

BACCALAURÉAT

SCIENCES ET TECHNOLOGIES INDUSTRIELLES

Spécialité génie électronique

Session 2009

Étude des Systèmes Techniques Industriels

Oxymètre pour l'aquaculture

Électronique

Durée Conseillée 4h30

- Lecture du sujet : 30mn
- Partie 1 : 2h
- Partie 2 : 40mn
- Partie 3 : 1h20

Bac Génie Électronique Session 2009	Étude d'un Système Technique Industriel	9IEELPO1
	Électronique	

C - PARTIE ÉLECTRONIQUE

PARTIE 1 : Étude de l'oxymètre : Mettre en forme le signal

1.1 Étude fonctionnelle de la sonde et de l'oxymètre

Les questions suivantes se rapportent au dossier d'analyse fonctionnelle (page A1 à A5).

- Q1** - Dans le principe de Clark, quelle est la grandeur électrique qui est proportionnelle au paramètre Oxygène dissous ?
- Q2** - De quel autre paramètre dépend cette grandeur électrique ?
- Q3** - À quel potentiel électrique l'électrode de platine doit-elle être portée pour que le principe de Clark s'opère ?
- Q4** - Quel est l'élément qui permet à l'oxymètre de compenser l'effet de la température sur la mesure ?
- Q5** - Quelle est la gamme de mesure de l'oxymètre ?

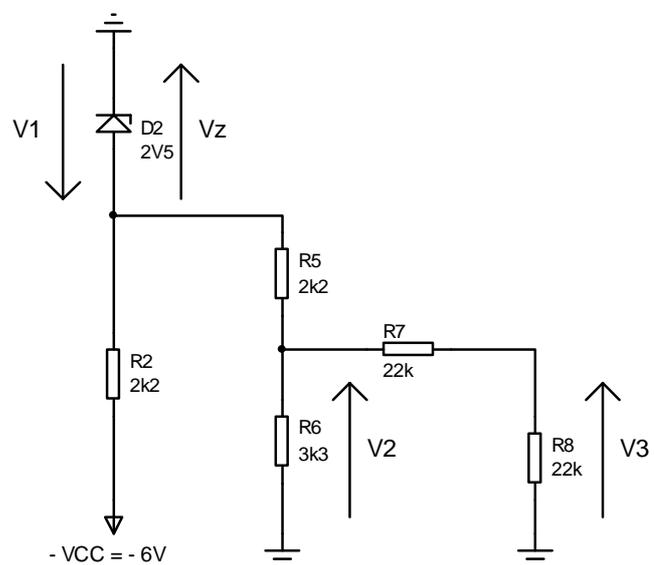
Les schémas fonctionnels de premier et second degré de l'oxymètre sont représentés en documents annexes (pages CAN1 et CAN2).

- Q6** - Encadrer sur le document réponse (page CR1) les fonctions FS11 à FS15.

1.2 Étude structurelle de la fonction FS11 « Générer les tensions de référence »

Afin d'assurer un fonctionnement correct de la sonde, il est nécessaire de la polariser avec une tension de $-0,75V$. Cette tension est produite à partir du circuit dont le schéma est donné ci-dessous.

- Q7** - Rappeler le rôle d'une diode régulatrice de tension (diode zener).
- Q8** - Donner la valeur de la tension V_z .
- Q9** - Exprimer V_1 en fonction de V_z et donner la valeur de V_1 .
- Q10** - En négligeant le courant dans R_7 , donner l'expression de la tension V_2 en fonction de V_1 et des éléments du montage.
- Q11** - Calculer la valeur de V_2 .
- Q12** - Que doit-on faire à partir de la tension V_2 pour obtenir la tension de polarisation nécessaire à la sonde ?
- Q13** - La structure composée de R_7 et R_8 répond elle à cette exigence ? Justifier votre réponse.



1.3 Étude structurelle de la fonction FS12 « CONVERTIR le courant en tension »

La sonde produit un courant proportionnel à la concentration d'oxygène. Afin d'obtenir la valeur de l'oxygène dissous, il est nécessaire de traduire ce courant en tension. La structure proposée pour réaliser cette fonction est donnée ci-dessous.

Q14 - D'après la notice technique de la sonde de Clark (page CAN3), compléter le chronogramme du courant Isonde sur le document réponse (page CR2).

Q15 - Quel est le régime de fonctionnement de l'amplificateur IC3 ? Justifier votre réponse.

Q16 - En déduire la relation entre V3 et V6.

Q17 - Exprimer V4 en fonction de V6 et UR12.

Q18 - En considérant que l'ALI est parfait, exprimer UR12 en fonction de Isonde et des éléments du montage.

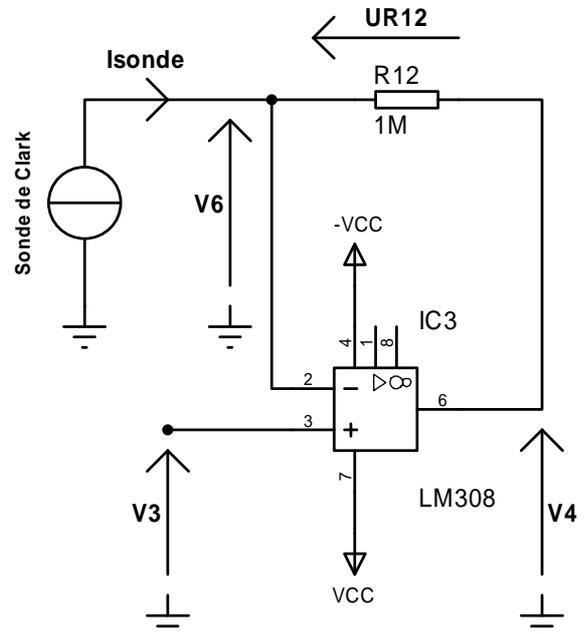
Q19 - Déduire des questions précédentes l'expression de V4 en fonction de V3, Isonde et des éléments du montage.

Pour la suite de l'étude, on considère que

$$V4 = -0,75 - Isonde \times 1.10^6.$$

Q20 - Compléter le chronogramme de V4 sur le document réponse (page CR2).

Q21 - Vérifier que la structure proposée réalise bien la conversion courant tension.



1.4 Étude structurelle de la fonction FS13 « Décaler le signal »

Comme tout appareil de mesure, l'oxymètre nécessite un étalonnage : réglage de son zéro (ordonnée à l'origine) et de sa pente (coefficient directeur).

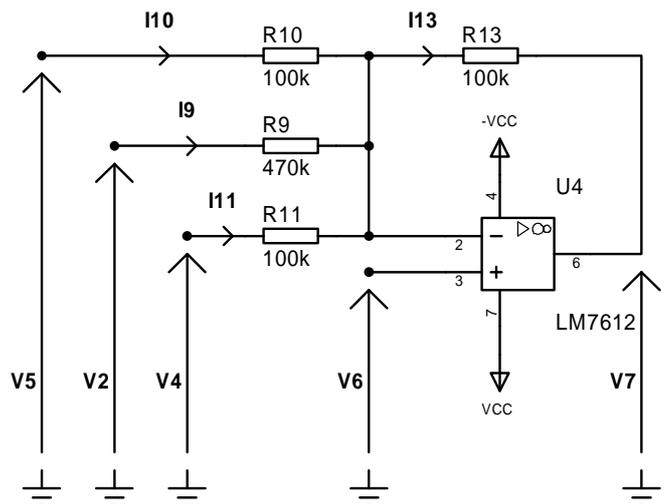
Le réglage de son zéro est effectué en trempant la sonde dans une solution exempte d'oxygène et en réglant l'appareil pour qu'il indique une valeur de concentration nulle.

La fonction FS13 permet de décaler le signal afin d'obtenir un réglage correct du zéro de l'oxymètre.

La structure proposée pour réaliser cette fonction est donnée ci-contre.

Q22 - Exprimer I9 en fonction de V2, V6 et R9.

Q23 - Exprimer I10 en fonction de V5, V6 et R10



La relation liant V7 à V4 est de la forme :

$$V7 = B - V4$$

Avec V4 tension représentative de la concentration en oxygène,

$$B = 2 \times V6 - R13 \times (I9 + I10)$$

On précise que $R10 = R11 = R13$.

Q24 - En observant les relations de I9 et I10 trouvées dans les questions précédentes et sachant que la tension V6 est constante, indiquer les tensions susceptibles de faire varier le coefficient B.

Q25 - En observant le schéma de la fonction FS11 (page CR1), indiquer laquelle de ces tensions peut effectivement être ajustée. Justifier votre réponse.

On considère qu'après étalonnage du zéro de la sonde, on obtient : $V7 = -0,75 - V4$. On rappelle que $V4 = -0,75 - I_{sonde} \times 1.10^6$

Q26 - Montrer que la structure proposée permet bien de décaler le signal afin d'obtenir une fonction linéaire pour V7 (ordonnée à l'origine nulle).

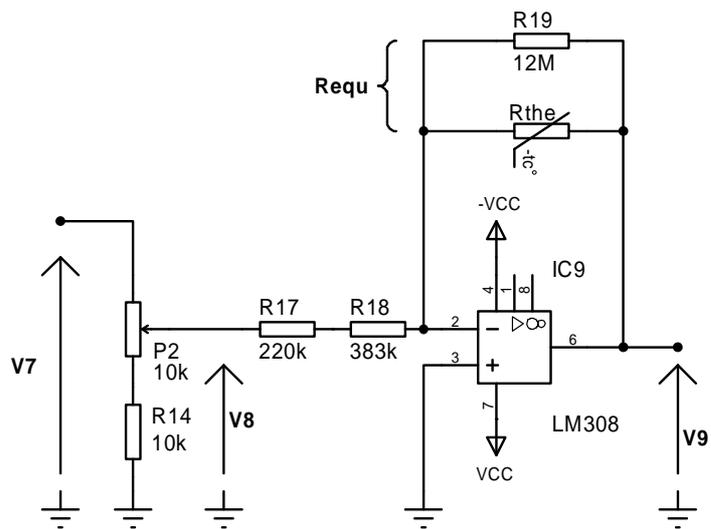
Q27 - Compléter le chronogramme de V7 sur le document réponse (page CR2).

1.5 Étude structurelle de la fonction FS14 « AMPLIFIER le signal »

Après avoir réglé l'ordonnée à l'origine de l'oxymètre à zéro, la seconde étape de l'étalonnage de l'appareil consiste à régler sa pente (ou amplification). Le réglage de cette pente est effectué en trempant la sonde dans une solution saturée d'air et très bien agitée. On règle ensuite l'appareil pour qu'il indique la concentration adéquate.

La fonction FS14 permet d'étalonner l'appareil en fournissant une amplification ajustable.

La structure proposée pour réaliser cette fonction est donnée ci-contre.



Q28 - La tension V8 peut se mettre sous la forme $V8 = k \times V7$. En négligeant le courant dans R17, calculer les valeurs minimale et maximale de k.

Q29 - Exprimer V9 en fonction de V8, Requ, R17 et R18.

En utilisant les informations contenues dans la notice technique du composant Rthe (page CAN3) :

Q30 - Calculer Requ pour une température de 15°C.

Q31 - Calculer l'amplification V9/V8 à cette température.

On considère qu'après étalonnage de la sonde, on obtient : $V9 = -1 \times V7$.

Q32 - Montrer que le réglage de k permet d'obtenir ce résultat et ainsi que la structure proposée réalise bien la fonction.

Q33 - Compléter le chronogramme de V9 sur le document réponse (page CR2).

1.6 Étude de la compensation des effets de la température sur la sonde

Pour une concentration d'oxygène fixe, la réponse fournie par la sonde de Clark augmente de +3 à +5%/°C entre 0 et 50°C. Cette augmentation est due à une augmentation de la diffusion de l'oxygène au travers de sa membrane.

Afin de compenser les variations de la réponse de la sonde lorsque la température évolue, il est nécessaire de faire varier l'amplification de FS14 en fonction de la température.

Q34 - Indiquer la référence du composant de FS14 qui évolue en fonction de la température.

Q35 - D'après la notice de ce composant (page CAN3), indiquer comment évolue sa valeur lorsque la température augmente et ce que signifie le terme CTN.

D'après la structure de FS14 : $V_{oxy} = V8 \times (Requ / (R17 + R18))$.

Q36 - Calculer l'amplification $V_{oxy} / V8$ pour une température de 15°C.

Q37 - Calculer l'amplification $V_{oxy} / V8$ pour une température de 20°C.

Q38 - Montrer que, pour une température évoluant de 15°C à 20°C, l'influence de Rthe sur l'amplification $V_{oxy}/V8$ permet de compenser l'effet de la température dans des proportions équivalentes à l'erreur introduite par la sonde.

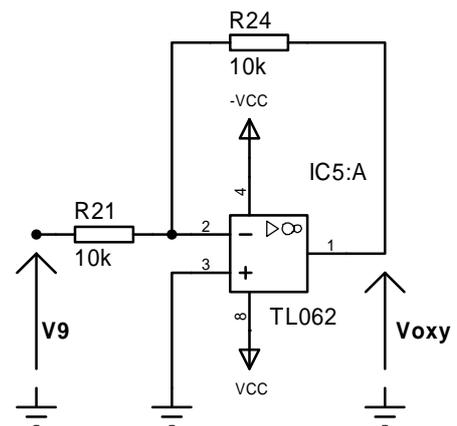
1.7 Étude structurelle de la fonction FS15 « INVERSER le signal »

La tension $V9$ étant négative et le système d'affichage nécessitant une tension positive il est nécessaire d'inverser la polarité du signal.

La structure proposée pour réaliser cette fonction est donnée ci-contre.

Q39 - Montrer que la structure proposée ci-contre réalise bien notre attente.

Q40 - Compléter le chronogramme de V_{oxy} sur le document réponse (page CR2).



PARTIE 2 : Étude de l'oxymètre : Convertir et Afficher

Étude du composant U3

On veut afficher, pour l'utilisateur, la valeur de la concentration en oxygène. L'information relative à cette concentration est disponible sous forme d'une tension proportionnelle V_{oxy} . Le schéma proposé par le constructeur pour réaliser cette fonction est donné en annexe (page CAN9).

La tension de référence du composant U3 est $V_{ref} = V_{REF+} - V_{REF-} = 1V$.

Les notices techniques des composants sont également données en annexe (pages CAN5 et CAN6).

Q41 - Le composant U3 choisi par le constructeur répond-t-il à nos exigences ? Justifier votre réponse à partir de la notice technique du composant.

Q42 - En considérant que $V_{oxy} = 1,25V$, déterminer le résultat de la conversion N.

Q43 - Rappeler la fonction logique et l'équation des opérateurs U1:A et U1:B.

Bac Génie Électronique Session 2009	Étude d'un Système Technique Industriel	Page C4 sur 6
9IEELPO1	Sujet Électronique	

- Q44** - Le commutateur SW1 est en position B. Tracer les chronogrammes de P1 et P2 sur le document réponse (page CR3).
- Q45** - En déduire quel est le point de l'afficheur qui est allumé (P1 ou P2) ? Justifier votre réponse.
- Q46** - Noircir les segments et le point allumés correspondant à $V_{oxy} = 1,25V$ et SW1 en position B sur la représentation de l'afficheur du document réponse (page CR3).
- Q47** - Sur le digit de droite de l'afficheur LCD est codé le chiffre 0. Compléter les chronogrammes des signaux A1 à G1 du document réponse (page CR3).
- Q48** - Calculer la fréquence de l'oscillateur interne de U3.
- Q49** - Calculer la période du signal BP. Reporter cette valeur sur le chronogramme du signal BP du document réponse (page CR3).

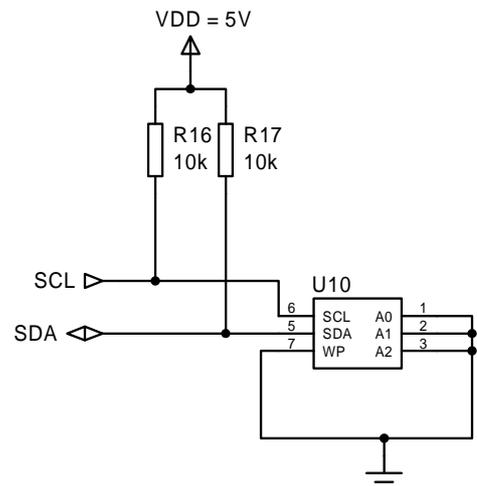
PARTIE 3 : Étude de la centrale d'acquisition de données

Rappel : Les informations relatives à la centrale d'acquisition des données sont fournies dans la présentation (A3).

3.1 Étude structurelle de la centrale d'acquisition de données

Le schéma structurel de la fonction « mémoriser les résultats » donné ci-contre.

- Q50** - Indiquer la capacité en octets nécessaire pour répondre au cahier des charges de la centrale d'acquisition de données.
- Q51** - Choisir parmi les composants proposés en annexes (page CAN6 et CAN7) celui qui a la capacité nécessaire pour stocker ces données. Justifier votre réponse.
- Q52** - Justifier l'emploi de ce type de mémoire (EEPROM).



La carte électronique de la centrale d'acquisition de données a été conçue de façon à occuper le plus faible encombrement possible.

- Q53** - Quel est l'avantage des composants proposés pour répondre à cette exigence ?
- Q54** - Quels sont les bits qui permettent de sélectionner U10 ?
- Q55** - Indiquer le rôle du bit R/W. Quel doit être son niveau logique pour effectuer un ordre d'écriture ?
- Q56** - Identifier les bits d'adresses qui permettent de sélectionner un octet en particulier dans la mémoire.
- Q57** - Compléter le tableau 1 du document réponse (page CR4) indiquant la suite de bits à envoyer dans U10 afin d'écrire la valeur décimale $(107)_{10}$ à l'adresse hexadécimale $(0DC6)_{16}$.

3.2 Étude de la surveillance d'alimentation

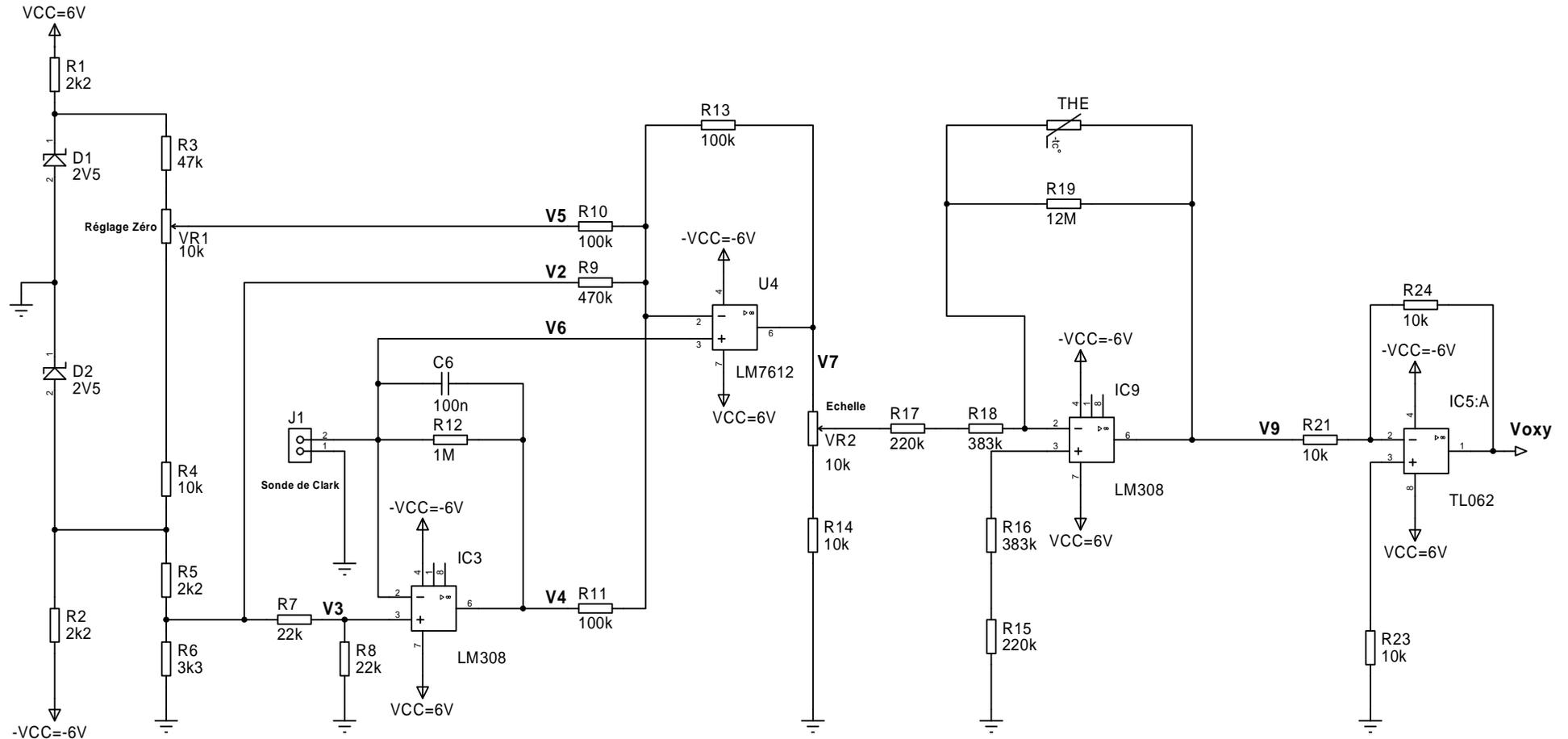
Une surveillance de la tension d'alimentation est mise en place afin de garantir le bon fonctionnement de la centrale d'acquisition de données. Le composant utilisé pour réaliser cette fonction est un MAX809HTR.

- Q58** - À l'aide de la documentation du composant MAX809HTR (page CAN8), déterminer le seuil bas et le seuil haut de surveillance de la tension d'alimentation.

- Q59** - Quel est le niveau logique de la sortie /RESET, lorsque la tension d'alimentation est inférieure au seuil bas de surveillance ?
- Q60** - Lorsque la tension d'alimentation augmente et devient supérieure au seuil haut de surveillance, combien de temps la sortie /RESET est-elle maintenue active ?
- Q61** - Compléter le chronogramme du signal /RESET sur le document réponse.

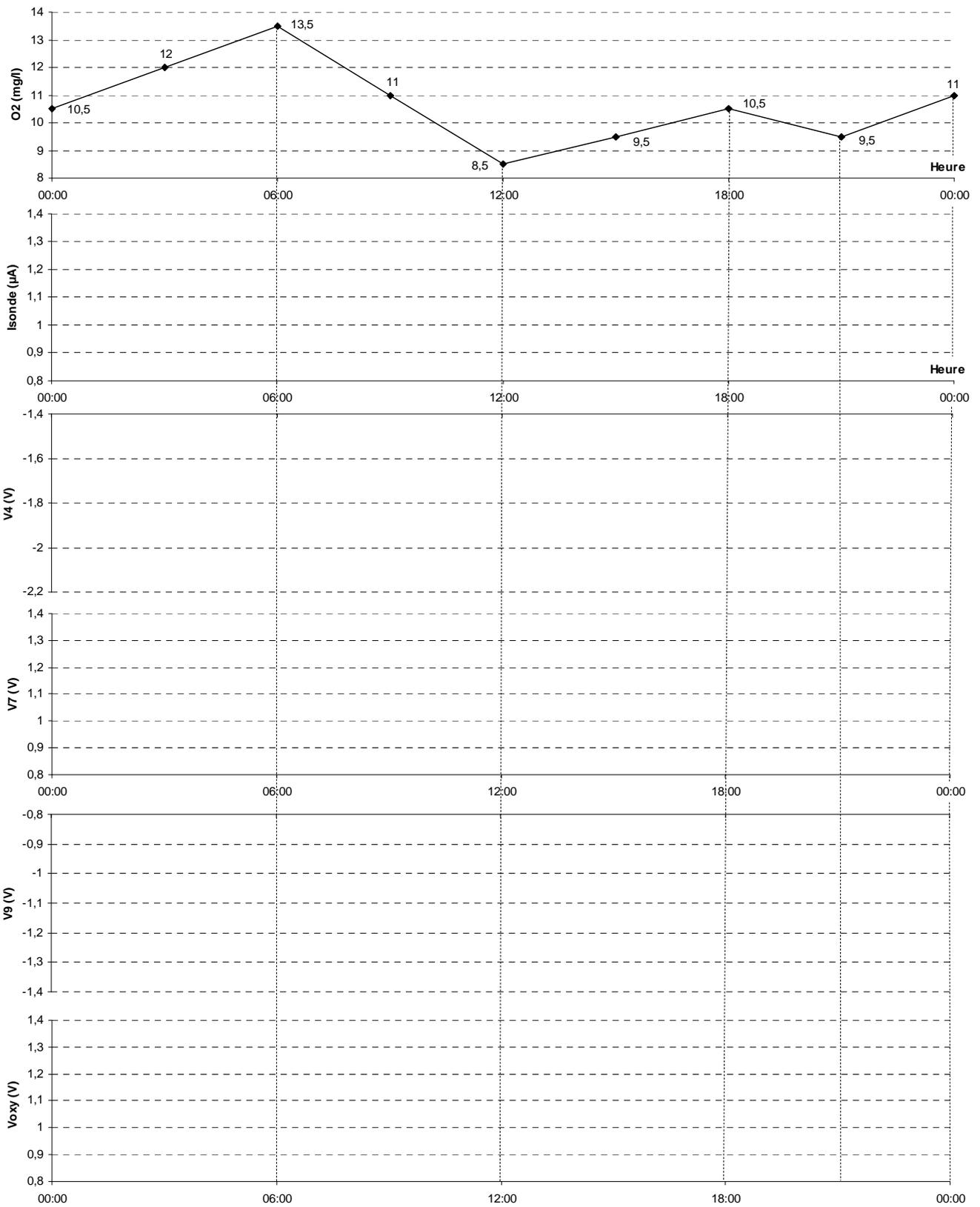
Bac Génie Électronique Session 2009	Étude d'un Système Technique Industriel	Page C6 sur 6
9IEELPO1	Sujet Électronique	

DOCUMENTS RÉPONSE

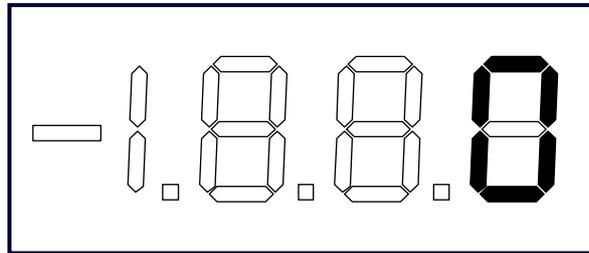


OXYMÈTRE : MISE EN FORME DU SIGNAL

Bac Génie Électronique Session 2009	Étude d'un Système Technique Industriel	Page CR1 sur 4
9IEELPO1	Documents Réponse Électronique	



Afficheur LCD :



Chronogrammes des signaux de commandes de l'afficheur :

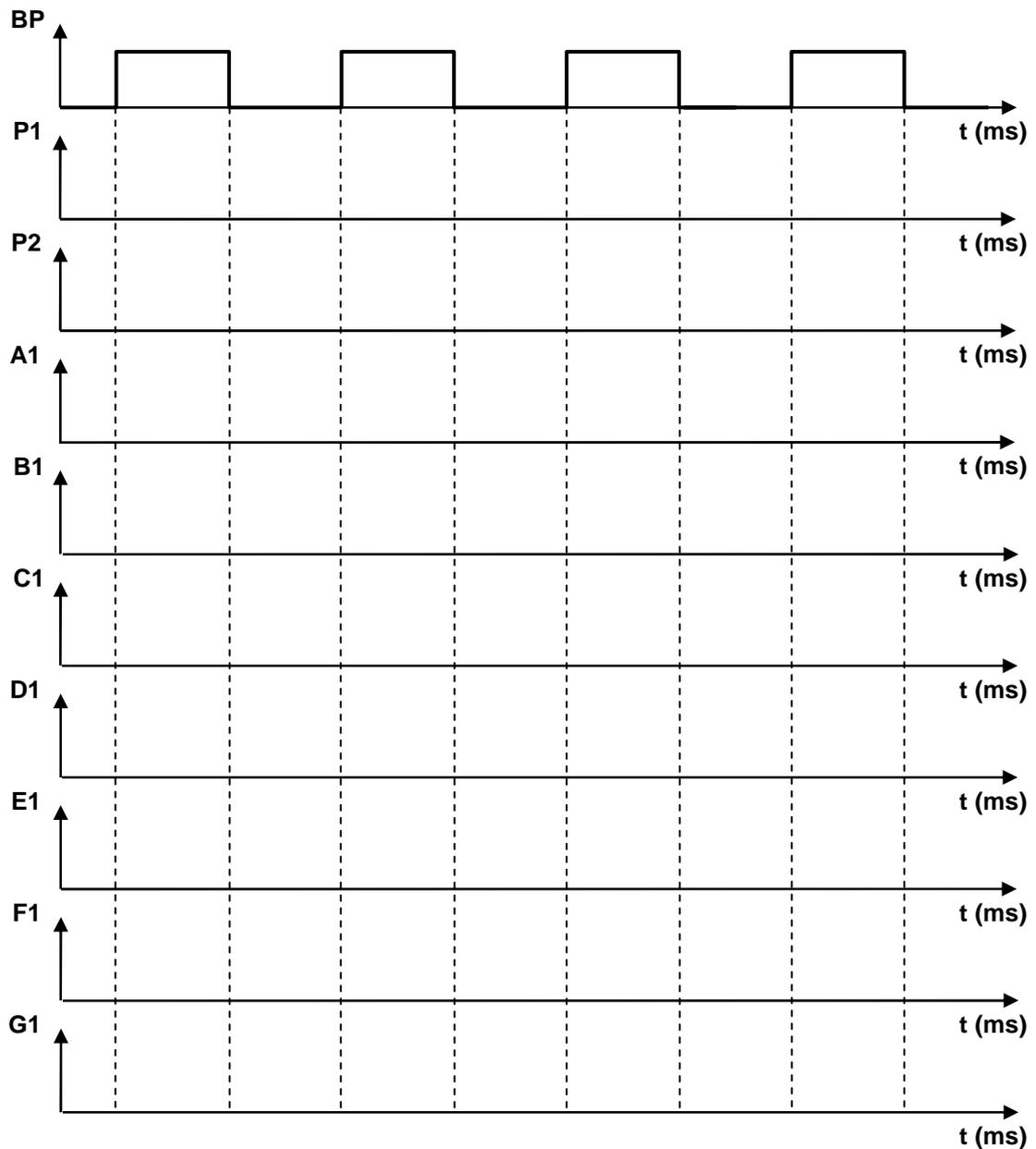


Schéma fonctionnel de 1^{er} degré de l'oxymètre

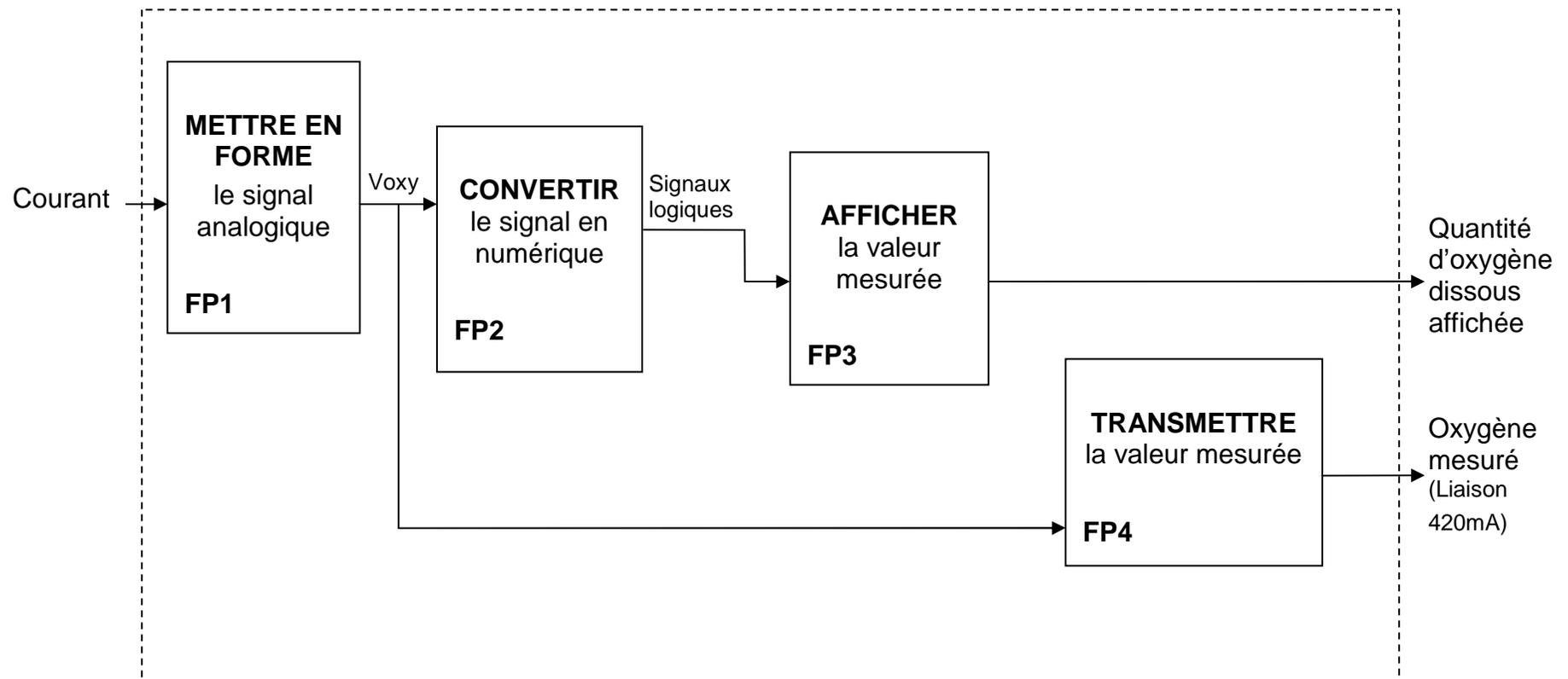
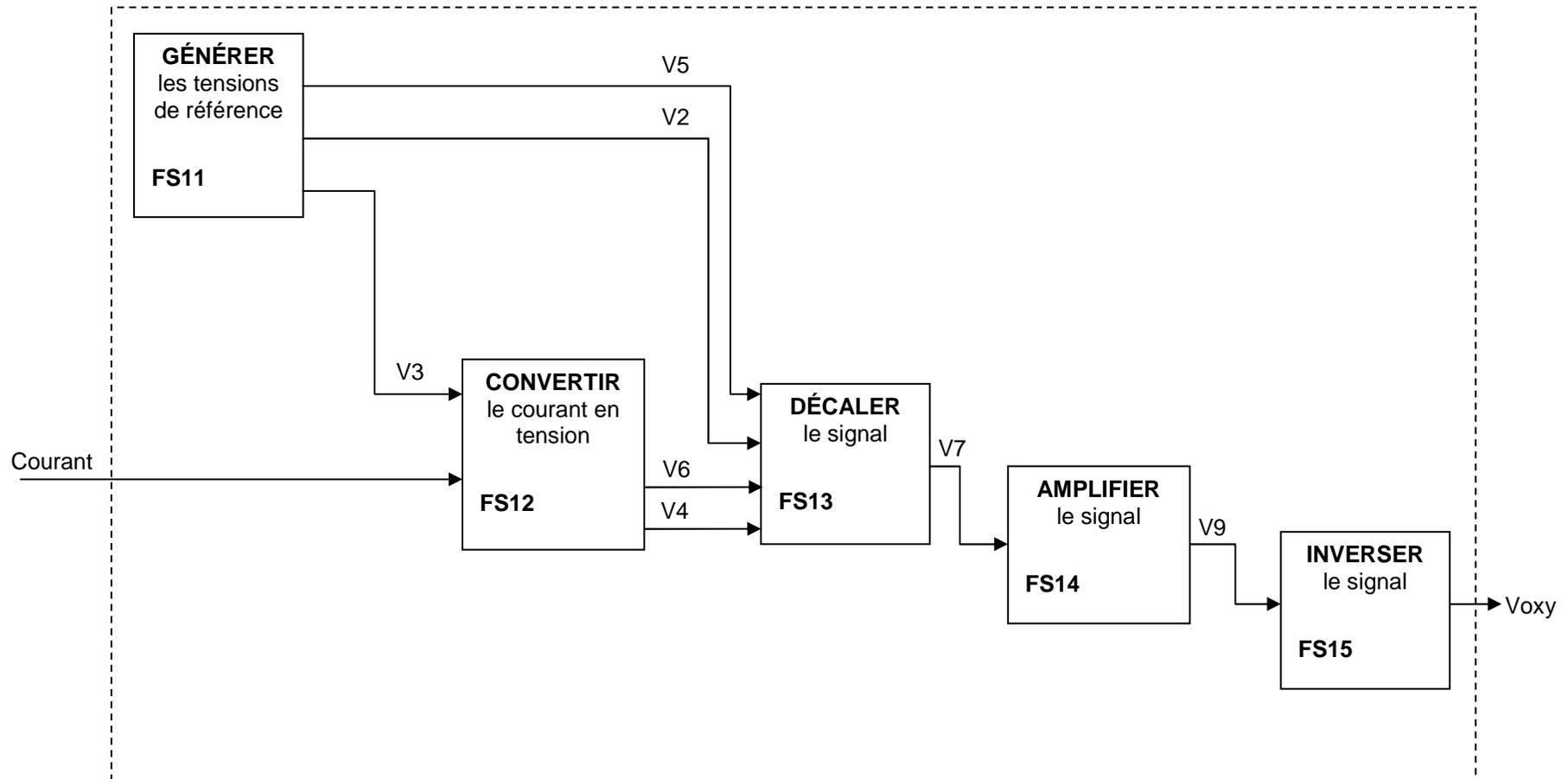


Schéma fonctionnel de 2nd degré de FP1

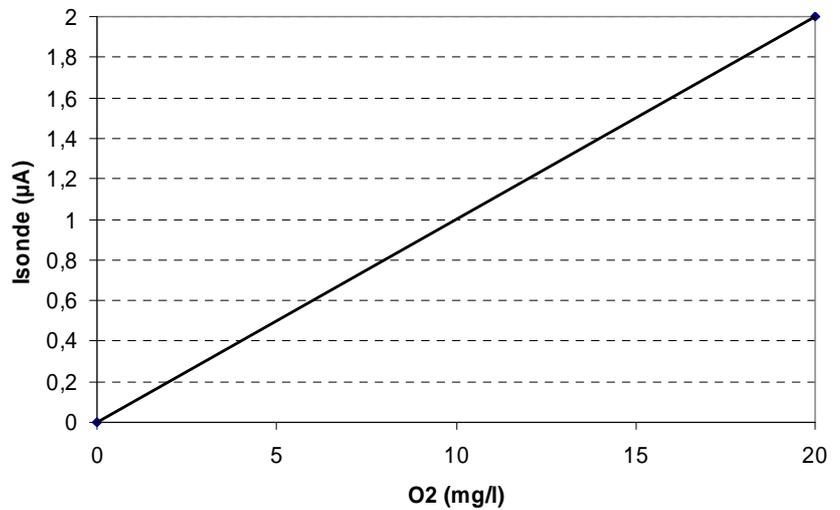


HEITO

SONDE DE MESURE D'OXYGÈNE DISSOUS

Cette sonde de mesure d'oxygène (O₂) utilise le principe de Clark. L'oxygène se diffuse à travers la fine membrane en Téflon et dépolarise l'électrode de Platine. Pour que ce principe s'opère, la sonde doit être portée à un potentiel négatif de -750mV

$$I_{sonde}(\mu A) = 0,1 \times O_2(mg/l)$$



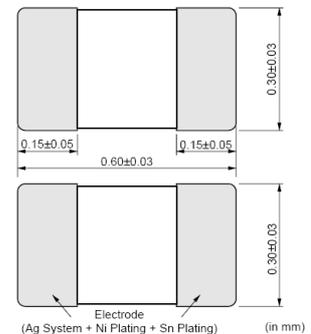
muRata Thermistance CTN

Description générale

- Thermistance à Coefficient de Température Négatif.
- Excellente stabilité dans le temps.
- Résistance de haute précision.
- Résistance nominale 470kΩ à 25°C

Applications

- Compensation en température pour toutes sortes de circuits.



T (°C)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
R (kΩ)	1794	1351	1026	785	605	470	367	289	229	182,5	146,2	117,8	95,4	77,7	63,6

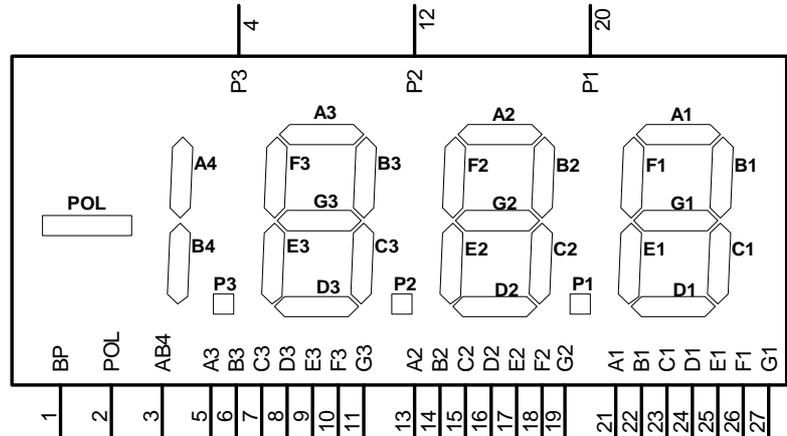


Afficheur 3 1/2 digits à cristaux liquides

Les segments sont allumés lorsque leur entrée de commande est déphasée de 180° par rapport au signal BP.

Ils sont éteints lorsque leur entrée de commande est en phase par rapport au signal BP.

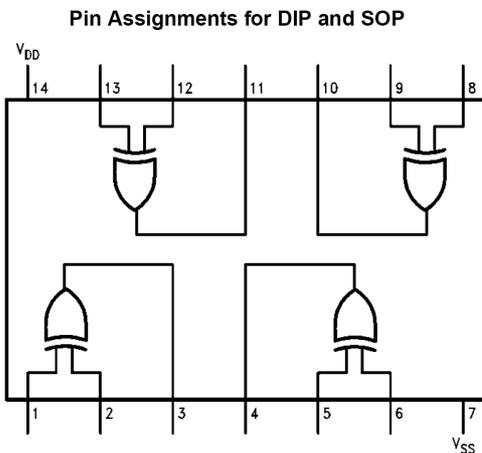
Remarque : La différence de potentiel entre BP et chaque entrée de commande doit être alternative ou nulle pour ne pas détruire l'afficheur.



CD4030C

Quadruple portes OU Exclusives à 2 entrées

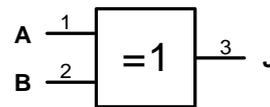
Connection Diagram



Truth Table

A	B	J
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	0

1 = HIGH Level
 0 = LOW Level



$$J = A \cdot \bar{B} + \bar{A} \cdot B$$

I_I	Courant d'entrée	10	pA
V_{OL}	Tension de sortie au niveau bas	$V_{SS} + 0,05$	V
V_{OH}	Tension de sortie au niveau haut	V_{DD}	V



TC7106/A/TC7107/A

Convertisseur Analogique-Numérique 3 digits 1/2

Description générale

Le circuit TC7106 est un convertisseur A/N qui permet de piloter directement un afficheur LCD 3 digit 1/2. Il comprend une tension de référence, une horloge et un décodeur 7 segments.

Le circuit TC7106 est polyvalent, très économique et précis. Il est capable de régler automatiquement son 0V avec une précision de 10µV.

Le TC7106 est généralement utilisé pour des mesures sur tous types de capteurs physiques : jauges de contraintes, etc.

Caractéristiques

- Réglage automatique du zéro
- Courant d'entrée typique de 1pA
- Tension de référence interne ou externe
- Horloge interne
- Faible consommation (inférieure à 10mW)
- Aucun circuit complexe externe nécessaire

Convertisseur Analogique/Numérique

$$N = 1000 \times (V_{IN+} - V_{IN-}) / (V_{REF+} - V_{REF-})$$

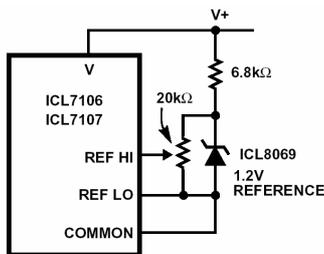


FIGURE 4B.

FIGURE 4. USING AN EXTERNAL REFERENCE

Oscillateur

$$F_{osc} = 0,45 / (R \times C)$$

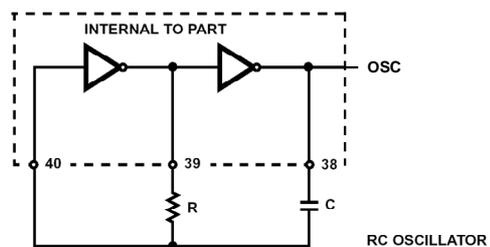


FIGURE 9B.

FIGURE 9. CLOCK CIRCUITS

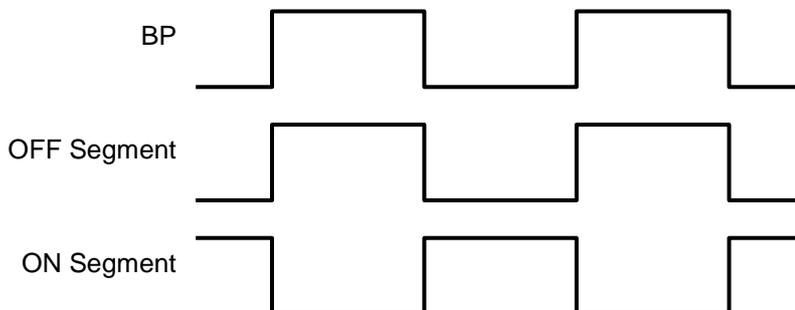
Temps de conversion

$$T_{conv} = T_{osc} / 16000$$

Fréquence du signal BP (Back Plane)

$$F_{BP} = F_{osc} / 800$$

Signaux de commande des segments

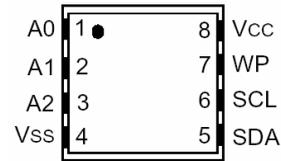


24LC64

64k I²C EEPROM série

Le 24LC64 de Microchip est une PROM effaçable électriquement de 64kbit. Le circuit est organisé comme un simple bloc de 8k x 8-bit de mémoire avec une interface série à 2 fils. Le concept basse tension permet une utilisation à partir de 2,5V, avec des courants de maintien et actif de seulement 1µA et 1mA, respectivement. Il a été développé pour des applications avancées et basse consommation telles que communications ou acquisitions de données. Le 24LC64 a aussi une capacité d'écriture par paquet jusqu'à 32 octets de données. Les lignes d'adresses permettent de mettre jusqu'à 8 circuits sur le même bus, pour augmenter l'espace mémoire jusqu'à 512kbits.

Boitier DFN



WP : La broche WP doit être reliée à Vss pour permettre les opérations d'écritures. Si elle est mise à Vcc, les opérations d'écritures ne sont pas autorisées, mais les opérations de lectures ne sont pas affectées.

SCL : L'entrée SCL est utilisée comme horloge pour synchroniser les opérations depuis ou vers le composant.

SDA : Cette broche bidirectionnelle est utilisée pour envoyer l'adresse puis lire ou écrire des données.

A[2:0] : Les bits d'adresses de la Slave Address (figure 3-2) sont comparés avec les niveaux logiques des entrées A2, A1 et A0 (broches 1 à 3). Ces entrées doivent être connectées soit à Vcc, soit à Vss, afin de pouvoir connecter jusqu'à 8 composants sur le même bus (SDA et SCL).

FIGURE 3-2: CONTROL BYTE FORMAT

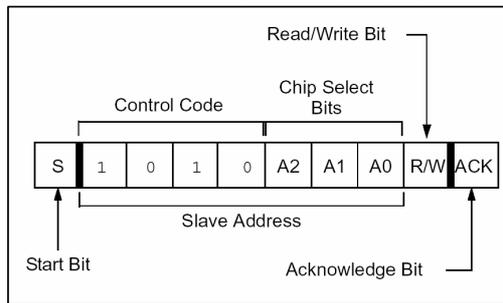


FIGURE 3-3: ADDRESS SEQUENCE BIT ASSIGNMENTS

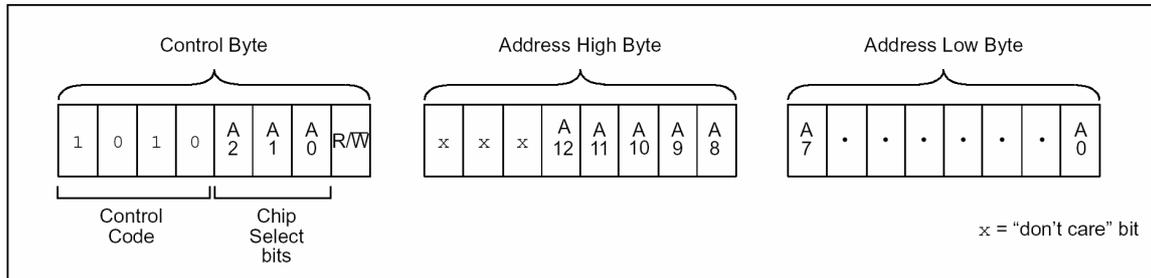


FIGURE 4-1: BYTE WRITE

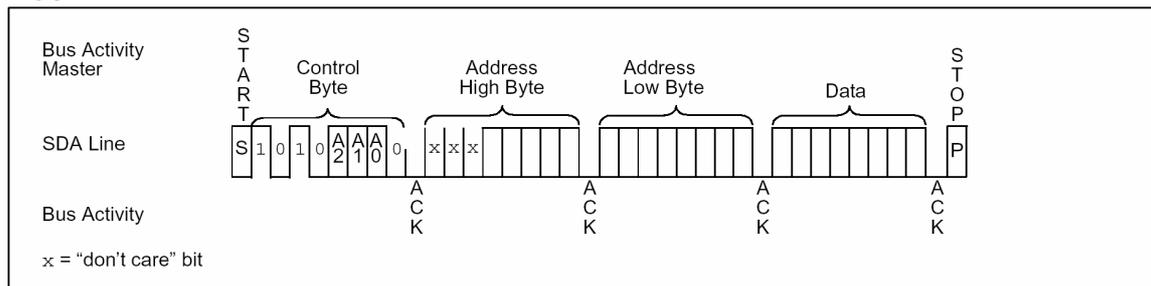
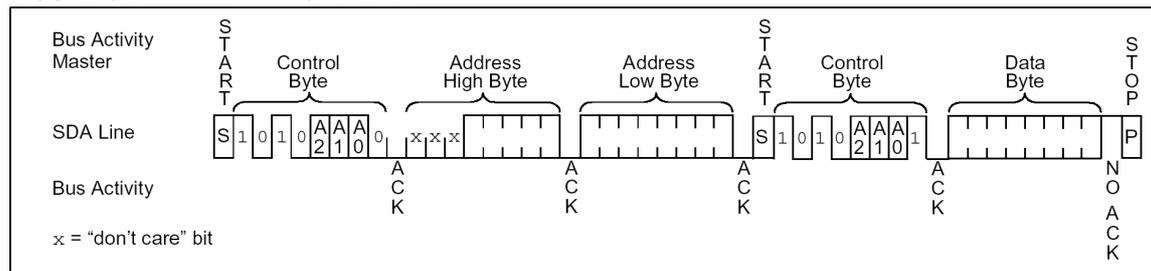


FIGURE 6-2: RANDOM READ



24LC128

128k I²C EEPROM série

Le 24LC128 de Microchip est une PROM effaçable électriquement de 128kbit. Le circuit est organisé comme un simple bloc de 16k x 8-bit de mémoire avec une interface série à 2 fils. Le concept basse tension permet une utilisation à partir de 2,5V, avec des courants de maintien et actif de seulement 100nA et 3mA, respectivement. Il a été développé pour des applications avancées et basse consommation telles que communications ou acquisitions de données. Le 24LC128 a aussi une capacité d'écriture par paquet jusqu'à 64 octets de données. Les lignes d'adresses permettent de mettre jusqu'à 8 circuits sur le même bus, pour augmenter l'espace mémoire jusqu'à 1Mbits.

Boitier DFN

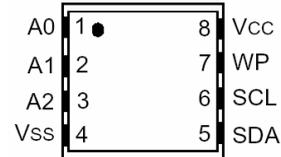


FIGURE 3-2: CONTROL BYTE FORMAT

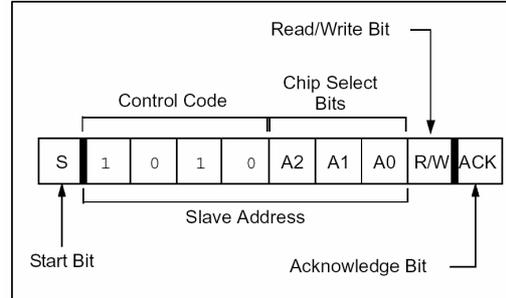
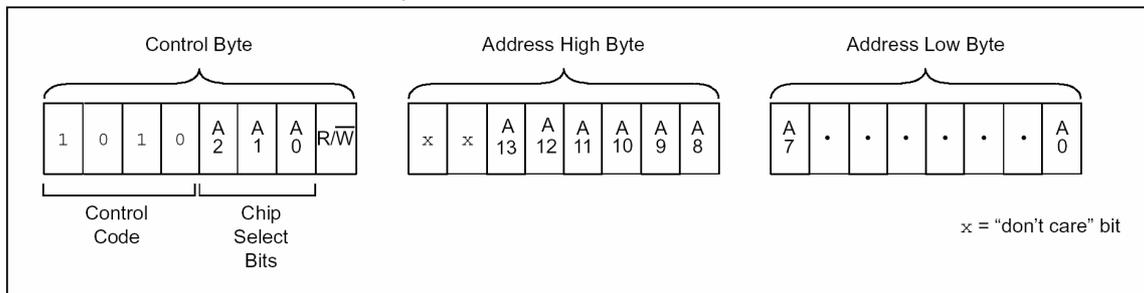


FIGURE 5-2: ADDRESS SEQUENCE BIT ASSIGNMENTS



24LC256

256k I²C EEPROM série

Le 24LC256 de Microchip est une PROM effaçable électriquement de 256kbit. Le circuit est organisé comme un simple bloc de 32k x 8-bit de mémoire avec une interface série à 2 fils. Le concept basse tension permet une utilisation à partir de 2,5V, avec des courants de maintien et actif de seulement 100nA et 3mA, respectivement. Il a été développé pour des applications avancées et basse consommation telles que communications ou acquisitions de données. Le 24LC256 a aussi une capacité d'écriture par paquet jusqu'à 64 octets de données. Les lignes d'adresses permettent de mettre jusqu'à 8 circuits sur le même bus, pour augmenter l'espace mémoire jusqu'à 2Mbits.

Boitier DFN

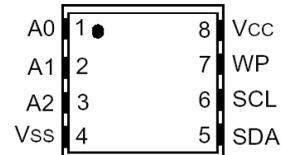


FIGURE 3-2: CONTROL BYTE FORMAT

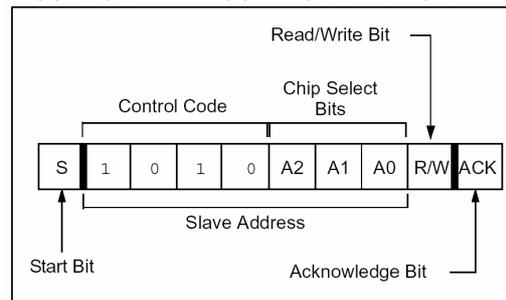
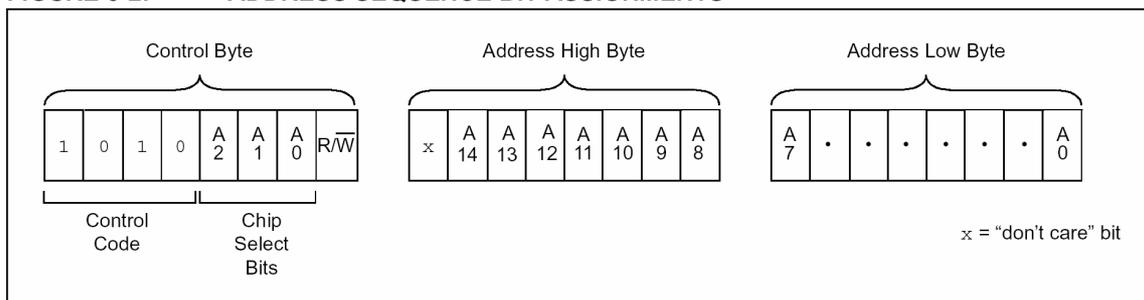


FIGURE 5-2: ADDRESS SEQUENCE BIT ASSIGNMENTS



MAX809HTR

Moniteur Reset Microprocesseurs 3 broches faible consommation

Le MAX809 est un circuit de surveillance à faible coût conçu pour contrôler l'alimentation de systèmes numériques et produire un signal /RESET vers le microprocesseur quand cela est nécessaire. Aucun composant externe n'est requis. La sortie /RESET devient active (niveau logique bas) 10µs après que Vcc soit inférieure de 4,35V. Le /RESET est maintenu actif tant que Vcc n'est pas supérieure à 4,75V. Dès que Vcc devient supérieure à 4,75V, la sortie /RESET est maintenue active pendant 40ms, puis redevient inactive (niveau logique haut).

Beaucoup de microprocesseurs ont des broches /RESET bidirectionnelles. Cette possibilité peut être exploitée par l'adjonction en série d'une résistance 4,7kΩ avec la sortie du MAX809 (figure n°18).

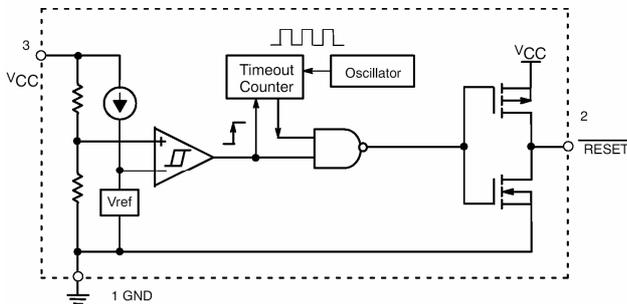


Figure 2. MAX809 Series Complementary Active-Low Output

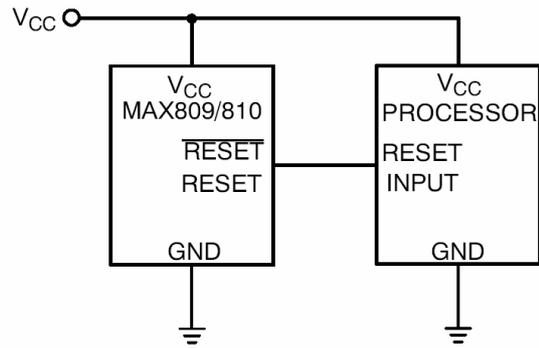


Figure 1. Typical Application Diagram

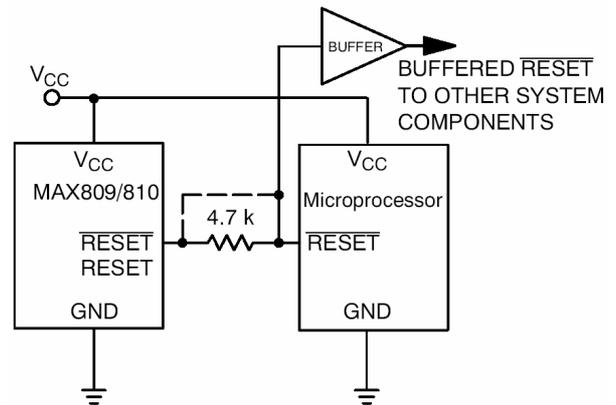
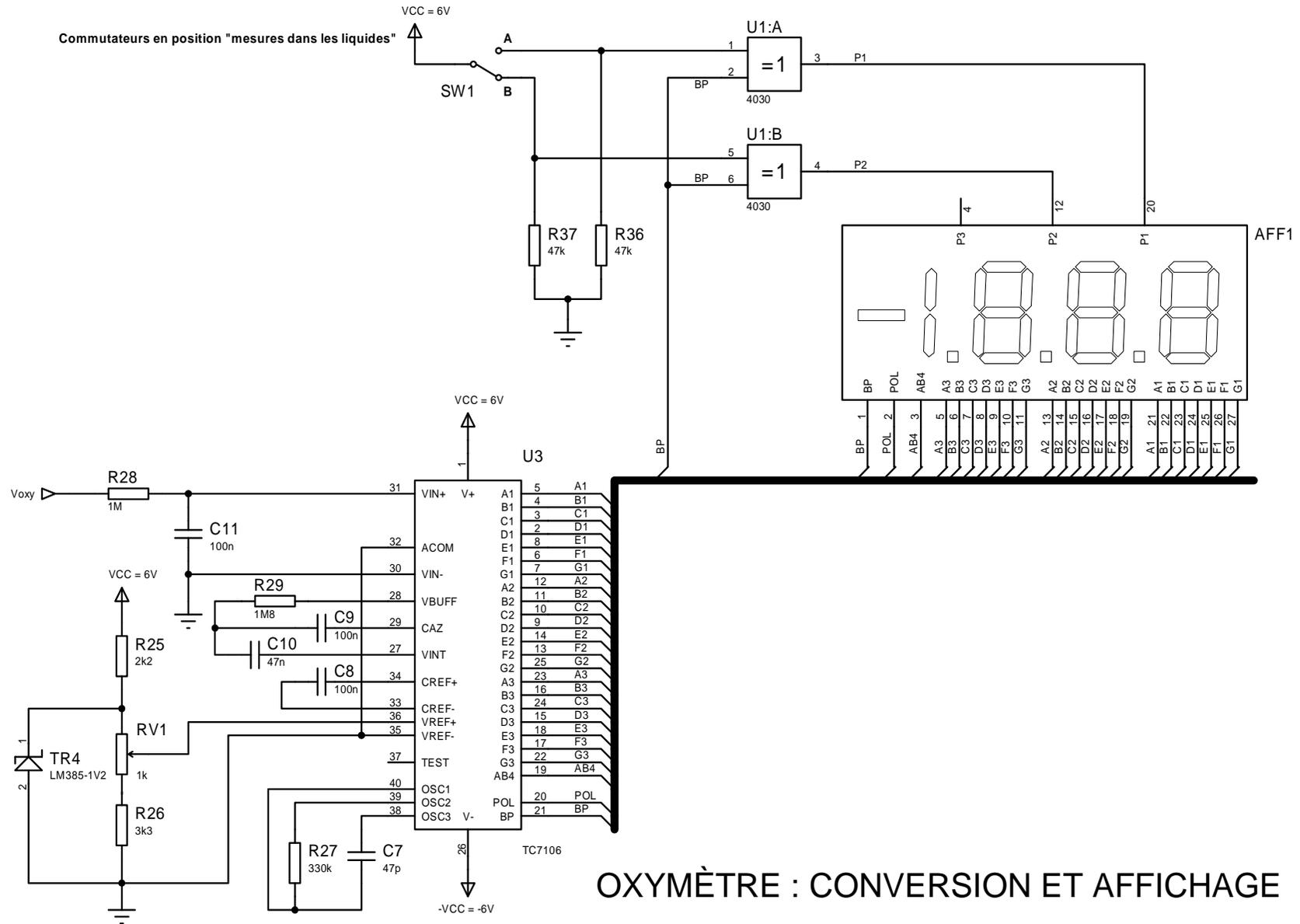


Figure 18. Interfacing to Bidirectional Reset I/O



OXYMÈTRE : CONVERSION ET AFFICHAGE

Bac Génie Électronique Session 2009 9IEELPO1	Étude d'un Système Technique Industriel	Page CAN9 sur 9
	Documentation Électronique	

CORRIGÉ PARTIE ÉLECTRONIQUE

PARTIE 1 : Étude de l'oxymètre : Mettre en forme le signal

1.1 Étude fonctionnelle de la sonde et de l'oxymètre

Les questions suivantes se rapportent au dossier d'analyse fonctionnelle (page A1 à A5).

Q1 - Dans le principe de Clark, quelle grandeur électrique est proportionnelle au paramètre Oxygène dissous ?

✘ C'est le **courant électrique**.

Q2 - De quel autre paramètre dépend cette grandeur électrique ?

✘ Le **courant électrique résultant dépend aussi de la température**.

Q3 - À quel potentiel électrique doit être porté l'électrode de platine pour que le principe de Clark s'opère ?

✘ Un **potentiel de -750mV**.

Q4 - Quel élément permet à l'oxymètre de compenser l'effet de la température sur la mesure ?

✘ C'est une **thermistance**.

Q5 - Quelle est la gamme de mesure de l'oxymètre ?

✘ La **gamme de mesure est de 0,01 à 19,9mg/l**.

Les schémas fonctionnels de premier et second degré de l'oxymètre sont représentés en documents annexes (pages CAN1 et CAN2).

Q6 - Encadrer sur le document réponse (page CR1) les fonctions FS11 à FS15.

✘ **Voir document réponse (page CR1)**.

Bac Génie Électronique Session 2009 9IEELPO1CORR	Étude d'un Système Technique Industriel Corrigé Électronique	Page Cor1 sur 15
--	---	------------------

1.2 Étude structurelle de la fonction FS11 « Générer les tensions de références »

Afin d'assurer un fonctionnement correct de la sonde, il est nécessaire de la polariser avec une tension de $-0,75V$. Cette tension est produite à partir du circuit dont le schéma est donné ci-dessous.

Q7 - Rappeler le rôle d'une diode régulatrice de tension (diode zener).

✎ Une diode régulatrice de tension permet d'obtenir une **tension constante** même en cas de légères variations de la tension d'alimentation.

Q8 - Donner la valeur de la tension V_z .

✎ **$V_z = 2,5V$**

Q9 - Exprimer V_1 en fonction de V_z et donner la valeur de V_1 .

✎ **$V_1 = -V_z = -2,5V$**

Q10 - En négligeant le courant dans R_7 , donner l'expression de la tension V_2 en fonction de V_1 et des éléments du montage.

✎ **$V_2 = V_1 \times R_6 / (R_5 + R_6)$**

Q11 - Calculer la valeur de V_2 .

✎ **$V_2 = -1,5V$**

Q12 - Que doit-on faire à partir de la tension V_2 pour obtenir la tension de polarisation nécessaire à la sonde ?

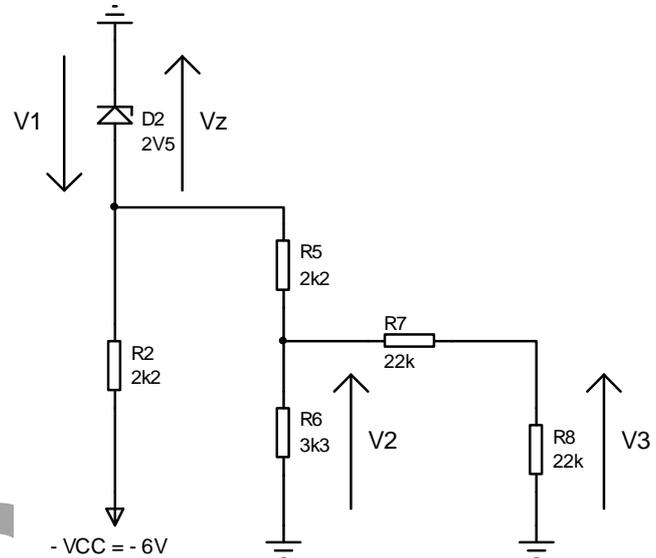
✎ Il faut **diviser par 2** la tension V_2 pour obtenir $-0.75V$

Q13 - La structure composée de R_7 et R_8 répond-t-elle à cette exigence ? Justifier votre réponse.

✎ Deux réponses possibles :

- La structure composée de R_7 et R_8 est un **diviseur de tension par 2** car **$R_7 = R_8$ donc $V_3 = -0,75V$.**

- **$V_3 = V_2 \times R_8 / (R_7 + R_8)$
 $V_3 = -0,75V$**



1.3 Étude structurelle de la fonction FS12 « CONVERTIR le courant en tension »

La sonde produit un courant proportionnel à la concentration d'oxygène. Afin d'obtenir la valeur de l'oxygène dissous, il est nécessaire de traduire ce courant en tension. La structure proposée pour réaliser cette fonction est donnée ci-dessous.

Q14 - D'après la notice technique de la sonde de Clark (page CAN3), compléter le chronogramme du courant Isonde sur le document réponse (page CR2).

~~☒~~ Voir document réponse (page CR2).

Q15 - Quel est le régime de fonctionnement de l'amplificateur IC3 ? Justifier votre réponse.

~~☒~~ Fonctionnement en **régime linéaire** car il y a une **contre réaction** (sortie rebouclée sur l'entrée -).

Q16 - En déduire la relation entre V3 et V6.

~~☒~~ En régime linéaire $V_+ = V_-$ donc **$V_3 = V_6$** .

Q17 - Exprimer V4 en fonction de V6 et UR12.

~~☒~~ **$V_4 = V_6 - UR_{12}$**

Q18 - En considérant que l'ALI est parfait, exprimer UR12 en fonction de Isonde et des éléments du montage.

~~☒~~ **$UR_{12} = I_{sonde} \times R_{12}$** car $I = 0A$

Q19 - Déduire des questions précédentes l'expression de V4 en fonction de V3, Isonde et des éléments du montage.

~~☒~~ **$V_4 = V_3 - I_{sonde} \times R_{12}$**

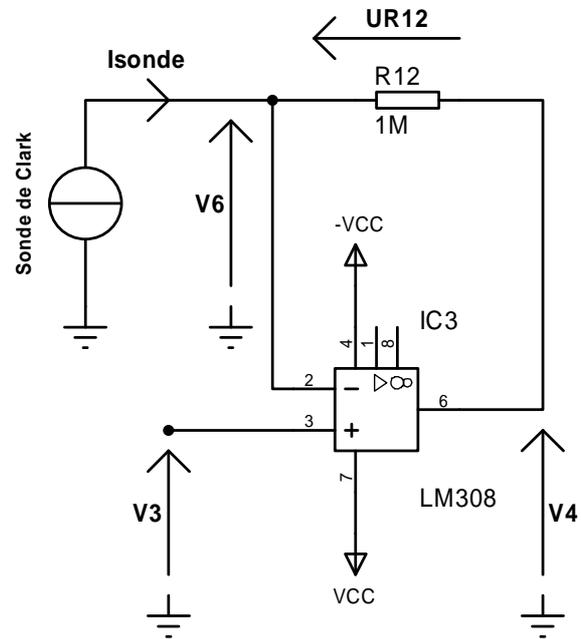
Pour la suite de l'étude, on considère que **$V_4 = -0,75 - I_{sonde} \times 1.10^6$** .

Q20 - Compléter le chronogramme de V4 sur le document réponse (page CR2).

~~☒~~ Voir document réponse (page CR2).

Q21 - Vérifier que la structure proposée réalise bien la conversion courant tension.

~~☒~~ D'après son expression, **V4 est bien une tension analogique qui varie en fonction du courant Isonde**



1.4 Étude structurelle de la fonction FS13 « Décaler le signal »

Comme tout appareil de mesure, l'oxymètre nécessite un étalonnage : réglage de son zéro (ordonnée à l'origine) et de sa pente (coefficient directeur).

Le réglage de son zéro est effectué en trempant la sonde dans une solution exempte d'oxygène et en réglant l'appareil pour qu'il indique une valeur de concentration nulle.

La fonction FS13 permet de décaler le signal afin d'obtenir un réglage correct du zéro de l'oxymètre.

La structure proposée pour réaliser cette fonction est donnée ci-dessous.

Q22 - Exprimer I9 en fonction de V2, V6 et R9.

$I_9 = (V_2 - V_6) / R_9$

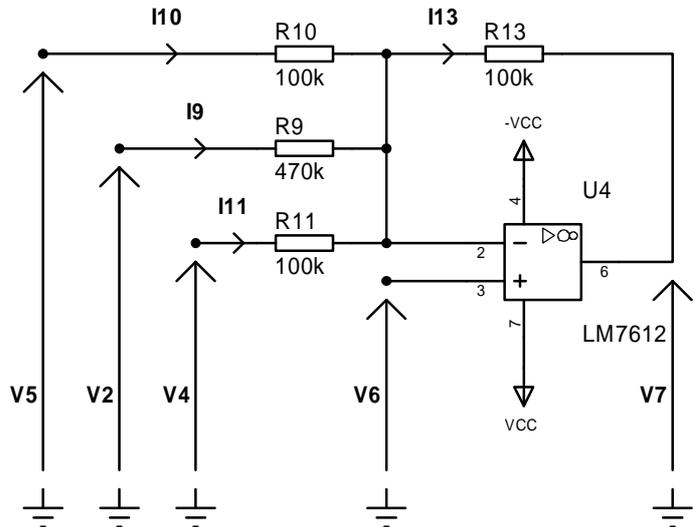
Q23 - Exprimer I10 en fonction de V5, V6 et R10.

$I_{10} = (V_5 - V_6) / R_{10}$

La relation liant V7 à V4 est de la forme :

$V_7 = B - V_4$

Avec V4 tension représentative de la concentration en oxygène, et $B = 2 \times V_6 - R_{13} \times (I_9 + I_{10})$



Q24 - En observant les relations de I9 et I10 trouvées dans les questions précédentes et sachant que la tension V6 est constante, indiquer les tensions susceptibles de faire varier le coefficient B.

Si V6 est constante, seule V5 ou V2 peuvent faire varier le coefficient B.

Q25 - En observant le schéma de la fonction FS11, indiquer laquelle de ces tensions peut effectivement être ajustée. Justifier votre réponse.

Seule la tension V5 peut être ajustée car elle est obtenue à partir d'un potentiomètre alors que V2 ne dépend que d'éléments fixes.

On considère qu'après étalonnage du zéro de la sonde, on obtient : $V_7 = -0,75 - V_4$. On rappelle que $V_4 = -0,75 - I_{sonde} \times 1.10^6$

Q26 - Montrer que la structure proposée permet bien de décaler le signal afin d'obtenir une fonction linéaire pour V7 (ordonnée à l'origine nulle).

$V_7 = -0,75 - (-0,75 - I_{sonde} \times 1.10^6) = I_{sonde} \times 1.10^6$
 On obtient bien une fonction linéaire. Le réglage du zéro est donc bien effectué.

Q27 - Compléter le chronogramme de V7 sur le document réponse (page CR2).

Voir document réponse (page CR2).

Bac Génie Électronique Session 2009	Étude d'un Système Technique Industriel	Page Cor4 sur 15
9IEELPO1CORR	Corrigé Électronique	

1.5 Étude structurelle de la fonction FS14 « AMPLIFIER le signal »

Après avoir réglé l'ordonnée à l'origine de l'oxymètre à zéro, la seconde étape de l'étalonnage de l'appareil consiste à régler sa pente (ou amplification). Le réglage cette pente est effectué en trempant la sonde dans une solution saturée d'air et très bien agitée. On règle ensuite l'appareil pour qu'il indique la concentration adéquate.

La fonction FS14 permet d'étalonner l'appareil en fournissant une amplification ajustable.

La structure proposée pour réaliser cette fonction est donnée ci-dessous.

Q28 - La tension V8 peut se mettre sous la forme $V8 = k \times V7$. En négligeant le courant dans R17, calculer les valeurs minimale et maximale de k.

$$V8 = V7 \times (R14 + \alpha P2) / (R14 + P2)$$

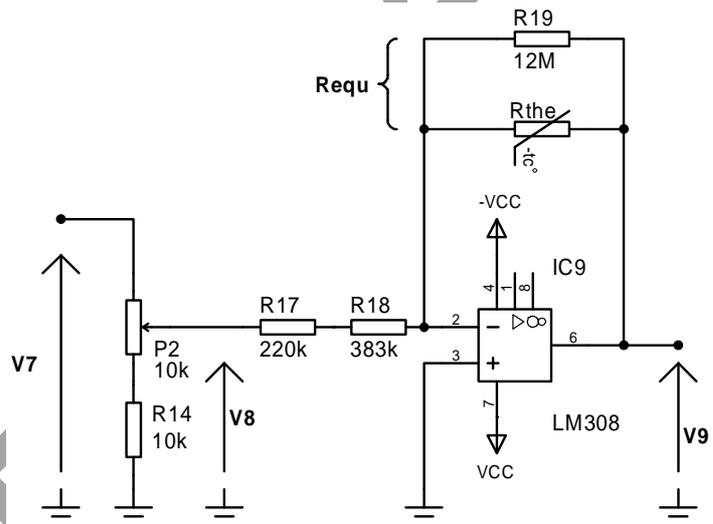
Donc :

$$R14 / (R14 + P2) \leq k \leq 1$$

$$\text{Soit } \frac{1}{2} \leq k \leq 1$$

Q29 - Exprimer V9 en fonction de V8, Requ, R17 et R18.

$$V9 = -V8 \times Requ / (R17 + R18)$$



En utilisant les informations contenues dans la notice technique du composant Rthe (page CAN3) :

Q30 - Calculer Requ pour une température de 15°C.

$$Rthe = 785k\Omega$$

$$Requ = (Rthe \times R19) / (Rthe + R19) = 736,8k\Omega$$

Q31 - Calculer l'amplification V9/V8 à cette température.

$$V9/V8 = -1,22$$

On considère qu'après étalonnage de la sonde, on obtient : $V9 = -1 \times V7$.

Q32 - Montrer que le réglage de k permet d'obtenir ce résultat et ainsi que la structure proposée réalise bien la fonction.

$$\text{On sait que } V8 = k \times V7 \text{ et } V9 = -1,22 \times V8$$

$$\text{Donc } V9 = -1,22 \times k \times V7$$

$$\text{Par identification, on trouve : } -1,22 \times k = -1$$

$$\text{Donc } k = 819,67 \times 10^{-3}$$

k est bien compris entre $\frac{1}{2} \leq k \leq 1$. La fonction FS14 est correctement réalisée.

Bac Génie Électronique Session 2009	Étude d'un Système Technique Industriel	Page Cor5 sur 15
9IEELPO1CORR	Corrigé Électronique	

Q33 - Compléter le chronogramme de V9 sur le document réponse (page CR2).

☒ Voir document réponse (page CR2).

1.6 Étude de la compensation des effets de la température sur la sonde

Pour une concentration d'oxygène fixe, la réponse fournie par la sonde de Clark augmente de +3 à +5%/°C entre 0 et 50°C. Cette augmentation est due à une augmentation de la diffusion de l'oxygène au travers de sa membrane.

Afin de compenser cette erreur, il est nécessaire de diminuer l'amplification de FS14 en fonction de la température.

Q34 - Indiquer la référence du composant de FS14 qui évolue en fonction de la température.

☒ C'est le composant R_{the}

Q35 - D'après la notice de ce composant (page CAN3), indiquer comment évolue sa valeur lorsque la température augmente et ce que signifie le terme CTN.

☒ Sa valeur **diminue** car c'est une CTN (**coefficient de température négative**) voir documentation de R_{the} (page CAN3).

D'après la structure de FS14 : $V_{oxy} = V8 \times (R_{equ} / (R17 + R18))$.

Q36 - Calculer l'amplification $V_{oxy} / V8$ pour un température de 15°C.

☒ $R_{the(15^\circ C)} = 785k\Omega$

☒ $R_{equ(15^\circ C)} = (R_{the} \times R19) / (R_{the} + R19) = 736,8k\Omega$

☒ $V_{oxy}/V8_{(15^\circ C)} = 1,22$

Q37 - Calculer l'amplification $V_{oxy} / V8$ pour un température de 20°C.

☒ $R_{the(20^\circ C)} = 605k\Omega$

☒ $R_{equ(20^\circ C)} = (R_{the} \times R19) / (R_{the} + R19) = 576k\Omega$

☒ $V_{oxy}/V8_{(20^\circ C)} = 0,95$

Q38 - Montrer que, pour une température évoluant de 15°C à 20°C, l'influence de R_{the} sur l'amplification $V_{oxy}/V8$ permet de compenser l'effet de la température dans des proportions équivalentes à l'erreur introduite par la sonde.

☒ $V_{oxy}/V8_{(15^\circ C)} = 1,22$ $V_{oxy}/V8_{(20^\circ C)} = 0,95$ donc une évolution de **-22,13%** pour une augmentation de 5°C soit **-4,4%/°C**. Cette compensation est bien comprise entre +3 à +5%/°C.

Bac Génie Électronique Session 2009 9IEELPO1CORR	Étude d'un Système Technique Industriel Corrigé Électronique	Page Cor6 sur 15
--	---	------------------

1.7 Étude structurelle de la fonction FS15 « INVERSER le signal »

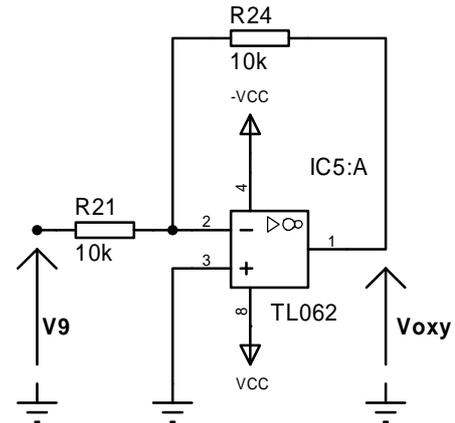
La tension V_9 étant négative et le système d'affichage nécessitant une tension positive il est nécessaire d'inverser la polarité du signal.

La structure proposée pour réaliser cette fonction est donnée ci-contre.

Q39 - Monter que la structure proposée ci-contre réalise bien notre attente.

☒ **Montage amplificateur inverseur d'amplification**
 $A = -R_{24}/R_{21} = -1$

Le montage réalise bien l'inversion du signal donc V_{oxy} est positive.



Q40 - Compléter le chronogramme de V_{oxy} sur le document réponse (page CR2).

☒ Voir document réponse (page CR2).

PARTIE 2 : Étude de l'oxymètre : Convertir et Afficher

Étude du composant U3

On veut afficher, pour l'utilisateur, la valeur de la concentration en oxygène. L'information relative à cette concentration est disponible sous forme d'une tension proportionnelle V_{oxy} .

Le schéma proposé par le constructeur pour réaliser cette fonction est donné en annexe (page CAN9).

La tension de référence du composant U3 est $V_{ref} = V_{REF+} - V_{REF-} = 1V$.

Les notices techniques des composants sont également données en annexe (pages CAN5 et CAN6).

Q41 - Le composant U3 choisi par le constructeur répond-t-il à nos exigences ? Justifier votre réponse à partir de la notice technique du composant.

☒ C'est un **convertisseur analogique numérique** avec sortie de pilotage d'afficheur **LCD 3 ½ digits**. Il permet donc d'obtenir une valeur affichée correspondant à la tension d'entrée.

Q42 - En considérant que $V_{oxy} = 1,25V$, déterminer le résultat de la conversion N.

☒ $N = 1000 \times (V_{IN+} - V_{IN-}) / (V_{REF+} - V_{REF-}) = 1250$

Q43 - Rappeler la fonction logique et l'équation des opérateurs U1:A et U1:B.

☒ **OU Exclusif à 2 entrées. $S = A/B + /A.B$**

Q44 - Le commutateur SW1 est en position B. Tracer les chronogrammes de P1 et P2 sur le document réponse (page CR3).

☒ Voir document réponse (page CR3).

Bac Génie Électronique Session 2009	Étude d'un Système Technique Industriel	Page Cor7 sur 15
9IÉELPO1CORR	Corrigé Électronique	

Q45 - En déduire quel est le point de l'afficheur qui est allumé (P1 ou P2) ? Justifier votre réponse.

✂ **P2 est allumé car son signal de commande est en opposition de phase avec BP**

Q46 - Noircir les segments et le point allumés correspondant à Voxy = 1,25V et SW1 en position B sur la représentation de l'afficheur du document réponse (page CR3).

✂ Voir document réponse (page CR3).

Q47 - Sur le digit de droite de l'afficheur LCD est codé le chiffre 0. Compléter les chronogrammes des signaux A1 à G1 du document réponse (page CR3).

✂ Voir document réponse (page CR3).

Q48 - Calculer la fréquence de l'oscillateur interne de U3.

✂ $F_{OSC} = 0,45 / (R27 \times C7) = 29,01\text{kHz}$

Q49 - Calculer la période du signal BP. Reporter cette valeur sur le chronogramme du signal BP du document réponse (page CR3).

✂ $T_{BP} = 800 / F_{OSC} = 27,6\text{ms}$

✂ Voir document réponse (page CR3).

PARTIE 3 : Étude de la centrale d'acquisition de données

Rappel : Les informations relatives à la centrale d'acquisition des données sont fournies dans la présentation (A3)

3.1 Étude structurelle de la centrale d'acquisition de données

Le schéma structurel de la fonction « mémoriser les résultats » est le suivant :

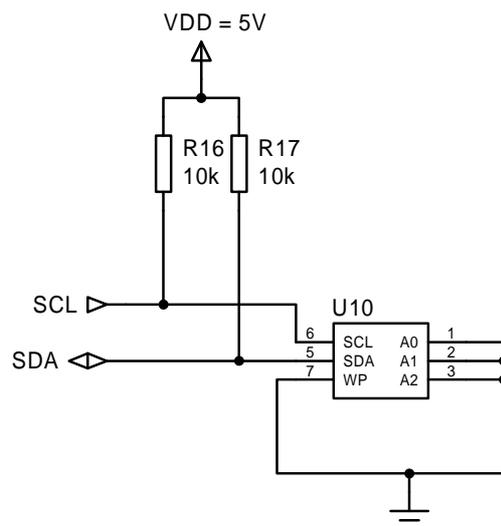
Q50 - Indiquer la capacité en octets nécessaire pour répondre au cahier des charges de la centrale d'acquisition de données.

✂ On doit pouvoir mémoriser 32400 points de mesure sur 8 bits. Il faut donc pouvoir mémoriser au moins **32400 octets**.

Q51 - Choisir parmi les composants proposés en annexes (page CAN6 et CAN7) celui qui a la capacité nécessaire pour stocker ces données. Justifier votre réponse.

✂ Seul le composant mémoire 24LC256 à la capacité nécessaire.

✂ $256\text{kbits} = 32\text{k octets} = 32768 \text{ octets}$



Q52 - Justifier l'emploi de ce type de mémoire (EEPROM).

- ✘ **EEPROM** (mémoire morte programmable et effaçable électriquement). Permet de conserver les données même en cas de coupure de l'alimentation électrique.

La carte électronique de la centrale d'acquisition de donnée a été conçue de façon à occuper le plus faible encombrement possible.

Q53 - Quelle est l'avantage des composants proposés pour répondre à cette exigence ?

- ✘ Mémoire de type **série** avec une interface série à 2 fils seulement donc le composant à moins de broche qu'un composant à interface parallèle.

Q54 - Quelles sont les bits qui permettent de sélectionner U10 ?

- ✘ 3 bits de sélection : **A0 à A2**.

Q55 - Indiquer le rôle du bit R/W. Quel doit être son niveau logique pour effectuer un ordre d'écriture ?

- ✘ R/W permet de **sélectionner une écriture ou une lecture** dans la mémoire.
- ✘ Il doit être placé à **'0'** pour effectuer une écriture.

Q56 - Identifier les bits d'adresses qui permettent de sélectionner un octet en particulier dans la mémoire.

- ✘ Les 15 bits d'adresses : **A0 à A14**.

Q57 - Compléter le tableau 1 du document réponse (page CR4) indiquant la suite de bits à envoyer dans U10 afin d'écrire la valeur décimale $(107)_{10}$ à l'adresse hexadécimale $(0DC6)_{16}$.

- ✘ Control Code = 1010
- ✘ Chip Select bits (A2 à A0) = 000
- ✘ R/W = 0
- ✘ $(0DC6)_{16} = (00\ 1101\ 1100\ 0110)_2$
- ✘ $(107)_{10} = (0110\ 1011)_2$
- ✘ Voir document réponse (page CR4).

Bac Génie Électronique Session 2009 9IEELPO1CORR	Étude d'un Système Technique Industriel Corrigé Électronique	Page Cor9 sur 15
--	---	------------------

3.2 Étude de la surveillance d'alimentation

Une surveillance de la tension d'alimentation est mise en place afin de garantir le bon fonctionnement de la centrale d'acquisitions de données. Le composant utilisé pour réaliser cette fonction est un MAX809HTR.

Q58 - A l'aide de la documentation du composant MAX809HTR (page CAN8), déterminer le seuil bas et le seuil haut de surveillance de la tension d'alimentation.

✎ $V_{T+} = 4,75V.$

$V_{T-} = 4,35V.$

Q59 - Quel est le niveau logique de la sortie /RESET, lorsque la tension d'alimentation est inférieure au seuil bas de surveillance ?

✎ /RESET = 0.

Q60 - Lorsque la tension d'alimentation augmente et devient supérieure au seuil haut de surveillance, combien de temps la sortie /RESET est maintenue active ?

✎ Pendant encore 40ms.

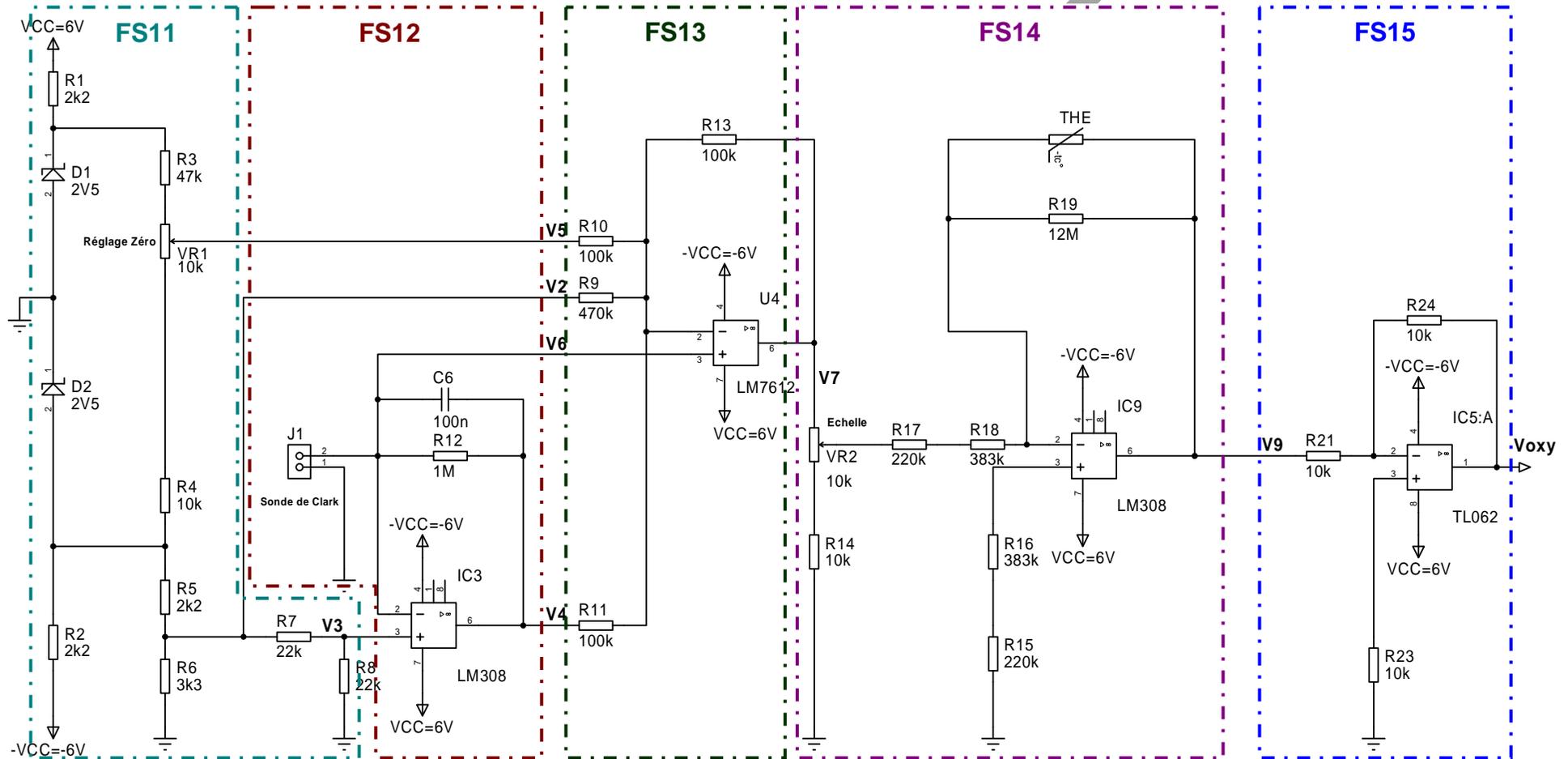
Q61 - Compléter le chronogramme du signal /RESET sur le document réponse.

✎ Voir document réponse (page CR4).

CORRIGÉ

Bac Génie Électronique Session 2009	Étude d'un Système Technique Industriel	Page Cor10 sur 15
9IEELPO1CORR	Corrigé Électronique	

DOCUMENTS RÉPONSE CR1

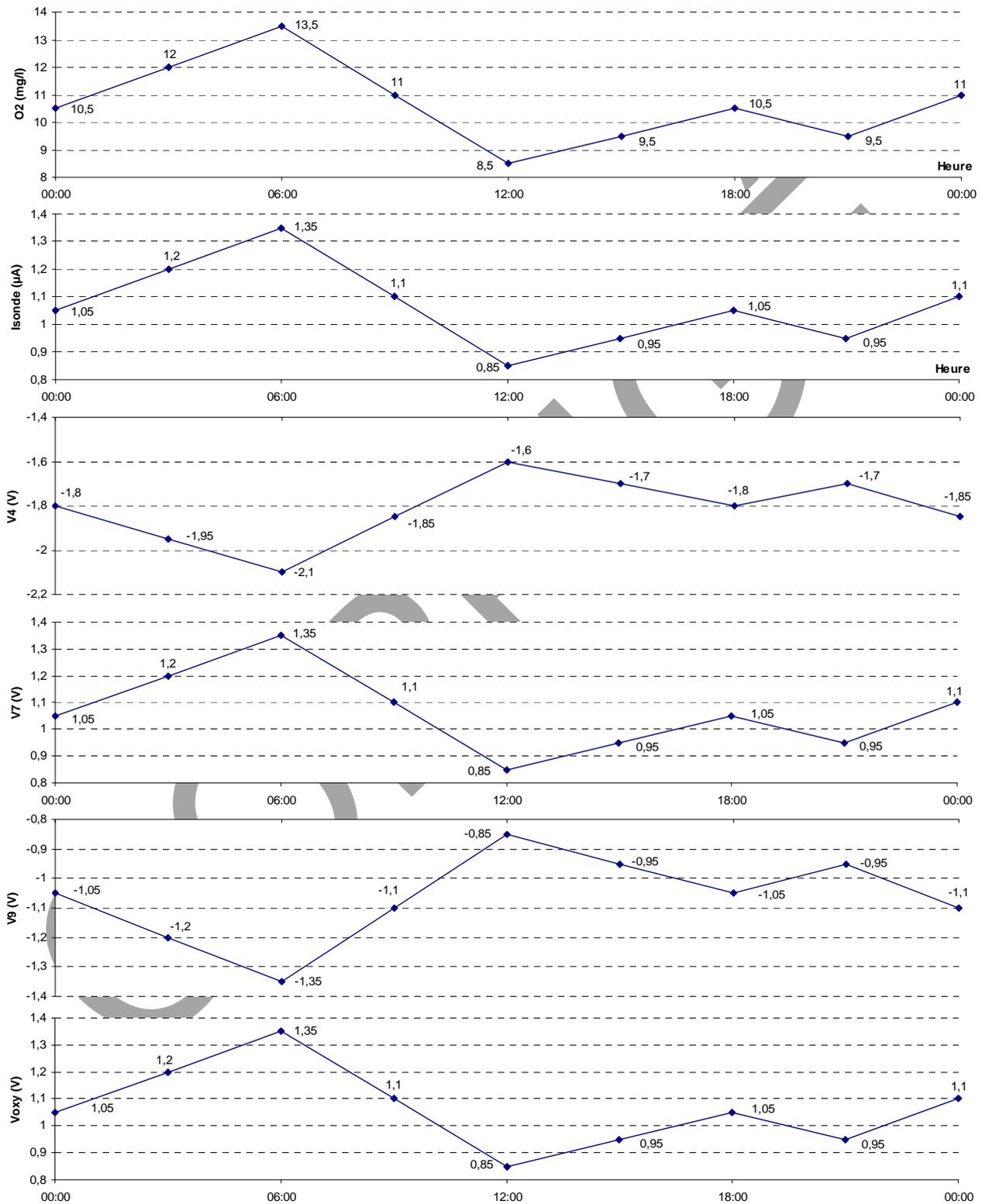


OXYMETRE : MISE EN FORME DU SIGNAL

Bac Génie Électronique Session 2009	Étude d'un Système Technique Industriel	Page Cor11 sur 15
9IEELPO1CORR	Corrigé Électronique	

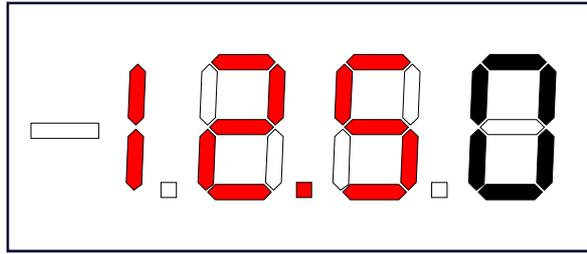
DOCUMENTS RÉPONSE CR2

Oxygène dissous dans un étang à ciel ouvert

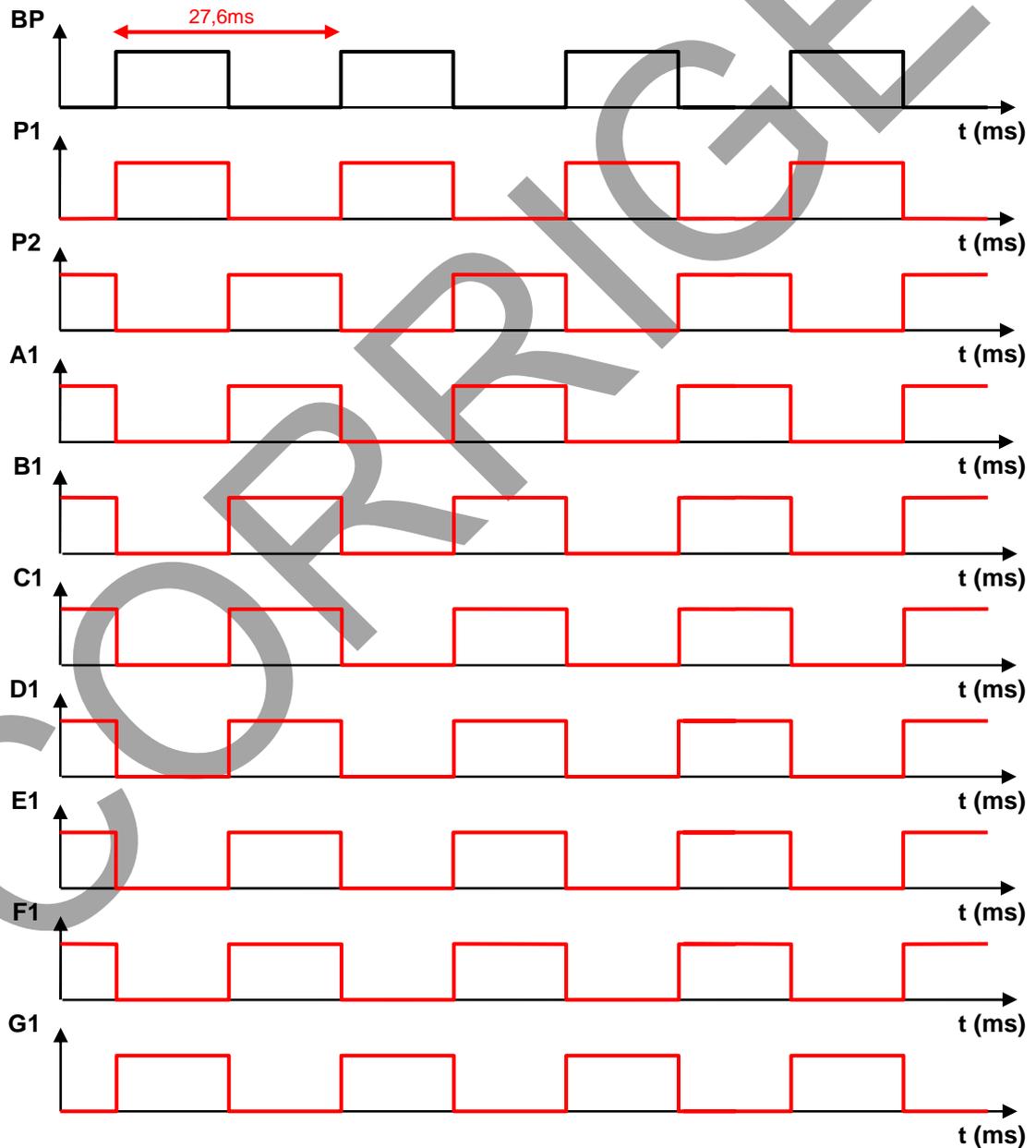


DOCUMENTS RÉPONSE CR3

Afficheur LCD :



Chronogrammes des signaux de commandes de l'afficheur :

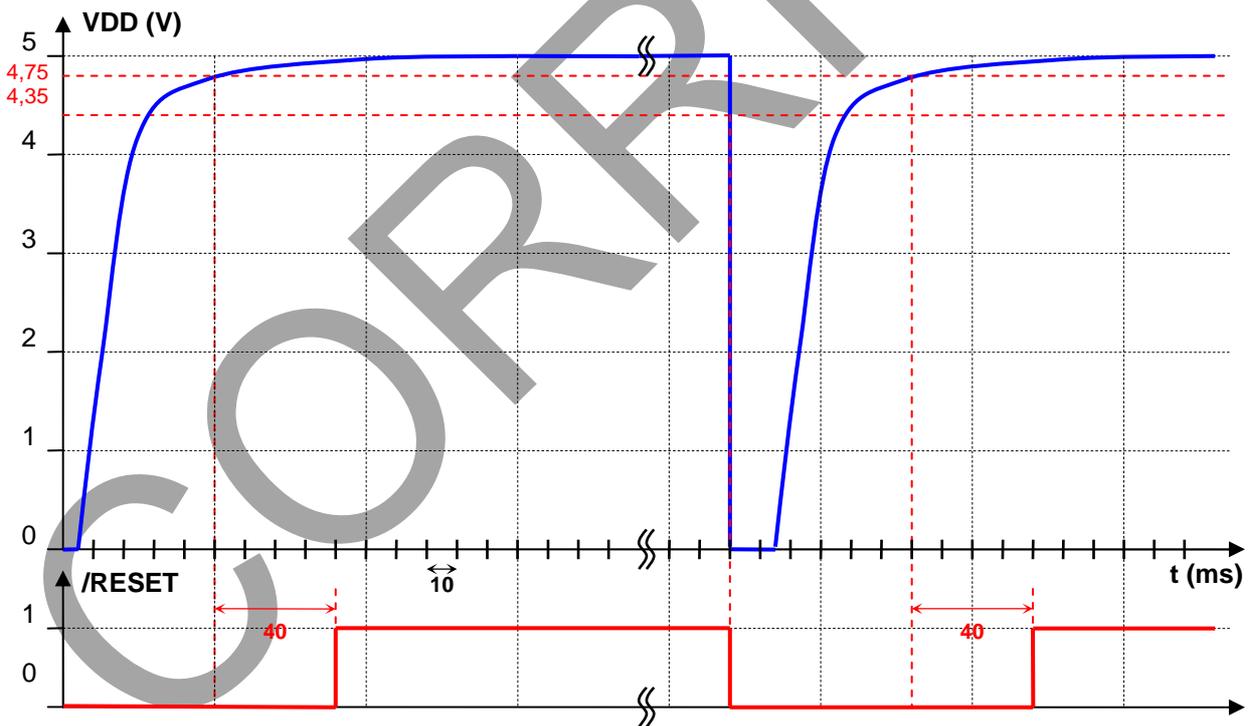


DOCUMENTS RÉPONSE CR4

Tableau 1 :

Octet de contrôle								Octet adresses hautes								Octet adresses basses								Octet de données							
1	0	1	0	0	0	1	0	X	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1

Signal VDD et /RESET :



Barème partie électronique

PARTIE 1 : Étude de l'oxymètre : Mettre en forme le signal

Total partie 1 : 55,5

1.1 Étude fonctionnelle de la sonde et de l'oxymètre	
Q1	1
Q2	1
Q3	1
Q4	1
Q5	1
Q6	2,5
1.2 Étude structurelle de la fonction FS11 « Générer les tensions de références »	
Q7	1
Q8	1
Q9	1
Q10	1
Q11	1
Q12	1
Q13	1
1.3 Étude structurelle de la fonction FS12 « CONVERTIR le courant en tension »	
Q14	1
Q15	1
Q16	1
Q17	1
Q18	1
Q19	2
Q20	1
Q21	1
1.4 Étude structurelle de la fonction FS13 « Décaler le signal »	
Q22	2
Q23	2
Q24	1
Q25	1
Q26	2
Q27	1
1.5 Étude structurelle de la fonction FS14 « AMPLIFIER le signal »	
Q28	2
Q29	2
Q30	2
Q31	1
Q32	2
Q33	1
1.6 Étude de la compensation des effets de la température	
Q34	1
Q35	1
Q36	3
Q37	3
Q38	3
1.7 Étude structurelle de la fonction FS15 « INVERSER le signal »	
Q39	1
Q40	1

PARTIE 2 : Étude de l'oxymètre : Convertir et Afficher

Total partie 2 : 20,5

Étude du composant U3	
Q41	2
Q42	2
Q43	1
Q44	2
Q45	2
Q46	4
Q47	3,5
Q48	2
Q49	2

PARTIE 3 : Étude de la centrale d'acquisition de données

Total partie 3 : 24

3.1 Étude fonctionnelle de la centrale d'acquisition de données	
Q50	1
Q51	3
Q52	1
Q53	1
Q54	1
Q55	2
Q56	1
Q57	7
3.2 Étude structurelle de la centrale d'acquisition de données	
Q58	2
Q59	1
Q60	1
Q61	3

TOTAL 100

100