

Contrôle de la vitesse de deux moteurs à courant continu, et affichage du courant et des vitesses

1. Introduction au projet

Pour chaque moteur à courant continu, on souhaite commander le sens et la vitesse par appui sur des boutons poussoirs. En appuyant sur un bouton, le moteur devra tourner dans un sens et la vitesse augmenter, puis en appuyant sur un autre bouton la vitesse du moteur devra décroître puis tourner dans le sens contraire. Sans action sur un bouton poussoir, la vitesse reste stable. Un bouton d'arrêt permet de stopper en urgence la vitesse des moteurs. Les contrôles ainsi que les affichages seront pilotés par un programme sur carte Arduino.

Cahier des charges

Pour chaque moteur, un montage électronique (pont en H) commandera les sens de rotation. La tension mesurée aux bornes d'une résistance en série permettra d'afficher la charge (le courant consommé). La puissance de chaque moteur est de l'ordre de la dizaine de watt et le circuit de puissance doit être prévu pour délivrer un courant de 1A maximum. Une alimentation générant du $\pm 5\text{ V}$ fournira les tensions nécessaires pour le montage extérieur à l'Arduino. La vitesse devra être ajustable par les boutons poussoir de l'écran d'une valeur maximale dans un sens à une valeur maximale dans l'autre sens. On affichera sur l'afficheur (<http://www.adafruit.com/products/715>) le courant consommé et la vitesse pour chaque moteur. Vous devrez concevoir un circuit imprimé pour placer l'ensemble de l'électronique.

2. Description des tâches (voir diagramme de Gantt à la fin)

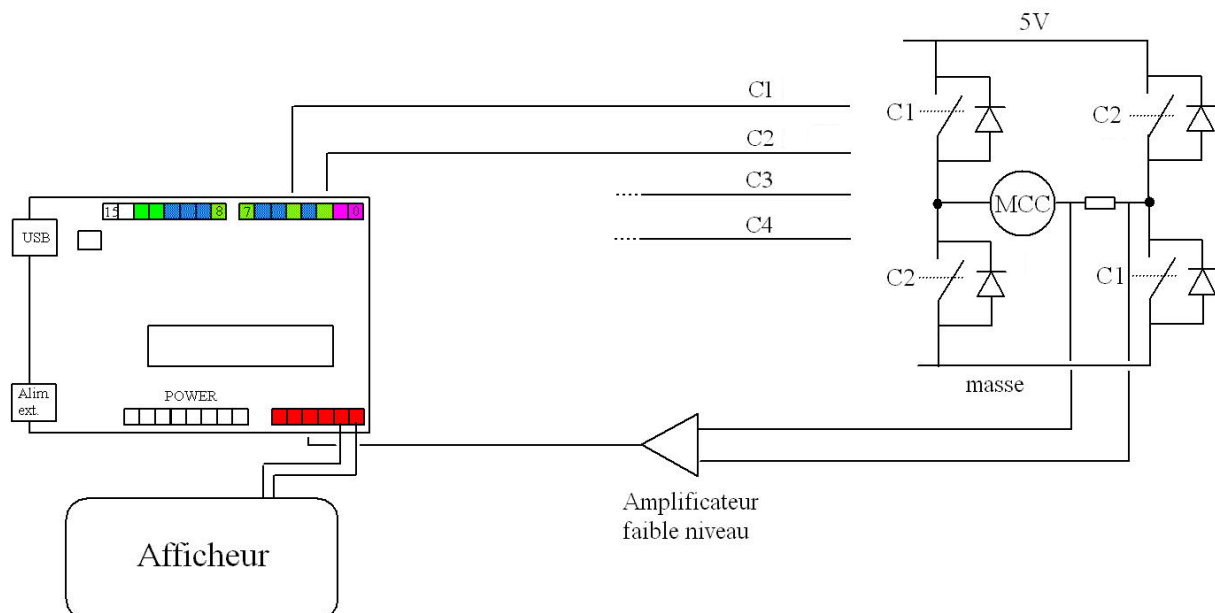


Figure: Montage pour un moteur

http://www.esiee.fr/~poulichp/PR201/Cmde_moteur/cmde_moteur.html

2.1. Description des tâches 1 et 2

L'appui sur un bouton poussoir déclenche l'augmentation ou la diminution de la durée du PWM (Pulse Width Modulation ou MLI pour modulation de largeur d'impulsions). Il en sort de signaux C1...C4, deux à deux complémentaires, qui sont à rapport cyclique variable. Les

interrupteurs C1...C4 des pont en H (voir par exemple) sont remplacés par des transistors (type D44H11 ou D45H11) et ils commandent la circulation du courant dans le moteur (Référence Radiospares 238-9721 www.radiospares.fr).

Quand les signaux C1 et C2 sont actifs (1-0), le moteur tourne dans un sens et plus ou moins vite suivant la valeur du rapport cyclique. Quand les signaux C1 et C2 sont inversement actifs (0-1), le moteur tourne dans l'autre sens. Quand le moteur ne tourne pas, il est préférable qu'aucune des commandes ne soient actives.

Il est impératif que lorsque le signal C1 est actif, C2 ne le soit pas. Pour éviter un court-circuit de l'alimentation extérieure, il est même prudent de générer un décalage lors de la commutation des signaux de commande (idem pour le second moteur (signaux C3 et C4)).

2.2. Tâche 3

La résistance placée en série avec le moteur est de faible valeur (< 0.5 ohm) pour ne pas perdre de puissance. Il faudra mettre en œuvre un montage de mesure de la différence de tensions à ses bornes.

2.3. Tâche 4

La vitesse du moteur pourra être déterminée par la rotation d'un disque solidaire de l'axe moteur. Vous pourrez utiliser la coupure d'un faisceau lumineux délivré par une LED et mesuré par un capteur d'éclairement.

2.4. Tâche 5

Vous créez un circuit imprimé pour placer l'électronique de contrôle et de mesure du courant et de la vitesse du moteur.

3. Descriptif du travail demandé

- Il vous est demandé de concevoir, et de réaliser sur plaquette prototype, le circuit permettant de contrôler la vitesse du moteur, de mesurer le courant consommé par le moteur et de mesurer sa vitesse de rotation. Quand le circuit électronique sera finalisé, vous réaliserez un circuit imprimé avec toute l'électronique.
- Vous devrez rendre un rapport final expliquant la conception du montage. Le rapport final devra être rendu au plus tard le jour de la dernière séance encadrée. Vous serez régulièrement noté sur votre travail en **évaluation surprise et ce sera votre cahier de laboratoire du projet PR-2101 qui sera noté.**
- Vous devez présenter des mesures qui vérifient le cahier des charges.
- **Il est évident que le code Arduino et les circuits électroniques peuvent utiliser des éléments que vous aurez repris par ailleurs mais vous devrez citer vos sources. Cette démarche est acceptée car vous travaillerez de cette façon quand vous serez ingénieur. Mais il est tout aussi évident, que vous devrez avoir compris ce que avez repris ailleurs, pour pouvoir le modifier, pour l'adapter, ou l'expliquer à d'autres.**

3.1. Comment aborder ce projet ?

- Concevoir le code permettant de délivrer un signal PWM à une fréquence de quelques centaines de hertz. Déterminer la polarité des signaux à générer en fonction du type de transistors –NPN et PNP- utilisés pour le pont en H.
- Tracer les chronogrammes de commande C1...C4 en fonction d'un signal continu de commande de la vitesse et du sens de rotation des moteurs. Tester le pont de commande du moteur.

- Mettre en œuvre la partie analogique permettant de mesurer le courant dans le moteur.
- Mettre en œuvre la partie analogique permettant de mesurer la vitesse de rotation du moteur.
- Concevoir le circuit imprimé avec toute l'électronique.

3.2. Contenu du rapport final

Il doit comporter.

- Un plan, une introduction,
- un organigramme du code Arduino et le programme complet (ou un lien pour s'y référer ; pour éviter le plagiat, il faut citer ses sources...),
- des schémas électroniques et un schéma complet avec tous les éléments du montage et une nomenclature donnant la liste de tous les composants,
- une partie dimensionnement des différentes parties qui doit être justifié par des calculs théoriques,
- une partie mesures pour la vérification du cahier des charges,
- une conclusion.

3.3. Conseils pour la conduite du projet

- Vous devrez utiliser un cahier de projet dans lequel vous conserverez les différents programmes que vous aurez fait, les différents montages testés. Ce cahier de projet est d'abord utile pour l'avancement de votre projet.
- Avant de tester un montage, vous devrez faire un schéma sur papier et avoir la documentation du composant sous les yeux. **Aucun circuit ne sera vérifié si vous n'avez pas un schéma sous les yeux.**
- **Utiliser les ressources à votre disposition (google) tels que internet et aussi www.esiee.fr/~poulichp/, la simulation, la bibliothèque et bien sur vos cours.**

3.4. Notation

La notation tiendra compte de votre comportements pendant les séances encadrées et de vos initiatives par rapport au synoptique proposé par l'intermédiaire des validations intermédiaires.

La note est une moyenne de l'évaluation périodique de votre cahier de laboratoire, de la note du rapport final, des validations intermédiaires des différentes tâches et de la présentation finale.

La présentation finale de votre travail sera faite lors de la dernière séance de quatre heures encadrées. Votre travail et votre compréhension individuelle du sujet seront évaluées.

Diagramme de Gantt (à titre d'exemple)

Tâches	Janvier 2016	Février 2016	Février 2016	Avril 2016	Mai 2016	Jun 2016	
Code arduino pour les commandes PWM : tâche 1		[Barre de tâche]					
Câblage des ponts en H : tâche 2		[Barre de tâche]					
Mesure du courant + modification du code Arduino : tâche 3			[Barre de tâche]				
Mesure de la vitesse et modification du code Arduino : tâche 4				[Barre de tâche]			
Circuit imprimé : tâche 5					[Barre de tâche]		
Validation de la tâche attendue		Tâche 1	Tâche 2	Tâche 3	Tâche 4	Tâche 5	

Composants usuels à disposition

AOP : LF351, LF 356, NE5534 (AOP à fort produit gain bande), KA3403 (4 AOP dans le même boîtier)

Transistor bipolaire faible puissance : 2N2222, 2N2907, 2N2219, 2N2905

Transistor bipolaire moyenne puissance : D44H11, D45H11

Diode signal et redressement : 1N4148, 1N4001

Diode de commutation : BA157

Circuit générateur de signaux : NE 555, XR2206, ICL8038

Comparateur : LM311

Circuit logique : CMOS (CD4XXX)

CAN et CNA 8 bits : ADC0804 et DAC800

Interrupteur analogique : CD4016

Multiplieur analogique : AD633

Buffer logique CMOS : CD4049

Boucle à verrouillage de phase (PLL) : CD4046

Transistor FET : 2N4393, BF245

Zener