

Corrigé

A. Module énergie

A.1 Etude de FS1 :

A1.1 : Pont diviseur de tension

A1.2 : Le signal de sortie se nomme U/PS. Il est dirigé vers la broche 2 (RA0/AN0) du PIC 16F876.

$$\text{A1.3 } U/PS = \frac{U_{\text{pansol}} \times \alpha P2}{R6 + P2}$$

- Valeur limite haute :

$$\alpha = 1 \Rightarrow U/PS = \frac{U_{\text{pansol}} \times P2}{R6 + P2} = \frac{U_{\text{pansol}} \times 100}{270 + 100} = 0,27 \times U_{\text{pansol}} \text{ (V)}$$

- Valeur limite basse :

$$\alpha = 0 \Rightarrow U/PS = 0 \text{ (V)}$$

A1.4. Le condensateur est utilisé lisser les variations de la tension de sortie.

A2 Etude de FS2 :

A2.1 Etude de la fonction FS21.

A2.1.1 En régime de commutation

A2.1.2 - Si le signal de commande provenant de la broche RA5 du PIC 16F876 est de valeur 0V, le transistor se trouve bloqué et le potentiel de son collecteur est approximativement égal + Pan.

- Si le signal de commande est de valeur + 5 V, le transistor se trouve saturé et le potentiel de son collecteur est égal à celui de son émetteur qui est 0 V.

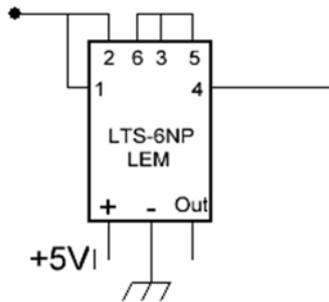
A2.1.3 La diode permet d'éviter les risques d'inversion de tension sur l'entrée.

A2.1.4 La fonction FS21 permet court-circuiter le panneau solaire en cas du besoin.

A2.2 Etude de la fonction FS22

A2.2.1 le circuit LTS-6NP est un transducteur de courant permettant la mesure d'un courant de 2A ou 3A. Ce circuit alimenté en 5Vcc délivre 2.5V +/-0.625V pour la gamme de mesure pour laquelle il est configuré. Le principe de ce composant c'est qu'il permet la mesure d'un courant passant dans un tore isolé galvaniquement et muni d'un étage électronique qui convertit le courant résultant en tension.

A2.2.2 :



A2.2.3 La tension V_{out} varie de 2,5 V à 3,125 V.

A2.2.4 Le rôle de ce circuit est de donner une image de courant sous forme de tension.

A2.3 Etude de la fonction FS23.

A2.3.1 : Régime linéaire

A2.3.2

$$I/PS = \frac{(R11 \times V_{out} - R12 \times 2,5)}{R11 + R12} \times \left(1 + \frac{(R13 + \alpha P5)}{R10}\right)$$

$$\text{soit : } I/PS = (V_{out} - 2,5) \times (2,85 + 5\alpha)$$

A2.3.3 $I/PS = (V_{out} - 2,5) \times (2,85 + 5\alpha)$; $V_{out} = 2,5 + 0,625 \frac{I_p}{I_{PN}}$ d'où $I/PS = 0,625 \frac{I_p}{I_{PN}} (2,85 + 5\alpha)$

A2.3.4 $I_p = 0 \rightarrow I/PS = 0$

$$I_p = 3A \rightarrow I/PS = 0,625 \frac{3}{3} (2,85 + 5) = 4,9V$$

A2.3.5 Pour délivrer qu'une tension positive à la broche RA3/AN3 du PIC 16F876 (entrée de conversion analogique numérique).

A2.3.6 La préparation d'un signal image de courant du panneau solaire I/PS sous forme de tension amplifiée et en tenant compte de toute correction nécessaire (la tension 2,5 V délivrée par le circuit LTS-6NP pour un courant de 0 A).

A3 Etude de FS3 :

A3.1 : c'est un pont diviseur de tension.

A3.2 R : le signal de sortie se nomme U/BAT. Ce signal est dirigé vers la broche 4 (RA2/AN2) du PIC16F876.

A3.3 R :

$$U/BAT = \frac{BAT \times \alpha P3}{R7 + P3}$$

- Valeur limite haute :

$$\alpha = 1 \Rightarrow U/BAT = \frac{BAT \times P3}{R7 + P3} = \frac{BAT \times 100}{270 + 100} = 0,27 \times BAT (V)$$

- Valeur limite basse :

$$\alpha = 0 \Rightarrow U/BAT = 0 (V)$$

A4 Etude de FS4

A4.1 La fonction FS41 est réalisée autour du circuit LTS-6NP. Le rôle de cette fonction est de donner une image de courant I/BAT sous forme de tension variant de 2,5 V à 3,125 V.

A4.2 La fonction FS42 est réalisée par un circuit amplificateur de différence. Son rôle est de donner un signal image de courant sous forme de tension I/BAT amplifiée et munie de toute correction nécessaire (la tension 2,5 V délivrée par le circuit LTS-6NP pour un courant de 0 A).

$$\mathbf{A4.3} : I/BAT = \frac{(R14 \times V_{out} - R17 \times 2,5)}{R14 + R17} \times \left(1 + \frac{(R16 + \alpha P6)}{R15}\right), \text{ soit :}$$

$$I/BAT = (V_{out} - 2,5) \times (2,85 + 5\alpha)$$

A4.4 : C'est pour l'adaptation et mise en forme pour la mesure du courant de la batterie.

A5 Etude de FS5 :

A5.1 Etude de la fonction FS51

A5.1.1 En régime de commutation.

A5.1.2 Le circuit LM358 est un circuit comparateur de tension. La tension de référence est fixée par une diode Zener de tension 2,5 V à partir de la tension batterie (+ Bat). L'image de la tension batterie est relevée par le potentiomètre P7. Le réglage est effectué par P7 de telle façon que :

- Si la tension batterie (+ BAT) est inférieure au seuil de décharge ($E+ < E-$ du comparateur), la sortie du comparateur est à 0 V. il convient de ne plus alimenter le système.
- Si la tension batterie (+ BAT) est supérieur au seuil de décharge ($E+ > E-$ du comparateur), la sortie du comparateur est à + BAT V.

A5.2 Etude de la fonction FS52

A5.2.1 En régime de commutation.

A5.2.2 - Quand la tension de sortie du comparateur LM358 est à 0 V, le transistor est bloqué. La jonction collecteur-émetteur se comporte comme un interrupteur ouvert et par conséquent le relais décolle et son contact devient ouvert. On a $+V_{bat} = 0$ V.

- Quand la tension de sortie du comparateur LM358 est à + BAT V, le transistor est saturé. La jonction collecteur-émetteur se comporte comme un interrupteur fermé et par conséquent le relais colle et son contact devient fermé. On a $+V_{bat} = +BAT$ V.

A5.3 C'est une fonction de sécurité et protection de la batterie en cas de tension (+ BAT) inférieure au seuil de décharge.

A6 Etude de FS6 :

A6.1 c'est un convertisseur de tension, il génère une tension inverse à celle de Vcc (ici, il génère -5V à partir de 5V)

A6.2 c'est un pont diviseur de tension avec adaptation d'impédance, son rôle est de fournir une tension de -2,5V

A6.3. fournir une tension de -2,5V à partir de 5V.

A7 Etude de FS8 :

A7.1

- la gestion du bus CAN
- La gestion de la charge

- La mesure des paramètres courants (I/PS, I/BAT) et des tensions (U/PS, U/BAT)
- A7.2** La valeur de la fréquence est 2,5 MHz et elle est fournie par le circuit MCP2510.

B. Module commande Moteurs

Etude du bloc FS1 :

B-1.1 Ce circuit permet le pilotage du moteur à courant continu qui commande l'angle de rotation (azimute) dans les deux sens. Il consomme 600mA maxi sous 36Vcc maxi.

B-1.2 Les signaux de commande sont de type TTL. Ils servent à permettre la validation et le sens du L293 pour commander le moteur. Ces signaux sont générés par le bloc FS7 (PIC16F876-XX).

B-1.3 4 moteurs qui tournent dans un seul sens ou 2 moteurs à double sens.

B-1.4 La porte logique IC7 est une porte inverseuse qui permet le choix du sens de rotation du moteur.

B-1.5 Si ENA.MOT.ROT=0 $Y_{1ou2}=HI$

Si ENA.MOT.ROT=1 $Y_1= SENS.MOT.ROT$ et $Y_2= \overline{SENS.MOT.ROT}$

B-1.6 On pourrait lire 120mV dans le cas d'un pic de courant (car $R=0.1 \text{ Ohms} / 1.2A$)

B-1.7 A protéger les transistors de puissance car la charge est selfique (moteur)

Etude des blocs FS3 et FS4 :

On note que les blocs FS3 et FS4 sont identiques.

B-2.1 Le GND est relié à la masse par la résistance R9 pour prélever une tension proportionnelle au courant. La valeur de R9 doit être très faible pour que le GND du L293D reste pratiquement à la masse. Si R9 est élevée, le L293D ne fonctionnera pas convenablement car son GND n'est pas à la masse.

B-2.2 C'est un amplificateur suiveur caractérisé par une impédance d'entrée très élevée et une impédance de sortie très faible.

B-2.3 C'est un filtre passe bas du premier ordre permettant de lisser les signaux très perturbés issus de la puissance moteur.

La fonction de transfert: $H = 1/(1+jf/f_c)$ avec $f_c=1/2\pi RC$ AN: $f_c=16Hz$

B-2.4. Amplificateur non inverseur permettant de présenter au μc PIC une tension image du courant moteur ayant une résolution optimale.

$$H = \frac{R_{11} + R_{12} + P_1}{R_{11}}$$

Si $P_1=0$ $H=28$

Si $P_1=200k\Omega$ $H=48$

Donc $28 < H < 48$

Cette tension est appliquée sur la patte RA0 du PIC16F876A

Etude du bloc FS5 :

B-3.1 Mise en forme des tops rotation des moteurs élévation et rotation.

B-3.2 Les sorties codeurs moteur sont de type collecteur ouvert, ces résistances servent à polariser les transistors.

B-3.3 Les moteurs sont alimentés en 12Vcc et le PIC en 5Vcc, les paires de résistances sont montées en pont diviseur de tension.

$$H = \frac{R19}{R19 + R18}$$

C. Communication inter-modules

C1. Module de luminosité

C1.1. tension minimale

$$V_{AN0-Min} = \frac{10 \times 5}{10010} = 5mV$$

Tension maximale

$$V_{AN0-Max} = \frac{10^7 \times 5}{10010} = 4,9V$$

C1.2. $Lum_est_{Min} = \frac{0,005}{5} \times 1024 = 1$;

$$Lum_est_{Max} = \frac{4,9}{5} \times 1024 = 1003$$

C1.3. le timer permet d'imposer des périodes d'exécution précises. C'est le moyen utilisé dans les Systèmes d'exploitation pour la gestion des tâches.

C1.4. temps d'exécution de la tâche mesure

$$C_M = 4 \times 100 + 4 \times 30 = 520\mu s$$

C1.5. le temps d'un bit : $T_b = \frac{1}{débit} = \frac{1}{9600} = 104\mu s$. Un caractère est codé sur 10 bit, d'où

$$T_{caractère} = 10 \times 104 = 1,04ms$$

C1.6. on peut rester dans la boucle « while » le temps de transfert d'un caractère, donc le temps d'exécution de la fonction putc() est égale à 1,04ms.

C1.7. On comptabilise uniquement le temps de transmission des caractères. L'information Lum_est est codée sur 4 caractères « %4lu ». Donc le temps d'exécution de cette fonction est égale à $4 \times 1,04 = 4,16ms$

C1.8. la tâche transmission envoie 18 caractères, $C_T = 18 \times 1,04 = 18,72ms$

C1.9. la facteur d'utilisation du processeur $U = \frac{C_M}{P_M} + \frac{C_T}{P_T} = \frac{0,520}{500} + \frac{18,72}{500} = 3,84\%$.

Le facteur d'utilisation est inférieur à 1, la configuration est ordonnançable.

C1.10. la vitesse de déplacement de soleil n'est pas rapide, donc cette période est assez suffisante.

C1.11. rendement du protocole : $rendement = \frac{8 \times 18}{10 \times 18} = 80\%$

C2. Module CAN/HF

C2.1. la période de l'exécution de la tâche réception RS232 est égale à 500ms.

La configuration du module série doit être identique au module émetteur, donc un débit de 9600bps, 8 bits de données, sans parité et 1 bit de STOP.

C2.2. c'est un événement synchrone.

C2.3. On comptabilise uniquement le temps d'arrivé des caractères qui est égal à $1,04 \times 17 = 17,68\text{ms}$.

C2.4. d'après l'organigramme fig14.b les caractères de début et de fin de trame ne sont pas sauvegardés donc, la taille minimale du buffer ser_buf est égale à 16 octets.

C2.5. on peut envoyer deux trames consécutives ou bien de convertir l'information ASCII en entier codé sur 16 bits (2 octets).

C2.6. temps de réponse minimal = $50 + 200 = 250\mu\text{s}$

Temps de réponse maximal = $10 + 17680 + 50 + 200 = 17,94\text{ms}$.

C2.7. le temps d'exécution de la routine d'interruption égal à $15 + 15 + 30 = 60\mu\text{S}$

C2.8. c'est un événement asynchrone

C2.9. le deux tâches partagent le même buffer « ser_buf », il est possible que la trame envoyée comporte des valeurs de deux mesures différentes.

C2.10. utiliser un buffer auxiliaire de même taille que « ser_buf ».

C2.11. le temps de réponse maximal de la tâche transmission CAN = $50 + 60 + 200 = 310\mu\text{s}$.

C2.12. bien que la méthode interrogation (scrutation) est simple à programmer, la méthode interruption a l'avantage de réduire le temps de réponse de la tâche transmission CAN. ($310\mu\text{s} < 17,94\text{ms}$).

C3. Etude du bus CAN

C3.1. trame de requête : 0-001000000001-001000-

C3.2. trame de requête : 0-0010000010001-001000-

C3.3. la méthode du bit stuffing diminue la composante continue, favorise la synchronisation des récepteurs et augmente la capacité de détection des erreurs.

C3.4. trame de données : 0-001000000000-001000-0208 01FA 0267 0263-

C3.5. on doit compter le nombre de bits dans les trames de requête et de données avec le maximum de bits stuffing.

d'après l'annexe C3. la trame de requête avec le maximum de bits stuffing : $47 + \lfloor 34 / 4 \rfloor = 55$ bits

la trame de données avec stuffing : $44 + 64 + \lfloor (34 + 64) / 4 \rfloor = 132$ bits

Le temps de réponse à une requête est égal à $(55 + 132) \times \frac{10^{-3}}{125} = 1,496ms$

C3.6 le bus CAN travaille en mode multi-maitre, il est possible d'avoir un conflit lors de l'accès au bus.

C3.7 Conflits possibles :

- 1 – module CAN/HF, module énergie et module moteurs (module CAN/HF gagne le bus)
- 2 – module CAN/HF, module et énergie (module CAN/HF gagne le bus)
- 3 – module CAN/HF et module moteurs (module CAN/HF gagne le bus)
- 4 – module énergie et module moteurs (module énergie gagne le bus)