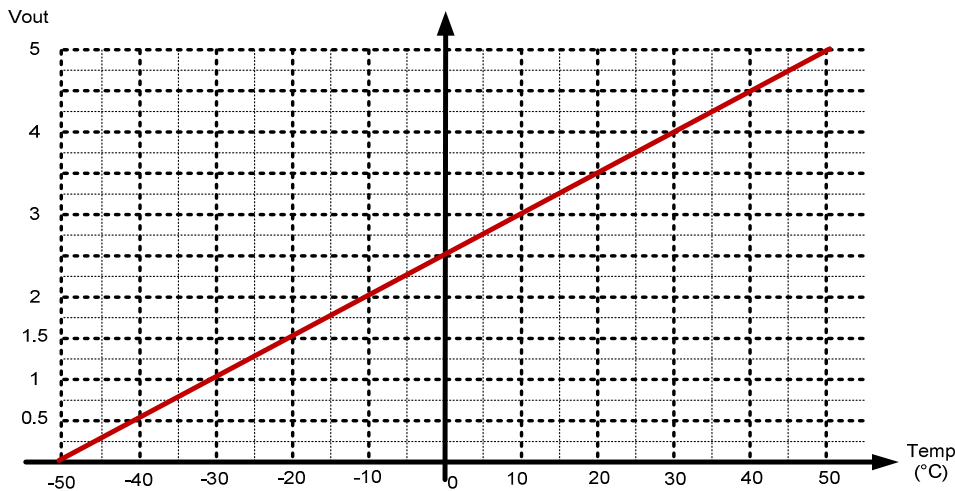


ETAPE 1 : Étude du conditionnement de la Température

Q1 : A partir de la caractéristique de transfère ci-dessous, déterminez l'équation de **Vout** en fonction de la température **Temp** :



Pour ce faire, déterminez deux points de calcul, puis identifiez les paramètres a et b de l'équation

$$V_{out} = a \cdot Temp + b$$

$$Temp = -50^{\circ}C \quad \rightarrow \quad V_{out} = 0 \text{ V}$$

$$Temp = +50^{\circ}C \quad \rightarrow \quad V_{out} = 5 \text{ V}$$

/4

On remplace dans l'équation $V_{out} = a \cdot Temp + b$

$$0 = -50 \cdot a + b \quad (1)$$

$$5 = 50 \cdot a + b \quad (2)$$

$$\text{En effectuant } (1) + (2) : 0 + 5 = (-50 + 50) \cdot a + 2b \text{ soit : } b = 5/2$$

$$\text{On remplace } b \text{ dans } (1) : 50 \cdot a = 5/2 \text{ soit } a = 1/20$$

$$\text{On obtient donc l'équation : } V_{out} = Temp/20 + 5/2$$

Q2 : Rappeler la relation du quantum **q**. Donnez alors la relation entre la valeur de conversion numérique **NTEMP** et la tension à convertir **Vout** :

/3

$$\text{On sait que le quantum s'écrit : } q = V_{REF} / (2^n - 1) = 5 / 1023$$

$$\text{Et la valeur de conversion s'écrit : } N = V_{in} / q$$

$$\text{On obtient donc l'équation : } NTEMP = V_{out} / q = (V_{out} \cdot 1023) / 5$$

$$\text{Donc : } NTEMP = (V_{out} \cdot 1023) / 5$$

Q3 : En déduire la formule de conditionnement permettant de calculer **TEMP** en fonction de la valeur de conversion numérique NTEMP :

On a : $NTEMP = (V_{out} \cdot 1023) / 5$ (1) et $V_{out} = Temp/20 + 5/2$ (2)

En remplaçant V_{out} de l'équation (2) dans l'équation (1) on obtient :

$$NTEMP = (Temp/20 + 5/2) \cdot 1023 / 5 = (TEMP + 50) \cdot 1023 / 100$$

On cherche à exprimer $TEMP = f(NTEMP)$:

$$100 \cdot NTEMP = (TEMP + 50) / 1023$$

$$100 \cdot NTEMP / 1023 = TEMP + 50$$

D'où : $TEMP = 100 \cdot NTEMP / 1023 - 50$

ETAPE 2 : Etude du circuit de commande du ventilateur (L298)



La commande s'effectue par l'intermédiaire d'une interface de puissance I2C. C'est le circuit L298 qui est chargé de commander le moteur en fonction des signaux reçus par le microcontrôleur.

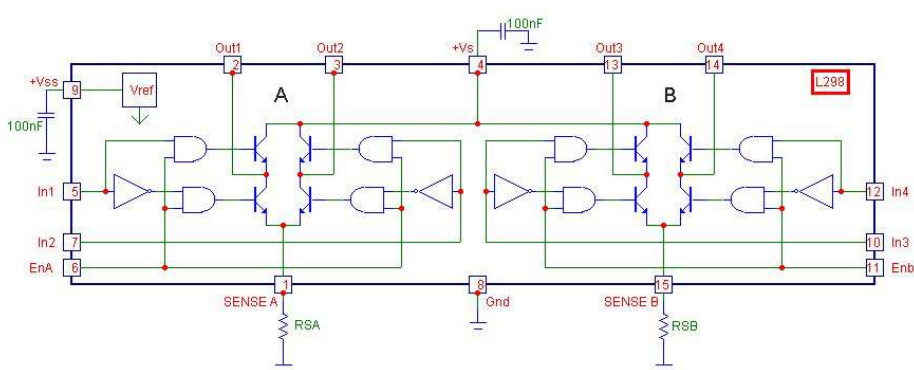
Dans cette étape, vous pouvez vous aider de la capsule « **Interface puissance L298.ppsx** » contenu dans le dossier *ressources*.

Q4 : D'après la documentation du L298, indiquez la valeur du courant maximal que peut fournir le circuit pour chaque sortie moteur :

Le circuit peut supporter un pic de courant de démarrage de 3A ($T < 100\mu s$) et 2A max en continu (T infini)

Q5 : D'après le schéma interne du L298, sur **quels signaux** doit-on relier le moteur si l'on n'utilise que le **CANAL 'A'** (c'est à dire 1 seul Moteur à commander) ?

Broche 2 (Out1) et broche 3 (Out2) pour le canal A



Q6 : Quel est dans ce cas le rôle du signal **ENA** ? Quel est l'état logique actif de ce signal ?

EnA permet de valider l'étage de sortie (Pont en H). Son état logique actif est "1"

Q7 : Indiquez alors l'état de fonctionnement du moteur pour les états logiques de IN1 et IN2 :

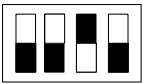
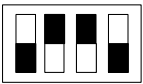

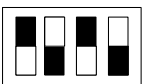

/5

ENA	IN1	IN2	Moteur
1	0	0	ARRET RAPIDE (Frein)
1	0	1	ROT. ANTI HORAIRE
1	1	0	ROT. HORAIRE
1	1	1	ARRET RAPIDE (Frein)
0	X	X	MOTEUR en ROUE LIBRE

ETAPE 3 : Étude de la communication I2C avec le circuit L298

Q8 : Déterminez les adresse esclaves du L298 I2C suivant les combinaisons du sélecteur d'adresse ci-dessous (DT P.5) :

/4

Sélecteur	Adresse								HEXA
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
 1 0	0	0	0	0	0	0	1	0	\$02
 1 0	0	0	0	0	0	1	1	0	\$06
 1 0	0	0	0	0	1	1	1	0	\$0E
 1 0	0	0	0	0	1	0	1	0	\$0A
 1 0	0	0	0	0	1	1	1	1	\$0F



Q9 : Quel est le risque d'un tel système d'adressage ?

Si l'adresse est mal définie, le circuit risque d'entrer en conflit avec un autre circuit I2C possédant par défaut cette même adresse.

/2

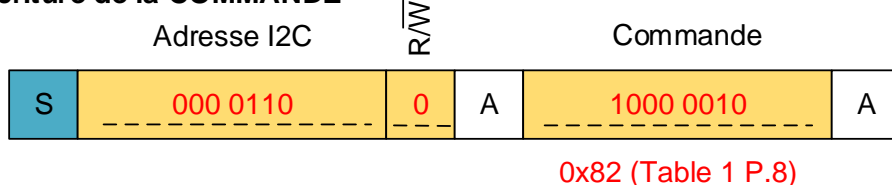
L'adresse 00h ne peut par exemple pas être utilisée puisque réservée !

Q10 : D'après la documentation technique, indiquez en hexadécimal les octets des différentes commande I2C du tableau ci-dessous (**DT P.8**) :

Commandes	HEXA
Fixer la valeur MLI sur les sorties moteurs A et B	0x82
Fixer le sens de rotation sur les moteurs A et B	0xAA
Modifier la fréquence MLI	0x84

Q11 : Complétez **en binaire** le contenu de la trame I2C permettant **de fixer** la valeur MLI à **60%** pour le **moteur A** et **85%** pour le **moteur B** (**DT P.8**) :

Ecriture de la COMMANDE

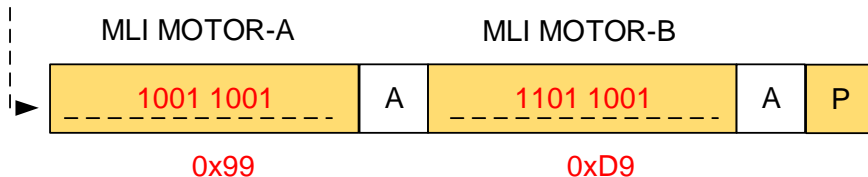


/5

$$60.256/100 = 153 = \$99$$

$$85.256/100 = 217 = \$D9$$

Ecriture des Valeurs MLI

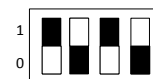
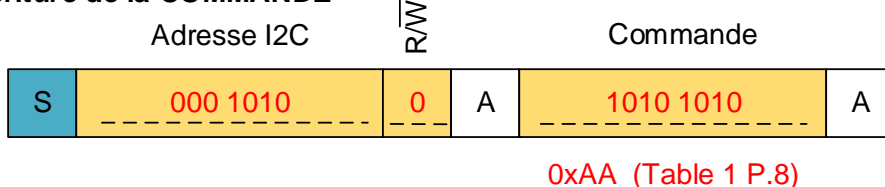


MAITRE
ESCLAVE

S - START
A - Acquitement
P - STOP

Q12 : Complétez **en binaire** le contenu de la trame I2C permettant de fixer le sens de rotation des moteurs (**Moteur A** en sens **horaire** et **Moteur B** en sens **antihoraire**) (DT P.8):

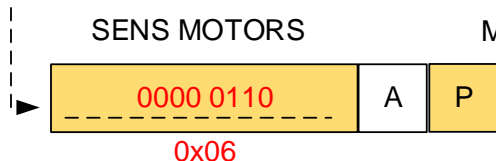
Ecriture de la COMMANDE



/4

0000 0110b (TABLE2)

Ecriture sens de rotation



MAITRE
ESCLAVE

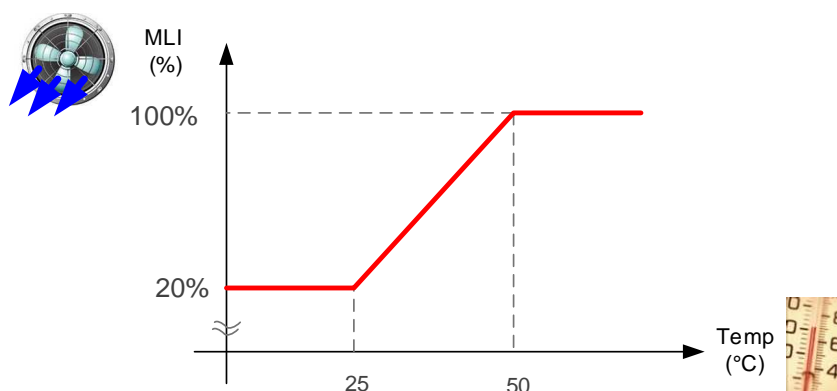
S - START
A - Acquitement
P - STOP

ETAPE 4 : Étude de la programmation du Taux MLI en fonction de la température

La vitesse de rotation du ventilateur dépend directement de la température du boîtier mesurée :

- Plus la température augmente, plus le ventilateur tournera vite afin d'extraire un maximum de chaleur.
- A l'inverse, plus la température diminue, plus la vitesse de rotation du ventilateur doit diminuer.

On désire réaliser la programmation de la fonction suivante :



Q13 : D'après la documentation technique du ventilateur (Ventilateur AFB1212SH.pdf), indiquez pour l'utilisation d'un ventilateur de 12 cm de diamètre :

/4

- Le niveau et la nature de la tension d'alimentation du ventilateur :

12 V Tension continue (DC)

- La vitesse de rotation maximale et minimale du ventilateur :

Vitesse max : **3400 tr/min** Vitesse min : 0 tr/min (Arrêt !)

- Le débit d'air d'extraction maximal et minimal du ventilateur :

3.203 m³/min soit **192 m³/h** (CCM : Mètre cube /min et CFM : pied cube /min)

Extraction d'air min : 0 m³/h --> Ventilateur à l'arrêt !

- Le courant nominal consommé par le ventilateur :

$I_n = 0.53 \text{ A}$ soit 530 mA (supportable avec le L298 puisque inférieur à 2A)

Q14 : Quel est **taux de MLI minimal** nécessaire au fonctionnement du ventilateur (justifiez) ?

/2

La vitesse minimale étant de 600 tr/min, cela correspond donc au rapport $600 / \text{Vitmax}$

La vitesse maximale est obtenu pour une alimentation du moteur à 12 V. (Vitmax = 3200tr/min)

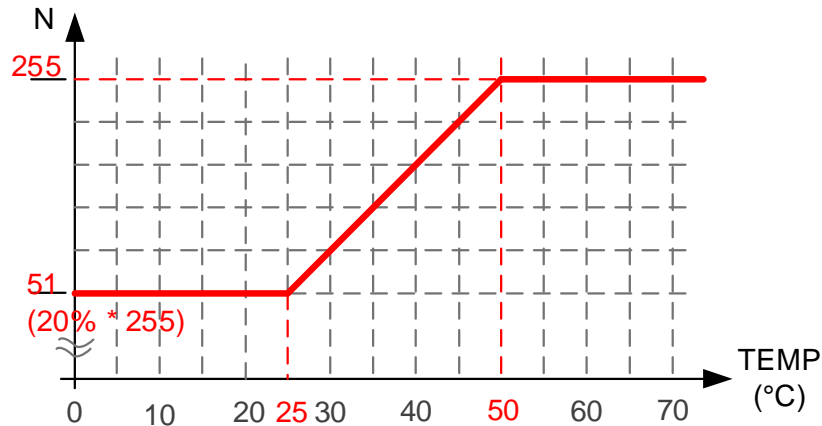
Le taux de MLI correspondant est donc de $(600/3400) \times 100 = 17.6 \%$

Il faut donc alimenter au minimum le moteur à **2V** pour un **taux MLI minimum de 17 %**.

Q15 : Sur la carte Arduino Mega, le **taux de MLI** est défini par un octet **N** :

$N = 0 \Rightarrow \text{MLI} = 0\%$
 $N = 127 \Rightarrow \text{MLI} = 50\%$
 $N = 255 \Rightarrow \text{MLI} = 100\%$

Représentez alors la caractéristique de transfert de $N = f(\text{TEMP})$.



Q16 : En déduire la **relation mathématique** permettant le calcul de **N** à partir de la mesure de la température **TEMP** pour une température comprise **entre 25°C et 50°C** (justifiez) ?

Entre 25°C et 50°C la caractéristique de transfert est une droite : $N = a \times \text{TEMP} + b$

(1) : $51 = a \times 25 + b$

(2) : $255 = a \times 50 + b$

En effectuant (2) - (1) : $204 = a \times 25$

soit $a = 204 / 25$

On remplace **a** dans l'équation 1 : $51 = 25 \times (204 / 25) + b = 204 + b$

soit $b = 51 - 204 = -153$

La relation mathématique liant **N** à **TEMP** est donc : $N = (210/25) \times \text{TEMP} - 153$

Q17 : En déduire **l'algorithme** de programmation de MLI (N) en fonction de TEMP. En déduire l'expression permettant de calculer le taux de MLI en % (Taux_MLI) :

MLI est un octet (valeur numérique de 0 à 255)

TEMP est un entier long signé (mesure de température)

Taux_MLI est un entier (valeur numérique en %)

SI TEMP <= 25 ALORS

MLI ← 51

SINON

SI TEMP >= 50 ALORS

MLI ← 255

SINON

MLI ← (octet) ($204 \times (\text{double}) \text{TEMP} / 25 - 135$)

FIN

FIN

Taux_MLI ← $100 \times (\text{double}) \text{MLI} / 255$