

Polytechnique Montréal

Département de génie informatique et génie logiciel

INF1900: Projet initial de système embarqué

Évaluation individuelle sur Moodle

session automne 2022

Mardi 18 octobre 2022, 18h30

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

Directives:

- l'évaluation est sur 20 points et est évaluée sur Moodle;
- la pondération pour la session est de 25%;
- il y a toujours un seul choix valide parmi les cinq proposés 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) [Pour évaluation de la qualité de l'ingénieur 12]

En ayant recours à certains périphériques internes au microcontrôleur ATmega324PA, il peut y avoir un impact sur des portions de ports utilisés. Quelle est l'affirmation fausse parmi les suivantes ? :

- 1) En utilisant l'interruption externe 0 (int0), on doit utiliser le port D2 (broche 3 du port D).
- 2) En utilisant la mémoire externe avec le protocole I2C, on doit utiliser C0 et C1.
- 3) En utilisant le protocole RS232 et le USART0, on utilise nécessairement D0 ET D1.
- 4) En générant du PWM matériel avec la minuterie timer1, on utilise D4 ou D5 (broches 5 et 6 du port D) ou les deux.
- 5) En utilisant la Del libre de la carte mère, on doit utiliser B0 et B1.
- 6***) Je préfère ne pas répondre à la question pour éviter une perte de point.

Note: Choix possible qui revient systématiquement dans toutes les autres questions dans cette évaluation même s'il n'est pas répété ici inutilement. Il est toujours ajouté sur Moodle Examen pour les questions de 1 à 15 inclusivement.

Question 2 (1 point)

Concernant l'alimentation de la carte mère. Une seule de ces affirmations est fausse, laquelle ?

- 1) Brancher la carte mère au PC par câble USB permet de programmer la carte, mais aussi de l'alimenter.
- 2) Un connecteur noir de 2.5mm, à côté du connecteur USB, permet d'alimenter la carte mère par pile ou par une source de tension.
- 3) Une tension d'entrée de 9 volts, par exemple, sera abaissée pour que le reste de la carte fonctionne à tension constante de 5 volts.
- 4) On a des connecteurs sur le robot pour alimenter facilement à la fois le pont-en-H et la carte mère avec un seul câble.
- 5) La del (diode électroluminescente) d'état est associée au ATmega8 et elle n'est donc pas allumée si la carte n'est pas alimentée par câble USB.

Question 3 (1 point)

Le RS232 est un moyen de communication avec plusieurs limitations, mais qui reste très simple et peu coûteux à utiliser. Toutes les affirmations suivantes sont vraies, sauf une, laquelle ?

- 1) Généralement, on contrôle le flot de données en RS232 par scrutation plutôt que par interruption. C'est le cas en laboratoire.
- 2) On peut ajuster le nombre de bits des données (souvent 8), le nombre de *stop bits* (souvent 1) et l'utilisation ou non du bit de parité (souvent aucun - *None*), mais il faut absolument un *start bit* (bit de départ) sans qu'on puisse configurer cet aspect.
- 3) On peut utiliser le RS232 pour l'envoi ou la réception de données ou les deux. Par contre, si les deux sont utilisés, la réception et l'envoi se font un après l'autre, car les registres qui servent à la réception sont les mêmes que ceux qui servent à l'envoi, ce qui ralentit la communication.
- 4) Le USART0 du ATmega324PA communique avec le USART du ATmega8 sur la carte mère utilisée en laboratoire.
- 5) Le programme serieViaUSB est utilisé sous Linux pour la réception et l'envoi de données RS232 de et vers la carte mère.

Question 4 (1 point)

Pour compiler du code jusqu'à maintenant dans le projet, on doit faire certaines opérations et ajuster certains paramètres. Qu'est-ce que l'on peut affirmer à propos de ce code qui est faux (une seule réponse) ?

- 1) La commande «make install» par rapport à la commande «make» fait que l'exécutable, s'il n'y a pas d'erreurs de compilation, est en plus téléchargé dans la mémoire flash du ATmega324PA.
- 2) Un «make clean» détruit les fichiers générés par la compilation et qu'on ne veut pas placer sous Git en général.
- 3) Il faut ajouter un nom de fichier dans le Makefile pour qu'il soit compilé.
- 4) On doit placer le Makefile sous Git en général.
- 5) On ajoute toujours un fichier .h au Makefile pour le compiler.

Question 5 (1 point)

Le phénomène de rebond peut sournoisement altérer la fiabilité du comportement du système à microcontrôleur et son logiciel de contrôle. Un seul élément parmi les suivants est faux, lequel ?

- 1) Un cavalier (*jumper*) aide à contrôler le phénomène de rebond.
- 2) Le phénomène de rebond est dû à la nature flexible et métallique des pièces qui entrent en contact lorsqu'on appuie sur un bouton-poussoir mécanique.
- 3) Un délai, au niveau logiciel, est généralement utilisé pour contrer le phénomène de rebond.
- 4) Un rebond peut se produire peu importe le port A, B, C ou D utilisé en entrée.

5) Le phénomène de rebond se produit qu'on utilise des interruptions ou de la scrutation.

Question 6 (1 point) [Pour évaluation de la qualité de l'ingénieur 2]

En programmant du code pour des interruptions, il faut prendre certaines dispositions importantes. Un seul élément parmi les suivants est faux, lequel ?

- 1) Le plus important paramètre d'une routine d'interruption sert à identifier le type d'interruption que cette routine ISR doit prendre en charge.
- 2) La valeur de retour (*return value*) d'une interruption permet à la suite du déroulement du code d'obtenir de l'information sur la gestion de l'interruption par la routine ISR.
- 3) Il est tout à fait possible pour un programme de recevoir une seule interruption d'un type donné durant son existence comme il est aussi possible d'en recevoir une grande quantité. Tout dépend de la nature de l'application prévue et la gestion qu'on veut en faire.
- 4) Les procédures cli() et sei() sont souvent utilisées en paire pour définir une portion de code durant laquelle on ne veut pas recevoir d'interruptions.
- 5) Une routine ISR est appelée par le matériel et, à lire le code, on ne voit jamais cette fonction appelée explicitement.

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

La qualité du code est un aspect important de la programmation. Toutes les affirmations suivantes sont vraies, sauf une, laquelle ?

- 1) Il faut éviter que les lignes de code soient trop longues.
- 2) La forme « while (true) » devrait être utilisée pour les boucles infinies.
- 3) On recommande une indentation de 8 caractères.
- 4) Les noms doivent être tous en anglais ou tous en français.
- 5) Les variables devraient être gardées vivantes le moins longtemps possible.

Question 8 (1 point) [Pour évaluation de la qualité de l'ingénieur 2]

Il est important de pouvoir générer du PWM de façon matérielle pour le contrôle des moteurs à courant continu du robot. On peut le faire avec le ATmega324PA à partir du squelette de code suivant. Toutes les affirmations qui s'y rapportent sont vraies, sauf une, laquelle ?

```
void ajustementPwm ( 'modifier ici' ) {  
    // mise à un des sorties OC1A et OC1B sur comparaison  
    // réussie en mode PWM 8 bits, phase correcte  
    // et valeur de TOP fixe à 0xFF (mode #1 de la table 16-5  
    // page 130 de la description technique du ATmega324PA)  
    OCR1A = 'modifier ici' ;  
    OCR1B = 'modifier ici' ;  
  
    // division d'horloge par 8 - implique une fréquence de PWM fixe  
    TCCR1A = 'modifier ici' ;  
    TCCR1B = 'modifier ici' ;  
    TCCR1C = 0;  
}
```

- 1) OCR1A et OCR1B sont réellement responsables de l'établissement du pourcentage de PWM en sortie.
- 2) La valeur de TOP à 0xFF indique que cette minuterie en est une de 8 bits et TCNT1 est donc un registre de 8 bits.
- 3) Ce code ne génère aucune interruption.
- 4) Les registres TCCR1A, B et C communiquent réellement au matériel comment la minuterie doit opérer.
- 5) La division d'horloge par 8 demandée ici pourrait être ajustée à une valeur plus élevée pour avoir une fréquence du ou des signaux PWM plus basse si la situation le demandait.

Question 9 (1 point)

Pour réaliser une conversion analogique/numérique avec la carte mère utilisée en laboratoire, il faut bien prévoir les paramètres à ajuster. Toutes les affirmations qui s'y rapportent sont vraies, sauf une, laquelle ?

- 1) Ajuster la valeur de la référence analogique Aref correctement en ajustant le potentiomètre avec un tournevis et un multimètre.
- 2) Relier une des entrées du port A pour lire la valeur de voltage désirée et être conséquent dans le code pour lire de la broche correspondante.
- 3) Lire des données sur 16 bits du périphérique interne au ATmega324PA en sachant que seulement 10 bits sont significatifs.
- 4) Envoyer obligatoirement les valeurs lues par RS232 au PC.
- 5) Le réglage des registres du convertisseur peut se faire dans une classe C++ qui encapsule les opérations les plus complexes sans exposer cette configuration du matériel au code

d'application.

Question 10 (1 point)

En langage C/C++, quel est la valeur de la variable `result` à la fin en hexadécimal ?

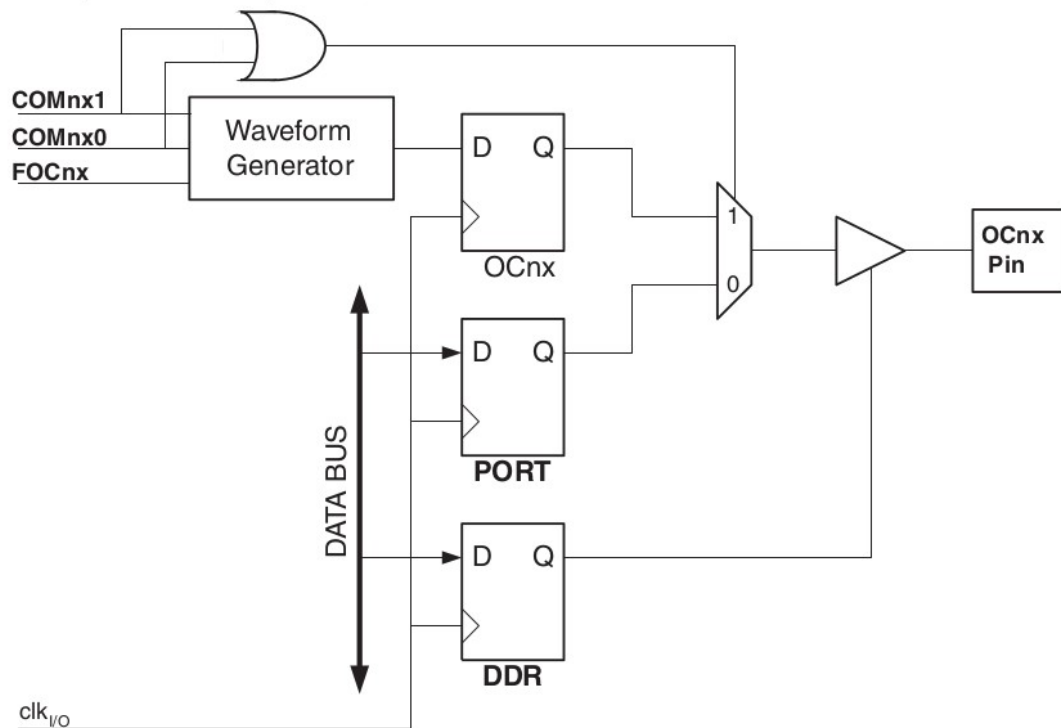
```
uint16_t result = 0x03C0 >> 2 ;  
result |= 0x3030 ;  
result = ( ~result ) & 0xFF ;
```

- 1) 0x000F.
- 2) 0xCF0F.
- 3) 0xFCF0.
- 4) 0x00CF.
- 5) 0xCFFF.

Question 11 (1 point) [Pour évaluation de la qualité de l'ingénieur 2]

En vous référant à la figure suivante, identifier l'affirmation qui est fausse ?

Figure 16-5. Compare Match Output unit, schematic.



- 1) Un signal PWM généré matériellement peut sortir sur la broche OCnx sous certaines conditions.
- 2) L'usage normal du port est possible (assignation de PORTx avec résultat visible en sortie) sous certaines conditions.
- 3) L'usage de PINx n'est pas illustré sur la figure, mais est aussi possible sous certaines conditions.
- 4) La sortie de la bascule DDR contrôle un tampon 3 états (*tri-state buffer*).
- 5) COMnx1, COMnx0 et FOCnx sont connectés directement au registre d'instruction (*instruction register – IR*) du CPU du ATmega324PA.

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

La mémoire externe EEPROM de la carte mère présente certaines caractéristiques importantes. Les affirmations qui suivent sont toutes vraies, sauf une, laquelle ?

- 1) Il s'agit d'une mémoire série.
- 2) Le protocole I²C (ou TWI) est utilisé pour communiquer avec la mémoire.
- 3) Cette mémoire est externe au ATmega324PA ce qui fait qu'on peut la remplacer dans le système tout en conservant en place le microcontrôleur ATmega324PA.
- 4) Un cavalier sur MemEN doit être en place sur la carte mère pour utiliser la mémoire.
- 5) La mémoire est connectée directement au bus des données du ATmega324PA.

Question 13 (1 point)

Le mécanisme d'interruption est très flexible avec le ATmega324PA. Toutes ces affirmations qui se rapportent à son fonctionnement sont vraies, sauf une, laquelle ?

- 1) L'utilisation des interruptions fait qu'il devient impossible d'utiliser la scrutation comme mécanisme de synchronisation dans un même programme.
- 2) On doit écrire dans le code autant de procédure ISR() que de types d'interruptions différentes qu'on doit prendre en charge dans l'application donnée.
- 3) L'ajustement de divers registres de configuration permet d'ajuster le matériel du microcontrôleur pour sélectionner les interruptions souhaitées.
- 4) Une variable globale utilisée dans une routine d'interruption et le reste du code appelée par le «main» a avantage à avoir le qualificatif C++ «volatile».
- 5) Les divers types d'interruptions possibles sur le ATmega324PA sont connues et documentées par le manufacturier.

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

Les appareils de laboratoire aident énormément à la mise au point en laboratoire avec le robot. Une situation parmi les suivantes ne fait aucun sens, laquelle ?

- 1) La carte mère fonctionne bien, mais on veut utiliser le mode test de continuité du multimètre pour vérifier la connexion entre Vcc et GND. Un signal sonore devrait se faire entendre.
- 2) On utilise le bouton *auto-scale* de l'oscilloscope pour régler l'appareil de façon à évaluer le pourcentage de PWM en sortie d'un port de la carte mère avec une sonde numérique.
- 3) On veut savoir si l'instruction C++ « `PORTA = 0x01;` » a produit un 1 sur la première broche du port A avec le multimètre et le mode de mesure de tension continue.
- 4) Il peut arriver que la source de tension au laboratoire indique la valeur de tension beaucoup plus faible que celle à laquelle on l'avait réglée avant d'appuyer sur « Output Enable ». On constate aussi que la carte mère ne semble pas alimentée même si elle est branchée à la source de tension. On doit soupçonner un court-circuit dans cette situation.
- 5) La source de tension indique une valeur de courant inférieure à celle réglée avant un appui sur « Output Enable ». C'est normal, car la source indique la valeur de courant qu'elle produit réellement en ce moment, et non plus la valeur maximale de courant qu'on avait permis à la source de fournir au montage.

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

Git peut s'utiliser avec les commandes Linux de base. Une des affirmations suivantes n'est pas vraie, laquelle ?

- 1) On recommande fortement de faire de petits «git commit» souvent pour conserver un bon historique de versions avec chacun une caractéristique du code bien séparée des autres.
- 2) La réussite de la commande «git clone» permettra de créer un répertoire qui est le nom de notre entrepôt et ce répertoire contiendra un autre répertoire appelé .git, utilisé par Git pour ses opérations et qu'on ne doit pas modifier manuellement nous-mêmes.
- 3) On pense avoir fait une commande «git add» sur un fichier, mais on n'en est pas certain. Une commande «git status» sur ce fichier permettra de le déterminer assurément.
- 4) Une commande «git check» permet de facilement vérifier à l'avance qu'on aura pas de conflit en mettant éventuellement à jour notre entrepôt local avec une commande «git pull».
- 5) Tant qu'un «git push» n'a pas été fait, mes changements ne sont pas visibles aux autres avec qui je partage un entrepôt Git.

Question 16 (5 points)

Pour chacun des cinq énoncés, associer le bon terme en choisissant parmi les choix proposés.

Choix possibles:

- | | |
|---------------------|------------------------------|
| 1 – Xtal | 11 – Connecteur IDC |
| 2 – DDRC | 12 – enum class |
| 3 – DbgEN | 13 – PWM |
| 4 – ls -a | 14 – switch case |
| 5 – cd | 15 – uint16_t |
| 6 – F_CPU | 16 – vscode |
| 7 – Program Counter | 17 – mkdir |
| 8 – ms-editor & | 18 – code . & |
| 9 – ALU | 19 – #include <util/delay.h> |
| 10 – uint8_t | 20 – Instruction Register |

A) Utilisé pour représenter les états d'une machine à états finis logicielle : _____

B) Doit être défini en accord avec la fréquence d'horloge du microcontrôleur AVR : _____

C) Commande Linux permettant de créer un répertoire : _____

D) Reçoit directement des valeurs des 32 registres de base du ATmega324PA : _____

E) Démarre l'éditeur VS Code sous Linux en ligne de commande : _____