



# Conversion

## Analogique $\Leftrightarrow$ Numérique

<b>1) La conversion analogique -&gt; numérique</b> .....	<b>1</b>
1.1) Mise en œuvre du CAN d'un $\mu C$ .....	1
1.1.1) Ecrire le programme correspondant à l'ordinogramme.....	1
1.1.2) Questionnaire.....	1
1.1.3) Vérification du fonctionnement avec Proteus.....	2
1.2) Mesure et affichage d'une tension .....	2
1.2.1) Ecrire le programme.....	2
1.2.2) Vérification avec Proteus ISIS.....	2
<b>2) La conversion numérique -&gt; analogique</b> .....	<b>3</b>
2.1) Mise en œuvre du CNA .....	3
2.2) Vérification du fonctionnement du CNA avec Proteus.....	4
2.3) Chaîne de conversion .....	4
2.3.1) Schéma bloc du CNA.....	4
2.3.2) Fonction de transfert du convertisseur courant/ tension .....	4
2.3.3) Fonction de transfert du CNA .....	4
<b>3) Chaîne de conversion CAN/CNA</b> .....	<b>5</b>
3.1) Mise en œuvre de la chaîne de conversion.....	5
3.2) Vérification de la chaîne de conversion avec Proteus .....	5
3.3) Mise en œuvre de la chaîne de conversion avec filtrage .....	6
3.4) Vérification de la chaîne de conversion avec filtrage.....	6
<b>4) Projet : réalisation d'un thermostat</b> .....	<b>7</b>
4.1) Cahier des charges .....	7
4.2) Caractéristiques du capteur .....	7
4.3) Questionnaire sur le capteur.....	7
4.4) Travail demandé.....	7

Sujets abordés	- Conversion analogique / numérique - Conversion numérique / analogique - Notion d'échantillonnage - Notion de filtrage
Prérequis	- Numération, base 10 et base 2 - Algorigrammes - Utilisation de FlowCode - Simulation avec Proteus
Logiciels utilisés	- FlowCode - CAO Proteus module de simulation ISIS

On respectera l'ordre de travail suivant :

Ce pictogramme indique le nom du fichier PROTEUS

Ce pictogramme indique un Progr FlowCode

- 1) Mise en place des éléments dans FlowCode
- 2) Ecriture du programme avec FlowCode
- 3) Simulation FlowCode
- 4) Saisie du schéma avec ISIS de Proteus
- 5) Chargement du fichier \*.HEX et simulation avec ISIS

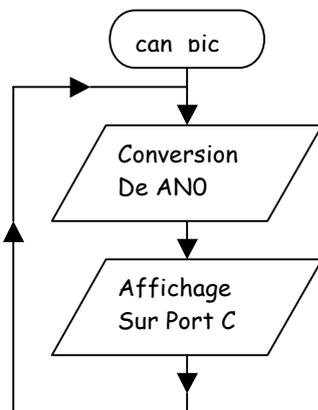
On utilisera le fichier **sch0.dsn** qui contient tous les composants utilisés dans le TP. Le fichier **sch0.dsn** sera sauvegardé sous le nom du fichier indiqué dans le pictogramme fichier. Tous les fichiers seront ainsi disponibles à la fin du TP.

## 1) La conversion analogique -> numérique

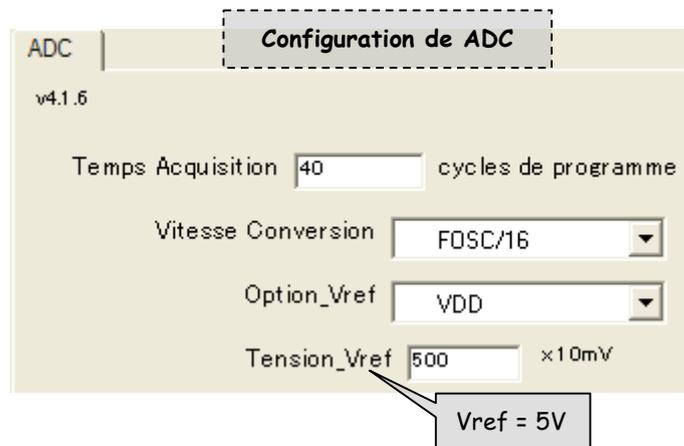
### 1.1) Mise en œuvre du CAN d'un $\mu C$

On réalise un CAN avec un microcontrôleur PIC 18F2520 avec une horloge à 20MHz, pour cela on utilise l'entrée analogique AN0, la sortie sur **8 bits** se fait sur le port C. Cette sortie sera visualisée par 8 LEDS dans FlowCode et 8 LOGICPROBE dans Proteus.

#### 1.1.1) Ecrire le programme correspondant à l'ordinogramme



Faire vérifier par le professeur. [ ]



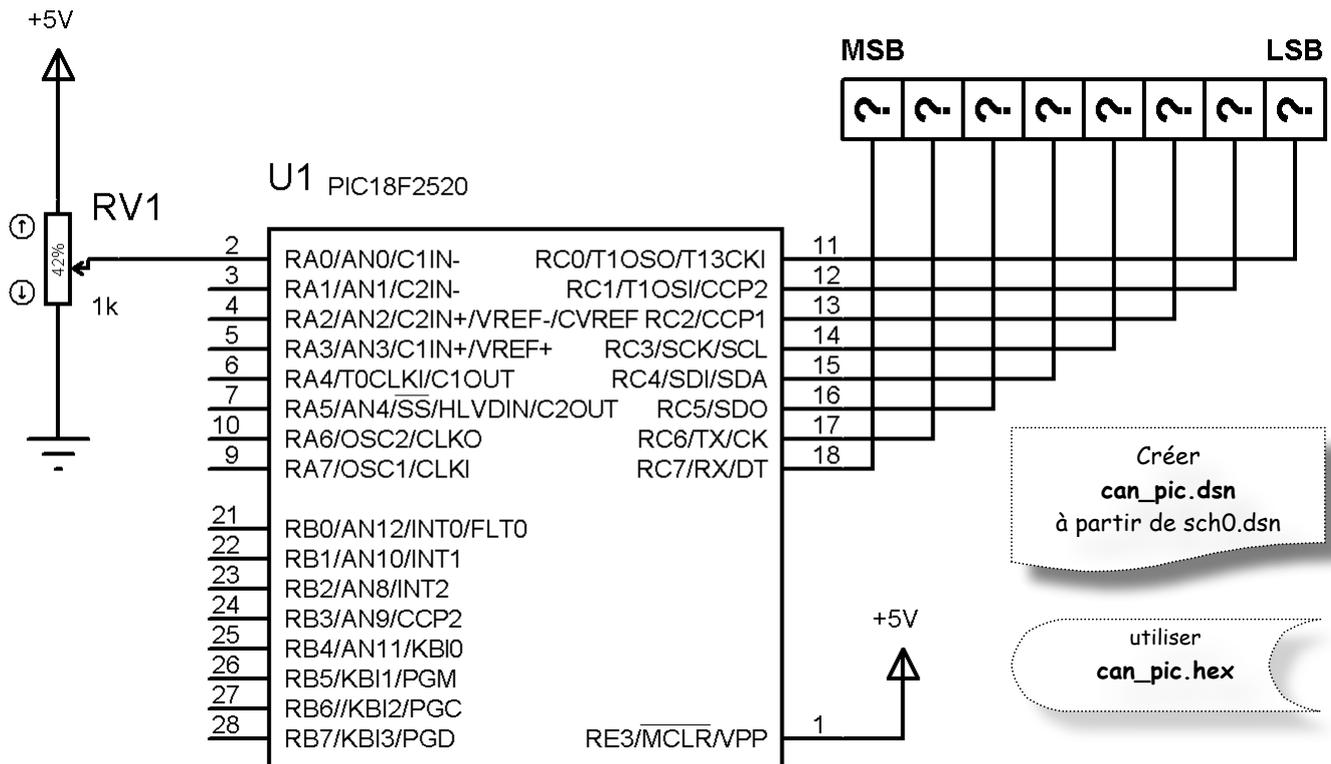
#### 1.1.2) Questionnaire

La conversion est effectuée sur 8 bits avec  $V_{ref} = 5V$ .

- Quelle est la plus petite valeur de la tension en AN0 mesurable : \_\_\_\_\_
- Quelle est pour cette tension la valeur en sortie du CAN : Ob \_\_\_\_\_
- La valeur en sortie est égale à Ob10011001 quelle est la tension à l'entrée du CAN  $V_e =$  \_\_\_\_\_
- A quelle tension correspond la valeur 0xFF : \_\_\_\_\_

### 1.1.3) Vérification du fonctionnement avec Proteus

- Saisir le schéma ci dessous



- Vérifier les résultats en simulation avec Proteus.

Faire vérifier par le professeur. [ ]

Le fichier can\_pic.fcf sera compilé et le fichier **can\_pic.hex** sera chargé dans le pic.

## 1.2) Mesure et affichage d'une tension

On désire mesurer et afficher une tension sur un afficheur LCD de 2 lignes et 16 caractères. On utilise un microcontrôleur PIC 18F2520 avec une horloge à 20MHz. La tension est appliquée sur l'entrée analogique AN0, la résolution sera de **10 bits**. voir schéma ci dessous.

### 1.2.1) Ecrire le programme

- Sur la première ligne de l'afficheur on affiche la valeur N en décimal mesurée par le CAN. Sur la seconde ligne on affichera la tension mesurée.

Utiliser la documentation de FlowCode pour l'affichage de la tension de l'ADC

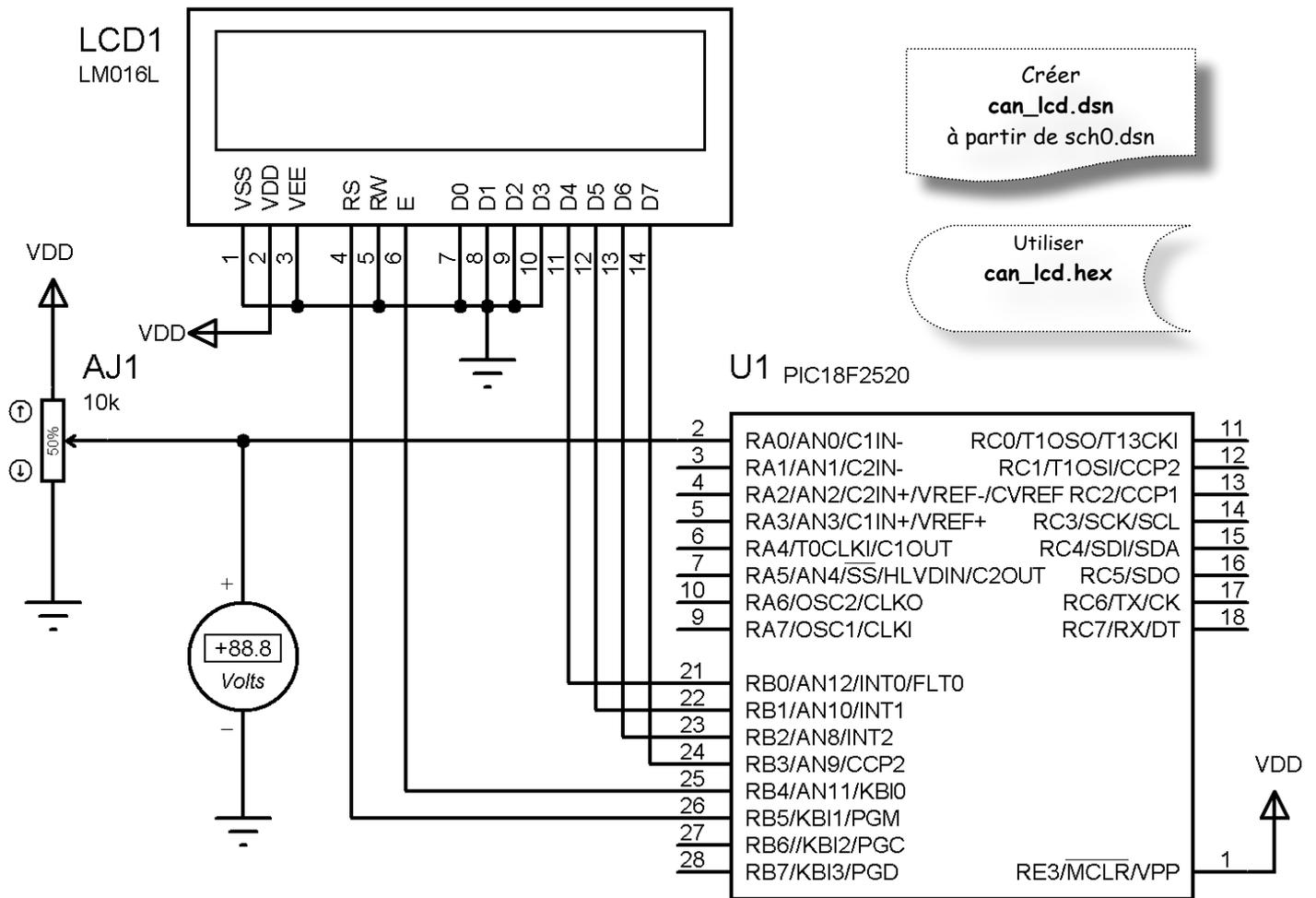
- Quelle est la plus petite valeur de la tension en AN0 mesurable : \_\_\_\_\_
- Le passage de 8 bits en 10 bits a t il augmenté ou diminué la résolution, de combien ? \_\_\_\_\_

### 1.2.2) Vérification avec Proteus ISIS

- Vérifier les résultats en simulation avec Proteus.

Faire vérifier par le professeur. [ ]

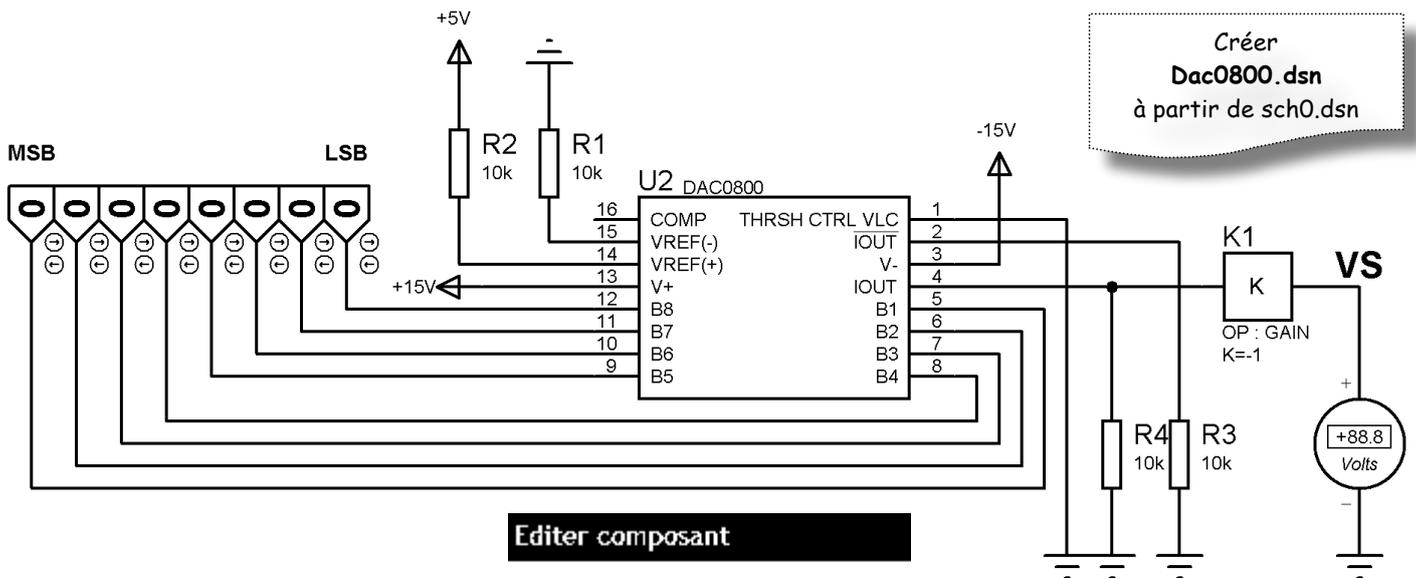
Le fichier can\_lcd.fcf sera compilé et le fichier **can\_lcd.hex** sera chargé dans le pic.



## 2) La conversion numérique -> analogique

### 2.1) Mise en œuvre du CNA

- Saisir le schéma ci dessous



Editer composant

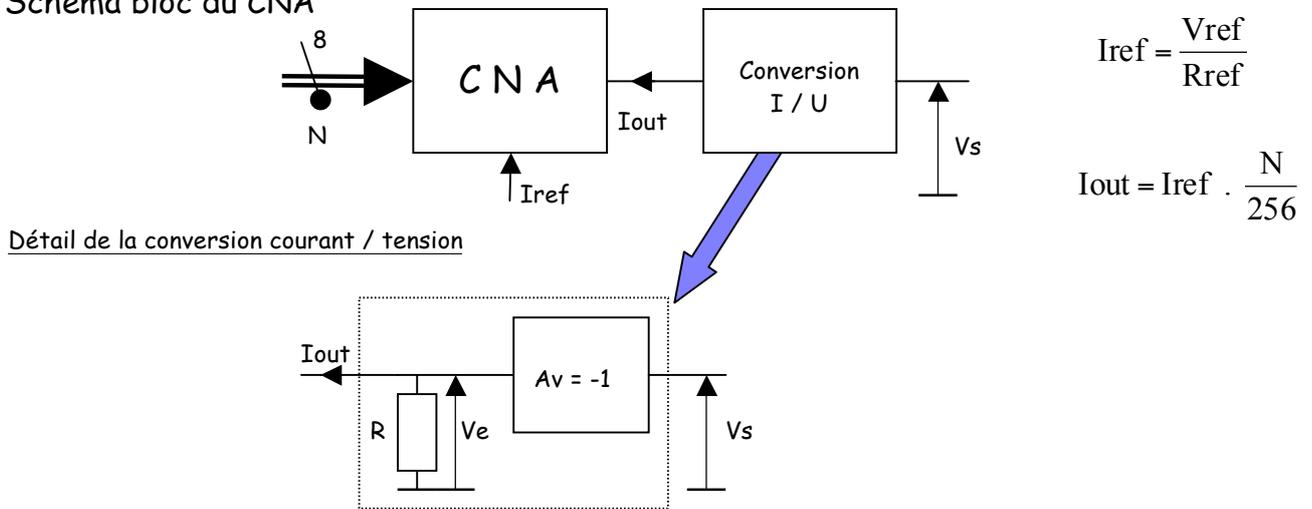
Référence: K1  
 Valeur: OP: GAIN  
 Amplification: -1  
 Amplification coefficient: 1

## 2.2) Vérification du fonctionnement du CNA avec Proteus.

 Faire vérifier par le professeur. [ ]

## 2.3) Chaîne de conversion

### 2.3.1) Schéma bloc du CNA



### 2.3.2) Fonction de transfert du convertisseur courant/ tension

- Exprimer  $V_s$  en fonction de  $I_{out}$  et  $R$  sachant que  $V_s = -V_e$  ( Amplificateur de tension inverseur)

### 2.3.3) Fonction de transfert du CNA

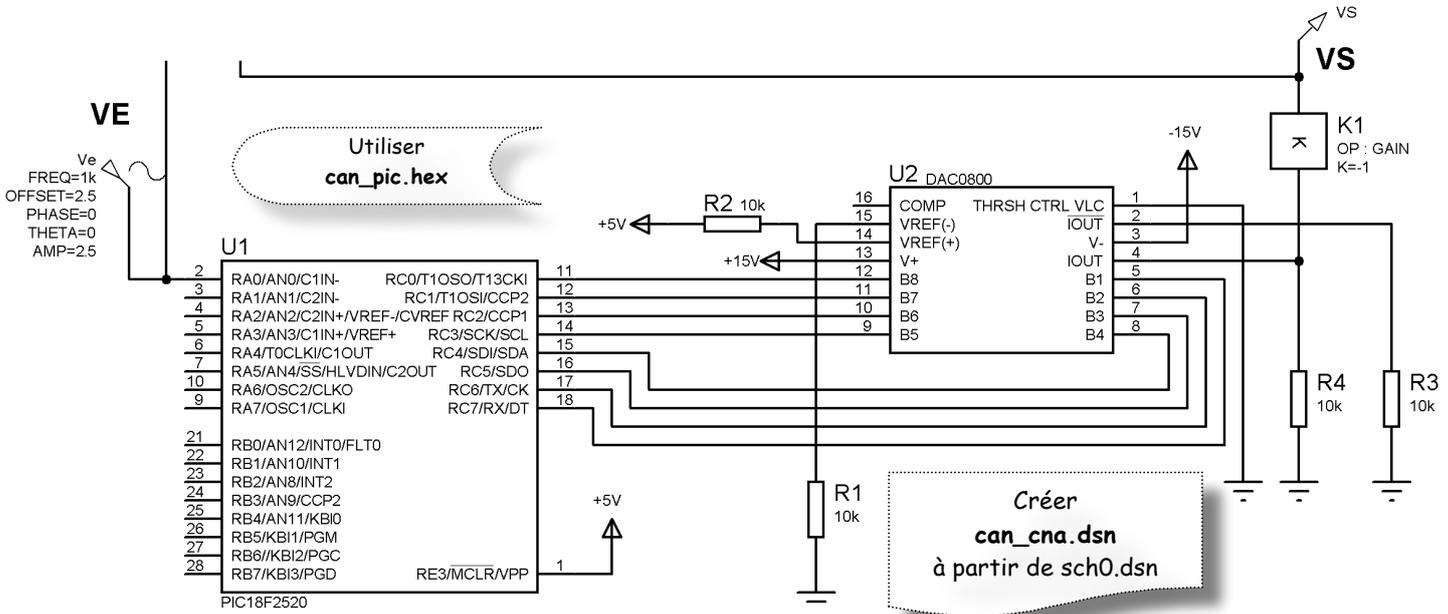
Identification des composants :  $V_{ref} = +5V$      $R_{ref} = R_2 = 10K\Omega$      $R = R_4 = 10K\Omega$     Ampli inverseur :  $K_1$

- Exprimer  $V_s$  en fonction de  $V_{ref}$ ,  $R_{ref}$  et  $N$
- Quelle est la plus petite valeur possible non nulle pour la tension  $V_s$  : \_\_\_\_\_
- Quelle est pour cette tension la valeur en sortie du CAN :  $Ob$  \_\_\_\_\_
- Calculer  $V_s$  pour  $N = 0xFF$   $V_s$  : \_\_\_\_\_
- Calculer  $V_s$  pour  $N = 100$   $V_s$  = \_\_\_\_\_

### 3) Chaîne de conversion CAN/CNA

#### 3.1) Mise en œuvre de la chaîne de conversion

- Saisir le schéma ci dessous

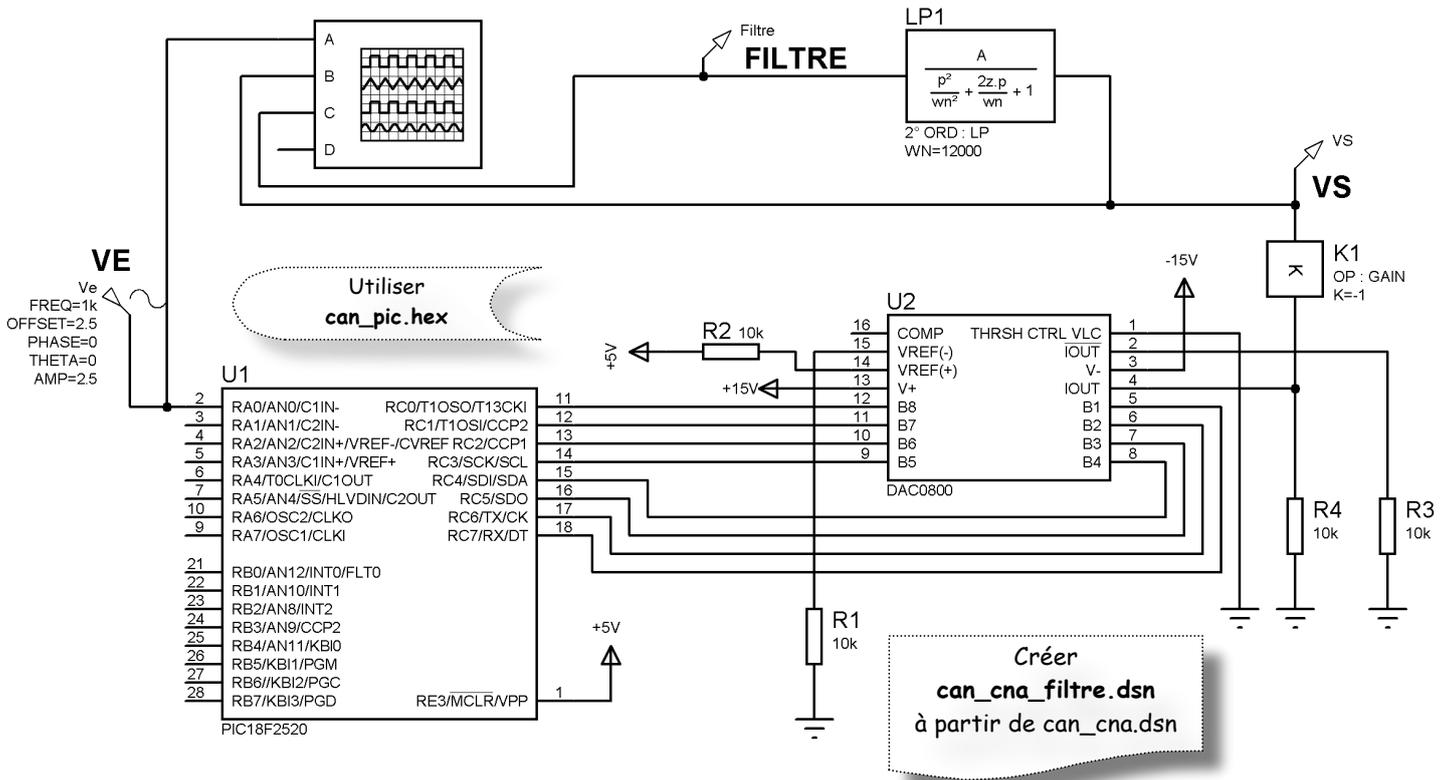


#### 3.2) Vérification de la chaîne de conversion avec Proteus.

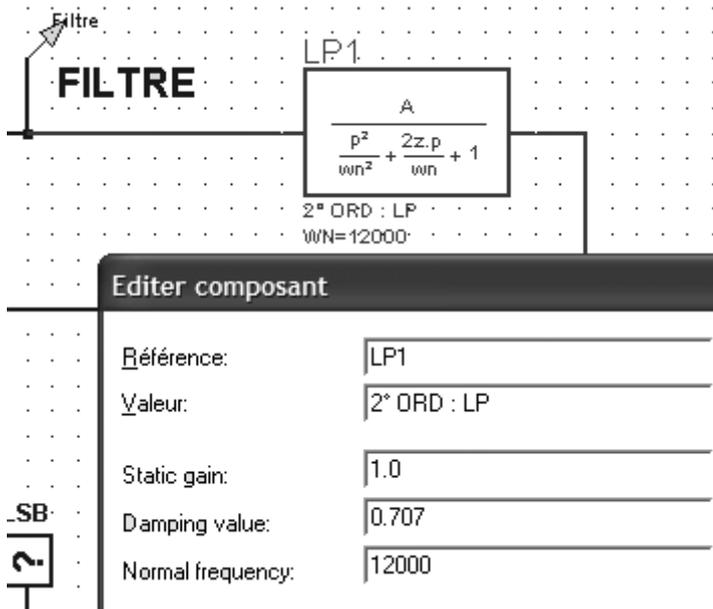
 Faire vérifier par le professeur. [   ]

- Visualiser les tensions  $V_e$  et  $V_s$ . (On prendra pour  $V_e$  un signal sinusoïdal de 1KHz, d'amplitude 2,5V avec un offset de 2,5V)
- Quelle est la fréquence d'échantillonnage, expliquer.
- Afficher une courbe  $V_e - V_s$ . Expliquer ce que représente cette courbe.
- Comparer avec en  $V_e$  une fréquence de 200Hz, 1Khz et 5KHz.
- Modifier la résolution en passant de 8 bits à 4 bits. Expliquer.

### 3.3) Mise en œuvre de la chaîne de conversion avec filtrage



Configuration du filtre LP1



### 3.4) Vérification de la chaîne de conversion avec filtrage.

- Visualiser les tensions  $V_e$ ,  $V_s$  et filtre.  
(On prendra pour  $V_e$  un signal sinusoïdal de 1KHz, d'amplitude 2,5V avec un offset de 2,5V).
- Quelle est l'utilité de ce filtre.
- Que se passe-t-il quand la fréquence en  $V_e$  augmente.

} Faire vérifier par le professeur. [   ]

## 4) Projet : réalisation d'un thermostat

### 4.1) Cahier des charges

On désire réaliser un thermostat pour mettre en fonctionnement un élément chauffant en fonction d'une température de consigne qui pourra varier de 10°C à 30°C.

On affiche la température ambiante avec une résolution de 1°C sur un afficheur LCD. La température de consigne sera fixée par un potentiomètre et affichée sur l'écran LCD. On indiquera aussi l'état de l'élément chauffant.

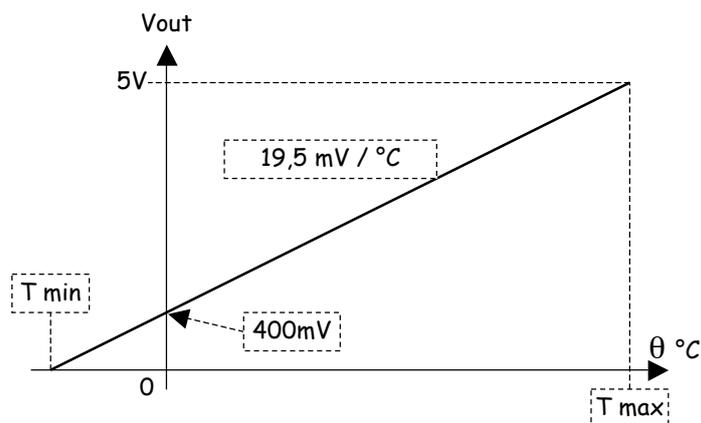
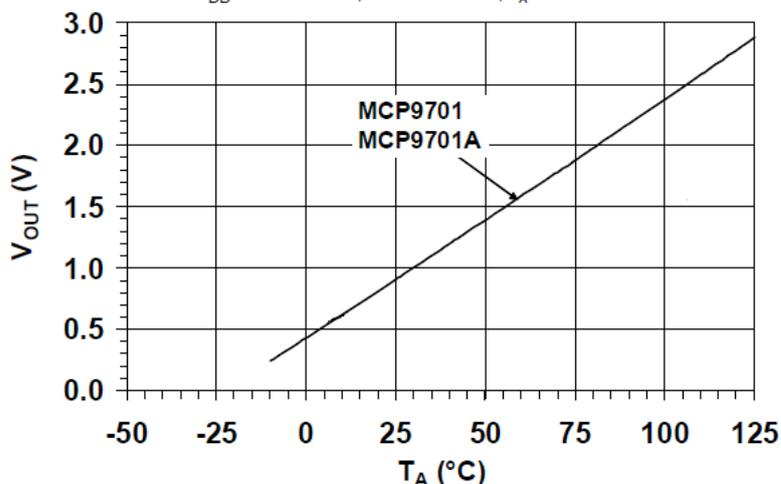
Le capteur est un MCP9701A qui produit une tension proportionnelle à la température suivant la caractéristique ci-dessous.

### 4.2) Caractéristiques du capteur

Optimized for Analog-to-Digital Converters  
(ADCs): 19.5 mV/°C (typical) MCP9701/9701A

Electrical Specifications: Unless otherwise indicated:

MCP9701/9701A:  $V_{DD} = 3.1V$  to  $5.5V$ , GND = Ground,  $T_A = -10^\circ C$  to  $+125^\circ C$



### 4.3) Questionnaire sur le capteur

- Ecrire l'équation  $V_{out} = f(\theta)$   $V_{out} =$  \_\_\_\_\_
- Quelle est la tension de sortie pour une température de 0°C ?  $V_{0^\circ C} =$  \_\_\_\_\_
- Quelle est la température maximale mesurable par ce capteur ?  $T_{max} =$  \_\_\_\_\_
- Quelle est la température minimale mesurable par ce capteur ?  $T_{min} =$  \_\_\_\_\_
- Quelle est la variation de tension en sortie de capteur pour  $\Delta\theta = 1^\circ C$  ?  $\Delta V_{out} =$  \_\_\_\_\_
- Pour des résolutions de 8bits et 10bits quelles sont les variations de température mesurables ?

Pour 8 bits  $\Delta\theta =$  \_\_\_\_\_

Pour 10 bits  $\Delta\theta =$  \_\_\_\_\_

### 4.4) Travail demandé

- Mettre en place les éléments dans FlowCode
- Ecrire le programme pour satisfaire le cahier des charges.
- Saisir le schéma sous Proteus ISIS.
- Charger le programme et vérifier le fonctionnement.

Faire vérifier par le professeur. [   ]

Faire vérifier par le professeur. [   ]

Faire vérifier par le professeur. [   ]

Faire vérifier par le professeur. [   ]