

# IF40. Final automne 2012.

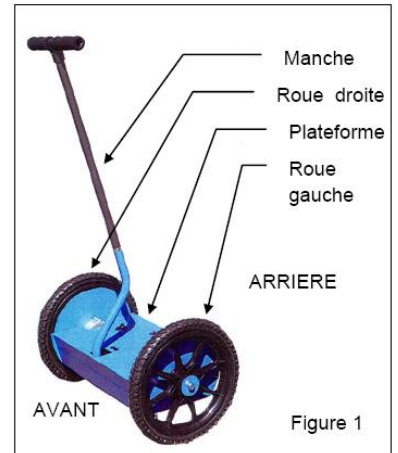
NOM :

PRENOM :

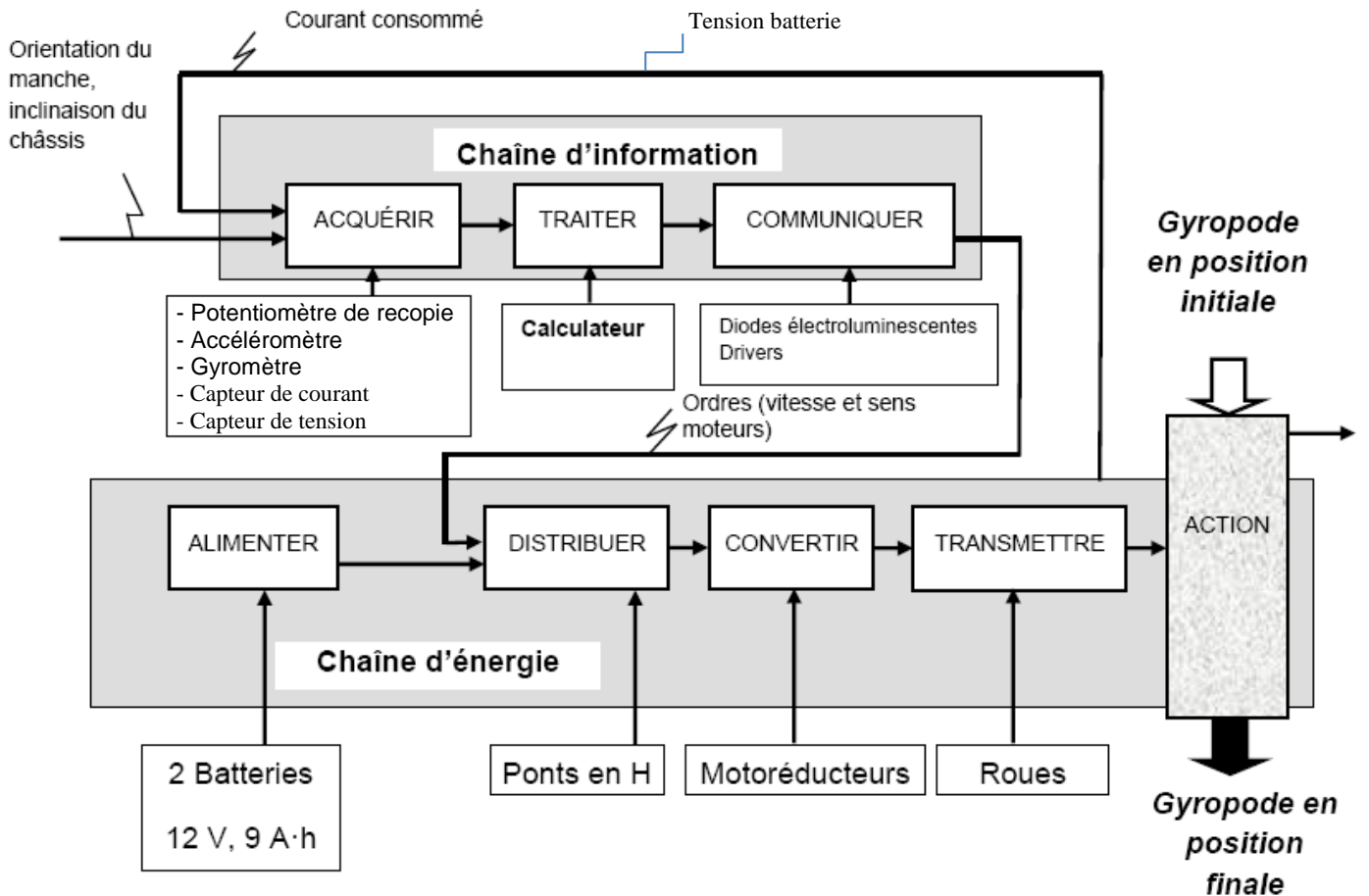
Calculatrices non autorisées. Fascicule DSP Contrôleur TMS320LF24LF07 non autorisé.

## Exercice 1 : commande d'un gyropode.

Par définition, le gyropode est un véhicule électrique monoplace, constitué d'une plateforme munie de deux roues sur laquelle l'utilisateur se tient debout, d'un système de stabilisation gyroscopique (calculateur, accéléromètre et gyromètre) et d'un manche de maintien et de conduite.



L'organisation fonctionnelle est donnée ci-dessous :



Le calculateur est un contrôleur TMS320LF24LF07 cadencé à **40MHz**.

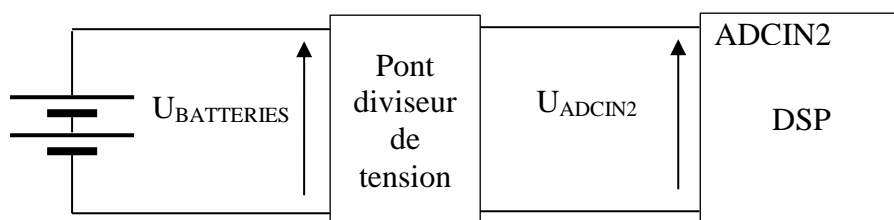
L'exercice 1 est composé de 3 parties indépendantes.

## Problématique n°1 : **surveillance de la tension batterie.**

Le gyropode se trouve en permanence dans un équilibre dynamique. En cas de défaillance de la source d'énergie, la chute est assurée. Cette défaillance risque de se produire lorsque la tension aux bornes de chacune des batteries chute de plus de 10 % par rapport à leur valeur nominale (dans ce cas la tension risque de décroître très rapidement, et la tension d'alimentation des moteurs risque de ne plus être suffisante; en outre les batteries risquent de ne plus pouvoir être rechargées).

On souhaite donc prévenir une décharge trop importante en surveillant la tension à leurs bornes. Lorsque cette tension descendra au-dessous du seuil limite, le calculateur donnera l'ordre de ralentissement puis d'arrêt du gyropode.

La tension continue  $U_{BATTERIES}$  est appliquée à l'entrée ADCIN2 du convertisseur analogique numérique du DSP par l'intermédiaire d'un pont diviseur de tension qui divise la **tension par dix**.



**Question 1 :** calculer la valeur de la tension  $U_{ADCIN2}$  qui doit déclencher le signal d'arrêt.

**Question 2 :** écrire en assembleur le sous-programme **INITADC1** initialisant le module ADC en mode start stop et cascadié, pour permettre la conversion de la voie 2. Les conversions seront déclenchées logiquement. La calibration et le test du module ADC ne sont pas effectués.

**Question 3 :** écrire en assembleur le sous-programme **CONTROLE** qui mesure la tension de la batterie et qui met à 1 la variable ARRET si cette tension doit déclencher le signal d'arrêt. Si le signal d'arrêt ne doit pas être déclenché, la variable ARRET sera mise à 0.

## Problématique n°2 : **limitation du rayon de braquage.**

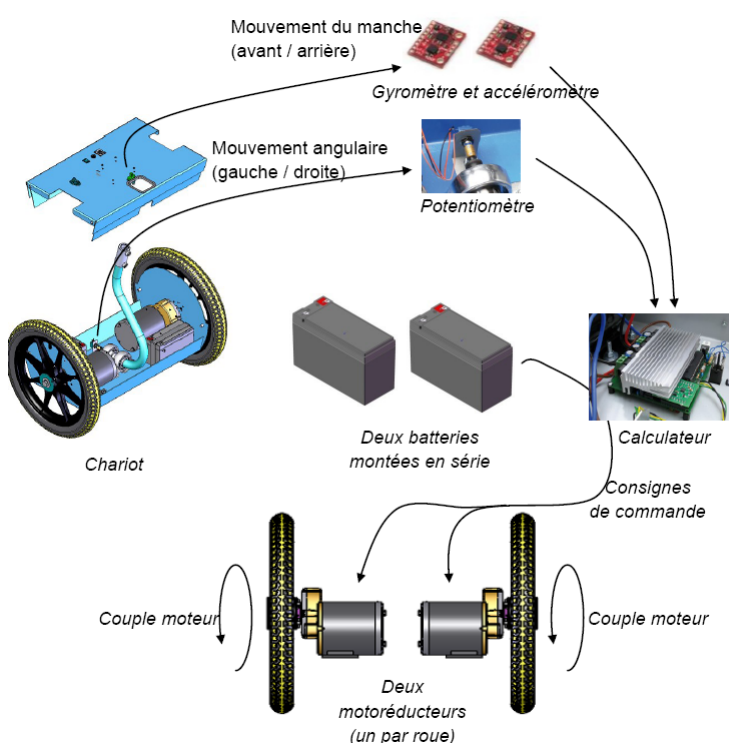
Une des fonctions du gyropode est de s'assurer que le conducteur puisse prendre les virages en toute sécurité quelle que soit la vitesse.

Le constructeur propose trois gammes de vitesse :

- la vitesse d'un homme qui marche :  $5 \text{ km.h}^{-1}$ ,
- la vitesse d'un homme qui court :  $10 \text{ km.h}^{-1}$ ,
- la vitesse maximale :  $18 \text{ km.h}^{-1}$ .

Comme le véhicule est entraîné par deux moteurs électriques (un par roue), il faut donc créer un différentiel pour prendre les virages.

Le calculateur doit donc gérer les vitesses des deux moteurs à courant continu de 24 V grâce à quatre sorties commandées en MLI (modulation en largeur d'impulsion) et deux ponts en H.



Un calcul mécanique a permis de déterminer la différence maxi de consigne entre les deux moteurs pour un virage (moteur intérieur et moteur extérieur) :

Conditions de fonctionnement	Umoteur int (en V)	Umoteur ext (en V)	Consigne MAXI moteur int	Consigne MAXI moteur ext	Différence MAXI entre les deux consignes
Homme qui marche	1,7	3,6	19	38	<b>Dp=6</b>
Homme qui court	4,8	5,7	51	61	Dc=10
Vitesse maximale	9,3	9,9	99	105	<b>Dw=19</b>

On propose d'élaborer un programme qui va surveiller la consigne de vitesse du gyropode (CV) calculée en faisant la moyenne entre les consignes vitesses des deux moteurs (CG et CD). Selon la gamme de vitesse à laquelle se déplace le gyropode, le programme déterminera ensuite la différence entre les deux consignes (D) et la comparera avec les différences maximales (constantes **Dp**, **Dc**, **Dw**).

Si cette différence D dépasse **Dp**, **Dc** ou **Dw** selon la vitesse du gyropode, le programme devra limiter la vitesse de la roue extérieure afin de respecter le rayon minimal de braquage.

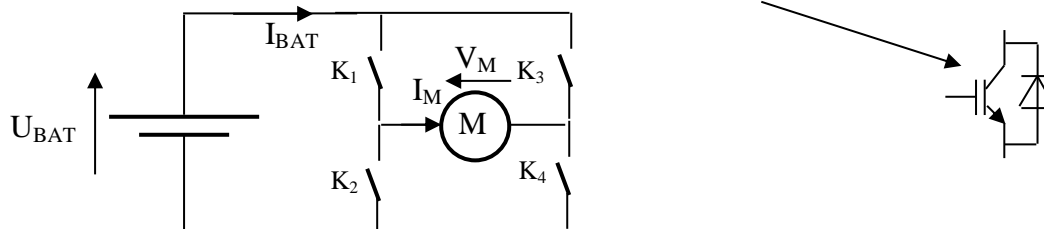
**Question 4 :** compléter l'organigramme du sous-programme **LIMITATION** du document réponse n°1 traduisant le fonctionnement de la limitation du rayon de braquage.

**Question 5 :** écrire en langage C le sous-programme **LIMITATION**. Les variables **Dp**, **Dc**, **Dw**, **D**, **CG**, **CD**, **CV** sont déclarées dans le programme principal en integer.

### Problématique n°3 : **comportement dans une pente en montée.**

Dans cette partie, on se propose d'étudier le pilotage d'un moteur électrique lorsque le gyropode est

Le schéma de puissance d'un moteur est donné ci-dessous. Le moteur est piloté par un hacheur (pont en H) comprenant 4 interrupteurs  $K_i$  constitués d'un transistor IGBT et d'une diode en antiparallèle.



$K_1$  et  $K_4$  sont reliés par l'intermédiaire d'une interface à la sortie  $PWM_1$  du DSP,  $K_2$  et  $K_3$  à la sortie  $PWM_2$  du DSP.

La vitesse du moteur varie de  $-2000 \text{ tr.min}^{-1}$  à  $2000 \text{ tr.min}^{-1}$  suivant le sens et la vitesse de déplacement.

Le pont en H permet de piloter la tension  $V_M$  en appliquant  $+U_{BAT}$  ou  $-U_{BAT}$  en ajustant  $\alpha$  le rapport cyclique des signaux PWM

La modulation d'énergie est périodique de **fréquence 10kHz** et les interrupteurs requièrent un temps mort (ou délai de sécurité) de **2µs**. La sortie  $PWM_1$  est active au niveau bas. Le DSP est cadencé à 40 MHz.

**Question 6 :** quel registre permet de faire varier le rapport cyclique  $\alpha$  des signaux PWM ?

**Question 7 :** écrire en assembleur le sous-programme **INITEVA** réalisant l'activation du module EVA et des broches PWM utilisées, et l'initialisation des signaux PWM asymétriques avec les délais de sécurité requis. Après l'initialisation, le moteur doit être à l'arrêt.

**Question 8 :** tracer sur un même graphe les signaux PWM1, PWM2 et la tension  $V_M$  pour un rapport cyclique  $\alpha$  de 3/4.

Le gyropode surveille, grâce au capteur de courant, l'intensité  $I_{BAT}$  fournie par le bloc batterie. La mesure de cette intensité est stockée dans la variable COURANT. On a la relation  $COURANT = I_{BAT} \times 20$ .

La consigne de vitesse du moteur est stockée dans la variable CD. Pour la marche avant CD est positive et pour la marche arrière CD est négative.

Le fonctionnement est le suivant :

- si l'intensité fournie par le bloc batterie est inférieure à 50A, alors  $\alpha = 0,5 + CD / 150$ , CD variant de +75 à -75.
- si l'intensité fournie par le bloc batterie est supérieure à 50A, alors la vitesse du moteur est nulle et on allume une LED STOP reliée à IOPA0. Si IOPA0 = 1 alors la LED éclaire sinon elle est éteinte.

**Question 9 :** écrire en assembleur le sous-programme **INITLED** initialisant le port A.

**Question 10 :** donner l'organigramme du sous-programme **VITESSE** qui commande la vitesse du moteur en fonction de l'intensité du courant fourni par le bloc batterie et qui allume la LED STOP lorsque l'intensité n'est plus dans l'intervalle requis.

**Question 11 :** écrire en assembleur le sous-programme **VITESSE**.

## Exercice 2 : décodage d'adresse.

On donne page suivante le schéma partiel d'une carte 6809. Seuls sont représentés les mémoires et le microprocesseur ainsi que le bus d'adresse.

**Question 12 :** pour les mémoires MEM1, MEM2, MEM3, MEM4 et MEM5, **indiquer** la capacité mémoire en bits, la capacité mémoire en kbits et l'organisation en nombre de mots et taille des mots ( $N$  mots de  $M$  bits). **Présenter** le résultat sous forme de tableau en précisant les calculs.

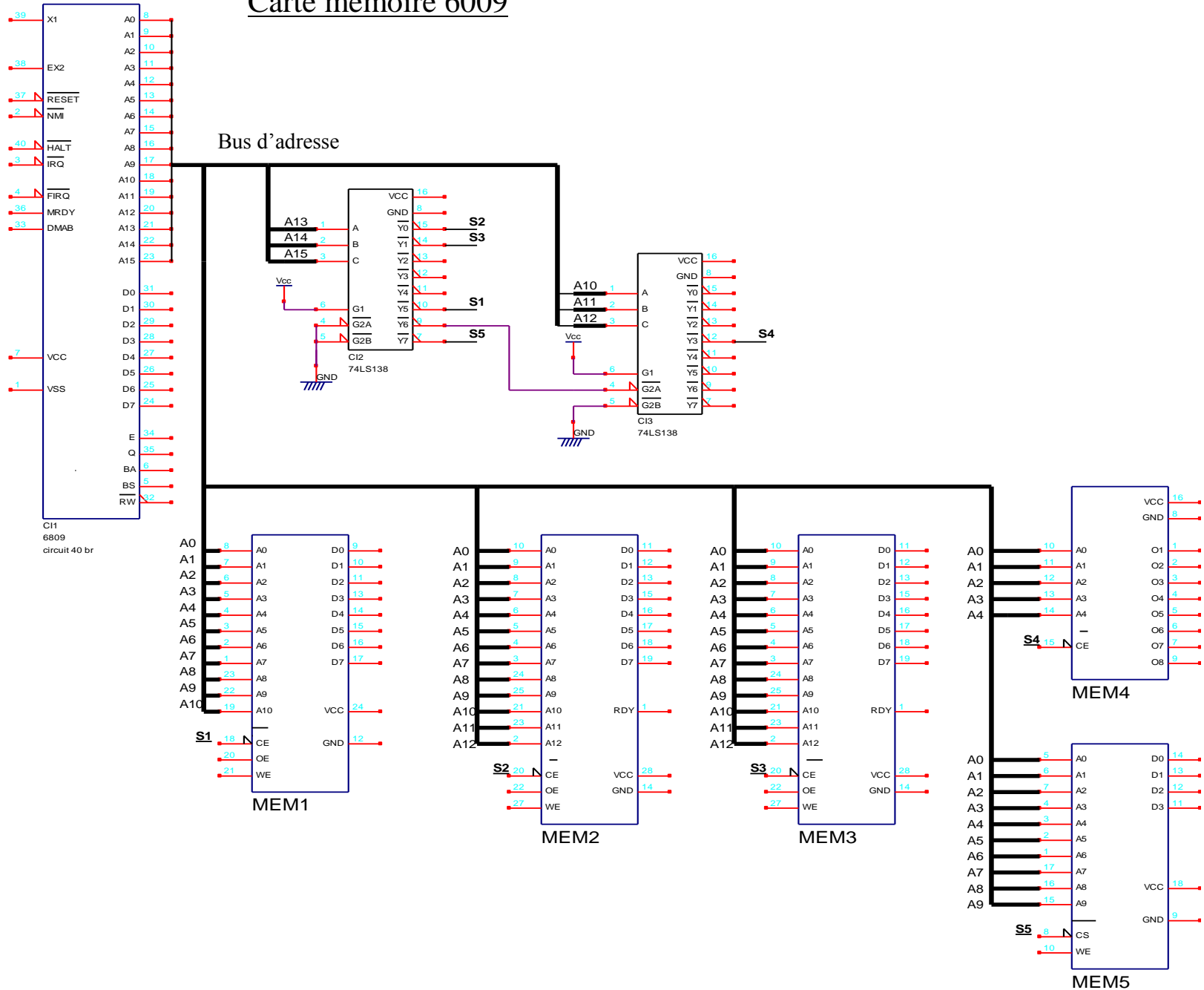
**Question 13 :** Compléter le tableau ci-dessous en indiquant votre démarche sur votre copie :

	Zone occupée		Zone utile (si ≠ zone occupée)		Zone de recouvrement		Taille occupée	Taille utilisée (si≠)
	Adresse mini	Adresse maxi	Adresse mini	Adresse maxi	Adresse mini	Adresse maxi		
MEM1								
MEM2								
MEM3								
MEM4								
MEM5								

**Table de vérité du 74LS138.**

Entrées						Sorties							
Valid			Select										
$G_1$	$\overline{G_{2A}}$	$\overline{G_{2B}}$	$C$	$B$	$A$	$\overline{Y_0}$	$\overline{Y_1}$	$\overline{Y_2}$	$\overline{Y_3}$	$\overline{Y_4}$	$\overline{Y_5}$	$\overline{Y_6}$	$\overline{Y_7}$
0	X	X	X	X	X	1	1	1	1	1	1	1	1
X	1	X	X	X	X	1	1	1	1	1	1	1	1
X	X	1	X	X	X	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1
1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1
1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

# Carte mémoire 6009



NOM :

PRÉNOM :

Document réponse n°1 :

**Constantes :**

CP : consigne vitesse piéton

CC : consigne vitesse coureur

$D_p$  différence maximale entre les consignes de vitesse Gauche et Droite en mode piéton

$D_c$  différence maximale entre les consignes de vitesse Gauche et Droite en mode coureur

$D_w$  différence maximale entre les consignes de vitesse Gauche et Droite lorsque le Wheelie avance à 18 km/h

**Variables :**

CG : consigne vitesse moteur Gauche

CD : consigne vitesse moteur Droite

CV : consigne vitesse moyenne du gyropode.

$D$  différence entre les consignes de vitesse Gauche et Droite

