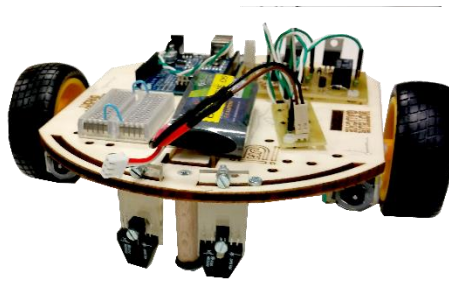




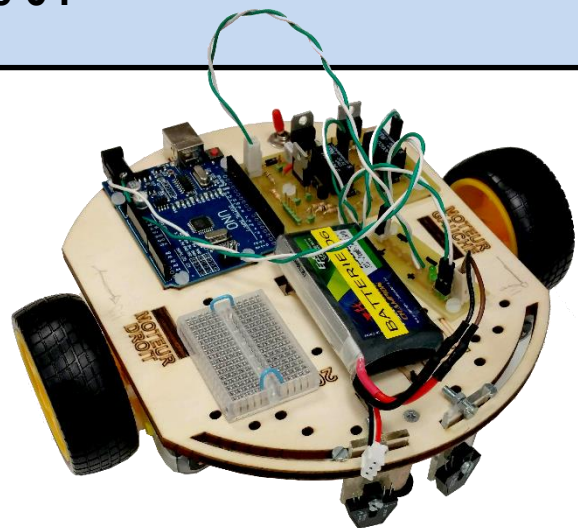
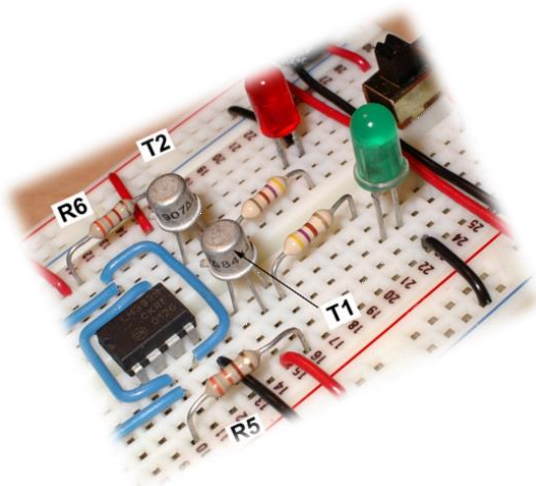
IUT de St Etienne  
B.U.T. GEII



# S.A.É. 1 Etudes & Réalisations

(Situations d'Apprentissage et d'Évaluation)

Phase 04



## Objectifs

- Simulation de la commande de changement de sens de rotation du moteur
- Calcul des résistances associées à un transistor en commutation

### Simulation de la commande de changement de sens de rotation du moteur

#### 1 - Rappels

**Que faut-il faire pour faire varier la vitesse de rotation d'un moteur DC ?  
Pour changer son sens de rotation ?**

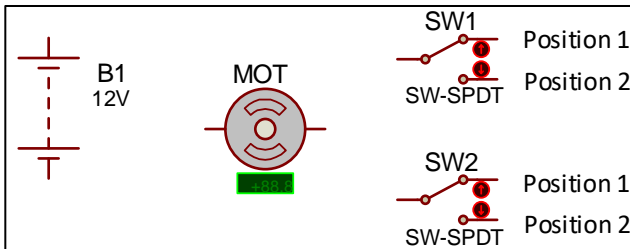
##### 1.a Sens de rotation

Sur le robot, on ne dispose que d'une batterie (une seule source de tension), or, il faut pouvoir inverser le sens de rotation avec une simple commande tout ou rien.

##### 1.a.1 Commande avec 2 interrupteurs à levier.

Sous Proteus, on dispose de composants interactifs :

- batterie (ou une source continue) de 12V (BATTERY)
- interrupteurs inverseurs (SW-SPDT)
- moteur DC (MOTOR-DC).
- 



SW 1	SW 2	$U_{MOT}$	Sens
Position 1	Position 1	0	Arrêt
Position 2	Position 2	0	Arrêt
Position 1	Position 2	< 0	Sens -
Position 2	Position 1	> 0	Sens +

**Proposez un schéma de câblage permettant, en agissant sur les interrupteurs, de commander le moteur dans les 2 sens de rotation.**

Pour la simulation, il faut modifier l'inertie du moteur et affecter au paramètre "Effective Mass", une valeur proche de 0 (0.00001 par exemple).



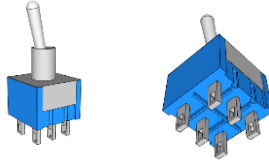
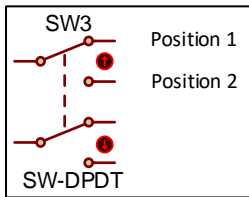
**Assurez-vous que la batterie ne soit pas en court-circuit lorsque les positions « Arrêt » sont choisies !**

**Placez un ampèremètre** pour mesurer le **courant délivré par la batterie** et **un autre** pour mesurer le courant absorbé par le moteur. Placez un **voltmètre** pour mesurer la tension aux bornes du moteur.

**Vérifier par la simulation que votre solution est opérationnelle.**

### 1.a.2 Commande avec 1 interrupteur double à levier.

Maintenant, on veut inverser le sens de rotation avec un interrupteur double (SW-DPDT), c'est-à-dire que le même levier agit sur les deux interrupteurs.



SW3	$U_{MOT}$	Sens
Position 1	$< 0$	Sens -
Position 2	$> 0$	Sens +

**Proposer un schéma de câblage. Tester par la simulation.**

## **Transistor en commutation – calcul des résistances associées**

On souhaite piloter (en tout ou rien) une **LED** haute luminosité **OptoSupply OSM54L5111P** à l'aide d'un microcontrôleur. La documentation technique de la LED est disponible sur le lien suivant:



[https://electronicloisirs.com/index.php?controller=attachment&id\\_attachment=1803](https://electronicloisirs.com/index.php?controller=attachment&id_attachment=1803)

### 1 - Caractéristiques de la LED

#### 1.a Courant direct $I_F$

Le courant direct (A → K) qui traverse la LED lorsqu'elle est allumée s'appelle **DC Forward Current  $I_F$** .  
**Relever la valeur max de  $I_F$ .**

La carte Arduino destinée à piloter cette LED peut délivrer 40mA par broche de sortie. Cette carte est-elle capable de fournir le courant suffisant à la LED dans les conditions d'éclairage max ?

#### 1.b Tension de seuil

Lorsque la LED est allumée, on peut mesurer à ses bornes sa tension de seuil également appelée **DC Forward Voltage ( $V_F$ )**. On choisira d'allumer la LED avec un courant d'intensité  **$I_F=50mA$** .

**Relever la valeur typique de  $V_F$  dans ces conditions.**

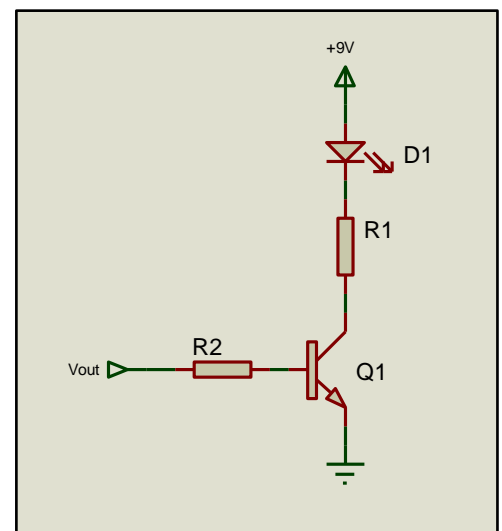
### 2 - Le transistor driver

Le montage ci-contre permet de fournir le courant nécessaire à la LED exclusivement par l'alimentation (+9V).

Le transistor **Q1** assure un rôle d'interface entre la carte microcontrôleur et la LED et est appelé **transistor driver**.

La carte microcontrôleur n'a pour rôle que de commander le basculement du transistor **Q1**. La tension de commande issue du microcontrôleur est nommée **Vout**.

En fonction de la commande **Vout**, le transistor va commuter tel un interrupteur en laissant passer ou non le courant dans la LED.



Le transistor utilisé est le modèle très courant **BC337** dont la documentation technique est disponible sur le lien suivant :

<https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/643709/FAIRCHILD/BC337.html>

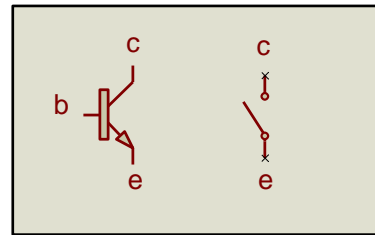
### 2.a Modèles équivalents du transistor en commutation

Le circuit étant numérique, la broche de commande (**Vout**) ne peut fournir que deux niveaux de tension :

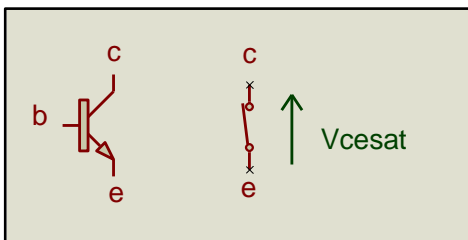
- Niveau bas « 0 » : **Vout=0V**
- Niveau haut « 1 » : **Vout=5V**

Nous avons dit précédemment que l'on utiliserait le transistor comme un interrupteur commandé électriquement :

Dans le cas où **Vout=0V**, le transistor est dit **bloqué** et se comporte comme un interrupteur ouvert entre le collecteur et l'émetteur :



Le courant ne peut circuler dans la LED qui reste éteinte.



Dans le cas où **Vout=5V**, le transistor est dit passant et se comporte *presque* comme un interrupteur fermé entre le collecteur et l'émetteur :

Le courant peut circuler dans le transistor et donc dans la LED qui peut s'allumer.

### 2.b Tension de saturation du transistor Vcesat

Lorsqu'un interrupteur est fermé, la tension à ses bornes est nulle. Ce n'est malheureusement pas le cas pour le transistor. Lorsqu'il est passant, le transistor présente une tension **Vce non nulle à ses bornes** et dont la valeur dépend des éléments du montage.

Pour s'affranchir de ce problème, nous allons **saturer le transistor**, ce qui revient à le faire fonctionner dans un régime non linéaire.

Dans ces conditions, la tension **Vce** reste non nulle mais est **très faible, proche de 0V**. Cette valeur est par ailleurs fixe et est nommée **Vcesat**.

**Vcesat** est donnée par le constructeur.

**Relever dans le datasheet la valeur de Vcesat.**

### 3 - Calcul de la résistance de collecteur R1

Lorsque le LED est allumée, nous connaissons la tension **Vf** aux bornes de la LED et la tension **VCEsat** du transistor qui est saturé.

**En vous appuyant sur la maille collecteur-émetteur, calculez la valeur de R1 permettant d'obtenir un courant dans la diode de  $I_f=50mA$ .**

#### 4 - Calcul de la résistance de base R2

##### 4.a Coefficient d'amplification du transistor $h_{FE}$

Le transistor est un composant amplificateur entre les courants **ib** et **ic**. La relation entre ces courants est la suivante :

$$ic = h_{FE} \cdot ib$$

$h_{FE}$  étant le coefficient d'amplification du transistor.

Relever dans le datasheet la valeur de  $h_{FE}$  dans le cas qui favorisera la saturation du transistor (valeur min).

**Calculer le courant  $ib$  souhaité.**

##### 4.b Coefficient de sursaturation

La relation  $ic = h_{FE} \cdot ib$  nous montre la proportionnalité entre les courants, ce qui traduit les **propriétés linéaires** d'amplificateur qu'est le transistor.

Nous voulons cependant forcer le transistor dans un **régime de fonctionnement non-linéaire** de façon à ce qu'il puisse basculer entre deux états (bloqué ou saturé) et se rapprocher du comportement d'un interrupteur.

Pour cela, nous allons « forcer » la relation entre **ic** et **ib** de façon à ce que **ib** soit **2x plus grand** que calculé précédemment. Le courant **ic** restant évidemment le même. Cette marge de sécurité permet de nous assurer du fonctionnement du transistor en commutation (régime non linéaire).

**Calculer le courant  $ib$  attendu avec le coefficient de sursaturation.**

##### 4.c Tension de seuil du transistor $V_{be}$

Pour pouvoir conduire et donc être saturé, le transistor doit être commandé correctement sur sa base de façon à ce que la tension **Vbe** atteigne une valeur seuil (comme une diode !).

**Relever dans le datasheet la valeur de  $V_{be}$ .**

##### 4.d Calcul de la résistance de base R2

Nous connaissons le courant **ib** souhaité pour saturer correctement le transistor, la tension **Vbe** nécessaire à « fermer » le transistor et la tension de commande **Vout** de la carte micro.

**En vous appuyant sur la maille base-émetteur, calculez la valeur de R2.**

Série E24 (±5%)	100, 110, 120, 130, 150, 160, 180, 200, 220, 240, 270, 300, 330, 360, 390, 430, 470, 510, 560, 620, 680, 750, 820, 910
--------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

*Résistances normalisées série E24*

**Choisissez les valeurs normalisées de R1 et R2 dans la série E24.**

**Consignez l'ensemble des valeurs relevées ou calculées dans un tableau.**

**L'étude du schéma proposé est essentiel car ce montage générique permet de piloter de nombreux périphériques (lampe, relais, moteur...) et la démarche de calcul des résistances doit être maîtrisée.**

Ce type de montage sera mis en œuvre dès la séance 04.