : <https://www.usherbrooke.ca/admission/fiches-cours/GEN170/>

### GEN 111 : LA COMMUNICATION ET LE TRAVAIL EN ÉQUIPE

1. Communiquer en français, oralement et par des écrits de diverses formes, dans le respect des exigences formulées et en utilisant les outils appropriés.

Description officielle : <https://www.usherbrooke.ca/admission/fiches-cours/GEN111/>

## 2 SYNTHÈSE DE L'ÉVALUATION

Tableau 1 : Synthèse de l'évaluation de l'unité

Évaluation	GEN170-1	GEN170-2	GEN170-3	GEN111-1
Rapport d'APP	8	17		Formative
Validation	30		20	
Évaluation formative théorique				
Évaluation formative pratique				
Évaluation sommative théorique	60	65	40	
Évaluation sommative pratique	30		30	
Évaluation finale théorique	105	90	105	
Total	233	172	195	Formative

La note attribuée aux activités pédagogiques de l'APP est une note individuelle.

### 3 QUALITÉS DE L'INGÉNIEUR

Les qualités de l'ingénieur visées par cette unité d'APP sont décrites au Tableau 2. D'autres qualités peuvent être présentes sans être visées ou évaluées dans cette unité d'APP.

Tableau 2. Tableau des qualités de l'APP

Numéro	Libellé	Touchée	Évaluée
Q01	Connaissances en génie	✓	✓
Q02	Analyse de problèmes	✓	✓
Q03	Investigation		
Q04	Conception	✓	✓
Q05	Utilisation d'outils d'ingénierie	✓	✓
Q06	Travail individuel et en équipe		
Q07	Communication	✓	✓
Q08	Professionnalisme		
Q09	Impact du génie sur la société et l'environnement		
Q10	Déontologie et équité		
Q11	Économie et gestion de projets		
Q12	Apprentissage continu		

Pour une description détaillée des qualités et leur provenance, consultez le lien suivant :

<http://www.usherbrooke.ca/genie/etudiants-actuels/au-baccalaureat/bcapg/>.

## 4 ÉNONCÉ DE LA PROBLÉMATIQUE

### DéTECTEUR de proximité

Vous êtes nouvellement arrivé à l'Université de Sherbrooke en ingénierie. Dans ce premier APP, on vous demande de concevoir partiellement certaines sections d'un détecteur de proximité pour le robot, de le fabriquer et d'en mesurer certaines performances électriques. Vous allez ainsi améliorer vos connaissances en électronique.

Le travail consistera à compléter la liste de matériel finale (en anglais *Bill of Material* ou *BOM*) du circuit en vue de la commande pour la production. Pour réaliser cette liste, vous devrez effectuer la conception de certaines parties pour sélectionner certains composants, évaluer la puissance d'un des modules, réaliser le montage sur plaquette de montage (en anglais *Breadboard*), puis souder et valider ce même montage sur circuit imprimé (en anglais *Printed Circuit Board* ou *PCB*). Une fois le montage terminé, vous devrez vous assurer du fonctionnement de chacun des sous-circuit à l'aide d'un plan de validation de la conception que vous aurez préparé. Notez que la sélection des composants électroniques servant à compléter le BOM doit suivre une démarche rigoureuse pour s'assurer du fonctionnement du circuit électronique, ce qui, évidemment, exigera l'interprétation de fiches techniques provenant des manufacturiers.

Comme vous pouvez le constater sur la Figure 1, le circuit électronique contient 11 parties. On retrouve 2 générateurs d'ondes carrées, 2 portes logiques, 2 diode électroluminescente (DEL) infrarouge (IR), un récepteur infrarouge, 2 tampons et 2 DEL de couleur (rouge et verte). Les deux générateurs d'ondes carrées sont basés sur un circuit NE556. Ce dernier peut être utilisé en mode astable et monostable. Pour nos besoins, nous l'utiliserons en mode astable afin de générer, d'une part, une onde carrée 0-5 volts à une fréquence de 38 kHz  $\pm 5\%$  avec un rapport cyclique de 50%  $\pm 10\%$  pour la fréquence de modulation. D'autre part, une onde carrée 2,5 V crête centrée sur 2,5 V à une fréquence de 10  $\pm 1$  Hz avec un rapport cyclique de 50% pour le signal d'horloge qui cadence l'alternance des DEL IR. Les signaux des générateurs d'ondes carrées passent à travers 2 circuits de portes logiques permettant de faire la modulation des signaux qui alimentent les DEL IR.

Le récepteur infrarouge TSOP34338 est sensible à la lumière infrarouge modulé par une fréquence de 38 kHz et modifie sa tension de sortie en fonction du signal reçu. Les deux tampons comparent le signal d'horloge reçu (10 Hz), puis décoden le signal afin de séparer les 2 signaux. Puisque les deux signaux sont émis en alternance sur une période de 50 ms, les tampons permettent aussi de maintenir la valeur de tension pour alimenter en permanence des DEL rouge et verte.

Le circuit intégré SN74HC00 contient 4 portes « non et » (en anglais *NAND*). Ce circuit compare deux signaux en entrée afin de générer un signal de sortie en fonction des niveaux logiques des signaux d'entrées. On considère une tension de 5 V comme un signal logique « vrai », puis une tension à la masse (0 V) comme un signal logique « faux ». Vous devrez faire la conception de l'agencement des portes logiques afin d'obtenir les résultats désirés. Pour ce faire, vous devrez effectuer les bons branchements permettant de faire fonctionner le circuit selon les spécifications demandées.

Pour réaliser l'alimentation du circuit d'une tension continue de 5 volts, vous devrez utiliser une source de tension. Cet appareil permet d'alimenter un circuit électronique par une tension DC de 0 à 30 volts et de limiter le courant afin de protéger le circuit en cas de défaillance.

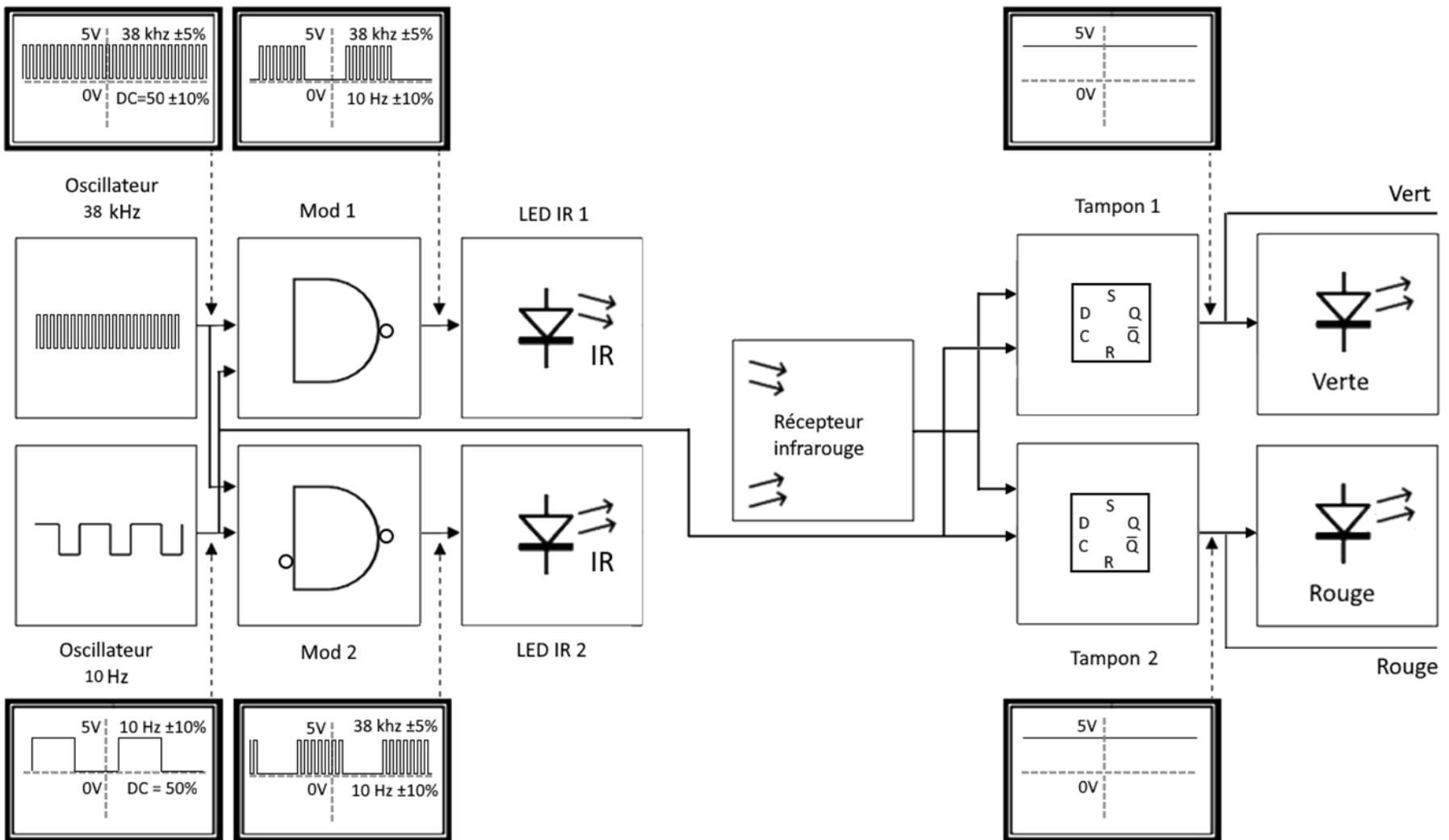


Figure 1 : Schéma bloc du détecteur de proximité

Vous réaliserez ce circuit sur plaque de montage et découvrirez que cela exige une très grande patience. Vous pourrez vous assurer que les signaux sont correctement générés grâce à des points de test qui se trouvent dans le connecteur. Pour cela, vous utiliserez les outils de mesure comme l'oscilloscope et le multimètre. Lorsqu'un circuit ne fonctionne pas, vous pourrez injecter un signal à partir d'un générateur de fonctions. Ce dernier est capable de générer des ondes carrées, triangulaires ou sinusoïdales jusqu'à des fréquences de 20 MHz avec différents rapports cycliques.

Par la suite, vous souderez le circuit électronique sur un circuit imprimé que nous avons fabriqué spécialement pour vous. Vous devez obtenir des soudures démontrant un bon contact; c'est-à-dire éviter les soudures froides. Vous vous assurerez de monter une section à la fois et de la tester avec les outils appropriés afin de minimiser le déverminage. Bien que des composants de montage en surface existent et sont la norme aujourd'hui, les circuits avec broches seront utilisés afin de faciliter le montage, la soudure et le déverminage.

Un aspect très important dans la conception de circuits électroniques est la puissance consommée. On vous demande d'évaluer théoriquement la puissance consommée du circuit d'émission IR. Plus spécifiquement, vous devez évaluer la puissance de chaque sous-circuit, puis sommer les puissances individuelles par la suite. Petit rappel, la puissance d'un composant est le produit de sa tension efficace ( $V_{RMS}$ ) par son courant efficace ( $I_{RMS}$ ). Vous pourrez faire cela à partir des fiches techniques. À la suite de mesures sur le circuit, vous devez comparer la puissance théorique et pratique.

Pendant vos sessions de travail en laboratoire, on vous demandera de consigner toutes vos actions dans un cahier de laboratoire (en anglais « logbook »). On retrouvera dans ce cahier l'historique de vos calculs qui vous ont permis de réaliser la conception, un plan de validation de la conception permettant de démontrer le fonctionnement de votre montage. Le cahier de laboratoire sera examiné lors de la validation.

## 5 CONNAISSANCES NOUVELLES

### 5.1 CONNAISSANCES DÉCLARATIVES : *QUOI*

- Puissance consommée.
- Rapport cyclique.
- Composants électroniques (amplificateur, résistance, condensateur, oscillateur, interrupteur analogique).
- Valeur efficace (*rms*), valeur crête et valeur crête à crête.
- Alimentation continue positive et négative.
- Générateur de signaux.
- Multimètre.
- Oscilloscope.
- Plaquettes de montage.
- Soudure.
- Plan de validation de la conception
- Plan de test.

### 5.2 CONNAISSANCES PROCÉDURALES : *COMMENT*

- Faire une mesure de tension grâce à un multimètre et un oscilloscope.
- Faire une mesure de courant grâce à un multimètre et un oscilloscope.
- Générer un signal électrique à partir de divers paramètres.
- Faire une soudure sur circuit imprimé.
- Monter un circuit sur plaque de montage.
- Lire et utiliser les fiches techniques du manufacturier.
- Sélectionner un composant électronique.
- Évaluer la puissance consommée d'un circuit électronique.
- Calculer la valeur d'une pièce électronique selon les spécifications désirées.
- Remplir adéquatement un cahier de laboratoire.

### 5.3 CONNAISSANCES CONDITIONNELLES : *QUAND*

- Utiliser un multimètre.
- Utiliser un oscilloscope.

## 6 GUIDE DE LECTURE

Les lectures doivent être faites avant les activités auxquelles elles se rattachent. Nous suggérons l'ordre suivant afin d'effectuer les lectures.

### 6.1 VOLUMES OBLIGATOIRES :

- A. Hambley, *Electrical engineering, Principle and applications*, Pearson, 6<sup>th</sup> ou 7<sup>th</sup> Edition, 870 p [1]
- J.P. Gouin, Guide de rédaction technique (version 1.7 ou +) [2], disponible sur le site WEB de S1-GEN111.

### 6.2 ÉTUDE SUGGÉRÉE EN VUE DE COMPLÉTER LE LABORATOIRE 1:

- Document intitulé « Initiation aux appareils de mesure » disponible sur le site WEB de l'APP1
- Documentation sur le code de couleur et lecture des condensateurs à chercher sur le WEB.
  - Résistances : Plusieurs sites WEB existent (rechercher dans un moteur de recherche « Code couleur résistance »). Voici 2 sites à titre d'exemple :
    - <http://www.apprendre-en-ligne.net/crypto/passesecret/resistances.pdf>
    - <http://www.positron-libre.com/cours/electronique/resistances/code-couleurs-resistances.php>
  - Condensateurs : C'est un peu plus compliqué, mais certains sites l'expliquent bien. Rechercher dans un moteur de recherche WEB « lire valeur condensateur ». Voici 2 sites à titre d'exemple :
    - <http://f5zv.pagesperso-orange.fr/RADIO/RM/RM24/RM24G/Rm24G10.html>
    - [http://www.sonelec-musique.com/electronique\\_theorie\\_condensateur\\_codes\\_valeur.html](http://www.sonelec-musique.com/electronique_theorie_condensateur_codes_valeur.html).

### 6.3 ÉTUDE SUGGÉRÉE EN VUE DE COMPLÉTER LE PROCÉDURAL 1 :

- Modules de l'APP 1 sur le Moodle des mathématiques :  
<https://moodle.usherbrooke.ca/course/view.php?id=36505>
- 6e édition de Hambley : sections 1.1, 1.2, 1.3, 1.6, 1.7, 2.1, 2.2, 2.3, 5.1, 10.1 (ne pas regarder les exercices), 10.3.
- 7e édition de Hambley : sections 1.1, 1.2, 1.3, 1.6, 1.7, 2.1, 2.2, 2.3, 5.1, 9.1 (ne pas regarder les exercices), 9.3.
- Annexe du guide étudiant disponible sur le site WEB de l'APP1
- Documentation sur le rapport cyclique :
  - [http://fr.wikipedia.org/wiki/Rapport\\_cyclique](http://fr.wikipedia.org/wiki/Rapport_cyclique)

- Documentation sur la valeur crête, crête à crête et efficace :
  - [http://fr.wikipedia.org/wiki/Valeur\\_efficace](http://fr.wikipedia.org/wiki/Valeur_efficace)
  - <http://en.wikipedia.org/wiki/Amplitude>
- Documentation pour la polarisation de la diode Zener. Dans ce document, on considère la diode Zener comme idéale seulement. C'est-à-dire qu'elle génère une tension fixe si un courant suffisant la parcourt.
  - <http://www.epsic.ch/cours/electronique/techn99/elnthcomp/zernrhtxt.html>
- Fiche technique du NE555 disponible sur le site WEB de l'APP1.
  - Site WEB du Service de support en électrique, ce site contient une panoplie d'informations sur les composants électroniques. <https://www.gegi.usherbrooke.ca/gse/>
- Exercices pré-procédural (voir section 15.1 dans ce guide étudiant)

## 6.4 ÉTUDE SUGGÉRÉE EN VUE DE COMPLÉTER LE LABORATOIRE 2 :

- Fiches techniques du NE555 [3] et NE556 [4], disponible sur le site WEB de l'APP1
- Labo2 - Exercices de montage, disponible sur le site WEB de l'APP1
- Annexe du guide étudiant [5]

## 6.5 EXERCICES SUPPLÉMENTAIRES

Outre les exercices que nous allons effectuer en pratique procédurale, nous vous suggérons particulièrement la série suivante d'exercices dans le livre de Hambley : Attention à l'édition que vous avez (6<sup>e</sup> vs 7<sup>e</sup> édition) :

- Exercices (dans le texte) :
  - 6<sup>e</sup> édition de Hambley : 1.6, 1.12, 1.13, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 5.1, 5.3, 10.4
  - 7<sup>e</sup> édition de Hambley : 1.6, 1.12, 1.13, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 5.1, 5.3, 9.4
- Problèmes (fin de chapitre) :
  - 6<sup>e</sup> édition de Hambley : P1.21, P1.30, P2.1a, P2.2, P5.6, P5.12, P5.13, P10.2, P10.3, P10.8, P10.22.
  - 7<sup>e</sup> édition de Hambley : P1.21, P1.29, P2.1a, P2.2, P5.5, P5.11, P5.13, P9.1, P9.2, P9.6, P9.25
- Tests pratiques (fin de chapitre) : T1.4, T5.1

## 7 LOGICIELS ET MATÉRIEL

Des kits de composants électroniques seront distribués pour l'APP. Ces kits contiennent l'ensemble des composants dont vous avez besoin à l'exception des résistances qui sont en libre-service dans les laboratoires 3024 et 3018.

## 8 SANTÉ ET SÉCURITÉ

### 8.1 DISPOSITIONS GÉNÉRALES

Dans le cadre de la présente activité, vous êtes réputés avoir pris connaissance des politiques et directives concernant la santé et la sécurité. Ces documents sont disponibles sur les sites web de l'Université de Sherbrooke, de la Faculté de génie et du département. Les principaux sont mentionnés ici et sont disponibles dans la section Santé et sécurité du site web du département : [https://wiki.gegi.usherbrooke.ca/index.php/S%C3%A9curit%C3%A9\\_en\\_laboratoire\\_et\\_atelier](https://wiki.gegi.usherbrooke.ca/index.php/S%C3%A9curit%C3%A9_en_laboratoire_et_atelier)

#### Lunettes de sécurité

- Les lunettes de sécurité sont obligatoires en tout temps dans les locaux suivants : C1-2055, C1-3014, C1-3016, C1-3018 et C1-3024.
- Les lunettes de sécurité sont également obligatoires en tout temps, lorsque vous êtes aux tables hautes, dans les locaux suivants : C1-3035, C1-3041 et C1-4103.
- Dans les deux cas, seule la personne responsable de l'activité pédagogique en cours peut lever cette obligation.

#### Fer à souder

- Vous pouvez utiliser un fer à souder seulement dans les locaux suivants : C1-3014, C1-3016, C1-3018, C1-3024 et C1-3022-1.
- Des vêtements en fibres naturelles sont exigés lorsque vous soudez.

#### Laboratoires et ateliers

##### Dans les laboratoires et les ateliers:

- se déplacer posément et regarder autour de soi. Ne jamais courir.

##### Il est défendu de consommer :

- de la nourriture;
- des breuvages, cependant les contenants conçus avec une fermeture automatique sont tolérés;
- de l'alcool ou de la drogue.

##### De plus, vous devez toujours :

- couper les pattes de vos composants en orientant la coupe vers le sol;
- être à l'affut de ce que les autres font autour de vous;
- respecter les autres règles de sécurité spécifiques à certains laboratoires;
- éviter les expositions à des risques non nécessaires;
- laisser les voies de circulation dégagées;

- être conforme aux lois et aux règlements gouvernementaux en vigueur.

**Autres règles :**

- Politique 2500-004 : Politique de santé et sécurité en milieu de travail et d'études
- Directive 2600-04 : Directive relative à la santé et à la sécurité en milieu de travail et d'études
- Sécurité en laboratoire et atelier au département de génie électrique et de génie informatique

## 9 SOMMAIRE DES ACTIVITÉS

### Semaine 1 :

- 1<sup>ère</sup> rencontre de tutorat
- Étude personnelle et exercices
- Formation à la pratique en laboratoire 1
  - À faire avant : Lire le document → Labo #1 Initiation aux appareils de mesure
  - Matériel nécessaire : Lunette de protection
- Formation à la pratique procédurale
  - À faire avant : Faire les lectures et les exercices pré-procédural (section 15.1 de ce document)
  - Matériel nécessaire : Livre et document à lire
- Formation à la pratique en laboratoire 2
  - À faire avant : Calculer tous les composants manquant du laboratoire 2 → Labo #2 Exercice de montage
  - Matériel nécessaire : Lunette de protection, outils, breadboard et les pièces de l'APP

### Semaine 2 :

- Consultation pour la problématique
  - À faire avant : Avoir débuté le calcul des composants manquant de la problématique.
  - Incrire votre équipe d'APP sur la web
- Formation à la pratique en laboratoire 3
  - À faire avant : Calculer tous les composants manquant de la problématique et débuter votre montage sur plaquette de montage.
  - Matériel nécessaire : Lunette de protection, outils, breadboard, fer à souder et les pièces de l'APP
- Support technique à la problématique

### Semaine 3:

- Support technique à la problématique
- Validation
- 2<sup>ième</sup> rencontre de tutorat
- Évaluation formative
- Consultation avant examen
- Évaluation sommative théorique et pratique

## 10 PRODUCTIONS À REMETTRE

- La résolution de la problématique, la validation et le rapport se font en équipe de 2. Vous devez inscrire votre équipe en utilisant le formulaire d'inscription sur la page web de l'APP.
- La validation est réalisée le mardi de la troisième semaine. La validation est réalisée en équipe de **2 étudiants**. L'horaire sera disponible sur la page web au plus tard le vendredi précédent. Vous devez arriver 10 minutes avant votre heure de passage.
- Le rapport doit être remis via le serveur de dépôt du département avant 8h30 la journée du tutorat #2. Tout retard sur le dépôt électronique entraînera une pénalité de 10% par jour.

### 10.1 LIVRABLES

#### Validation

Les tuteurs n'évalueront pas toutes les parties du circuit, mais en cibleront celles qui s'évaluent mieux en laboratoire. Pour cela, votre cahier de laboratoire doit être prêt pour démontrer les éléments de compétence ciblés et répondre aux questions. Votre cahier doit contenir tous les calculs et conceptions requis pour les composants manquants du circuit.

Vous devez présenter votre plan de validation dans votre cahier de laboratoire ou sur ordinateur. Ce plan doit comprendre au minimum 2 tests pour chacun des signaux suivants dans le but de valider la conception des différents étages : un signal au choix entre mod1 ou mod2 et un signal au choix rouge ou vert. Pour chacun des tests, vous devez spécifier le nom du test, les manipulations à faire, le signal à mesurer et le résultat attendu.

Ne pas changer seulement les valeurs de tension, le rapport cyclique ou la fréquence afin de répondre aux spécifications, mais plutôt pour trouver des cas limites de la conception.

Voici quelques exemples :

- Changer la forme d'onde, la fréquence et l'amplitude des signaux de 10 Hz avec un générateur de fonctions. Que devrait-il se passer aux différents points de tests? Est-ce que le circuit répond encore aux spécifications demandées?
- Est-ce qu'il y a des cas limites? Tester des minimums ou maximums pour les signaux (amplitude ou fréquence) afin que chacun des modules effectue son travail? (**Attention, ne pas augmenter la tension d'alimentation sans avoir vérifié dans les fiches techniques les valeurs maximales des composants**)

Voici quelques consignes pour vous préparer :

- Vous devez avoir sur papier ou à l'ordinateur le plan de validation de la conception.
- **Les 2 PCB seront évalués.** Nous allons regarder la qualité de votre montage sur PCB (montage, pièces et soudure).
- Nous allons vous demander de montrer que votre circuit est fonctionnel.
- Nous vous demanderons de faire un test parmi ceux que vous avez mis dans votre plan de validation de la conception.

## Rapport d'APP

Le rapport d'APP ne doit pas contenir tout le travail que vous avez fait, mais seulement quelques éléments. Le contenu spécifique est le suivant :

- Expliquer votre alimentation et justifier sa valeur en vous appuyant sur les valeurs des fiches techniques.
- Présentez tout ce que vous avez fait pour terminer la conception du circuit oscillateur basse fréquence de 10 Hz : Calculs, valeurs calculées, valeurs réelles, composants choisis, tolérances choisies...
- BOM de tous les composants calculés (R et C).
- Calcul théorique de la puissance de l'émetteur que doit fournir l'alimentation et comparaison avec valeur obtenue par une mesure.

Le rapport d'APP doit être remis en équipe de 2. Vous disposez de **6 pages pour tout votre contenu incluant les annexes (la correction s'arrête après 6 pages)** et excluant la page titre, les références et la table des matières. Comme dans tout rapport, il est nécessaire d'introduire et de conclure brièvement votre rapport. Suivre les indications du guide de rédaction fourni dans GEN111 pour la rédaction du rapport pour les autres éléments.

## Procédure de dépôt du rapport

Le rapport d'APP devra être téléversé **en format PDF** sur le site WEB de S1. Pour ce faire, allez sur la page WEB de S1, vous trouverez un lien *Dépôts Documents* dans la section *Autres Informations* qui vous mène à la page principale pour les dépôts électroniques des travaux des différentes sessions.

Choisir l'année (ex. A23 pour 2023), puis S1 et finalement APP1SN. Vous pourrez ensuite sélectionner votre fichier à déposer et le copier dans ce répertoire par la procédure décrite sur le site WEB. Le fichier sera nommé *cip1-cip2.pdf* où cip1 ou cip2 correspondent aux *cip* de chacun des étudiants de l'équipe. Notez-le « - » entre les deux CIP. Le système n'acceptera pas le dépôt si le CIP de la personne faisant le dépôt n'est pas dans le nom de fichier. La même note sera attribuée aux 2 étudiants.

Le rapport doit suivre les consignes de présentation matérielles suivantes :

Version PDF de votre document : Dans Word, utiliser Enregistrer au format PDF dans le menu fichier ou faites « exporter -> créer un document PDF », « enregistrer sous -> type de fichier PDF ».

## Note importante sur la correction du rapport

La correction du rapport sera réalisée par une personne compétente en la matière. Une personne compétente signifie qu'elle connaît déjà la matière couverte un peu comme si vous présentiez un rapport à votre patron. Il n'est donc pas nécessaire de donner tous les détails de chacune des étapes des calculs, mais il est important d'indiquer 1- pourquoi on réalise le calcul, 2- comment on fait le calcul (exemple, on isole la variable  $V_{out}$ ). On termine ensuite avec la réponse à ce calcul. On peut commenter sur la validité de la réponse (ordre de grandeur, calcul parallèle basé sur un modèle plus simple, ajout d'une marge de sécurité etc.)

Il n'est pas nécessaire de mettre des circuits, puisqu'on considère que la personne qui corrige connaît la problématique de l'APP.

## 10.2 SCHÉMA DE CONCEPTS

Les schémas de concepts sont une excellente façon de consigner rapidement l'ensemble des connaissances vues dans un APP. Il s'agit d'un outil d'étude très utile. De façon générale, pour valider vos schémas de concepts, apportez-les et appliquez-les lors des rencontres de tutorat et de formation à la pratique procédurale.

Les schémas sont à faire lors de l'étude personnelle. Notez qu'il est possible qu'on vous demande de réaliser un schéma de concepts à l'examen.

Les schémas de concepts que vous devez faire doivent répondre à la question suivante (on propose sous les questions une série de concepts que nous estimons utiles pour ces premiers schémas) :

***Quels sont les concepts nécessaires pour faire la conception, la fabrication et la mesure d'un circuit électronique sur plaquette de montage et sur circuit imprimé ?***

Pour vous aider dans la réalisation d'un schéma de concepts, il est très intéressant de partir des objectifs et compétences à atteindre dans l'APP et de greffer les lectures à ces compétences. Le livre de Boutin fournit de l'information pertinente pour la réalisation d'un schéma de concepts.

## 11 ÉVALUATIONS

### 11.1 PONDÉRATION DES PRODUCTIONS À REMETTRE

L'évaluation des productions à remettre portera sur les compétences figurant dans la description des activités pédagogiques. La pondération des différents éléments est indiquée au Tableau 3. L'évaluation est directement liée aux livrables demandés à la section 0 et le tableau suivant y réfère à l'aide d'une courte description.

Tableau 3. Pondération des éléments demandés dans le livrable

Compétence	Rapport	Validation	Examen pratique	Examen sommatif
<b>GEN170 C1 : Utiliser efficacement les outils de mesures électriques incluant les générateurs de signaux, les multimètres et les oscilloscopes</b>				
Mesurer adéquatement un signal avec un oscilloscope et un multimètre	4	10	20	20
Générer des alimentations adéquates à un circuit électronique	4	10		20
Générer des signaux de test à l'aide d'un générateur de fonctions		10	10	20
<b>GEN170 C2 : Identifier les paramètres de composants électriques par leur apparence et leurs boîtiers, utiliser l'information de leurs fiches techniques et calculer et sélectionner des composantes de base en vue d'une conception</b>				
Extraire l'information utile d'une fiche technique	7			25
Évaluer la puissance consommée	4			20
Sélectionner un composant électronique et son boîtier à partir de caractéristiques établies	6			20
<b>GEN170 C3 : Réaliser des maquettes de circuits électriques avec soudures</b>				
Effectuer des soudures adéquates sur circuit imprimé		10	30	
Effectuer le montage d'un circuit sur plaque de montage				20
Élaborer des plans de validation de conception adéquats pour un circuit électronique		10		20
<b>Total :</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>60</b>	<b>165</b>

**GEN111 #1 : Communiquer en français, oralement et par des écrits de diverses formes, dans le respect des exigences formulées et en utilisant les outils appropriés.**

Cette évaluation est formative, dans le but de vous guider dans la rédaction de rapport technique. Les critères sont présentés au

Tableau 5.

### 11.2 ÉVALUATION DE LA VALIDATION

Lors de la validation, le corps professoral vérifiera les éléments de compétence décrits dans le Tableau 4.

Tableau 4. Grille d'évaluation de la compétence pour la validation

## Compétence

### **GEN170 C1 : Utiliser efficacement les outils de mesures électriques incluant les générateurs de signaux, les multimètres et les oscilloscopes**

#### **Réaliser une mesure expérimentale d'un signal avec un oscilloscope et un multimètre**

La prise de mesure est maîtrisée (bien branché et bien ajusté)

La prise de mesure démontre une lacune mineure au branchement à son ajustement

La prise de mesure démontre plus d'une lacune mineure au branchement à son ajustement

La prise de mesure démontre des difficultés majeures au branchement et en ajustement

La prise de mesure est inadéquate

#### **Réaliser des alimentations sécuritaires à un circuit électronique nécessitant des tensions positives et négatives**

Les alimentations sont bien réalisées et l'étudiant explique correctement comment les réaliser.

La génération des alimentations comporte un problème mineur. L'étudiant démontre que les branchements sont adéquats, mais ne peut expliquer comment cela fonctionne

La génération des alimentations comporte plus d'un problème mineur. L'étudiant démontre que les branchements sont adéquats, mais ne peut expliquer comment cela fonctionne

La génération des alimentations comporte des problèmes majeurs. L'étudiant est capable de le faire en théorie, mais pas en pratique

La génération des alimentations est inadéquate

#### **Générer des signaux de tests à l'aide d'un générateur de fonctions**

L'étudiant est capable d'ajuster le générateur de fonctions pour produire le signal demandé

L'étudiant éprouve une difficulté mineure pour ajuster le générateur de fonctions pour produire le signal demandé. Il cherche les opérations à effectuer, mais finit par ajuster correctement.

L'étudiant éprouve plus d'une difficulté mineure pour ajuster le générateur de fonctions pour produire le signal demandé. Il cherche les opérations à effectuer et nécessite un peu d'aide pour réussir l'ajustement.

L'étudiant éprouve des difficultés majeures pour ajuster le générateur de fonctions pour produire le signal demandé, il doit s'y reprendre à plusieurs reprises et requiert une intervention externe.

L'étudiant n'est pas capable d'utiliser un générateur de fonctions

### **GEN170 C3 : Réaliser des maquettes de circuits électriques avec soudures.**

#### **Effectuer des soudures adéquates sur circuit imprimé**

Les soudures sont belles à plus de 95% et le montage est propre

Entre 80 et 95% des soudures sont belles ou le circuit comporte des sections malpropres

Entre 60 et 80% des soudures sont belles et le circuit comporte des sections malpropres

Entre 50 et 60% des soudures sont belles et le circuit comporte des sections malpropres

Moins de 50% des soudures sont belles et le circuit est généralement mal propre

#### **Le circuit est fonctionnel**

Le circuit fonctionne à 100%

La plupart des modules fonctionnent (>85%)

Plusieurs modules sont fonctionnels (> 70%)

Plusieurs modules sont fonctionnels (> 50%)

Peu de modules sont fonctionnels (< 50%)

#### **Élaborer et exécuter un plan de validation de la conception pour un circuit électronique**

L'étudiant démontre qu'il a élaboré et réalisé une validation de conception avec une couverture complète permettant de s'assurer du fonctionnement du circuit électronique

L'étudiant démontre qu'il a élaboré et réalisé une validation de conception avec une erreur mineure (couverture incomplète au niveau de la fonctionnalité du circuit électronique).

L'étudiant démontre qu'il a élaboré et réalisé une validation de conception avec des erreurs mineures (couverture incomplète au niveau de la fonctionnalité du circuit électronique).

L'étudiant démontre qu'il a élaboré une validation de conception sans la réaliser.

L'étudiant n'a pas élaboré de validation de conception ou celle-ci est complètement erronée.

Notez qu'un circuit fonctionnel n'est pas garant d'une bonne note pour la validation. Nous évaluons plus les processus utilisés que les résultats.

### 11.3 ÉVALUATION DU RAPPORT

Le rapport sera corrigé une seule fois et une seule note sera attribuée par rapport aux aspects techniques (Tableau 5) et de la qualité de la communication en fonction (Tableau 6).

La qualité de la communication influence grandement la note attribuée aux aspects techniques. Ainsi, des phrases mal construites ou pouvant porter à interprétation, des nombres sans unité ou des graphiques incomplets sont des exemples qui nuisent à la compréhension technique et font perdre des points sur des aspects techniques. Les correcteurs n'ont pas à interpréter des phrases ou des paragraphes. Soyez précis, concis et mettez l'information pertinente.

Tableau 5. Grille d'évaluation de la compétence pour le rapport de l'APP1

## Compétence

### **GEN170 C1 : Utiliser efficacement les outils de mesures électriques incluant les générateurs de signaux, les multimètres et les oscilloscopes**

#### **Réaliser une mesure expérimentale d'un signal avec un oscilloscope et un multimètre**

Les mesures rapportées sont adéquates, bien présentées et utilisent une méthodologie adéquate

Les mesures rapportées comportent des problèmes mineurs de méthodologie ou sont mal présentées

Les mesures rapportées comportent des erreurs majeures de méthodologie et/ou les mesures sont inadéquates

Les mesures rapportées comportent une méthodologie erronée ou ne sont pas rapportées.

Les mesures ne sont pas bonnes

#### **Mettre en œuvre une solution permettant une gestion adéquate des alimentations d'un circuit électronique**

La solution proposée pour les alimentations du générateur d'ondes basse-fréquence est bien mise en œuvre. L'étudiant a vérifié que le bloc d'alimentation fournit assez de puissance et le qu'un découplage adéquat des alimentations a été réalisé.

La solution proposée pour les alimentations du générateur d'ondes basse-fréquence comporte des erreurs mineures. Le découplage n'est pas expliqué ou validé ou encore la puissance totale que peut fournir le bloc d'alimentation n'est pas expliquée ou validée.

La solution proposée pour les alimentations du générateur d'ondes basse-fréquence comporte des lacunes majeures. Le découplage n'est pas expliqué et/ou validé et la puissance totale que peut fournir le bloc d'alimentation n'est pas expliquée et/ou validée

Il n'y a pas de solutions proposées pour les alimentations du générateur basse-fréquence.

### **GEN170 C2 : Identifier les paramètres de composants électriques par leur apparence et leurs boîtiers, utiliser l'information de leurs fiches techniques et calculer et sélectionner des composantes de base en vue d'une conception**

#### **Extraire l'information utile d'une fiche technique**

L'information pertinente a été extraite des fiches techniques et a bien été présentée

L'information retirée des fiches techniques comporte des erreurs mineures ou est mal utilisée

L'information retirée des fiches techniques comporte des erreurs majeures ou est très mal utilisée

Aucune information n'a été tirée des fiches techniques

#### **Effectuer une évaluation de la puissance consommée du générateur d'onde haute fréquence**

Le calcul de la puissance consommée de l'émetteur est adéquat.

Le calcul de la puissance consommée de l'émetteur comporte des erreurs mineures

Le calcul de la puissance consommée de l'émetteur comporte des erreurs majeures

Le calcul de la puissance consommée du générateur d'ondes haute-fréquence est inadéquat

#### **Sélectionner un composant électronique et son boîtier à partir de caractéristiques établies**

La sélection des composants est bien réalisée et les caractéristiques fournies permettent de commander les composants

La sélection des composants et le BOM comporte une erreur mineure. La commande de composant est réalisable

Le calcul de la puissance consommée du générateur d'ondes comporte des erreurs majeures

Le calcul de la puissance consommée du générateur d'ondes est inadéquat

Tableau 6. Évaluation de la communication (GEN111-1)

Critères	Non-initié (1)	Seuil (2)	Cible (3)	Excellent (4)
<b>Organiser l'information</b>	L'étudiant n'est pas en mesure d'organiser l'information pour en permettre la compréhension. Il n'y a aucune transition entre les sections.	L'étudiant organise minimalement l'information pour en permettre la compréhension. Les transitions entre les sections sont soit abruptes, soit inefficaces.	L'étudiant organise adéquatement l'information pour en permettre la compréhension chez son auditoire. La qualité des transitions entre les sections pourrait toutefois être améliorée.	L'étudiant organise efficacement l'information pour en faciliter la compréhension chez son auditoire. Les transitions entre les sections témoignent d'une compréhension approfondie du sujet.
<b>Présenter de l'information pertinente</b>	L'étudiant éprouve de la difficulté à sélectionner l'information pertinente à présenter au regard des objectifs de la communication.	L'étudiant présente de l'information pertinente au regard des objectifs de la communication, mais des éléments importants sont soit mal présentés, soit absents.	L'étudiant présente de l'information pertinente et complète au regard des objectifs de la communication.	L'étudiant présente de l'information pertinente et complète au regard des objectifs de la communication. Le sujet est bien délimité et est présenté avec concision.
<b>Recourir à des références</b>	L'étudiant recourt à trop peu de références et/ou abuse de citations et de paraphrases.	L'étudiant recourt à des références pertinentes, mais peu variées. Les citations et paraphrases présentées sont soit trop longues, soit déformées/inexactes.	L'étudiant recourt à des références pour appuyer ses propos. Les citations et paraphrases présentées sont généralement pertinentes.	L'étudiant recourt à des références pertinentes et variées pour appuyer ses propos. Les citations et paraphrases présentées sont toutes pertinentes.
<b>Présenter des communications graphiques de qualité</b>	L'étudiant présente des communications graphiques (représentations 3D, schémas, courbes 2D, etc.), mais celles-ci n'appuient pas le texte.	L'étudiant présente des communications graphiques (représentations 3D, schémas, courbes 2D, etc.) qui appuient le texte, mais celles-ci ne sont pas toujours faites selon l'état de l'art.	L'étudiant présente des communications graphiques (représentations 3D, schémas, courbes 2D, etc.) qui appuient le texte et généralement faites selon l'état de l'art.	L'étudiant présente des communications graphiques (représentations 3D, schémas, courbes 2D, etc.) qui appuient le texte, sont faites selon l'état de l'art et sont accompagnées d'un titre évocateur. Elles ajoutent ainsi une plus-value au document produit.
<b>Rédiger dans une langue de qualité</b>	L'étudiant éprouve de la difficulté à rédiger des phrases complètes et bien structurées, de même qu'à respecter les règles grammaticales élémentaires, ce qui nuit à la compréhension de son texte. Il/elle n'utilise pas une terminologie et un vocabulaire appropriés.	L'étudiant fait encore des erreurs d'orthographe, de syntaxe et de grammaire, mais celles-ci ne nuisent pas de façon importante à la compréhension de son texte. Il/elle utilise une terminologie et un vocabulaire minimalement appropriés.	L'étudiant rédige généralement des phrases complètes et bien structurées. Il/elle respecte les règles grammaticales élémentaires, en plus d'utiliser une terminologie et un vocabulaire généralement appropriés.	L'étudiant rédige des phrases complètes et bien structurées. Il/elle respecte les règles grammaticales élémentaires, en plus d'utiliser une terminologie et un vocabulaire parfaitement appropriés.
<b>Respecter les consignes données</b>	L'étudiant remet une communication écrite respectant trop peu les consignes données, tant pour le fond que pour la forme.	L'étudiant remet une communication écrite respectant quelques-unes des consignes données, tant pour le fond que pour la forme.	L'étudiant remet une communication écrite respectant la majorité des consignes données, tant pour le fond que pour la forme.	L'étudiant remet une communication écrite respectant toutes les consignes données, tant pour le fond que pour la forme.

**NOTE IMPORTANTE :** Dans le cas de l'APP1-SN, seuls les critères : C1 - Organiser l'information, C3 - Recourir à des références, C5 - Rédiger dans une langue de qualité et C6 - Respecter les consignes données seront évalués au niveau de la communication. Dans les APP à venir, d'autres critères s'ajouteront. N'oubliez pas de regarder le guide de rédaction technique sur la page web de S1 dans la section GEN 111. Des informations supplémentaires utiles à la rédaction dans les documents *Séminaire de Rédaction technique 1 et 2* sont également présentes dans cette page WEB.

L'évaluation du rapport d'APP contribue à l'évaluation des éléments de compétence de l'APP. Il s'agit donc d'une évaluation sommative, c'est-à-dire que le résultat de l'évaluation sera consigné au dossier scolaire de l'étudiant

et utilisé dans le calcul de sa note finale. Toutefois, pour permettre à l'étudiant d'apprendre de ses erreurs, son rapport corrigé lui sera remis, avec une grille lui permettant d'apprécier son niveau de compétence.

Il est important de noter qu'il est de la responsabilité de l'étudiant signataire du rapport de s'assurer de l'exactitude de la valeur de chaque élément de solution et de la qualité et de l'uniformité de l'ensemble du contenu de son rapport. N'oubliez pas que, lors de l'évaluation sommative (examen à la fin de l'APP), vous allez être évalué **de façon individuelle** sur les compétences mises en œuvre pour l'élaboration de ce rapport. Vous êtes donc réputé pouvoir résoudre de façon individuelle l'ensemble de la problématique de même que tout problème relié aux connaissances nouvelles à acquérir durant cette APP.

## 11.4 EXAMEN FORMATIF

L'évaluation formative est un examen dont le solutionnaire est fourni aux étudiants et qui leur permet d'évaluer leur niveau de compétence. Les évaluations formatives sont publiées sur la page web de l'APP dans le mercredi matin de la dernière semaine de l'APP (journée du 2e tutorat). Le solutionnaire est publié en soirée.

L'examen formatif sert à simuler l'examen sommatif (à livres fermés) et conséquemment, le même recueil de documentation sera fourni pour le formatif et le sommatif.

## 11.5 ÉVALUATION SOMMATIVE DE L'APP

L'évaluation sommative de l'APP comporte 2 parties : une partie pratique avec soudure et mesure électrique avec les appareillages et une partie théorique. Ces évaluations sont toutes comptabilisées dans GEN170.

Pour toutes les évaluations sommatives, vous pourrez utiliser les calculatrices permises par le département. Également, des feuilles de formules seront fournies, ces feuilles seront les mêmes que celles qui se trouvent sur les pages web l'APP. Ces examens se font sans documentation.

Le contenu des procéduraux fait partie de l'examen sommatif (car on ne peut incorporer tous les contenus pédagogiques dans la formulation de la problématique) et les **schémas de concepts sont sujets à examen !!!**

## 11.6 ÉVALUATION SOMMATIVE FINALE

L'évaluation finale de GEN170 comporte une seule partie théorique.

Toutes les évaluations finales se font sans documentation et vous pourrez utiliser les calculatrices permises par le département. Également, des feuilles de formules seront fournies, ces feuilles seront les mêmes que celles qui se trouvent sur la page web de l'APP.

## 11.7 UTILISATION DE IAG

Dans le cadre de la présente activité, vous êtes réputés avoir pris connaissance de la page Intégrité intellectuelle des Services à la vie étudiante.

### **Utilisation de l'intelligence artificielle générative**

L'intelligence artificielle générative (IAG) réfère à l'ensemble d'outils capable de générer de nouveaux contenus (texte, images, code informatique, musique, etc.) à partir de requêtes texte, incluant, mais pas limité à :

- ChatGPT (fin de l'apprentissage en 2021)

- CoPilot
- Dall-E
- Synthesia
- Scribe
- Duet
- Bard

L'écosystème des IAG est extrêmement énergivore et a un impact environnemental significatif. Avant d'avoir recours à ces outils, vérifier si la réponse à votre requête pourrait se trouver dans votre documentation, vos collègues, votre équipe professorale ou par l'utilisation d'un moteur de recherche (Ecosia, Google, etc.) afin de limiter votre empreinte énergétique.

**Attention :** il peut y avoir des erreurs de l'IAG

**La responsabilité finale du contenu des productions appartient à la personne étudiante.** Dans le cadre de cette unité d'APP, afin d'assurer un apprentissage réussi des compétences visées, incluant la recherche documentaire, l'analyse, la synthèse et la rédaction, **l'usage des IAG n'est pas permis pour toutes les activités de formation et d'évaluation.**

**L'utilisation des IAG lors des évaluations sommatives et finales n'est pas permise.**

## 12 POLITIQUES ET RÈGLEMENTS

Dans le cadre de la présente activité, vous êtes réputés avoir pris connaissance des politiques, règlements et normes d'agrément suivants.

### Règlements et politiques de l'Université de Sherbrooke

- Règlement des études  
<https://www.usherbrooke.ca/registraire/>

### Règlements facultaires

- Règlement facultaire d'évaluation des apprentissages / Programmes de baccalauréat
- Règlement facultaire sur la reconnaissance des acquis

### Norme d'agrément

- Informations pour les étudiants au premier cycle :  
<https://www.usherbrooke.ca/genie/etudiants-actuels/au-baccalaureat/bcapg>
- Informations sur l'agrément :  
<https://engineerscanada.ca/fr/agrement/a-propos-de-l-agrement>

Si vous êtes en situation de handicap, assurez-vous d'avoir communiqué avec le Programme d'intégration des étudiantes et étudiants en situation de handicap à l'adresse de courriel [prog.integration@usherbrooke.ca](mailto:prog.integration@usherbrooke.ca).

## 13 INTÉGRITÉ, PLAGIAT ET AUTRES DÉLITS

Dans le cadre de la présente activité, vous êtes réputés avoir pris connaissance de la déclaration d'intégrité relative au plagiat :

<https://www.usherbrooke.ca/ssf/antiplagiat/jenseigne/declaration-dintegrite/>

## 14 FORMATION À LA PRATIQUE EN LABORATOIRE #1

### Buts de l'activité

Acquérir les connaissances nécessaires pour effectuer des mesures avec l'oscilloscope et le multimètre, générer les signaux analogiques nécessaires à l'aide d'un générateur d'onde pour valider le fonctionnement d'un circuit et générer des alimentations positives et négatives sur un bloc d'alimentation. Le travail sera fait en équipe de 2 étudiants.

### 14.1 EXERCICES

Pour ce travail, vous utiliserez le document *S1-Initiation\_appareils\_mesure.pdf* disponible sur le site WEB de l'APP1. Ce document contient à la fois l'explication des appareils et les expérimentations à conduire. Pour vous préparer, prenez connaissance du document et lire seulement les explications et non les manipulations à faire.

## 15 FORMATION À LA PRATIQUE PROCÉDURALE

### Buts de l'activité

Mettre en pratique les procédures requises pour :

- Sélectionner les composants nécessaires pour effectuer la conception d'un circuit électronique ;
- Comprendre les fiches techniques de certains composants électroniques ;
- Calculer la valeur efficace ;
- Calculer la puissance consommée ;
- Calculer le rapport cyclique d'une onde ;

### 15.1 PROBLÈMES À FAIRE PRÉALABLEMENT À L'ACTIVITÉ

Voici trois exercices à faire afin d'évaluer votre préparation pour le procédural 1. Si vous arrivez à répondre à ces trois exercices, cela veut dire que vous avez atteint le niveau de connaissance attendu et la préparation suffisante.

Notez que vous pouvez aussi regarder les exercices du procédural 1, cependant il est normal que vous n'arriviez pas seul à répondre à tous les numéros. C'est pourquoi, les numéros seront faits en équipe et que l'activité sera supervisée par un tuteur.

**Numéro 1** - Quelle est la valeur de R1 ?

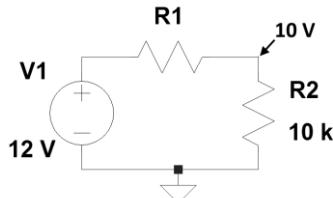


Figure 2. Circuit résistif de l'exercice #1

**Numéro 2** - Décrire mathématiquement le signal suivant :

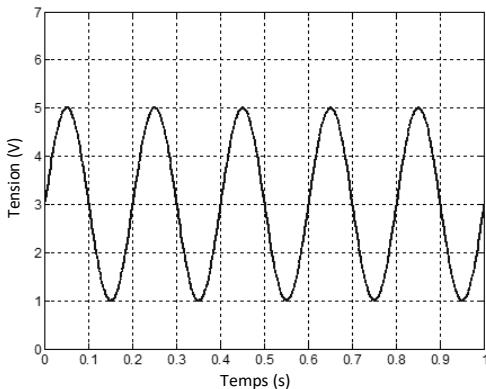


Figure 3. Signal sinusoïdal de l'exercice #2

**Numéro 3** - Intégrer ce signal pour une période seulement. Soit l'intégrale de 0 à 3 secondes.

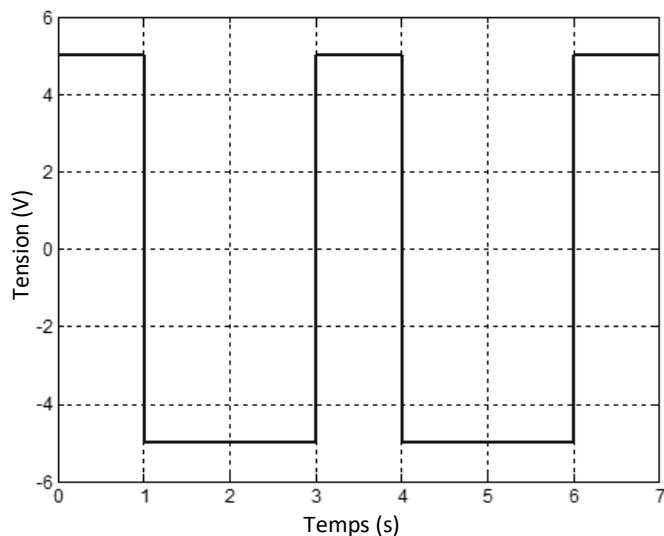


Figure 4. Signal de l'exercice #3.

**Numéro 4** - Placez, dans l'ordre croissant, les préfixes suivants du système métrique et associez-les à leurs bonnes valeurs c.-à-d.  $10^1$ ,  $10^6$  etc. : (10 minutes).

f, k, d, M,  $\mu$ , n, da, p, m, G, T.

**Note importante**, on écrit kHz et non KHz. Le k est minuscule, mais le « H » de Hz est majuscule, car il provient d'un nom propre. La minuscule et la majuscule sont importantes. De même on écrit mA (milliampère) ou MV (mégavolt), mais on écrit 2 ampères (pas de majuscule à « ampère »). Notez également qu'il y a toujours un espace insécable entre le nombre et son unité (dans Word, appuyez sur CTRL + SHIFT +ESPACE). Un espace insécable permet de garder l'unité avec son nombre (empêche la séparation avec un changement de ligne de texte).

### Solution numéro 1

Ce numéro peut être résolu avec la relation :

$$V = R * I$$

Le circuit comporte une source de tension et deux résistances en série. Cette configuration a les propriétés suivantes :

- Le courant circulant dans les deux résistances est le même.
- La tension est divisée proportionnellement à la valeur dans chacune des résistances.
- Donc,  $I_{R1} = I_{R2}$  et  $V_1 = V_{R1} + V_{R2}$ .

$$I_{R2} = \frac{V_{R2}}{R_2} = \frac{10 \text{ V}}{10000 \Omega} = 0,001 \text{ A} = 1 \text{ mA}$$

$$R_1 = \frac{V_{R1}}{I_{R1}} = \frac{V_1 - V_{R2}}{I_{R1}} = \frac{12 \text{ V} - 10 \text{ V}}{0,001 \text{ A}} = \frac{2}{0,001} = 2000 \Omega$$

### Solution numéro 2

$$y(t) = 2 * \sin(2\pi * fréquence * t) + 3 = 2 * \sin(10 * \pi * t) + 3 \text{ V}$$

Il s'agit d'un sin et pas d'un cos, puisque le signal débute à sa valeur moyenne (i.e. 3 V). La fréquence d'oscillation du sinus est de 5 Hz, puisqu'il y a 5 cycles dans une seconde. La période de 0,2 seconde. Il y a un décalage en y de 3 V.

L'amplitude du signal, entre le centre et l'un des maxima, est de 2, donc le sin est multiplié par deux.

### Solution numéro 3

Le signal peut être divisé en deux parties.

$$\int_0^1 x(t) dt = \int_0^1 5 dt = 5t \Big|_0^1 = 5 * 1 - 5 * 0 = 5$$

$$\int_1^3 x(t) dt = \int_1^3 -5 dt = -5t \Big|_1^3 = -5 * 3 + 5 * 1 = -10$$

$$\int_0^3 x(t) dt = \int_0^1 5 dt + \int_1^3 -5 dt = 5 - 10 = -5$$

### Solution numéro 4

F - femto  $\rightarrow 10^{-15}$  p - pico  $\rightarrow 10^{-12}$  n - nano  $\rightarrow 10^{-9}$   $\mu$  - micro  $\rightarrow 10^{-6}$

m - mili  $\rightarrow 10^{-3}$  d - déci  $\rightarrow 10^{-1}$  da - déca  $\rightarrow 10^1$  k - kilo  $\rightarrow 10^3$

M - Méga  $\rightarrow 10^6$  G - Giga  $\rightarrow 10^9$  T - Téra  $\rightarrow 10^{12}$

## 15.2 PROBLÈMES À RÉSOUDRE PENDANT LA RENCONTRE

La résolution des problèmes suivants vous permettra de mettre en pratique les connaissances acquises durant votre étude et de développer vos compétences dans la réalisation et la mesure de circuits électriques.

- Dessiner une onde carrée 1 – 4 V de 166 Hz avec un rapport cyclique de 25%, une autre avec un rapport cyclique de 75%. (10 minutes)

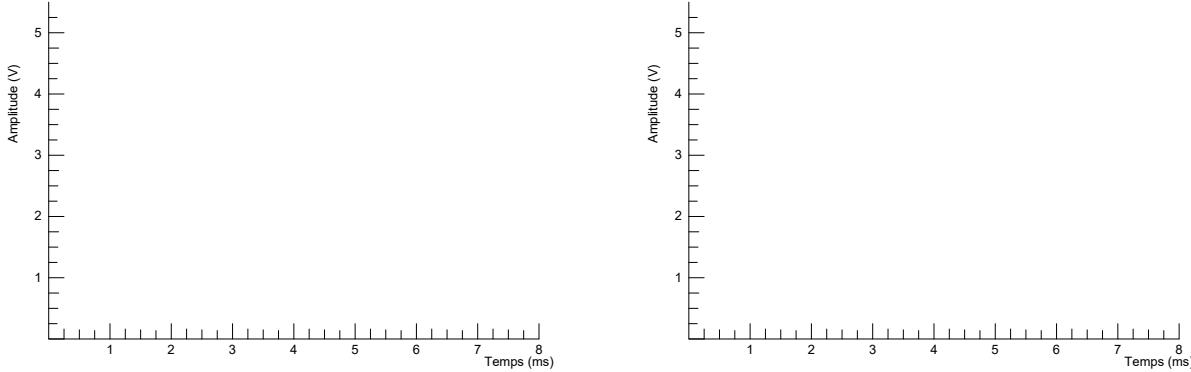


Figure 5. Ondes carrées à dessiner, exercice de rapport cyclique

- Calculer : (10 minutes)
  - La valeur efficace (rms) des ondes du numéro 2.
  - Si la tension varie maintenant entre -2 et 4 V quelle serait maintenant la nouvelle valeur RMS ?
- Soit le circuit diviseur résistif suivant : (20 minutes)

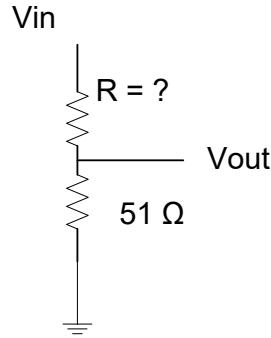


Figure 6. Circuit diviseur résistif

- Calculer la tension de sortie  $V_{out}$  du diviseur résistif ci-dessous, si  $V_{in}$  vaut 5 V et que  $R = 100$  ohms.
- Pour le même circuit diviseur résistif, on veut concevoir un atténuateur de tension de 10%. Calculez la résistance R.

*Note : Le décibel (dB) est une unité de mesure relative. Elle vaut  $20 \log (V_{out}/V_{in})$  lorsqu'on l'applique à des tensions ou des courants. En génie électrique, il est courant d'exprimer le gain/atténuation en dB.*

- Si on applique une onde sinusoïdale de  $3.3 V_{crête}$  sur  $V_{in}$ , quelle est la puissance dissipée dans chacune des résistances ? Que dire si on a une tension continue de 3.3 V?

*Note : Quand on n'indique pas sur quelle tension est centrée l'onde, c'est qu'elle l'est autour de 0 V.*

4. Polariser la DEL du circuit suivant, afin d'obtenir une tension maximale de 2,2 V selon la Figure 7Figure 8. Supposer qu'il n'y a pas de charge branché à la sortie  $V_{out}$ . (20 minutes)

- Trouvez le courant de la diode à son point d'opération de 2,2 V.
- En fonction des valeurs de résistances disponibles, proposez une valeur de la résistance R. Expliquez votre choix.
- Déterminer la puissance dissipée par chaque composant ? Est-ce que cela pourrait poser un problème? En considérant les puissances maximales suivante : résistance 250 mW et DEL 80 mW.
- Déterminer toutes les informations requises pour commander la résistance R chez un fournisseur.

$$V_{in} = 6,6 \text{ V}$$

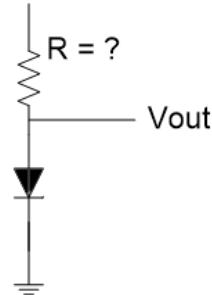


Figure 7. Circuit avec DEL

$$I_F - V_F \quad (T_a = 25^\circ\text{C})$$

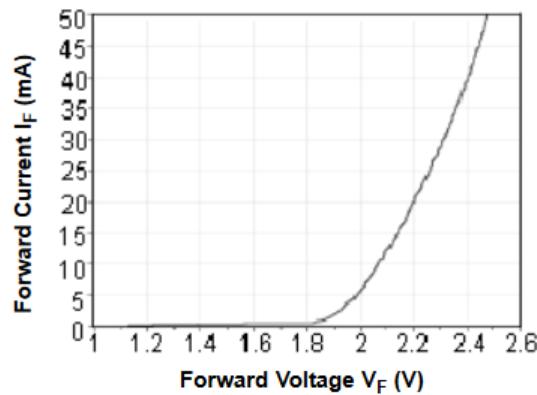


Figure 8. Extrait de la fiche technique de la DEL 1498852 [6]

**Pause 10 minutes**

5. Soit le circuit LM555 [7] en topologie astable. (30 minutes)

*Conseil :* Pour effectuer ce genre de calcul, nous préférerons choisir la valeur du condensateur C parmi les valeurs possibles et calculer  $R_a$  et  $R_b$ . Le choix des résistances est beaucoup plus flexible.

- Quelles sont les principales informations que l'on retrouve dans une fiche technique ?

Déterminez les valeurs de  $R_a$ ,  $R_b$ , C et  $V_{cc}$  pour obtenir une onde 0 – 5 V d'une fréquence de 10 kHz avec un rapport cyclique de 65%.

- Déterminer la puissance maximale approximative qui sera consommée par le 555 lui-même ?
- Déterminer toutes les informations requises pour commander les résistances et les condensateurs chez un fournisseur.

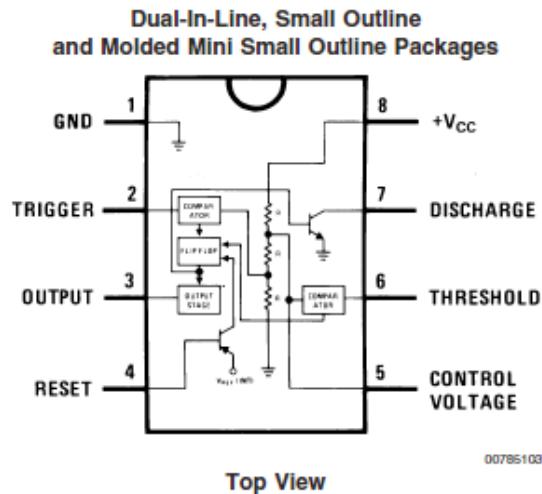


Figure 9. Diagramme d'interconnexion du circuit LM555 [7]

during this time by the application of a negative pulse to the reset terminal (pin 4). The output will then remain in the low state until a trigger pulse is again applied.

When the reset function is not in use, it is recommended that it be connected to  $V_{CC}$  to avoid any possibility of false triggering.

*Figure 3* is a nomograph for easy determination of  $R$ ,  $C$  values for various time delays.

**NOTE:** In monostable operation, the trigger should be driven high before the end of timing cycle.

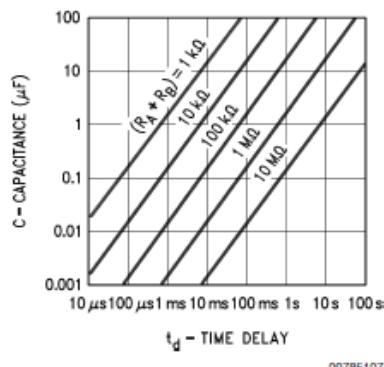


FIGURE 3. Time Delay

#### ASTABLE OPERATION

If the circuit is connected as shown in *Figure 4* (pins 2 and 6 connected) it will trigger itself and free run as a multivibrator. The external capacitor charges through  $R_A + R_B$  and discharges through  $R_B$ . Thus the duty cycle may be precisely set by the ratio of these two resistors.

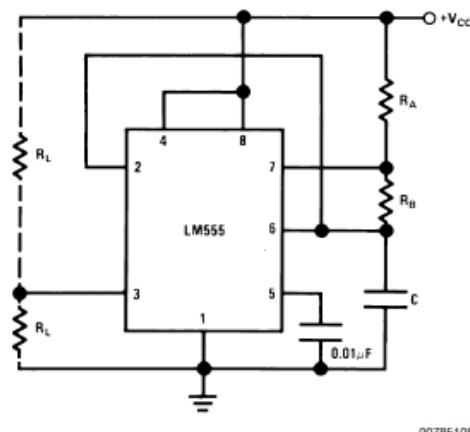
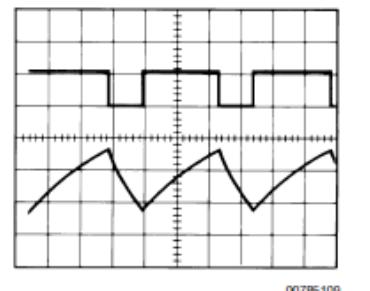


FIGURE 4. Astable

In this mode of operation, the capacitor charges and discharges between  $1/3 V_{CC}$  and  $2/3 V_{CC}$ . As in the triggered mode, the charge and discharge times, and therefore the frequency are independent of the supply voltage.

#### Applications Information (Continued)

*Figure 5* shows the waveforms generated in this mode of operation.



$V_{CC} = 5V$       Top Trace: Output 5V/Div.  
 TIME = 20 μs/DIV.      Bottom Trace: Capacitor Voltage 1V/Div.  
 $R_A = 3.9k\Omega$   
 $R_B = 3k\Omega$   
 $C = 0.01\mu F$

FIGURE 5. Astable Waveforms

The charge time (output high) is given by:

$$t_1 = 0.693 (R_A + R_B) C$$

And the discharge time (output low) by:

$$t_2 = 0.693 (R_B) C$$

Thus the total period is:

$$T = t_1 + t_2 = 0.693 (R_A + 2R_B) C$$

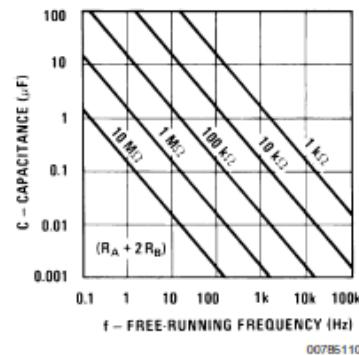
The frequency of oscillation is:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1.44}{(R_A + 2R_B) C}$$

*Figure 6* may be used for quick determination of these RC values.

The duty cycle is:

$$D = \frac{R_B}{R_A + 2R_B}$$



007B5110

Figure 10. Extrait de la fiche technique du LM555 [7]

6. Soit une onde sinusoïdale de 0.5 MHz d'une amplitude 5 V crête à crête ( $V_{pp}$ ) centrée sur 2 V. (20 minutes)
- Exprimez cette onde par une équation mathématique en tenant compte de la tension crête à crête ( $V_{pp}$ ).
  - Dessinez cette onde.

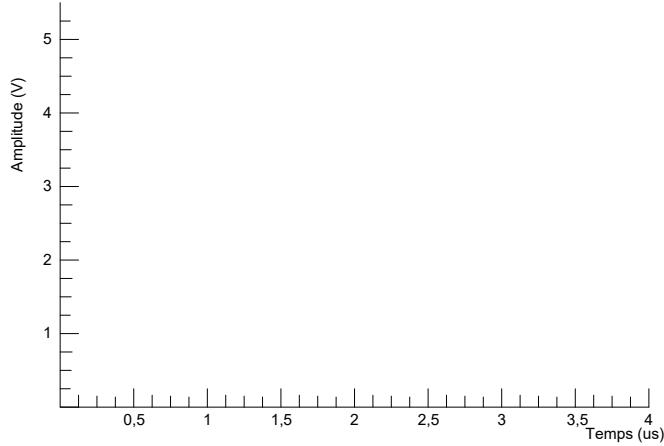


Figure 11. Onde sinusoïdale à dessiner

- Calculer sa valeur efficace.

$$\text{En utilisant, } \sin(\omega t)^2 = \frac{1 - \cos(2\omega t)}{2}$$

$$\text{Puisque } \cos(\omega t)^2 + \sin(\omega t)^2 = 1 \quad \text{et} \quad \cos(2\omega t) = \cos(\omega t)^2 - \sin(\omega t)^2$$

## 16 FORMATION À LA PRATIQUE EN LABORATOIRE #2

### Buts de l'activité

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. Le travail sera fait en équipe de 2 étudiants.

Pour ce travail, utilisez le document *S1\_APP1\_Labo2 – Exercices de montage et mesure.pdf* [8] disponible sur le site WEB de l'APP1. Ce document contient à la fois l'explication du montage sur plaque et les expérimentations à conduire.

### 16.1 CONSIGNES

Pour vous préparer, lire le document du laboratoire #2 qui se trouve sur le site web. Vous n'avez pas à faire les manipulations à faire, nous les ferons en classe.

#### Note

Assurez-vous d'avoir lu l'*Annexe du Guide Étudiant* [5], vous y trouverez une grande quantité d'informations qui vous seront utiles pour cette activité de laboratoire.

Apportez vos lunettes, le sac de composants que l'on vous a remis, vos outils et votre plaque de montage puisque vous en aurez besoin pour cette activité.

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

Si vous ne terminez pas le laboratoire, pas d'inquiétude, cette activité n'est pas évaluée. Le but est de vous familiariser avec les composants et la plaque de montage.

### 16.2 PROBLÈMES À FAIRE PRÉALABLEMENT À L'ACTIVITÉ

1. Calculer les composants manquants (R1, R2 et R4).
2. Une fois que vous avez calculez les résistances manquantes, répondez aux questions suivantes :
  - a. Déterminez la valeur des résistances à l'aide du code de couleurs.
  - b. Expliquez les différences entre ces résistances.
  - c. Quel est le courant maximal pouvant passer dans chacune de ces résistances de  $\frac{1}{4}$  W ?
  - d. Quelle est la valeur résistive maximale que peuvent prendre réellement les résistances contenues dans le sac sachant la précision inhérente à chacune d'entre elles ?
  - e. Expliquez 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
3. Prenez les condensateurs faisant partie des pièces de la problématique.
  - 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.
  - c. Quelle est la tension maximale que sont capables de soutenir ces condensateurs ?

## 17 FORMATION À LA PRATIQUE EN LABORATOIRE #3

Le but de cette activité est de vous supporter dans la problématique de l'APP. Il est suggéré de terminer votre montage sur plaquette de montage durant cette séance. Le corps professoral sera disponible pour répondre à vos questions et vous aider au besoin.

Toutes les pièces dont vous aurez besoin pour votre montage seront remises lors de la distribution des pièces de l'APP lors du laboratoire #1.

## 18 SUPPORT TECHNIQUE À LA PROBLÉMATIQUE

Durant ces périodes, nous serons à votre disposition pour répondre à vos questions concernant la problématique.

## 19 VALIDATION PRATIQUE DE LA SOLUTION À LA PROBLÉMATIQUE

Le but de cette activité est double. Elle vise à valider expérimentalement la solution à la problématique que vous avez développée et vise à vérifier les processus que vous avez utilisés pour résoudre la problématique. Les tuteurs effectueront la validation selon les consignes décrites à la section 10. Le corps professoral vous posera quelques questions et chacun des étudiants de l'équipe doit pouvoir répondre adéquatement aux questions posées et faire les manipulations demandées. Les questions seront posées à tour de rôle.

Note : Durant cette activité, les auxiliaires d'enseignement seront disponibles pour vous aider à déverminer votre projet, mais n'évalueront pas votre projet.

## 20 SECOND TUTORAT : VALIDATION DES CONNAISSANCES ACQUISES

Le second tutorat est une période obligatoire où chaque groupe de tutorat fait le bilan de ses apprentissages. Il est recommandé de faire un schéma de concept (tel qu'expliqué dans le livre de Boutin) afin de vous y préparer. Durant cette activité, il vous sera possible d'évaluer l'étendue des concepts que vous maîtrisez et de localiser les notions nécessitant d'être approfondies davantage pour atteindre le niveau désiré de compétence.

### Références

- [1] A. Hambley, Electrical engineering, Principle and applications 6th ou 7th Edition, Pearson.
- [2] J.-P. Gouin, Guide de rédaction technique (version 1.6 ou +).
- [3] NE555, SA555 – SE555 General Purpose Single Bipolar Timers, ST microelectronics.
- [4] Texas Instruments, «NE556».
- [5] R. Fontaine, S1\_APP\_DetecteurProximite\_Annexe\_Guide\_Etudiant.
- [6] «Standard LED Red Emitting Colour,» [En ligne]. Available: <https://www.farnell.com/datasheets/1498852.pdf>.
- [7] LM555 Timer, National Semiconductor.
- [8] J.-P. Gouin, Laboratoire #2, Bonnes pratiques de montage sur plaquette & Exercices de montage et mesure.
- [9] LF444 Quad Low Power JFET Input Operational Amplifier, National Semiconductor.