



CONCOURS POUR LE RECRUTEMENT DE
TECHNICIENS SUPÉRIEURS DE LA MÉTÉOROLOGIE
DE PREMIÈRE CLASSE
SPÉCIALITÉ « INSTRUMENTS ET INSTALLATIONS »
(CONCOURS INTERNE ET EXTERNE)

SESSION 2023

ÉPREUVE ÉCRITE OBLIGATOIRE N° 2 :
MATHÉMATIQUES ET TECHNOLOGIE

Durée : 3 heures

Coefficient : 5

La rigueur, le soin et la clarté apportés à la rédaction des réponses seront pris en compte dans la notation.

L'usage de la calculatrice est autorisé.

L'utilisation de toute documentation est strictement interdite.

Cette épreuve se compose de deux parties :

- Partie A : Mathématiques (10 points) – pages 2 à 6
réponses à indiquer sur la feuille fournie avec la copie
- Partie B : Technologie (10 points) – pages 7 à 14
réponses à indiquer sur une copie

Pour les questions 1 à 10, sous forme de QCU (questionnaire à choix unique).

Une bonne réponse = 1 point,
une mauvaise réponse entraîne = - 0,25 point,
une absence de réponse = 0 point.

Pour les autres questions, aucune pénalité ne sera appliquée en cas de mauvaise réponse.

Ce sujet comporte 14 pages (page de garde incluse).

PARTIE A : MATHÉMATIQUES

Les questions 1 à 10 sont sous forme de QCU (questionnaire à choix unique).

Pour chacune de ces questions, une seule réponse est exacte.

Aucune justification n'est attendue.

Une bonne réponse rapporte 1 point, une mauvaise réponse entraîne une pénalité de 0,25 point, une absence de réponse entraîne 0 point à la question.

Les questions 11, 12 et 13 nécessitent une réponse rédigée.

Une feuille réponse est fournie avec la copie sur laquelle toutes les réponses aux 13 questions doivent être reportées.

Exercice 1 :

1) On multiplie un nombre par 0,6 puis on ajoute 30 % et enfin on enlève 5 %. Cela revient à :

- a) enlever 15 %
- b) enlever 25,9 %
- c) ajouter 35 %
- d) enlever 74,1 %
- e) ajouter 74,1 %

2) On a placé un capital de 12350 € le 1^{er} janvier 2023 à un taux de 2,3 % par an. Quand aura-t-il doublé ?

- a) au 1^{er} janvier 2053
- b) au bout de 28 ans
- c) au 1^{er} janvier 2054
- d) au 1^{er} janvier 2025
- e) au bout de 25 ans

3) On considère la suite (u_n) définie pour tout nombre entier naturel par : $u_n = 3^{2n+1}$.

Soit la suite (v_n) définie pour tout entier naturel n par $v_n = \ln u_n$.

- a) v_n est une suite arithmétique de raison $2\ln 3$
- b) v_n est une suite géométrique de raison $2\ln 3$
- c) v_n est une suite arithmétique de raison $\ln 3$
- d) v_n est une suite géométrique de raison $\ln 3$
- e) v_n n'est ni arithmétique, ni géométrique.

4) On considère ici encore les deux suites de la question 3).

On pose $S_n = v_0 + v_1 + \dots + v_n$. L'expression de S_n en fonction de n est :

a) $(n + 1) \frac{\ln 3^{2n+2}}{2}$

b) $\frac{\ln 3 \times \ln(3^{2n+1})}{2}$

c) $(n + 1)\ln 3$

d) $\frac{(n+1)\ln 3}{2}$

e) $\frac{(\ln 3)^{n+1}}{2}$

5) Soit la fonction $f(x) = (3x^2 - 4)e^{-5x+2}$. Alors $f'(x) =$:

a) $(3x^2 + 6x - 4)e^{-5x+2}$

b) $(-15x^2 + 6x + 20)e^{-5x+2}$

c) $(3x^2 + 6x - 4) - 4e^{-5x+2}$

d) $-30xe^{-5x+2}$

e) $-6xe^{-5x+2}$

6) On considère une fonction f dont le tableau de variation est le suivant :

x	0	2	4	6	$+\infty$
$f(x)$	$+\infty$	$-3,5$	$4 - e$	$-0,15$	1

Le nombre de solutions de l'équation $f(x) = -38.10^{-2}$ est :

a) 0 solution

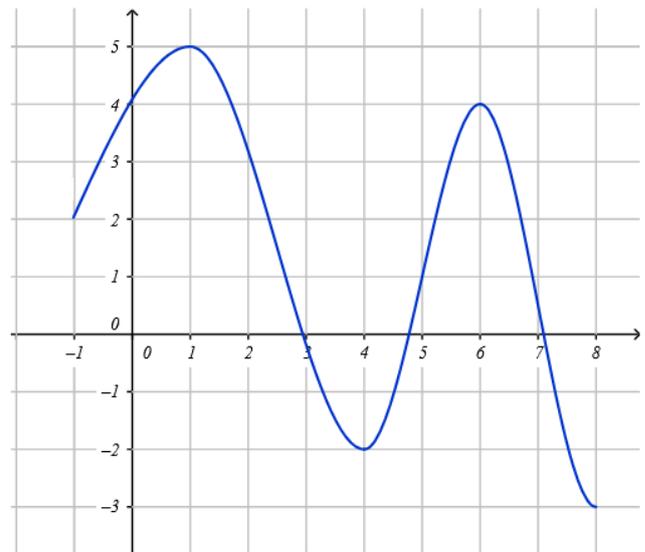
b) 1 solution

c) 2 solutions

d) 3 solutions

e) 4 solutions

7) On considère une fonction f .
Le graphique ci-contre représente f' la fonction dérivée de f .



Alors le tableau de variation de f est :

a)

x	-1	1	4	6	8
$f(x)$					

b)

x	-1	3	4,8	7,1	8
$f(x)$					

c)

x	2	5	-2	4	-3
$f(x)$					

d)

x	-1	1	4	6	8
$f(x)$					

e)

x	-1	3	4,8	7,1	8
$f(x)$					

8) Soit la fonction f définie sur $]0 ; +\infty[$ par $f(x) = \frac{\ln x}{x+1}$. La tangente à la courbe représentative de f au point d'abscisse 1 est parallèle à la droite d'équation :

- a) $y = x + 5$
- b) $y = 2x - 3$
- c) $y = 0,5x + 4$
- d) $y = -x + 1$
- e) $y = (\ln 2)x + 1$

Exercice 2 :

Dans une entreprise qui fabrique des pièces pour l'horlogerie, on souhaite étudier la conformité d'un type de pièce ayant la forme d'une roue dentée. Deux machines fabriquent ce type de pièce. Sur chacune des machines, on prélève 200 unités sortant de la chaîne de fabrication et on mesure avec précision le diamètre des roues dentées. On rassemble les résultats dans le tableau suivant :

Diamètre en mm	3,45	3,5	3,55	3,6
Nombre de pièces issues de la machine A	5	184	10	1
Nombre de pièces issues de la machine B	9	173	15	3

Une pièce est dite conforme lorsqu'elle a un diamètre de 3,5 mm.

9) On tire au hasard une pièce parmi les 400 qui ont été prélevées dans la production. La probabilité que le diamètre de cette pièce soit supérieur ou égal à 3,5 mm est de :

- a) 0,035
- b) 0,8925
- c) 0,0725
- d) 0,965
- e) 0,9275

10) Soit X la variable aléatoire qui, à chaque pièce mesurée, associe l'écart par rapport à la dimension théorique de 3,5 mm. Le tableau suivant donne la loi de probabilité de cette variable aléatoire.

x_i	-0,05	0	0,05	0,1
$P(X = x_i)$	0,035	0,8925	0,0625	0,01

L'espérance mathématique de la variable aléatoire X est de :

- a) 0,2375
- b) 5,875
- c) 0,002375
- d) 0,005875
- e) 0,025

Exercice 3 :

LES RÉPONSES DOIVENT ÊTRE RÉDIGÉES ET ARGUMENTÉES

On chauffe dans une grosse cuve un liquide et on appelle $g(t)$ sa température en degré celsius à l'instant t exprimé en seconde, g étant une fonction numérique définie sur $[0 ; +\infty[$.

On admet que la fonction f définie sur $[0 ; +\infty[$ par $f(t) = g(t) - 100$ est la solution de l'équation différentielle (E) : $y' + 2 \cdot 10^{-4} y = 0$ vérifiant $f(0) = -80$.

11) Résoudre (E).

12) Sachant que $g(t) = 100 - 80 e^{-2 \cdot 10^{-4} t}$, déterminer $\lim_{t \rightarrow +\infty} g(t)$.

13) Au bout de combien de temps la température atteint-elle 85°C ? Donner la réponse en heures, minutes et secondes.

PARTIE B : TECHNOLOGIE

Le sujet comporte **12 questions** de type Question à Choix Unique (QCU) ou bien d'analyse avec rédaction d'une réponse sur une copie séparée de la partie mathématiques.

Chaque question est indépendante.

Vous répondrez pour les questions à choix unique sur votre copie en indiquant clairement le numéro de question et votre réponse.

On souhaite étudier une installation domestique de panneaux solaires en autoconsommation.

La puissance photovoltaïque installée est de 1.1 kWc (kilo Watt crête), ce qui représente 3 panneaux solaires de 375 Wc.

Chaque panneau est équipé d'un micro onduleur de type IQ7 convertissant le signal continu issu du panneau en signal alternatif 230V/50Hz.

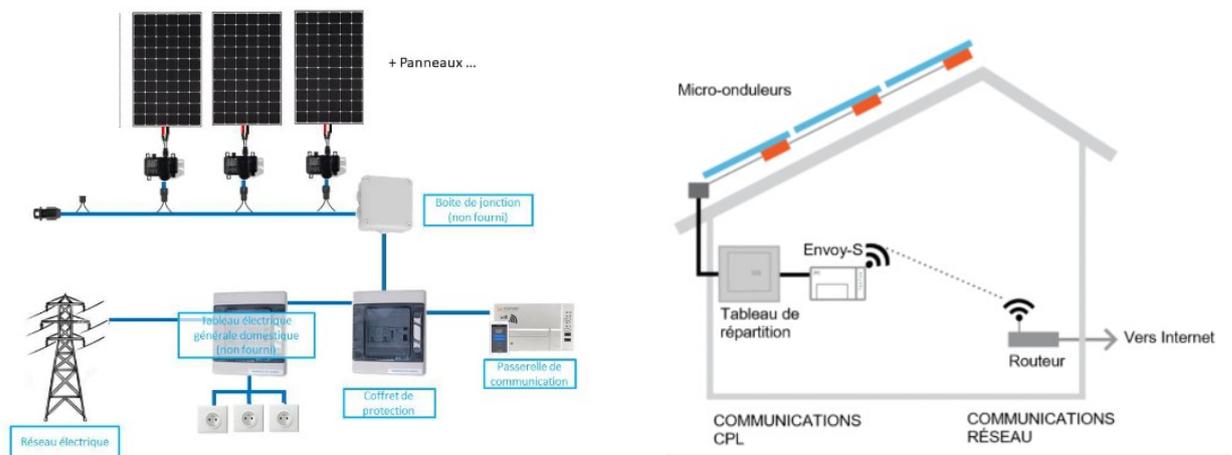
Le pilotage du système est réalisé à l'aide d'une passerelle connectée (nommée ENVOY) au réseau internet.

La communication entre la passerelle et les micro onduleurs s'effectue par courant porteur. On superpose une information au signal 230V/50Hz.

La communication par courant porteur (CPL) à bas débit utilise des techniques de modulations en modulation de fréquence. Les bandes des fréquences utilisées sont comprises entre 95 et 125 kHz.

Les documentations techniques sont fournies en annexe. (Annexe 1 et 2)

Architecture de l'installation et principe de fonctionnement :



Question 14 :

À l'aide de la documentation technique DT1 et du type de panneau solaire utilisé, calculer la puissance maximale disponible à l'aide des 3 panneaux en sortie des micro onduleurs ?

Question 15 :

On mesure la consommation d'énergie et la production des panneaux via les micro onduleurs à l'aide d'un capteur d'intensité appelés TORE de mesure ou transformateur de courant.

Cette information analogique est envoyée après numérisation vers la passerelle de gestion.



Capteur de courant alternatif auto-alimenté délivrant une tension continue 0 à 5 Vcc proportionnelle à l'intensité passant au travers du trou central.

Son calibrage en usine élimine les réglages et configurations et procure une bonne précision.

Un seul des 2 conducteurs doit passer dans le trou central (sinon la valeur lue sera égale à 0).

Caractéristiques :

- Alimentation : auto-alimenté
- Plage de mesure: 0 à 25 A
- Tension de sortie: 0 - 5 Vcc
- Sortie linéaire jusque 6 Vcc
- Précision: 0,5%

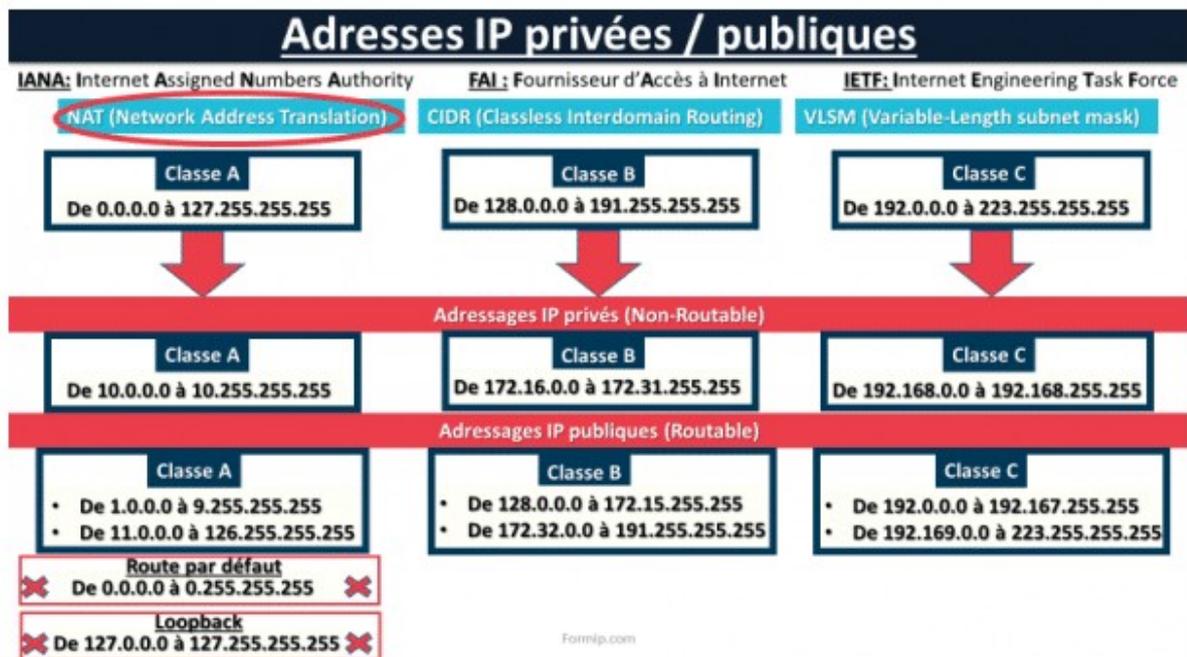
Déterminer la sensibilité de ce capteur en V/A.

Question 16 :

Pour une intensité de 5A circulant dans le conducteur, on obtient en sortie du capteur une tension de 1V.

Sachant que le convertisseur analogique / numérique (CAN) du microcontrôleur de la carte de gestion est un CAN 10 bits avec une pleine échelle 5V, déterminer le code binaire obtenu ?

Question 17 :



On souhaite connecter la passerelle et le PC de surveillance au réseau domestique dans un réseau de classe C.

L'adresse du réseau domestique est 192.168.5.0

Donner l'adresse à affecter au PC de surveillance ainsi que son masque de sous réseau.



PC Surveillance à paramétrer

Question 18 :

Quelle est l'adresse de diffusion du réseau 192.168.5.0 ?

- A) 192.168.5.255
- B) 192.255.255.255
- C) 192.168.5.0
- D) 255.255.255.0

Question 19 :

Le réseau étant paramétré, quelle instruction va permettre de vérifier que les équipements peuvent communiquer correctement :

- A) Arp
- B) Ipconfig
- C) Ping
- D) Traceroute

Question 20 :

On désire afficher les informations de production sur une page web codée en HTML.

Quelle est la structure HTML correcte ?

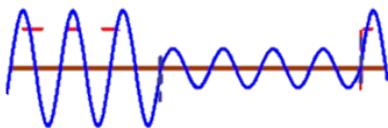
- A) <html> <body> <head> </head> </body> </html>
- B) <html> <head> </head> <body> </body> </html>
- C) <html> <head> </head> <body> </html> </body>
- D) <html> <head> </head> </html> <body> </body>

Question 21 :

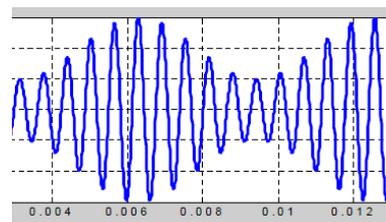
La communication entre la passerelle et les micro-onduleurs s'effectue par courants porteurs (superposition d'un signal haute fréquence sur le signal réseau 50 Hz) en modulation de fréquence.

Quel chronogramme représente une modulation de fréquence ?

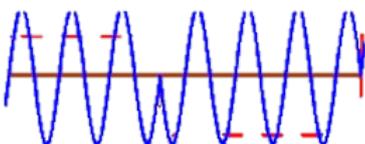
A)



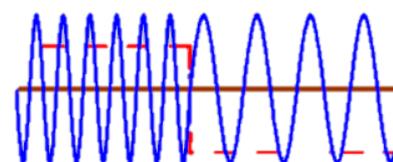
C)



B)



D)



Question 22 :

Coté micro onduleur, on souhaite récupérer et traiter l'information envoyée par courant porteur à une fréquence de 110 kHz.

On utilisera plutôt un filtre : (Fc : Fréquence de coupure)

- A) Filtre Passe Bas de Fc = 100 kHz
- B) Filtre Passe Haut de Fc = 100 kHz
- C) Filtre Passe Bande de Fcb = 10 Hz et Fch = 150kHz
- D) Filtre Coupe Bande de Fc = 110 kHz

Question 23 :

On mesure la température à l'intérieur du micro onduleur afin de prévenir tout risque d'incendie à l'aide d'un capteur de type Microchip TC74.

La documentation technique est fournie en annexe 2 -DT2

À l'aide de la documentation, déterminer la température en degré Celsius correspondant au code binaire suivant : % 0101 0101

Question 24 :

Le protocole utilisé entre le capteur de température TC74 et le microcontrôleur est de type I2C.

On souhaite lire la température mesurée par le capteur.

À l'aide de la documentation technique du capteur (annexe 2 -DT2), recopier et compléter sur votre copie la trame I²C correspondant à demande de lecture de la température mesurée à l'esclave TC74.

Trame partielle à compléter et recopier sur la copie :

Bit 0	Bit 1	Bit 2	Bit 3	Bit 4	Bit 5	Bit 6	Bit 7	Bit 8	Bit 9
S	?	?	?	?	?	?	?	?	ACK
Bit 10	Bit 11	Bit 12	Bit 13	Bit 14	Bit 15	Bit 16	Bit 17	Bit 18	
?	?	?	?	?	?	?	?	ACK	

S : Bit de start

ACK : Bit d'acquiescement

Question 25 :

La trame binaire de lecture de la température est composée de 39 bits.

La vitesse de communication est de 100 kHz.

Calculer la durée de communication de cette information et l'exprimer dans l'unité multiple ou sous multiple la plus adaptée.

Annexe 1 - DT1 - Documentation technique 1

Extrait documentation Panneau solaire Electrolux :

365-375 Wp - 120 demi-cellules (M6) monocristallines
Haute efficacité et look noir complet haut de gamme
Garantie produit de 25 ans - Garantie de puissance de 25 ans

Caractéristiques électriques de ce panneau photovoltaïque :

- Puissance nominale : 375Wc
- Tolérance : 0/+5W
- Rendement : 20,59%
- Tension à puissance maximale (Vmpp) : 34,32V
- Courant à puissance maximale (Impp) : 10,93A
- Tension en circuit ouvert (Voc) : 42,11V
- Courant de court-circuit (Isc) : 11,40A

Autres caractéristiques techniques :

- Coefficient de température Puissance : -0,365%/°C
- Coefficient de température Tension : -0,27%/°C
- Coefficient de température Courant : +0,038%/°C
- Température de fonctionnement : -40°C à +85°C

Extrait documentation Micro onduleur : (on rappelle 1 VA = 1 W)

DONNÉES D'ENTRÉE (DC)	IQ7-60-2-INT	IQ7PLUS-72-2-INT	IQ7X-96-2-INT
Puissance de module recommandée (STC) ¹	235 W - 350 W + ¹	235 W - 440 W + ¹	320 W - 460 W + ¹
Compatibilité module voir outil en ligne ²	60 cellules uniquement	60 & 72 cellules	96 cellules
Tension d'entrée DC max	48 V	60 V	79.5 V
Plage de tension MPP	27 V - 37 V	27 V - 45 V	53 V - 64 V
Plage de tension de fonctionnement	16 V - 48 V	16 V - 60 V	25 V - 79.5 V
Tension de départ min/max.	22 V / 48 V	22 V / 60 V	33 V / 79.5 V
Courant de court-circuit DC max	15 A	15 A	10 A
Port DC de classe de surtension	II	II	II
Réalimentation port DC avec une seule défaillance	0 A	0 A	0 A
Configuration en réseau PV	Protection latérale AC nécessitant max 20A par circuit de dérivation.		
DONNÉES DE SORTIE (AC)	IQ 7	IQ 7+	IQ 7X
Puissance de sortie max.	250 VA	295 VA	320 VA
Puissance de sortie nominale max.	240 VA	290 VA	315 VA
Tension/Plage de tension nominale (L-N) ²	230 V / 184-276 V	230 V / 184-276 V	230 V / 184-276 V
Courant de sortie maximum	1.04 A	1.26 A	1.37 A
Fréquence nominale	50 Hz	50 Hz	50 Hz
Plage de fréquence	45 - 55 Hz	45 - 55 Hz	45 - 55 Hz
Nombre maximum d'unités par branche de 20 A ²	15 (Ph + N) 45 (3Ph + N)	12 (Ph + N) 36 (3Ph+N)	11 (Ph + N) 33 (3Ph + N)
Nombre maximum d'unités par câble	15 (Ph+N), 24 (3Ph+N)	12 (Ph+N), 21 (3Ph+N)	11 (Ph + N), 21 (3Ph + N)
Classe de protection contre les surtensions	III	III	III
Courant de réalimentation port AC	0 A	0 A	0 A
Facteur de puissance fixe	1.0	1.0	1.0
Facteur de puissance (réglable)	0.7 inductif à 0.7 capacitif	0.7 inductif à 0.7 capacitif	0.7 inductif à 0.7 capacitif
RENDEMENT	@230 V	@230 V	@230 V
Rendement EN 50530 (UE)	96.5 %	96.5 %	96.5 %
DONNÉES MÉCANIQUES			
Plage de température ambiante de fonctionnement	-40°C à +65°C	-40°C à +65°C	-40°C à +60°C

Annexe 2 - DT2 - Extrait Documentation technique capteur température TC74

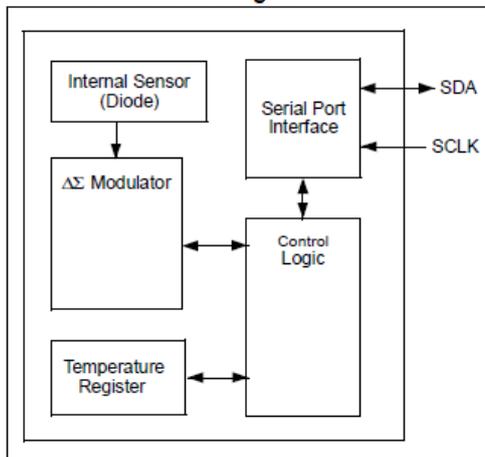
Caractéristiques :

- Capteur de température Protocole I²C
- Sortie Numerique 8 bits de la mesure de température
- Précision : +/- 2 °C de +25 à +85°C et +/- 3°C de 0 à +125°C
- Alimentation de +2.7V à +5.5V

Applications :

- Protection thermique disques durs et autres périphériques PC
- Contrôle de température faible coût
- Remplacement thermistances

Functional Block Diagram



Le capteur de température TC 74 est un capteur faible cout qui permet de convertir une température mesurée en code binaire signé sur 8 bits.

Ce capteur utilise le protocole I²C à l'aide des fils SDA et SCL pour communiquer avec le microcontrôleur. Il effectue 8 mesures par seconde.

L'adresse du composant est paramétrée d'usine sur 7 bits % 1001 101

Le sens des échanges sur le bus est défini par le bit WR WR=0 écriture, WR= 1 lecture

Format trame I2C

Write Byte Format

S	Address	WR	ACK	Command	ACK	Data	ACK	P
	7 Bits			8 Bits		8 Bits		

Slave Address

Command Byte: selects which register you are writing to.

Data Byte: data goes into the register set by the command byte.

Read Byte Format

S	Address	WR	ACK	Command	ACK	S	Address	RD	ACK	Data	NACK	P
	7 Bits			8 Bits			7 Bits			8 Bits		

Slave Address

Command Byte: selects which register you are reading from.

Slave Address: repeated due to change in data-flow direction.

Data Byte: reads from the register set by the command byte.

Receive Byte Format

S	Address	RD	ACK	Data	NACK	P
	7 Bits			8 Bits		

S = START Condition

P = STOP Condition

Shaded = Slave Transmission

Data Byte: reads data from the register commanded by the last Read Byte or Write Byte transmission.

Annexe 2 - DT2 - Extrait Documentation technique capteur température TC74 (suite)

TABLE 4-1: COMMAND BYTE DESCRIPTION (SMBUS/I²C READ_BYTE AND WRITE_BYTE)

Command	Code	Function
RTR	00h	Read Temperature (TEMP)
RWCR	01h	Read/Write Configuration (CONFIG)

TABLE 4-4: TEMPERATURE-TO-DIGITAL VALUE CONVERSION (TEMP)

Actual Temperature	Registered Temperature	Binary Hex
+130.00°C	+127°C	0111 1111
+127.00°C	+127°C	0111 1111
+126.50°C	+126°C	0111 1110
+25.25°C	+25°C	0001 1001
+0.50°C	0°C	0000 0000
+0.25°C	0°C	0000 0000
0.00°C	0°C	0000 0000
-0.25°C	-1°C	1111 1111
-0.50°C	-1°C	1111 1111
-0.75°C	-1°C	1111 1111
-1.00°C	-1°C	1111 1111
-25.00°C	-25°C	1110 0111
-25.25°C	-26°C	1110 0110
-54.75°C	-55°C	1100 1001
-55.00°C	-55°C	1100 1001
-65.00°C	-65°C	1011 1111