

BACCALAURÉAT

SCIENCES ET TECHNOLOGIES INDUSTRIELLES

Spécialité génie électronique

Session 2009

Étude des Systèmes Techniques Industriels

DISTRIBUTEUR DE PRÉPARATIONS CHAUDES

Électronique

Durée Conseillée 4 h 30

Lecture du sujet : 15mn
Étude fonctionnelle : 15mn
Étude FP1 : 1h30mn
Étude FP2 : 1h15mn
Étude FP4, FP5 et FP9 : 1h15mn

Bac Génie Électronique Session 2009	Étude d'un Système Technique Industriel	9IEELME1
	Electronique	

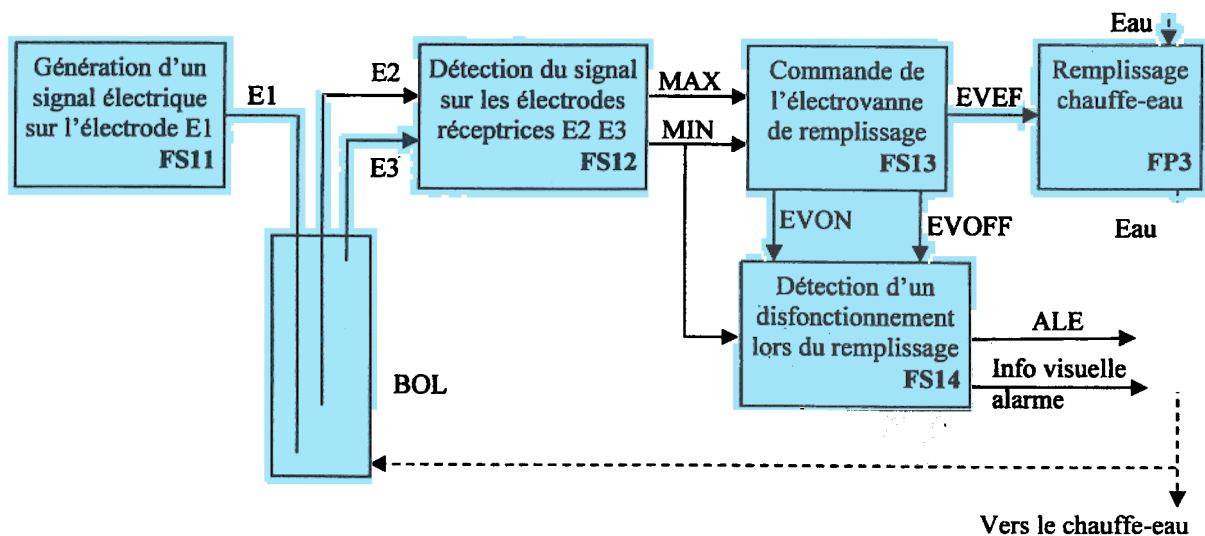
SUJET

A. Analyse fonctionnelle :

- Q1-** Quels avantages présente le paiement par clef électronique pour l'utilisateur du distributeur de préparations chaudes ?
- Q2-** Quel type de liaison permet la communication entre la clef de paiement et le distributeur de préparations chaudes ?
- Q3-** Quelle est la fonction du bol B et des électrodes E1 ,E2 et E3 ?
- Q4-** Pourquoi le signal électrique envoyé sur l'électrode E1 doit il avoir une valeur moyenne nulle ?

B. Étude des fonctions FP1 et FP3 : « Contrôle du niveau d'eau dans le chauffe-eau » et « Remplissage du chauffe-eau »

La fonction FP1 peut se décomposer selon le schéma fonctionnel suivant



1. Étude de la fonction FS11 : « Génération d'un signal électrique sur l'électrode E1 »

Cahier des charges de la fonction : La fonction FS11 doit envoyer sur l'électrode E1 du bol de détection du niveau d'eau un signal rectangulaire de valeur moyenne nulle et de fréquence environ 300Hz.

- Q5-** Encadrer sur le document réponse **DR1 (page CR1)**, le schéma structurel associé à la fonction FS11.
- Q6-** A l'aide de la documentation constructeur du 4093 (page CAN1), tracer le signal PT2 en fonction du signal PT1 sur le document réponse **DR2 (page CR2)**.
Indiquer les valeurs des tensions remarquables de PT1 et PT2.
- Q7-** Calculer les temps haut et bas (t_H , t_L), la période et la fréquence du signal obtenu en PT2.

Q8- Justifier la présence de C2 dans le montage par rapport au cahier des charges.

Q9- Tracer alors le signal E1 sur le document réponse DR2 (page CR2).

2. Étude de la fonction FS12 : « Détecter le signal sur les électrodes réceptrices des niveaux haut (électrode E3) et bas (électrode E2) »

Cahier des charges de la fonction : La fonction FS12 doit, lorsqu'elle détecte un signal sur une des deux électrodes (ou les deux), indiquer si le niveau d'eau a atteint son niveau maximum ou son niveau minimum.

Lorsque le niveau d'eau est minimum (E2 et E3 hors de l'eau), la sortie MIN est au niveau logique 1 sinon elle est au niveau logique 0.

Lorsque le niveau d'eau est maximum (E2 et E3 dans l'eau), la sortie MAX est au niveau logique 1 sinon elle est au niveau logique 0.

Q10- Encadrer sur le document réponse **DR1 (page CR1)**, le schéma structurel associé à la fonction FS12.

Q11- Calculer la tension de référence V_{REF} .

Des mesures effectuées sur les signaux NB et NH ont donné les chronogrammes représentés sur le document réponse **DR3 (page CR2)**.

Q12- Après avoir reporté la valeur de la tension V_{REF} calculée précédemment en superposition avec le signal NB, tracer le chronogramme de MIN attendu. Vous justifierez vos résultats en indiquant la fonction du circuit intégré U2.

Q13- Après avoir reporté la valeur de la tension V_{REF} calculée précédemment en superposition avec le signal NH, tracer le chronogramme de MAX attendu. Vous justifierez vos résultats en indiquant la fonction du circuit intégré U3.

Q14- Compléter le document réponse **DR3 (page CR2)** en indiquant les instants où le bol est vide.

Q15- Compléter alors les chronogrammes de MIN et MAX liés à la fonction FS12 sur le document réponse **DR4 (page CR3)**.

3. Étude de la fonction FS13 : « Commande de l'électrovanne de remplissage »

Cahier des charges de la fonction : La fonction FS13 doit ouvrir l'électrovanne d'arrivée d'eau froide lorsque le chauffe-eau est vide et la fermer lorsque le chauffe-eau est plein.

Q16- Encadrer sur le document réponse **DR1 (page CR1)**, le schéma structurel associé à la fonction FS13.

Q17- A l'aide de la documentation constructeur du 4013 (page CAN1), définir la fonction de la structure réalisée par le circuit intégré U4.

Q18-Élaborer alors la table de vérité en utilisant le nom des entrées (MIN et MAX) et des sorties (EVON et EVOFF) de la fonction FS13.

Q19-Compléter alors les chronogrammes EVON et EVOFF liés à la fonction FS13 sur le document réponse **DR4 (page CR3)**.

On considère que le transistor T1 fonctionne en régime de commutation.

Q20-Quel est l'état de T1 lorsque EVON est au niveau logique 0 et à 1. Compléter alors l'état de T1 sur le document réponse **DR4 (page CR3)**.

Q21-Quel est le rôle de la diode D5 ? Justifier sa présence dans l'application.

Q22-Quel est l'état de l'électrovanne EV (ouverte ou fermée) lorsque EVON est au niveau logique 0 et à 1. Compléter alors l'état de l'électrovanne sur le document réponse **DR4 (page CR3)**.

4. Étude de la fonction FS14 : « Détection d'un dysfonctionnement lors du remplissage »

Cahier des charges de la fonction : La fonction FS14 doit déclencher un signal d'alarme et permettre la visualisation de cette alarme si le chauffe-eau ne s'est pas rempli au bout de 15s. Le niveau actif de ce signal d'alarme, nommé ALE, est à définir dans l'étude qui suit.

Q23-Encadrer sur le document réponse **DR1 (page CR1)**, le schéma structurel associé à la fonction FS14.

Q24-A l'aide de la documentation constructeur du 4538 (page CAN1), définir le mode de fonctionnement de la structure réalisée par le circuit intégré U5.

Q25-Déterminer l'expression de la durée de l'état instable du signal de sortie TMP15. Calculer cette valeur.

Q26-A l'aide de la documentation constructeur du 4013 (page CAN1), définir le nom de la structure réalisée par le circuit intégré U6. Expliquer succinctement le rôle des entrées EVON, EVOFF et TMP15 sur cette structure.

Q27-Compléter alors les chronogrammes de ALE et TMP15 liés à la fonction FS14 sur le document réponse **DR4 (page CR3)** en précisant les niveaux et fronts actifs des signaux de commande et les durées caractéristiques.

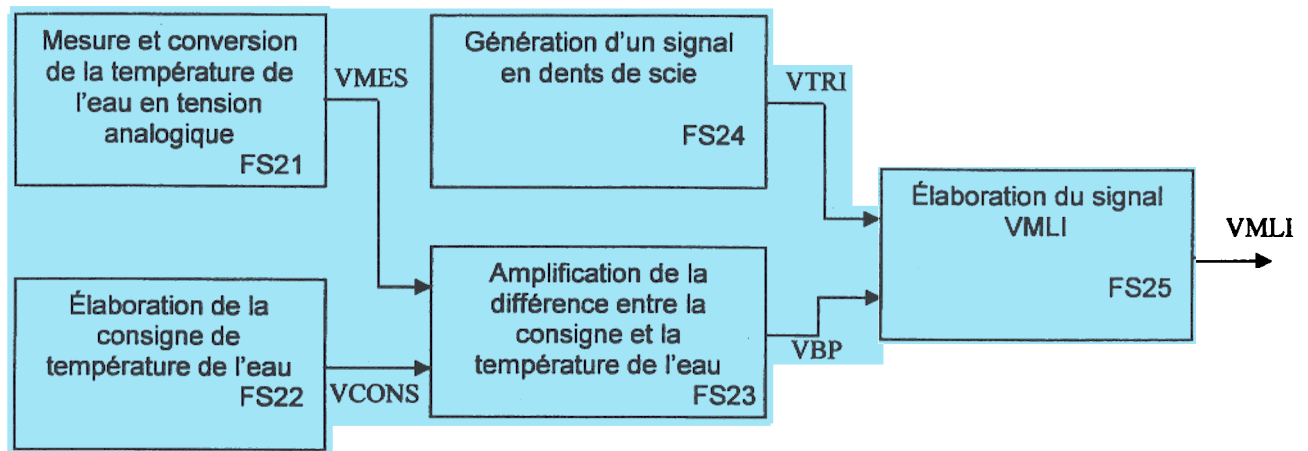
On considère que le transistor T2 fonctionne en régime de commutation.

Q28-Quel est l'état de T2 lorsque ALE est au niveau logique 0 et à 1. Compléter alors l'état de T2 et de la led D6 sur le document réponse **DR4 (page CR3)**.

Q29-Pourquoi l'alarme se déclenche-t-elle lors du 2^{ème} remplissage du chauffe-eau et pas lors du 1^{er} remplissage ?

C. Étude de la fonction FP2 : « Régulation de la température de l'eau »

La fonction FP2 peut se décomposer selon le schéma fonctionnel partiel suivant :



Principe de la régulation de température :

Afin d'avoir un chauffage rapide, une température d'eau constante et une consommation d'énergie moindre, la régulation de température s'effectue avec un signal rectangulaire nommé V_{MLI} dont on fait varier le rapport cyclique.

On appelle la température mesurée : V_{mes} et la température de consigne : V_{cons}

Si $0^\circ\text{C} < V_{mes} < V_{cons} - 10^\circ\text{C}$:

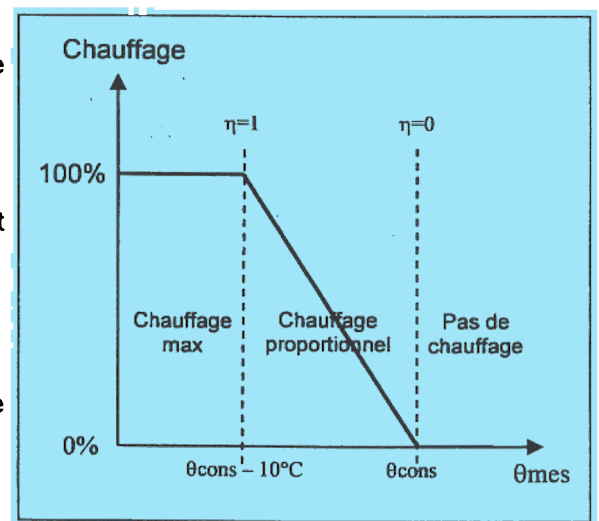
- le signal de commande V_{MLI} a un rapport cyclique $\eta=1$
- le chauffage est maximal

Si $V_{cons} - 10^\circ\text{C} < V_{mes} < V_{cons}$:

- le rapport cyclique η du signal de commande V_{MLI} est compris entre 0 et 1 (voir graphique ci-contre)
- le chauffage est proportionnel à la température mesurée

Si $V_{mes} > V_{cons}$:

- le signal de commande V_{MLI} a un rapport cyclique $\eta=0$
- l'eau n'est pas chauffée.



Pour l'étude qui suit la consigne de température est réglée à 70°C

Q30- A partir de la température de consigne, pour quelles valeurs de température de l'eau le chauffage sera-t-il maximum ?

Q31- Quelle sera la valeur du rapport cyclique du signal de commande de chauffage si la température mesurée est de 60°C , 65°C puis 70°C ?

5. Étude de la fonction FS21 : « Mesure et conversion de la température de l'eau en tension analogique »

La mesure de la température de l'eau dans le chauffe-eau s'effectue grâce à une sonde de type PT100 associée à un convertisseur de type PXT-10/11 dont les documentations techniques sont fournies page CAN2.

Q32- Quel paramètre de la sonde varie en fonction de la température ?

Q33- Quel est le mode de fonctionnement le plus utilisé de la sonde PT100. Justifier que le convertisseur PXT-10/11 peut utiliser la sonde dans ce mode de fonctionnement.

Q34- Le convertisseur doit être alimenté directement sur le réseau EDF. Définir la référence exacte du convertisseur à utiliser.

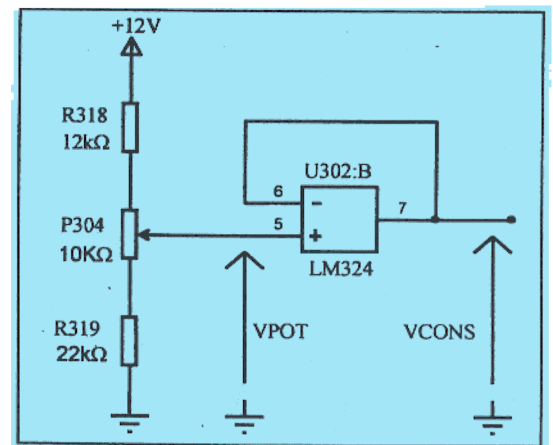
Dans l'étude qui suit, les ALI sont alimentés en 0V/+15V et considérés parfaits.

6. Étude de la fonction FS22 : « Élaboration de la consigne de température de l'eau »

P304 est le potentiomètre de consigne, permettant au personnel de maintenance de régler la température de l'eau dans le chauffe-eau.

La température dans le chauffe-eau doit être ajustable entre +40°C et +80°C.

L'échelle tension / température doit être la même que pour le convertisseur étudié



Q35- Déterminer graphiquement sur DR5 (page CR4) les valeurs de tension de consigne correspondant aux valeurs de consigne de température minimale et maximale.

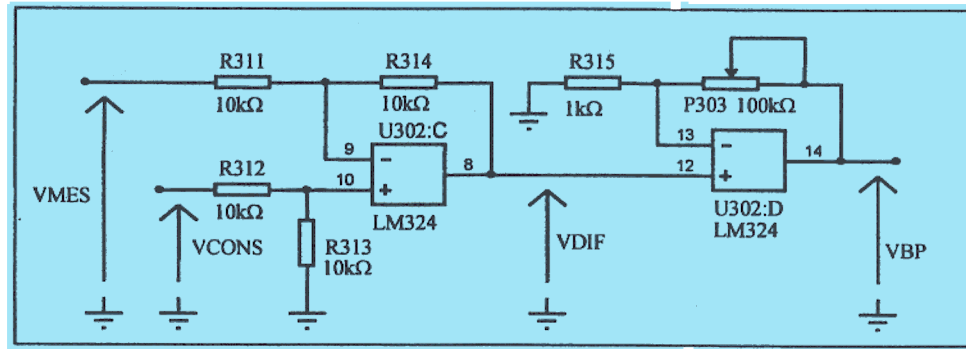
Q36- Démontrer qu'en agissant sur le potentiomètre P304, V_{POT} peut atteindre ces valeurs de tension de consigne de température.

On rappelle que la consigne est réglée de telle sorte que l'eau dans le chauffe-eau soit maintenue à une température de +70°C pour la suite du sujet.

Q37- Quelle sera la valeur de V_{POT} pour cette consigne de température.

Q38- Quelle est la fonction du montage autour de U302B ? Établir la relation $V_{CONS}=f(V_{POT})$. En déduire la valeur de V_{CONS} pour cette consigne de température.

7. Étude de la fonction FS23 : « Amplification de la différence entre la consigne et la température de l'eau »



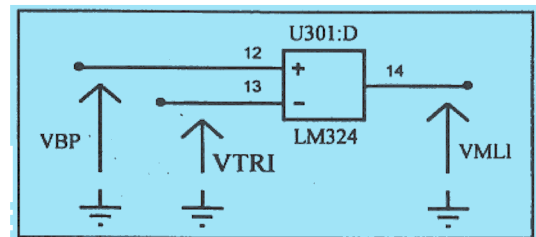
On donne la relation $V_{BP} = \frac{R315 + (\alpha \times P303)}{R315} \times (V_{CONS} - V_{MES})$ avec $0 < \alpha < 1$ suivant la position du curseur de P303.

Q39-Démontrer que P303 peut être ajustée de façon à ce que $V_{BP} = 15 \times V_{DIF}$.

Q40-Calculer, pour ce réglage de P303, la valeur de V_{BP} lorsque la température mesurée est de 70°C ($V_{MES}=8V$) puis de 60°C ($V_{MES} = 7,33V$).

8. Étude de la fonction FS25 : « Élaboration du signal VMLI »

V_{MLI} est le signal servant à la commande de chauffage de l'eau dans le chauffe-eau. Il est généré en comparant le signal V_{BP} avec un signal en dent de scie V_{TRI} (issu de FS24).



Q41-Quelle est la fonction réalisée par U301D ?

Q42-Tracer sur le document réponse DR6 (page CR4) le signal V_{MLI} pour $V_{BP}=2V$ et $V_{BP}=6V$.

Q43-Déterminer la valeur du rapport cyclique de V_{MLI} pour ces 2 valeurs de V_{BP} .

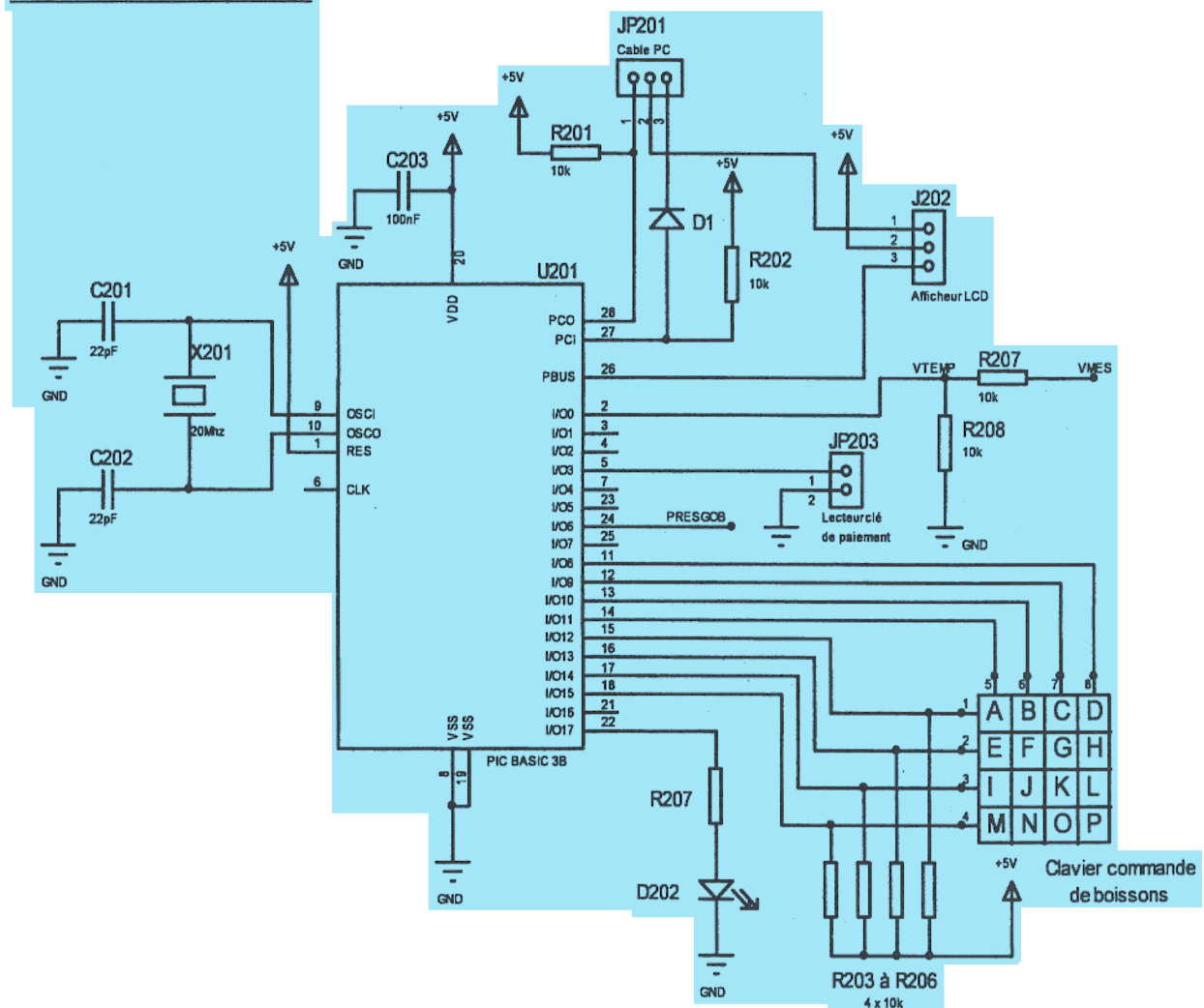
Q44-A quelles températures mesurées correspondent ces 2 signaux V_{MLI} ?

D. Étude partielle des fonctions FP4 ,FP5 ,FP9 :

L'étude qui suit porte sur la gestion du clavier de commande de préparations (FP4) et sur le paiement de ces préparations par clef électronique (FP5 partielle).

La fonction FP9 qui va traiter les informations issues du clavier et de la clef électronique s'articule autour d'un microcontrôleur PICBASIC-3B de chez COMFILE Technology (Voir documentation page CAN3 et CAN4).

Schéma structurel partiel :



Les touches repérées A à P permettent de sélectionner les préparations. (Voir partie A)

Q45-A partir du document sur les PICBASICS (page CAN3), déterminer quels sont les 2 types de mémoires présentes dans le composant PB-3B ? Indiquer la taille de chacune de ces mémoires.

Q46-Déterminer la fonction de chacune de ces mémoires dans le fonctionnement du composant : PB-3B ?

Q47-Dans quel langage se programme ce composant ?

9. Conversion analogique numérique de V_{TEMP} , tension image de la température de l'eau :

Afin que le personnel de maintenance puisse vérifier si la température de l'eau du chauffe-eau est correcte, la fonction FP9 permet de visualiser cette température sur un afficheur LCD commandé par le PB-3B. On rappelle que V_{MES} varie linéairement entre 0V et 10V pour des températures comprises entre -50°C et $+100^{\circ}\text{C}$.

Q48-En observant le schéma structurel (page C7), démontrer que $V_{TEMP} = V_{MES} / 2$.

Q49-Justifier la présence indispensable des 2 résistances R207 et R208.

Q50-Combien d'entrées du composant sont-elles dotées d'un convertisseur analogique numérique (CAN) ? Le signal V_{TEMP} , tension image de la température de l'eau dans le chauffe-eau, est-il connecté correctement ? Justifiez votre réponse.

L'instruction ADIN (page CAN4) permet de réaliser une conversion analogique numérique.

Q51-Énoncer la résolution des CAN du PB-3B ? Calculer la valeur du quantum q .
On rappelle que $q = \text{pleine échelle de tension} / 2^n$.

Q52-En utilisant le graphique DR5 (page CR4), compléter le tableau du document réponse DR7 (page CR5).

10. Gestion du clavier :

L'instruction PADIN permet de gérer automatiquement un clavier matriciel de 16 touches.

Q53-Que retourne cette instruction si aucune touche n'est appuyée ?

Q54-Quel numéro va retourner cette instruction si l'utilisateur appuie sur la touche D (CAFÉ COURT SUCRÉ) ? Argumenter votre réponse.

Q55-Quel numéro va retourner cette instruction si l'utilisateur appuie simultanément sur les touches E (CAFÉ CREME SUCRÉ) et G (CHOCOLAT) ? Argumenter la réponse.

Une led D202 (référence KR5005S page CAN4) permet la visualisation de l'action sur une touche.

Q56-Quel niveau logique doit être présent sur la sortie du microcontrôleur pour allumer la led D202.

Q57-Déterminer la valeur maximale du courant que peut délivrer une sortie du microcontrôleur ?

Q58-A partir de la documentation technique sur la led (page CAN4), démontrer qu'il est possible de commander directement une led avec une sortie du microcontrôleur.

Q59-Calculer la valeur de la résistance R207 pour limiter le courant dans la led à 20mA. Choisir une valeur normalisée de R207 dans la série E12 (10-12-15-18-22-27-33-39-47-56-68-86)

11. Gestion du paiement de la préparation pour clef électronique

Le paiement des consommations peut s'effectuer à l'aide d'une clef électronique individuelle qui mémorise le crédit de l'utilisateur concerné sur 1 octet nommé CU :

CU=00000001 correspondant à 0,1€.

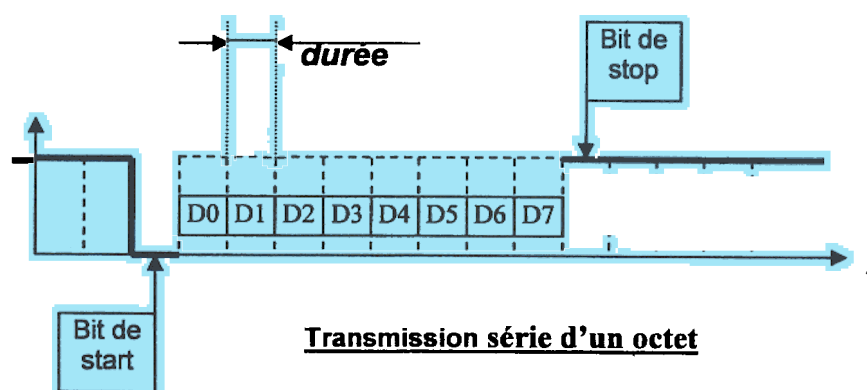
La valeur du crédit, visualisée sur l'écran du distributeur, est affichée en euros et centimes d'euro.

Lors du paiement, la lecture du crédit s'effectue, après connexion de la clef électronique, par transfert série de l'octet.

Protocole de transfert série d'un octet

Les bits de l'octet à transmettre correspondent à des niveaux logiques (0V/5V) successifs de durée calibrée.

- Afin de bien les séparer, chaque octet est précédé d'un bit de start (niveau logique 0) et terminé par un bit de stop (niveau logique 1).
- La transmission série des bits s'effectue dans l'ordre poids faible, poids fort.
- Les valeurs normalisées de la vitesse de transmission des données, exprimée en bps (bits par seconde), sont les suivantes : 300bps, 600bps, 1200bps, 2400bps, 4800bps, 9600bps, 19200bps, 38400bps.



Q60-Déterminer la valeur maximale de CU en binaire et en décimale. En déduire la valeur maximale du crédit en euros que peut contenir le porte-monnaie électronique.

Q61-A partir du chronogramme représenté sur le document réponse **DR8 (page CR5)**, déterminer la valeur de l'octet transmis, valeur exprimée en binaire et en décimale. Vous complétez le chronogramme de commentaires permettant de justifier votre réponse.

Q62-Déterminer alors le crédit de consommation dont dispose l'utilisateur sur **DR8 (page CR5)**.

Q63-Déterminer graphiquement, à partir du chronogramme précédent, la vitesse de transmission de l'octet. Vous complétez le chronogramme **DR8 (page CR5)** de commentaires permettant de justifier votre réponse.

Q64-En déduire la valeur normalisée de la vitesse de transmission utilisée pour cette fonction.

Q65-Compléter le chronogramme et les informations attendues sur le document réponse **DR8 (page CR5)** si le crédit de l'utilisateur est de 10,00€.