

TP d'électronique :

K. Boudjelaba

Thématiques :

- Électronique analogique
- Arduino et C++
- LTspice

Table des Matières

1	Rappel	2
2	Filtrage sur fichier wav	4
3	Les diodes	5
4	Commande d'un relais	6
4.1	Transistor en commutation	6
4.2	Commande d'un relais	6
4.3	Relais 1 : Commande d'un relais (Tinkercad)	8
4.4	Relais 2 : Commande d'un relais avec Arduino (Tinkercad)	9
5	Moteur DC	10
6	Afficheur 7 segments	11
6.1	Commande d'un afficheur 7 segments avec Arduino (Tinkercad)	13

1. Rappel

LTspice

Les courbes tracées sur un fond noir ne sont pas claires et consomment beaucoup d'encre à l'impression.

Pour ceux qui ne l'ont pas encore fait, il faut aller dans : **Tools** puis **Color Preferences**. Dans la fenêtre qui s'ouvre, aller dans le menu déroulant **Selected item:** et choisir **Background** pour modifier le fond. Dans la version Windows, je pense qu'il y a aussi un bouton **Apply**, donc il faut cliquer sur **Apply** puis sur **OK**, en prenant soin de mettre les valeurs montrées dans la figure 1.

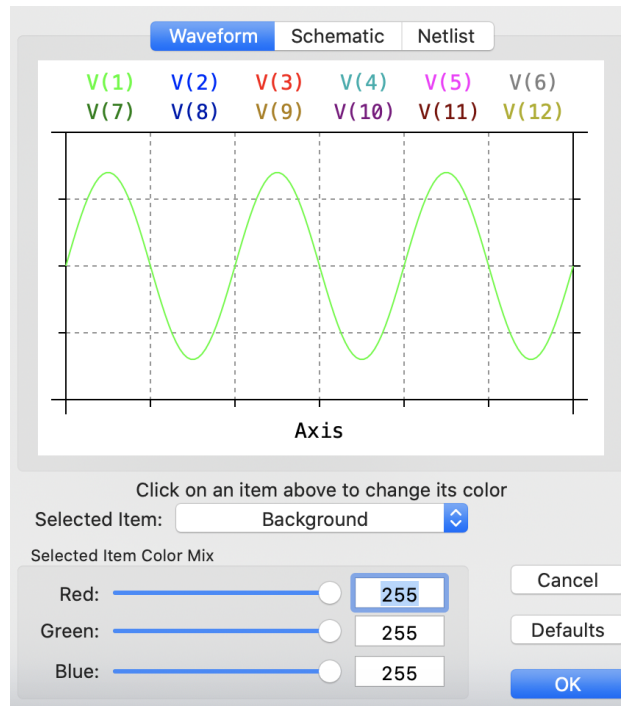


Figure 1. Modification des paramètres d'affichage

Pour copier les courbes, aller dans **Tools** puis **Copy bitmap to Clipboard** et coller la courbe dans le document Word.

Remarque : cette procédure est aussi valable pour la grille (fenêtre contenant le circuit), dans le cas où on veut copier le schéma, changer la couleur du fond ...

Les unités sous LTspice sont définies de la manière suivante :

$K = k = \text{kilo} = 10^3$	$M = m = \text{milli} = 10^{-3}$
$Meg = meg = \text{mega} = 10^6$	$U = u = \text{micro} = \mu 10^{-6}$
$G = g = \text{giga} = 10^9$	$N = n = \text{nano} = 10^{-9}$
$T = t = \text{terra} = 10^{12}$	$P = p = \text{pico} = 10^{-12}$



Lorsque l'on survole un fil, un clic gauche permet d'afficher la tension correspondante sur la fenêtre de visualisation. En maintenant enfoncée le bouton gauche de la souris depuis le premier fil jusqu'à un second plus loin, il devient possible d'afficher la différence de potentiel correspondante.



Lorsque l'on survole un dipôle, la souris se transforme en sonde de courant, qu'il est également possible d'afficher par un clic gauche de la souris.

Protocole d'obtention d'un spectre d'amplitude via LTSpice

- Lancer une simulation temporelle sur au moins 100 périodes
- Par un clic droit dans la zone de graphe, afficher le spectre du signal (view – FFT)

**Remarque**

Si les calculs ne sont menés que sur 20 périodes, vous n'observez pas des raies mais des "cônes" centrés sur les fréquences théoriques.

- Passer l'axe des ordonnées en linéaire. (clic gauche sur l'axe)
- Les différentes raies des harmoniques constituant le signal apparaissent. La 1^{ère} constitue le fondamental du signal et est à sa fréquence, les autres sont les harmoniques de rang n et sont à des fréquences multiples
- L'axe des abscisses est en échelle logarithmique par défaut ce qui empêche de voir la composante continue, si besoin, par un clic gauche sur cet axe, passer en échelle linéaire avec une valeur max cohérente

2. Filtrage sur fichier wav

Les détails de cette manipulation sont donnés dans le fichier LTspice (`filtrage_sur_fichiers_wav.asc`).

- Ecouter le fichier original `piano.wav`
- Régler les paramètres du fichier `filtrage_sur_fichiers_wav.asc` et lancer la simulation.
- Relever le spectre des signaux `son`, `vs1` et `vs2`.
- Ecouter les fichiers filtrés par le filtre 1 et le filtre 2. Conclure.
- Quel est le type du filtre 1.
- Quel est le type du filtre 2.

3. Les diodes

Diode 1N4148 :

- Simuler le circuit `Diode_1N4148.asc`
- Relever la tension de seuil de la diode 1N4148
- Sous LTspice, réaliser le circuit de la figure 2.
- Relever les tensions d'entrée et de sortie, conclure
- Réaliser ce circuit sur un Breadboard (Platine d'expérimentation, Platine de prototypage, Platine Labdec) et visualiser à l'oscilloscope les tensions d'entrée et de sortie, conclure

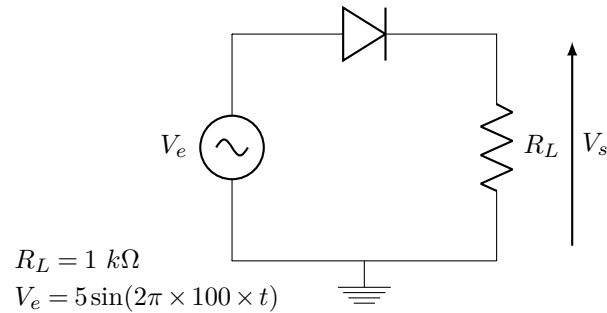


Figure 2. Diode 1N4148.

Diode de Zener :

- Simuler le circuit `Diode_Zener.asc`
- Relever la tension de seuil de la diode de Zener
- Relever la tension de Zener
- Sous LTspice, réaliser le circuit de la figure 3.
- Relever les tensions d'entrée et de sortie, conclure
- Réaliser ce circuit sur un Breadboard et visualiser à l'oscilloscope les tensions d'entrée et de sortie, conclure

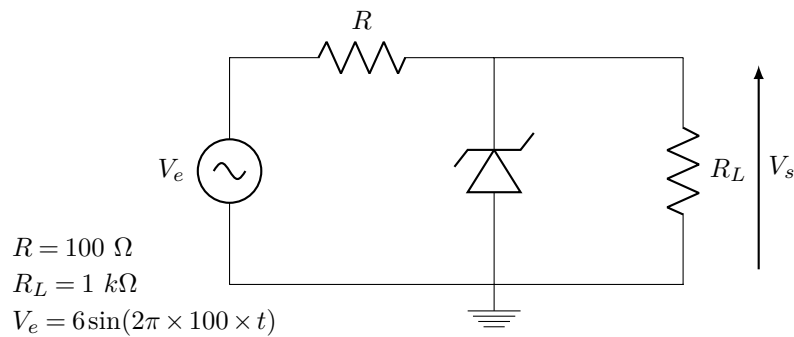
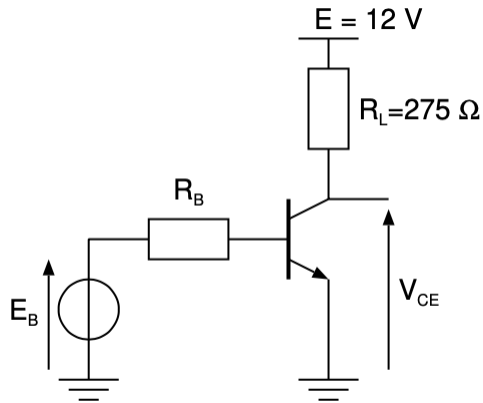


Figure 3. Diode de Zener.

4. Commande d'un relais

4.1 Transistor en commutation

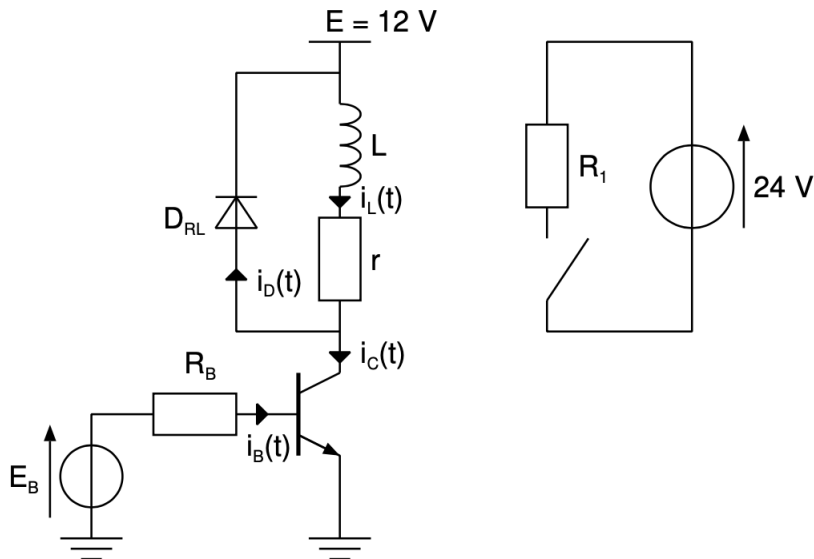
Soit le schéma ci-dessous :



1. Relever, dans la datasheet du transistor 2N2222, la valeur du β_{min} (appelé aussi h_{FEmin}).
2. Déterminer la valeur de R_B pour que le transistor soit saturé lorsqu'il est commandé par une tension $E_B = 5$ V.
3. Vérifier l'état du transistor à l'aide de la simulation `sch1.asc` (Visualiser les tensions E_B , V_{BE} , V_{CE} et le courant I_C).
4. Remplacer la résistance R_B par une résistance de 380 kΩ et visualiser la tension V_{CE} . Commenter les résultats.

4.2 Commande d'un relais

On considère le circuit suivant :



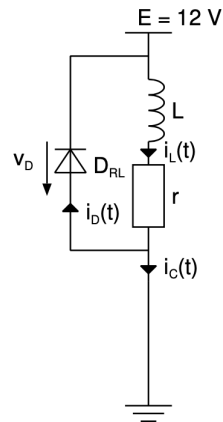
La bobine du relais est caractérisée par $r = 275 \Omega$, $L = 0.1$ H

- i Régler R_B à la valeur précédente. Simuler le fichier `sch2.asc` et visualiser les tensions E_B , V_{CE} et le courant dans la résistance R_1 . Vérifier et justifier qu'en utilisant la même résistance pour R_B que précédemment, le transistor est saturé pour $E_B = 5$ V et que le contact du relais est fermé (il y a un courant dans R_1).

ii Visualiser les courants i_C , i_L et i_D . A chaque commutation, il y a une phase transitoire pendant laquelle, le courant dans la bobine évolue progressivement (pas de variation brutale du courant dans une bobine). Indiquer pour chaque demi-période du signal de commande du transistor, la valeur du courant qui circule dans la diode quand le circuit a atteint son régime permanent. En déduire alors l'état de la diode.

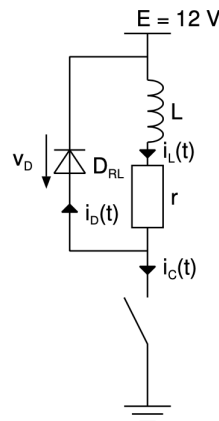
iii Etude de l'établissement du courant dans la bobine du relais :

Lors d'un front positif sur la tension de commande E_B , le transistor est saturé et se comporte comme un interrupteur fermé. Le circuit est alors : La diode D_{RL} est bloquée et $i_C = i_L$.



iv Etude de l'extinction du courant dans la bobine du relais :

Lors d'un front négatif (instant t_0) sur la tension de commande E_B , le transistor est bloqué et se comporte comme un interrupteur ouvert. Le circuit est alors :

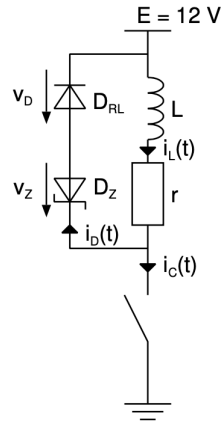


- Petite expérience (à ne surtout pas faire sur un relais réel) : enlever la diode de roue libre et simuler. Visualiser la tension $v_{ce}(t)$ du transistor. Justifier qualitativement votre observation. Commentaire quant à l'espérance de vie du transistor ...

v Diminution de la durée de démagnétisation de la bobine :

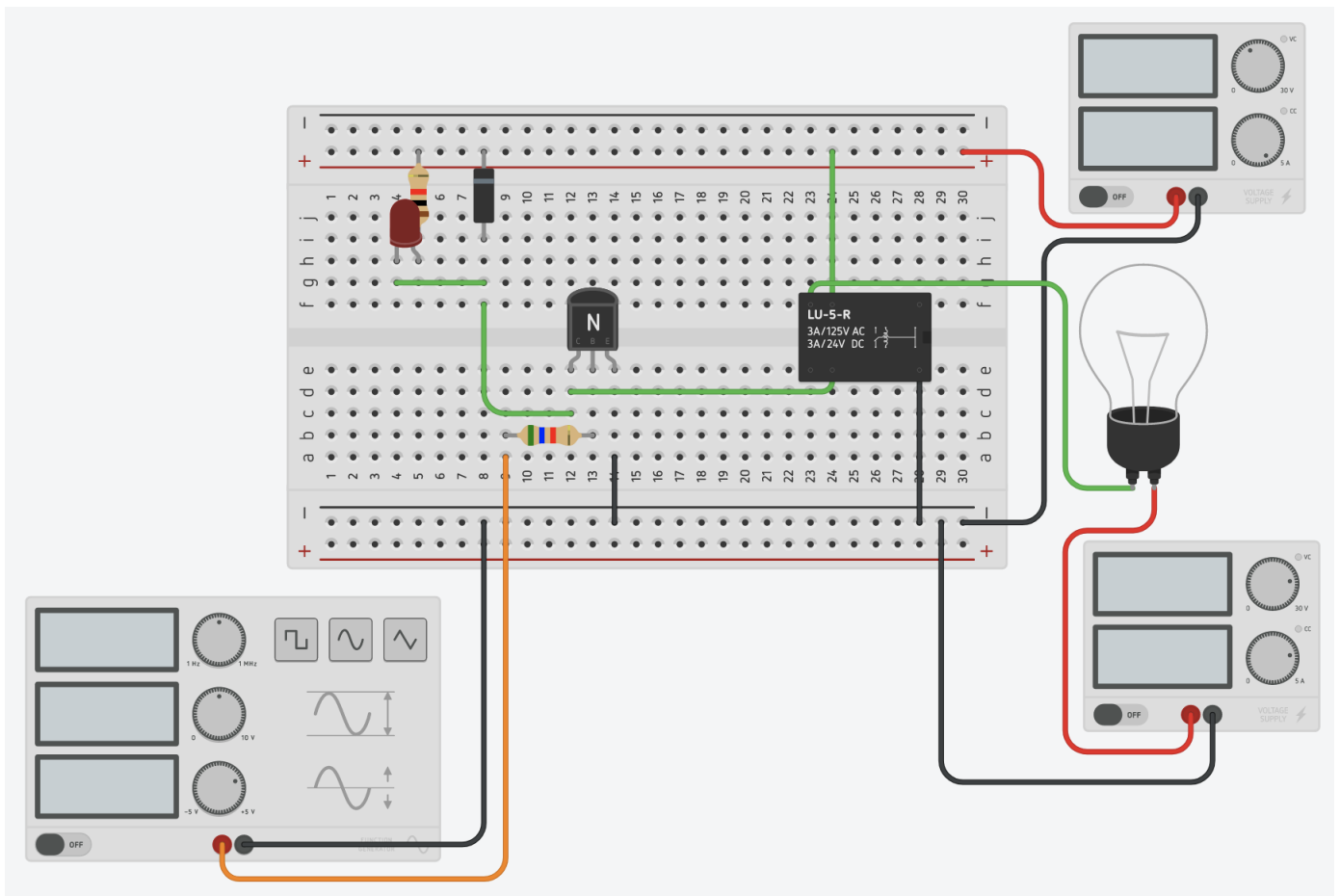
On ajoute une diode zener caractérisée par sa tension $V_Z = 4.7$ V.

Reprendre l'étude pour le front négatif de la tension de commande et vérifier par simulation `sch3.asc`.



4.3 Relais 1 : Commande d'un relais (Tinkercad)

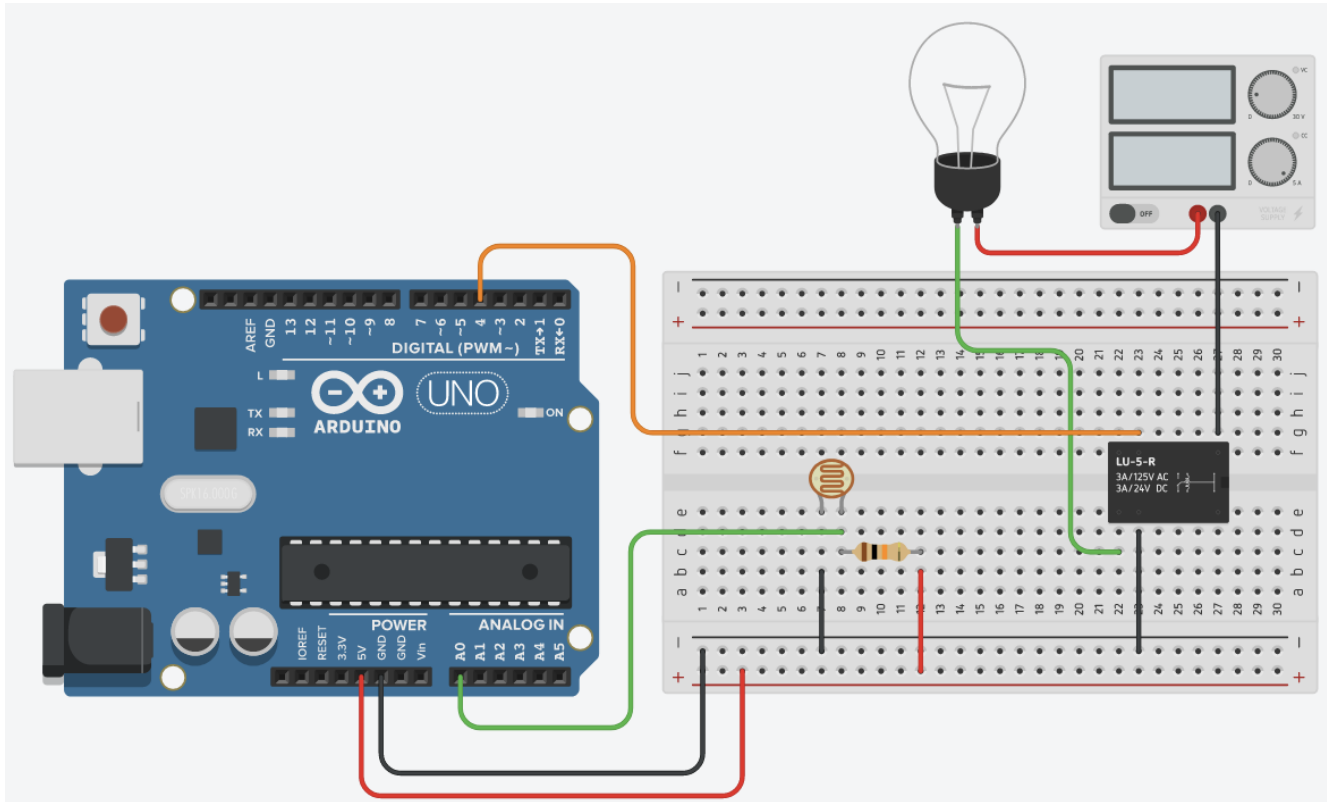
Dans Tinkercard, réaliser le montage de la figure ci-dessous.



- Coté ampoule, on utilise une alimentation de 24 V.
- L'alimentation qui polarise le transistor est réglée sur 12 V.
- Le GBF fournit un signal carré d'amplitude 5 V et de fréquence 0.5 Hz.
- Quel est le rôle de la LED rouge.
- Expliquer à quoi servent les différentes broches du relais.

4.4 Relais 2 : Commande d'un relais avec Arduino (Tinkercad)

Dans Tinkercad, réaliser le montage de la figure ci-dessous.



- Coté ampoule, on utilise une alimentation de 5 V.
- Ecrire un programme Arduino pour commander le relais (allumage de l'ampoule) à partir d'un certain seuil d'éclairage (tension fournie par la photorésistance : Pin A0).
- Vérifier le bon fonctionnement du circuit.

5. Moteur DC

Le fichier LTspice (`Moteur_DC.asc`) simule un moteur à courant continu.

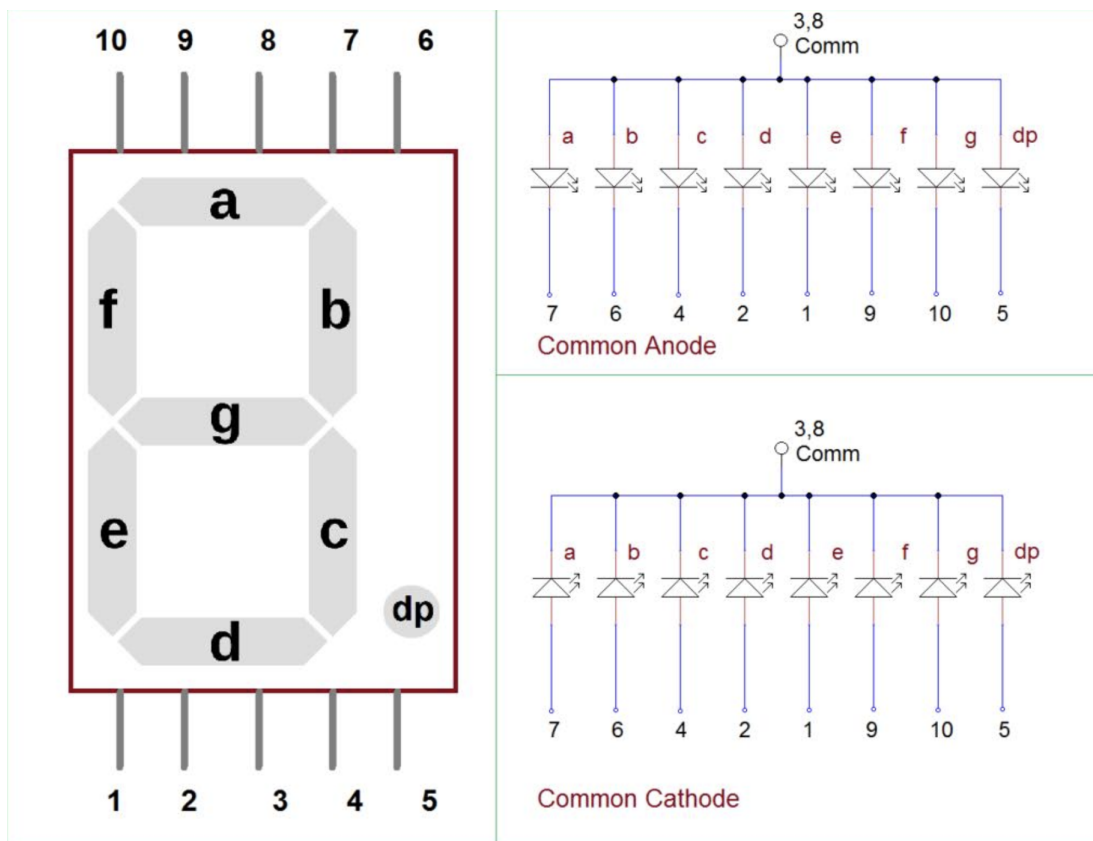
- Exécuter le programme et relever sur la même figure :
 - La tension $V1$
 - La tension emf
 - Le courant qui traverse la bobine L_Moteur
 - Quelle est la période et la fréquence de chaque signal ?
- Visualiser la FFT (Transformée de Fourier) de chaque signal ($V1$ puis emf et $I(L_Moteur)$) et relever dans un tableau Excel (à enregistrer au format `CSV`), l'amplitude et la fréquence des 10 premiers pics.

Remarque : Pour visualiser la FFT; faire un clic droit sur la figure \rightarrow View \rightarrow FFT \rightarrow Choisir le signal \rightarrow OK.

L'axe des ordonnées doit être en échelle linéaire (et non log).
- Relever la tension $V(Vitesse)$ qui correspond à la vitesse de rotation du moteur en tr/mn .
- Importer vos tableaux dans Python et tracer l'amplitude des pics en fonction de la fréquence pour chaque signal (Aide : voir le fichier fourni `Données_Ltspice.ipynb`).

6. Afficheur 7 segments

Dans un afficheur 7 segments, les segments sont désignés par les lettres allant de A à G. Dans le cas où l'afficheur comporte un point, servant de séparateur décimal, ce dernier est désigné DP (Decimal Point).



Dans le cas d'afficheurs à LEDs, deux cas de figures sont présents :

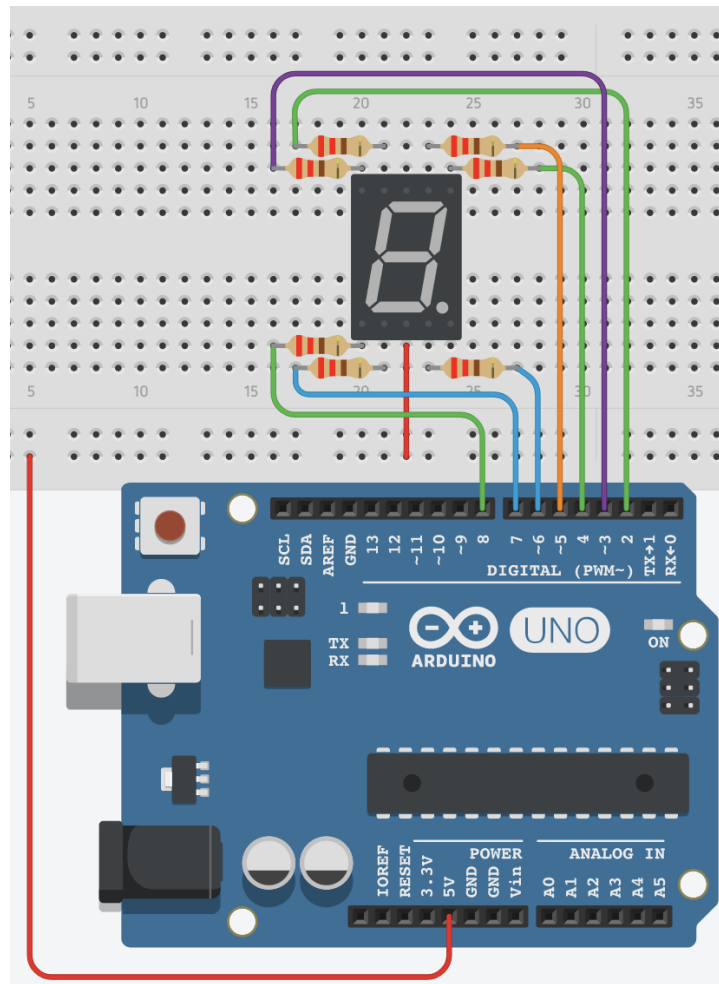
- Afficheur à anode commune : l'ensemble des anodes de chaque segment (LED) sont reliées entre elles puis connectées au potentiel haut.
La commande du segment se fait par sa cathode mise au potentiel bas (Low).
- Afficheur à cathode commune : l'ensemble des cathodes de chaque segment (LED) sont reliées entre elles puis connectées au potentiel bas (GND).
La commande du segment se fait par son anode mise au potentiel haut (High).

Caractère	seg. A	seg. B	seg. C	seg. D	seg. E	seg. F	seg. G
0	x	x	x	x	x	x	
1		x	x				
2	x	x		x	x		x
3	x	x	x	x			x
4		x	x			x	x
5	x		x	x		x	x
6	x		x	x	x	x	x
7	x	x	x				
8	x	x	x	x	x	x	x
9	x	x	x	x		x	x
A	x	x	x		x	x	x
b			x	x	x	x	x
C	x			x	x	x	
d		x	x	x	x	x	
E	x			x	x	x	x
F	x				x	x	x

x : Segment (LED) allumé.

6.1 Commande d'un afficheur 7 segments avec Arduino (Tinkercad)

Dans Tinkercad, réaliser le montage suivant :



- Cet afficheur est de type anode commune ou cathode commune ? Justifier.
- Ecrire un code Arduino pour afficher successivement les chiffres 0,1,2...9 avec un délai de 1s.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

- Modifier le programme pour qu'il affiche 0,1,2,...A,b,C,d,E,F

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A b C d E F