

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

RAPPORT APP3

Circuits et systèmes du 1^{er} ordre
GEN 135 – GEN 136

Présenté à
Équipe de formateurs de la session S1

Présenté par
Raphael Bouchard – bour0703
Alexis Guérard – guea0902

Sherbrooke – 19 octobre 2022

TABLE DES MATIÈRES

1.	Introduction	1
2.	Développement	2
2.1	Polarisation des DEL IR	2
2.2	Vref et résistances associées	2
2.3	Résistance R3	3
2.4	Courants dans la DEL jaune et la DEL bleu	3
2.5	Additionneur	5
2.6	Résistance R18	6
2.7	possibilités de tension	6
2.8	Pièces calculées et choisies	7
3.	Conclusion	8
4.	Références	9

1. INTRODUCTION

Les étudiants de l'université de Sherbrooke en génie informatique et électrique doivent concevoir un robot qui utilise un suiveur de ligne pour une des évaluations. L'APP 3 permet donc aux étudiants de comprendre ce système et ceux de premier ordre. Ce rapport contient les calculs et les démarches de plusieurs résistances d'un circuit qui utilise 3 capteurs optoélectroniques [1].

2. DÉVELOPPEMENT

2.1 POLARISATION DES DEL IR

Pour avoir une polarisation des DEL IR optimale, il faut se fier à la fiche technique du OB704 [2]. En analysant le graphique de la tension selon le courant de cette dernière, une tension de 1,25 V est idéale pour un courant de 20 mA à une température de 20 degrés Celsius. Les résistances R_1 , R_5 et R_9 peuvent être calculer avec la loi d'Ohms [3] en soustrayant la tension de 5 V par celle absorbée par la DEL.

Loi d'Ohms (1) et calcul pour trouver R_1 , R_5 et R_9 .

$$V = RI \quad (1)$$

$$R_1 = \frac{V}{I} = \frac{5 - 1,25}{0,02} = 187,5 \, \Omega$$

2.2 VREF ET RÉSISTANCES ASSOCIÉES

Le Vref se trouve en montant notre circuit, en analysant la tension à la sortie des résistances R_2 , R_6 et R_{10} et en testant les capteurs optoélectroniques. La valeur retenue est 3 V, car cette valeur permettait d'avoir une bonne distance entre la ligne et les capteurs. Pour ce qui est des résistances, il suffit d'utiliser la loi d'Ohms [3]. Le courant voulue est de moins de 50 μA . Un courant de 40 μA a donc été utilisé pour les calculs. Pour les calculs, le potentiomètre est fixé à 10 K Ω pour avoir des marges d'ajustements. On commence par trouver la résistance totale.

$$R_{eq} = \frac{V}{I} = \frac{5}{40 * 10^{-6}} = 125\,000 \, \Omega$$

On trouve ensuite la résistance R_{19} en soustrayant le Vref au 5 V et en soustrayant R_{21} à R_{19} .

$$R_{19} = \frac{5 - 3}{40 * 10^{-6}} - 10\,000 = 40\,000 \, \Omega$$

On trouve ensuite la résistance R_{20} en soustrayant R_{19} et R_{21} à R_{eq} .

$$R_{20} = 125\,000 - 40\,000 - 10\,000 = 75\,000 \, \Omega$$

2.3 RÉSISTANCE R3

La résistance R3 est celle qui limite la DEL rouge selon le circuit présent dans le guide de l'étudiant [1].

La DEL peut être ensuite remplacée par une source de tension et une résistance dont les valeurs sont encore inconnues pour l'instant. Le transistor Q1 peut être remplacé par une source de tension de 0,2 V. En effet, ce dernier est en saturation lorsque la DEL est allumée. On trouve donc la tension de saturation dans la fiche technique [4]. La valeur de la résistance de la DEL est trouvée en trouvant la pente de la droite de la fiche, car la résistance équivaut à l'inverse de la pente. La source de la DEL est de 1,65 V. La résistance R3 se trouve ensuite avec la loi d'Ohms [3] en soustrayant la tension de la source de la DEL, de la résistance de la DEL et du transistor à la source de 5 V. Cela donne donc une valeur de 298 Ω pour R3. Pour la droite de charge, on trouve une droite à l'aide de V_{cc} et I_{co} qui est $y = -0,003x + 0,16$. On trace ensuite la droite sur le graphique de la fiche technique de la DEL rouge [5].

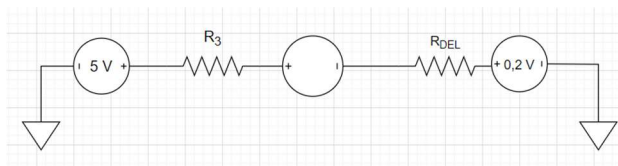


Figure 12 : Circuit simplifié de la DEL rouge

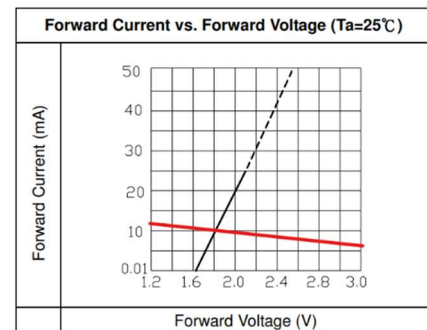


Figure 21 : Droite de charge de la DEL rouge

2.4 COURANTS DANS LA DEL JAUNE ET LA DEL BLEU

Le circuit de la DEL jaune et la DEL bleue sont exactement comme celui de la DEL rouge. On remplace seulement R3 par R5 et Q1 par Q2 pour la DEL jaune et R9 et Q3 pour la DEL bleue.

On peut ensuite retirer la DEL pour les deux circuits et remplacer les transistors par des sources de tension de 0,2 V pour la même raison que la DEL rouge. Cette modification du circuit a pour but de faire un équivalent Thévenin et Norton pour calculer le I_{cc} et le V_{co} à l'aide de la figure 3 et 4.

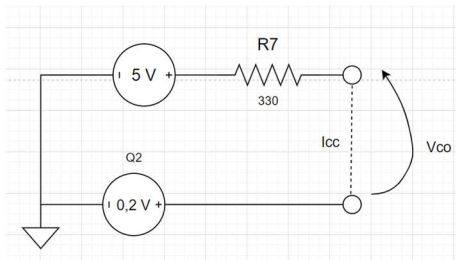


Figure 3 : Circuit simplifié pour la DEL jaune

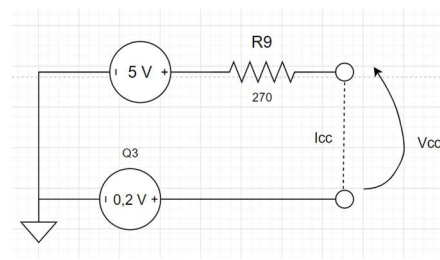


Figure 4 : Circuit simplifié pour la DEL bleue

Le V_{co} est le même pour la DEL jaune et la DEL bleue. En effet, en soustrayant la tension des transistors à la source principale, la valeur donne 4,8 V. Pour le I_{cc} , il suffit de prendre la loi d'Ohms [3].

$$I = \frac{V}{R_{11}} = \frac{5 - 0,2}{270} = 0,0178 \text{ A}$$

Le I_{cc} est donc de 0,0178 A pour la DEL bleue et 0,0145 A pour la DEL jaune.

Avec V_{cc} et I_{co} qui sont égale à 0, on peut former une droite de la tension en fonction du courant pour faire la méthode de la droite de charge sur la courbe I-V de la DEL jaune et la DEL bleue.

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = -3,56$$

$$y = -3,56x + 17,8$$

$$y(1,5) = 12,46$$

$$y(4,5) = 1,78$$

La droite de charge peut ensuite être mise sur le graphique des fiches techniques de la DEL jaune [6] et la DEL bleue [7].

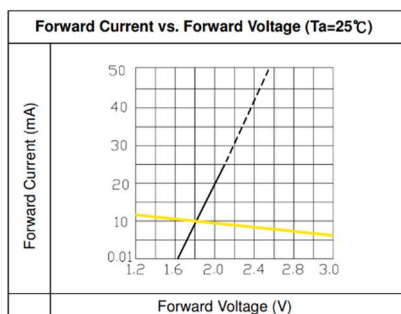


Figure 5 : Droite de charge pour la DEL jaune

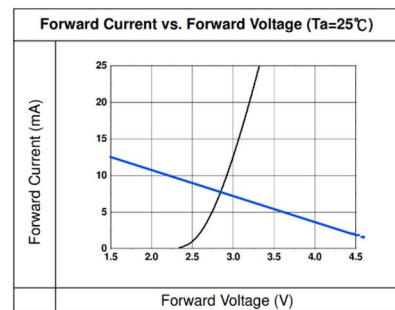


Figure 6 : Droite de charge pour la DEL bleue

La DEL bleue a donc un courant de 7,5 mA et la DEL jaune à un courant de 10 mA.

2.5 ADDITIONNEUR

Le circuit de l'additionneur peut être simplifié comme la figure ci-dessous le démontre.

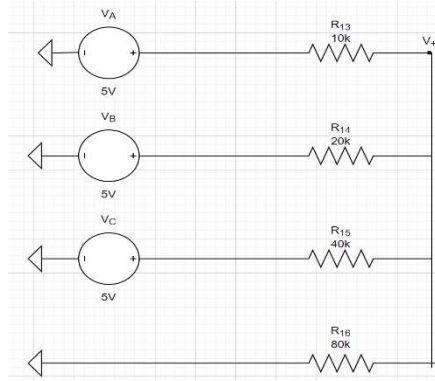


Figure 7 : Circuit simplifié pour l'additionneur

Avec la méthode de la superposition, on peut trouver V_+ en calculant la voltage une source à la fois.

$$V_+ = V_{+A} + V_{+B} + V_{+C} \quad (2)$$

$$V_+ = \left(V_A \left(\frac{R_{eq+A}}{R_{13} + R_{eq+A}} \right) \right) + \left(V_B \left(\frac{R_{eq+B}}{R_{14} + R_{eq+B}} \right) \right) + \left(V_C \left(\frac{R_{eq+C}}{R_{15} + R_{eq+}} \right) \right)$$

Ce système peut être mise en équation avec la méthode des boucles :

Pour la première boucle, l'équation est :

$$V_A - V_B - V_{R13} + V_{R14} = 0 \quad (3)$$

$$V_A - V_B = V_{R13} - V_{R14}$$

$$V_A - V_B = R_{13}I_1 - R_{14}(I_2 - I_1)$$

Pour la deuxième boucle, l'équation est :

$$V_B - V_C = V_{R14} - V_{R15}$$

$$V_B - V_C = R_{14}(I_1 - I_2) - R_{15}(I_3 - I_2)$$

Pour la troisième boucle, l'équation est :

$$V_C = V_{R15} + V_{R16}$$

$$V_C = R_{15}(I_3 - I_2) + R_{16}I_3$$

Le système par la méthode des nœuds peut être représenté comme ceci :

$$I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = 0 \quad (4)$$

$$\frac{V_+ - V_A}{R_{13}} + \frac{V_+ - V_B}{R_{14}} + \frac{V_+ - V_C}{R_{15}} + \frac{V_+ - 0}{R_{16}} = 0$$

Ensuite, il faut isoler V_+ pour trouver la tension à la borne positive de U1D :

$$0 = \left(\frac{8V_+ + 4V_+ + 2V_+ + V_+ - 70}{80k} \right)$$

$$15V_+ = 70$$

$$V_+ = 4,667 \text{ V}$$

2.6 RÉSISTANCE R18

La résistance R_{18} se calcul, entre autres, par la loi des nœuds [3] avec la tension d'entrée et la tension de sortie de l'amplificateur. La borne négative est la même que la borne positive lorsque les trois DEL sont ouvertes, soit 4,67 V, et la tension de sortie V_{out} est de 5 V. Le nœud entre la résistance R_{17} et R_{18} permet de réaliser le calcul.

Équation (4) de la loi des nœuds

$$I_1 = I_2 \quad (4)$$

$$\frac{V_{out} - V_+}{R_{18}} = \frac{V_+ + 0}{R_{17}}$$

$$R_{18} = R_{17} \frac{V_{out} - V_+}{V_+} = 7066 \Omega$$

2.7 POSSIBILITÉS DE TENSION

Le tableau 1 à la page suivante montre les 8 possibilités de tension de V_{out} et V_+ calculées, simulées et réelles.

Tableau 1: Possibilités de tension

	Vout calculé (V)	Vout simulé (V)	Vout pratique (V)	V+ calculé (V)	V+ simulé (V)	V+ pratique (V)
R=0, J=0, B=0	0	0	0	0	0	0
R=1, J=0, B=0	2,86	2,86	2,78	2,667	2,67	2,6
R=1, J=1, B=0	4,30	4,30	4,17	4,0	4,00	3,92
R=1, J=0, B=1	3,57	3,57	3,49	3,334	3,33	3,28
R=0, J=1, B=1	2,14	2,14	2,16	2,0	2,00	2,02
R=0, J=1, B=0	1,43	1,43	1,44	1,333	1,33	1,35
R=0, J=0, B=1	0,714	0,714	0,724	0,667	0,67	0,7
R=1, J=1, B=1	5	4,99	4,91	4,667	4,67	4,57

2.8 PIÈCES CALCULÉES ET CHOISIES

Le tableau 2 regroupe les différentes résistances calculées pour réaliser le circuit.

Tableau 2 : Pièces calculées et choisies

Calculé (Ω)	Type de pièce	Désignateur de référence	No.	Fabricant	No. du distributeur	Distributeur
188	RES 180 OHM 1/4W 5% AXIAL	R_1	180 $\frac{1}{4}W$	Yageo	180QBK-ND	Digi-Key
298	RES 300 OHM 1/4W 5% AXIAL	R_3	300 $\frac{1}{4}W$	Yageo	300QBK-ND	Digi-Key
188	RES 180 OHM 1/4W 5% AXIAL	R_5	180 $\frac{1}{4}W$	Yageo	180QBK-ND	Digi-Key
188	RES 180 OHM 1/4W 5% AXIAL	R_9	180 $\frac{1}{4}W$	Yageo	180QBK-ND	Digi-Key
7066	RES 6,8K OHM 1/4W 5% AXIAL	R_{18}	6,8K $\frac{1}{4}W$	Yageo	6,8KQBK-ND	Digi-Key
40K	RES 39K OHM 1/4W 5% AXIAL	R_{19}	39K $\frac{1}{4}W$	Yageo	39KQBK-ND	Digi-Key
86K	RES 82K OHM 1/4W 5% AXIAL	R_{20}	82K $\frac{1}{4}W$	Yageo	82KQBK-ND	Digi-Key

3. CONCLUSION

Pour conclure, cette APP a permis de se familiariser avec plusieurs méthodes de calcul comme la loi des nœuds, des boucles et les modèles équivalents de Thévenin et Norton [3] en calculant divers courants et résistances d'un suiveur de ligne.

4. RÉFÉRENCES

- [1] Guide de l'étudiant - S1- APP3 GEGI, Automne 2022.
- [2] Reflective Object Sensor, Electronics, TT.
- [3] A. Hambley, Electrical engineering, Principle and applications 7th Edition, Pearson.
- [4] 2N3904 / MMBT3904 / PZT3904 - NPN Genral-Purpose Amplifier, Fairchild, 2014.
- [5] LAMP EALP05RDHRA2, Everlight Americas, 2005.
- [6] LAMP EALP05RDHYA0, Everlight Americas, 2005.
- [7] LAMP EALP05RDDBA3, Everlight Americas, 2005.