

## Projet N°2 - « Elève »

### Acquisition et traitement des grandeurs physiques : pression atmosphérique et température intérieure.

#### Savoirs

A : Traitement des signaux analogiques :

- ✓ Amplification en tension.
- ✓ Opérations algébriques (soustracteur, multiplieur).

C : Traitement de signaux logiques et numériques :

- ✓ traitement programmé de l'information ( élément de programmation permettant la réalisation d'une fonction relative à l'OT)

D : Conversion de grandeurs physiques en grandeurs électriques :

- ✓ Captage (température et pression).

F : Transmission de l'information :

- ✓ conversion de données (analogique/numérique).
- ✓ transmission de données numériques.

#### Compétences terminales

E : analyser l'organisation structurelle d'une fonction

- établir les relations entre grandeurs d'entrée et de sortie.
- dimensionner des composants.
- évaluer si la fonction est assurée.

F : établir un lien entre des grandeurs de la structure matérielle et un élément de la partie logicielle d'une fonction.

H : produire un dispositif de mesure et de test.

- Choisir une méthode de test et les appareils nécessaires.
- Evaluer que la fonction requise est assurée avec les caractéristiques prévues.

#### Conditions de réalisations

**Durée : 25 h**

Les activités, réalisées en binôme, sont réparties en 6 phases :

##### Traitement de la pression

- ✓ Phase N°1 : Captage de la pression et étude fonctionnelle de l'adaptation en tension.
- ✓ Phase N°2 : Etude de l'amplification par 100. Relevé de la courbe  $V_{in} = f(P)$ .
- ✓ Phase N°3 : Calibration des composants de la « carte élève », câblage et validation de la carte.
- ✓ Phase N°4 : Traitement numérique de la donnée  $V_{pi}$

##### Traitement de la température

- ✓ Phase N°5 : choix du capteur de température

BACCALAUREAT STI GENIE ELECTRONIQUE		Epreuve de Construction Electronique	
Session 2007	<b>Station météo</b>	<b>Projet n°2</b>	Page : 1/10

- ✓ Phase N°6 : Traitement numérique de la donnée Vti

### Contenu attendu du compte rendu d'activités

Toutes les réponses aux questions (act 1, act 2, etc...) doivent être soigneusement rédigées et argumentées. Les calculs doivent être expliqués.

Les résultats d'expérimentation et de simulation devront être commentés

### Documents et/ou matériels ressources

Pour réaliser ces activités, vous devez disposer de :

- Un « pressiomètre » étalonné,
- Un poste de mesurages équipé : alimentation continue, voltmètre précis,
- Un ensemble de cartes du système « Station météo » didactisé,
- Une carte « élève » à câbler,
- Les documentations constructeurs :
  - ✓ MPX2100, AD620,
  - ✓ AD22100, TMP35/TMP36/TMP37.

### Critères d'évaluation

Durant les activités développées pour la mise en oeuvre du projet, vous serez évalué sur votre capacité à :

- Rechercher les données utiles à l'étude dans les documentations constructeur,
- Organiser les calculs demandés de façon rigoureuse,
- Effectuer des mesures précises et en exploiter les résultats,
- Câbler correctement la carte « élève », la tester et (éventuellement) la régler,
- Intervenir dans des sous-programmes du PIC pour effectuer les traitements numériques.

Durant l'épreuve orale, vous serez évalué sur votre capacité à :

- Présenter les différentes fonctions participant au traitements des grandeurs « pression » et « température »,
- Présenter les travaux réalisés par le binôme,
- Justifier les choix technologiques proposés dans les circuits de l'objet technique,
- Commenter les calculs et les relevés expérimentaux effectués,
- Mettre en œuvre la carte « élève » sur le système didactisé, adapter le programme numérique correspondant et vérifier la justesse des résultats.

BACCALAUREAT STI GENIE ELECTRONIQUE		Epreuve de Construction Electronique	
Session 2007	<b>Station météo</b>	<b>Projet n°2</b>	Page : 2/10

# A- Etude de la chaîne de traitement de la pression atmosphérique

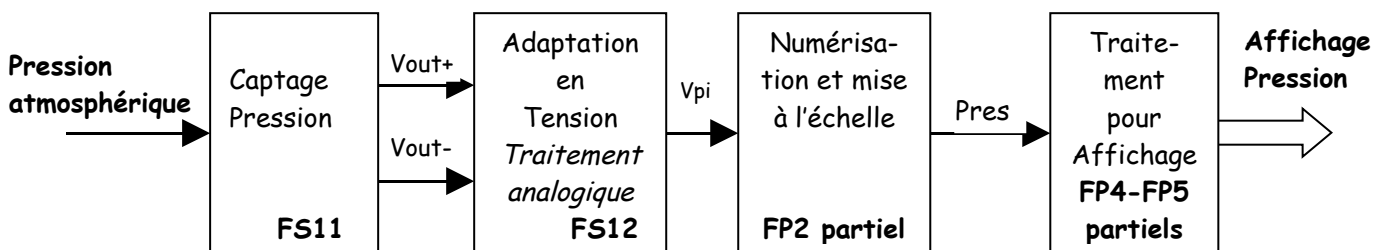
## Présentation

Cette étude concerne les parties des fonctions FP1 et FP2 qui traitent de la pression.

L'objectif de ce travail est d'étudier les différentes fonctions qui permettent d'obtenir les données nécessaires à l'affichage de la pression atmosphérique à partir des tensions fournies par un capteur de pression.

Certains éléments de ces fonctions seront à compléter.

*Schéma fonctionnel de la chaîne de traitement de la pression*



### Captage de la pression :

Il se fait avec le capteur MPX2100. Celui-ci fournit à ses bornes une tension positive (Vout+ -Vout-) proportionnelle à la pression atmosphérique.

La gamme des pressions de notre étude est comprise entre: **900mbar et 1100mbar**.

### Adaptation de tension :

La tension (Vout+ -Vout-) ne variant que de quelques mV dans la gamme étudiée, il faudra donc l'amplifier et l'adapter pour que les valeurs de Vpi soient compatibles avec l'entrée du convertisseur analogique/numérique du PIC et qu'elles se situent sur la plus grande plage de tension possible dans la gamme de pression étudiée.

### Numérisation et mise à l'échelle

La tension Vpi est convertie en un nombre binaire par le convertisseur analogique/numérique du PIC 16F877. Il est ensuite traité numériquement pour fournir le nombre binaire Pres qui représente la valeur de la pression en mbar.

### Traitement pour affichage

Le nombre binaire Pres est ensuite traité logiquement pour pouvoir être envoyé chiffre par chiffre à l'afficheur (Cette fonction n'est pas étudiée).

BACCALAUREAT STI GENIE ELECTRONIQUE		Epreuve de Construction Electronique	
Session 2007	Station météo	Projet n°2	Page : 3/10

## I. Captage de la pression

**Objectif du travail** : Recherche d'informations dans la documentation du capteur MPX2100.

**Act 1** : Décrire succinctement le principe de captage de la pression.

Dites ce que représente la tension « output » sur le graphique Tension/Pression.

**Act 2** :

a) Expliquez comment vous pouvez calculer, à partir de la documentation du MPX2100, la sensibilité  $S_{cap}$ , en mV/mb, du capteur MPX2100 utilisé dans la fonction FS11.

- La sensibilité est la variation de la tension pour une augmentation de la pression de 1mb.
- Vous vous reporterez au schéma de la carte fille 1.1 pour voir sous quelle tension est alimenté le capteur.
- Vous utiliserez les valeurs typiques données par le constructeur.

b) Exprimer ( $V_{out+} - V_{out-}$ ) en fonction de P.

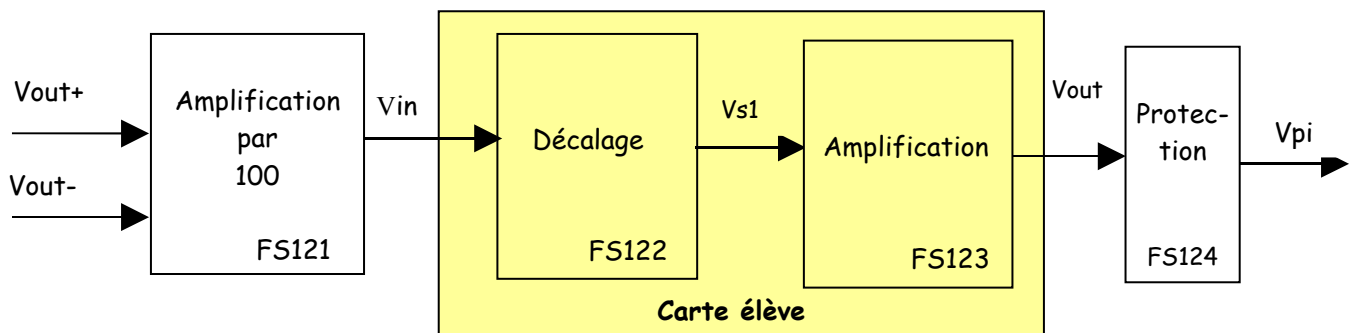
**Act 3** : Repérer, sur la documentation, le brochage du capteur et mesurez les tensions  $V_{out+}$ ,  $V_{out-}$  ainsi que leur différence. Comparer avec la valeur typique du constructeur.

## II. Etude fonctionnelle de l'adaptation en tension : FS12.

Cette fonction se décompose en 4 fonctions secondaires. FS121 et FS124 se trouvent sur la maquette avec le capteur, les fonctions FS122 et FS123 sont sur une carte indépendante : « carte élève ».

Lorsque l'adaptation est correcte,  $V_{out} = V_{pi}$ .

Schéma fonctionnel de la fonction FS12 « Adaptation en tension »



### Objectif de l'étude

Nous nous proposons de justifier les rôles de FS121, FS122 et FS123 : pour cela, nous calculerons les sensibilités en mV/mbar des différentes fonctions de « l'adaptation en tension ».

☛ On considère dans cette partie que  $V_{pi}$  varie de 0V à 5V lorsque la pression varie de 900mbar à 1100mbar

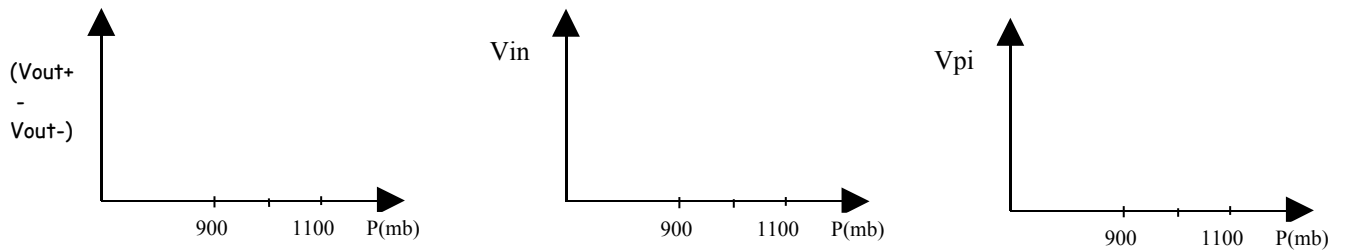
### Act 4

a) Calculer les valeurs demandées dans le tableau. Justifiez vos résultats. Reportez les dans le tableau.

P (mb)	900	1000	1100
( $V_{out+} - V_{out-}$ ) (mV)			
$V_{in}$ (V)			
$V_{pi}$ (V)			

BACCALAUREAT STI GENIE ELECTRONIQUE		Epreuve de Construction Electronique	
Session 2007	Station météo	Projet n°2	Page : 4/10

b) Représentez sur des graphiques les variations de  $(V_{out+} - V_{out-})$ ,  $V_{in}$  et  $V_{pi}$  en fonction de  $P$ .

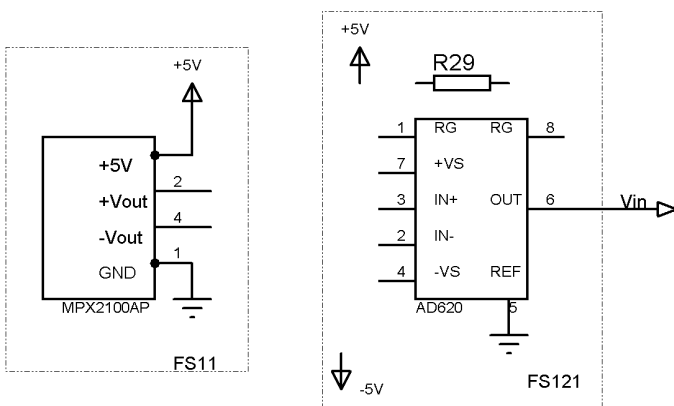


- c) Calculer les sensibilités en mV/mb de  $V_{in}$  et  $V_{pi}$ .  
 d) A l'aide de ces résultats, justifier le rôle des fonctions FS121, FS122 et FS123.  
 e) Précisez la valeur d'amplification de FS123.

## II. Etude de la fonction FS121 : amplification par 100

### 1. Etude de la structure

Cette fonction est réalisée avec l'amplificateur instrumental AD620.



**L'objectif du travail est :**

- De justifier l'utilisation de ce type d'amplificateur.
- D'indiquer comment il doit être relié au reste de circuit.
- De donner la valeur et la tolérance de R29.

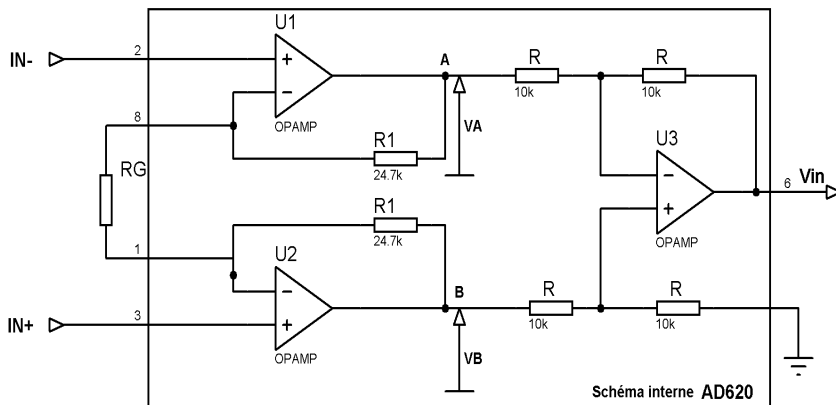
→ Pour faire le travail demandé, vous utiliserez les connaissances acquises en cours de physique sur les montages à amplificateurs opérationnels

### Act 5

a) Justifier le choix technologique de l'amplificateur instrumental AD620 pour réaliser la fonction. Précisez les qualités qui sont particulièrement recherchées ici. Comparez ses caractéristiques à celles du TLO82.

BACCALAUREAT STI GENIE ELECTRONIQUE		Epreuve de Construction Electronique	
Session 2007	Station météo	Projet n°2	Page : 5/10

- b) Montrer, en vous référant à la structure interne de l'AD620, que  $V_{in}$  est proportionnel à  $(IN+ - IN-)$ .
- c) Indiquer, en le justifiant, comment  $IN+$  et  $IN-$  doivent être reliés au capteur pour que  $V_{in}$  soit positif. Complétez les autres connexions l'AD620.
- d) Donner la valeur normalisée et la tolérance de  $R_G$  pour que la précision de l'amplification soit de 0.5%.



→ Le schéma interne de l'AD620, nécessaire pour cette activité, est donné ci-dessous.

Guide de travail pour obtenir  $V_{in}$  :

- Exprimer  $U_{RG}$  puis  $V_A - V_B$  en fonction de  $IN+$  et  $IN-$ .
- Identifier la structure entre A, B et  $V_{in}$  et donner la relation entre  $V_A$ ,  $V_B$  et  $V_{in}$ .
- En déduire  $V_{in}$  en fonction de  $IN+$  et  $IN-$ .

**2. Relevé sur la carte fille 1.1 de la caractéristique de  $V_{in}$**

Le but de ce travail est de relever les valeurs de  $V_{in}$  en fonction de P (car elles seront nécessaires à l'activité suivante), et de déduire des renseignements sur la caractéristique réelle du capteur de pression.

→ Les valeurs de P seront lues sur un pressiomètre étalonné branché sur le capteur. Les valeurs de  $v_{in}$  devront être mesurées avec la plus grande précision.

**Act 6**

- Relevez sur la maquette les variations de  $V_{in}$  en fonction de P. Expliquez comment vous procédez.
- Présentez un graphique de la courbe réelle de  $V_{in} = f(P)$ .
- Notez les valeurs de  $V_{in}$  pour  $P=900mb$  et  $P=1100mb$ .

**Act 7**

La caractéristique de l'AD620 pouvant être considérée comme linéaire et son amplification précise à 0.5%, la courbe  $V_{in} = f(P)$  peut nous renseigner sur la caractéristique réelle du capteur de pression.

- a) Donnez la caractéristique réelle du capteur (courbe ou tableau de mesure). Commenter sa linéarité.
- b) Dites si la sensibilité du capteur se trouve dans la plage de valeurs garantie par le constructeur. Argumentez votre réponse .

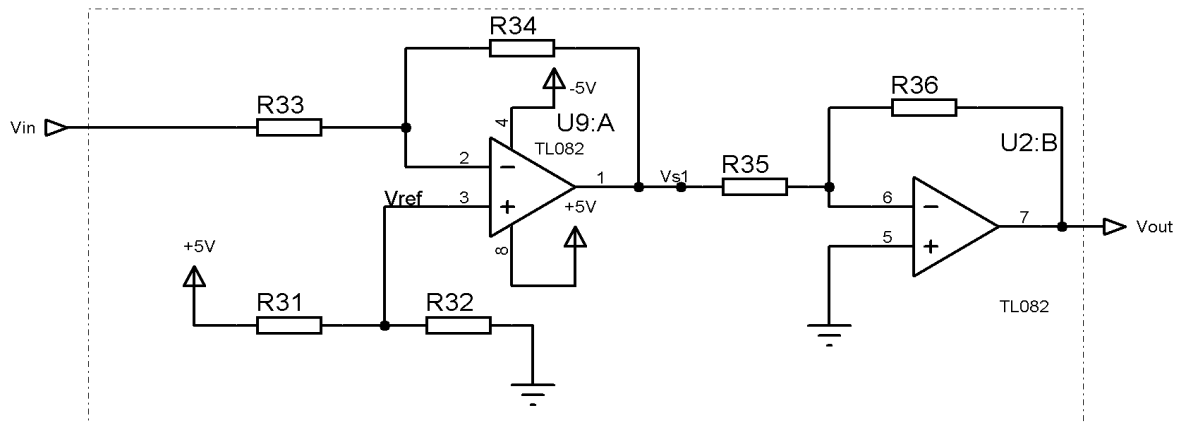
BACCALAUREAT STI GENIE ELECTRONIQUE		Epreuve de Construction Electronique	
Session 2007	Station météo	Projet n°2	Page : 6/10

### III. Carte élève : Calibrage des composants, câblage, mesures

#### Objectif du travail

- **Calibrer** les résistances de la « carte élève » de manière à ce que les valeurs de  $V_{out}$  soient compatibles avec la tension d'entrée du PIC et se situent dans une plage de tensions la plus large possible lorsque  $P$  varie de 900mbar à 1100mbar.
- **Câbler** la carte.
- Etablir la relation  $P=f(V_{pi})$  qui servira dans la phase suivante.

Schéma de la « Carte élève »



#### Act 8 : Calibrage des résistances

- Dites quelle valeur maximale peut prendre  $V_{out}$ . Argumentez votre réponse.
- Identifier les structures du circuit. Rappelez leur rôle.
- Indiquer les couples de valeurs ( $V_{in}$  ;  $V_{out}$ ) que vous souhaitez obtenir pour les pressions 900mb et 1100mb.
- Calibrer les composants** de la carte de manière à obtenir ces couples de valeurs. Expliquez comment vous conduisez vos calculs.

**Conseils :** Ecrire  $V_{s1}$  puis  $V_{out}$ , en fonction de  $V_{in}$  et  $V_{ref}$ . Calculer  $V_{ref}$  et en déduire  $R31$  et  $R32$ .

#### Act 9 : Validation du circuit par une simulation

- Saisir le circuit avec un logiciel de simulation.
- Dites comment vous pouvez vérifier que les résistances sont bien calibrées.

#### Act 10 : Rôle de FS14 (voir schéma sur carte fille 1.1)

- Justifier le rôle des diodes D36 et D37.
- Montrer que dans la gamme de pression utilisée on a  $V_{out}=V_{pi}$ .

#### Act 11: Câblage de la carte et validation

- Câbler la carte.
- Vérifier que les valeurs de  $V_{in}$  et  $V_{out}$  attendues sont bien obtenues. Expliquez comment vous organisez votre poste de mesure et comment vous faites ces vérifications.

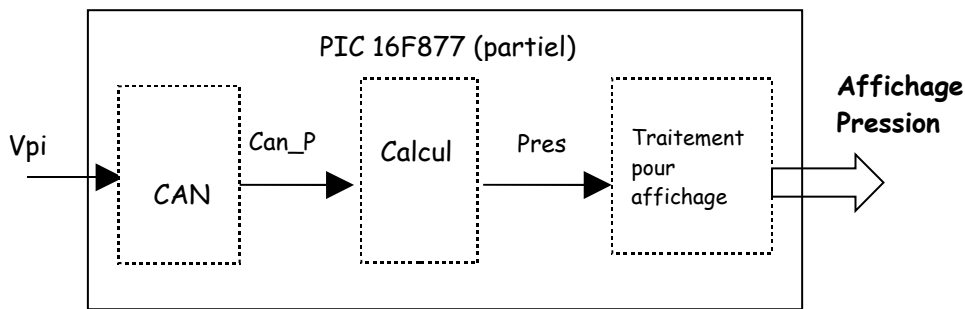
#### Act 12 : Relevé de la caractéristique de $V_{pi}$

- Relever sur la maquette les variations de  $V_{pi}$  en fonction de  $P$  avec beaucoup de précision. Présentez un tableau de mesures ou une courbe.
- Donner la relation  $P=f(V_{pi})$ . Expliquez comment vous l'obtenez.

BACCALAUREAT STI GENIE ELECTRONIQUE		Epreuve de Construction Electronique	
Session 2007	Station météo	Projet n°2	Page : 7/10

#### IV. Traitement numérique de la donnée Vpi

La tension Vpi doit subir différents traitements numériques, dans le PIC, afin qu'apparaisse sur l'afficheur, la valeur de la pression correspondante.



- Vpi est convertie par le convertisseur A/N du PIC en un nombre binaire nommé **Can-P**.
- Ce nombre est transformé par le sous-programme « Cal\_pression » en un nombre binaire **Pres** égal à la valeur de la pression en mb.
- Le nombre binaire Pres est ensuite traité logiquement pour pouvoir être envoyé chiffre par chiffre à l'afficheur

##### Objectif du travail :

- Ecrire dans le sous-programme « Cal\_pression » la relation appropriée entre les nombres binaires Pres et Can\_P, de manière à obtenir la valeur de pression sur l'afficheur.
- De charger le programme dans le PIC et de vérifier que la valeur de pression affichée est la même que celle du pressiomètre ou de la console de la station météo.

##### Sous programme "Pression" à compléter

```
Cal_pression()
{
  setup_adc( ADC_CLOCK_INTERNAL );
  setup_adc_ports( RA0_RA1_RA3_ANALOG ); // RA0, RA1 et RA3 analogiques
  set_adc_channel(0); // Sélection de AN0
  delay_us(10);
  Can_P = read_adc();
  setup_adc ( ADC_OFF );
  .....
}
```

**à compléter**

##### Act 13

- Dites à quelles broches du convertisseur sont reliées Vpi et le bus de données vers l'afficheur.
- Calculer la résolution du convertisseur (justifier). Donner la relation entre Vpi et Can-P.  
Calculer la valeur de Can-P correspondant à votre Vpi (pour P=1100mb).
- Ecrire la relation  $Pres = f(Can\_P)$  qui devra être reportée dans la ligne manquante du programme.
- Calculer la précision de la mesure de pression en bit/mbar.

##### Act 14

- Charger le programme contenant « Cal\_pression » dans le PIC. Expliquer comment vous procédez.
- Relevez la valeur de la pression sur l'afficheur LCD. Comparer la avec celle lue sur le pressiomètre pour différentes valeurs de la pression
- Corriger éventuellement votre relation  $Pres = f(Can\_P)$  pour que la différence d'affichage ne dépasse pas 4mbars.

BACCALAUREAT STI GENIE ELECTRONIQUE		Epreuve de Construction Electronique	
Session 2007	Station météo	Projet n°2	Page : 8/10

## B- Etude du traitement de la température intérieure

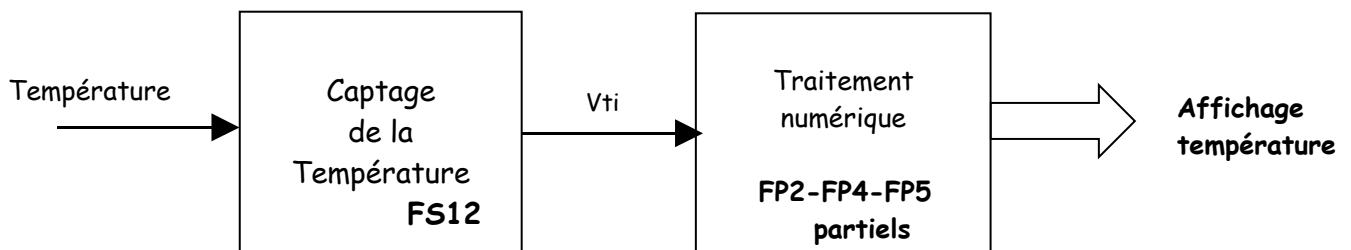
### Présentation

- La température est captée par un capteur de température dont la tension de sortie  $V_{ti}$  est proportionnelle à celle ci.
- Le choix du capteur sera fait de sorte que la tension  $V_{ti}$  soit directement utilisable par le convertisseur analogique/numérique du PIC.
- Un traitement numérique de  $V_{ti}$  permettra d'afficher la valeur de la température sur l'afficheur LCD.

L'objectif de ce travail est de :

- Proposer un capteur satisfaisant à ce cahier des charges. Choisir parmi plusieurs composants possibles, celui qui permettra d'avoir la plus grande précision sur la valeur de température.
- Adapter le traitement numérique pour que la valeur de la température soit affichée en °C sur l'afficheur LCD.

Schéma fonctionnel de la chaîne de traitement de la température



- La gamme de température étudiées est : [  $-30^{\circ}\text{C}$  ;  $+50^{\circ}\text{C}$  ].
- La tension d'entrée du CAN est comprise entre 0V et 5V.

### I. Choix du capteur

Plusieurs composants, dont les documentations techniques sont fournies, vous sont proposés :  
**AD22100 ; TMP35 / TMP36 / TMP37.**

#### Act 1

- Donnez les caractéristiques de ces composants, dites s'ils peuvent convenir pour remplir la fonction « Captage de la température ». Justifiez vos réponses.
- Pour les composants qui conviennent donner leur sensibilité en  $\text{mV}/^{\circ}\text{C}$  ainsi que les valeurs des tensions  $V_{ti}$  pour les températures  $-30^{\circ}\text{C}$  et  $+50^{\circ}\text{C}$ .

#### Act 2

- Dites quel composant paraît le plus approprié pour notre application. Argumentez votre réponse.

#### Act 3

- Donnez le schéma structurel de la fonction « Captage de la température » avec le capteur choisi.

BACCALAUREAT STI GENIE ELECTRONIQUE		Epreuve de Construction Electronique	
Session 2007	Station météo	Projet n°2	Page : 9/10

- Dites pourquoi il n'est pas nécessaire de prévoir un circuit d'adaptation comme pour le traitement de la pression.
- Quelle différence de sensibilité (en mV/°C) aurait on eu si on avait rajouté un circuit d'adaptation semblable à celui de la pression ?

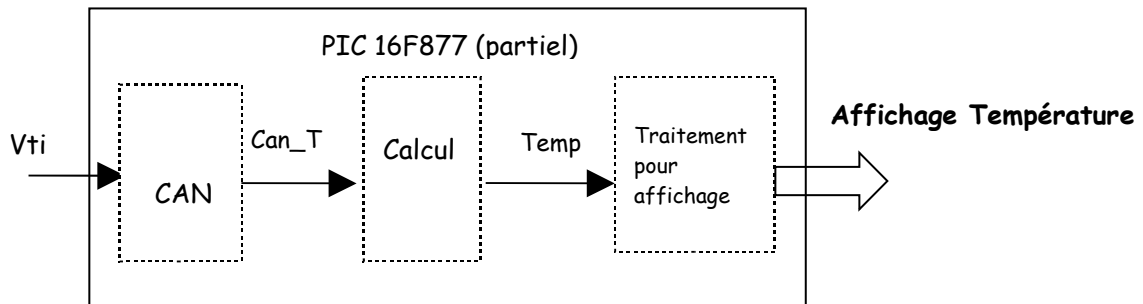
**Act 4** : - Donner la relation entre  $V_{ti}$  et  $t$  d'après la documentation du constructeur.

- Mesurer quelques valeurs de  $V_{ti}$  pour des valeurs de températures différentes. Comparez les à celles calculées avec la relation du constructeur.

## II. Traitement numérique de la donnée $V_{ti}$

Le traitement numérique de  $V_{ti}$  s'effectue de la même manière que celui de  $V_{pi}$  ( pour la pression) comme le montre le schéma fonctionnel suivant.

Le nombre binaire Temp est obtenu à la suite d'un calcul dans le sous programme « Cal\_tempint ».



### L'objectif du travail est

- D'expliquer comment se fait le traitement de  $V_{ti}$  pour que la valeur de température puisse être affichée.
- D'écrire dans le sous programme « Cal\_tempint » la relation appropriée entre les nombres binaires Temp et Can\_T, de manière à obtenir la valeur de la température sur l'afficheur.
- De charger le programme dans le PIC et de vérifier que la valeur de température de l'afficheur de la carte mère 1 est la même que celle de la console de la station météo.

### Sous programme « Cal\_tempint » à compléter

```

Cal_tempint()
{
  setup_adc( ADC_CLOCK_INTERNAL );
  setup_adc_ports( RA0_RA1_RA3_ANALOG ); // RA0, RA1 et RA3 analogiques
  set_adc_channel(3); // Sélection de AN3
  delay_us(10);
  Can_T = read_adc();
  setup_adc ( ADC_OFF );

```

*à compléter*

### Act 5

- Décrivez les différentes étapes du traitement de  $V_{ti}$ .
- Expliquez comment vous obtenez la relation à écrire dans la ligne manquante du sous programme « Cal\_tempint ». Décrivez bien toutes les étapes.
- Calculer la précision de la mesure de  $V_{ti}$  en bit/°C.

### Act 6

Charger le programme dans le PIC. Relevez la valeur de la température sur l'afficheur LCD. Comparer la avec celle lue sur la console. Conclure.

BACCALAUREAT STI GENIE ELECTRONIQUE		Epreuve de Construction Electronique	
Session 2007	Station météo	Projet n°2	Page : 10/10