

## 1) Capteur de température LM335

On dispose d'un capteur de température de type LM335. Ce circuit délivre en sortie une tension de 10mV/K. La plage d'utilisation conseillée par le fabricant se situe entre  $-40^{\circ}\text{C}$  et  $+100^{\circ}\text{C}$ . On admet que le capteur sort 0V à 0K, et 2.7315V à  $0^{\circ}\text{C}$

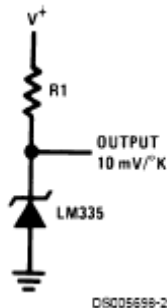
On souhaite utiliser ce type de capteur dans une centrale de commande de pompe à chaleur. Les capteurs doivent servir à mesurer les températures suivantes :

- La température extérieure, qui varie entre  $-40$  et  $+40^{\circ}\text{C}$
- La température intérieure du bâtiment qui varie entre 0 et  $40^{\circ}\text{C}$
- La température au niveau du condenseur (de 0 à  $100^{\circ}\text{C}$ )
- La température au niveau de l'évaporateur (de  $-40$  à  $+20^{\circ}\text{C}$ )

La grandeur analogique est convertie en valeur numérique par un convertisseur analogique/numérique 10 bits. La plage de conversion varie de 0 à 5V. Pour profiter de la pleine dynamique du convertisseur Analogique/Numérique, il faut ramener la plage de sortie du capteur dans la plage 0-5V au moyen d'amplificateurs opérationnels

- 1) Estimer les tensions de sortie des capteurs dans les quatre cas d'utilisation cités ci-dessus
- 2) Tracer le schéma synoptique (boîtes carrées avec fonctions inscrites) du montage permettant de toujours ramener la tension de sortie du capteur dans la plage 0-5V (indiquez seulement les fonctions à réaliser, pas de calcul)

3) Le constructeur préconise le schéma ci-contre pour le capteur.



Le composant se comporte comme une diode Zener, dont la tension inverse est proportionnelle à la température conformément à la description donnée ci-dessus (10 mV/K). En adoptant comme valeurs 12V pour  $V+$ , 8.2k pour R1, quel sera le courant circulant dans le circuit à  $0^{\circ}\text{C}$  et à  $100^{\circ}\text{C}$  ?

- 4) Quelle est la puissance dissipée par le capteur à  $0^{\circ}\text{C}$  et à  $100^{\circ}\text{C}$  ?
- 5) La résistance thermique jonction / ambiance étant de  $202^{\circ}\text{C} / \text{Watt}$ , quelle sera la température réelle du capteur lorsque l'ambiance est à  $100^{\circ}\text{C}$  ?
- 6) Afin de ne pas perturber le capteur, on connecte un ampli-suiveur à la sortie du capteur (OUTPUT sur le schéma). Donnez le schéma du montage
- 7) Le convertisseur analogique/numérique a une magnitude de 10 bits. Quelle est la variation minimale de température détectable dans le cas d'utilisation dans la plage 0- $100^{\circ}\text{C}$  ?

## 2) Programmation PIC

```
; Programme chenillard
#include P16F84.INC

MEM1 equ 0x10
MEM2 equ 0x11

#define _BANK STATUS,RP0

; Reset
org 0
goto INIT

;
; Interruptions
org 4
RETFIE

INIT
    BSF      _BANK
    MOVLW   B'00000000'
    MOVWF   TRISB
    MOVLW   B'00011111'
    MOVWF   TRISA
    BCF     _BANK

A0
    MOVLW   B'00010001'
    MOVWF   PORTB

Debut
    MOVLW   0xFF          ; On charge la memoire a 255
    MOVWF   MEM1

A1  NOP
    DECFSZ  MEM1,1        ; On decremente jusqu'a 0
    GOTO    A1

A2  RLF     PORTB,1       ; On décale vers la gauche
    BTFSC   STATUS,C
    INCF    PORTB,1
    BCF     STATUS,C
    GOTO    Debut        ; ... et on recommence.
END
```

Le Quartz utilisé est calibré à 4 MHz. Il faut 4 cycles horloge pour réaliser un cycle machine.

- 1) Quel est le rôle des instructions comprises entre INIT et A0 ?
- 2) En combien de temps sont exécutées les instructions situées entre INIT et Debut ?
- 3) Indiquez combien de cycles nécessite chaque instruction située entre Debut et END
- 4) Combien de microsecondes sont nécessaires, partant de l'étiquette Debut, pour revenir à Debut ?

**TABLE 9-2 PIC16FX INSTRUCTION SET**

Mnemonic, Operands	Description	Cycles	14-Bit Opcode				Status Affected	Notes	
			MSb		LSb				
<b>BYTE-ORIENTED FILE REGISTER OPERATIONS</b>									
ADDWF	f, d	Add W and f	1	00	0111	dfff	ffff	C,DC,Z	1,2
ANDWF	f, d	AND W with f	1	00	0101	dfff	ffff	Z	1,2
CLRF	f	Clear f	1	00	0001	1fff	ffff	Z	2
CLRWF	-	Clear W	1	00	0001	0xxx	xxxx	Z	
COMF	f, d	Complement f	1	00	1001	dfff	ffff	Z	1,2
DECf	f, d	Decrement f	1	00	0011	dfff	ffff	Z	1,2
DECFSZ	f, d	Decrement f, Skip if 0	1(2)	00	1011	dfff	ffff		1,2,3
INCF	f, d	Increment f	1	00	1010	dfff	ffff	Z	1,2
INCFSZ	f, d	Increment f, Skip if 0	1(2)	00	1111	dfff	ffff		1,2,3
IORWF	f, d	Inclusive OR W with f	1	00	0100	dfff	ffff	Z	1,2
MOVF	f, d	Move f	1	00	1000	dfff	ffff	Z	1,2
MOVWF	f	Move W to f	1	00	0000	1fff	ffff		
NOP	-	No Operation	1	00	0000	0xxx0	0000		
RLF	f, d	Rotate Left f through Carry	1	00	1101	dfff	ffff	C	1,2
RRF	f, d	Rotate Right f through Carry	1	00	1100	dfff	ffff	C	1,2
SUBWF	f, d	Subtract W from f	1	00	0010	dfff	ffff	C,DC,Z	1,2
SWAPF	f, d	Swap nibbles in f	1	00	1110	dfff	ffff		1,2
XORWF	f, d	Exclusive OR W with f	1	00	0110	dfff	ffff	Z	1,2
<b>BIT-ORIENTED FILE REGISTER OPERATIONS</b>									
BCF	f, b	Bit Clear f	1	01	00bb	bfff	ffff		1,2
BSF	f, b	Bit Set f	1	01	01bb	bfff	ffff		1,2
BTFSC	f, b	Bit Test f, Skip if Clear	1 (2)	01	10bb	bfff	ffff		3
BTFSS	f, b	Bit Test f, Skip if Set	1 (2)	01	11bb	bfff	ffff		3
<b>LITERAL AND CONTROL OPERATIONS</b>									
ADDLW	k	Add literal and W	1	11	111x	kkkk	kkkk	C,DC,Z	
ANDLW	k	AND literal with W	1	11	1001	kkkk	kkkk	Z	
CALL	k	Call subroutine	2	10	0kkk	kkkk	kkkk		
CLRWDT	-	Clear Watchdog Timer	1	00	0000	0110	0100	$\overline{TO,PD}$	
GOTO	k	Go to address	2	10	1kkk	kkkk	kkkk		
IORLW	k	Inclusive OR literal with W	1	11	1000	kkkk	kkkk	Z	
MOVLW	k	Move literal to W	1	11	00xx	kkkk	kkkk		
RETFIE	-	Return from interrupt	2	00	0000	0000	1001		
RETLW	k	Return with literal in W	2	11	01xx	kkkk	kkkk		
RETURN	-	Return from Subroutine	2	00	0000	0000	1000		
SLEEP	-	Go into standby mode	1	00	0000	0110	0011	$\overline{TO,PD}$	
SUBLW	k	Subtract W from literal	1	11	110x	kkkk	kkkk	C,DC,Z	
XORLW	k	Exclusive OR literal with W	1	11	1010	kkkk	kkkk	Z	

- Note 1:** When an I/O register is modified as a function of itself ( e.g., MOVF PORTB, 1), the value used will be that value present on the pins themselves. For example, if the data latch is '1' for a pin configured as input and is driven low by an external device, the data will be written back with a '0'.
- 2:** If this instruction is executed on the TMR0 register (and, where applicable, d = 1), the prescaler will be cleared if assigned to the Timer0 Module.
- 3:** If Program Counter (PC) is modified or a conditional test is true, the instruction requires two cycles. The second cycle is executed as a NOP.