

Polytechnique Montréal

Département de génie informatique et génie logiciel

INF1900: Projet initial de système embarqué

Évaluation écrite du volet technique - session hiver 2020

Lundi 17 février 2020, 18h30

Enseignant : Jérôme Collin, ing., M. Sc. A.

Directives:

- l'évaluation est sur 20 points et est évaluée sur MoodleQuiz;
- la pondération pour la session est de 25%;
- la documentation, le robot et la calculatrice ne sont pas permis;
- il y a toujours un seul choix valide parmi les 5 proposé pour les questions de 1 à 15.  
Ne pas répondre à la question ne fait perdre aucun point. Une bonne réponse donne 1.0 point. Une mauvaise réponse fait perdre 0.2 point;
- la question 16 demande de faire 5 associations. Un point pour chaque bonne association. Aucune perte de point pour une mauvaise association;
- la durée est de 50 minutes.

### Question 1 ( 1 point )

Avec la minuterie (*timer*) 1 du ATmega324PA, on veut générer une interruption de façon répétée à un intervalle de temps fixe. Une affirmation parmi les suivantes ne fait aucun sens par rapport à l'objectif ?

- 1) On pourra très facilement contrôler la vitesse des moteurs reliés au pont en H du robot avec la même minuterie.
- 2) On utilise le mode CTC avec interruption pour y arriver.
- 3) Chose certaine, on n'a pas besoin d'ajuster un cavalier sur la carte mère.
- 4) On placera dans OCR1A ou OCR1B une valeur qui conviendra pour la durée de temps voulu.
- 5) On devra trouver la bonne valeur du préscaleur (prescaler) pour être dans la plage de temps permettant à la minuterie de travailler.

### Question 2 ( 1 point )

L'environnement de programmation sur Linux pour le robot est important, on peut dire que les affirmations suivantes sont vraies, sauf une, laquelle ?

- 1) La commande Linux «code &» permet de démarrer un éditeur en arrière-plan (background).
- 2) La différence entre les commandes «make» et «make install» est que la première compile le code alors que la seconde poursuit plus loin et téléverse (*upload*) l'exécutable sur la carte mère.
- 3) Une commande «git status .» permet de savoir quels fichiers du présent répertoire sont pris en charge par Git et s'ils sont modifiés ou non depuis le dernier «commit» local.
- 4) On doit faire une commande «git add» d'un répertoire vide avant de pouvoir faire d'autres commandes «git add» sur les fichiers qu'on pourra y ajouter par la suite.
- 5) «cd ..» est une commande qui permet de revenir au répertoire parent dans l'arborescence d'un système de fichiers Linux.

### Question 3 ( 1 point ) [ Pour évaluation de la qualité de l'ingénieur 12 ]

Le pont en H permet de faire toutes ces choses sur le robot sauf une qui est fausse, laquelle (une seule réponse):

- 1) On peut facilement inverser le sens de rotation des roues d'un moteur à courant continu avec les signaux appropriés appliqués à ses entrées.
- 2) Permet d'augmenter le courant pour les moteurs à courant continu puisque la carte mère ne peut offrir autant de courant aux moteurs elle-même.
- 3) Offre une interface compatible avec les ports de la carte mère pour les branchements des signaux numériques.
- 4) Permet de partager les mêmes piles pour la carte mère et le pont en H.
- 5) Permet d'isoler électriquement la carte mère des fluctuations de tension propres au fonctionnement des moteurs à courant continu.

#### Question 4 ( 1 point ) [ Pour évaluation de la qualité de l'ingénieur 12 ]

Quelques bonnes pratiques de code avec un ATmega324PA sont nécessaires. Toutes les affirmations qui suivent sont vraies, sauf une, laquelle ?

- 1) Utiliser un masque pour lire uniquement une ou quelques broches d'un port et ignorer les autres peut être nécessaire.
- 2) Utiliser un type énuméré (enum) pour représenter les différents états possibles dans une machine à états finis aide à faire ressortir clairement dans le code les bons concepts.
- 3) Une constante bien définie et bien nommée est préférable à un «chiffre magique» placé dans le code sans qu'on en connaisse la signification.
- 4) Utiliser un «switch-case» pour décrire les passages d'un état à l'autre de la machine de Moore ou la machine de Mealy d'une machine à états finis.
- 5) Utiliser un autre «switch-case» pour diviser les entrées avant traitement dans une machine à états finis.

#### Question 5 ( 1 point )

La transmission série par RS232 repose sur certains principes. Une seule des affirmations suivantes est fausse, laquelle?

- 1) Des bits supplémentaires sont accolés à chaque octet transmis pour s'assurer d'une bonne transmission/réception.
- 2) La vitesse de transmission est ajustable par programmation.
- 3) Il serait possible de relier deux cartes mères utilisées en laboratoire par leurs ports D0-D1 pour réaliser une communication série entre ces cartes.
- 4) Il faut un Makefile avec des options spéciales pour réaliser un programme qui utilise le RS232.
- 5) Comme le RS232 nous permet de communiquer avec un PC, on peut afficher le contenu d'une variable d'un programme tournant sur la carte mère et donc avoir un moyen de déboguer notre code.

#### Question 6 ( 1 point )

L'architecture du ATmega324PA présente des caractéristiques intéressantes. Parmi celles ci-dessous, une ne fait aucun sens, laquelle ?

- 1) Il y a 32 registres de base de 8 bits qui peuvent servir d'entrées à l'unité arithmétique et logique (ALU).
- 2) Il y a 3 minuteries, dont une de 16 bits alors que les deux autres sont de 8 bits.
- 3) Le ATmega324PA a une unité de calcul parallèle en point flottant.
- 4) Il y a deux mémoires plus importantes que les autres: la flash contient le programme et la RAM contient les données.
- 5) Un bus interne de 8 bits permet de relier la partie processeur aux périphériques.

### Question 7 ( 1 point ) [ Pour évaluation de la qualité de l'ingénieur 12 ]

Les 4 ports du ATmega324PA ont certaines caractéristiques. Toutes les affirmations suivantes sont vraies, sauf une, laquelle ?

- 1) On peut changer à tout moment dans un programme la direction (entrée ou sortie) de chacun des signaux d'un port.
- 2) On peut avoir des broches d'un port qui sont accaparées par un périphérique interne (USART, minuterie, ...) pour échanger avec l'extérieur lorsque ce périphérique est activé par le programme.
- 3) Une broche d'un port fournit assez de courant pour allumer une diode électroluminescente (DEL), mais pas assez pour faire tourner les moteurs du robot.
- 4) Vcc et GND font partie d'un port du microcontrôleur.
- 5) Les «broches» physiques de la carte mère débutent leur numérotation à 1 alors que les «ports» dans le code C/C++ débutent leur numérotation à 0.

### Question 8 ( 1 point )

Voici quelques aspects à propos du PWM (*Pulse Width Modulation*). Toutes les affirmations qui s'y rapportent sont vraies, sauf une, laquelle ?

- 1) Un PWM de 100% est un signal constant à 5 Volts sur le robot.
- 2) La fréquence du signal PWM n'est pas sa caractéristique la plus importante, mais plutôt le ratio du temps passé au niveau haut par rapport à la période totale de l'onde.
- 3) On doit augmenter le temps passé au niveau haut du signal PWM si on veut faire avancer les roues plus rapidement.
- 4) Le PWM généré de manière matérielle demande l'utilisation d'une minuterie et d'interruptions pour être mis en place.
- 5) Souvent, on aura un signal de direction sur une broche adjacente à la broche de sortie d'une onde PWM pour faciliter le branchement au pont en H avec les fils sertis en laboratoire.

### Question 9 ( 1 point ) [ Pour évaluation de la qualité de l'ingénieur 2 ]

Le code d'un programme devant gérer des interruptions devrait comprendre tous les éléments suivant, sauf un qui est inapproprié, lequel ?

- 1) S'assurer de ne pas placer le programme dans une situation où on peut recevoir des interruptions tant que l'initialisation n'est pas complétée.
- 2) S'assurer d'avoir une routine ISR pour chaque type d'interruption à prendre en charge.
- 3) Faire un réglage pour que les interruptions désirées soient bien prises en charge.
- 4) Il y a toujours un cavalier (*jumper*) de la carte mère associé à une interruption et il doit être bien en place sur la carte mère.
- 5) Déterminer ce que la partie principale du code doit obtenir comme information des interruptions reçues et possiblement prévoir des variables globales pour contenir ces informations.

### Question 10 ( 1 point ) [ Pour évaluation de la qualité de l'ingénieur 2 ]

Que vaut la variable `result` à la fin des opérations suivantes:

```
uint16_t result = 4 ;  
result = ( 0xF0 >> result ) | ( ( ~result ) && 0xC3 ) ;  
result = ~ result ;
```

- 1) `result = 0xFFFF`
- 2) `result = 0xF0`
- 3) `result = 0xFF00`
- 4) `result = 0xFFFF`
- 5) `result = 0xFE`

### Question 11 ( 1 point )

Voici un début de code pour ajuster la minuterie `timer1` du `Atmega324PA`. Les affirmations qui suivent sont toutes vraies, sauf une, laquelle ?

```
void partirMinuterie ( uint16_t duree ) {  
    minuterieExpiree = 0;  
    TCNT1 = 'modifier ici' ;  
    OCR1A = duree;  
    TCCR1A = 'modifier ici' ;  
    TCCR1B = 'modifier ici' ;  
    TCCR1C = 0;  
    TIMSK1 = 'modifier ici' ;  
}
```

- 1) Toutes les valeurs à gauche du signe d'égalité correspondent à des registres du microcontrôleur sauf `minuterieExpiree` qui est une variable du programme.
- 2) On peut ajuster les sorties `OC1A` et `OC1B` en précisant des valeurs dans `TCCR1A`, `B` ou `C`.
- 3) `OCR1B` n'est pas initialisé ce qui est une erreur évidente et dangereuse.
- 4) C'est en ajustant ce code qu'on sélectionne le mode d'opération de la minuterie (`CTC`, `Fast-PWM`, etc).
- 5) `TIMSK` contrôle surtout le type d'interruption que l'on souhaite de la minuterie.

### Question 12 ( 1 point )

Le `RS232` est un protocole utilisé sur la carte mère. Les affirmations qui suivent sont toutes vraies, sauf une, laquelle ?

- 1) On utilise serieViaUSB comme programme du côté PC pour contrôler la réception ou l'envoi.
- 2) On peut désirer ou non avoir un bit de parité et 1 ou 2 stop bits.
- 3) La transmission se fait sur un fil (Tx) et la réception sur un autre (Rx) qui se trouvent sur les deux premiers bits sur port D du ATmega324PA.
- 4) On transmet le plus souvent 8 bits à la fois avec ce protocole.
- 5) Le protocole sert à lire le contenu de la mémoire I2C externe au ATmega324PA.

### **Question 13 ( 1 point ) [ Pour évaluation de la qualité de l'ingénieur 2 ]**

La source de tension au laboratoire vous indique par une petite DEL qui tourne au rouge plutôt que d'être verte que vous avez dépassé le courant auquel on lui demande de fonctionner. Toutes ces actions pourraient devoir être effectuées pour trouver le problème, sauf une, laquelle ?

- 1) Vérifier qu'un objet comme une règle en métal n'est pas en train de causer un bête court-circuit évident entre Vcc et GND sur le robot.
- 2) Désactiver la sortie active (*output enable*) de la source pour éviter d'alimenter le circuit inutilement tout en regardant la valeur maximale de courant à laquelle la source a été réglée pour le canal. Il se pourrait que celui-ci soit trop bas et qu'on doive tout simplement le rajuster à une valeur un peu plus élevée.
- 3) Diminuer le voltage jusqu'à ce que le problème disparaisse.
- 4) Utiliser le multimètre pour chercher où pourrait se trouver le problème de court-circuit.
- 5) Débrancher les fils qui relient les ports de la carte mère à d'autres composantes pour voir si le court-circuit ne vient pas d'un mauvais fil ou d'un mauvais branchement.

### **Question 14 ( 1 point ) [ Pour évaluation de la qualité de l'ingénieur 2 ]**

Le mécanisme d'interruption nécessite plusieurs aspects pour se concrétiser. On peut affirmer que tous ces énoncés sont vrais, sauf un, lequel ?

- 1) Il faut un support matériel qui dépend grandement du processeur ou du microcontrôleur.
- 2) Le nombre et le type d'interruptions possibles sont bien connus et complètement documentés pour le ATmega324PA.
- 3) Il appartient au programmeur de prévoir à quel moment son code est sensible aux interruptions ou non et de choisir quelles interruptions il veut gérer.
- 4) Deux routines ISR peuvent s'exécuter en parallèle lorsqu'on reçoit deux interruptions simultanément.
- 5) Si on doit échanger de l'information entre une routine d'interruption et le déroulement normal d'un programme, le recours aux variables globales est pratiquement inévitable.

**Question 15 ( 1 point ) [ Pour évaluation de la qualité de l'ingénieur 12 ]**

Une des affirmations suivantes n'est pas vraie concernant un conflit dans un «git push» dans la branche «master», laquelle ?

- 1) Ce conflit apparaît parce que je n'ai pas fait de «git pull» tout juste avant pour intégrer les modifications effectuées par d'autres dans mon compte.
- 2) Travailler dans une branche de Git permet d'éviter ce genre de problème même si c'est moins pour les débutants et nécessite une meilleure maîtrise de Git.
- 3) Mieux communiquer avec les gens de l'équipe pour savoir si d'autres travaillent dans les mêmes fichiers aurait aidé à prévenir ce problème, sans nécessairement pouvoir éliminer ce risque complètement.
- 4) Une fois le conflit réglé, un autre «git commit», réussi cette fois-ci, devra être suivi d'un «git push» sans trop tardé.
- 5) Attendre le plus possible pour faire de plus gros «commit» tous ensemble en équipe pour mieux documenter le code.

### Question 16 (5 points)

Pour chacun des cinq énoncés, de A à E tout au bas (1 point chacun), associer le bon numéro en choisissant parmi les choix proposés. Bien inscrire le numéro au bas.

#### Choix possibles:

- |                        |   |
|------------------------|---|
| 1 – PINx               | 11 – TCCR1x                                       |
| 2 – Interruption       | 12 – DbgEn  |
| 3 – MemEn              | 13 – ATmega8                                      |
| 4 – OC1A               | 14 – PORTx  |
| 5 – IntEn              | 15 – MemDbg                                       |
| 6 – Waveform Generator | 16 – volatile                                     |
| 7 – INT0               | 17 – _delay_ms                                    |
| 8 – ATmega324PA        | 18 – DDRx   |
| 9 – uint16_t           | 19 – Logique de contrôle ( <i>Control Logic</i> ) |
| 10 – uint8_t           | 20 – PC ( <i>Program Counter</i> )                |

A) Signal devant entrer obligatoirement sur le port D2 :

\_\_\_\_\_

B) Là où se trouve le convertisseur USB-Série sur la carte mère : \_\_\_\_\_

C) Type d'une variable devant représenter l'adresse d'un octet lorsqu'on utilise la mémoire I2C sur la carte mère :

\_\_\_\_\_

D) Cavalier de la carte mère pour l'utilisation de la mémoire I2C :

\_\_\_\_\_

E) Registre précisant la direction des entrées/sorties : \_\_\_\_\_