

Examen de mi-session

Durée : 2 heures 15 min.

Répondre sur le questionnaire en utilisant les pages blanches comme brouillon.

Toute documentation permise, sauf ordinateur ou téléphone cellulaire

Nom _____ code permanent : _____

1. Répondre par Vrai ou Faux entre les crochets aux questions suivantes (5 pts) :

- 1) [**F**] Contrairement à un microordinateur de bureau, un système embarqué n'a pas d'exigence d'opération en temps réel.
- 2) [] La conception d'un système embarqué est souvent sujette à des contraintes contradictoires.
- 3) [] Un microcontrôleur comprend nécessairement de la mémoire volatile et de la mémoire non volatile.
- 4) [**F**] Un système embarqué doit comprendre un système d'exploitation pour pouvoir y télécharger les applications
- 5) [**F**] Les interfaces sérieelles des microcontrôleurs contrôleurs doivent avoir une ligne d'horloge pour synchroniser la communication avec les périphériques
- 6) [**F**] En général, un afficheur à cristaux liquides peut être relié à un microcontrôleur sans besoin d'interface spécialisée.
- 7) [] La modulation de largeur d'impulsion (PWM) permet autant à piloter des moteurs qu'à transmettre de l'information codée dans les systèmes embarqués.
- 8) [] Le protocole de communication sérieelle SPI permet des taux de transfert plus élevés que le protocole I2C.
- 9) [**F**] L'usage de deux tensions de référence par certains convertisseurs analogiques-numériques leur permet de convertir deux canaux d'entrée à la fois.
- 10) [] Un capteur à sortie en tension ou courant est généralement préférable à un capteur passif.

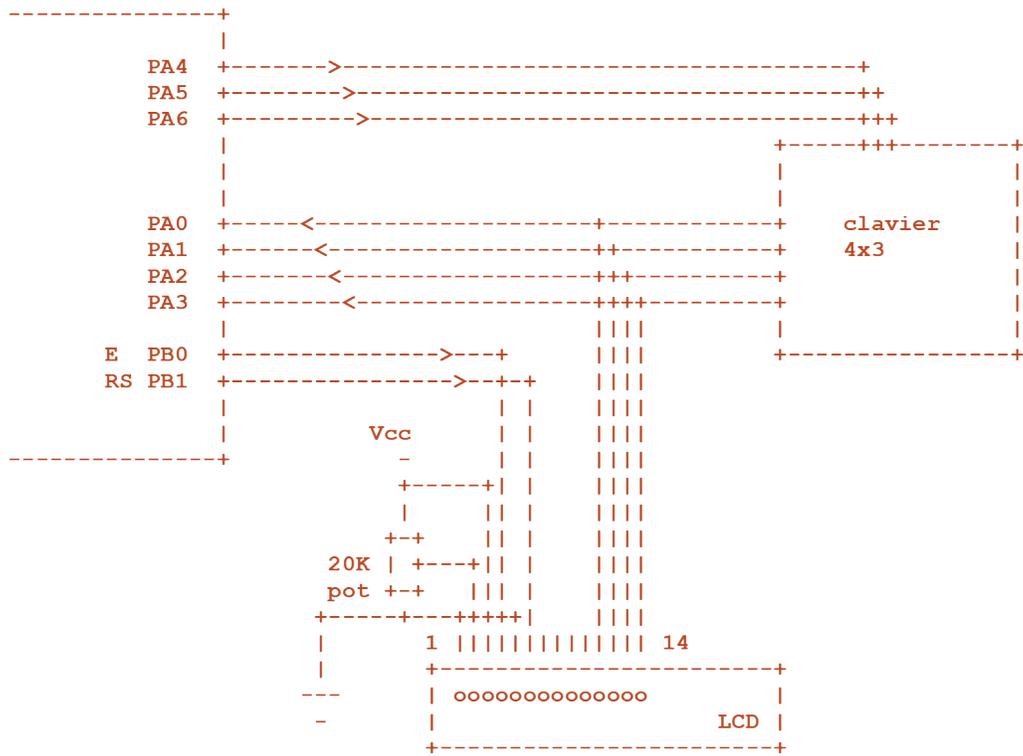
II. Répondre aux questions suivantes (10 pts) :

- a) Citer trois métriques de conception communes appliquées aux systèmes embarqués. (1,5 pts)
Coût de conception, dimension physique consommation d'énergie, performance, flexibilité au changement, fiabilité, temps de mise en marché, etc.
- b) Quel est l'impact des dépenses non récurrentes (NRE) sur le coût d'un système embaqué quand on produit en faible quantité. (1 pt)
Peuvent devenir le facteur principal du coût de production du produit final _____
- c) Citer trois ports communs d'interface au monde extérieur dans les microcontrôleurs. (1,5 pts)
Port //, CNA, CAN, ports sériels, PWM, etc _____
- d) À quoi sert une résistance de tirage? (1 pt)
À garantir l'état logique d'une ligne de port configurée en entrée en l'absence de source d'excitation _____
- e) Donner les usages respectifs des mémoires ROM et RAM dans les microcontrôleurs. (1 pt)
RAM : données ; ROM : programme, données, constantes _____
- f) À quoi sert le chien de garde que l'on retrouve dans un microcontrôleur ? (1 pt)
À s'assurer que le programme exécuté est bien celui programmé et que le microcontrôleur n'est pas « planté » _____
- g) Citer trois sources d'erreur dans un convertisseur analogique-numérique. (1,5 pts)
Non linéarité, bruit de quantification, erreur de gain, de bias, de monotonie, temps de stabilisation, etc _____
- h) Citer trois paramètres importants à considérer lors du choix d'un capteur. (1,5 pts)
Linéarité, sensibilité, impédance de sortie, tension d'alimentation, coût, etc _____

III. Faire les exercices suivants (20 points) :

1. On veut réaliser une horloge numérique avec un microcontrôleur, un clavier matriciel à 3x4 touches, et un afficheur LCD avec contrôleur intégré et interface parallèle à 4 bits.

a) Donner le schéma par blocs du système en identifiant les différentes lignes d'entrée-sortie (4pts)



b) Donner l'organigramme du programme du microcontrôleur en supposant que l'on veut que l'afficheur LCD indique les heures, les minutes et le secondes (4 pts)

code principal :

```

{
    Configurer les variables du système
    Configurer les portes d'e/s
    Configurer le temporisateur pour compter les secondes
    Autoriser les interruptions au MCU
    Répéter {
        Si seconde écoulée {
            Si ++compteur_de_secondes == 60 {
                compteur_de_secondes == 0
                Si ++ compteur_de_minutes==60 {
                    compteur_de_minutes==0
                    Si ++ compteur_d_heures==24 {
                        compteur_d_heures==0
                    }
                }
            }
        }
        Mettre à jour l'afficheur LCD
        Seconde écoulée = Faux
    }
}

```

c) Donner le pseudocode d'un exemple de programme pour compter les secondes (2 pts)

code principal de configuration du temporisateur:

```
{
  ...
  Configurer un temporisateur en mode contenu
  Spécifier la source d'horloge et le rapport du diviseur
  Spécifier le nombre de cycle à compter par fraction de seconde
  Autoriser les interruptions du temporisateur et du MCU

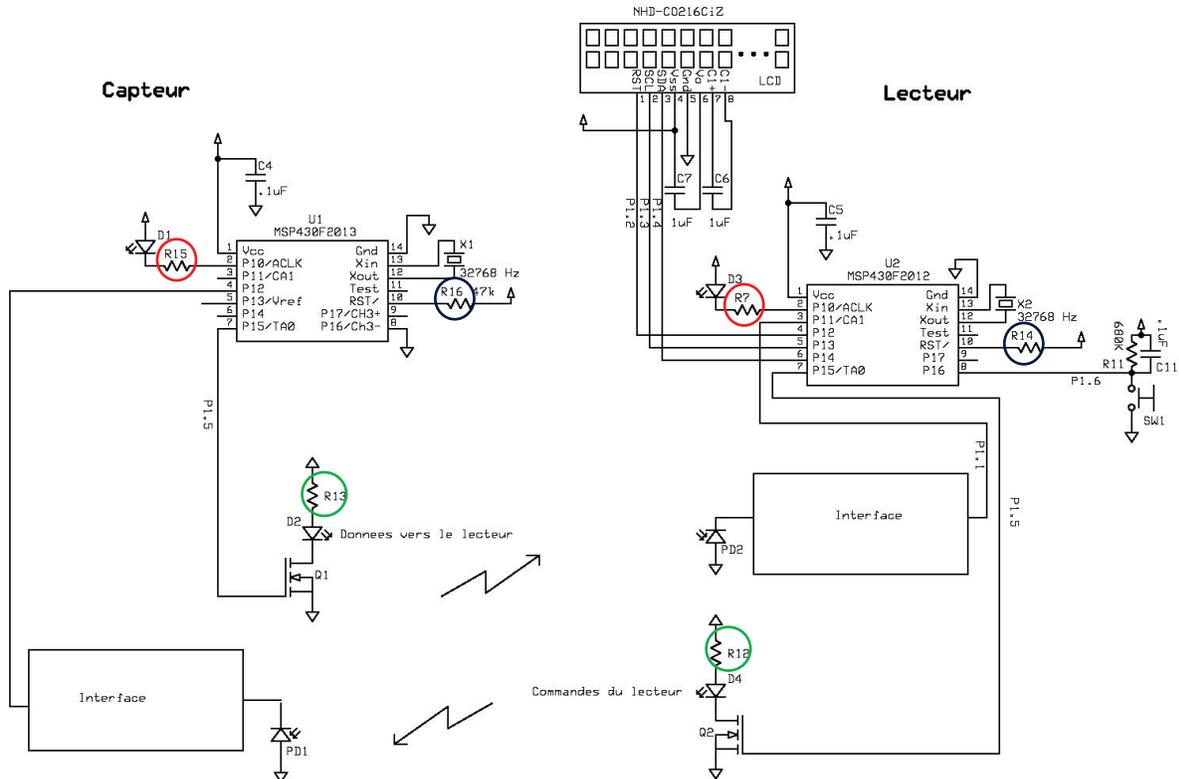
  Seconde écoulée = Faux
  Compteur_de_fractions = seuil
  Répéter
  {
    Si seconde écoulée
    {
      ...
      Seconde eçoulée
    }
  }
}
```

Routine d'interruption du temporisateur :

```
{
  Si -- Compteur_de_fractions == 0
  {
    Seconde=vrai
    Compteur_de_fractions = seuil
  }
}
```

2. La figure suivante donne le schéma partiel d'un capteur qui communique à distance avec un lecteur équipé d'un afficheur LCD. La communication entre les deux se fait par le biais d'une diode émettrice de lumière et d'un photodétecteur. Le système capteur-lecteur possède les caractéristiques suivantes :

Tension d'alimentation $V_{cc}=2.8$ v ; courant dans les diodes D2 et D4 allumées : 300 mA ; courant dans les diodes D1 et D3 allumées : 8 mA ; tension minimum pour reconnaître un 1 dans les lignes d'e/s du microcontrôleur : 2.5 v ; courant de fuite correspondant : 100 nA ; tension maximum correspondant à un 0 dans les lignes d'e/s du microcontrôleur : 0.5 v ; courant de sortie maximum correspondant : 20 mA ; Résistance maximale des transistors Q1 et Q2 lorsque fermés : 0,1 ohm



a) Déterminer les valeurs maximales des résistances R14, R7 et R15, R12 et R13 (5 pts)

$$R14 \times 0.1\mu + 2.5 \leq 2.8 \Rightarrow R14 \leq 3M$$

$$0.3 \times R_{12/13} + V_{fd} + 0.3 \times 0.1 \leq 2.8 \Rightarrow R_{12/13} \leq 0.77/0.3 \sim 2.6 \text{ pour } V_{fd} = 2V$$

$$0.02 \times R_{15/7} + V_{fd} + 0.5 \leq 2.8 \Rightarrow R_{15/7} \leq 0.3/0.02 \sim 15 \quad 37.5 \text{ pour } 8 \text{ mA}$$

Question bonus : selon vous, à quoi sert le condensateur c11? (2 pts extra)

À filtrer les rebondissements du bouton poussoir