

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE
Faculté de génie
Département de génie électrique et de génie informatique

RAPPORT APP 1 – DÉTECTEUR DE PROXIMITÉ

Réalisation et mesure de circuits électriques
GEN 170

Présenté à
L'équipe de formateurs de la session S1

Présenté par
Équipe numéro 29

Félix Nolin-Aubertin – nolf2728
Raphaël Bouchard – bour1989

Sherbrooke – 17 Septembre 2025

TABLE DES MATIÈRES

1.	Introduction	1
2.	Développement	1
2.1	Justification de l'alimentation du circuit	1
2.2	Conception de l'oscillateur basse fréquence 10 Hz	1
2.3	Liste de matériel (BOM)	3
2.4	Puissance théorique et pratique de l'émetteur	5
	CONCLUSION	6
	RÉFÉRENCES	7

1. Introduction

L'objectif de cet APP était de concevoir un circuit de détecteur de proximité dont seul le schéma nous a été fourni. La problématique à résoudre était de déterminer la valeur de certaines composantes du circuit afin de répondre aux exigences. Ce document présente donc comment la problématique a été résolue en démontrant les calculs et les mesures effectués dans le cadre de l'APP.

2. Développement

2.1 Justification de l'alimentation du circuit

Le circuit est alimenté par une source 5V et de 40mA. Ces valeurs font du sens car la majorité des composants du circuits une tension typique de 5V. Par exemple, la fiche technique du NE556 [1] contient des informations concernant son fonctionnement lorsqu'il est alimenté par 5V. Le capteur infrarouge a comme maximum 5.5V selon sa fiche technique [2], ce qui est plus que le 5V. La bascule SN74HC74N [3] a aussi comme tension nominale 5V. La porte logique NAND [4] a la même tension typique de 5V. Les diodes électroluminescentes ont, quant à elles, des tensions typiques plus basses, entre 1.35V et 2.1V, qui sont facilement atteignable en plaçant des résistances en série. Concernant le courant de 40mA de la source, c'est la valeur qui est tirée par le circuit lorsqu'il est alimenté par 5V et que les diodes électroluminescentes sont allumées. Lorsqu'elles sont éteintes, un courant de 25mA seulement est tiré par le circuit.

2.2 Conception de l'oscillateur basse fréquence 10 Hz

Pour la conception du circuit oscillateur 10Hz, plusieurs calculs de résistances ont été fait. Premièrement, la problématique demande un circuit donnant une fréquence de $10\text{Hz} \pm 10\%$ avec un rapport cyclique de 50% précisément. Selon le circuit donné par la problématique, les résistances R_3 et R_5 , ainsi que le potentiomètre VR_1 et finalement le condensateur C_5 sont les inconnus qui doivent être calculés. Pour ce faire, la fiche technique du NE555 [5] présente des équations utiles, sachant que le NE556 est deux NE555 combinés. L'équation (1) est importante :

$$t_1 = 0,693R_A C \quad (1)$$

Sachant que R_A est l'équivalent de la somme de R_3 et de VR_I qui sont en série et que R_B est l'équivalent de R_5 . L'équation (2) est aussi importante :

$$t_2 = \frac{(R_A R_B)}{(R_A + R_B)} C \ln\left(\frac{R_B - 2R_A}{2R_B - R_A}\right) \quad (2)$$

En sélectionnant une valeur pour C qui est en fait C_5 , on peut donc trouver une valeur à R_A grâce à l'équation (1). En effet, t_1 est en fait la moitié de la période T car le rapport cyclique est de 50%. Nous connaissons T grâce à l'équation (3) :

$$T = \frac{1}{F} \quad (3)$$

Donc $T=0,1\text{s}$, $t_1=0,05\text{s}$ et la valeur sélectionnée de $C_5=1\mu\text{F}$ nous permettent d'isoler R_A dans l'équation (1) pour nous donner une valeur $R_A=72,15\text{k}\Omega$. Le rapport cyclique de 50% stipule que t_1 et t_2 sont équivalents, donc en utilisant une calculatrice graphique et l'équation (2) avec R_A défini, la valeur de R_B se trouve à $t_2=0,05\text{s}$. La valeur de R_B est donc de $30\ 542\Omega$, arrondit à $30\text{k}\Omega$ car c'est la valeur de la série de résistance E24 la plus proche. Comme $R_A=72,15\text{k}\Omega$ est la somme du potentiomètre VR_I et de la résistance R_3 on donne la valeur $R_3=68\text{k}\Omega$ pour avoir le potentiomètre à $VR_I=4150\Omega$ afin de pouvoir le modifier le plus possible pour atteindre 50% de rapport cyclique. La fréquence se calcule selon l'équation (4) :

$$f = \frac{1}{(t_1 + t_2)} \quad (4)$$

En recalculant la vraie valeur de R_A à l'aide de $R_B=30\text{k}\Omega$ et des équations (1) et (2) pour avoir un rapport parfait de 50%, on obtient $R_A=70\ 870\Omega$, une valeur atteignable en diminuant VR_I à 2870Ω et en gardant $R_3=68\text{k}\Omega$. Donc pour notre rapport cyclique de 50%, on calcule la fréquence à l'aide de la combinaison des équation (1), (2) et (4) pour obtenir $f=10,2\text{Hz}$, ce qui est dans la marge d'erreur de 10%. Les valeurs donnent donc un circuit fonctionnel. La valeur de C_5 sélectionnée est correcte car les résistances qui en découlent sont de l'ordre des milliers, ce qui est souhaitable. Les tolérances choisies pour les résistances sont de 5% car le circuit ne nécessite pas de résistance plus précise, il fonctionne bien avec une tolérance de 5%, qui sont des résistances moins dispendieuses que celles de 1%.

2.3 Liste de matériel (BOM)

Tableau 1. Liste de matériel des composants calculés

No. de référence	Type	Description	Qt	Distributeur	No. du distributeur	Fabriquant	No.
R2, R8	Résistance	Résistance axial 62Ω 5% 1/4W	2	Digi-Key	CF14JT62R0TR-ND	Stackpoles Electronics Inc.	CF14JT62R0
R3	Résistance	Résistance axial 68kΩ 5% 1/4W	1	Digi-Key	CF14JT68K0TR-ND	Stackpoles Electronics Inc.	CF14JT68K0
R4	Résistance	Résistance axial 300Ω 5% 1/4W	1	Digi-Key	CF14JT300RTR-ND	Stackpoles Electronics Inc.	CF14JT300R
R5	Résistance	Résistance axial 30kΩ 5% 1/4W	1	Digi-Key	S30KQTR-ND	Stackpoles Electronics Inc.	CFM14JT30K0
R6	Résistance	Résistance axial 13kΩ 5% 1/4W	1	Digi-Key	CF14JT13K0TR-ND	Stackpoles Electronics Inc.	CF14JT13K0

		Résistance axial 330Ω 5%			Stackpoles	
R9	Résistance	1/4W	1	Digi-Key	CF14JT330RTR-ND	Electronics Inc.
		Résistance axial 750Ω 5%			Stackpoles	
R10	Résistance	1/4W	1	Digi-Key	CF14JT750RTR-ND	Electronics Inc.
		Condensateur				
C5	Condensateur	électrochimique polarisé (Radial) 1 µF 50 v	1	Mouser	710-860020672005	Wurth Elektronik
		Condensateur				
C8	Condensateur	polyester 0,001 µF	1	Digi-key	493-14311-1-ND	Nichicon
						QYX1H102JTP3TA

2.4 Puissance théorique et pratique de l'émetteur

Puissance théorique

Des mesures ont d'abord été prises à l'aide d'un oscilloscope afin de déterminer la forme des ondes présentes aux bornes des composantes du circuit émetteur. En plaçant une sonde à chacune des bornes d'une composante et en soustrayant les deux d'ondes mesurées ainsi, il est possible d'obtenir une fonction représentant la différence de potentiel sur la composante en fonction du temps. En approximant les courbes de l'onde à des droites, un calcul théorique du voltage RMS peut être effectué facilement. Il est ensuite possible de déterminer la puissance consommée par les résistances et les potentiomètres du circuit avec le V_{RMS} calculée ainsi. Pour calculer la puissance théorique des DEL infrarouges, leur voltage RMS est d'abord calculé avec la démarche expliquée plus haut, et un courant de 50 mA est assumé comme indiqué dans l'annexe du guide étudiant de l'APP 1. La puissance théorique des circuits intégrés est déterminée par les informations contenues dans leur fiches techniques. En sommant la puissance théorique de chacune des composantes du circuit émetteur, la puissance totale théorique du circuit est obtenue.

Puissance pratique

Afin de mesurer la puissance pratique du circuit émetteur, le circuit intégré SN74HC74 est retiré afin de seulement alimenter la section du circuit qui est ciblée. Une résistance de 10Ω est ensuite placé en série avec l'entrée Vcc du circuit, et un multimètre est utilisé pour mesurer le voltage dans la résistance. Le courant dans la résistance est ensuite calculé avec l'équation de la loi d'Ohm. La puissance dans le circuit est par la suite calculée avec l'équation de puissance.

Comparaison entre la puissance théorique et pratique

L'écart entre la puissance théorique et pratique est considérable; Le résultat théorique est égal à plus de deux fois le résultat pratique. Cet écart peut être expliqué par le fait que la démarche utilisée afin de mesurer la puissance pratique permet seulement de mesurer la puissance statique du circuit; en effet, le voltage mesuré à l'entrée Vcc du circuit est nécessairement fixe, puisqu'il est produit par la source. Pour mesurer les ondes variables produites par le NE556, des mesures sur chaque composante seraient nécessaires afin de déterminer la puissance que chacune consomme, et ces puissances devraient être additionnées. Cette démarche serait semblable à celle utilisée pour calculer la puissance théorique, mais avec des mesures de V_{RMS} pratiques.

Tableau 2: Puissance théorique et voltage RMS théorique des composantes du circuit émetteur

Composante	V_{RMS} théorique	Puissance théorique
R2	1,697 V	46,449 mW
R3	3,099 V	0,143 mW
R5	1,395 V	6,487 mW
R6	1,630 V	0,089 mW
R8	1,530 V	37,756 mW
R10	3,540 V	37,975 mW
VR1	0,240 V	0,006 mW
VR2	0,460 V	0,021 mW
D4 et D5	0,849 V	42,450 mW
NE556	5,000 V	25,000 mW
SN74CH00	5,000 V	0,00000833 mW
Somme		238,826 mW

Tableau 3: Voltage mesuré sur la résistance, courant calculé et puissance pratique du circuit émetteur

Voltage	Courant	Puissance pratique
215 mV	21,5 mA	107,5 mW

CONCLUSION

Pour conclure, la problématique a été résolue à l'aide de réflexion, de calculs et de prise de mesures qui ont permis de comprendre et de vérifier le fonctionnement du circuit.

RÉFÉRENCES

- [1] Texas Instruments, «NE556,» 2006. [En ligne]. Available:
] https://session.genie.usherbrooke.ca/a2025/s1gei/app_1_sn_gegigro/documentation/ne556.pdf.
- [2] VISHAY, «TSOP321,» 2021. [En ligne]. Available:
] https://session.genie.usherbrooke.ca/a2025/s1gei/app_1_sn_gegigro/documentation/tsop321.pdf.
- [3] Texas Instruments, «SN74HC74N,» 2021. [En ligne]. Available:
] https://session.genie.usherbrooke.ca/a2025/s1gei/app_1_sn_gegigro/documentation/sn74hc74.pdf.
- [4] Texas Instruments, «SN74HC00N,» 2021. [En ligne]. Available:
] https://session.genie.usherbrooke.ca/a2025/s1gei/app_1_sn_gegigro/documentation/sn74hc00.pdf.
- [5] STMicroelectronics, «NE555,» 1998. [En ligne]. Available:
] https://session.genie.usherbrooke.ca/a2025/s1gei/app_1_sn_gegigro/documentation/ne555.pdf.