

## Exercice 2 (sur 21pts)

a) Résolution du convertisseur (en Volt) :  $\frac{V_{REF+} - V_{REF-}}{2^N - 1}$

$$\left\{ \begin{array}{l} 8 \text{ bits} \Rightarrow \text{résolution} = \frac{3V}{255} = \underline{\underline{11,7 \text{ mV}}} \\ 10 \text{ bits} \Rightarrow \text{résolution} = \frac{3V}{1023} = \underline{\underline{2,9 \text{ mV}}} \end{array} \right\} \text{ 1 point}$$

$$\Delta T^\circ = 1^\circ \text{C} \Leftrightarrow \Delta R = 2\Omega \Leftrightarrow \Delta V = 2\Omega \times 1 \text{ mA} = 2 \text{ mV}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 8 \text{ bits} \Rightarrow \text{résolution} = \frac{11,7}{2} = \underline{\underline{5,85^\circ \text{C}}} \\ 10 \text{ bits} \Rightarrow \text{résolution} = \frac{2,9}{2} = \underline{\underline{1,45^\circ \text{C}}} \end{array} \right\} \text{ 1 point}$$

b)  $V_{REF+} = 1,2 \text{ V}$  :

$$\left\{ \begin{array}{l} 8 \text{ bits} \Rightarrow \text{résolution} = \frac{1,2 \text{ V}}{255} = 4,7 \text{ mV}, \text{ soit } \frac{4,7}{2} = \underline{\underline{2,35^\circ \text{C}}} \\ 10 \text{ bits} \Rightarrow \text{résolution} = \frac{1,2}{1023} = 1,17 \text{ mV}, \text{ soit } \frac{1,17}{2} = \underline{\underline{0,58^\circ \text{C}}} \end{array} \right\} \text{ 1 point}$$

c)  $T^\circ = 210^\circ \text{C} = 20^\circ \text{C} + 190^\circ \text{C}$

$$\Rightarrow R = 1 \text{ k}\Omega - (190 \times 2)\Omega = 620\Omega$$

$$\Rightarrow V_R = 620\Omega \times 1 \text{ mA} = 620 \text{ mV}$$

$$1 \text{ LSB} = \frac{3V}{1023} \Rightarrow V_R = \underline{\underline{211}} \text{ LSBs} \quad \text{1 point}$$

↳ résultat de la conversion

En binaire :  $211 = 128 + 64 + 16 + 2 + 1 = 11010011$

En hexadécimal :  $211 = (16 \times 13) + 3 = \underline{\underline{0xD3}} \quad \text{0,5 point}$

d) Sur 10 bits, il est plus commode de justifier à droite. 0,5 point  
(Ainsi, le bit de poids faible se trouve bien à la position 0 de ADRESL.)

e)  $f_{osc}$  réduite  $\Rightarrow$  consommation du  $\mu\text{C}$  réduite 0,5 point

$$T_{PWM} = T_{osc} \times 4 \times \text{prescaler} \times (PR2 + 1)$$

↓  
50ms

↓  
(250kHz)<sup>-1</sup>  
= 4μs

↓  
1, 4 ou 16

↓  
256 max.

Sans prescaler:  $T_{PWM} = 4,096 \text{ ms au max}$

Pour obtenir 50 ms, il faut utiliser le prescaler par 16.

1 point si justification OK

$$T_{PWM} = T_{osc} \times 4 \times 16 \times (PR2 + 1) \Rightarrow PR2 = \underline{194}$$

↓  
50ms

↓  
4μs

1 point

$$194 = 128 + 64 + 2 = 0b \ 11000010$$

f) Rapport cyclique =  $\theta = \frac{CCPR2L}{PR2 + 1}$  (OK si  $\frac{CCPR2L}{PR2}$ )

$$\theta = 30\% \Rightarrow CCPR2L = \underline{58}$$

$$\theta = 60\% \Rightarrow CCPR2L = \underline{117}$$

1 point

g) Configurations possibles :

- Push-Pull
- Open-drain

0,5 point

0,5 point

Ici il faut choisir Push-Pull

0,5 point

si justifié un minimum

• Sinon il faudrait prévoir une résistance de pull-up

• Une configuration open drain n'a aucun intérêt ici

(le µC fonctionne sous 3V, le ventilateur aussi

et la sortie du µC n'est reliée qu'à l'entrée du ventilateur.)

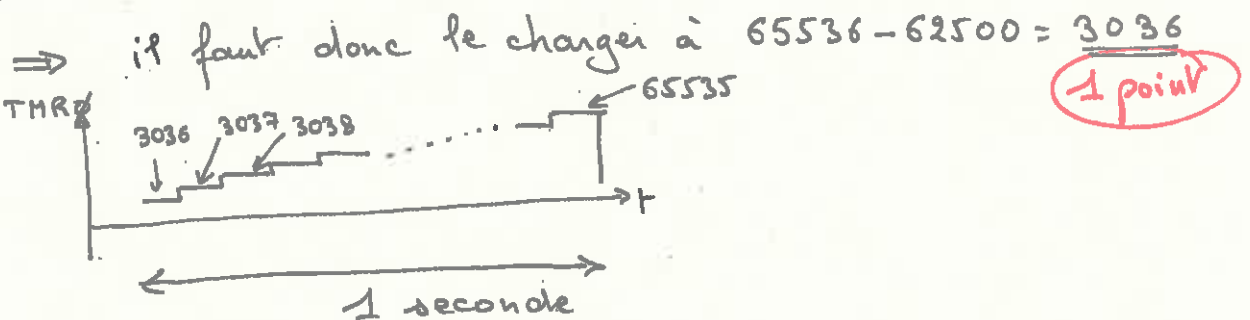
h) Temps maximum entre 2 overflows :

en mode 8-bit  $\rightarrow (250 \text{ kHz})^{-1} \times 4 \times 256 = \underline{4,096 \text{ ms}}$

en mode 16-bit  $\rightarrow (250 \text{ kHz})^{-1} \times 4 \times 65536 = \underline{1,049 \text{ s}}$

$\Rightarrow$  il faut utiliser le timer en mode 16-bit pour avoir au moins 1 seconde (1 point) si justification

$1 \text{ sec} = (250 \text{ kHz})^{-1} \times 4 \times 62500$   
 $\Rightarrow$  soit 62500 incréments du timer.



- i)
- ① Charger le timer à la valeur souhaitée (ici: 3036)
  - ② Puis, effacer le flag d'overflow (TMR0IF)
  - ③ Lancer la conversion (passer GO/DONE à 1)
  - ④ Attendre que l'indicateur de fin de conversion soit écrit par le  $\mu\text{C}$  (GO/DONE repasse à 0)
  - ⑤ Lire le résultat de la conversion

ici  
ou là.

(1 point)

On tolère que l'opération ⑤ ne soit pas mentionnée

(1 point)

si les 2 actions sont mentionnées, même si l'ordre est inversé

Nom :

Prénom :

Feuille à rendre avec la copie (Exercice 2)

Commentaires éventuels

entrée analogique

	7	6	5	4	3	2	1	0		
TRISA	0	0	0	0	0	0	0	1	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div>0,5</div> </div>	
LATA	0	0	0	0	0	0	0	X		<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div>0,5</div> </div>
PORTA										
TRISB	0	0	0	0	0	0	0	0	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div>0,5</div> </div>	
LATB	0	0	0	0	0	0	0	0		<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div>0,5</div> </div>
PORTB										
TRISC	0	0	0	0	0	0	0	0	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div>0,5</div> </div>	
LATC	0	0	0	0	0	0	X	0		<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div>0,5</div> </div>
PORTC										
OSCCON	X	0	0	1	X	X	1	0	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div>0,5</div> </div>	
INTCON	1	1	1	0	0	0	X	X		<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div>0,5</div> </div>
T0CON	1	0	0	X	1	X	X	X		<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div>0,5</div> </div>
T2CON		X	X	X	X	1	1	X	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div>0,5</div> </div>	
PR2	1	1	0	0	0	0	1	0		<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div>0,5</div> </div>
CCP2CON			X	X	1	1	X	X		<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div>0,5</div> </div>
ADCON0			0	0	0	0	0	1	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div>0,5</div> </div>	
ADCON1			0	0						<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div>0,5</div> </div>
ADCON2	1		0	0	0	0	0	0		<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div>0,5</div> </div>

75 points

\* OK si cohérent avec valeur connue précédemment

\*\* non pris en compte pour la correction

\*\*\* on accepte aussi 011 ou 111  
( $f_{CRADC} = f_{RC} = 600\text{KHz}$ )

## Exercice 3 (sur 15pts)

a)

Touche appuyée	Tension $V_x$
marche	0 V
arrêt	$\frac{1}{2} \times V_{cc}$ 1.65V
avant	$\frac{2}{3} \times V_{cc}$ 2.2V
arrière	$\frac{3}{4} \times V_{cc}$ 2.475V
augmenter	$\frac{4}{5} \times V_{cc}$ 2.64V
diminuer	$\frac{5}{6} \times V_{cc}$ 2.75V
aucune	$\frac{6}{7} \times V_{cc}$ 2.83V

1 point

2 erreurs/oubli  $\Rightarrow -0.5$

Plusieurs touches appuyées  $\Rightarrow$  on ne voit que la plus haute (puisque tout ce qui est en dessous est court-circuité)

0.5 point

Fonctionnalité à mettre en œuvre : ADC

0.5 point

b) Vitesse = 2500 tr/min  $\Leftrightarrow$  Tension moyenne aux bornes du moteur = 2.5V

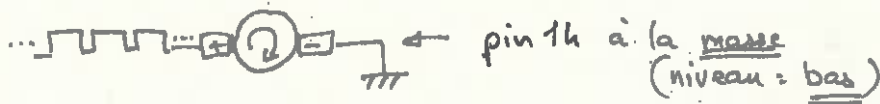
Signal PWM:  $V_{cc}$    $V_{moyenne} = V_{cc} \times \theta$

$$\theta = \frac{V_{moyenne}}{V_{cc}} = \frac{2.5}{3.3} \approx 76\%$$

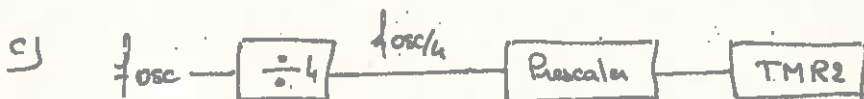
1 point

Il faut prendre  $T_{PWM} \leq \frac{T_H}{100} = 1ms \Rightarrow f_{PWM} \geq 1kHz$

0.5 point



0.5 point



$$T_{PWM} = T_{osc} \times 4 \times \text{Prescaler} \times (PR2 + 1)$$

$\downarrow$  1, 4 ou 16                       $\downarrow$   $\leq 255$

On veut  $T_{PWM} = (20 kHz)^{-1} = 50 \mu s$

On veut également  $f_{osc}$  maximal.

Si  $f_{osc} = 16 \text{ MHz}$  (+ grande valeur possible)

Sans prescaler

On peut obtenir  $T_{PWM} = (16 \text{ MHz})^{-1} \times 4 \times 256 = 64 \mu\text{s}$

$\Rightarrow$  OK (C'est suffisamment grand, pas besoin de ralentir le timer 2.)

On ajuste  $T_{PWM}$  en jouant sur PR2

$$T_{PWM} = 50 \mu\text{s} = (16 \text{ MHz})^{-1} \times 4 \times (PR2 + 1) \Rightarrow PR2 = 199$$

En résumé :

$$f_{osc} = 16 \text{ MHz}$$

Pas de prescaler pour TIM2

$$PR2 = 199$$

1 point

1 point

1 point

Pour un rapport cyclique de 76% :  $CCPR2L = (PR2 + 1) \times \theta$

$$= 152$$

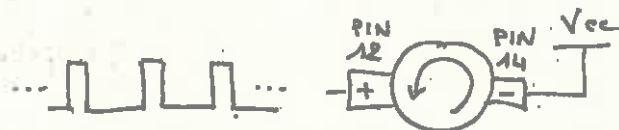
1 point

d) Voir feuille suivante

e) Rotation en marche arrière  $\Rightarrow (V_{PIN12})_{moyen} < V_{PIN14}$

$$\Rightarrow V_{PIN14} = \underline{V_{CC}} \text{ (niveau haut)}$$

0,5 point



$$\underline{\theta = 24\%}$$

$$V_{moyen} = -2,5V$$

0,5 point

(Complément de la solution précédente)

NOM:

PRENOM:

# FEUILLE A RENDRE AVEC LA COPIE

## Exercice 2

Commentaires éventuels

	7	6	5	4	3	2	1	0	
TRISA	0	0	0	0	0	0	0	1	entrée analogique sans objet 0,5
LATA	0	0	0	0	0	0	0	X	ou 0,5
PORTA									
TRISB	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5
LATB	0	0	0	0	0	0	0	0	ou 0,5
PORTB									
TRISC	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5
LATC	0	0	0	0	0	0	X	0	ou 0,5
PORTC									sortie PWM
OSCCON	X	1	1	1	X	X	1	X	ou 0,5
PR2	1	1	0	0	0	1	1	1	* 0,5
T2CON		X	X	X	X	1	0	0	* 0,5
CCP2CON			X	X	1	1	X	X	
ADCON0			0	0	0	0	1	1	0,5
ADCON1			0	0					0,5
ADCON2	1		1	1	1	1	0	1	0,5

$f_{osc}$  (doit être cohérent avec la partie c)  
 $f_{acq} = f_{osc} / 16$   
 \* : OK si cohérent avec partie c)

6 points