

SESSION 2003

# B.T.S. GÉNIE OPTIQUE

Épreuve U41 : électronique - informatique industrielle

Durée : 1h30

Ce sujet comporte 4 parties indépendantes.

Répartition du temps :

Il est conseillé de répartir votre temps de la manière suivante :

- Lecture du sujet : 10 minutes
- Partie 1 : 15 minutes
- Partie 2 : 30 minutes
- Partie 3 : 20 minutes
- Partie 4 : 15 minutes

Documents :

- Texte du sujet : pages 1/7 à 3/7
- Annexes : pages 4/7 à 6/7
- Feuille réponse : page 7/7

**Calculatrice autorisée**  
**Aucun document autorisé**

**Contrôle automatique de filtres optiques**

Le système à étudier permet le contrôle de filtres optiques spéciaux de manière automatique. Les filtres à contrôler doivent présenter un taux de transmission  $T$  compris entre 10% et 20% à une longueur d'onde de 650nm. Ce contrôle se fera automatiquement à l'aide d'un programme via une carte d'acquisition.

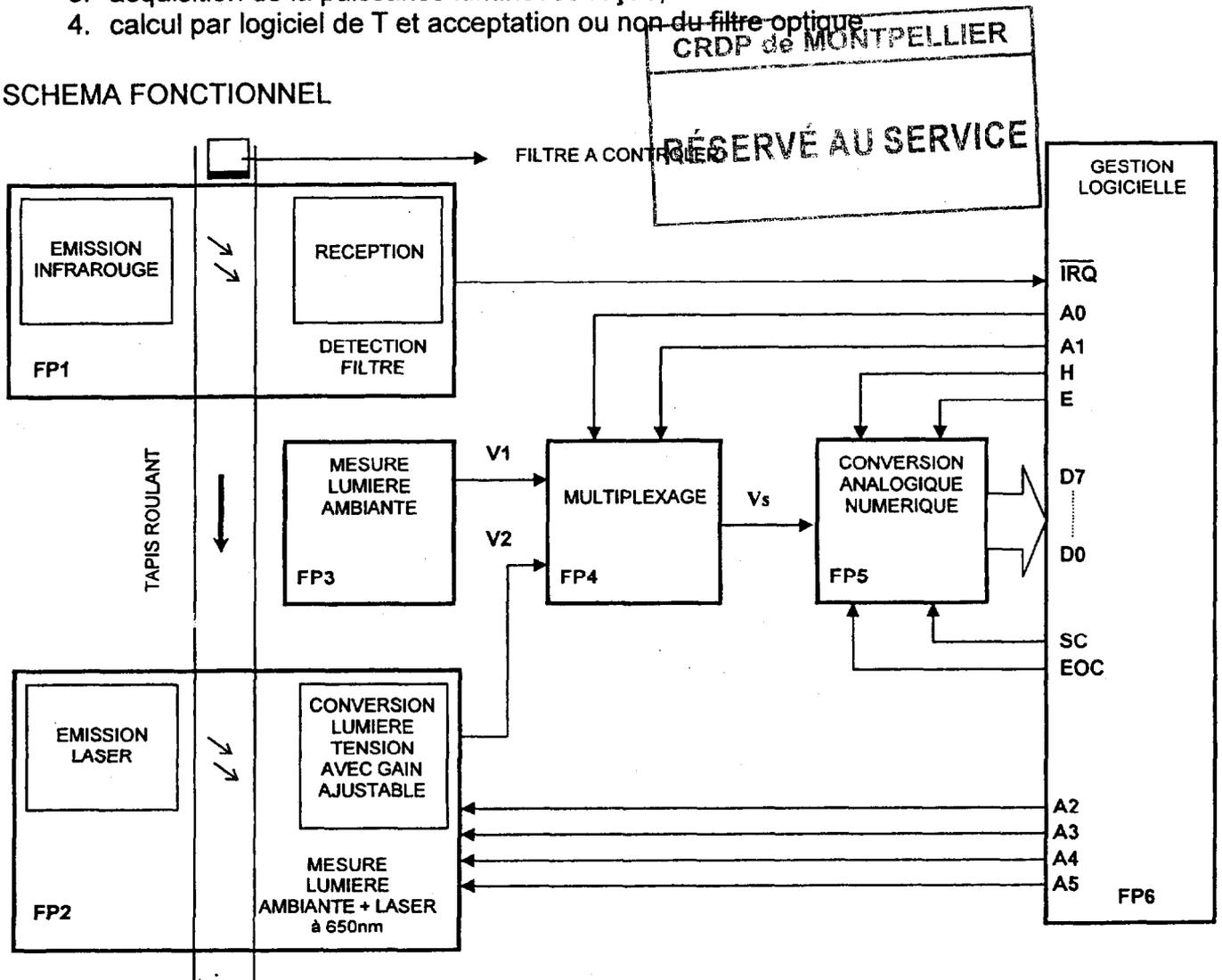
Les filtres sont placés sur un tapis roulant et il faut détecter leur passage pour démarrer le cycle de mesures qui permettra de contrôler  $T$ .

Problème : ce contrôle s'effectue sous lumière ambiante et à l'aide d'une diode laser de puissance légèrement variable dans le temps. Il est donc nécessaire de mesurer la lumière ambiante juste avant la mesure de  $T$  afin de déterminer le gain de la fonction mesurant  $T$ .

Le contrôle respecte la séquence suivante :

1. acquisition de la puissance lumineuse moyenne de la lumière ambiante
2. acquisition de la puissance lumineuse reçue, ambiante + diode laser sans filtre
3. acquisition de la puissance lumineuse reçue, ambiante + diode laser avec filtre
4. calcul par logiciel de  $T$  et acceptation ou non du filtre optique

**SCHEMA FONCTIONNEL**



Le schéma structurel complet est donné page 4/7.

## 1. Etude de FP1 : DETECTION FILTRE

Les filtres à contrôler se présentent sous la forme de parallélépipède dont une bande est noircie pour la détection.

FP1 détecte l'arrivée d'un filtre et déclenche par  $\overline{IRQ}$  le cycle de mesures. Cette fonction est constituée de :

Capteur à fourche : Emetteur : Del D1 infrarouge  
 $V_f = 1,8V$  pour  $I_f = 16mA$

Récepteur : Phototransistor T1

$V_{cemax} = 40V$

$I_{cmax} = 100mA$

$V_{cesat} = 0,2V$

CI1 : 4093, NON-ET trigger (fonctionne ici comme un trigger inverseur)

R1, R2

- 1.1 Calculez R1 pour que la DEL D1 soit parcourue par un courant  $I_f$  d'intensité 16mA.
- 1.2 Le taux de transfert du capteur à fourche,  $\tau = \frac{I_c}{I_f}$  est de 40%. Calculez R2 pour que le phototransistor T1 soit à la limite de la saturation lorsqu'il n'y a pas de filtre. Proposez ensuite une valeur à R2 afin que T1 soit sursaturé avec un coefficient  $k = 2$ .
- 1.3 Quel est l'état logique de  $\overline{IRQ}$  lorsqu'un filtre est détecté ?

## 2. Etude de FP2 : MESURE LUMIERE AMBIANTE + LASER à 650 nm

FP2 permet l'acquisition de la puissance lumineuse ambiante ajoutée à la puissance d'une diode laser sans le filtre à contrôler puis avec le filtre à contrôler.

Cette fonction est constituée de :

DL : diode laser

$P = 2mW$  à  $\lambda = 650nm$

Ph1 : photodiode PIN 040A munie d'un filtre optique sélectif de transmission proche de 100% à  $\lambda = 650nm$  et proche de 0% à  $\lambda \neq 650nm$

Documentation technique page 5/7

CI2 : LF356, amplificateur opérationnel supposé parfait

CI3 : 4066, commutateurs analogiques bidirectionnels

Documentation technique page 5/7

R3 = 5,6k $\Omega$  - R4 = 5,1k $\Omega$  - R5 = 4,7k $\Omega$  - R6 = 4,3k $\Omega$

C1 = 15nF

Le gain de FP2 est ajustable par variation de la résistance de contre réaction de CI2 en fonction de la mesure de la puissance lumineuse ambiante réalisée par FP3.

- 2.1 Compte tenu de la polarisation de la photodiode Ph1, sur le schéma structurel page 4/7, quelle grandeur électrique sera l'image du flux lumineux reçu ?
- 2.2 D'après la documentation technique de Ph1, page 5/7, calculez sa sensibilité  $S$  en  $AW$  à  $\lambda = 650nm$ .
- 2.3  $A2 = 1$  et  $A3 = A4 = A5 = 0$  : quelle est la résistance de contre réaction de CI2 ?

En négligeant l'effet de C1 :

- 2.4 *Donnez l'expression de  $V_2 = f$  (résistance de contre réaction de C12, puissance lumineuse reçue et sensibilité de Ph1), si Ph1 reçoit à la fois le faisceau de la diode laser et la lumière ambiante de puissance lumineuse  $P_{la} = 0,02mW$  à  $\lambda = 650nm$ . Calculez  $V_2$ .*
- 2.5 *Sachant que la tension  $V_2$  sera ensuite convertie par le convertisseur analogique numérique C16 (documentation technique page 5/7), indiquez l'intérêt du gain ajustable pour FP2.*

### 3. Etude de FP4 et FP5 : MULTIPLEXAGE ET CONVERSION ANALOGIQUE NUMERIQUE

FP4 permet de transmettre à FP5  $V_1$  ou  $V_2$ . FP5 convertit la tension  $V_s$  ( $V_1$  ou  $V_2$ ) en une donnée numérique D7 à D0.

Ces fonctions sont constituées de :

C15 : 4051, multiplexeur

Documentation technique page 5/7

C16 : ADC0800, convertisseur analogique numérique

Documentation technique page 5/7

- 3.1 *Quel état logique doit-on attribuer à A0 et A1 pour obtenir  $V_s = V_2$  ?*
- 3.2 *Calculez le quantum  $q$  du convertisseur tel qu'il est utilisé sur le schéma structurel.*
- 3.3 *Si  $V_s = 3,5V$ , quel est le nombre associé à D7.....D0 ? L'écrire en décimal et en binaire.*

### 4. Synthèse

L'organigramme de fonctionnement de l'ensemble est fourni page 6/7. On relève les données suivantes pour 2 filtres contrôlés :

#### FILTRE N°1

(M1) = 11001000 = 200 en décimal

(M2) = 11011101 = 221 en décimal

(M3) = 00100001 = 33 en décimal

#### FILTRE N°2

(M1) = 01010010 = 82 en décimal

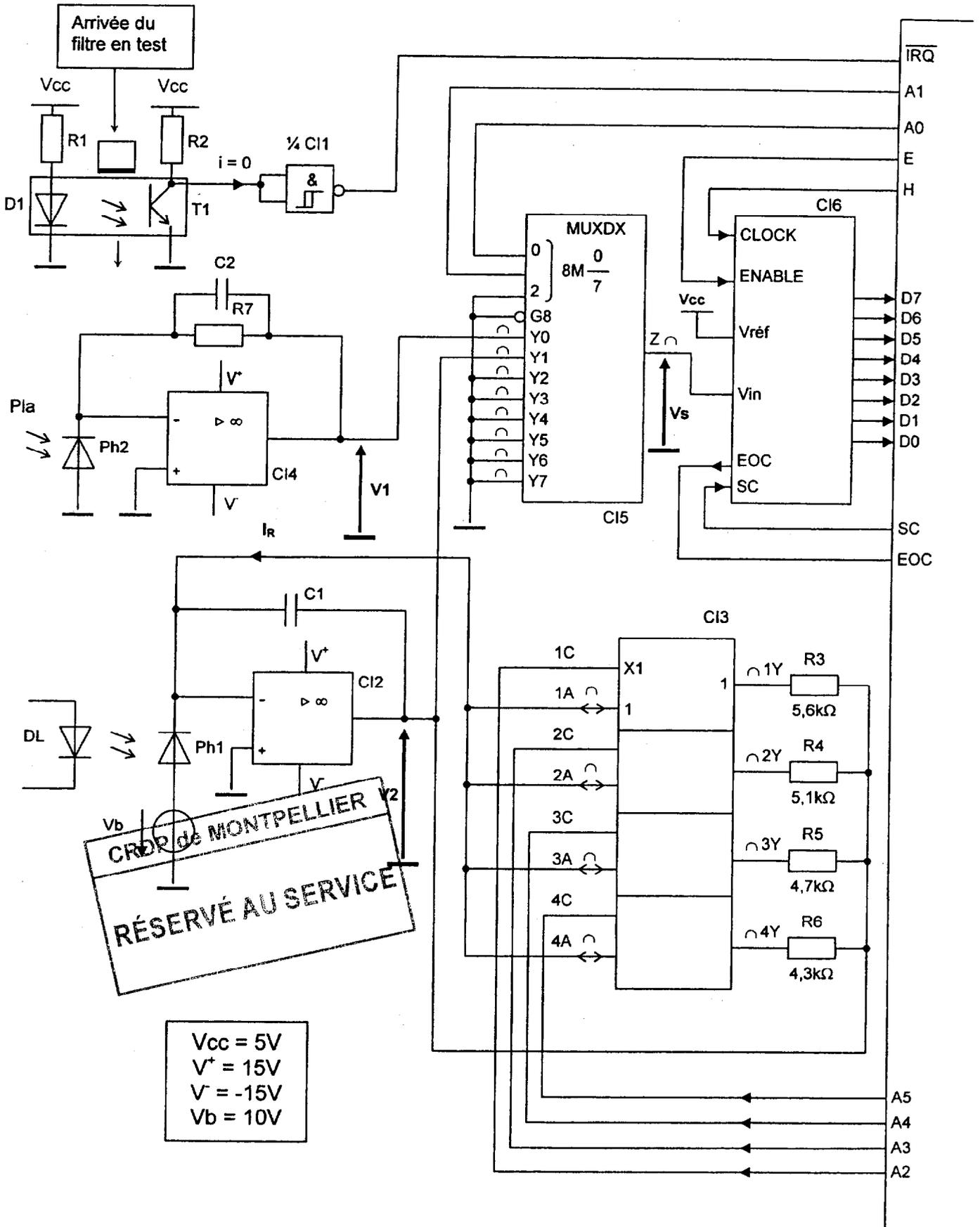
(M2) = 01110010 = 114 en décimal

(M3) = 01000100 = 68 en décimal

Pour des raisons de clarté de lecture les données binaires contenues dans l'organigramme sont écrites en décimal. Elles correspondent aux données fournies en sortie du convertisseur.

- 4.1 *Complétez le tableau sur la feuille réponse page 7/7.*
- 4.2 *Sur cette même feuille, indiquez si les filtres sont conformes ou non.*

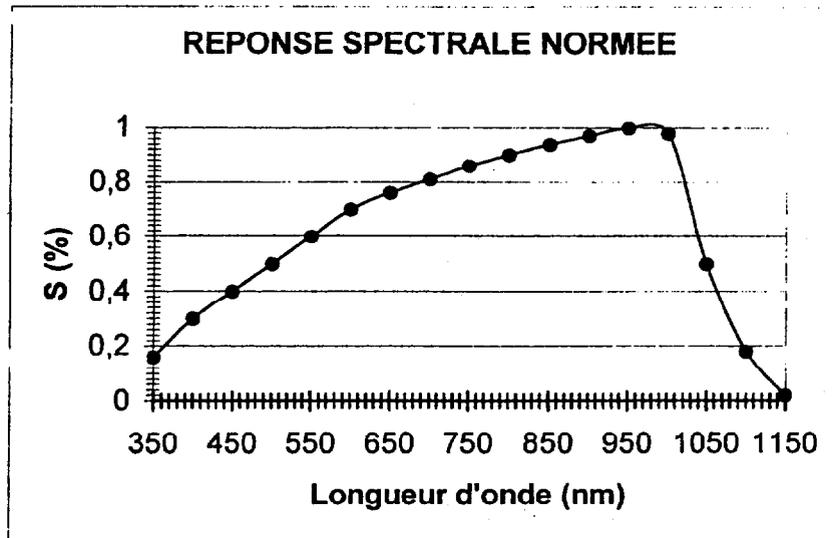
SCHEMA STRUCTUREL



DOCUMENTATION TECHNIQUE

Ph1 : PIN040A

Sensibilité spectrale S à  $\lambda = 850\text{nm}$  :  $S = 0,5\text{A/W}$



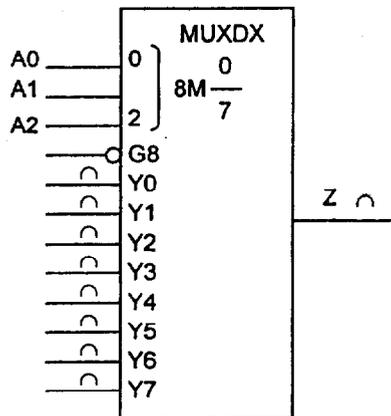
CI3 : 4066

Ce circuit contient 4 commutateurs analogiques indépendants bidirectionnels. Ils sont numérotés de 1 à 4 et pilotés par les entrées C, tel que :

- C = 1 commutateur passant  $\Rightarrow$  Y et A sont connectés
- C = 0 commutateur ouvert  $\Rightarrow$  Y en haute impédance (non connecté à X)

CI5 : 4051

C'est un multiplexeur – démultiplexeur analogique 8 voies.



G8	A2	A1	A0	voie en fonction
0	x	x	x	aucune
1	0	0	0	Z = Y0
1	0	0	1	Z = Y1
1	0	1	0	Z = Y2
1	0	1	1	Z = Y3
1	1	0	0	Z = Y4
1	1	0	1	Z = Y5
1	1	1	0	Z = Y6
1	1	1	1	Z = Y7

x : indifférent

CI6 : ADC0800

Ce circuit convertit la tension analogique présente en  $V_{in}$  en une donnée sur 8 bits de D7 à D0 avec D7 = MSB et D0 = LSB.

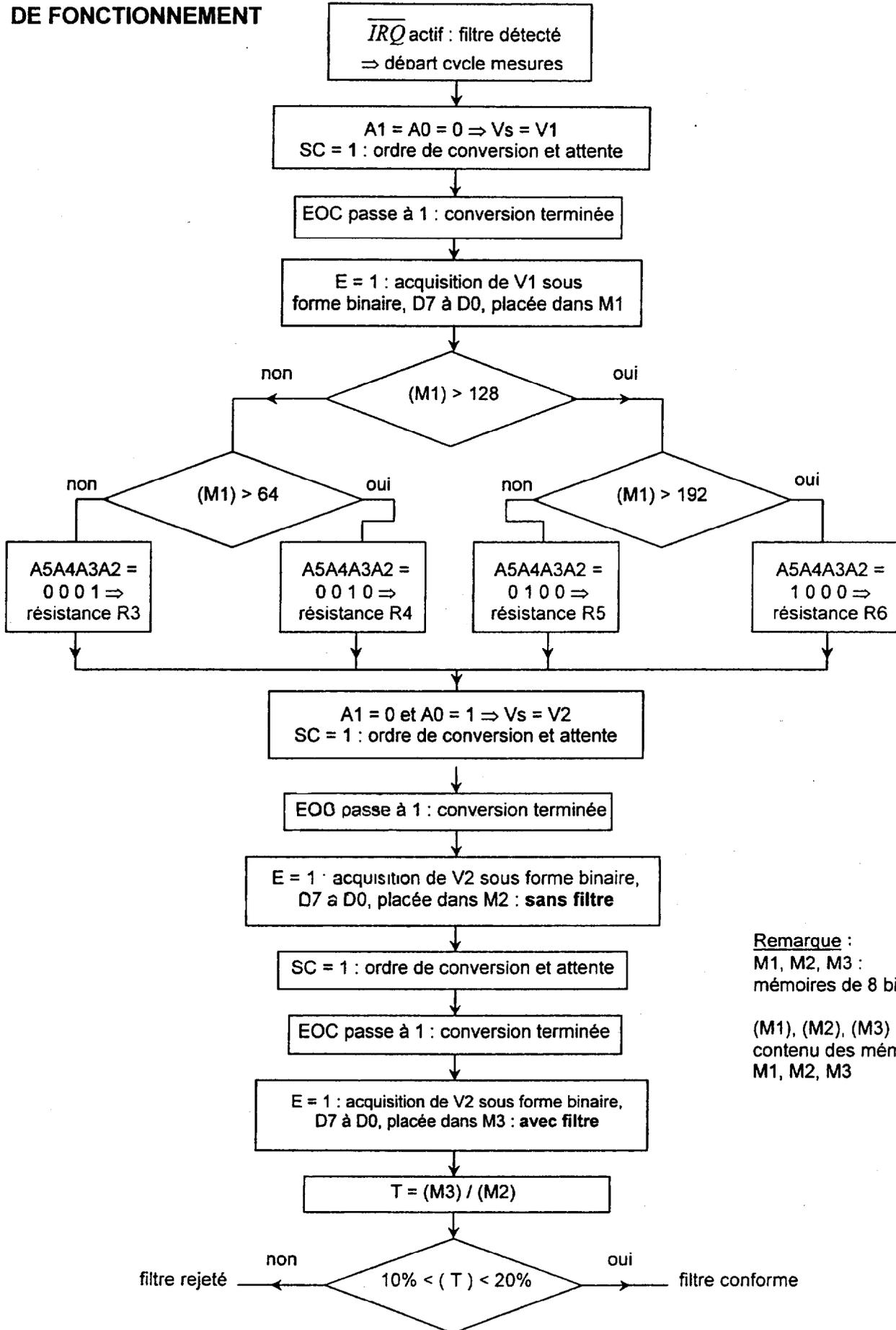
A une tension  $V_{in}$  (avec  $0 \leq V_{in} \leq V_{réf}$ ) correspond un nombre proportionnel codé en binaire sur les sorties D7 à D0.

Sa résolution est  $r = \frac{1}{2^8}$  et son quantum q dépend de  $V_{réf}$  tel que :  $q = V_{réf} \cdot r$

La conversion se fait au rythme d'une horloge (CLOCK) de la façon suivante :

- il reçoit un niveau haut sur SC (Start Conversion)  $\Rightarrow$  la conversion commence
- il fournit un niveau haut par EOC (End Of Conversion)  $\Rightarrow$  la conversion est terminée
- la donnée D7 à D0, résultat de la conversion, est disponible s'il reçoit un niveau haut sur E (Enable)

**ORGANIGRAMME  
DE FONCTIONNEMENT**



**Remarque :**  
M1, M2, M3 :  
mémoires de 8 bits

(M1), (M2), (M3) :  
contenu des mémoires  
M1, M2, M3

**DOCUMENT REPONSE**

Questions 4.1 et 4.2

	Filtre N°1 (M1) = 200 (M2) = 221 (M3) = 33	Filtre N°2 (M1) = 82 (M2) = 114 (M3) = 68
Résistance de contre réaction de Cl <sub>2</sub>		
V <sub>2</sub> (V) sans filtre (contenu mémoire M2)		
Courant I <sub>R</sub> traversant Ph1 en mA		
Pla + P sans filtre en mW		
V <sub>2</sub> (V) avec filtre (contenu mémoire M3)		
Courant I <sub>R</sub> traversant Ph1 en mA		
Pla + P avec filtre en mW		
T en %		
conformité		

CORRECTION SESSION 2003

1. Etude de FP1 : détection filtre

1.1  $R1 = \frac{V_{cc} - V_f}{I_f} = 200\Omega$

1.2  $R2 = \frac{V_{cc} - V_{cesat}}{I_c} = \frac{V_{cc} - V_{cesat}}{\pi f} = 750\Omega$

Sursaturation de T1 avec  $k = 2$  :  $R2 = 1500\Omega$

1.3 Lorsqu'un filtre est détecté,  $\overline{IRQ} = 0$

2. Etude de FP2 : Mesure lumière ambiante + laser à 650nm

2.1 Ph1 polarisée en inverse  $\Rightarrow$  mode photoconductif

2.2 Sensibilité à  $\lambda = 650\text{nm}$  :  $S = \frac{0,76 \times 0,5}{0,94} \approx 0,4 A/W$

2.3 R3 est la résistance de contre réaction de CI2

2.4  $V2 = R3I = R3S(P + Pla)$

$Pla = 0,02\text{mW} \Rightarrow V2 = 4,52V$

2.5 Pour pla maximum,  $V2 \leq V_{réf}$

3. Etude de FP4 et FP5 : multiplexage et conversion analogique numérique

3.1  $V_s = V2$  si  $A0 = 1$  et  $A1 = 0$

3.2  $q = V_{réf} \cdot r = 19,53\text{mV}$

3.3  $V_s = 3,5V \Rightarrow D7D6D5D4D3D2D1D0 = 179$  (base 10) = 10110011 (base 2)

4. Synthèse

	Filtre N°1 (M1) = 200 (M2) = 221 (M3) = 33	Filtre N°2 (M1) = 82 (M2) = 114 (M3) = 68
Résistance de contre réaction de CI2	R6 = 4,3k $\Omega$	R4 = 5,1k $\Omega$
V2 (V) sans filtre (contenu mémoire M2)	4,32	2,23
Courant $I_R$ traversant Ph1 en mA	1	0,44
Pla + P sans filtre en mW	2,5	1,1
V2 (V) avec filtre (contenu mémoire M3)	0,64	1,33
Courant $I_R$ traversant Ph1 en mA	0,15	0,26
Pla + P avec filtre en mW	0,375	0,65
T en %	14,9	59,6
conformité	oui	non