

NOM Prénom :

Classe :

Devoir d'électronique**Etude d'un thermomètre électronique à affichage numérique**Domaine d'application :
Conversion de donnéeType de document :
DevoirClasse :
Terminale

Date :

Barème sur 20 points et conditions de travail

Question	Points	Question	Points	Question	Points
I - 1	1	III - 3	1	V - 1	1
II - 1	1	III - 4	0,5	V - 2	0,5
II - 2	1	III - 5	1	V - 3	0,5
II - 3	2	III - 6	1	V - 4	1
II - 4	0,25	III - 7	1	VI - 1	1
II - 5	0,25	IV - 1	0,5	VI - 2	1
III - 1	0,25	IV - 2	1	VI - 3	1,5
III - 2	0,25	IV - 3	1	VI - 4	0,5

Durée : 2 heures

Calculatrice autorisée

Aucun document autorisé

Conseil pour les calculs :

prendre 4 chiffres significatifs [1 chiffre avant la virgule + 3 décimales après la virgule]
afin d'éviter les erreurs d'arrondis et de tomber ainsi sur des valeurs exactes

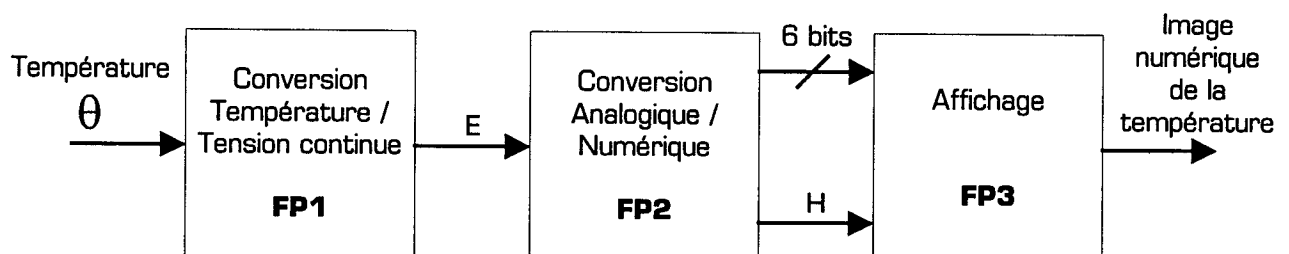
Description de l'objet technique étudié

On se propose d'étudier ici une partie d'un thermomètre électronique à affichage numérique, dont le cahier des charges simplifié est le suivant :

- L'appareil doit mesurer des températures comprises entre -10°C et $+40^{\circ}\text{C}$
- Les mesures de température seront effectuées avec une précision de 1°C

1 - Organisation fonctionnelle du thermomètre :

Schéma fonctionnel de premier degré du thermomètre :



Caractéristique de FP1 :

La fonction principale FP1 a pour rôle de convertir la température θ en une tension continue V_E , proportionnelle à θ . La fonction de transfert de FP1 est donnée par la relation linéaire suivante :

$$V_E = k \cdot \theta + \alpha \quad \text{avec} \quad \left\{ \begin{array}{l} k = -0,161 \text{ V} \cdot \text{°C}^{-1} \\ \alpha = -2,737 \text{ V} \end{array} \right.$$

Schéma fonctionnel de second degré de FP2 :

Le rôle de la fonction FP2 est de convertir la tension V_E proportionnelle à la température, en un mot binaire sur 6 bits. Le signal V_H à la sortie de FP2 avertit la fonction FP3 lorsque la valeur numérique présente sur le bus de 6 bits est correcte, et donne ainsi l'ordre à FP3 d'afficher la température.

Le schéma fonctionnel de second degré de FP2 est le suivant :

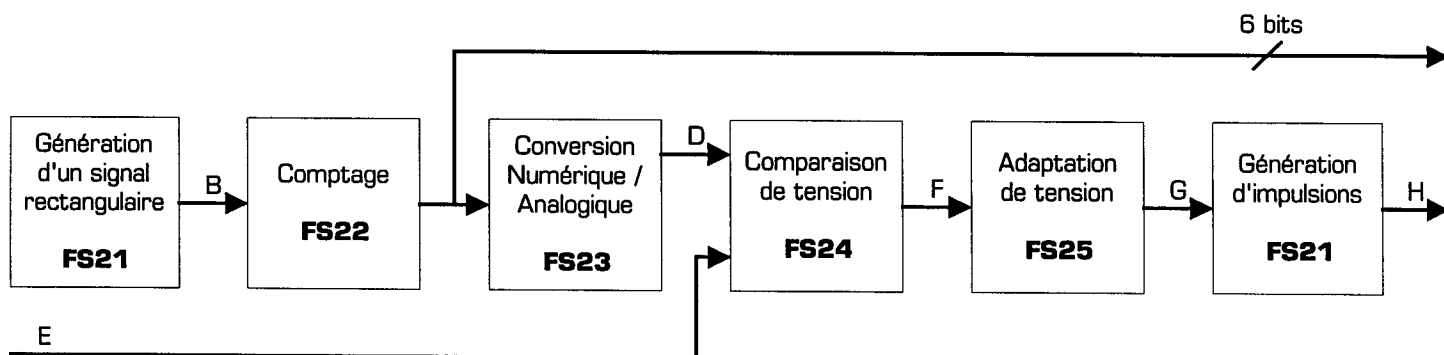
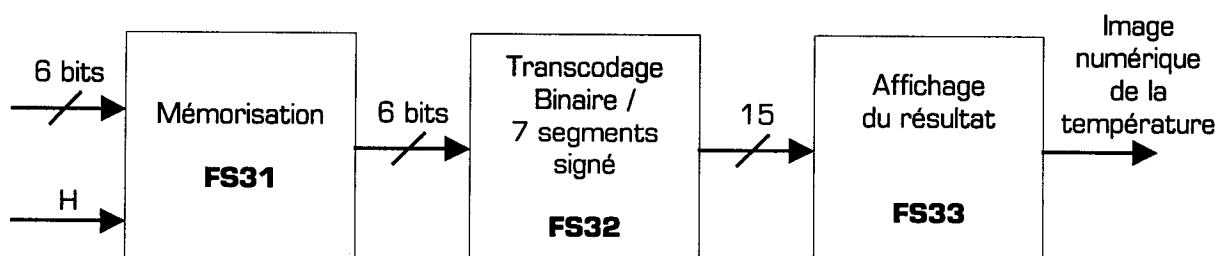


Schéma fonctionnel de second degré de FP2

Schéma fonctionnel de second degré de FP3 :

Le rôle de la fonction FP3 est d'afficher la valeur de la température [entre -10°C et $+40^{\circ}\text{C}$], en fonction de la valeur numérique présente sur le bus de 6 bits, et ce lorsque le signal V_H en donne l'ordre. Entre 2 impulsions du signal V_H , la valeur de la température sera mémorisée par la fonction FS31, et l'affichage restera fixe.

Le schéma fonctionnel de second degré de FP3 est le suivant :



2 - Organisation structurelle du thermomètre :

Notre étude se limitera à l'analyse de 4 fonctions secondaires de FP2 dont le schéma structurel complet est donné page 7. Les structures électroniques permettant la réalisation des fonctions FP1 et FP3 ne seront donc ni dévoilées ni étudiées ici.

Dans toute l'étude de FP2, on appellera V_n la différence de potentiel entre le point n sur le schéma structurel de FP2 [page 7] et la masse. Par exemple, V_B représente la tension au point B par rapport à la masse [tension non fléchée sur le schéma].

La tension d'alimentation V_{cc} sur le schéma de FP2 a pour valeur 12V, et l'ensemble des circuits logiques de FP2 est alimenté entre V_{cc} et 0V.

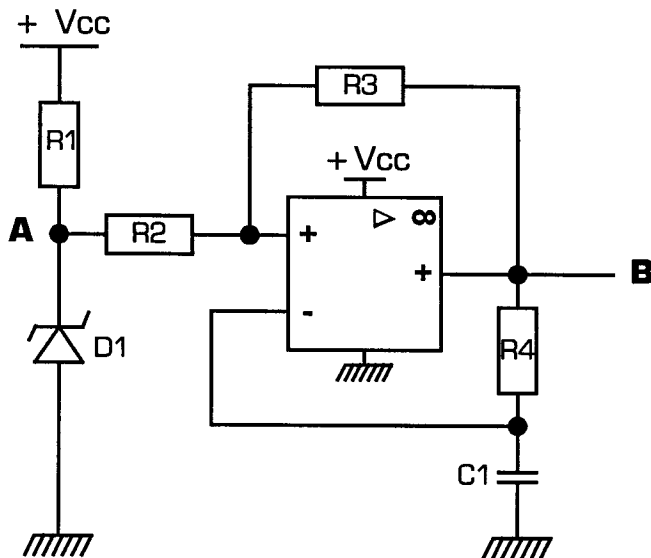
Travail demandé

I - Découpage fonctionnel de l'objet technique

I - 1 - Encadrer proprement sur le schéma structurel de FP2 [page 7, à rendre] chacune des 6 fonctions secondaires de FP2

II - Etude de FS21 : Génération d'un signal rectangulaire

La fonction génération d'un signal rectangulaire est ici réalisée avec un A.L.I. alimenté entre $+V_{cc}$ et 0V, câblé en comparateur à deux seuils, et rebouclé par un circuit RC :



$$R1 = 3,9 \text{ k}\Omega$$

$$R2 = 47 \text{ k}\Omega$$

$$R3 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$R4 = 47 \text{ k}\Omega$$

$$C1 = 100 \text{ nF}$$

D1 = diode zener BZX84
de tension zener $V_z = 3,6 \text{ V}$
et de tension directe $V_f = 0,6 \text{ V}$

Schéma structurel de FS21

II - 1 - A partir du schéma de la page 7, calculer les deux seuils du montage trigger, que l'on nommera V_{SH} et V_{SB} par la suite (pour ne pas les confondre avec les tensions V_H et V_B du schéma). Pour chacun des seuils on demande :

- L'expression littérale du seuil en fonction des éléments du schéma électronique
- Puis ensuite, et seulement ensuite, la valeur numérique de chaque seuil

II - 2 - On appelle U_{C1} la tension aux bornes du condensateur $C1$. Tracer les chronogrammes des tensions U_{C1} et V_B avec la même échelle des temps, et en précisant les valeurs caractéristiques de chaque signal sur l'axe vertical [valeur max, valeur min, etc.].

II - 3 - En vous aidant des chronogrammes tracés à la question précédente et du schéma de la page 7, calculer le temps haut et le temps bas du signal V_B . Pour chacun des temps [que l'on notera t_B et t_H], on demande :

- Une phrase explicative décrivant le temps recherché, du style « *c'est le temps que met le condensateur pour se charger de ... à ... etc.* »
- La formule complète et générale du temps de charge que vous allez utiliser, en précisant la valeur de chaque grandeur, dans le contexte du montage étudié ici
- L'expression littérale du temps en fonction des éléments du schéma électronique
- Puis ensuite, et seulement ensuite, la valeur numérique de chaque temps

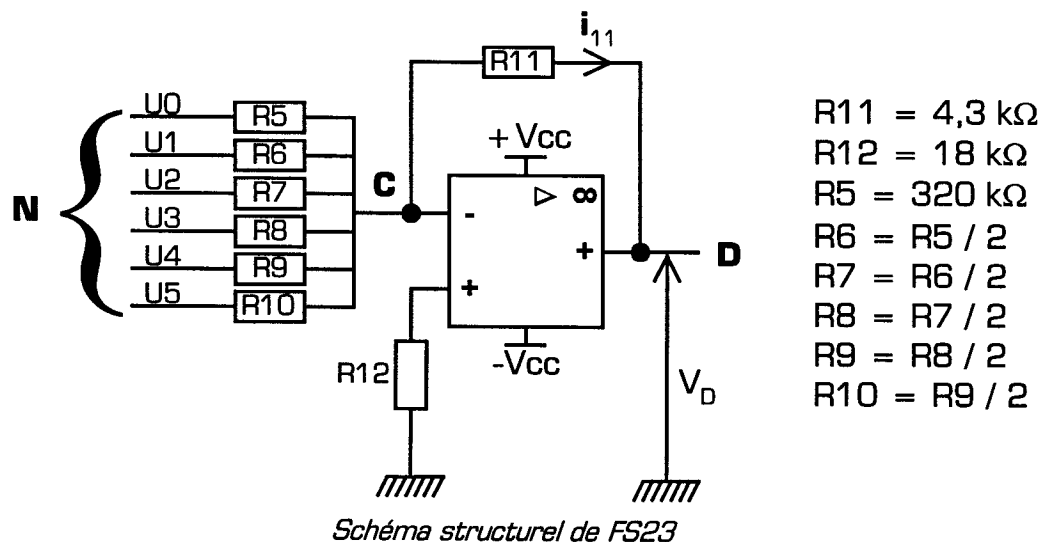
II - 4 - Donner l'expression littérale en fonction de t_H et de t_B de la période du signal V_B , puis calculer sa valeur.

II - 5 - Donner l'expression littérale en fonction de t_H et de t_B du rapport cyclique du signal V_B , puis calculer sa valeur.

III - Etude de FS23 : Conversion Numérique / Analogique

On rappelle ci-dessous le schéma structurel de FS23, dans lequel :

- N est la valeur numérique d'entrée de FS23, codé sur 6 bits (B0 à B5) en binaire naturel (B0 étant le LSB et B5 étant le MSB)
- U_0 à U_5 sont les 6 tensions d'entrée, ne pouvant prendre que 2 valeurs [V_{CC} ou $0V$], et représentant le nombre N . On note que : $U_n = B_n \cdot V_{CC}$
- V_D est la tension de sortie de FS23
- i_{11} est le courant dans la résistance R_{11}



III - 1 - Quel est le mode de fonctionnement de l'A.L.I. ? En déduire la valeur de la tension V_C .

III - 2 - Donner l'expression de la tension de sortie V_D en fonction de R_{11} et de i_{11} .

III - 3 - Donner l'expression du courant i_{11} en fonction des 6 tensions d'entrée U_0 à U_5 .

III - 4 - Donner la relation liant la valeur décimal de N et l'état de chacun de ses 6 bits.

III - 5 - Dédire des trois questions précédentes l'expression de la tension V_D en sortie de FS23, en fonction de la valeur du nombre N présent à l'entrée de FS23, et de R_5 et R_{11} .

III - 6 - Quel est le quantum de ce C.N.A ? Pour le quantum, que l'on notera q , on demande :

- L'expression littérale de q en fonction des éléments du schéma électronique
- Puis ensuite, et seulement ensuite, la valeur numérique de q , ainsi que son unité

III - 7 - En déduire la plage de variation [valeur maximale et valeur minimale] de la tension V_D en fonction de la valeur numérique présente à la sortie du compteur 4024 de la fonction FS22. Quelle est la valeur pleine échelle de ce C.N.A. ?

IV - Etude de FS25 : Adaptation de tension

On précise que le transistor utilisé dans FS25 fonctionne en commutation.

IV - 1 - Donner l'ensemble des différentes valeurs que peut prendre la tension V_F en sortie du comparateur de FS24.

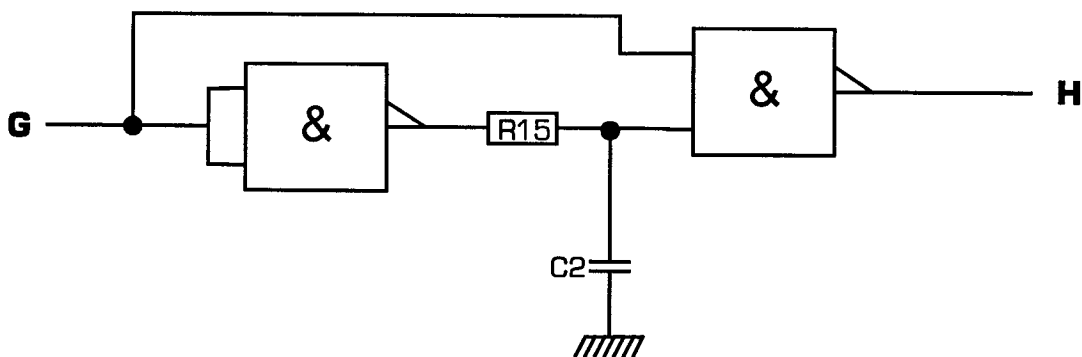
IV - 2 - Donner pour chacune de ces valeurs :

- L'état du transistor de FS25
- La valeur de la tension V_G
- L'état logique représenté par cette tension V_G

IV - 3 - En quoi la fonction FS25 est-elle, d'après vous, indispensable pour le bon fonctionnement du thermomètre ? Vous répondrez à cette question en précisant le rôle exact de cette fonction, dans le contexte de l'O.T. étudié.

V - Etude de FS26 : Génération d'impulsions

Les portes logiques utilisées dans la fonction FS26 sont en technologie CMOS, et leur tension d'alimentation est $V_{CC} = 12V$.



$R_{15} = 10\text{ k}\Omega$
 $C_2 = 100\text{ nF}$

Schéma structurel de FS26

On applique sur l'entrée G du montage un signal carré, de valeur maximale V_{cc} , de valeur minimale 0V, de valeur moyenne $V_{cc}/2$, et de période 5 ms.

V - 1 - Tracer les chronogrammes des tensions V_G et V_H .

V - 2 - Monter que le circuit permet de détecter un type de front particulier du signal V_G . Préciser quel est le type de front détecté par FS26 [front montant ou front descendant].

V - 3 - Quel est l'état de repos du signal V_H ? [état stable]

V - 4 - Quelle est la durée du signal V_H dans son état actif ? [état instable]

VI - Synthèse générale et fonctionnement global du thermomètre

VI - 1 - Pour une température ambiante $\theta = 23\text{ }^\circ\text{C}$, quelle est la valeur du nombre N à la sortie du compteur 4024 à l'instant où le signal V_H en donne l'ordre de mémorisation ?

VI - 2 - Trouver quelle est la relation générale entre le nombre N transmis à FP3 et la valeur θ de la température en $^\circ\text{C}$. Justifier votre réponse. En déduire quelle est la valeur de N lorsque $\theta = -10\text{ }^\circ\text{C}$ et lorsque $\theta = +40\text{ }^\circ\text{C}$.

VI - 3 - Tracer les chronogrammes des signaux V_E , V_D , V_F , V_G , et V_H pour une température θ de $23\text{ }^\circ\text{C}$.

VI - 4 - Quel est le nombre de mesures réellement effectuées par le dispositif en 1 minute ?



Schéma structurel complet de la fonction FP2

