

## Médian TR57

Un système embarqué de nettoyage mobile est doté de moteurs permettant son déplacement et d'un système d'aspiration. Il a pour fonctionnalités :

- la gestion du guidage et de l'asservissement des moteurs
- la synthèse vocale
- la transmission et réception d'informations HF avec un système de contrôle fixe

Le système embarqué est doté d'un DSP contrôleur TMS320LF2407A cadencé à 40 MHz. Le programme de gestion du système est réalisé sans utilisation d'un noyau temps réel. Les différentes fonctions se décomposent en plusieurs tâches citées dans l'ordre de priorité décroissant :

- calcul des régulations des moteurs à la fréquence d'échantillonnage fixe (2 kHz) cadencée par le timer 3 déclenchant le CA/N
- réception HF par l'intermédiaire du SCI
- commutation entre les modes de fonctionnement sur ordre d'une horloge temps réel SPI (broche d'interruption reliée à la broche XINT1 du DSP)
- déclenchement de l'émission de messages vocaux préenregistrés (interruption logicielle)
- traitement des messages HF émis ou reçus (tâches de fond)

Le développement des programmes se fera en utilisant les fonctions déjà réalisées suivantes :

- ***void selectRX(void)*** : positionne le transmetteur HF en récepteur
- ***void selectTX(void)*** : positionne le transmetteur HF en émetteur
- ***int detectRX(void)*** : retourne 1 si une donnée HF est reçue, retourne 0 sinon
- ***int recept(void)*** : retourne la donnée HF reçue et stockée dans le buffer circulaire de réception. La gestion du protocole de réception HF est réalisée par la fonction d'interruption de réception SCI.
- ***void transmit(int x)*** : envoie la donnée x sur la liaison HF par l'intermédiaire du SCI en respectant le protocole de transmission HF
- ***interrupt void parle(void)*** : émet le message vocal pointé par ***int \*msg*** par l'intermédiaire d'un amplificateur audio numérique

### I Répartition et traitement des interruptions

- I.1 Définir les sources interruptions associées aux différentes tâches respectant l'ordre de priorité.
- I.2 Ecrire le sous-programme assembleur permettant d'initialiser la table des vecteurs d'interruption.
- I.3 Compte tenu de la durée importante de certains messages vocaux stockés en mémoire, la fonction d'interruption ***interrupt void parle(void)*** doit pouvoir être préemptée. Indiquer comment construire cette fonction pour permettre la préemption.
- I.4 Indiquer quel mécanisme permet d'appeler cette fonction d'interruption.

### II Traitement des tâches de fond

Les données HF émises ou reçues sont traitées en tâche de fond selon le principe suivant :

- les émissions et réceptions ne peuvent pas être simultanées (même fréquence de modulation du module HF en émission et en réception : 433 MHz)
- le robot est par défaut en réception en attente d'un ordre de changement de fonctionnement ou de demande de transmission d'une donnée.

- II.1 En utilisant les fonctions données, écrire en langage C le programme de gestion des tâches de fond (on donnera le corps principal du programme)
- II.2 On désire réaliser la fonction ***void transmitbloc(int \*bloc)*** de transmission d'un bloc de données par l'intermédiaire du SCI. Compte tenu de la durée des messages vocaux, un retard perceptible des transmissions apparaît si un message vocal est émis avant l'émission du bloc. Proposer une méthode de transmission par interruption du bloc, associée à ***void transmitbloc(int \*bloc)***.
- II.3 Dans le cas d'un processeur doté de plusieurs canaux DMA, un canal DMA serait utilisé pour la transmission du bloc et l'autre pour l'émission des messages vocaux (restitution à 20kHz synchronisée par timer). Commenter les avantages apportés par le contrôleur DMA.

#### II.4 Indiquer :

- Quelles sont les règles de synchronisation des canaux DMA
- Quels sont les registres à initialiser pour identifier les zones de transfert DMA, et quelle valeur leur affecter dans notre cas
- Comment initier un transfert
- Comment savoir si un transfert est terminé

### III Asservissement de vitesse des moteurs

On étudie ici l'asservissement de vitesse d'un seul moteur. Le moteur est alimenté par un hacheur 4 quadrants commandé par PWM1, 2, 3 et 4. Les fréquences PWM sont fixées à 10 kHz et les temps morts à 2µs. Un codeur incrémental de 250 pas/tour permet d'établir une mesure de la vitesse V. La vitesse mesurée par le codeur est filtrée et amplifiée (Vf) pour s'affranchir de la résolution du codeur et obtenir une expression en tr/mn. La consigne de vitesse est contenue dans une variable Vref réactualisée en tâche de fond uniquement lors de réceptions HF. Pour simplifier la mise en œuvre, on approxime le modèle du moteur par un système du premier ordre avec retard pur :

$$M(p) = \frac{V(p)}{U(p)} = \frac{A \cdot e^{-\tau p}}{1 + T_1 \cdot p} \quad (\text{avec } V(p) \text{ la vitesse et } U(p) \text{ la tension appliquée au moteur}).$$

Le correcteur est un correcteur PI :  $C(p) = k_1 + k_2/p$ .

- III.1 Représenter le schéma de l'asservissement étudié.
- III.2 Ecrire en langage C la fonction **void initADC(void)** d'activation et d'initialisation du CA/N.
- III.3 Ecrire en langage C la fonction **void initEVA(void)** d'activation de l'EVA et d'initialisation de la PWM et du QEP.
- III.4 Ecrire en langage C la fonction **void initEVB(void)** d'activation de l'EVB et d'initialisation de la fréquence d'échantillonnage.
- III.5 La vitesse V est obtenue en mesurant le nombre de pas écoulés entre 2 périodes d'échantillonnage. Traduire en langage C la lecture de la vitesse V.
- III.6 Pour obtenir Vf, on choisit un filtre du premier ordre de fréquence de coupure égale à 50 Hz (à -3dB) et de gain 120. Montrer que la vitesse en sortie du filtre Vf est exprimée en tr/mn.
- III.7 Donner l'expression de la fonction de transfert du filtre entre Vf et V.
- III.8 En déduire l'équation récurrente correspondante.
- III.9 La vitesse étant exprimée en tr/mn, déterminer l'équation récurrente donnant la consigne de tension U à appliquer au moteur en volts.
- III.10 Déterminer l'équation exprimant les registres comparateurs en fonction de U et de E la tension continue en entrée du hacheur.
- III.11 Ecrire en langage C la fonction d'interruption.

### Annexe : Transformées en z

X(s)	x(t)	x(kT) ou x(k)	X(z)
$\frac{1}{s}$	1(t)	1(k)	$\frac{1}{1 - z^{-1}}$
$\frac{1}{s^2}$	t	kT	$\frac{Tz^{-1}}{(1 - z^{-1})^2}$
$\frac{a}{s(s + a)}$	$1 - e^{-at}$	$1 - e^{-akT}$	$\frac{(1 - e^{-aT})z^{-1}}{(1 - z^{-1})(1 - e^{-aT}z^{-1})}$