Université du Québec à Montréal **EMB7000, Introduction aux systèmes embarqués**
Département d'Informatique

Exemple d'examen de mi-session

I. Répondre aux questions suivantes aussi brièvement que possible (10 points) :

a) Expliquer le défi que pose la conception de systèmes embarqués

Exigences souvent contradictoires

b) Citer trois composants communs que l'on trouve dans tous les microcontrôleurs

Microcontrôleur, ports d'e/s, mémoire interne

c) Citer deux différences architecturales majeures entre un microcontrôleur de la famille MSP430 et un de la famille ARM

16 bits versus 32 bits; cependant, ARM possède aussi un mode 16 bits

d) Pourquoi trouve-t-on deux tensions de référence dans certains convertisseurs A/N?

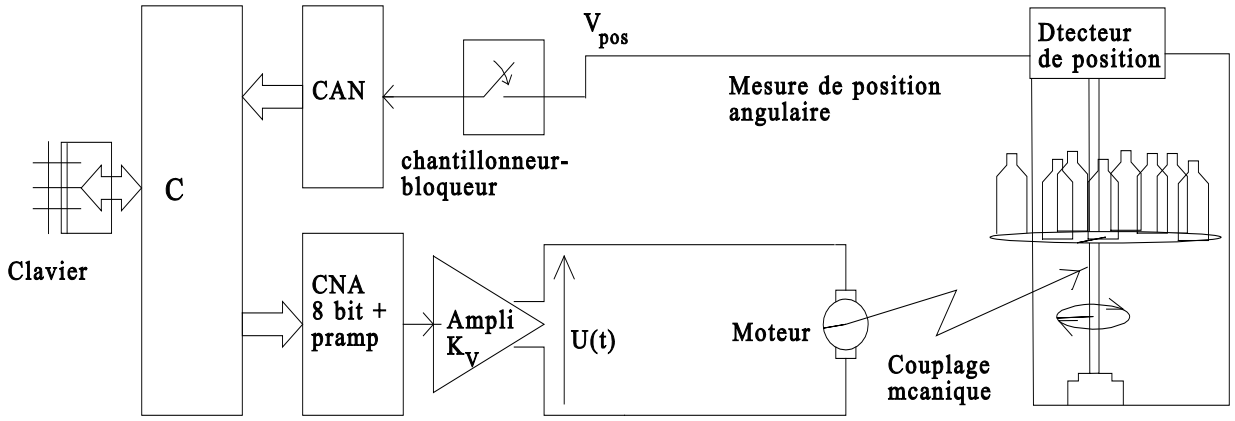
Permettent de régler les tensions correspondant aux codes 0 et 2^n-1

e) Décrire le fonctionnement d'un convertisseur analogique-numérique à rampe

Un compteur incrémente sa valeur de sortie jusqu'à ce que la tension équivalente donnée par un CNA devienne supérieure à la tension d'entrée.

II. Faire le problème suivant : Serveur de bar asservi (25 pts)

Soit le serveur de bouteilles de bar de la figure ci-dessous.



Le système fonctionne comme suit :

1. L'utilisateur entre au clavier un numéro correspondant à une parmi 36 bouteilles disposées sur le plateau de service.
2. Le microcontrôleur détermine une tension de référence, V_{ref}, correspondant à la bouteille demandée.

3. Le microcontrôleur calcule la tension de commande du moteur, u(t), telle que :

$$u(t) = K_p (V_{pos} - V_{ref})$$

Avec K_p : Constante de gain,
V_{pos} : Tension de position actuelle mesurée
V_{ref} : Tension de position de référence

4. Le moteur s'arrête quand la bouteille demandée est positionnée devant l'utilisateur.

Questions

1. Rétroaction (18 pts)

a) Sachant que détecteur de position angulaire est linéaire et que sa tension à pleine échelle, V_{pe}, est de 20.475 v, déterminer le nombre de bits requis pour que la résolution du convertisseur analogique/numérique soit de 5 mv. En déduire la résolution en degrés du système de mesure de position.

$Log_2(20.475/0.005+1)=12$ bits,

$360^o/(2^{12}-1)=0.08^o$

b) En supposant que le convertisseur analogique-numérique utilisé est du type à rampe, que sa fréquence d'horloge est 1 MHz, et que le comparateur de tensions qu'on y retrouve utilise une tension d'hystérésis V_T de 1 mv, calculer le temps de conversion requis pour une tension d'entrée analogique V_A=0.235 v, ainsi que le temps maximum de conversion.

Pour Q= 5 mv, $T_c=(0.235+.001)/5=47.2 \times 1\ \mu s \rightarrow 48\ \mu s$;

$T_{cmax}= (2^{12}-1) \times 1\ \mu s=4095\ \mu s$

c) Discuter de la nécessité d'utiliser l'échantillonneur-bloqueur si on sait que la vitesse de rotation du plateau en mouvement est de .1 tour/s et que le coupleur optique génère un signal dont l'amplitude est proportionnelle à l'angle que fait le plateau par rapport à sa position d'équilibre.

Dans le pire des cas T_c=4095µs et le plateau tourne de $4095\ 10^{-6}$ s x 0.1 tour/s x 360°/tour=0.15 ^{o}. Puisque le détecteur de position angulaire est linéaire, on a à sa sortie $V_m=K\theta$, avec K = 20.475 v/360°=0.057 v/^{o}. Par conséquent on a durant T_c une variation de V_m égale à ΔV_m=0.057 v/^{o} x 0.15^o =8.5 mv > Q=5 mv : E-B requis.

2. Commande du moteur (7 pts)

Le moteur à courant continu évolue sur une plage de tension d'entrée comprise entre ±50 v pour un courant maximum de 5 A. En supposant la disponibilité d'un amplificateur de puissance à gain variable (0-100), proposer un circuit dont la fonction se résume en deux points : 1- conversion numérique/analogique et 2- conversion unipolaire-bipolaire et préamplification éventuelle du signal de commande u(t). Justifier le choix des paramètres au besoin (nombre de bits, gain, tensions de référence, etc...).

Il faut pouvoir distinguer les 36 bouteilles, ce qui demande un compte minimum de 0-35, correspondant à une résolution de 6 bits pour le CNA. Il faut donc convertir l'intervalle [0 35] en l'intervalle [-50 50]. La conversion unipolaire-bipolaire demandée est obtenue par un CNA qui accepte v_{ref-}<0, un réseau de résistances, ou encore un ampli-op avec l'entrée + à v_{max} du CNA/2.

Note : La maîtrise du Français écrit est prise en compte dans le processus d'évaluation