

# 1 – EXPLOITATION DE L'ANALYSE FONCTIONNELLE

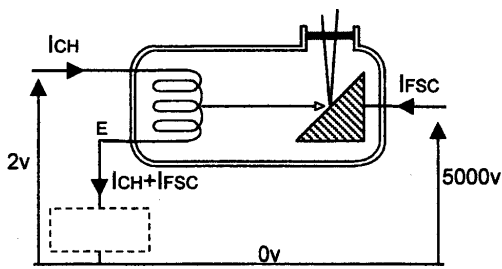
Q1 – Quelle est la méthode utilisée pour déterminer le grammage d'un voile « non tissé » ?

## 2 - ETUDE DE FP2 « REGULATION DU COURANT DE FAISCEAU »

Pour la précision des mesures, il faut que l'intensité des rayons X soit stable. Celle-ci est proportionnelle à la valeur du courant de faisceau  $I_{FSC}$ , il faut donc le maintenir constant. Ce courant, qui varie en fonction de la température du filament, est débité par l'alimentation haute tension, il circule à travers le tube à rayons X et retourne au commun à travers le filament ou il s'additionne au courant de chauffage  $I_{CH}$  (voir croquis du tube à rayon X (ci-dessous)).

Le courant de chauffage est un courant haché, et la mesure de la valeur du courant de faisceau a lieu pendant les temps de coupure du courant de chauffage du filament.

Tube à rayon X :



Chronogramme des courants

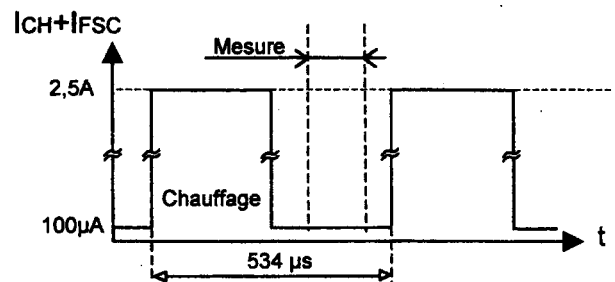
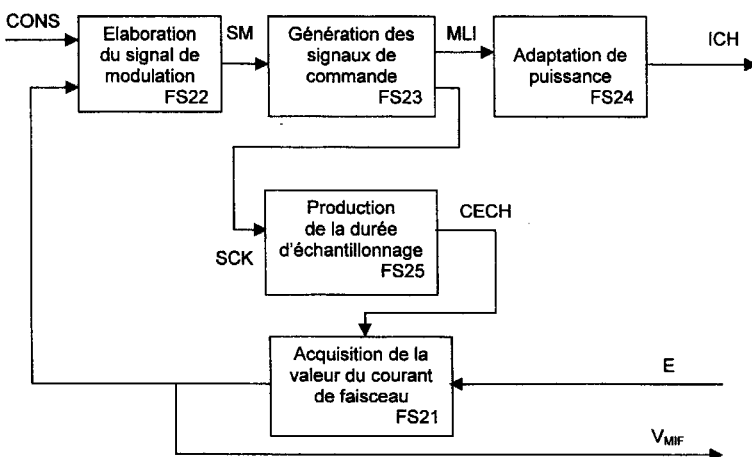


Schéma fonctionnel de second degré de FP2 :

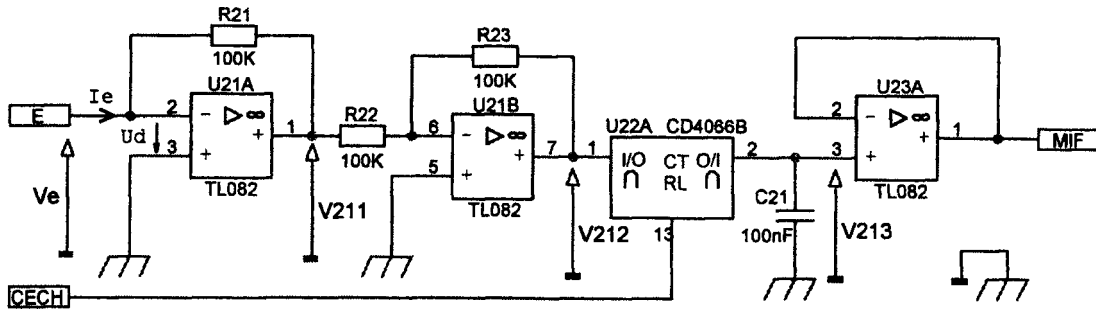


Remarque sur la notation des tensions dans le questionnement :

$V_{MIF}$  est la différence de potentiel entre le point MIF de la structure et 0V.

$V_{SM}$  entre le point SM de la structure et le 0V, etc.

## Etude de FS21 « Acquisition de la valeur du courant faisceau »



Le circuit 4066 est alimenté en  $+15V$ , et les circuits TL082 en  $\pm 15V$ .  
Ils seront considérés comme parfaits, avec  $+V_{sat}=+15V$  et  $-V_{sat}=-15V$

Cette fonction permet d'obtenir une tension image de la valeur du courant de faisceau  $I_{FSC}$ .

**Remarque :** Suivant l'intervalle de temps dans lequel on se situe, la grandeur d'entrée de FS21 est différente :

- **Cas n°1 :** absence du courant de chauffage dans le filament, le signal d'entrée  $I_e$  est égal au courant de faisceau  $I_{FSC}$ , U21A fonctionne alors en régime linéaire.
- **Cas n°2 :** présence du courant de chauffage dans le filament, le signal d'entrée  $I_e$  est tel que U21A fonctionne alors en régime non linéaire, entraînant  $V_{211}=-15V$ .

Pour les questions Q2, Q3 et Q4, on suppose que l'on se trouve dans le cas n°1 : ( $I_e=I_{FSC}$ )

**Q2** – Exprimer  $V_{211}$  en fonction de  $I_{FSC}$  et  $R_{21}$ ,  $V_{212}$  en fonction de  $V_{211}$ ,  $R_{22}$  et  $R_{23}$ .  
En déduire l'expression de  $V_{212}$  en fonction de  $I_{FSC}$ ,  $R_{21}$ ,  $R_{22}$  et  $R_{23}$ .

**Q3** –  $R_{21}=R_{22}=R_{23} = 100K$ , donner la relation numérique entre  $V_{212}$  et  $I_{FSC}$   
Quelle est la fonction réalisé par cette structure ?

**Q4** – D'après le chronogramme de  $V_{212}$  fourni sur le document réponse N°1 déterminer la valeur de  $I_{FSC}$ .

Pour la question Q5, on suppose que l'on se trouve dans le cas n°2 : ( $I_e = I_{FSC} + I_{CH}$ )

**Q5** - Lorsqu'il y a présence du courant de chauffage, justifier la valeur prise par V212 (voir le chronogramme sur le document réponse N°1).

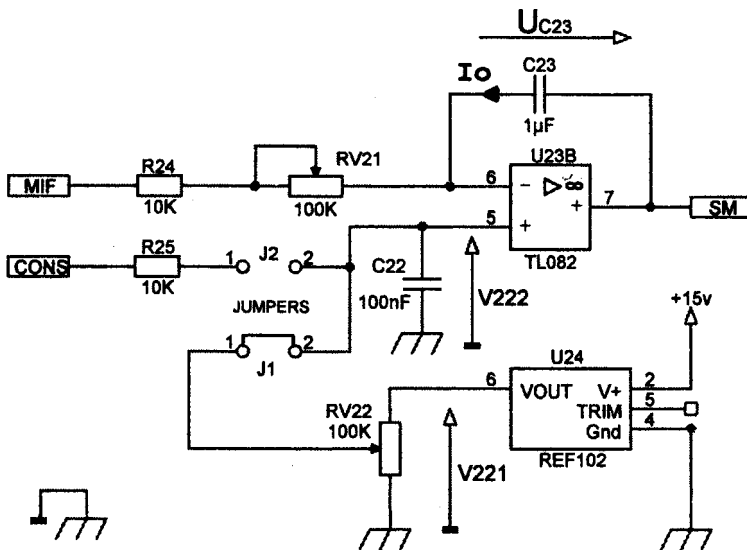
**Q6** – A l'aide de la documentation du circuit 4066, préciser le niveau logique de CECH pour lequel le commutateur analogique A est fermé. Dans ce cas, déterminer la valeur typique et la valeur maximale de la résistance «  $R_{ON}$  » à 25°C.

**Q7** – Lorsque le commutateur analogique A est fermé, calculer la valeur maximale de la constante de temps  $\tau = R_{ON} \cdot C21$ , toujours à 25°C. Une durée d'échantillonnage (CECH) de 120µs permet-elle toujours une acquisition correcte de V212 (justifier) ?

**Q8** – Quelle est la relation entre les tensions  $V_{MIF}$  et V213. Préciser le nom du montage réalisé par le circuit U23A.

**Q9** – En considérant que  $R_{ON} = 150\Omega$ , compléter le chronogramme de  $V_{MIF}$  sur le document réponse N°1.

## Etude de FS22 « Elaboration du signal de modulation »



La fonction délivre une tension continue (ou lentement variable), qui permet de modifier la valeur du courant de chauffage du filament, ce qui entraîne une modification du courant de faisceau. C'est la différence entre la valeur désirée du courant de faisceau (consigne) et celle mesurée qui provoque l'évolution de la tension de sortie de la fonction.

**Rappel :**

charge d'un condensateur à courant constant :

$$U_c(t) = \frac{I}{C}t + U_{c0}$$

**Q10** - Exprimer le courant  $I_o$  en fonction de  $V_{MIF}$ ,  $V_{222}$  et  $R_{eq}$

Avec  $R_{eq} = R_{24} + \alpha R_{V21}$   $R_{V21} = 100K\Omega$ , et  $\alpha$  variant de 0 à 1, donc  $\alpha R_{V21}$  représente la portion restante de  $R_{V21}$  selon la position du curseur).

**Q11** - Comment appelle-t-on le montage réalisé par U23B et C23 (fonction mathématique) ?

Pour simplifier, dans un premier temps, on considère que C23 se charge à courant constant. Montrer que  $V_{SM} = K.t + U_{c0} + V_{222}$ , avec  $K = \frac{I_o}{C_{23}}$  et  $U_{c0}$  tension aux bornes de C23 à un instant d'origine  $t_0$ .

Le cavalier (voir schéma), placé en position J1, permet par réglage manuel de RV22, d'obtenir une tension continue  $V_{222}$  image de la valeur du courant de faisceau  $I_{FSC}$  souhaitée (on parle de grandeur de consigne). Le réglage de RV22 est tel que  $V_{222} = 8V$ .

**Q12** – On donne la fonction de transfert  $\frac{V_{MIF}}{I_{FSC}} = 0,1V/\mu A$

Déterminer la valeur du courant de faisceau  $I_{FSC}$  correspondant au réglage de RV22, en régime permanent caractérisé par  $I_o = 0A$ .

**Q13** – On considère que  $R_{eq}=20K\Omega$ .

Compléter le tableau ci-dessous, en y indiquant les valeurs de  $I_o$  et de  $k$  en fonction des valeurs de  $V_{MIF}$  ( $V_{222}=8$  volts).

$V_{MIF}$ (V)	1	7	8	9
$I_o$ ( $\mu A$ )				
$K$ (V/s)				

**Q14** – En vous aidant des résultats précédents, pour les 3 valeurs de  $V_{MIF}$  correspondant aux différents chronogrammes (A, B et C), tracer  $V_{SM}$  en fonction du temps sur le document réponse n°2.

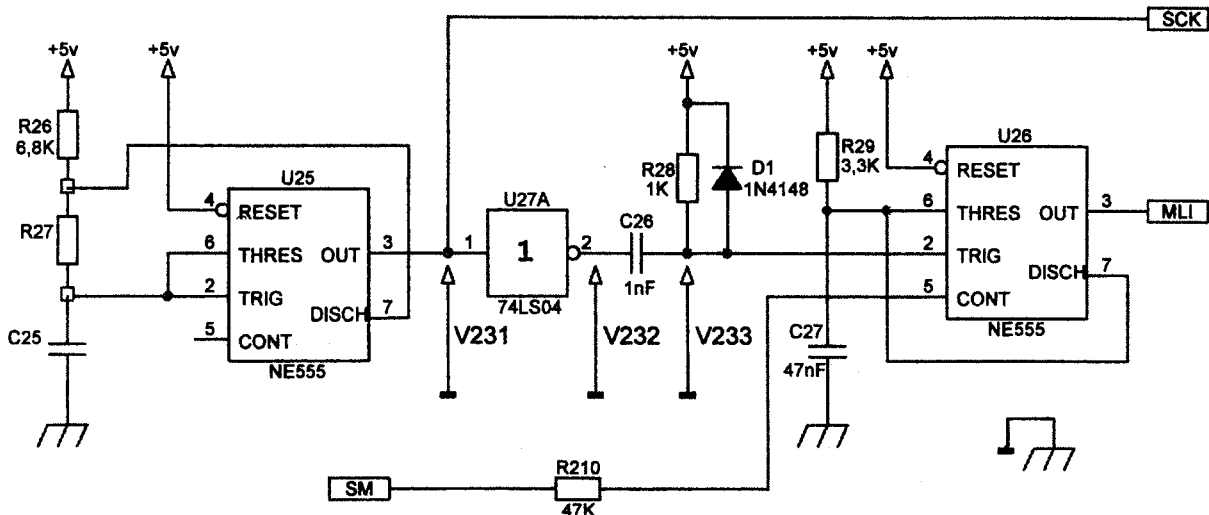
**Q15** – Pour les 3 chronogrammes A, B et C tracé dans la question précédente, comparer dans chaque cas,  $I_{FSC}$  avec  $I_{FSC}$  consigne et commenter l'allure de  $V_{SM}$ . (Compléter le tableau ci-dessous).

	Comparaison avec $I_{FSC}$ consigne	$V_{sm}$
Chronogramme A		
Chronogramme B		
Chronogramme C		

Grâce aux fonctions de FS23 et FS24 étudiées, une augmentation de  $V_{SM}$  aura comme conséquence l'augmentation de  $I_{FSC}$ . De même, si  $V_{SM}$  diminue, cela entraîne la diminution de la valeur du courant  $I_{FSC}$ .

### Etude de FS23 « Génération des signaux de commande »

La fonction produit un signal de fréquence fixe, dont le rapport cyclique est commandé par la tension  $V_{SM}$ . La modulation de la largeur d'impulsion permet, après amplification, de faire varier la valeur moyenne du courant de chauffage du filament, donc par conséquent, la valeur du courant de faisceau.



Les circuits intégrés sont alimentés en +5V.

**Q16** – Compte tenu du schéma structurel, identifier la fonction réalisée par le circuit U25 (voir le document annexe du NE555).

Le signal de sortie du circuit U25 (V231) est représenté sur le document réponse n°3. Les durées à l'état haut et à l'état bas du signal sont les suivantes :  
 $T_H=378\mu s$   
 $T_L=156\mu s$

**Q17** – Calculer le rapport cyclique  $\frac{T_H}{T}$ . En vous aidant du document constructeur du NE555, déterminer l'expression du rapport cyclique et celle de la période avec les éléments de la structure.

**Q18** – On donne  $R_{26}=6,8K\Omega$ , calculer la valeur de  $R_{27}$  qui permet d'obtenir le rapport cyclique désiré. Donner la valeur normalisée la plus proche dans la série E24.

**Série E24** : 10–11–12–13–15–16–18–20–22–24–27–30–33–36–39–43–47–51–56–62–68–75–82–91

**Q19** – Déterminer l'expression de  $C_{25}$  en fonction de  $R_{26}$ ,  $R_{27}$  et  $T$ .  
Puis, en reprenant la valeur de  $R_{27}$  déterminée à la question Q18, calculer la valeur de  $C_{25}$  afin d'obtenir la période désirée et donner la valeur normalisée la plus proche dans la série E12 (voir série E24 ci-dessus).

**Q20** – Tracer le chronogramme de V232 sur le document réponse n°3.

**Q21** – Calculer la constante de temps  $R_{28}C_{26}$  et tracer l'allure de V233 sur le document réponse n°3.



**Q24** – Compléter le tableau ci-dessous en y précisant le VGS de T24, l'état des transistors T23, T24 (bloqué ou passant) en vous aidant de la documentation du BUZ71A, ainsi que l'état du filament (alimenté ou non alimenté).

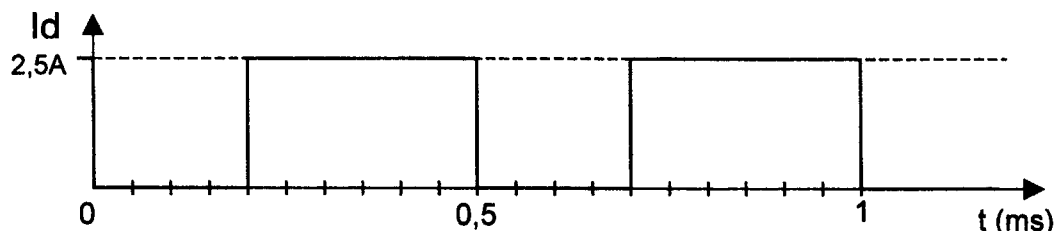
VMLI (V)	Etat de T21	Etat de T22	VGS de T23 (V)	VGS de T24 (V)	Etat de T23 (P ou B)	Etat de T24 (P ou B)	Etat du filament (Alimenté ou non)
0	B	S <sup>(1)</sup>	0				
5	S <sup>(1)</sup>	B	+10				

(1) S : on considère les transistors saturés avec  $V_{cesat}=0V$

B : bloqué

**Q25** – A l'aide de la documentation du BUZ71A, déterminer la valeur maximale de la résistance entre drain et source lorsque le transistor T24 est passant et que sa température de jonction  $T^{\circ}j=80^{\circ}C$ .

**Chronogramme du courant de drain  $I_d$  du transistor T24**



**Q26** – Déterminer, sous forme littérale, la valeur du courant moyen de drain, puis faire l'application numérique.

**On rappelle la relation entre la puissance dissipée  $P$ , l'élévation de température  $\Delta T$  et la résistance thermique jonction-air ambiant  $R_{thja}$  pour un semi-conducteur sans dissipateur :**

$$R_{thja} = \frac{\Delta T^{\circ}}{P} \text{ avec } \Delta T^{\circ} = T^{\circ}j - T^{\circ}a$$

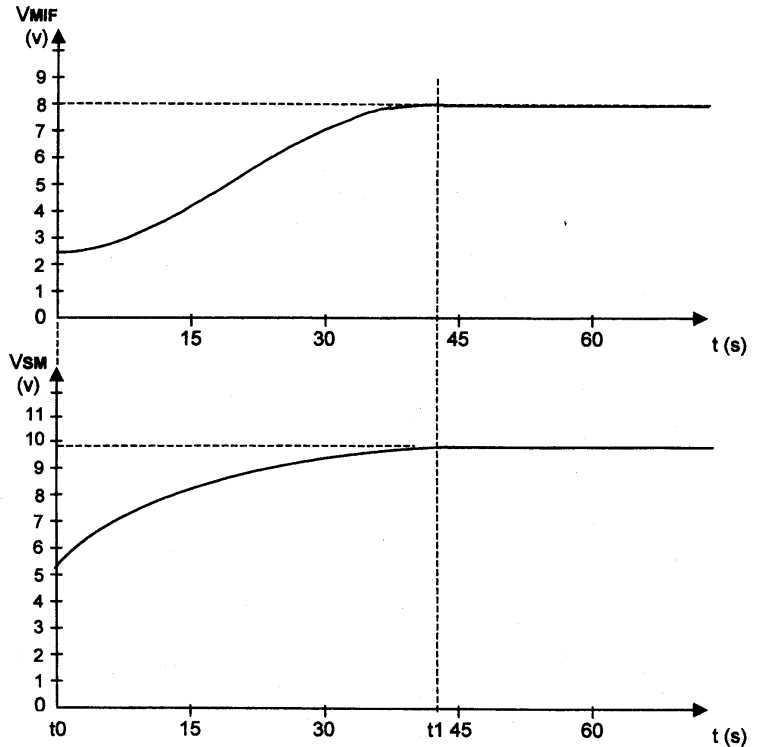
**Q27** – Extraire de la documentation du BUZ71A, les valeurs des résistances thermiques entre jonction et boîtier ( $R_{thjmb}$ ), jonction et air ambiant ( $R_{thja}$ ), ainsi que la valeur de la température de jonction maximale ( $T_{jmax}$ ).

**Q28** – Calculer la température de jonction  $T^{\circ}j$  si l'on considère que la puissance moyenne dissipée est de 0,9W et que la température ambiante est de 40°C.

Conclure si un dissipateur est nécessaire ou pas (justifier).

## Synthèse de la fonction FP2

On donne ci-contre l'évolution des signaux  $V_{MIF}$  et  $V_{SM}$  sur une durée beaucoup plus longue que celle des chronogrammes fournis sur le document réponse.



Pour  $t > t_1$ , la valeur du courant de faisceau est conforme à celle fixée par le réglage de RV22 (structure de FS22) et on a le rayonnement X souhaité.

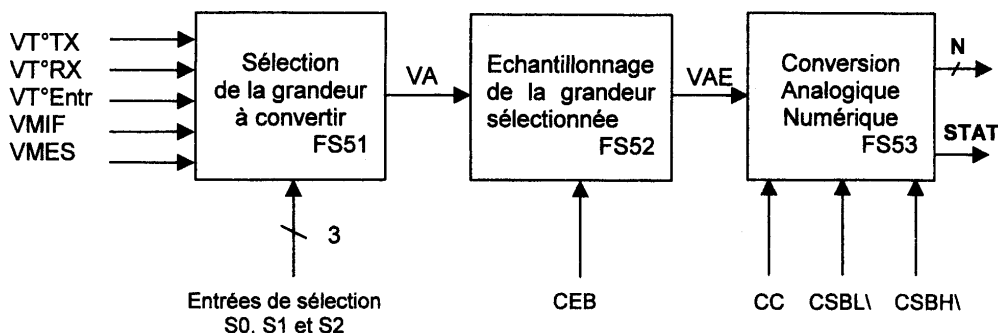
**Q29** – Que peut-on dire du courant de faisceau et de l'intensité des rayons X à  $t_0$  ?

Expliquer, en quelques lignes, comment la fonction réagit pendant l'intervalle de temps  $t_0 - t_1$ , en décrivant comment évoluent les différents signaux  $I_{FSC}$ ,  $V_{MIF}$ ,  $V_{SM}$ ,  $V_{MLI}$ ,  $I_{CH}$ , la température du filament et l'intensité des rayons X.

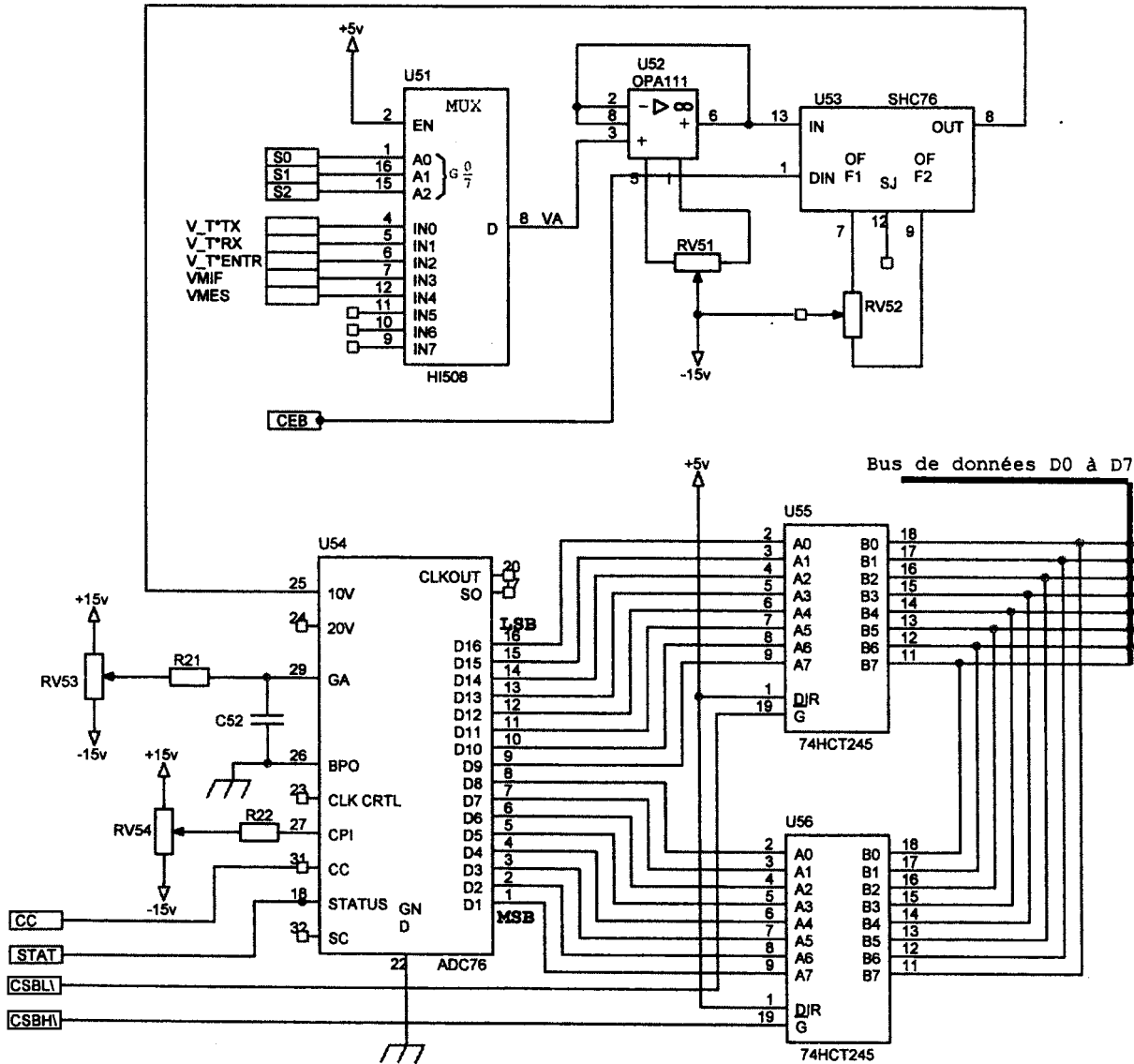
## 3 - ETUDE DE FP5 « CONVERSION ANALOGIQUE/NUMERIQUE »

L'exploitation des mesures étant effectuée par un microprocesseur, il est nécessaire de convertir les tensions représentatives des différentes grandeurs analogiques (températures, courant de faisceau et grammage) en grandeurs numériques. L'étude suivante permet de valider le fonctionnement de cette fonction.

Schéma fonctionnel de second degré de FP5



**Q30** – Entourer les structures associées aux différentes fonctions secondaires de FP5 sur le schéma structurel ci-dessous.



**Etude de FS51 « Sélection de la grandeur à convertir »**

**Q31** – Préciser la grandeur présente en sortie U51 lorsque les entrées de sélection S0, S1 sont à 0 et S2 à 1 (documentation du circuit HI508).

**Etude de FS53 « Conversion analogique numérique »**

A partir de la documentation du circuit ADC 76 et d'après le câblage de ses différentes broches, répondre aux questions suivantes :

**Q32** – Quelles sont les résolutions numériques possibles du convertisseur ? Dans notre application, déterminer la résolution numérique et le temps de conversion (justifier).

**Q33** – Déterminer la gamme de tension d'entrée utilisée dans notre application puis calculer la valeur du quantum (1LSB) en microvolt (justifier vos réponses).

**Q34** – Compléter le tableau ci-dessous.

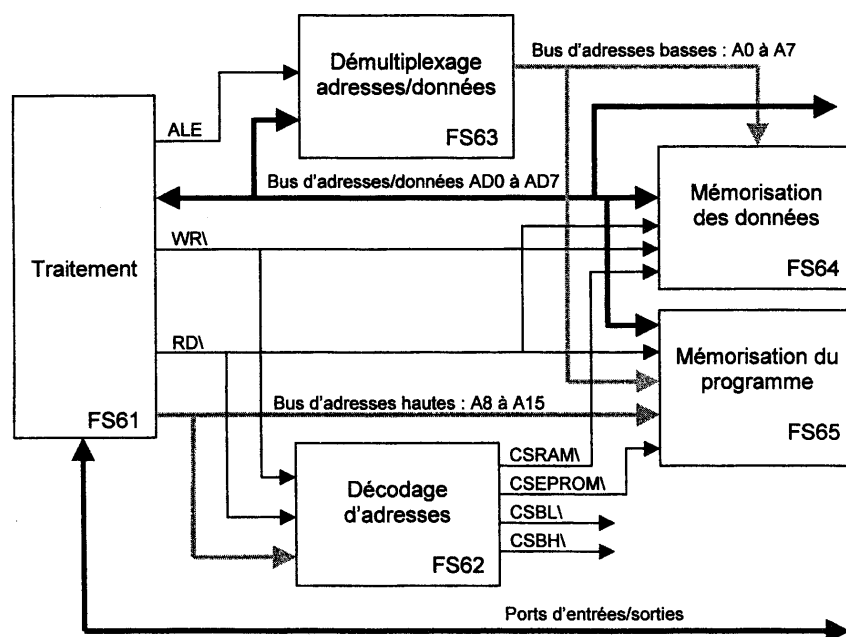
Vin (V)	Mot binaire															
	MSB B1	B5				B8				B12				LSB B16		
0																
10																

**Q35** – Quel est le rôle des circuits U55 et U56 ? (voir table de vérité des circuits). Préciser les niveaux logiques de CSBL\ et CSBH\ pour que l'octet de poids fort du convertisseur soit présent sur le bus des données (justifier votre réponse).

#### 4 – ETUDE DE FP6 « TRAITEMENT NUMERIQUE »

La fonction traitement est réalisée par un microcontrôleur Intel 80C196 et son environnement. On se limite volontairement aux fonctions et liaisons utiles à notre étude.

##### Schéma fonctionnel de second degré de FP6



Le schéma structurel partiel de FP6 est donné sur le document en annexe.

## Etude de FS64 et FS65 « Mémorisation »

**Q36** – A partir du schéma structurel, déterminer les capacités des circuits mémoires RAM et EPROM en Ko (justifier vos réponses).

**Q37** – Quel est le rôle de la broche 27 (/WE) sur le circuit U65 (RAM) ? Pourquoi le circuit U66 (EPROM) ne comporte pas cette broche

## Etude de FS62 « Décodage d'adresse »

La fonction est réalisée par le circuit programmable PAL16L8 et par le circuit décodeur 74HCT138 (U64 et U63).

**Les équations des signaux de sélection des circuits U63 et U65 sont les suivantes :**

$$\overline{CS1} = \overline{A15.A14.A13.A12.A11.A10.A9.A8}, \quad \overline{CSRAM} = \overline{A15.A14.A13}$$

**Q38** – Compléter le tableau ci-dessous avec les consignes suivantes :

- Mettre une croix (X) pour les fils d'adresses non utilisés,
- Déterminer, en hexadécimal, la valeur des adresses de début et de fin associées à chaque composant. Pour cela, on donnera à X la valeur logique 0.

Circuit		A15	A14	A13	A12	A11	A10	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	Hexa
RAM U65	Début																	
	Fin																	
EPROM U66	Début	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2000
	Fin	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	BFFF
DECODEUR U63	Début																	
	Fin																	

**Les signaux CSBL\ et CSBH\ en sortie du décodeur U63 sélectionnant respectivement les circuits U55 et U56 de la fonction conversion analogique-numérique.**

**Q39** – Compléter le tableau ci-dessous (à l'aide de la documentation du 74HCT138)

A2 Broche 3	A1 Broche 3	A0 Broche 3	G2B Broche 3	Sortie sélectionnée
				CSBL\
				CSBH\