

INFO2 : INFORMATIQUE EMBARQUEE

TD6 : Mise en œuvre du CAN du PIC18F4520

Pour répondre aux questions, il faut consulter les extraits fournis du document **39631E.pdf** (documentation du PIC18F4520).

1 Cahier des charges

Un signal analogique entre 0V et 5 V est connecté à l'entrée RA0 (canal AN0) du PIC18F4520.

On souhaite, le plus fréquemment possible, numériser ce signal sur 10 bits, puis, quand le résultat de la conversion est disponible, visualiser les 2 bits de poids fort du résultat sur les 2 leds connectées aux broches RC1 et RC0 et les 8 bits de poids faible du résultat sur les 8 leds connectées aux broches RD7 à RD0.

La disponibilité du résultat de la conversion sera détectée en scrutant (*polling*) le bit témoignant de la fin de conversion, pas par un mécanisme d'interruption.

1. Exemple : Si RC1, RD6 et RD1 sont allumées, quelle tension est présente sur la broche RA0 ?

2 Initialisation du CAN

Pour cette étape d'initialisation du CAN, nous suivons l'étape 1 de la page 227 « Configure the A/D module ».

2. Quels sont les noms des cinq *Special Function Register* du PIC18F4520 qui permettent de contrôler son CAN 10 bits 13 canaux ? Dites rapidement à quoi sert chacun de ces cinq registres.

2.1 Registre ADCON1 : fonctionnement « entrée analogique » ou « entrée/sortie TOR » des broches - réglage des références de tension

2.1.1 Fonctionnement des broches

3. Les broches pouvant servir d'entrée analogique peuvent aussi servir d'entrée/sortie TOR. Comment configurez-vous les bits PCFG<3:0> du registre ADCON1 afin que RA0 (canal AN0) soit la seule entrée analogique, les 12 autres étant des entrées/sorties TOR ?

2.1.2 Références de tension

4. Le PIC18F4520 est alimenté entre $V_{SS} = 0$ V et $V_{DD} = 5$ V. Vue la plage de tension du signal à numériser, proposez des valeurs pour les bits VCFG1 et VCFG0.
5. Quelle est la valeur du *quantum* ?

2.1.3 Valeur du registre ADCON1

6. Au final, avec quelle valeur allez-vous initialiser le registre ADCON1 ?

2.2 Registre ADCON0 : choix du canal à numériser

7. Quel document permet de dire que la broche RA0 correspond à AN0 (*i. e.* canal 0), que RA1 correspond au canal AN1 (*i. e.* canal 1), ... que RB0 correspond à AN12 (*i. e.* canal 12) ?
8. Réglez le registre ADCON0 de façon à sélectionner le canal à numériser, sans pour l'instant mettre en route le module CAN ni initier une conversion.

2.3 Registre ADCON2 : aspects temporels - justification du résultat

2.3.1 Aspects temporels

2.3.1.1 Temps de conversion T_{CNV}

Le CAN est à approximations successives. Il dispose de sa propre horloge « A/D CLK » rythmant le processus de conversion ; celle-ci est de période T_{AD} .

9. Dites à combien de périodes T_{AD} correspond le temps de conversion T_{CNV} ? Cela vous paraît-il cohérent avec la résolution en bits du convertisseur et le fait qu'il soit à approximations successives ?

10. On souhaite une fréquence d'échantillonnage la plus élevée possible. Quelle valeur (min ou max ?) de T_{AD} choisit-on ?

En fait A/D CLK est une horloge obtenue en divisant l'horloge principale du PIC provenant de l'oscillateur à quartz. En salle de TP, $f_{OSC} = 8 \text{ MHz}$:

11. Quel rapport de division choisissez-vous ? Quelle valeur de T_{AD} cela fait-il ? Que vaut alors le temps de conversion T_{CNV} ?

12. Précisez le réglage des bits de ADCON2 permettant ce rapport de division.

2.3.1.2 Temps d'acquisition T_{ACQ}

13. Rappelez ce qu'est le temps d'acquisition T_{ACQ} .

14. Dans TABLE 26-25, relevez T_{ACQ_MIN} . Ailleurs dans la documentation, relevez la valeur de T_{ACQ} retenue lors d'un exemple de calcul de celui-ci. Est-elle cohérente avec T_{ACQ_MIN} ? Pour la suite vous considérerez que votre T_{ACQ} est égal à la valeur de l'exemple. Combien de fois votre T_{AD} cela fait-il ?

15. Quelle valeur donnez-vous aux bits ADCS<2:0> de ADCON2 pour respecter le temps d'acquisition retenu à la question précédente ?

2.3.1.3 Synthèse : fréquence maximum d'échantillonnage

A deux reprises dans la documentation (p. 227 et p. 231), il est écrit qu'après la conversion, un délai d'attente de $2 T_{AD}$ est nécessaire avant la prochaine acquisition.

16. Au final, combien de temps maximum T_{TOTAL} prend une acquisition suivie d'une conversion et du délai d'attente ? Quelle fréquence d'échantillonnage maximum f_{S_MAX} peut-on espérer ? Quelle est la fréquence maximum f_{MAX} d'un sinus que l'on souhaite numériser ?

2.3.2 Justification du résultat de la conversion

17. Quand la conversion est terminée, où le résultat de celle-ci est-il stocké ? Pourquoi faut-il deux registres ?

18. Pour réaliser facilement la contrainte de visualisation sur les leds précisée dans le cahier des charges, choisissez-vous une justification du résultat à gauche ou à droite ? Comment doit être le bit ADFM du registre ADCON2 ?

2.3.3 Valeur du registre ADCON2

19. Au final, avec quelle valeur allez-vous initialiser le registre ADCON2 ?

2.4 Mise en route du module CAN

Pour mettre en route le module CAN, il faut mettre le bit ADON du registre ADCON0 à 1. Afin de ne pas modifier les réglages de ADCON0 déjà effectués, on utilise le réglage au niveau bit permis par les structures de bits déclarées dans `p18f4520.h` :

```
ADCON0bits.ADON = 1;
```

2.5 Synthèse : écriture du code C initialisant le CAN

20. En vous aidant de ce qui a été fait jusqu'à maintenant écrivez le code C initialisant le CAN selon l'étape 1 de la page 227 « Configure the A/D module ».

3 Conversion en continu

Il s'agit, maintenant que l'initialisation est faite, de réaliser, dans une boucle infinie, les étapes 4, 5, 6 et 7 de la page 227 (oubliez les étapes 2 et 3).

Pour les étapes 4 et 5 : le bit $\overline{GO/DONE}$ est accessible via **ADCON0bits.GO**.

Pour l'étape 6 : exploitez les registres de résultat de la conversion pour allumer les leds comme indiqués dans le cahier des charges.

Pour l'étape 7 : vous pourrez vérifier qu'avec un quartz à 8 MHz, la ligne ci-dessous permet bien d'attendre $2 T_{AD}$:

```
Delay1TCY(); Delay1TCY(); Delay1TCY(); Delay1TCY();
```

21. Donnez l'intégralité du programme. N'oubliez pas d'initialiser en sortie les ports qui vont gérer les leds.