

Polytechnique Montréal

Département de génie informatique et génie logiciel

INF1900: Projet initial de système embarqué

Évaluation individuelle sur Moodle Examen

Session hiver 2024

Vendredi 16 février 2024, 18h30

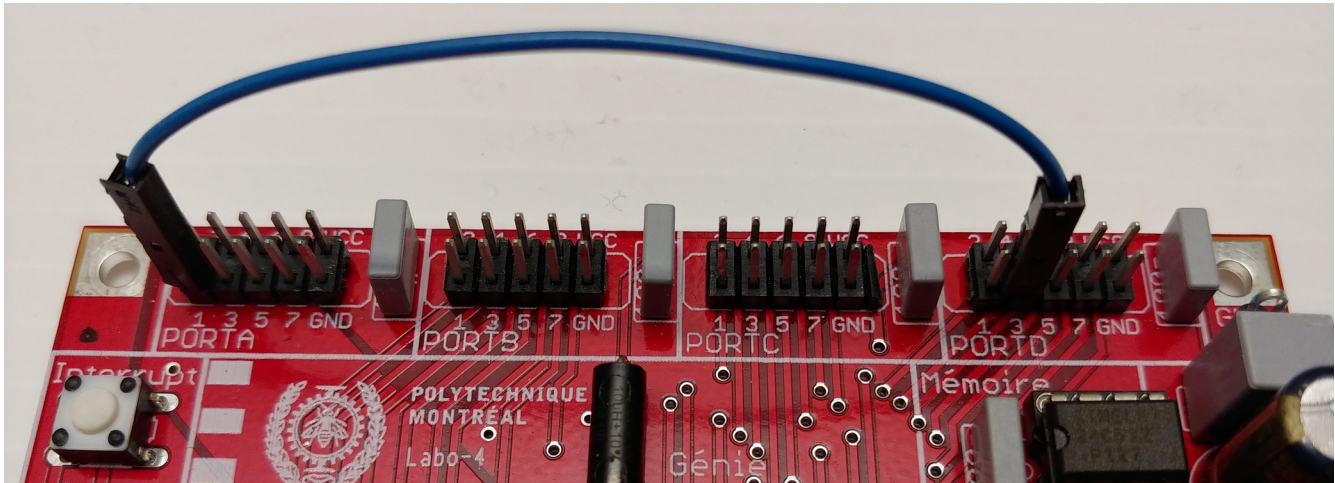
Enseignant : Jérôme Collin, ing., M. Sc. A.

Directives:

- l'évaluation est sur 20 points et est évaluée sur Moodle;
- 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 2]

En vous référant à la figure suivante où un fil relie la première broche du port A (A0) à la 3ème broche du port D (D2) . Quelle est l'affirmation fausse parmi les suivantes? :



- 1) Ce branchement va créer une situation de court-circuit évidente. On peut la mettre en évidence directement avec un test de continuité d'un multimètre entre Vcc et la masse (GND) avant même la mise sous tension de la carte mère.
- 2) Une instruction d'écriture sur le port A peut provoquer une interruption sur int0 si D2 est en entrée même si le cavalier IntEn est retiré.
- 3) On peut théoriquement détecter un rebond du bouton-poussoir usager connecté sur le port D2, mais établir la procédure d'anti-rebond avec des lectures sur A0 puisqu'ils sont reliés.
- 4) A0 et D2 doivent avoir des valeurs de direction (valeurs de DDR autrement dit) opposées. Si A0 est en sorti, D2 doit être en entrée et vise-versa. Si A0 est en sortie, par contre, il faut aussi retirer le cavalier (*jumper*) IntEn associé au bouton-poussoir.
- 5) Déconnecter le fil sur A0 et le relier à une sonde d'un multimètre pour mesurer le voltage permet de vérifier que le bouton-poussoir de la carte mère fonctionne bien. Il faut que l'autre sonde du multimètre soit à la masse (*ground*) et que le cavalier IntEN soit en place. Sans appui, on devrait avoir zéro volt. Avec appui, on devrait avoir 5 volts.
- 6***) Je préfère ne pas répondre à la question pour éviter une perte de 0,2 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.

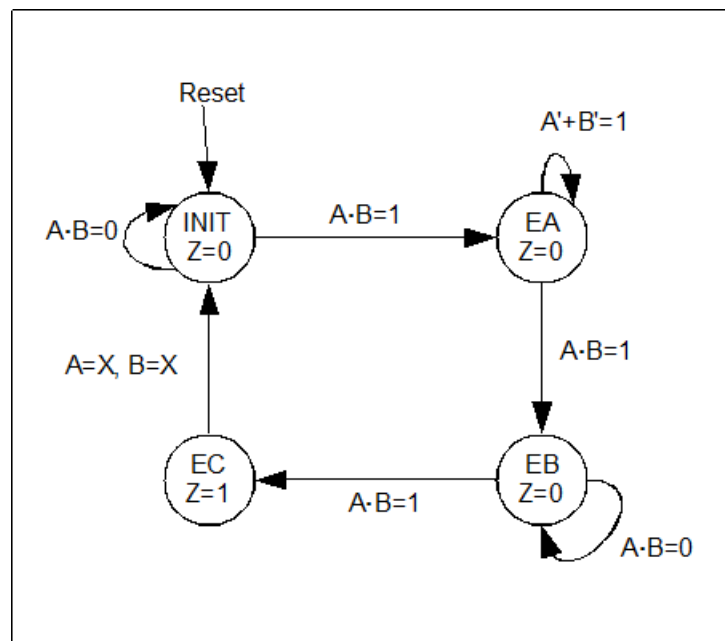
Question 2 (1 point)

Il faut bien connaître certains aspects du robot utilisé en laboratoire. Une seule des affirmations suivantes est fausse, laquelle ?

- 1) Il y a deux réceptacles à piles AA, un sur le dessus de la base du robot en PVC et l'autre sous le dessous. Ces piles alimentent uniquement le circuit du pont-en-H.
- 2) On peut alimenter la carte mère par un câble USB ou en plaçant une tension entre 7 et 13 volts dans le connecteur femelle noir de 5.5 mm (diamètre extérieur) tout juste à côté du connecteur USB.
- 3) Le circuit du pont-en-H contient, en fait, deux ponts-en-H, un pour contrôler la roue motrice arrière gauche et l'autre pour celle de droite.
- 4) Un câble serti de connecteurs Molex assemblés en laboratoire doit être utilisé pour relier les masses de la carte mère et du circuit du pont-en-H.
- 5) Les borniers verts du circuit du pont-en-H sont des connecteurs permettant de fournir les tensions/courants aux moteurs sous le robot.

Question 3 (1 point)

La figure suivante représente une machine à états finis qu'on désire implémenter d'une façon logicielle de manière très structurée. Toutes les affirmations suivantes qui s'y rattachent sont vraies, sauf une, laquelle?



- 1) Cette machine en est une de Moore.
- 2) Dans le code, on devra utiliser un «switch-case» pour établir, selon les différents états actuels possibles, la valeur de la sortie Z.
- 3) La variable représentant l'état initial doit impérativement avoir la valeur zéro.
- 4) Un type énuméré (enum ou enum class) devra être codé pour contenir une liste représentant les 4 états de cette machine.
- 5) Dans le code, on devra utiliser un «switch-case» pour établir clairement la façon dont on passe d'un état à un autre (de l'état présent à l'état suivant).

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

Un bon sertissage des fils avec les connecteurs Molex est important pour la suite du projet. Qu'est-ce que l'on peut affirmer à propos de cette opération réalisée en laboratoire qui est faux (une seule réponse) ?

- 1) Un petit crochet doit ressortir par une ouverture sur le dessus du connecteur Molex noir pour retenir le fil à l'intérieur du connecteur.
- 2) Une paire de pinces spécialisée doit être utilisée pour compléter l'opération de sertissage correctement.
- 3) Il faut dénuder le bout d'un fils sur environ 3 mm pour débuter l'opération.
- 4) Le morceau métallique à sertir au bout d'un fil est constitué de deux paires de languettes, la première se resserre sur la partie gainée (en plastique souple) du fil alors que la seconde doit se refermer sur la partie dénudée métallique.
- 5) Une même extrémité de câble de deux fils peut avoir à la fois un connecteur mâle et un connecteur femelle.

Question 5 (1 point) [Pour évaluation de la qualité de l'ingénieur 2]

L'établissement des interruptions avec les microcontrôleurs de la série AVR nécessite une programmation soigneuse. Une affirmation parmi les suivantes est fausse, laquelle ?

- 1) Pour chaque interruption à prendre en charge, on doit avoir un identificateur unique, comme par exemple, `int0_vect`, tiré de la documentation `AVRLibC`.
- 2) Il y a des registres à ajuster, comme par exemple *External Interrupt Mask* (EIMSK), pour permettre les types d'interruption désirés.
- 3) On doit écrire du code de qualité qui montre les appels aux routines ISR de façon claire et précise.
- 4) Une variable globale utilisée dans une routine d'interruption devrait être déclarée `volatile`.
- 5) L'établissement d'une forme d'interruption permet généralement d'éviter la scrutation et ses limitations.

Question 6 (1 point)

La minuterie 1 (*timer 1*) du ATmega324PA présente une bonne souplesse d'utilisation et de configuration dans diverses situations de contrôle. Un seul élément parmi les suivants est faux, lequel?

- 1) On peut recevoir des interruptions ou générer du PWM en sortie avec la minuterie et de différentes façons (modes) possibles.
- 2) La division d'horloge du *prescaler* est connectée directement au module *Waveform Generator* (WG).
- 3) Si on désire générer du PWM en sortie pour alimenter le circuit du pont-en-H du robot, placer des valeurs différentes dans les registres OCR1A et OCR1B fera, en théorie, tourner le robot d'un côté ou de l'autre.
- 4) La configuration de la minuterie dépend des valeurs placées dans les registres TCCR1A, TCCR1B principalement.
- 5) Comme le registre TCNT1 est connecté au bus des données, on peut le lire, et même l'utiliser pour une stratégie de scrutation à la rigueur.

Question 7 (1 point)

Un oscilloscope est un appareil de laboratoire très utile. Toutes les affirmations suivantes concernant le modèle Agilent utilisé au L-3818 sont vraies, sauf une, laquelle ?

- 1) Il y a deux modes, et deux types de sondes, numériques et analogiques.
- 2) On peut mettre une sonde sur un des ports de la carte mère utilisée en laboratoire et visualiser 8 signaux simultanément.
- 3) La commande «auto-scale» permet de demander à l'oscilloscope de déterminer par lui-même ce qu'il lui semble la meilleure disposition des signaux à l'écran.
- 4) L'appareil peut lui-même évaluer la fréquence d'une onde PWM lorsque l'onde est mesurée.
- 5) L'oscilloscope ne mesure jamais la tension, il faut utiliser le multimètre pour y arriver.

Question 8 (1 point)

La puce ATmega324PA et la carte mère utilisée en laboratoire présentent des caractéristiques spécifiques. Toutes les affirmations qui s'y rapportent sont vraies, sauf une, laquelle ?

- 1) La puce ATmega324PA possède 40 broches dont 32 sont pour les ports d'entrées/sorties.
- 2) La puce ATmega324PA fonctionne à 8 MHz puisqu'elle tire son signal d'horloge du cristal tout juste plus bas sur la carte mère.
- 3) La mémoire I²C externe est une puce de 8 broches reliée à la puce ATmega324PA par les broches C0 et C1 de cette dernière.
- 4) La carte, lorsqu'alimentée par USB, fait prendre à la DEL d'état une couleur verte pour montrer l'activité du ATmega8. Cette DEL tourne au rouge lorsque la carte se voit programmée par la commande «make install» avec Linux.
- 5) La carte mère et le ATmega324PA fonctionnent à une tension de 3.3 volts.

Question 9 (1 point) [Pour évaluation de la qualité de l'ingénieur 12]

On insiste sur des règles de qualité du code. Toutes les affirmations sur les règles qui suivent sont vraies, sauf une qui est fausse, laquelle ?

- 1) Le nom des constantes doit être en majuscules avec une séparation par le caractère souligné «_» entre chaque mot.
- 2) Il faut éviter que les lignes de code soient trop longues (on essaie de ne pas dépasser 80 colonnes).
- 3) La forme while (true) devrait être utilisée pour les boucles infinies.
- 4) Le nom des variables doit commencer par une lettre minuscule, être écrit en minuscules, mais comporte une majuscule à chaque changement de mot.
- 5) En général, une instruction «switch-case» devrait s'écrire sur une seule ligne.

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

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

```
uint8_t result = 0x01 ;
result = result << 0x07 ;
result = ( 0x10 >> 1 ) | result ;
result = ~result;
```

- 1) 0x77.
- 2) 0x88.
- 3) 0xFE.
- 4) 0xEF
- 5) 0x01.

Question 11 (1 point)

Le PWM joue un rôle important dans le contrôle des moteurs à courant continu. Identifier l'affirmation qui est fausse ?

- 1) Le PWM s'accompagne souvent d'un signal de direction du moteur (sens de rotation) puisque le PWM contrôle plutôt sa vitesse de rotation.
- 2) Le PWM se mesure souvent en pourcentage.
- 3) Le PWM peut aussi servir à atténuer l'intensité lumineuse d'une diode électroluminescente (DEL).
- 4) Le pont-en-H génère lui-même le signal PWM nécessaire pour faire tourner les moteurs.
- 5) Un signal PWM généré de façon logicielle peut sortir de n'importe quelle broche de n'importe quel port du ATmega324PA, mais il pourra sortir d'un nombre beaucoup plus limité de broches possibles s'il est généré de façon matérielle.

Question 12 (1 point)

La mémoire externe EEPROM externe sur la carte mère permet de stocker des informations et de les conserver même lorsque l'alimentation est coupée. Les affirmations qui suivent sont toutes vraies, sauf une, laquelle ?

- 1) La classe C++ fournie en laboratoire permet l'initialisation nécessaire à son utilisation.
- 2) Le protocole I²C nécessaire à l'emploi de la mémoire est réalisé matériellement par un périphérique interne au ATmega324PA.
- 3) La mémoire peut être utilisée en ayant recours directement à quelques fonctions disponibles dans AVRLibC.
- 4) La classe C++ fournie en laboratoire offre deux possibilités pour lire de la mémoire, une fonction-membre pour lire un octet à la fois, et l'autre par bloc de 127 octets ou moins.
- 5) La classe C++ fournie en laboratoire offre deux possibilités pour écrire en mémoire, une fonction-membre pour écrire un octet à la fois, et l'autre par bloc de 127 octets ou moins.

Question 13 (1 point) [Pour évaluation de la qualité de l'ingénieur 12]

Le RS232 est un vieux protocole de communication, mais encore très utilisé par les microcontrôleurs, dont le ATmega324PA. Toutes les affirmations sur ces réglages sont vraies, sauf une, laquelle ?

- 1) UCSR0A, UCSR0B et UCSR0C sont 3 registres de configuration du USART qui permettent d'établir quel sera le format des échanges par RS232.
- 2) On peut procéder par interruption avec le RS232, mais le plus souvent, on procède par scrutation comme on l'a fait au laboratoire.
- 3) L'échange en RS232 se fait entre le ATmega324PA et le ATmega8 sur la carte mère utilisée en laboratoire. Par la suite, le ATmega8 encapsule l'échange en format USB.
- 4) Une classe C++ fournie en laboratoire permet de simplifier les échanges par RS232 entre le PC et la carte mère.
- 5) L'utilitaire serieViaUSB est utilisé en Linux pour les échanges avec la carte mère.

Question 14 (1 point) [Pour évaluation de la qualité de l'ingénieur 12]

Le CPU (*Central Processing Unit*) du microcontrôleur ATmega324PA présente une architecture relativement classique. On peut affirmer que tous ces énoncés concernant ses caractéristiques sont vrais, sauf un, lequel ?

- 1) Il y a une mémoire pour loger le programme (*Flash*) et une autre pour accueillir les données (*RAM*).
- 2) Les instructions sont décodées dans le registre des instructions IR.
- 3) Il y a 32 registres pour les instructions.
- 4) Il n'y a pas d'unité de traitement pour les calculs en point flottant.
- 5) La sortie de l'unité arithmétique et logique (*ALU*) est connectée au bus des données, et non pas seulement à la RAM ou aux registres de base.

Question 15 (1 point) [Pour évaluation de la qualité de l'ingénieur 2]

Voici une série de commandes au terminal Linux, plusieurs impliquant l'outil Git. Une des affirmations suivantes n'est pas vraie, laquelle ?

```
% mkdir projet1
% cd projet1
% git clone https://githost.gi.polymtl.ca/git/inf1900-07
% cd inf1900-07
% ls -aIF
-rwxr-xr-x  1 bouah dialout   4096 Aug 27 17:16  .git/
-rw-r--r--  1 bouah dialout 15644 Aug 27 17:16  LISEZMOI.txt
-rwxr-xr-x  1 bouah dialout   4096 Aug 27 17:16  travail/
% cat LISEZMOI.txt
Premier fichier de votre entrepôt... Vous pouvez le supprimer.
% git rm LISEZMOI.txt
% git add LISEZMOI.txt
% git commit -m "AB: ménage..." LISEZMOI.txt
% cd travail
% ls
Makefile lab1.cpp
% git log lab1.cpp
commit 27daac560d18de86cbd2c79fd932a8d07c009f09
Author: Julie Tremblay <julie.tremblay@polymtl.ca>
Date:   Mon Aug 27 02:30:51 2022 +0000
fonction, JT : contrôle de la led
% more lab1.cpp
#include <util/delay.h>
main () {
...
% code . &
% make    < et probablement plus qu'un... >
% git add lab1.cpp
% git commit -m "fonction, AB: ajout du bouton-poussoir" lab1.cpp
% git push
```

- 1) C'est la commande git clone qui fait que le répertoire .git est créé dans le sous-répertoire inf1900-07.
- 2) La commande git commit sur le fichier lab1.cpp crée une seconde version de ce fichier. Cette version sera effective sur le serveur par le git push qui suit dans la séquence.
- 3) La commande git rm sur LISEZMOI.txt permet de créer une nouvelle version du fichier, mais ce fichier disparaîtra avec cette nouvelle version, même s'il continuera d'exister pour les versions précédentes dans Git.
- 4) L'argument -a à la commande ls permet de voir les fichiers «cachés», c'est-à-dire ceux qui

commence par un point («.») dans leur nom.

5) La commande cat permet d'obtenir les propriétés du système d'exploitation concernant ce fichier.

Question 16 (5 points)

Pour chacun des cinq énoncés, associer le bon terme en choisissant parmi les choix proposés. Il n'y a aucune perte de point pour une mauvaise réponse.

Choix possibles:

- | | |
|------------------|-------------------|
| 1 – memEN | 11 – IntEN |
| 2 – ISR | 12 – Interruption |
| 3 – .git | 13 – rebond |
| 4 – Élastique | 14 – opérateur & |
| 5 – DDRx | 15 – .hex |
| 6 – dbgEN | 16 – opérateur |
| 7 – Inverseur | 17 – masque |
| 8 – #DEFINE | 18 – code . & |
| 9 – Condensateur | 19 – fusible |
| 10 – Makefile | 20 – .vscode |

A) Permet d'utiliser D0 et D1 sur la carte mère pour le RS232 : _____

B) On doit en tenir compte avec un interrupteur mécanique en entrée d'un port d'un microcontrôleur :

C) Constante utilisée pour considérer uniquement certains bits d'une valeur binaire dans une expression logique :

D) Protège le pont-en-H si le courant demandé des piles AA devient trop fort : _____

E) Accompagne les fichiers .h et .cpp du code source pour faciliter la compilation du code :

INF1900 – Hiver 2024

Il est fortement recommandé de faire la pratique **avant** de consulter les réponses.

1. Ce branchement va créer une situation de court-circuit évidente. On peut la mettre en évidence directement avec un test de continuité d'un multimètre entre Vcc et la masse (GND) avant même la mise sous tension de la carte mère
2. Un câble serti de connecteurs Molex assemblés en laboratoire doit être utilisé pour relier les masses de la carte mère et du circuit du pont-en-H
3. La variable représentant l'état initial doit impérativement avoir la valeur zéro
4. Une même extrémité de câble de deux fils peut avoir à la fois un connecteur mâle et un connecteur femelle
5. On doit écrire du code de qualité qui montre les appels aux routines ISR de façon claire et précise
6. La division d'horloge du prescaler est connectée directement au module Waveform Generator (WG)
7. L'oscilloscope ne mesure jamais la tension, il faut utiliser le multimètre pour y arriver
8. La carte mère et le ATmega324PA fonctionnent à une tension de 3.3 volts
9. En général, une instruction « switch-case » devrait s'écrire sur une seule ligne
10. 0x77
11. Le pont-en-H génère lui-même le signal PWM nécessaire pour faire tourner les moteurs
12. La mémoire peut être utilisée en ayant recours directement à quelques fonctions disponibles dans AVRLibC
13. Une classe C++ fournie en laboratoire permet de simplifier les échanges par RS232 entre le PC et la carte mère
14. Il y a 32 registres pour les instructions
15. La commande cat permet d'obtenir les propriétés du système d'exploitation concernant ce fichier
16. A : dbgEN; B : rebond; C : masque; D : fusible; E : Makefile