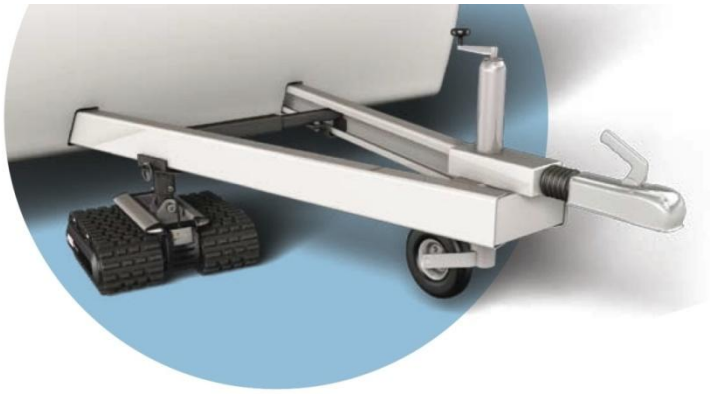
IF40. Final automne 2013

Calculatrices non autorisées. Fascicule DSP Contrôleur TMS320LF2407 non autorisé.

Exercice 1 : camper trolley



Les loisirs font partie intégrante des sociétés de consommation actuelles. Les hommes apprécient particulièrement les voyages et les vacances. Certains optent pour le caravaning afin de goûter au mieux ces moments de détente.

Pour positionner correctement une caravane sur un emplacement dans un terrain, il faut manœuvrer celle-ci attelée au véhicule qui la tracte, ce qui n'est pas toujours très aisé. Il est donc souvent nécessaire de « désatteler » et de positionner manuellement la caravane. Cette opération, qui peut s'avérer très pénible, a donné naissance au besoin à l'origine de la conception d'un nouveau système : un petit robot tracteur, télécommandable à distance.

Ce petit robot, dont le nom commercial est *Camper Trolley*, possède les caractéristiques suivantes :

Fixation sur la caravane	sous la flèche
Masse maximale de la caravane pouvant être tractée	1,5 tonne en conditions optimales d'adhérence
Masse du Camper Trolley	16 kg
Vitesse de déplacement	8 $m.min^{-1}$
Autonomie	10 minutes d'utilisation en continu
Mode de transmission du mouvement	2 motoréducteurs agissant sur deux chenilles par l'intermédiaire de 2 transmissions pignons-chaîne
Alimentation en énergie	batterie lithium/ion 15V 5600 mA·h
Rechargement	chargeur secteur 230 V ; sortie 15 V – 1 A ou panneau photovoltaïque 18 V – 1,17 W
Pilotage du Camper Trolley	télécommande munie de 5 touches : AV (avant), AR (arrière), GA (gauche), DR (droite), AU (arrêt d'urgence touche centrale)

robot Camper Trolley

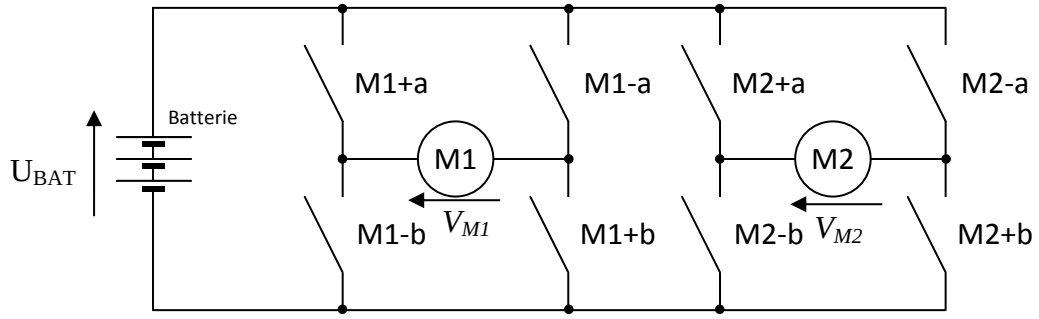
télécommande

Problématique du sujet

Faire varier la vitesse de déplacement afin d'avoir un positionnement plus précis de la caravane sur son emplacement.

On adapte la commande du Camper Trolley pour permettre d'obtenir une plus grande souplesse de fonctionnement, afin de pouvoir manœuvrer la caravane avec une meilleure précision.

Les moteurs sont pilotés de la façon suivante :



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

Les informations provenant du clavier de la télécommande ainsi que les sorties de pilotage des transistors sont connectées sur le DSP de la façon suivante :

Broche	PWM8	PWM7	PWM2	PWM1	PWM8	PWM7	PWM2	PWM1
Transistor	M2-b	M2+b	M1-b	M1+b	M2-a	M2+a	M1-a	M1+a
IO Port C	IOPC7	IOPC6	IOPC5	IOPC4	IOPC3	IOPC2	IOPC1	IOPC0
Touche	Non utilisés par la télécommande			AU	GA	DR	AR	AV

Partie 1 : sous-programmes d'initialisation

1.1) **Écrire** en assembleur le sous-programme d'initialisation du port C. Les broches IOPC0 à IOPC4 sont configurées en entrée.

On doit mesurer l'intensité du courant absorbé par chaque moteur pour couper l'alimentation en cas de blocage des chenilles. Le capteur de courant de M_1 est relié à l'entrée ADCIN1 du DSP et le capteur de courant de M_2 à ADCIN2.

1.2) **Écrire** assembleur le sous-programme **INITADC** initialisant le module ADC en mode start stop et cascadé, pour permettre la conversion des voies 1 et 2. Les conversions seront déclenchées logiciellement. La calibration et le test du module ADC ne sont pas effectués.

Les ponts en H permettent de piloter les tensions V_{M1} et V_{M2} en appliquant $+U_{BAT}$ ou $-U_{BAT}$ en ajustant α le rapport cyclique des signaux PWM. La modulation d'énergie est périodique de **fréquence 20kHz** et les interrupteurs requièrent un temps mort (ou délai de sécurité) de **1µs**. La sortie PWM_1 est active au niveau bas et PWM_2 active au niveau haut. Le DSP est cadencé à 40 MHz. Quand une sortie PWM est active, le transistor correspondant est passant.

1.3) **Écrire** en assembleur le sous-programme **INITEVA** réalisant l'activation du **module EVA** et des broches PWM utilisées, l'initialisation des signaux PWM asymétriques avec les délais de sécurité requis. Après l'initialisation le, moteur M_1 doit être à l'arrêt. Vous détaillerez le calcul des valeurs des registres permettant de régler la période du signal PWM et la durée du temps mort.

Partie 2 : **sous-programmes de fonctionnement des moteurs**

2.1) Contrôle de l'intensité maximale du courant absorbé par les moteurs courant continu.

Un capteur de courant est monté en série avec l'induit de chaque moteur à courant continu. L'intensité de l'induit est notée I. Le capteur de courant délivre une tension :

$$V_C = \frac{I}{10} + 0{,}2 \; avec \; V_C \; en \; volts \; et \; I \; en \; ampères$$

Cette tension est appliquée à l'entrée analogique du DSP.

Si l'intensité du courant absorbé par un moteur est supérieure à 14,5 ampères, les deux moteurs doivent être arrêtés.

2.1.1) **Écrire** en assembleur le sous-programme **MESURE** qui converti en numérique les tensions analogiques fournies par les capteurs de courant. La mesure de l'intensité absorbée par le moteur M_1 sera stockée dans la variable IMOTEUR1 et celle du moteur M_2 dans IMOTEUR2

2.1.2) **Calculer** la valeur de IMOTEUR1 pour une intensité I de 15A.

2.1.3) **Écrire** l'organigramme et le programme en assembleur le sous-programme **CONTROLE** qui met à 1 la variable STOP si au moins un des deux moteurs absorbe une intensité supérieure à 15A. La variable STOP sera mise à 0 dans le cas contraire.

2.2) Pilotage du moteur M_1.

Le moteur est piloté par un signal MLI à rapport cyclique α variable. La période du signal MLI est T.
Pour $0 \leq t \leq \alpha T$: les interrupteurs M1+a et M1+b sont fermés.
Pour $\alpha T \leq t \leq T$: les interrupteurs M1-a et M1-b sont fermés.

2.2.1) **Tracer** la tension $VM_1(t)$ sur deux périodes pour un rapport cyclique α=3/4. On néglige les temps morts pour le tracé.

2.2.2) **Exprimer** la tension moyenne de $VM_1(t)$ notée $<VM_1>$ en fonction de α et de U_{BAT}.

La tension U_{BAT} est de 15V. La vitesse nominale du moteur est +5000 $tr.min^{-1}$ pour une tension moyenne à ses bornes de +15V. On admet que la vitesse du moteur est proportionnelle à la tension à ses bornes.

Le moteur M_1 va tourner à la vitesse de 2500 $tr.min^{-1}$ en marche avant et à la vitesse de -2500 $tr.min^{-1}$ en marche arrière.

2.2.3) **En déduire** les valeurs correspondantes de $<VM_1>$ et les valeurs du rapport cyclique correspondant aux deux vitesses de rotation de M_1.

2.2.4) Quel registre permet de régler le rapport cyclique de la tension VM_1 ? **Calculer** les valeurs de ce registre pour les deux valeurs de α obtenues à la question précédente.

On souhaite pouvoir appliquer une rampe de vitesse au démarrage du moteur. La vitesse doit passer de 0 à 2500 $tr.min^{-1}$ en 2,5 secondes par paliers de 100 $tr.min^{-1}$.

2.2.5) **Calculer** la durée d'un palier. **Écrire** en assembleur le sous-programme **TEMPORISATION** qui doit durer le temps d'un palier. Vous détaillerez le calcul de la temporisation.

2.2.6) **Écrire** en assembleur le sous-programme **ACCELERATION** qui permet de faire varier la valeur du registre réglant le rapport cyclique de VM_1 pour respecter la rampe de vitesse de 0 à 2500 $tr.min^{-1}$.

2.3) Lecture de la télécommande.

Le pilotage des moteurs M_1 et M_2 en fonction des appuis sur les touches de la télécommande est donné dans le tableau ci-dessous :

Touches télécommande					Moteur				Mouvements du Camper Trolley
AV	AR	DR	GA	AU	M1		M2		
					AV	AR	AV	AR	
X	X	X	X	1	0	0	0	0	Arrêt
1	0	0	0	0	1	0	1	0	Marche avant
0	1	0	0	0	0	1	0	1	Marche arrière
0	0	1	0	0	1	0	0	1	Pivot sur lui-même à droite
0	0	0	1	0	0	1	1	0	Pivot sur lui-même à gauche
1	0	1	0	0	1	0	0	0	Marche avant à droite
0	1	1	0	0	0	1	0	0	Marche arrière à droite
1	0	0	1	0	0	0	1	0	Marche avant à gauche
0	1	0	1	0	0	0	0	1	Marche arrière à gauche

X : aucune importance.

2.3.1) **Écrire** en assembleur le sous-programme **LECTURE** qui va lire les touches de la télécommande et stocker la lecture dans la variable PORTC.

2.3.2) **Écrire** en langage C le sous-programme **PILOTAGE** qui va attribuer les niveaux logiques aux variables M1AV, M1AR, M2AV et M2AR en fonction de la valeur de PORTC.

Exercice 2 : décodage d'adresses.

On donne page 7 le schéma partiel d'une carte microprocesseur permettant de comprendre le décodage d'adresse.

U2 est une EEPROM dont le contenu est donné ci-dessous :

Ad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
00	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
10	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
20	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
30	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
40	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
50	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
60	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
70	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
80	**7F**	**7F**	**7F**	**7F**	**7F**	**7F**	**7F**	**7F**	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
90	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
A0	**DF**	**DF**	**DF**	**DF**	**DF**	**DF**	**DF**	**DF**	**DF**	**DF**	**DF**	**DF**	**DF**	**DF**	**DF**	**DF**
B0	**DF**	**DF**	**DF**	**DF**	**DF**	**DF**	**DF**	**DF**	**DF**	**DF**	**DF**	**DF**	**DF**	**DF**	**DF**	**DF**
C0	**BF**	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
D0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
E0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
F0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF

U3 et U4 sont des décodeurs 74LS138. La table de vérité est la suivante :

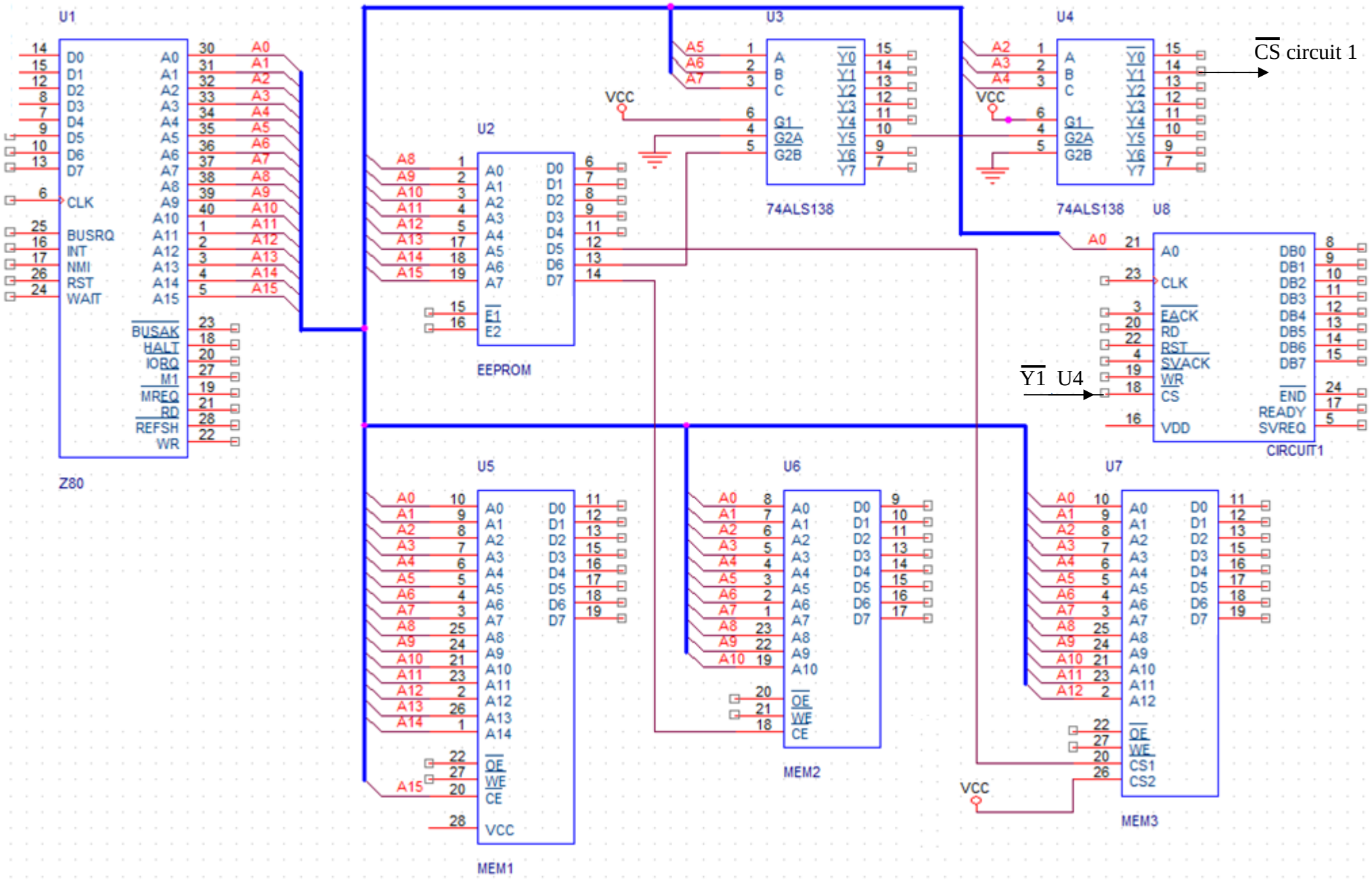
Entrées						Sorties							
Valid			Select										
G_1	$\overline{G_{2A}}$	$\overline{G_{2B}}$	C	B	A	$\overline{Y_0}$	$\overline{Y_1}$	$\overline{Y_2}$	$\overline{Y_3}$	$\overline{Y_4}$	$\overline{Y_5}$	$\overline{Y_6}$	$\overline{Y_7}$
0	X	X	X	X	X	1	1	1	1	1	1	1	1
X	1	X	X	X	X	1	1	1	1	1	1	1	1
X	X	1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

3.1) pour les mémoires repérées U5 U6 et U7, **indiquer**

- la capacité mémoire en bits,
- la capacité mémoire en kbits,
- son organisation en taille de mots et nombre de mots (N mots de M bits)

Vous pouvez donner les résultats avec des puissances de 2 : exemple 2^{32} bits.

3.2) À partir du contenu de l'EEPROM de décodage U2 et de la table de vérité du 74138, **compléter** le tableau du document réponse et **indiquer votre démarche en dessous du tableau**.


U1
Z80
U2
EEPROM
U3
74ALS138
U4
74ALS138
CS circuit 1
U8
CIRCUIT1
Y1 U4
U5
MEM1
U6
MEM2
U7
MEM3
VCC

DOCUMENT RÉPONSE. NOM :

PRÉNOM :

	Zone occupée		Zone utile (si ≠ zone occupée)		Zone de recouvrement			
	Adresse mini	Adresse maxi	Adresse mini	Adresse maxi	Adresse mini	Adresse maxi	Taille occupée	Taille utilisée (si≠)
U5								
U6								
U7								
U8								

Démarche :