

NOM :	CLASSE :
PRÉNOM :	

<b>Condition :</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Travail individuel ; durée 3 heures</li> </ul>
<b>Matériel :</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>un ordinateur avec le logiciel Arduino installé, oscilloscope, alimentation</li> <li>une maquette Arduino Uno avec platine de câblage, un shield moteur.</li> <li>divers composants : potentiomètre, resistance 1 k, diode, transistor, moteur CC, ULN, fils...</li> </ul>
<b>Documents :</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>le sujet du TP</li> <li>le cours sur la carte Arduino et sa programmation</li> <li>les datasheets des composants sur le site 192.168.11.1</li> </ul>

## 1. Présentation

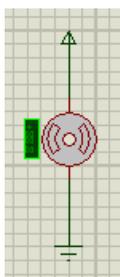
Pour piloter la propulsion d'une voiture télécommandée (la communication sans fil n'est pas étudiée), on veut piloter la vitesse d'un moteur CC (à courant continu) à l'aide d'une carte Arduino.



**Problématique 1 :** Le moteur a-t-il des caractéristiques courant/tension compatible avec la carte Arduino ?

**Problématique 2 :** Sur quel paramètre faut-il jouer pour modifier la vitesse du moteur ?  
Comment créer la variation de ce paramètre en étant compatible avec la solution 1 ?

## 2. Problématique 1 : Caractéristiques du moteur



- ✓ Le modèle du moteur est le 201-G. A l'aide de la documentation technique (voir site), relever la tension minimale et la tension maximale acceptée par ce moteur : **Faire valider par le professeur.**



$U_{min} = \dots\dots\dots$                        $U_{max} = \dots\dots\dots$

Validation prof :

- ✓ Mesurer et relever à l'aide d'un multimètre, dans la plage d'alimentation  $U_{min}$  à  $U_{max}$ , la valeur de l'intensité maximum consommée (à vide) :

Tension d'alimentation du moteur : .....

Intensité nécessaire au moteur (à vide) : .....

- ✓ Relever sur la documentation technique de la carte arduino UNO (voir cours Arduino), la tension disponible en sortie de la carte et l'intensité maxi :



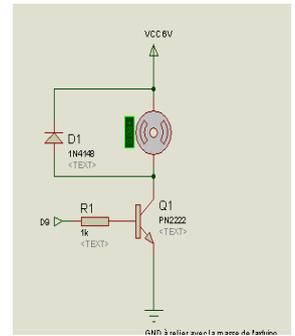
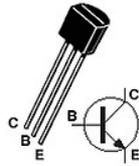
Tension de fonctionnement : .....                      Intensité maxi sur une sortie : .....

- ✓ Comparer les valeurs du moteur à celle de la carte ARDUINO UNO et conclure sur la possibilité de brancher directement ou pas le moteur en sortie de carte Arduino.

Conclusion : .....

### 3. Piloter un moteur à courant continu avec Arduino (mode ON OFF)

Pour permettre de piloter le moteur, on va utiliser un transistor Q1 NPN 2N2222A.



Q1 est un **transistor bipolaire NPN qui fonctionnent en commutation**, soit comme un interrupteur.

1 <sup>er</sup> cas : la tension sur la base = 0V	2 <sup>ème</sup> cas : la tension sur la base vaut +VCC
Le transistor est équivalent entre C et E à un interrupteur ouvert.	Le transistor est équivalent entre C et E à un interrupteur fermé.

- ✓ Quel doit être le niveau de la broche D9 de l'Arduino pour permettre le fonctionnement du moteur ? .....
- ✓ Quel doit être le niveau de la broche D9 de l'Arduino pour permettre l'arrêt du moteur ? .....
- ✓ S'agit-il d'une sortie ou d'une entrée de l'Arduino, définir le pinMode pour cette broche : .....
- ✓ S'agit-il d'une information analogique ou logique : .....
- ✓ Compléter ci-dessous le programme de commande du moteur.

```

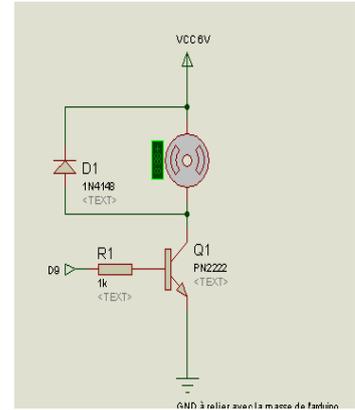
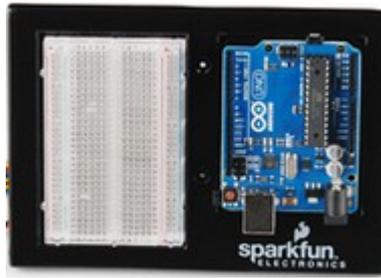
void setup () {
    pinMode (      ,      );//définir la broche utilisée
    Serial.begin(9600);//paramétrer la com moniteur série
}
void loop () {
    digitalWrite (      ,      ); // mettre en marche le moteur
    Serial.println(      ); // écrire la valeur affectée à la broche
    delay (      ); //attendre 10s avant de changer l'instruction
    digitalWrite (      ,      ); // arrêter le moteur
    Serial.println(      ); // écrire la valeur affectée à la broche
    delay (      ); //attendre 10s avant de changer l'instruction
}
    
```

- ✓ Une diode de roue libre D1 permet d'éviter les surintensités qui pourraient détériorer le transistor Q1. Repérer D1 sur le schéma ci-dessous.
- ✓ La diode de roue libre intervient dans le cas où Q1 est équivalent à un interrupteur ouvert. Pour que le courant passe dans la diode, le moteur doit être : (cocher la bonne case).

générateur      ou       récepteur

- ✓ Réaliser à l'aide des composants fournis le câblage ci-dessous sur la platine Sparkfun : **Faire valider par le professeur.**

Validation prof :



- ✓ Tester votre programme. **Faire valider par le professeur.**

Validation prof :

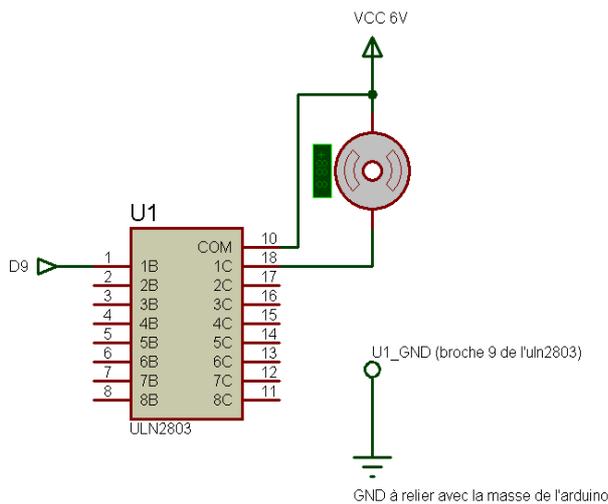
- ✓ Pour réaliser l'interface entre un circuit logique ou microprocesseur et un circuit de puissance on peut utiliser un circuit intégré ULN2803 qui est un réseau de 8 transistors Darlington. En utilisant le site référence 192.168.11.1, consulter la documentation de l'ULN2803 et relever les caractéristiques de tension d'entrée et les caractéristiques maxi, de sortie.

U input =

Umax output =

Imax output =

- ✓ Implanter le composant en supprimant le transistor et la diode de roue libre comme suit :



Validation prof :

#### 4. Problématique 2 : faire varier la vitesse du moteur

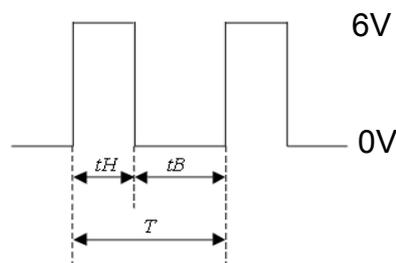
- ✓ Câbler votre moteur de nouveau en direct sur une alimentation variable. Faire varier la tension **dans les limites de la plage autorisée pour le moteur**. Que constatez-vous sur le moteur ?

.....

- ✓ Le transistor se comporte comme un interrupteur tout ou rien ; un signal impulsionnel alimente le moteur. Sur quel paramètre du signal impulsionnel doit-on jouer pour faire « varier » la tension moyenne du signal et donc la tension d'alimentation du moteur :

.....

**$t_H$  : temps au niveau haut**  
 **$t_B$  : temps au niveau bas**  
 **$T$  :  $t_H + t_B =$  période**  
 **$\frac{t_H}{T}$  = rapport cyclique d'impulsion**



- ✓ Quand a t-on la vitesse maxi du moteur ? .....
- ✓ Quand a t-on la vitesse mini du moteur ? .....
- ✓ Comment s'appelle en français ce mode de pilotage ? .....
- ✓ La carte Arduino dispose de sorties PWM ~, écrire un programme permettant de générer un signal PWM sur la sortie D9 de l'Arduino. Vous connecterez un oscilloscope sur cette sortie et vous ferez varier la PWM. Redessiner ci-dessous l'allure du signal PWM pour 3 cas différents.

Validation prof :



- ✓ Connecter la sortie D9 de l'Arduino comme précédemment et visualiser le comportement du moteur.

Validation prof :

### 5. Piloter un moteur CC à vitesse variable avec Arduino

En utilisant un potentiomètre 100KΩ, une entrée analogique de l'Arduino et ce qui vous semblera utile, piloter la vitesse de rotation du moteur à l'aide du potentiomètre.

- ✓ Pour écrire le programme vous pouvez utiliser la commande map de l'Arduino (cf aide en ligne si besoin).
- ✓ Enregistrer sous « commandemoteur ».
- ✓ Réaliser le câblage sur la platine Sparkfun et tester.



Broche du milieu = point milieu du potentiomètre

Validation prof :

### 6. Utilisation du shield moteur avec Arduino

L'objectif est de réaliser le pilotage moteur à l'aide du shield moteur qui permet de s'affranchir du transistor (ou de l'ULN2803) et de la diode de roue libre.

- ✓ Hors tension décâbler le montage précédent **sauf le potentiomètre**. Connecter le shield moteur puis relier le point milieu du potentiomètre sur la **broche A2**.
- ✓ Connecter directement le moteur sur les broches + et – A du shield moteur .
- ✓ Connecter l'alimentation du moteur directement sur Vin et GND du shield moteur.
- ✓ Modifier le programme précédent « commandemoteur » pour libérer la broche 9 et utiliser la broche 3 PWM A pour la commande moteur. Remplacer aussi dans le programme l'utilisation de A0 par A2.
- ✓ Tester et faire valider.
- ✓ Réaliser les modifications pour piloter le moteur, cette fois-ci, brancher en B.
- ✓ En utilisant le datasheet du shield moteur (<http://arduino.cc/en/Main/ArduinoMotorShieldR3>) piloter aussi le sens de rotation du moteur.
- ✓ Quelles broches doivent être utilisées pour piloter un moteur branché en B : .....
- ✓ Quelle valeur sur DIRB permet d'avoir un sens de rotation horaire du moteur : .....

Validation prof :