

Étape FP1c : TRAITEMENT MICROPROGRAMME	Durée : 9H00
"Déplacement dirigé du robot"	
Objectif spécifique : l'élève devra être capable de . . .	
<ul style="list-style-type: none"> • Elaborer les équations de base d'un déplacement dirigé : le robot décrit un cercle. • Programmer un déplacement en cercle pré défini via la gestion des Pwm. • Quantifier et qualifier par essai le comportement du robot. • Programmer un déplacement en cercle pré défini via la gestion des vitesses moteurs. • Quantifier et qualifier par essai le comportement du robot. 	
Compétences évaluées :	
<p>F : Rechercher pour ce qui concerne les fonctions connues de manière mixte (matérielle et logicielle), l'adéquation entre les solutions technologiques structurelles et les segments de programme associés afin :</p> <ul style="list-style-type: none"> • d'identifier les variables se rapportant à cette fonction ; • de distinguer, en relation avec les variables, la (ou les) parties se rapportant à la fonction mixte étudiée ; • d'établir les liens de cause & effet entre un segment de la partie concernée du logiciel et les relations entre les grandeurs d'entrée et de sortie de la structure matérielle qui caractérise cette fonction mixte. <p>G : De proposer la réorganisation structurelle (et ou logicielle) partielle ou totale d'une fonction.</p> <p>H : Produire un dispositif de mesurage et/ou de test.</p>	
Pré-requis :	
<ul style="list-style-type: none"> • Dossier : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Présentation et analyse fonctionnelle du système. • électronique : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Activité FP1a et FP1b. 	
Condition de réalisation :	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Travail réalisé en binôme. ➤ Robot sur cale et sur piste. ➤ Atelier logiciel avec ses documents ressources. 	

Propositions d'activités :

- Activité A : Etude théorique d'un déplacement. (*fournir tous les calculs afférents*)

Durée de cette activité : **3 heures.**

Les équations recherchées seront exprimées avec les outils mathématiques de géométrie euclidienne acquis au collège (périmètre = ΠD).

Tous les déplacements sont considérés sans glissements.

La vitesse du robot est assimilée à celle du point milieu de l'empattement.

Etudions le cas où le robot décrit un cercle sens horaire en marche avant.

Les noms des variables utilisées sont :

***E** empattement*

***D** diamètre roue*

***V_{ro}** vitesse robot en m/s*

***V_{ext}** vitesse de déplacement du point d'appui de la roue extérieure en m/s*

***V_{int}** vitesse de déplacement du point d'appui de la roue intérieure en m/s*

***N_{ro}** le nombre de tours par seconde décrit par le robot*

***N_{re}** vitesse rotation roue extérieure en tours/s*

***N_{ri}** vitesse rotation roue intérieure en tours/s*

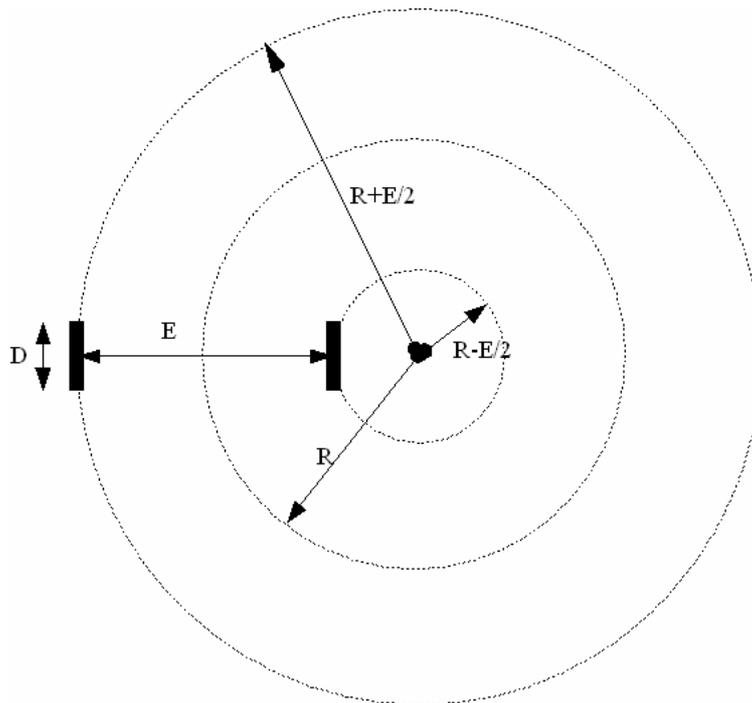
***N_{me}** vitesse rotation moteur extérieure en tours/s*

***N_{mi}** vitesse rotation moteur intérieure en tours/s*

***R** rayon du cercle décrit par le robot pris du centre du cercle au point milieu de l'empattement (note : si $R = \alpha$ alors déplacement en ligne droite)*

***P** rapport de réduction liant l'axe moteur à l'axe roue.*

***S** nombre de secteurs transparents ou opaques du disque optique d'axe moteur.*



- Si les deux roues ont une vitesse V_{ext} et V_{int} de 20cm/s, quelle est la vitesse du robot, fournir raisonnements ?

20cm/s ... comment faire autrement !?

- En déduire $V_{ro} = f(V_{ext}, V_{int})$.

$$V_{ro} = (V_{ext} + V_{int})/2$$

- Le rayon du cercle décrit par le point d'appui de la roue extérieure peut s'exprimer sous la forme $(R + E/2)$ et $(R - E/2)$ pour la roue intérieure. Exprimer V_{ext} et V_{int} sous la forme $f(N_{ro}, R, E)$.

$$V_{ext} = \pi N_{ro} (2R + E) \quad \text{et} \quad V_{int} = \pi N_{ro} (2R - E)$$

- Exprimer $V_{ext} = f(N_{re}, D)$. En déduire $V_{int} = f(N_{ri}, D)$.

$$V_{ext} = \pi D N_{re} \quad \text{et} \quad V_{int} = \pi D N_{ri}$$

- Exprimer $N_{re} = f(N_{me}, P)$ et $N_{ri} = f(N_{mi}, P)$.

$$N_{re} = N_{me}/P \quad \text{et} \quad N_{ri} = N_{mi}/P$$

- Exprimer $V_{ext} = f(N_{me}, D, P)$. En déduire $V_{int} = f(N_{mi}, D, P)$.

$$V_{ext} = \pi D (N_{me}/P) \quad \text{et} \quad V_{int} = \pi D (N_{mi}/P)$$

- Faire $V_{ext}/V_{int} = V_{ext}/V_{int}$ sous la forme
 $\Rightarrow f(N_{ro}, R, E)/f(N_{ro}, R, E) = f(N_{me}, D, P)/f(N_{mi}, D, P)$

$$(\pi N_{ro} (2R + E)) / (\pi N_{ro} (2R - E)) = (\pi D (N_{me}/P)) / (\pi D (N_{mi}/P))$$

$$\text{Donc } (R + E/2) / (R - E/2) = N_{me}/N_{mi}$$

- \Rightarrow en déduire $R = f(E, Q)$ avec $Q = N_{me}/N_{mi}$.

$$R = (E/2) \times ((Q+1)/(Q-1))$$

- \Rightarrow Exprimer $Q = f(R, E)$.

$$Q = (R + E/2) / (R - E/2)$$

- \Rightarrow Vérifier votre résultat :
 - Si $N_{me} = N_{mi}$ que vaut Q , que vaut R , qualifier le déplacement du robot.

$$R = (E/2) \times (2/0) \text{ donc } R = \alpha \text{ (vérification si } Q=1, R = \alpha \text{ solution de } Q=f(R,E) \text{)}$$

Donc le robot va tout droit !

- Si $N_{me} = -N_{mi}$ que vaut Q , que vaut R , qualifier le déplacement du robot.

$R = (E/2) \times (0/-2)$ donc $R = 0$ (vérification si $Q = -1$, $R = 0$ solution de $Q = f(R, E)$)

Donc le robot fait la toupie !

- Si $N_{mi} = 0$ que vaut Q , que vaut R , qualifier le déplacement du robot.

$R = (E/2) \times ((\alpha+1)/(\alpha-1)) = (E/2) \times (\alpha/\alpha)$ donc $R = E/2$ et le robot tourne avec le point d'appui de sa roue interne comme centre du cercle décrit. (vérification si $Q = \alpha$, $R = E/2$ solution de $Q = f(R, E)$)

- E étant fixe par construction, de quoi dépend le rayon R ?

R dépend de Q donc du rapport des vitesses moteurs.

- Dans $V_{ro} = f(V_{ext}, V_{int})$, remplacer V_{ext} par $f(N_{me}, D, P)$ et V_{int} par $f(N_{mi}, D, P)$. Comme P et D sont constante par construction du robot, montrer que $V_{ro} = K ((N_{me} + N_{mi})/2)$ où K est une constante.

$K = (\pi D)/P$ je suis sur que vous y arriverez !

- Si l'on fixe V_{ro} et R , on obtient donc un système de 2 équations à 2 inconnues :
 - $N_{me}/N_{mi} = Q$
 - $N_{me} + N_{mi} = 2 V_{ro}/K$
- En sortir :
 - $N_{me} = 2 V_{ro} Q / ((Q+1) K)$
 - $N_{mi} = 2 V_{ro} / ((Q+1) K)$

Well, well !!!

- FP5 fourni des signaux V_{optD} et V_{optG} , donnant T_{ext} et T_{int} , période image de la vitesse de rotation des moteurs externe et interne. Exprimer $T_{ext} = f(N_{me}, S)$, en déduire $T_{int} = f(N_{mi}, S)$.

$T_{ext} = 1/(N_{me} S/2)$ et $T_{int} = 1/(N_{mi} S/2)$

- A partir de $N_{me}/N_{mi} = Q$, $T_{ext} = f(N_{me}, S)$ et $T_{int} = f(N_{mi}, S)$ montrer que $T_{int}/T_{ext} = Q$.

Sans pbs....

- Exprimer $T_{ext} = f(V_{ro}, Q, K, S)$. En déduire $T_{int} = f(V_{ro}, Q, K, S)$.

$T = 1/F = 1/(N_{m} S/2)$ donc $T_{ext} = ((Q+1)K) / (V_{ro} S Q)$ et $T_{int} = ((Q+1)K) / (V_{ro} S)$

- Activité B: Commande d'un déplacement « parcourir un cercle de diamètre prévu » par imposition du rapport des PWMs.

Durée de cette activité : **2 heures**

On se propose de faire parcourir au robot un cercle de notre choix, à une vitesse non précisée.

- Charger à partir du répertoire *FP1c* le projet *spaguetti.mcp*. Ce projet est identique à celui de l'activité FP1b.
- Dans le fichier *gen.h*, compléter les *#define* suivants :

```
// Paramètres mécaniques du robot (nombres entiers)
#define EMPATTEMENT 21 // écart entre roues en cm
#define REDUCTEUR 25 // rapport de réduction de la motorisation
#define DIAROU 52 // diamètre roues en mm
```

- La vitesse de rotation des moteurs est censée être proportionnelle aux PWMs de commande envoyés, donc $Q = N_{me}/N_{mi} = PWM_{ext}/PWM_{int}$. On veut décrire sens horaire un cercle de 75cm de rayon.
 - Le moteur extérieur sera-t-il le gauche ou le droit ?
 - GAUCHE
 - Quel doit être le rapport Q exprimé sous forme fractionnelle ?

$$Q = (75 + 10,5) / (75 - 10,5) = 855 / 645$$

- En fonction de la valeur de *TRANCHE_MOT* que doivent valoir :

TRANCHE_MOT=32 il faut donc trouver un Q sous forme de fraction avec des chiffres inférieurs à 32 !!!

$$855/32 = 26,7 \text{ donc } 27 \text{ et } 645/32 = 20,15 \text{ donc } 20$$

Donc $Q = 27/20$ soit une erreur de l'ordre de 2% ... on prend (idem avec 26/20)

- *mot.gauche* = 27;
- *mot.droit* = 20;
- *mot.sensgauche* = AVANT;
- *mot.sensdroit* = AVANT;

- Dans le source de *void ma_commande_moteurs(void)* fichier *vitesse.c*, porter ces valeurs.
- Produire le code exécutable et le transférer sur le robot.
- Donner le rayon du cercle parcouru. Cela correspond-t-il à vos attentes ?

NON, sauf robot extraordinaire !

- Qu'en déduire sur le respect de la proportionnalité entre PWM et moteurs ? PIPEAU !

- Activité C: Commande d'un déplacement « parcourir un cercle de diamètre imposé » par commande de la vitesse de chaque roue.

Durée de cette activité : **4 heures**

On se propose de faire parcourir au robot un cercle de notre choix, à une vitesse de notre choix.

Si l'on y parvient, l'on aura un contrôle total sur les déplacements du robot !

- Charger à partir du répertoire *FP1crond2*, le projet *spaguetti.mcp*. Ce projet ne lit pas la ligne et ne comporte plus *void ma_commande_moteurs(void)*. Une nouvelle fonction *void Vitesse_en_T(void)* du fichier *R2006.c* permet de régler les consignes moteur en sens de rotation et vitesse de rotation
- Dans le fichier *vitesse.h* une structure accueille les variables de la régulation vitesse. Les consignes Text et Tint sont donc portées par les variables :
 - *vit.G.consigne* pour le moteur gauche.
 - *vit.D.consigne* pour le moteur droit.

Quel est le type de ces variables ?

Sachant qu'un *char* correspond à 1 octet et qu'un *int* correspond à 2 octets, la variables *vit.D.consigne* correspond à combien d'octet(s) ?

2

- Calculer Text et Tint pour un cercle horaire de rayon de 50cm et à une vitesse de 20cm/s.

Text= 900µs et Tint=1378µs

- L'unité de temps pour la vitesse vient de l'horloge qui incrémente le compteur TMR1 et est donc 1µsec.
- Exprimer Text et Tint en unités de TMR1.

Text=900 et Tint=1378

- Compléter en conséquence les valeurs de commandes dans la fonction *Vitesse_en_T(void)*.
- Produire le code exécutable et le transférer sur le robot.
- Donner le rayon du cercle parcouru. Cela correspond-t-il à vos attentes ? **A PEU PRES ...**
- Que penser pour la commande des mouvements du robot d'une commande par proportionnalité des PWMs VS une commande par régulation de la proportionnalité des vitesses moteurs.

La commande par régulation de la proportionnalité des vitesses moteurs permet seule d'assurer (raisonnablement) à la fois la direction et la vitesse du robot.

- Confirmer vos résultats en programmant un cercle de votre choix, à une vitesse de votre choix. Attention à la taille des variables consigne et garder la vitesse entre 5cm/s et 30 cm/s.

Eléments attendus dans le dossier.

- Activité A :
 - ✓ Calculs, équations et raisonnements.
 - ✓ Réponses vérification de $R=f(E,Q)$.
- Activité B :
 - ✓ Calculs et résultats.
 - ✓ Source fonctions *ma_commande_moteurs()*.
 - ✓ Mesures cercle réalisé.
 - ✓ Conclusion sur une commande cercle en proportionnalité pwms.
- Activité C :
 - ✓ Réponses questions.
 - ✓ Calculs, équations et raisonnements.
 - ✓ Source fonctions *Vitesse_en_T()*.
 - ✓ Mesures cercle et vitesse.
 - ✓ Synthèse commande déplacement en régulation vitesse moteurs.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.