

**BACCALAUREAT SCIENCES ET TECHNOLOGIE INDUSTRIELLES**

**Spécialité génie électronique**

**Session 2004**

**Etude des systèmes techniques industriels**

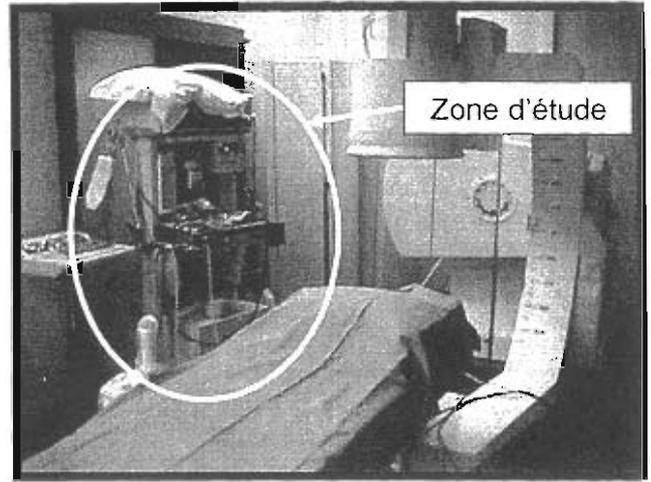
**APPAREIL D'ASSISTANCE RESPIRATOIRE**

**Analyse fonctionnelle du système : A1 à A5**

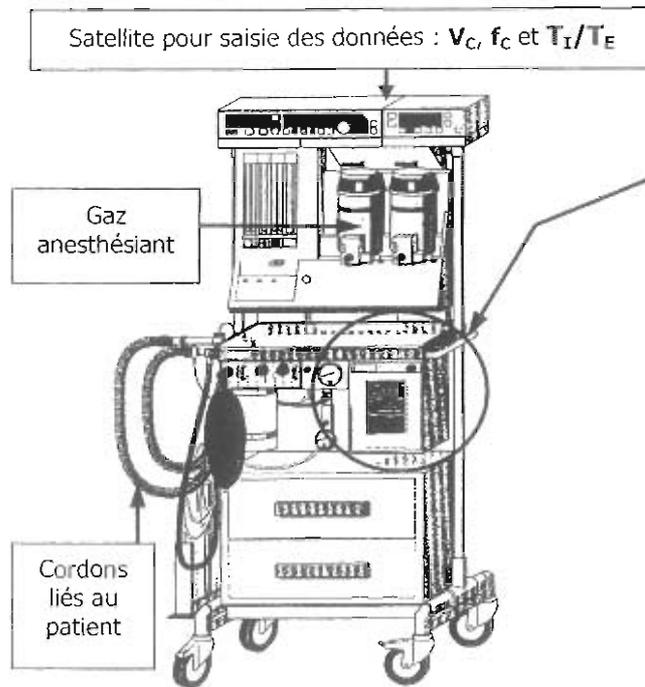
# I. PRESENTATION DU SYSTEME

## A.1. Mise en situation

Le système étudié est un appareil permettant d'assister un patient dans sa fonction respiratoire notamment en phase d'anesthésie. Usuellement cet appareil ventile un mélange oxygène + air (79 %) + protoxyde d'azote (anesthésiant).



## A.2. Principe de fonctionnement



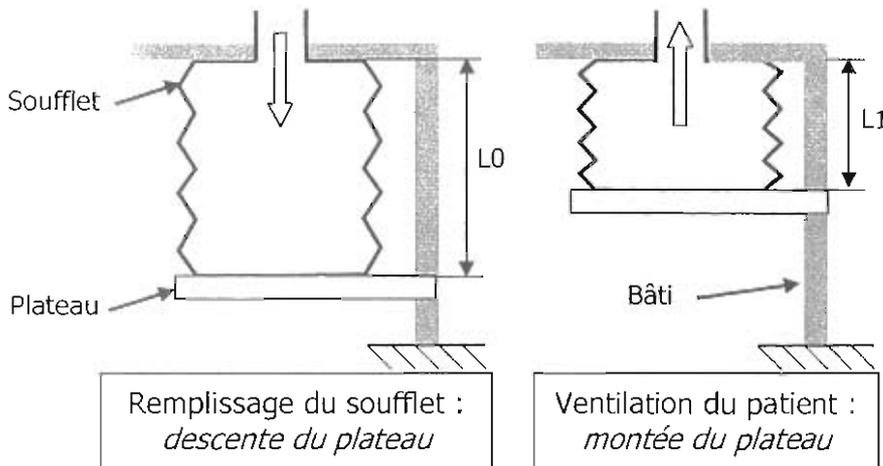
Ventilateur à soufflet, constitué de sa partie commande et de sa chaîne de transmission du mouvement. C'est la partie étudiée par la suite.

C'est le mode de ventilation le plus simple et le plus ancien. Le ventilateur assure à lui seul la ventilation du malade.

Un volume courant pré-réglé ( $V_C$ ) est insufflé dans les poumons du patient à une fréquence prédéterminée ( $f_C$ ), à un rapport  $T_I/T_E$  (Temps Inspiratoire / Temps Expiratoire) et à un débit inspiratoire fixés.

Le ventilateur est l'élément permettant l'envoi du mélange dans les poumons du patient. Il est constitué d'un soufflet qui est rempli du mélange à ventiler. L'envoi du mélange vers le patient est réalisé pendant la montée d'un plateau qui comprime le soufflet. A la descente de ce plateau, le soufflet se remplit à nouveau en se déplaçant vers le bas par son propre poids.

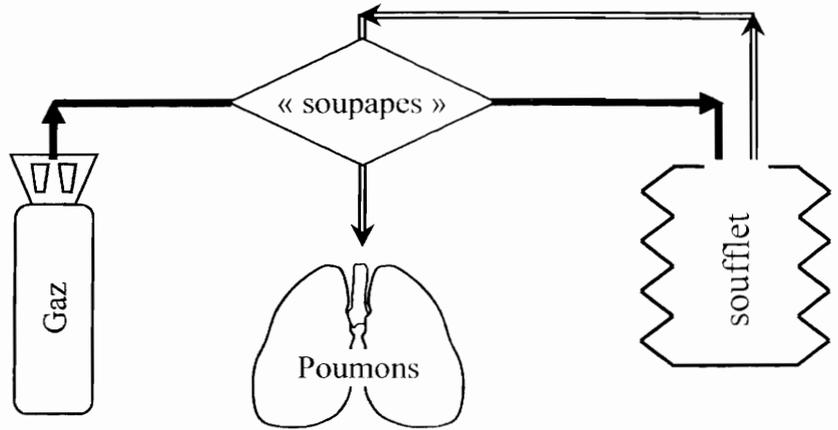
Chaque montée du plateau permet une inspiration du patient.



C'est donc la déformation du soufflet ( $\Delta L = L_0 - L_1$ ) qui permet l'inspiration du patient (envoi du mélange dans les poumons).

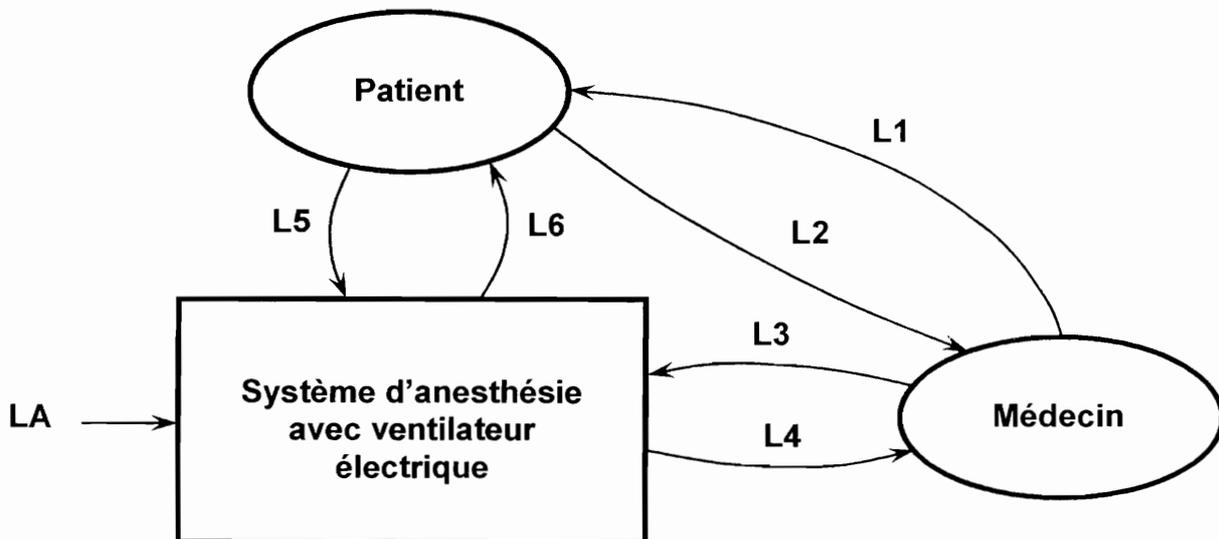
L'expiration du patient est traitée et contrôlée par une autre partie de l'appareil non abordée dans cette étude.

Le circuit d'air en *phase remplissage* ou *phase ventilation* est contrôlé par des « soupapes ».



### A.3. Diagramme sagittal

Éléments constitutifs du système :



Définition des liaisons :

- L1 :** Le médecin juge l'état du patient et va définir les paramètres de réglage de l'appareil ainsi que les différents types de gaz à administrer au patient.
- L2 :** Le patient informe le médecin de son état de santé.
- L3 :** Le médecin configure l'appareil.
- L4 :** Le médecin contrôle les paramètres fournis par l'appareil.
- L5 :** L'appareil contrôle certains paramètres physiologiques du patient.
- L6 :** L'appareil impose le cycle d'inspiration et d'expiration au patient.
- LA :** Energie électrique 220V.

## II. L'OBJET TECHNIQUE : « Ventilateur de la société DRÄGER »

### A1 : Mise en situation

La partie ventilateur est constituée d'un soufflet mis en mouvement par l'intermédiaire d'un plateau qui le comprime ou le détend. Des cartes électroniques en contrôlent le fonctionnement.

Le cycle de fonctionnement correspond à un cycle respiratoire d'un patient (inspiration + expiration). Le soufflet contient les différents gaz.

Les caractéristiques du déplacement du soufflet dépendent des paramètres fournis par le médecin à l'appareil.

### A2 : Fonction d'usage

Le ventilateur est l'élément du système qui va permettre l'envoi des différents gaz au patient. Le ventilateur comporte aussi tous les dispositifs nécessaires pour assurer la sécurité du patient, il effectue la mesure :

- ☞ de la pression respiratoire
- ☞ du volume expiré
- ☞ de la concentration inspiratoire en oxygène
- ☞ de la concentration en substance anesthésique

### A3 : Etude des éléments indispensables liés à la ventilation automatique

#### Définitions des différents paramètres :

**$V_C$  :** C'est le volume de produit insufflé au malade à chaque cycle machine (c'est-à-dire une montée et une descente du soufflet).  $V_C$  s'exprime en litre.

Base de réglage en fonction du poids du patient :

$V_{C\text{mini}}$  : 8 ml par kilogramme

$V_{C\text{max}}$  : 10 ml par kilogramme

**$f_C$  :** C'est la fréquence de répétition des cycles machines.  $f_C$  s'exprime en cycles par minute.

Base de réglage :  $f_C$  de 10 à 12 cycles/min en moyenne pour un adulte.

**$T_I/T_E$  :** C'est le temps inspiratoire ( $T_I$ ) divisé par le temps expiratoire ( $T_E$ ).

#### Le temps inspiratoire ( $T_I$ ) est composé de deux phases :

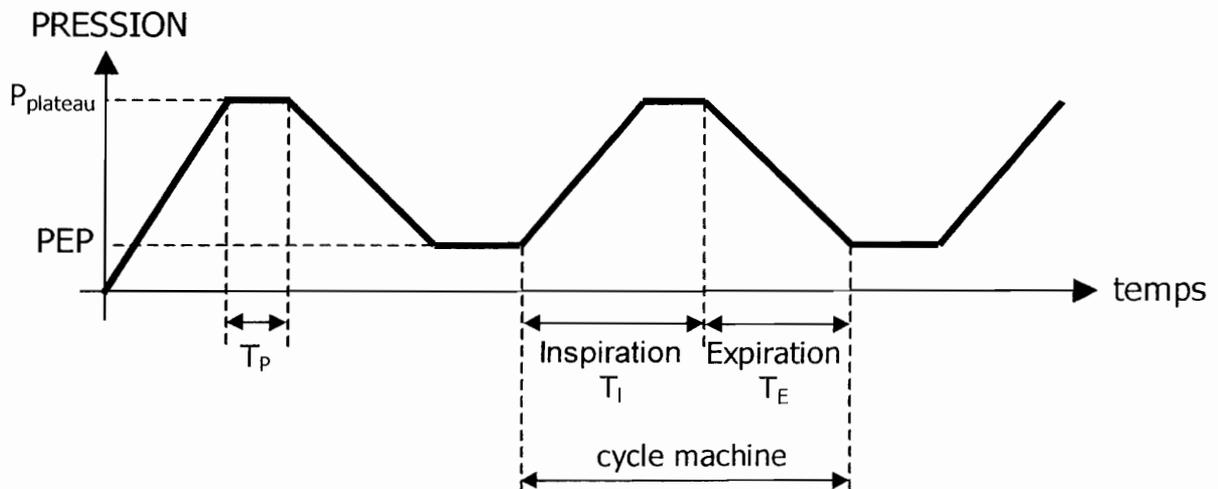
- ☞ Une partie active qui correspond au transfert réel du volume  $V_t$  dans les poumons du malade.
- ☞ Une partie passive nommée  $T_p$  ( temps de plateau ) pendant laquelle, il y a une pression dans les poumons du malade, sans que la phase d'expiration ait débuté. Le débit est nul pendant cette période.

Le temps expiratoire ( $T_E$ ) correspond au temps nécessaire pour évacuer le volume  $V_C$  du malade.

$T_I/T_E$  s'exprime en % (en standard  $T_I/T_E = 25 \%$ ).

Comme le  $V_C$ ,  $f_C$ ,  $T_I/T_E$  et le débit sont fixes, les seuls paramètres qui peuvent largement varier sont les **pressions atteintes dans les voies aériennes ( $P_{max}=75 \text{ mbar}$ )**, lesquelles seront à surveiller avec attention. Dans ce mode de ventilation, on maintient une pression résiduelle dans les poumons (**PEP : Pression Expiratoire Positive**) à la fin de la phase d'expiration.

**Allure de l'évolution du graphe de la pression dans les voies aériennes en fonction du temps :**



## PRESENTATION FONCTIONNELLE :

Un moteur à courant continu déplace le soufflet vers le haut et vers le bas pour assurer la phase d'inspiration et la phase d'expiration du malade.

La commande de ce moteur doit permettre une inversion du sens de rotation. Pour cette commande, on aura ici une consigne de position haute et une consigne de position basse du soufflet, permettant de contrôler le volume du produit insufflé.

**FP1 :** Cette fonction assure l'envoi des ordres de déplacement du moteur et assure un Contrôle des différents paramètres du ventilateur : courant moteur, position du soufflet, pression maximum dans les poumons du malade etc...

**FP2 :** Cette fonction permet de fournir une information analogique de position au moteur.

**FP3 :** Cette fonction assure la commande du moteur avec la fonction asservissement de position.

**FP4 :** Cette fonction est constituée par un moteur et un ensemble mécanique : roues dentées et courroie.

**FP5 :** Cette fonction est constituée par un potentiomètre dont le curseur est entraîné par la partie mobile FP8.

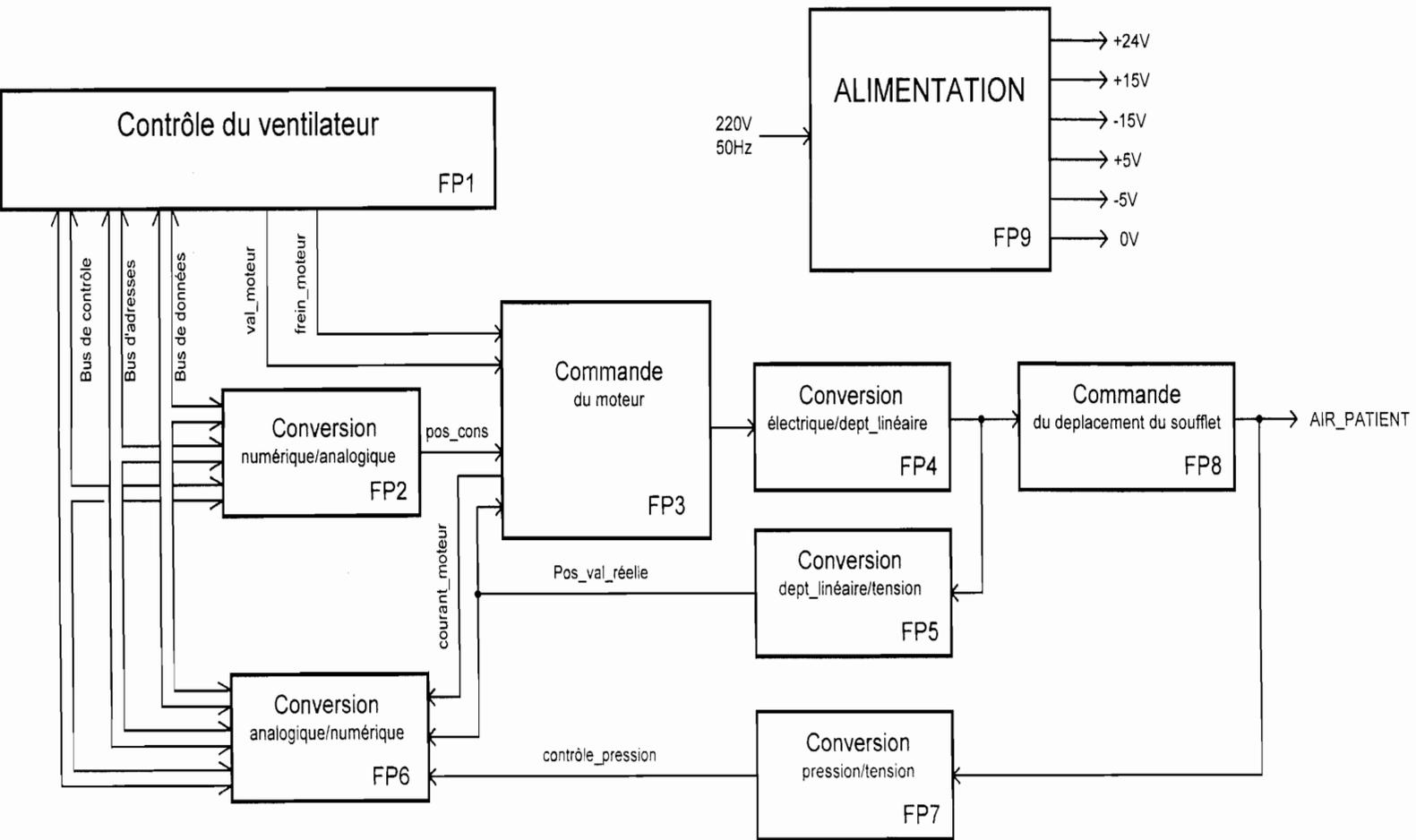
**FP6 :** Cette fonction permet à la fonction FP1 de connaître l'état du système.

**Remarque :** On a un convertisseur avec 8 entrées analogiques et 1 sortie numérique

FP7 : Cette fonction est constituée d'un transducteur pression / tension.

FP8 : Cette fonction est constituée du plateau qui est en contact avec le soufflet.

### Schéma fonctionnel de degré 1



**BACCALAUREAT SCIENCES ET TECHNOLOGIE INDUSTRIELLES**

**Spécialité génie électronique**

**Session 2004**

**Etude des systèmes techniques industriels**

**APPAREIL D'ASSISTANCE RESPIRATOIRE**

**Partie mécanique et construction :**

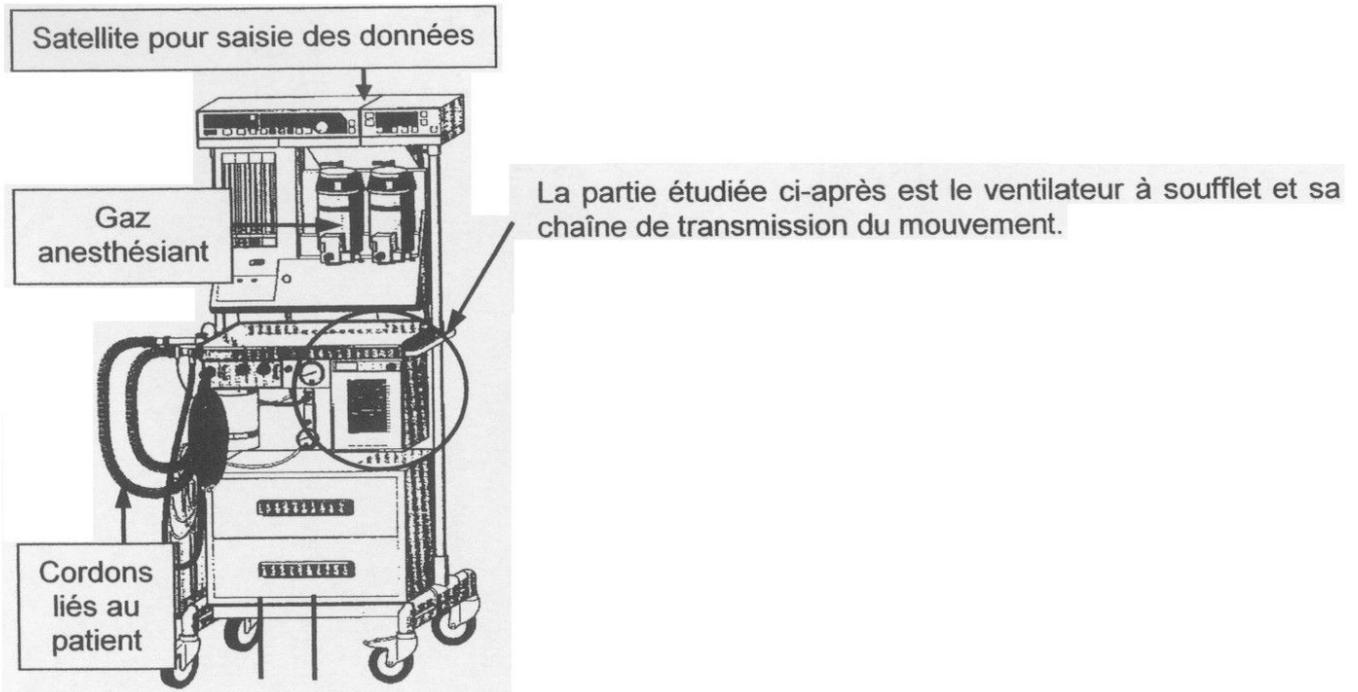
**Durée conseillée : 1h30.**

*Sommaire :*

- Mise en situation et données techniques : B1/3 à B3/3.
- Questions et documents réponses : BR1/7 à BR7/7 (à rendre avec la copie).
- Document annexe : BAN1.

IEELMER

## B.1 : Mise en situation - Rappel



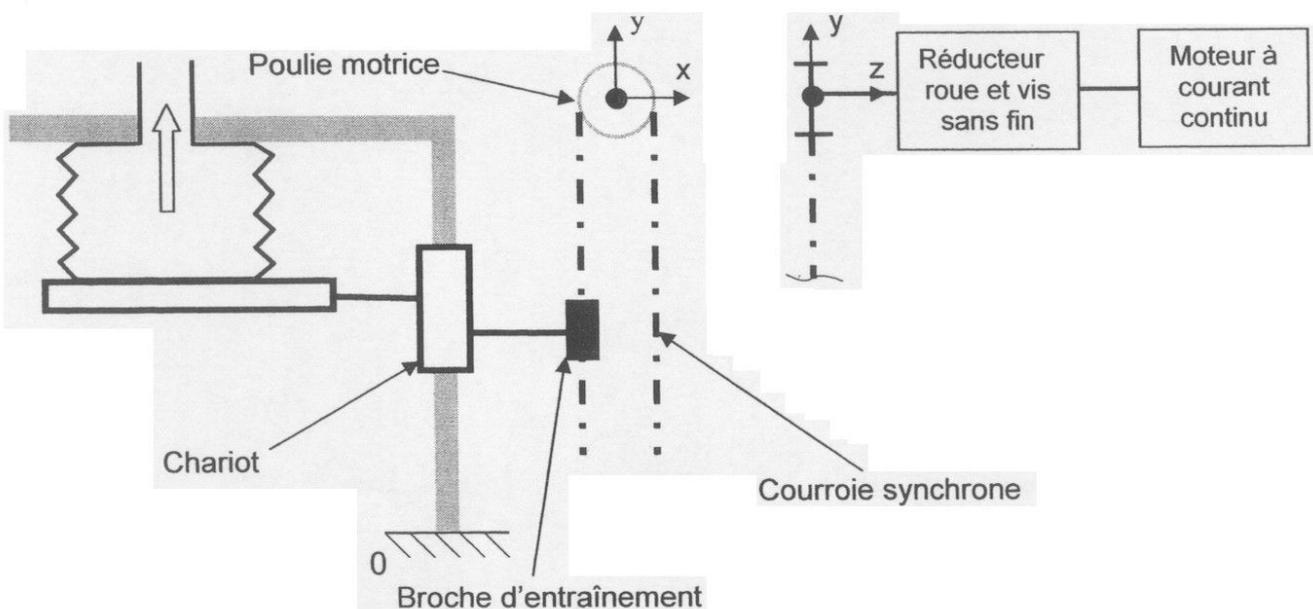
## B.2 : Principe de fonctionnement

La chaîne de transmission du mouvement est constituée :

- d'un *moteur à courant continu* pouvant travailler dans les 2 sens de rotation ;
- d'un *réducteur à roue et vis sans fin* ;
- d'un *système poulies-courroie synchrone* ;
- d'un *chariot* guidé en translation rectiligne par rapport au bâti du respirateur.

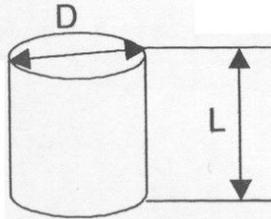
Le plateau est en liaison encastrement avec le chariot. Une broche d'entraînement permet la liaison courroie synchrone-chariot.

Le schéma technologique de ce système est présenté ci-après (selon deux vues) :



## B.3 : Données techniques

- Hypothèse :



Pour la suite de l'étude, le soufflet sera considéré comme un cylindre de longueur L variable et de diamètre D = 120 mm.

- Définitions :

r : c'est le rapport du réducteur à roue et vis sans fin.

Tcm : c'est la durée d'un cycle machine équivalente à une montée et une descente du plateau. (exprimée en secondes)

Vc : c'est le volume insufflé au patient (exprimé en litres) à chaque cycle machine.

fc : c'est la fréquence de répétition des cycles machine (exprimée en cycles/min).

Ti / Te : c'est la durée d'inspiration du patient (Ti) divisée par la durée d'expiration du patient (Te). Cette valeur est déterminante pour le réglage du respirateur en fonction de l'état de santé du patient et de sa pathologie. Ti / Te s'exprime en % avec Ti + Te = Tcm.

- Cahier des charges :

• Les réglages du respirateur pour la suite de l'étude sont :

$$r = 1/10$$

$$Vc = 0,65 \text{ litre}$$

$$fc = 12 \text{ cycles/min}$$

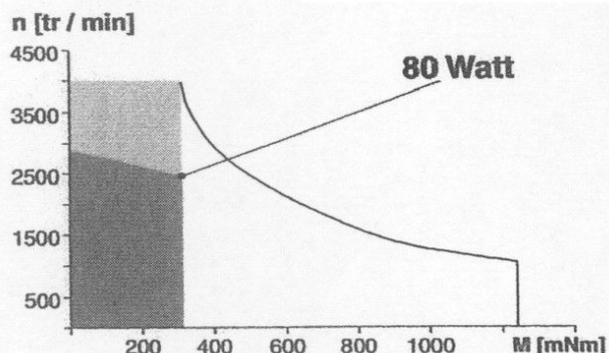
$$Ti / Te = 33\%$$

• Les caractéristiques du moteur électrique sont :

$$N_{\text{moteur}} = 4000 \text{ tr/min}$$

$$P_{\text{moteur}} = 80 \text{ W}$$

$$C_{\text{moteur}} = 0,321 \text{ N.m}$$



- Plage de puissance conseillée**
- Plage de fonctionnement permanent**  
Compte tenu des résistances thermiques et de la température ambiante à 25°C, la température max. du rotor sera atteinte = Limite thermique
- Fonctionnement intermittent**  
La surcharge doit être de courte durée.

Source Internet : *Maxon DC motor*

**Spécialité génie électronique**

**Session 2004**

**Etude des systèmes techniques industriels**

**APPAREIL D'ASSISTANCE RESPIRATOIRE**

**Documents questions / réponses**

- Questions et documents réponses : BR1/7 à BR7/7 (à rendre avec la copie).

# BR.1 : Analyse de fonctionnement du ventilateur à soufflet

• *Objectif de l'étude : identifier les caractéristiques générales du système et définir les données principales de fonctionnement.*

**BR1.1** Afin de régler le volume  $V_c$  insufflé au patient, il faut régler sur le respirateur :

- la vitesse de déplacement du soufflet
- la course du plateau
- la vitesse de déplacement du chariot

**BR1.2** Le chariot assure :

- le guidage en translation du plateau
- l'entraînement de la courroie
- la butée du soufflet en fin de course

**BR1.3** Le plateau est responsable :

- de la descente du soufflet
- de la montée du soufflet
- du déplacement du chariot

Cocher la case pour la réponse  
qui vous semble correcte

**BR1.4** Déterminer la course du plateau (équivalente à  $\Delta L$ ) afin de vérifier  $V_c = 0,65$  litre :

→ Pour la suite de l'étude, on prendra  $\Delta L = 58$  mm.

**BR1.5** Déterminer la durée d'un cycle machine dans les conditions de réglage données.

$T_{cm} = \dots\dots\dots$  secondes

**BR1.6** Sachant que  $T_i/T_e = 33\%$ , calculer les rapports  $T_i/T_{cm}$  et  $T_e/T_{cm}$ , exprimés en % à 2 décimales.

→ Pour la suite de l'étude, on prendra  $T_i/T_{cm} = 25\%$  et  $T_e/T_{cm} = 75\%$ .

**BR1.7** Déterminer, en secondes,  $T_i$  équivalent à la durée de montée du plateau.

$T_i = \dots\dots\dots$  secondes

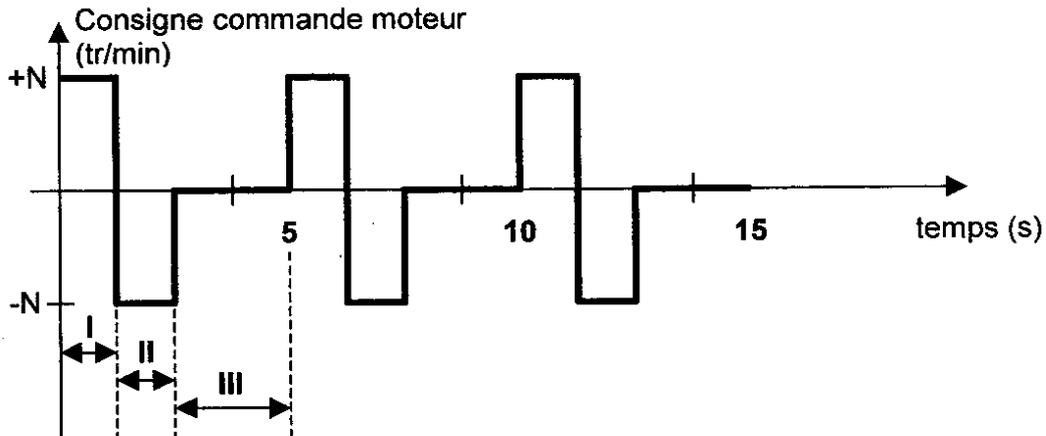
**BR1.8** Déterminer, en mm/s, la vitesse de montée du plateau par rapport au bâti 0, pendant le temps d'inspiration du patient.

$V_{P/0} = \dots\dots\dots$  mm/s

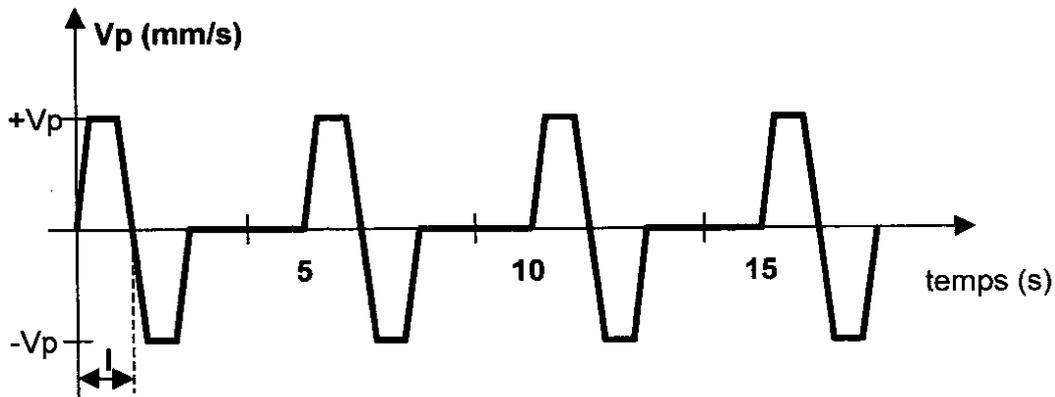
## BR.2 : Etude cinématique du chariot

- *Objectif de l'étude : déterminer la vitesse « réelle » du chariot permettant d'obtenir le déplacement calculé, pour assurer le volume  $V_c$  insufflé au patient.*

Le diagramme de commande de la vitesse de rotation du moteur en fonction du temps est donné ci-après :



Le diagramme ci-après exprime la vitesse de déplacement du plateau en fonction du temps :



- Période I : montée du plateau
- Période II : descente du plateau
- Période III : attente en position basse du plateau

→ L'étude qui suit concerne l'inspiration du patient s'effectuant pendant la période I.

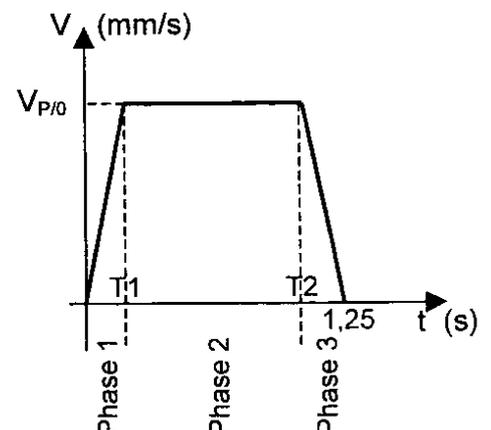
Nous avons évalué dans la partie BR1 une valeur de  $V_{P\alpha \text{ théorique } \neq 0}$  en fonction des dimensions géométriques du soufflet. Cependant, l'étude qui suit va nous permettre de déterminer la valeur  $V_{P\alpha \text{ réelle } \neq 0}$ , qui correspondra à la consigne moteur à donner, en tenant compte de l'influence des paramètres cinématiques du système (phase d'accélération, décélération, ...).

### • Données cinématiques :

Le diagramme ci-contre exprime  $V_{P/0}$  en fonction du temps pendant la période I :

- Durée de la période I :  $T_i = 1,25$  s.
- Course du plateau pour la période I : calculée/donnée à la question BR1.4.
- Le plateau atteint sa vitesse nominale  $V_{P/0}$  en 0,1s.

• Remarque : la durée d'accélération du plateau est identique à la durée de décélération :  $T_3 - T_2 = T_1$  avec  $T_3 = T_i$  d'où les **déplacements des phases 1 et 3 sont identiques**



IEELMER

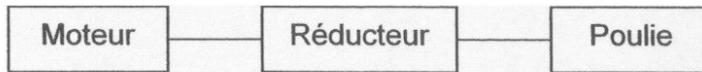


**BR2.3** Comparer  $V_{P\llcorner \text{réel}}/0$  à  $V_{P\llcorner \text{théorique}}/0$ , commenter la différence. Si  $V_{P\llcorner \text{théorique}}/0$  était retenue pour établir la consigne de commande moteur, qu'elle serait la conséquence sur le système ?

### BR.3 : Etude de la chaîne de transmission du mouvement

• *Objectif de l'étude : Connaître les caractéristiques de la chaîne de transmission du mouvement afin de déterminer la consigne de commande du moteur.*

• Hypothèses :

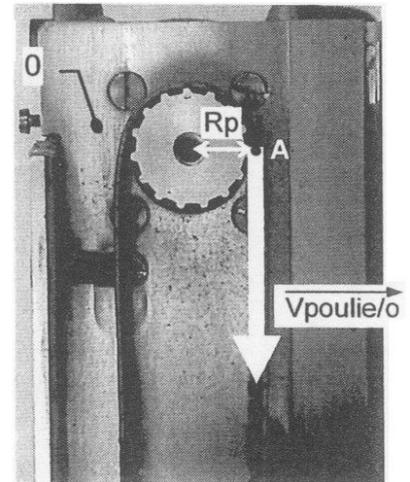


- la liaison broche d'entraînement/courroie synchrone est une liaison encastrement.

-  $R_p$  : rayon poulie motrice = 12 mm.

- Nous avons :

$$V_{P/0} = V_{\text{chariot}/0} = V_{\text{broche d'entraînement}/0} = V_{\text{courroie synchrone}/0} = 50,4 \text{ mm/s.}$$



**BR3.1** Expliquer pourquoi on peut écrire :  $\|\vec{V}_{A\text{courroie}/0}\| = \|\vec{V}_{A\text{poulie}/0}\|$ .

**BR3.2** Exprimer  $\omega_{\text{poulie}/0}$  en fonction de  $V_{A\text{poulie}/0}$  et  $R_p$  et donner sa valeur.

Expression littérale :	Application numérique :
	$\omega_{\text{poulie}/0} = \dots\dots\dots \text{ rad/s}$

**BR3.3** Exprimer  $N_{\text{poulie}/0}$  en fonction de  $\omega_{\text{poulie}/0}$  et donner sa valeur.

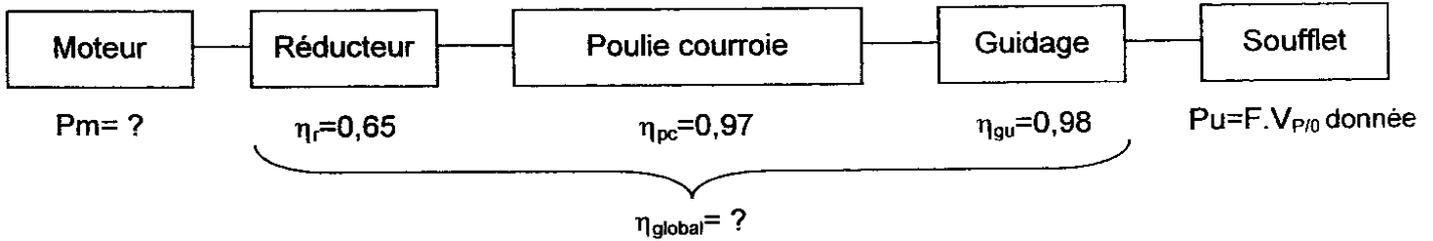
Expression littérale :	Application numérique :
	$N_{\text{poulie}/0} = \dots\dots\dots \text{ tr/min}$

**BR3.4** Déterminer  $N_{\text{moteur}/0}$  en fonction de  $N_{\text{poulie}/0}$  et  $r$  (rapport du réducteur à roue et vis sans fin) et donner sa valeur.

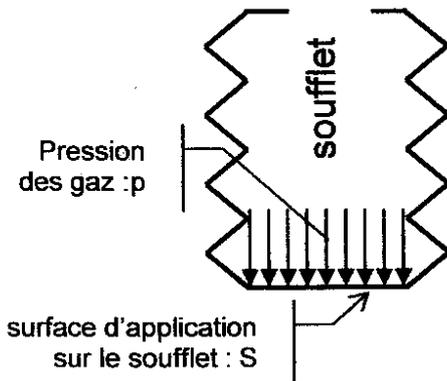
Expression littérale :	Application numérique :
	$N_{\text{moteur}/0} = \dots\dots\dots \text{ tr/min}$

## BR.4 : Etude énergétique

• **Objectif de l'étude :** déterminer la puissance et le couple moteur nécessaire de façon à valider le choix du constructeur.



**BR4.1** Exprimer la force  $\|\vec{F}_{\text{gaz} \rightarrow \text{S}}\|$  résultante de la pression des gaz dans le soufflet S et donner sa valeur.



Expression littérale :

Application numérique :

$\|\vec{F}_{\text{gaz} \rightarrow \text{S}}\| = \dots\dots\dots \text{N}$

→ Pour la suite de l'étude, on tiendra également compte de la masse de « l'ensemble plateau », c'est pourquoi on prendra une force  $\|\vec{F}_{\text{ext} \rightarrow \text{S}}\| = 94 \text{ N}$ .

**BR4.2** Calculer la puissance utile  $P_u$  au niveau du soufflet.

**BR4.3** Exprimer le rendement global  $\eta_g$  de ce système de transmission de mouvement et le calculer.

Expression littérale : ..... Application numérique :  $\eta_g = \dots\dots\dots$

**BR4.4** En déduire la puissance moteur nécessaire  $P_m$ .

Expression littérale : ..... Application numérique :  
 $P_m = \dots\dots\dots$

**BR4.5** Exprimer le couple moteur  $C_m$  en fonction de  $P_m$  et  $\omega_{\text{moteur}/0}$  et donner sa valeur.

Expression littérale : ..... Application numérique :  
 $C_m = \dots\dots\dots$

**BR4.6** Les valeurs trouvées sont-elles conformes au cahier des charges ? Justifier.

## BR.5 : Etude graphique

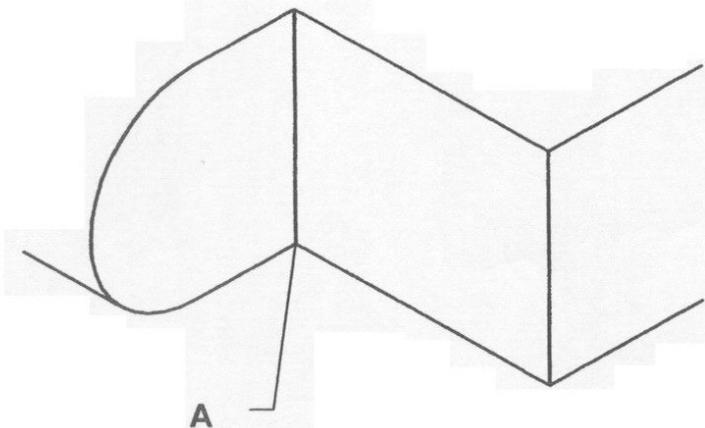
- Objectif de l'étude : élaborer à main levée, une perspective isométrique d'une cellule, afin d'en définir ses différentes formes de façon à les rendre compréhensibles à un lecteur non averti au dessin technique.

On donne sur le document annexe BAN1/1 le dessin de définition à l'échelle 4 : 1 d'une cellule informant la partie commande des positions fin de course du plateau par rapport au bâti.



**BR5.1** Compléter ci-dessous, à main levée, dans le respect des proportions, la perspective isométrique esquissée de la cellule.

→ les arêtes cachées ne seront pas représentées.



**Spécialité génie électronique**

**Session 2004**

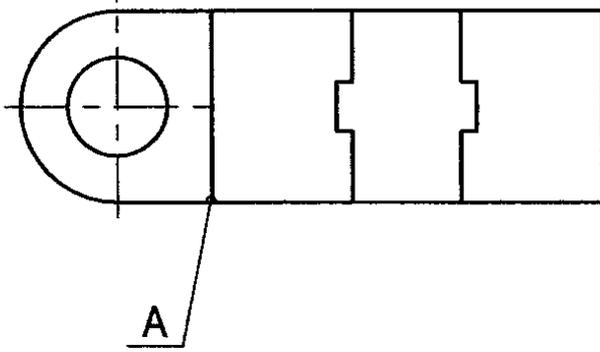
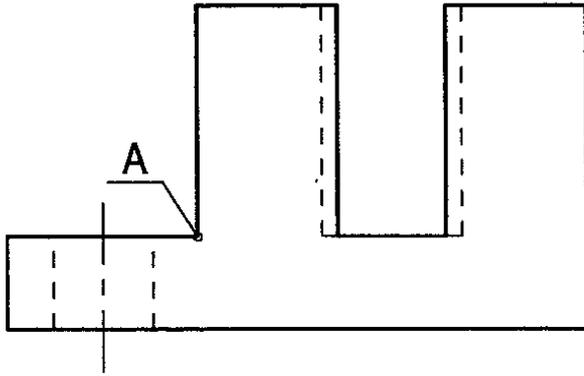
**Etude des systèmes techniques industriels**

**APPAREIL D'ASSISTANCE RESPIRATOIRE**

**Document annexe**

- Dessin au format A4 : BAN1

IEELMER



Format : A4

Echelle 4:1

# RESPIRATEUR ARTIFICIEL CELLULE

Session 2004

## BACCALAUREAT G.ELECTRONIQUE

Le 09/01/04

N° BAN 1/1

IEELMER



**BACCALAUREAT SCIENCES ET TECHNOLOGIE INDUSTRIELLES**

**Spécialité génie électronique**

**Session 2004**

**Etude des systèmes techniques industriels**

DUREE : 6H

COEFFICIENT : 8

## **APPAREIL D'ASSISTANCE RESPIRATOIRE**

Calculatrice à fonctionnement autonome autorisée (circulaire 99-186 du 16/11/99)

Durées conseillées :

Partie mécanique : 1H30

Partie électronique : 4H30

Ce sujet comporte :

**A. Analyse fonctionnelle du système : A1 à A5**

**B. Partie mécanique et construction :**

- Mise en situation et données techniques : B1 à B3.
- Questions et documents réponses : BR1 à BR7 (à rendre avec la copie).
- Document annexe : BAN1.

**C. Partie électronique :**

- Questions et documents réponses : C1 à C13 et CR1 à CR4.
- Documents annexes : CAN1 à CAN8.

**BACCALAUREAT SCIENCES ET TECHNOLOGIE INDUSTRIELLES**

**Spécialité génie électronique**

**Session 2004**

**Etude des systèmes techniques industriels**

**APPAREIL D'ASSISTANCE RESPIRATOIRE**

**Partie électronique**

**Questions et documents réponse :**

**Pages :** C1 à C13 (questions)  
**Pages :** CR1 à CR4 (documents réponse)

**Documents annexes :**

<b>Annexe n°1</b>	<b>page CAN1 :</b>	<b>L293 et transistors MOSFET</b>
<b>Annexe n°2</b>	<b>pages CAN2 à CAN5 :</b>	<b>UC3637</b>
<b>Annexe n°3</b>	<b>pages CAN6 à CAN7 :</b>	<b>AD7226</b>
<b>Annexe n°4</b>	<b>page CAN8 :</b>	<b>74LS138</b>

**Question 1**

A partir des éléments fournis dans la partie présentation, déterminer  $V_{Cmini}$  et  $V_{Cmax}$  en litre pour un homme de 80 kg.

**Question 2**

Qu'appelle-t-on « cycle machine » ?

**Question 3**

Donner la valeur maximum de la pression atteinte dans les voies respiratoires.

**Question 4**

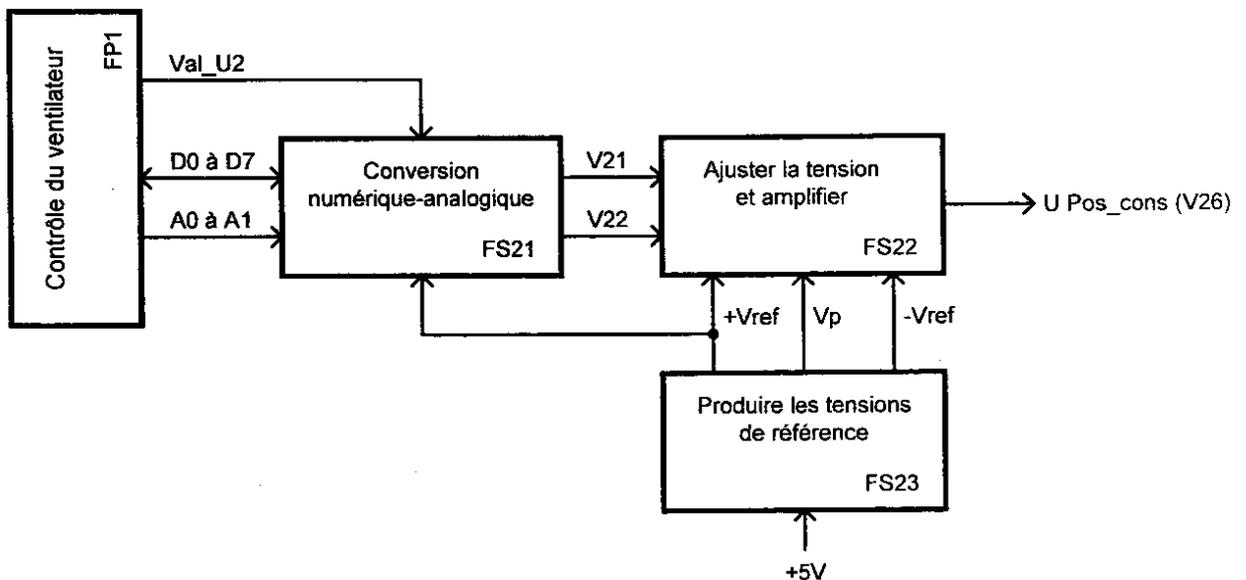
Comment évolue la pression à l'intérieur des poumons du patient pendant la phase  $T_I$  et pendant la phase  $T_E$  ?

*On fournit en annexe le schéma structurel complet de FP2 et FP3, page C10.*

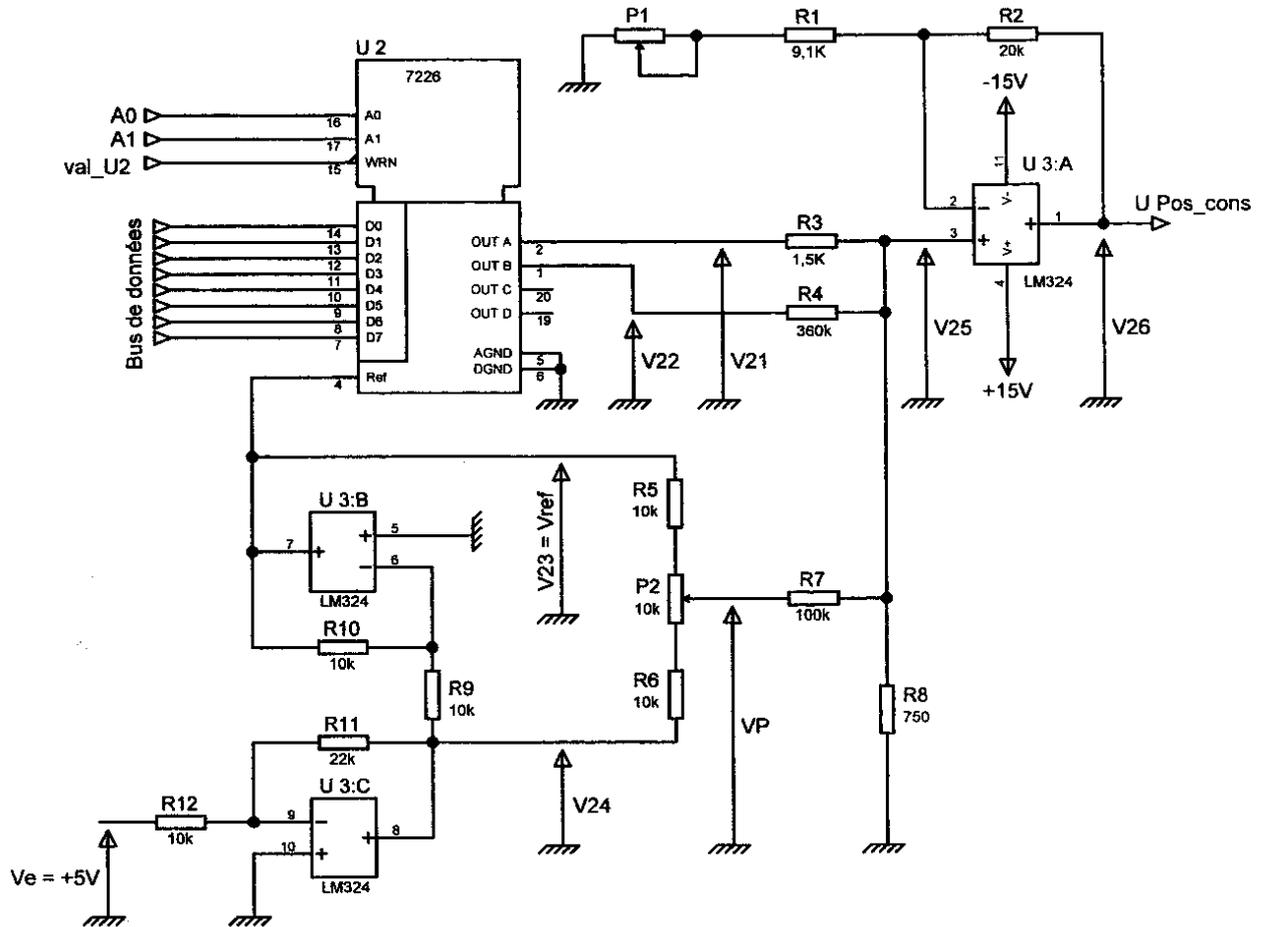
**II. Etude de l'élaboration de la tension de consigne de la position du moteur entraînant le soufflet (FP2)**

*Le déplacement du soufflet entre sa position basse et sa position haute définit le volume de produit insufflé au malade.*

Schéma fonctionnel de 2<sup>ème</sup> degré de FP2



*L'information de consigne est numérique sur 8 bits et est ensuite transformée en une information analogique par une conversion numérique/analogique. Il y a possibilité de modifier matériellement avec P2 et par logiciel (action de U2 sur V22 et V21) la tension de consigne V26.*



On considère les amplificateurs opérationnels parfaits.

**Question 5**

Exprimer  $V_{24}$  en fonction de  $V_e$ ,  $R_{11}$  et  $R_{12}$ .  
Calculer  $V_{24}$  avec  $V_e = 5V$ .

**Question 6**

Exprimez  $V_{23}$  en fonction de  $V_{24}$ ,  $R_9$  et  $R_{10}$  et faire l'application numérique avec  $V_e = 5V$ .

**Question 7**

Si  $I_{R7}$  est très faible devant l'intensité du courant traversant l'ensemble  $R_5$ ,  $R_6$  et  $P_2$ , exprimez  $V_{pmin}$  et  $V_{pmax}$  (par rapport à la masse) en fonction de  $V_{23}$ ,  $V_{24}$ ,  $R_5$ ,  $R_6$  et  $P_2$ .  
Faire les applications numériques avec  $V_{23} = 11V$  et  $V_{24} = -11V$ .

**Question 8**

**U2 est alimenté en +15V.** A l'aide de la documentation pages **CAN6 à CAN7**, indiquer le rôle des entrées  $A_0$  et  $A_1$  ainsi que le rôle de l'entrée  $Val\_U2$ .

### Question 9

On suppose que DAC A et OUT A sont sélectionnés ( $A_0 = A_1 = 0$  et  $V_{ref} = 11V$ ). Déterminez D0-D7 en décimal, V21 en volt (compléter le tableau de la feuille réponse N°1 page CR1).

### Question 10

On souhaite convertir une donnée numérique vers la sortie OUTA. Complétez le chronogramme de VOUTA sur la feuille réponse N°1 page CR1, en précisant les valeurs caractéristiques de VOUTA ( $A_0 = A_1 = 0$ ).

### Question 11

Lorsque  $V_P = 0V$ , on donne la relation suivante :  $V_{25} = 0,33.V_{21} + 0,014.V_{22}$ .

Si  $V_{21} = 6V$ , calculer la variation totale de V25 lorsque V22 varie de 0 à 11V.

### Question 12

Donner l'expression du facteur d'amplification  $A_V = \frac{V_{26}}{V_{25}}$  en fonction de R1, R2 et P1.

### Question 13

Calculer sa valeur maximum  $A_{VMAX}$

### Question 14

On souhaite pouvoir régler l'amplification minimum à la valeur  $A_{VMINI} = 2$ . Calculer la valeur de P1. Faire le choix de P1 dans la série E3 (10; 22; 47), la valeur  $A_V = 2$  devant être réalisable.

### Question 15

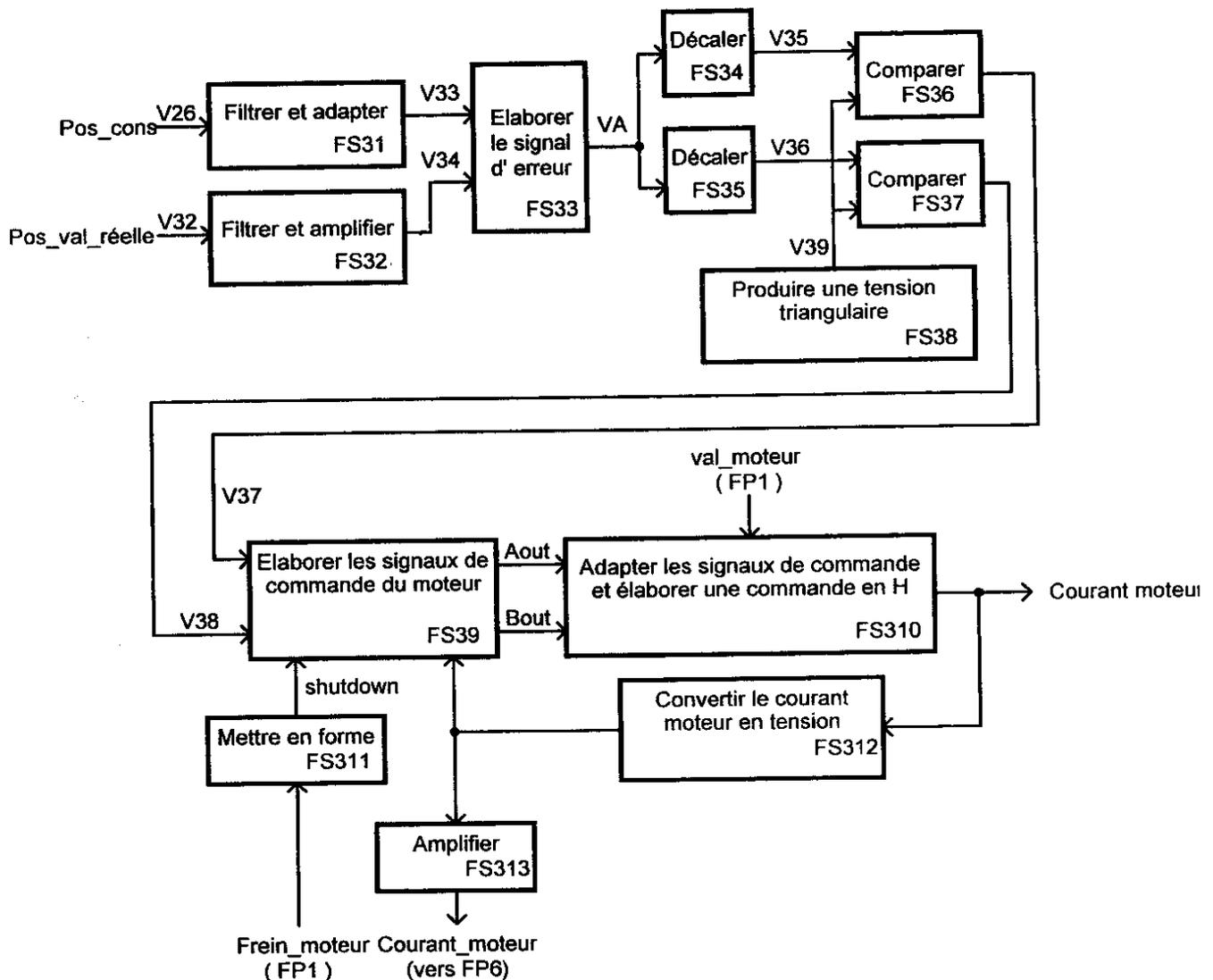
Pour  $A_V = 3$ ,  $V_P = 0$  et  $V_{22} = 0V$ . Compléter le tableau de la feuille réponse n°1 page CR1.

### III. Etude de la commande du moteur (FP3)

Docs à portée de main

L'objet de l'étude est de comprendre le fonctionnement du contrôle de la position du soufflet.

Schéma fonctionnel de 2<sup>ème</sup> degré de FP3 :



La tension V26 (pos\_cons) est issue de la fonction FP2, cette tension de consigne est comparée avec la tension V32 (pos\_val\_réelle), qui symbolise la position courante du soufflet du ventilateur.

On cherche à obtenir  $V26 = V32$  en faisant une commande adaptée du moteur en sens et en vitesse.

Les relations avec les autres fonctions principales sont :

- Frein\_moteur (de FP1) : ce signal permet de stopper le moteur en cas de défaut.
- Val\_moteur (de FP1) : ce signal permet de valider l'alimentation du moteur.
- Courant\_moteur (vers FP6) : ce signal analogique donne l'image de l'intensité du courant du moteur.

## Etude de la production d'une tension triangulaire (FS38)

Docs à portée de main

Cette fonction secondaire est réalisée par le circuit UC3637 et par quelques composants extérieurs.

On utilisera la notice technique du circuit **UC3637** (pages **CAN2** à **CAN5**) et le schéma structurel de **FP3 (1/2)** (page **C11**).

### **Question 16**

Exprimer et calculer  $+V_{th}$ .

### **Question 17**

Exprimer et calculer  $-V_{th}$ .

### **Question 18**

Exprimer et calculer  $I_s$ .

### **Question 19**

Exprimer et calculer la fréquence du signal à la sortie de FS38 avec  $C_T = C_7$  (tension  $V_{39}$ ).

Représenter ce signal sur votre copie en indiquant toutes les valeurs importantes (amplitude et durée).

## Etude générale de FS31 à FS37

On peut présenter l'ensemble des fonctions secondaires de FS31 à FS37 comme sur la feuille réponse N°2 voir page **CR2**.

### **Question 20**

Encadrer et nommer sur la feuille réponse N°2 page **CR2** les fonctions secondaires de FS31 à FS37.

### **Question 21**

En comparant les schémas structurels de FP3 (1/2) page **C11**, la documentation du UC3637 page **CAN2** et le document réponse 2 page **CR2**, expliquer où sont situés physiquement les circuits  $U_a$ ,  $U_b$  et  $U_c$ .

### **Question 22**

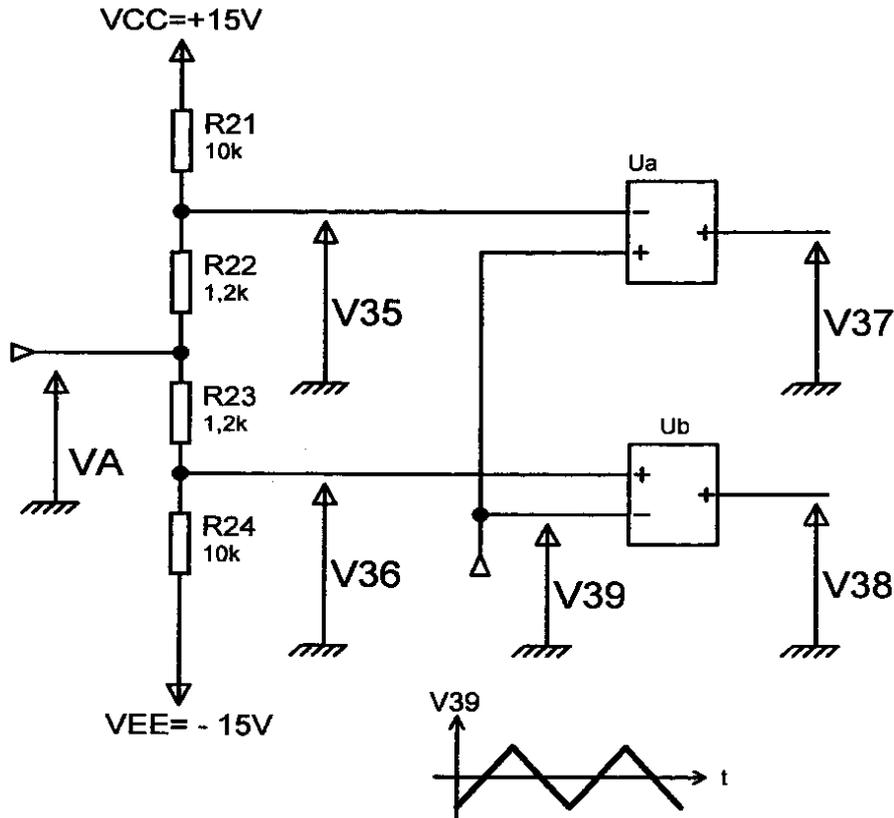
Quelle fonction est réalisée par les composants R13 - C1 ? Quelle fonction est réalisée par les composants R17 - C3 ?

### **Question 23**

Quelle est la nature du montage constitué par  $U_{4:A}$  et  $U_{4:B}$  ?

### **Question 24**

Quelle est la nature du montage constitué par  $U_a$  et  $U_b$  ?



**Remarques :**

La tension VA peut varier de  $-15V$  à  $+15V$ . **V37 et V38 évoluent entre 0 et +15 V**. Le sens de rotation et la vitesse du moteur dépendent des tensions V37 et V38. Les tensions V37 et V38 sont générées de façon internes au circuit UC3637. Si  $VA = 0V$ , le soufflet est en position haute ou basse car  $V26 = V32$  (pos\_val\_réelle = pos\_cons).

**Explication sommaire du principe :**

- Si  $V37 = 15V$  et  $V38 = 0V$  alors le moteur tourne dans le sens 1 à sa vitesse maximum.
- Si  $V37_{moy} = 7,5V$  et  $V38 = 0V$  alors sens 1, vitesse plus faible.
- Si  $V37 = 0V$  et  $V38 = 15V$  alors sens 2, vitesse max.
- Si  $V37 = 0V$  et  $V38_{moy} = 7,5V$  alors sens 2, vitesse plus faible.

**Question 25**

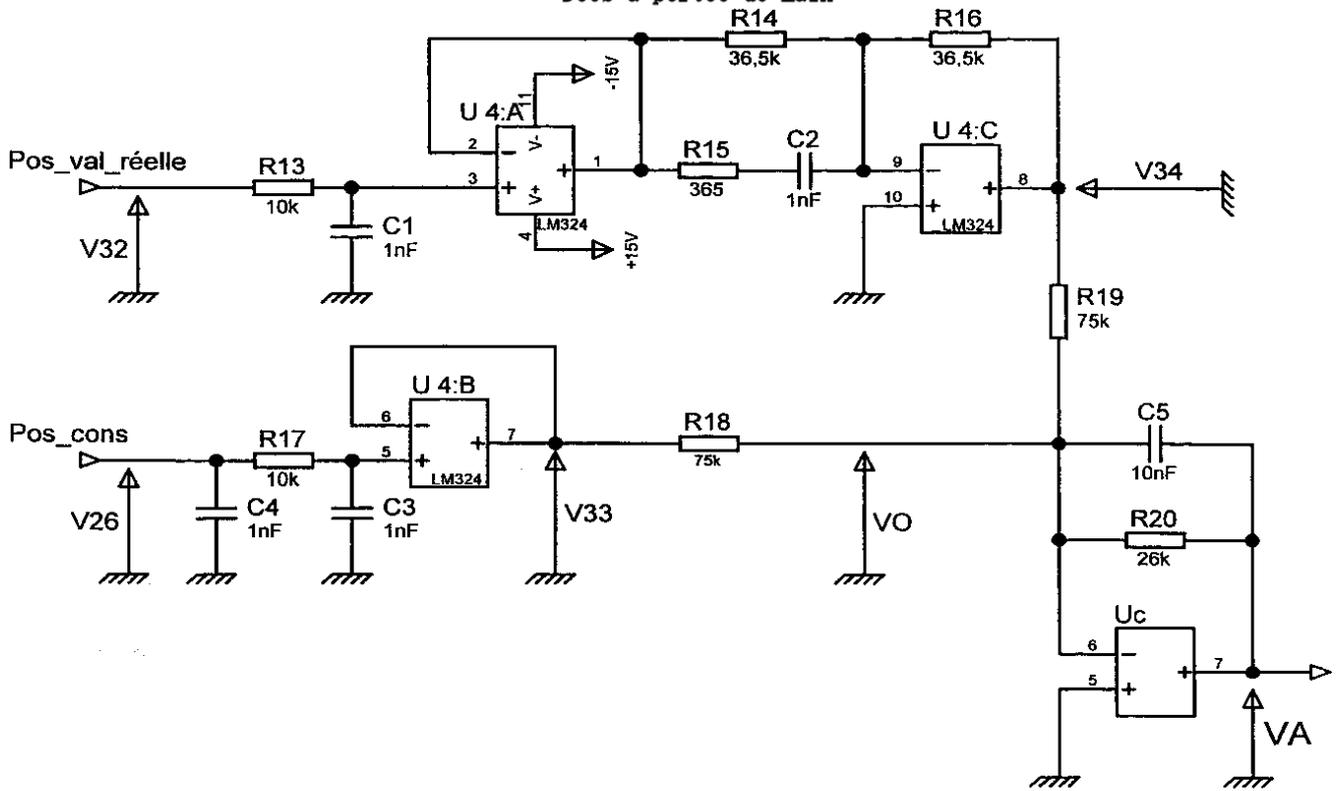
Exprimez V35 en fonction de VA, VCC et les résistances R21 et R22.

**Question 26**

Exprimez V36 en fonction de VA, VEE et les résistances R23 et R24.

**Question 27**

Complétez le tableau situé sur la feuille réponse N°3 page CR3 et complétez les signaux.



V32 et V26 sont deux tensions continues et constantes. Dans cette étude en statique, l'impédance des condensateurs est infinie. Le plateau étant à l'équilibre en position haute, les tensions V32 et V26 sont égales (pos\_cons = pos\_val\_réelle).

**Question 28**

Exprimez V34 en fonction de V32, R14 et R16.

**Question 29**

Exprimez V33 en fonction de V26.  
Quelle relation simple existe-il entre V33 et V34 ?

**Etude de la commande du moteur (FS310 et FS312 voir schéma page C4/13)**

Pour cette étude, on considérera le schéma structurel de FP3 (2/2) page C12 et l'annexe N°1 page CAN1.  
Les transistors MOSFET fonctionnent en commutation.  
D1 et D2 sont deux diodes zéner de tension 4,7V.  
D3 à D6 sont des diodes zéner de tension 10V.  
Aout (valeur 15V ou 0V) et Bout (valeur 15V ou 0V) sont des sorties du circuit UC3637.  
Le circuit 74HC14 est alimenté en 5V.

### Question 30

Quel est le niveau logique des entrées EN1 et EN2 (les entrées de U1 sont telles que NL0 = 0V et NL1 = 5V).

### Question 31

Quelle relation logique existe-il entre E1 et E2 ainsi entre E3 et E4 ?  
Que représente le symbole à l'intérieur de U7:B (près de l'entrée) ?

### Question 32

Quel doit être le niveau logique à l'entrée VAL\_MOTEUR pour obtenir Valim = 24V.

### Question 33

**On suppose Valim = +24V.**

Si Aout = +15V (1 logique) et Bout = 0V (0 logique) donner les niveaux logiques de E1, E2, E3 et E4 et ceux de S1 à S4.

En déduire les tensions VGS de T1, T2, T3 et T4, en admettant que la tension aux bornes de R41 est négligeable.

Compléter le tableau de la feuille réponse N°4 page **CR4**.

### Question 34

**On suppose Valim = +24V.**

Si Aout = +0V (0 logique) et Bout = +15V (1 logique) donner les niveaux logiques de E1, E2, E3 et E4 et ceux de S1 à S4.

En déduire les tensions VGS de T1, T2, T3 et T4. en admettant que la tension aux bornes de R41 est négligeable.

Compléter le tableau de la feuille réponse N°4 page **CR4**.

### Question 35

**On suppose que la bobine du relais REL1 est alimentée et Vm = +24V.**

Faire un schéma très simplifié (transistors parfaits fermés ou bloqués) de l'ensemble T1, T2, T3 et T4, R41 et le moteur sans oublier l'alimentation.

Sur ce schéma, montrer la circulation du courant moteur  $I_M$ .

### Question 36

Quel composant permet la réalisation de la fonction FS312 ?

### Question 37

L'arrêt du moteur se produit en cas de surintensité quand  $V_{+CL} \geq 0,2V$ .

Calculer l'intensité maximale du courant qui traverse le moteur.

## IV. ETUDE DE LA FONCTION ET DU CONTRÔLE DU VENTILATEUR

(voir page A5/5)

Docs à portée de main

Le schéma structurel de l'unité de contrôle du ventilateur est représenté page C13.

### Etude de l'adressage des périphériques et des mémoires

#### Question 38

Indiquer la capacité de la mémoire U3, exprimée en octets, en bit et en Kbit.

#### Question 39

U3 est une EPROM. Que signifie cette appellation ?

#### Question 40

Indiquer la capacité de la mémoire U5, exprimée en octets, en bit et en Kbit.

#### Question 41

VMA = 1, E = 1, les circuits U3 et U5 seront sélectionnés par  $\overline{CE} = 0$ .

Déterminer les adresses basse et hautes de U3 et U5

Exprimer ces adresses en binaire puis en hexadécimal et compléter le tableau de la feuille réponse N°4, page CR4.

#### Question 42

U7 est un PIA (circuit d'interface d'entrée/sortie parallèle).

VMA = 1, E = 1 (prendre A4 à A10 = 0).

Le circuit U7 sera sélectionné si  $CS1 = 1$  et  $\overline{CS2} = 0$ .

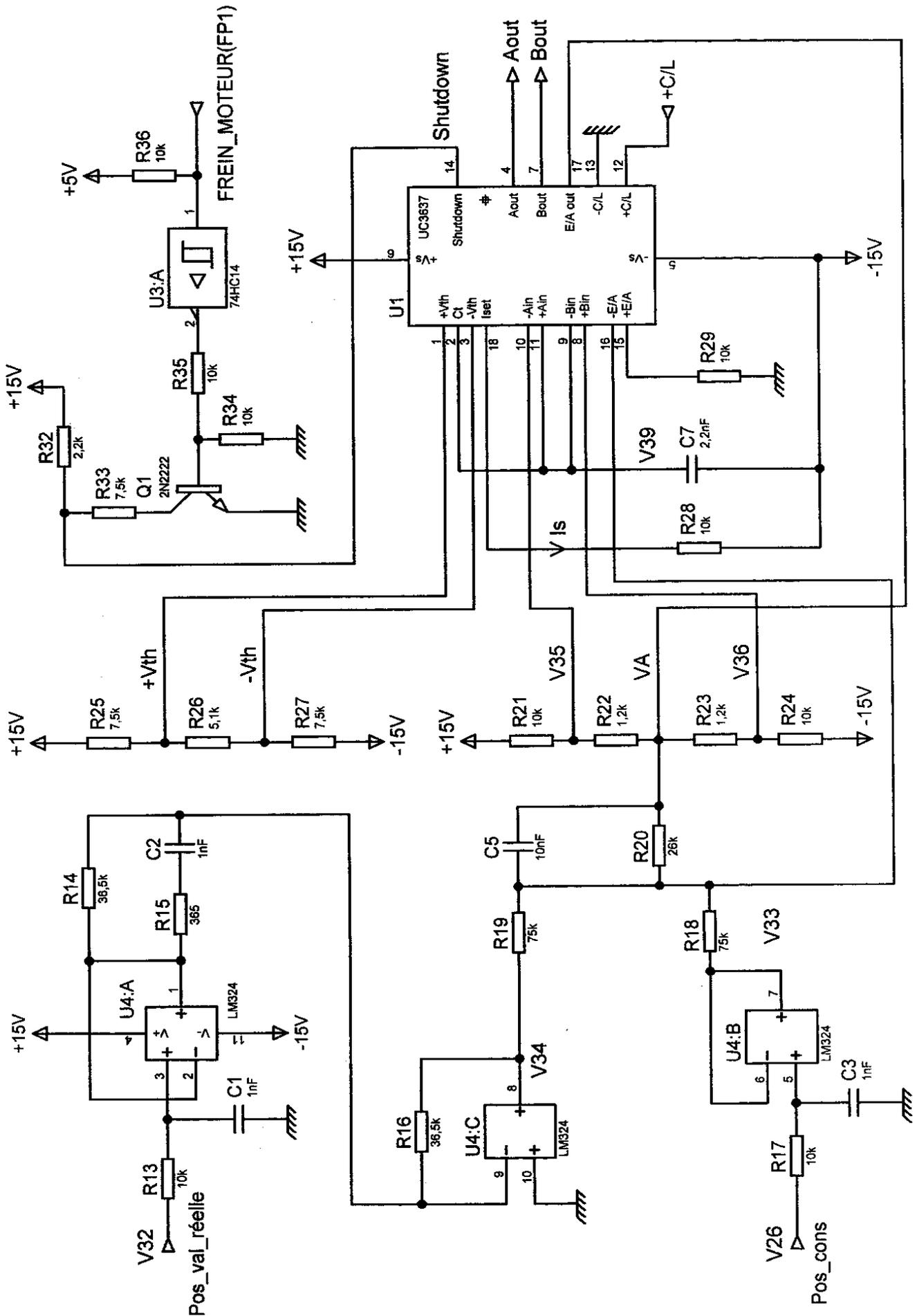
Déterminer les adresses basse et haute de U7.

Exprimer ces adresses en binaire puis en hexadécimal et compléter le tableau de la feuille réponse N°4, page CR4.

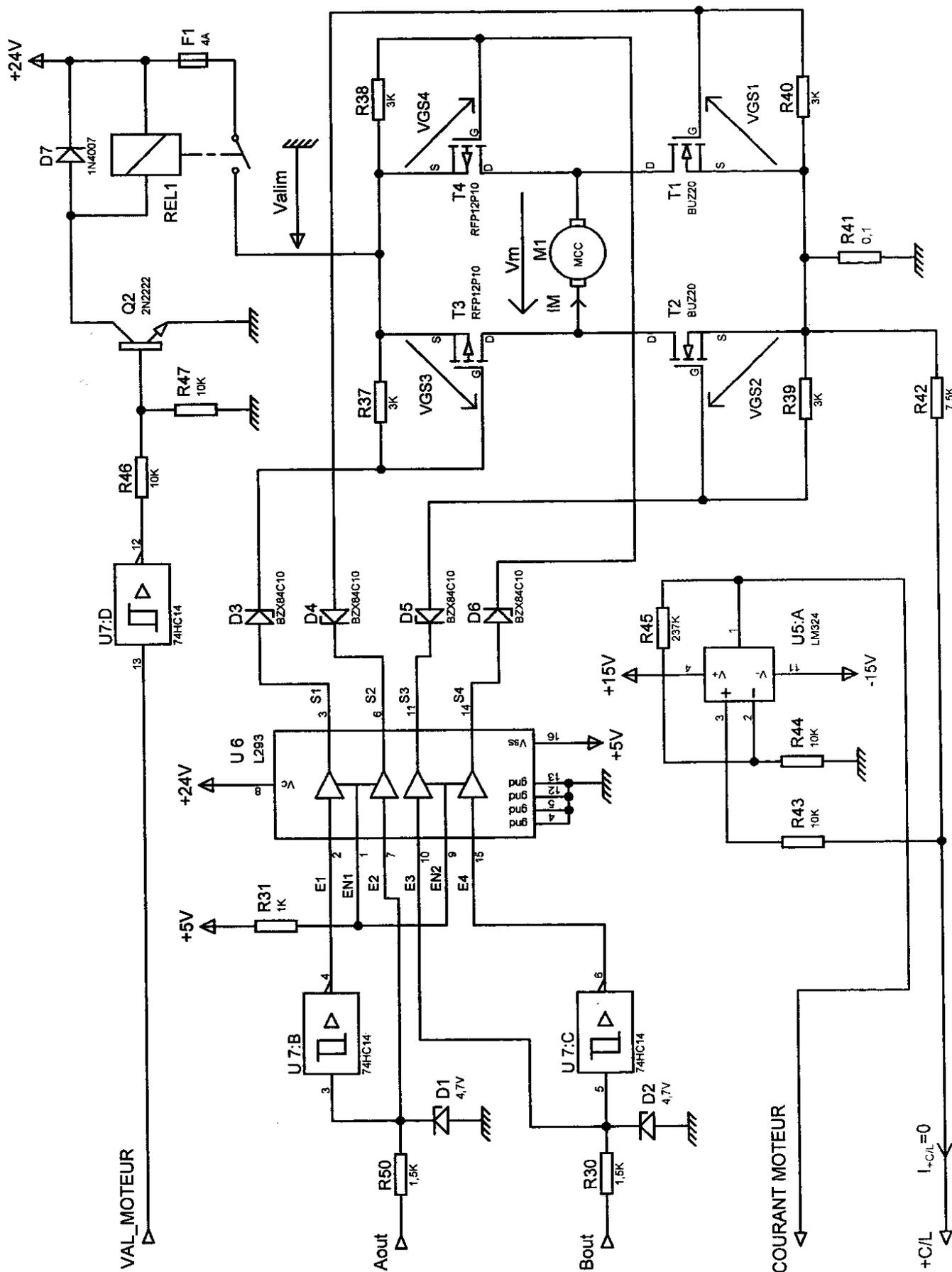


# SCHEMA STRUCTUREL DE FP3 (1/2)

Docs à portée de main



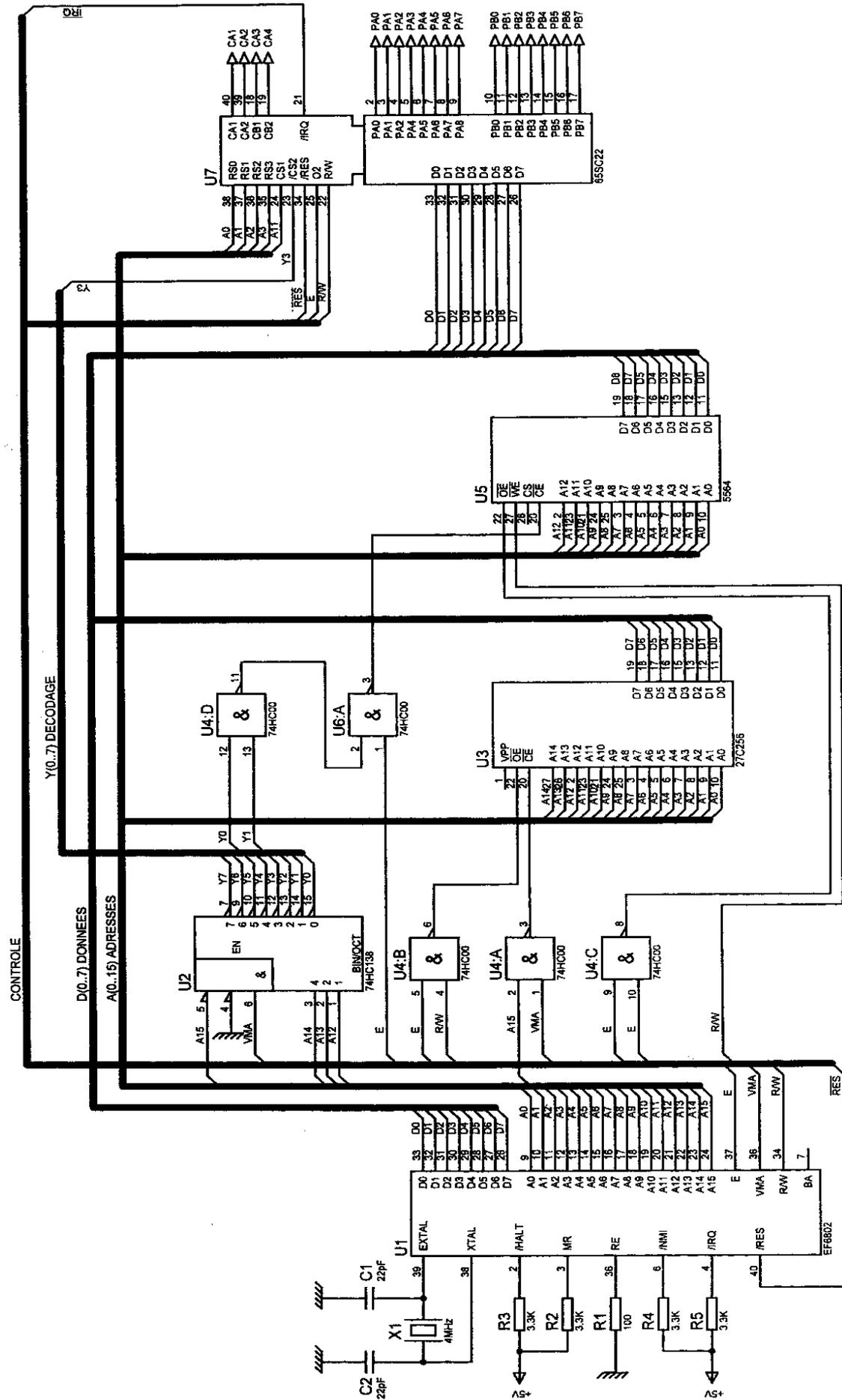
IEELMER



IEELMER

# SCHEMA STRUCTUREL DE L'UNITE DE CONTROLE DU VENTILATEUR (FP1)

Docs a portée de main



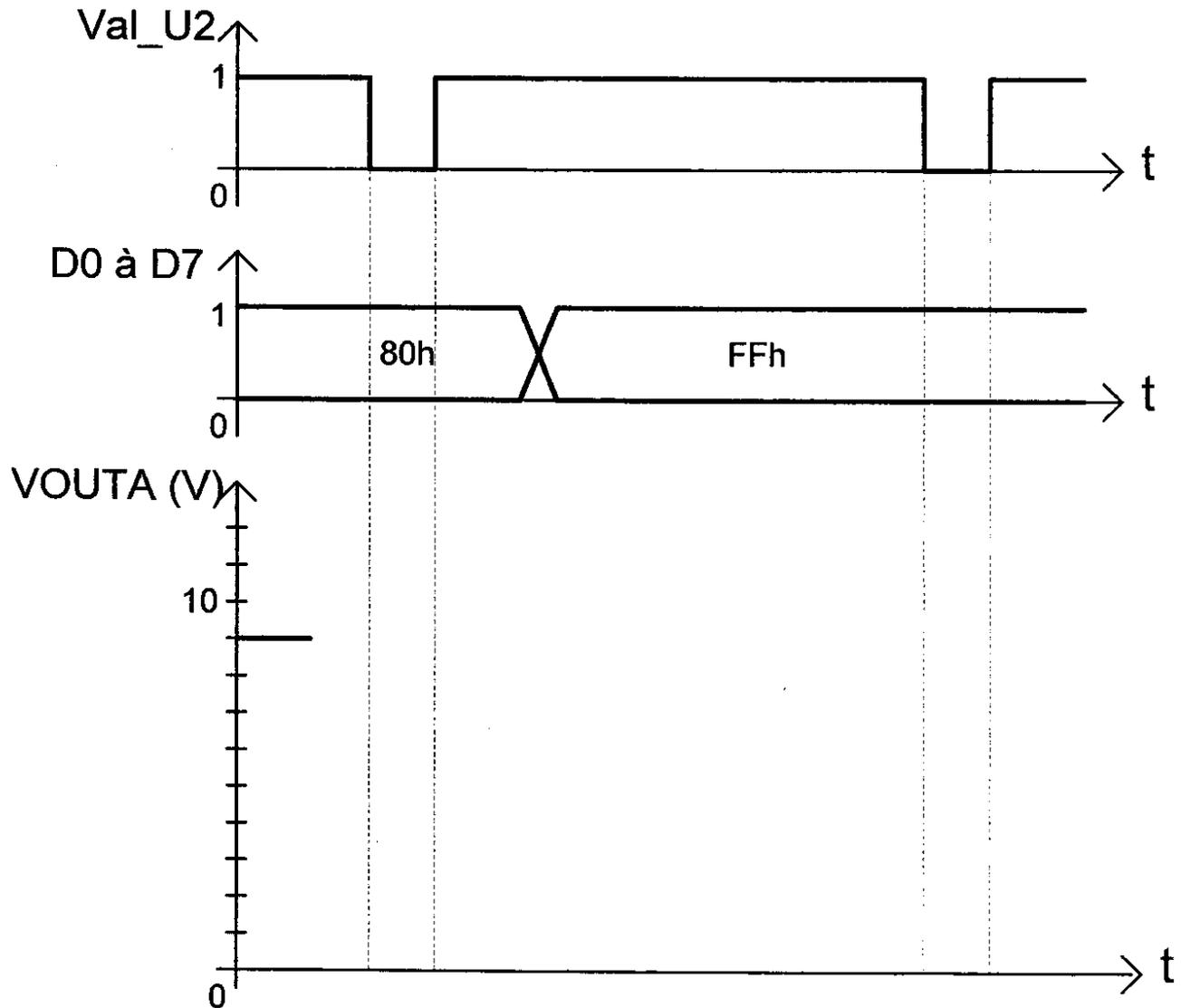
IEELMER

# FEUILLE REPONSE N°1 (à rendre)

## Questions N° 9 et 15

/ WR	A1	A0	D0 à D7 (hexadécimal)	D0 à D7 (décimal)	OUTA (V21, en Volt)	V25	V26
0	0	0	00h				
0	0	0	80h				
0	0	0	FFh				

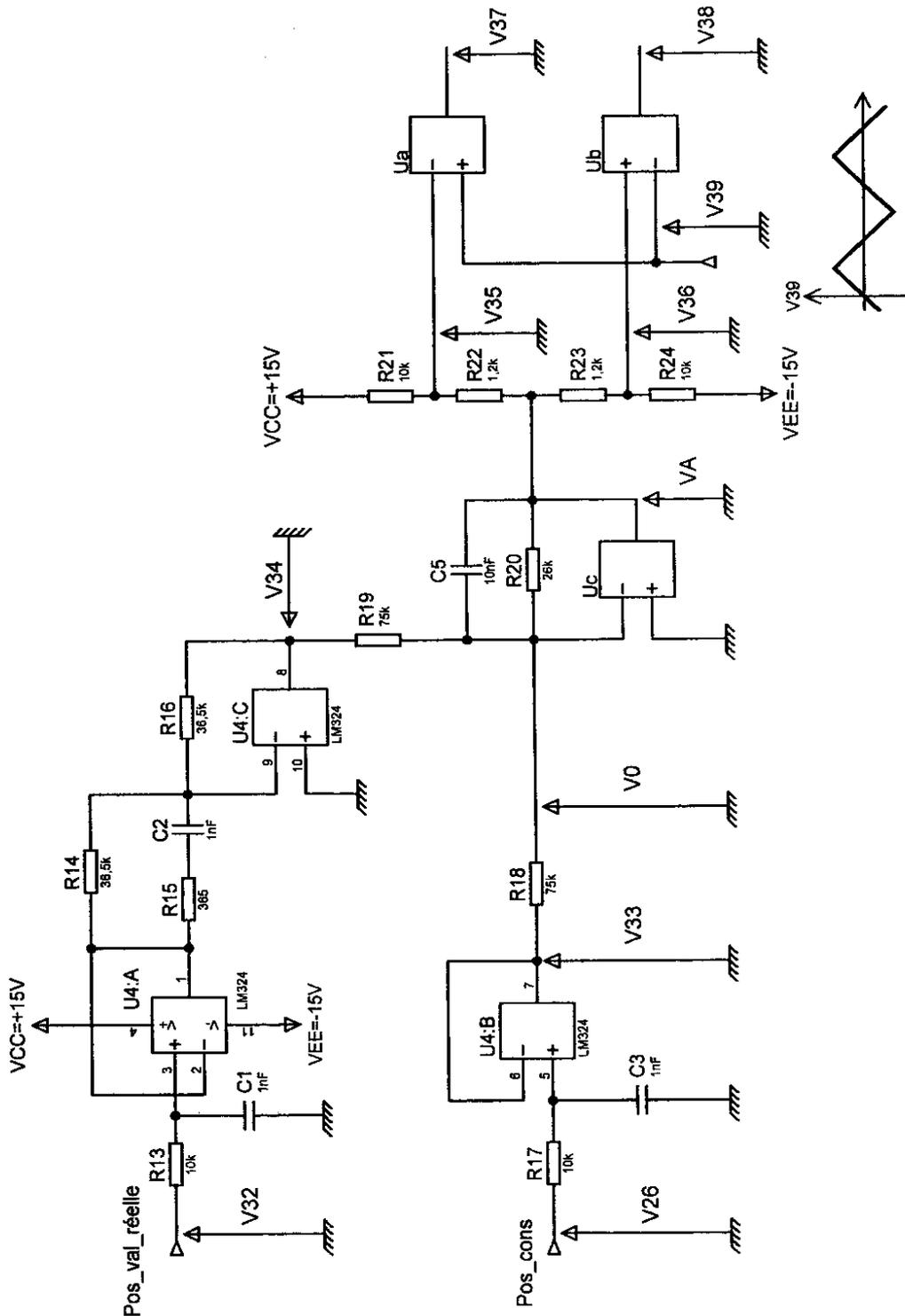
## Question N° 10



# FEUILLE REPONSE N°2 (à rendre)

## Question N° 20

### Schéma structurel partiel de FP3



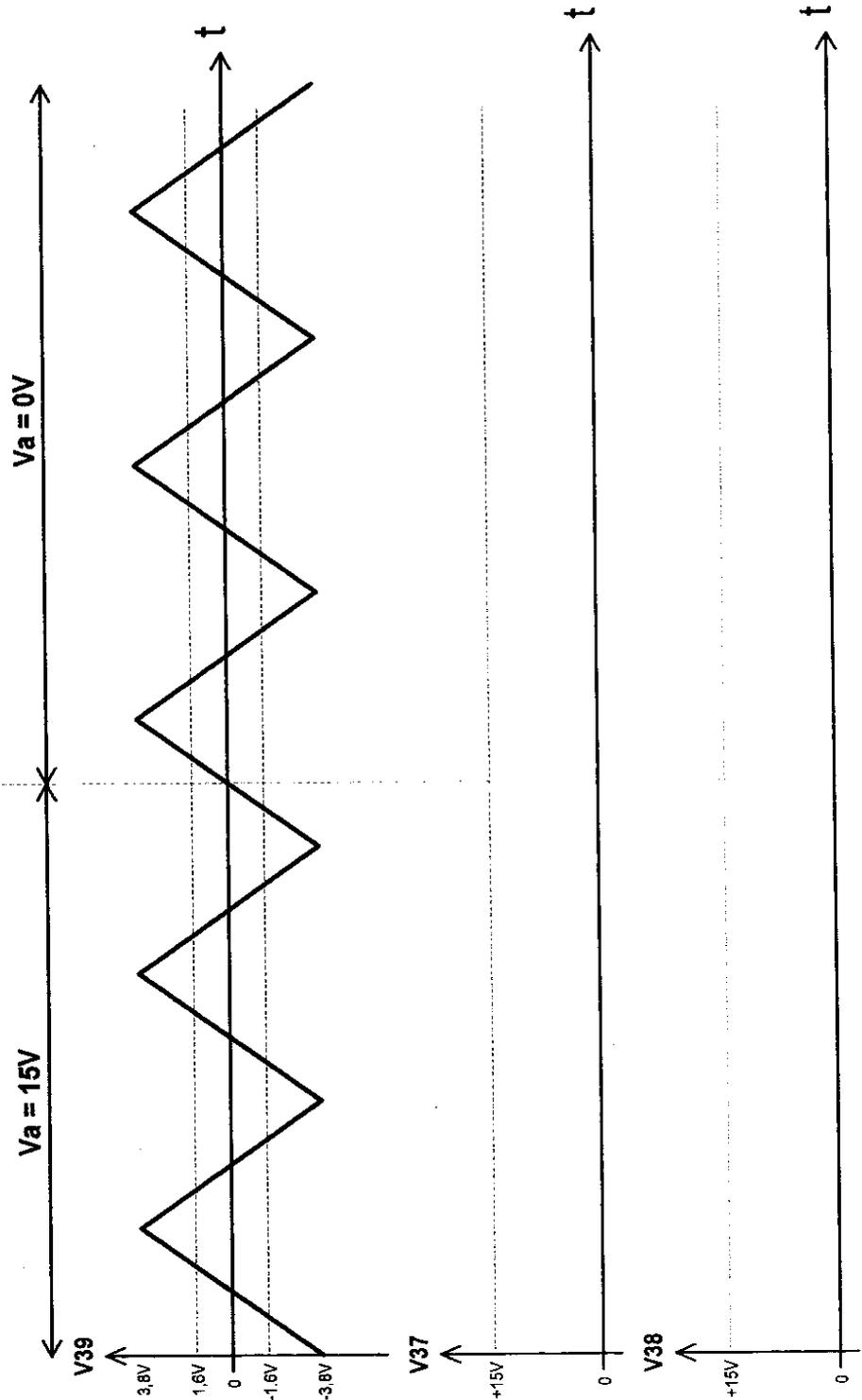
IEELMER

# FEUILLE REPONSE N°3

## (à rendre)

### Question N°27

Va	V35	V36
-15V		
0V		
+15V		



# FEUILLE REPONSE N°4

## (à rendre)

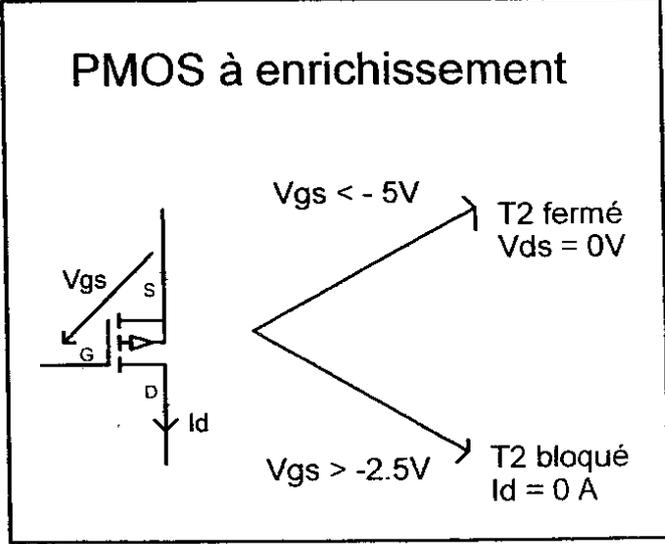
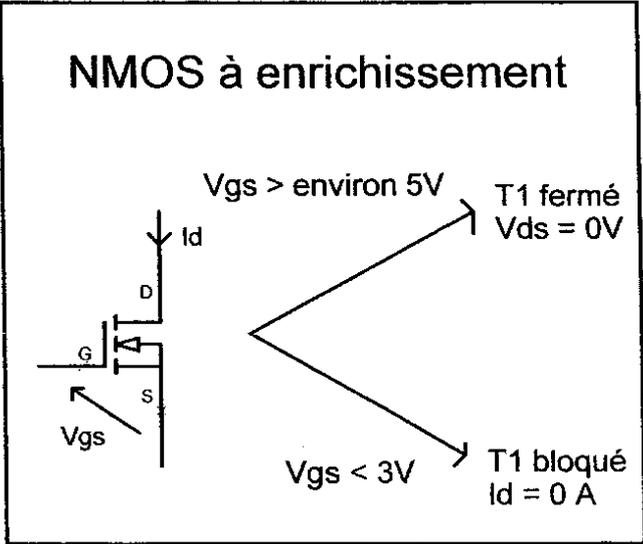
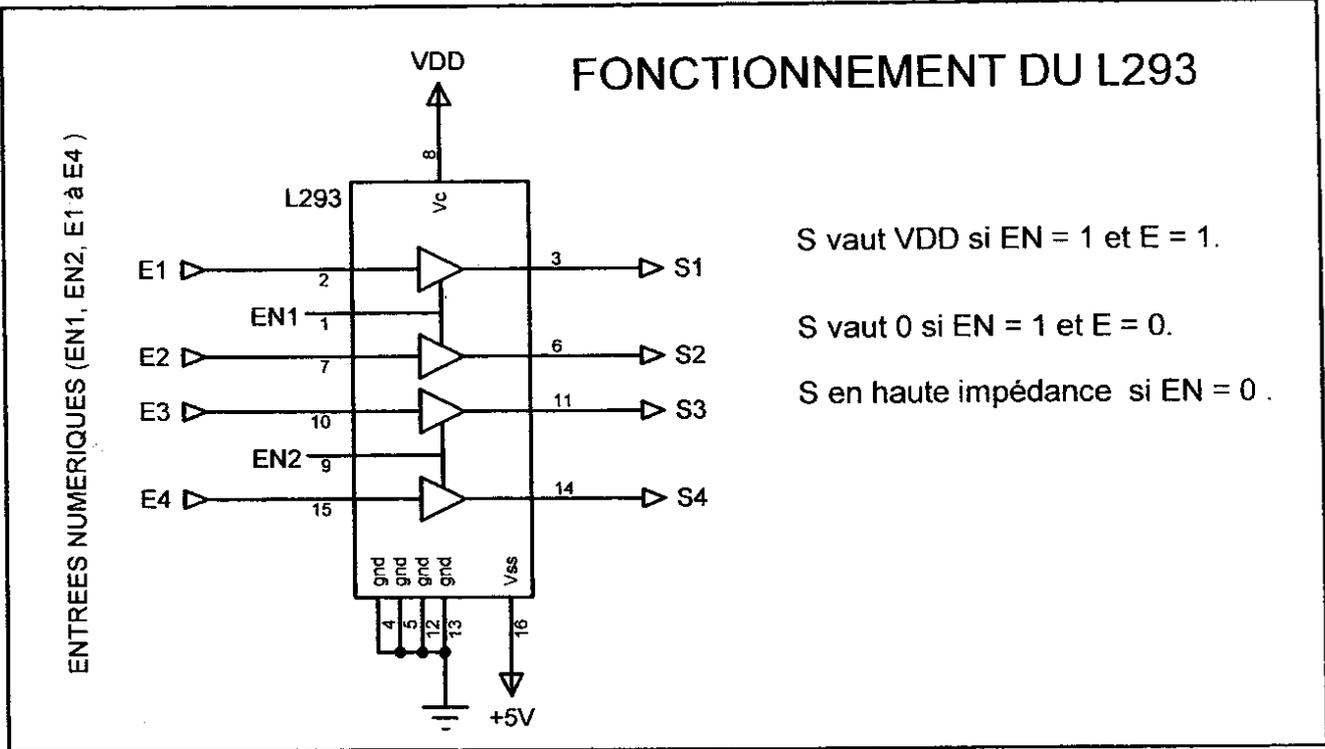
### Questions N° 33 et 34

		B: bloqué F: fermé											
A out	B out	S1	S2	S3	S4	VGS1	VGS2	VGS3	VGS4	T1	T2	T3	T4
+15V	0V												
0V	+15V												

### Questions N° 41 et 42

Circuit	A15	A14	A13	A12	A11	A10	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	Hexa
U3	Début																
	Fin																
U5	Début																
	Fin																
U7	Début					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fin					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**ANNEXE N°1 : Circuit L293 et transistors NMOS et PMOS**



# ANNEXE N°2 : Circuit UC3637

(contrôleur pour moteur à courant continu)

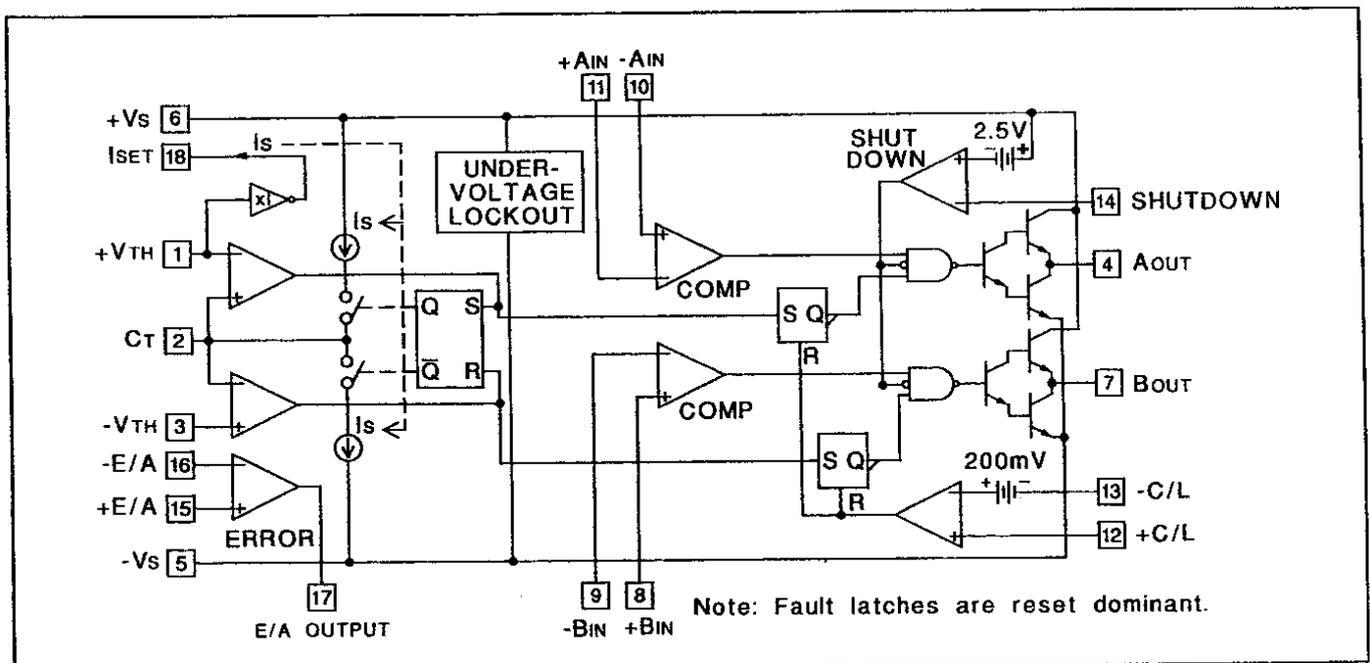
## I. DESCRIPTION GENERALE

Le circuit UC3637 est un modulateur de largeur d'impulsions (PWM : Pulse Width Modulation) capable de contrôler un moteur à courant continu en vitesse et en sens. Le circuit est alimenté via les broches 6 (+15V) et 5 (-15V). Les signaux de commande du moteur sont les broches 4 et 7.

Ce circuit possède :

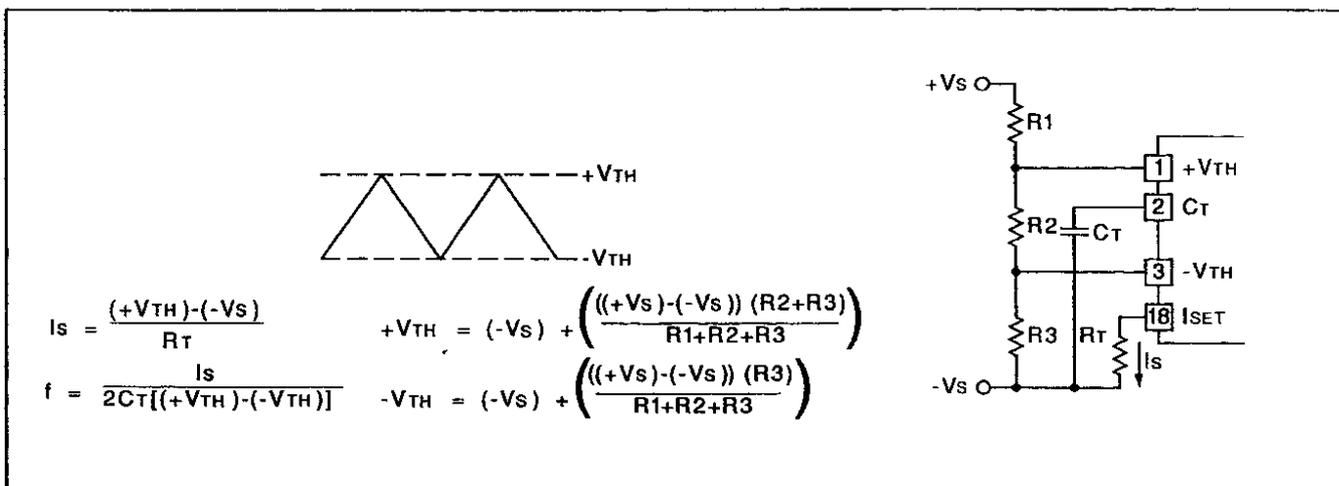
- ☞ un générateur de tension triangulaire (broches associées : 1, 2, 3 et 18),
- ☞ un amplificateur d'erreur (broches associées : 15, 16 et 17),
- ☞ deux comparateurs PWM (broches associées : 10, 11 et 8, 9),
- ☞ un contrôle de l'intensité du courant maximale traversant le moteur (broches associées : 12 et 13),
- ☞ une entrée SHUTDOWN (broche 14) permettant l'arrêt du moteur.

Schéma fonctionnel :



## II. DESCRIPTION DES PRINCIPAUX BLOCS FONCTIONNELS

Le générateur de tension triangulaire :

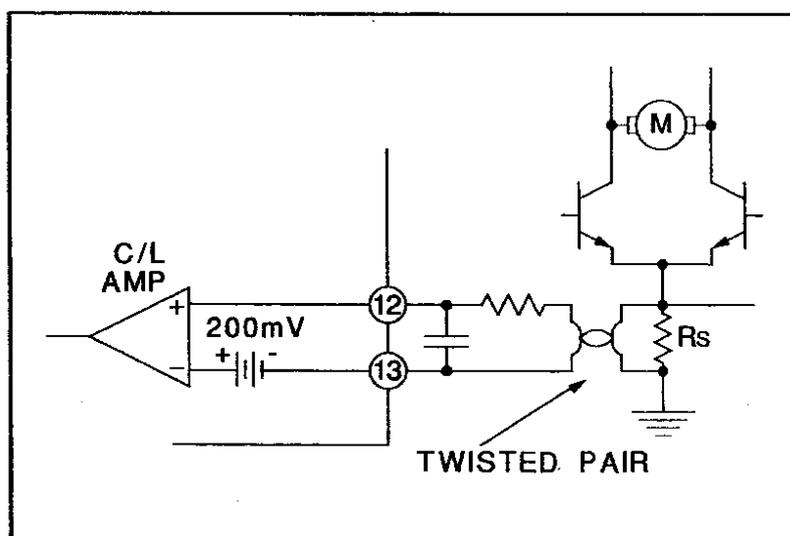


La génération de la tension triangulaire est basée sur la charge et la décharge d'un condensateur (CT) à courant constant.

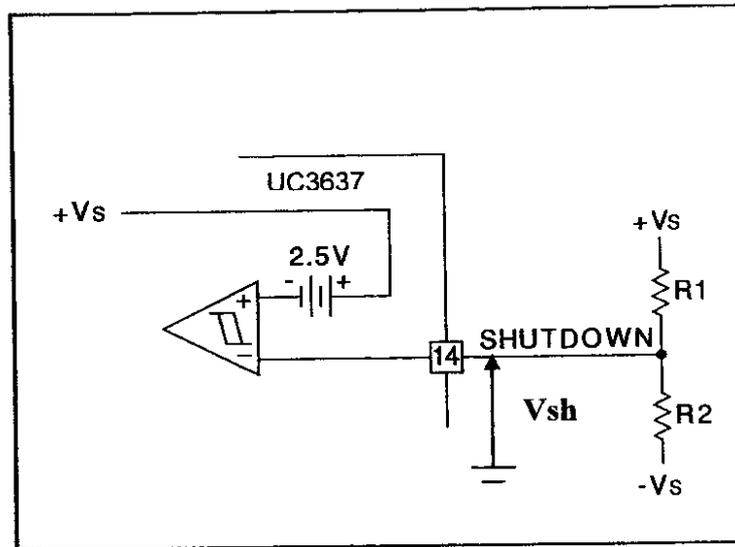
Le contrôle de l'amplitude de la tension est assuré par deux comparateurs, une bascule RS et deux interrupteurs commandés.

Les caractéristiques de la tension triangulaire sont données par les relations ci-dessus (+Vs = +15V et -Vs = -15V).

Contrôle du courant maximum pouvant traverser le moteur :



Si la tension aux bornes de la résistance Rs dépasse 0,2V, la sortie du comparateur passera à l'état haut et un blocage du moteur sera généré.

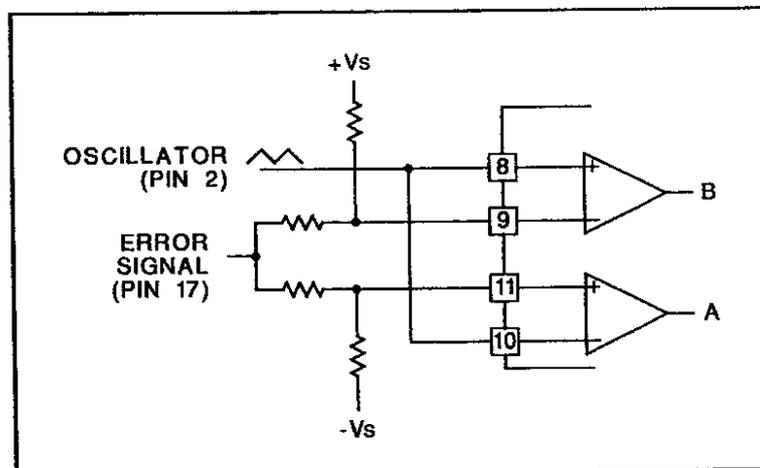


Si la tension  $V_{sh}$  passe au dessus de  $V_s - 2,5V$ , il y a un blocage du moteur (le shutdown est actif).

En fonctionnement normal la tension  $V_{sh}$  est en dessous de  $V_s - 2,5V$  et le moteur peut fonctionner.

**Etude des comparateurs PWM (notés COMP sur le schéma fonctionnel) :**

Schéma de principe de la commande PWM :

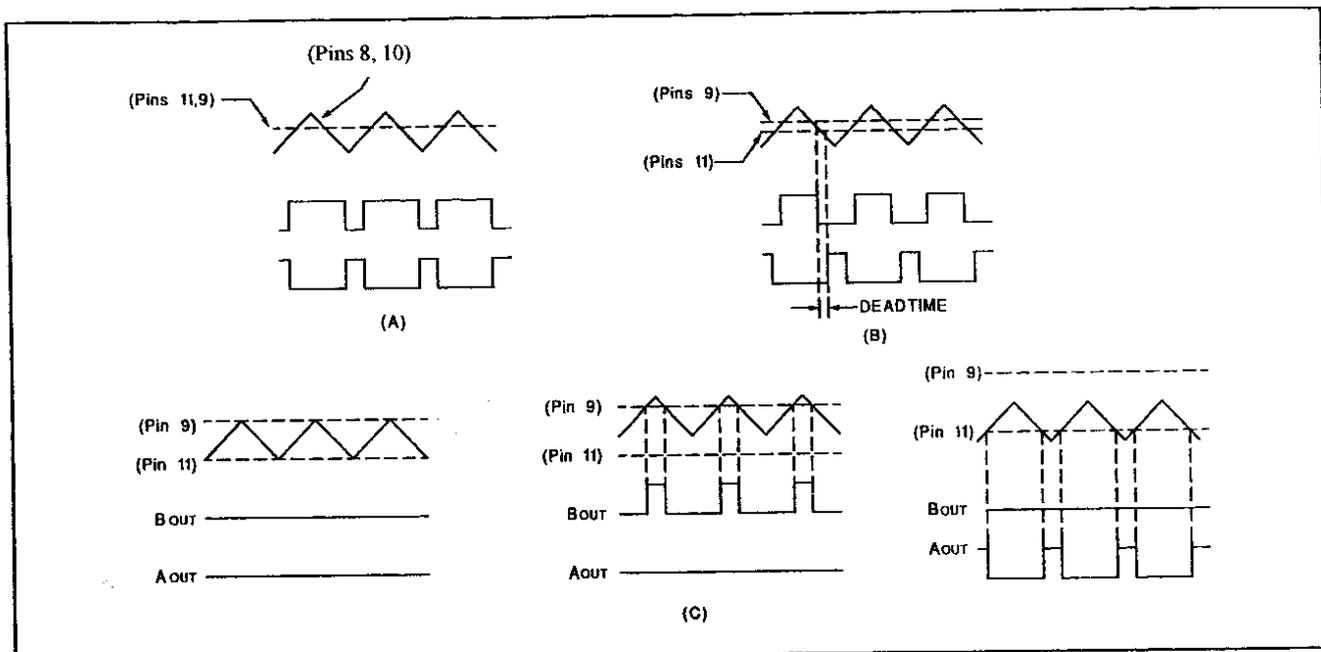


Ici, les broches 8, 10 et 2 sont reliées ensemble et la forme du signal est triangulaire.

La tension sur la broche 9 dépend de  $+V_s$ , de la tension sur la broche 17 et des résistances. La tension sur la broche 11 dépend de  $-V_s$ , de la tension sur la broche 17 et des résistances.

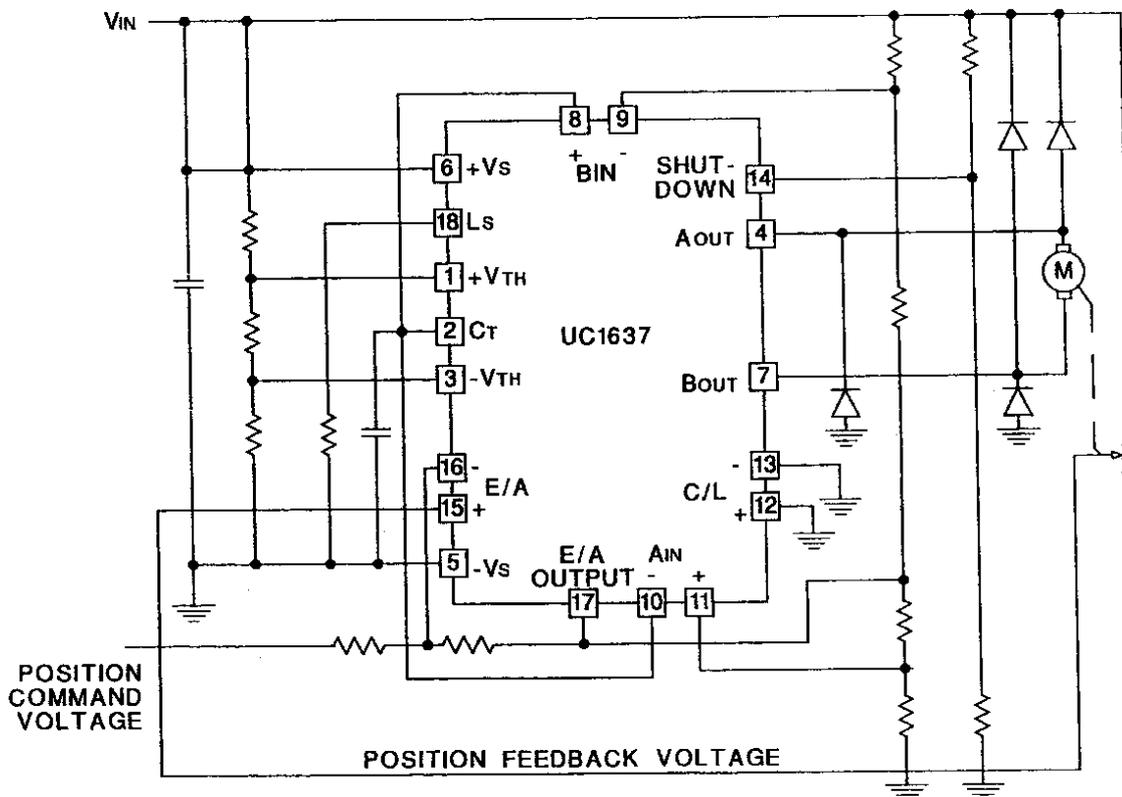
Les sorties internes A et B vont piloter respectivement les sorties externes Aout et Bout du circuit UC3637.

La forme des différents signaux est donnée ci-dessous :



Le sens de rotation d'un moteur est lié au signe de la tension à ses bornes.  
 La vitesse de rotation d'un moteur est liée à la valeur absolue de la tension à ses bornes.

### III. SCHEMA D'APPLICATION



**ANNEXE N°3 : Circuit AD7226**  
(convertisseur numérique - analogique)

**I. PRESENTATION DU COMPOSANT: AD7226**

Le circuit AD7226 est convertisseur numérique – analogique 8 bits avec quatre sorties de VoutA à VoutD.

Il est prévu pour être interfacé avec un microprocesseur. Il est compatible TTL/CMOS.

Schéma fonctionnel :

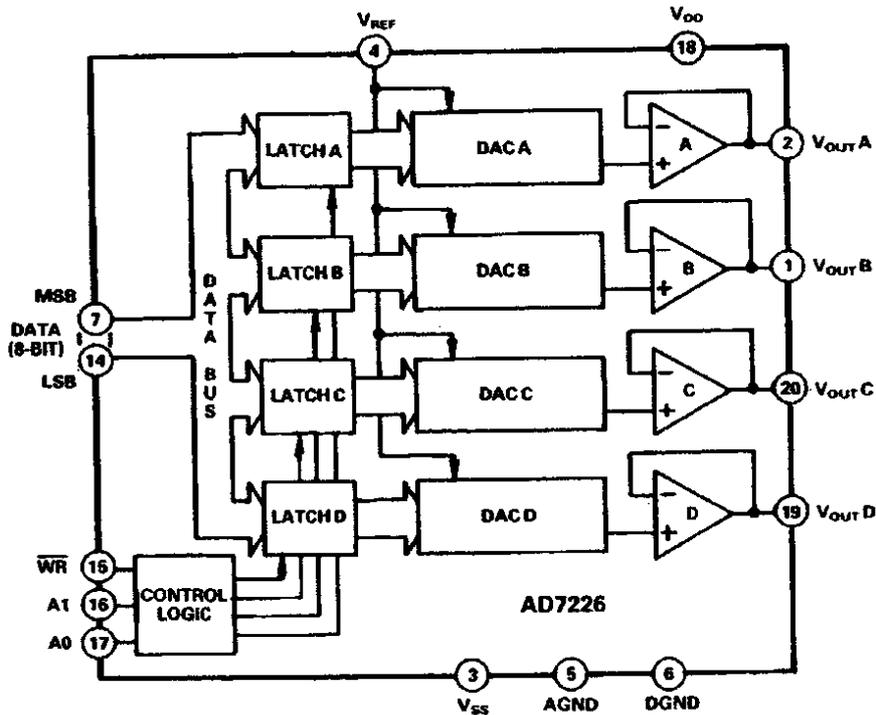
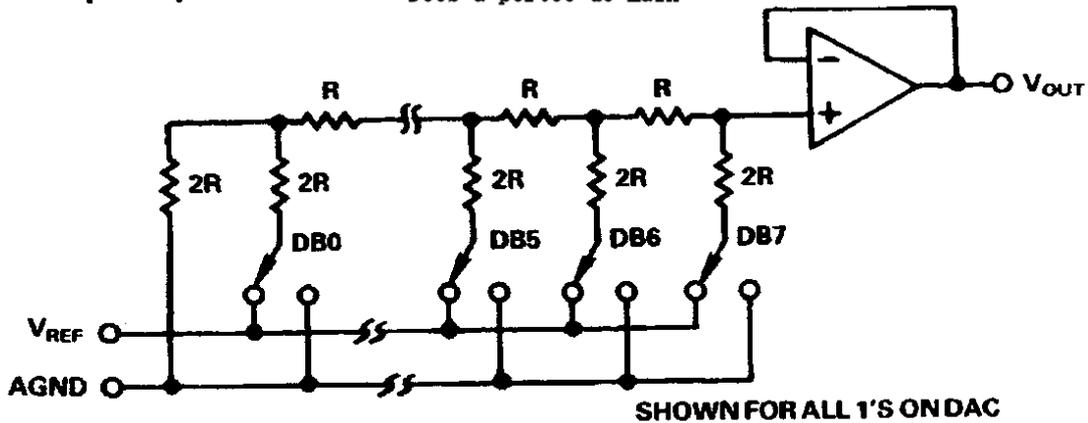


Table de vérité :

Table I. AD7226 Truth Table

AD7226 Control Inputs			AD7226 Operation
WR	A1	A0	
H	X	X	No Operation Device Not Selected
L	L	L	DAC A Transparent
$\bar{L}$	L	L	DAC A Latched
L	L	H	DAC B Transparent
$\bar{L}$	L	H	DAC B Latched
L	H	L	DAC C Transparent
$\bar{L}$	H	L	DAC C Latched
L	H	H	DAC D Transparent
$\bar{L}$	H	H	DAC D Latched

L = Low State, H = High State, X = Don't Care



**Explications du fonctionnement :**

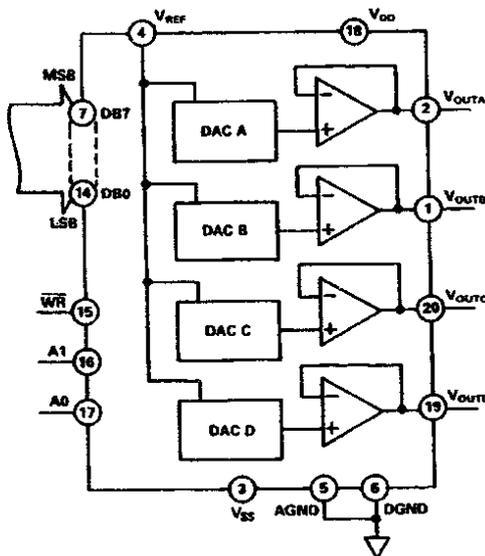
**Si  $\overline{WR} = 0$  :**

Un DAC sera sélectionné (les autres seront bloqués) grâce aux entrées A1 et A0.  
Si la donnée numérique change, la sortie Vout changera aussi, le DAC est dit transparent.

**Si  $\overline{WR} = 1$  :**

Tous les DACs seront bloqués et les sorties Vout garderont la dernière valeur acquise.

**II. CABLAGE**



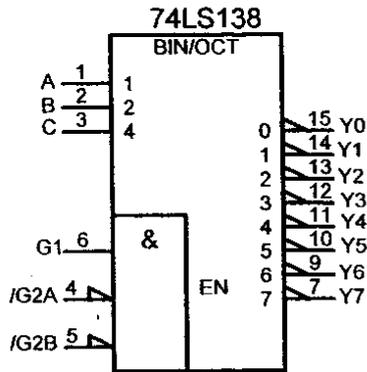
**Table de vérité (fonctionnement unipolaire)**

DAC Latch Contents		Analog Output
MSB	LSB	
1 1 1 1	1 1 1 1	$+V_{REF} \left( \frac{255}{256} \right)$
1 0 0 0	0 0 0 1	$+V_{REF} \left( \frac{129}{256} \right)$
1 0 0 0	0 0 0 0	$+V_{REF} \left( \frac{128}{256} \right) = +\frac{V_{REF}}{2}$
0 1 1 1	1 1 1 1	$+V_{REF} \left( \frac{127}{256} \right)$
0 0 0 0	0 0 0 1	$+V_{REF} \left( \frac{1}{256} \right)$
0 0 0 0	0 0 0 0	0 V

Note:  $1 \text{ LSB} = (V_{REF})(2^{-8}) = V_{REF} \left( \frac{1}{256} \right)$

Dans le mode unipolaire, la tension Vout est toujours positive.

**ANNEXE N°4 : 74LS138**  
(décodeur/ démultiplexeur 3 vers 8)



INPUTS					OUTPUTS							
ENABLE		SELECT										
G1	/G2	C	B	A	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
X	H	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
L	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
H	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H
H	L	L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H
H	L	L	H	L	H	H	L	H	H	H	H	H
H	L	L	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H
H	L	H	L	L	H	H	H	H	L	H	H	H
H	L	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H
H	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H
H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L

$$/G2 = /G2A + /G2B$$

**BACCALAURÉAT SCIENCES ET TECHNOLOGIES INDUSTRIELLES**

**Spécialité génie électronique**

**Session 2004**

**Etude des systèmes techniques industriels**

**APPAREIL D'ASSISTANCE RESPIRATOIRE**

**CORRIGÉ**

**Partie électronique**

## I. Questionnement sur le système

### Question 1

$$V_{C_{\min i}} = 8.80 = 640 \text{ mL} = 0,64 \text{ L}$$

$$V_{C_{\max}} = 10.80 = 800 \text{ mL} = 0,8 \text{ L}$$

$$V_{C_{\min i}} = 0,64 \text{ L}$$

$$V_{C_{\max}} = 0,8 \text{ L}$$

### Question 2

On appelle cycle machine un aller/retour du soufflet, soit une expiration et une inspiration.

### Question 3

Pression maximum :  $P_{\max} = 75 \text{ mbar}$

### Question 4

A partir du graphique page A4, on obtient :

Pendant la phase  $T_I$ , la pression augmente dans les poumons.

Pendant la phase  $T_E$ , la pression diminue dans les poumons.

## II. Etude de l'élaboration de la tension de consigne de la position du moteur entraînant le soufflet (FP2)

### Question 5

$$V_{24} = -V_e \cdot \frac{R_{11}}{R_{12}}$$

$$V_{24} = -11 \text{ V}$$

### Question 6

$$V_{23} = -V_{24} \cdot \frac{R_{10}}{R_9}$$

$$V_{23} = 11 \text{ V}$$

### Question 7

Le curseur de P2 est en butée basse :

$$V_{p\min} = \frac{V_{23} \cdot R_6 + V_{24} \cdot (R_5 + P_2)}{R_5 + P_2 + R_6}$$

$$V_{p\min} = -3,6 \text{ V}$$

Le curseur de P2 est en butée haute :

$$V_{p\max i} = \frac{V_{23} \cdot (R_6 + P_2) + V_{24} \cdot R_5}{R_5 + P_2 + R_6}$$

$$V_{p\max i} = 3,6 \text{ V}$$

### Question 8

A1 et A0 permettent de sélectionner l'une des quatre sorties OUTA à OUTD pour le résultat d'une nouvelle conversion.

Val\_U2 permet de mémoriser (LATCHED) une donnée analogique ou autoriser en permanence une conversion (TRANSPARENT).

**Question 9**

A partir de la documentation sur l'AD7226,  $V_{21} = \frac{V_{ref} \cdot N}{256}$  avec  $V_{ref} = V_{23} = 11 \text{ V}$ .

Pour  $N = 128 \Rightarrow V_{21} = 5,5 \text{ V}$

Pour  $N = 255 \Rightarrow V_{21} = 10,96 \text{ V}$

Voir feuille réponse N°1.

**Question 10**

Quand Val U2 est à l'état bas, le DAC A est sélectionné et transparent.

Quand Val U2 passe à l'état haut le DAC A est bloqué, il y a maintien de l'ancienne valeur de V21.

Voir feuille réponse N°1.

**Question 11**

Avec  $V_{21} = 6 \text{ V}$ ,  $V_{25\text{mini}} = 1,98 \text{ V}$   
 $V_{25\text{maxi}} = 2,13 \text{ V}$

La variation de V25 est donc de 0,15V.

**Question 12**

$$A_v = \frac{V_{26}}{V_{25}} = 1 + \frac{R_2}{R_1 + P_1}$$

**Question 13**

$$A_{v\text{max}} = 1 + \frac{R_2}{R_1} \qquad A_{v\text{max}} = 3,2$$

**Question 14**

$$A_{v\text{mini}} = 1 + \frac{R_2}{R_1 + P_1} = 2 \qquad P_1 = 10,9 \text{ k}\Omega$$

Il faut que P1 soit supérieur à 10,9 kΩ  $\Rightarrow P_1 = 22 \text{ k}\Omega$  (en E3)

**Question 15**

On a les relations suivantes avec  $A_v = 3$  et  $V_{22} = 0 \text{ V}$  :

$$V_{25} = 0,33 \cdot V_{21}$$

$$V_{26} = A_v \cdot V_{25} = 3 \cdot V_{25}$$

Voir feuille réponse N°1.

**III. Etude de la commande du moteur (FP3)**

**Etude de la production d'une tension triangulaire (FS38)**

**Question 16**

$$+V_{th} = -15 + \frac{30 \cdot (R_{26} + R_{27})}{R_{25} + R_{26} + R_{27}} = -15 + \frac{30 \cdot (5,1 + 7,5)}{7,5 + 5,1 + 7,5} = 3,8 \text{ V}$$

**Question 17**

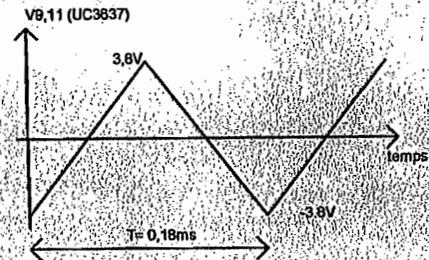
$$-V_{th} = -15 + \frac{30.R27}{R25 + R26 + R27} = -3,8V$$

**Question 18**

$$I_s = \frac{V_{th} - (-15)}{R28} = \frac{3,8 + 15}{10.10^3} = 1,8mA$$

**Question 19**

$$F = \frac{I_s}{2.C_7.(V_{th} - (-V_{th}))} = 53kHz$$



**Etude générale de FS31 à FS37**

**Question 20**

Voir feuille réponse N°2.

**Question 21**

Les circuits Ua, Ub et Uc sont intégrés dans le circuit UC3637.

**Question 22**

R13-C1 est un filtre passe-bas.

R17-C3 est un filtre passe-bas.

**Question 23**

U4 :A et U4 :B sont câblés en montage suiveur de tension.

**Question 24**

Ua et Ub sont câblés en montage comparateur de tension.

**Etude du générateur de signaux (FS34, FS35, FS36 et FS37)**

**Question 25**

$$V35 = \frac{V_A.R21 + V_{CC}.R22}{R21 + R22}$$

**Question 26**

$$V36 = \frac{V_A.R24 + V_{EE}.R23}{R23 + R24}$$

**Question 27**

On a les relations suivantes :

$$V35 = \frac{V_A.R21 + V_{CC}.R22}{R21 + R22} = 0,892.V_A + 1,6$$

$$V36 = \frac{V_A.R24 + V_{EE}.R23}{R23 + R24} = 0,892.V_A - 1,6$$

Voir feuille réponse N°3.

**Question 28**

Supprimons les condensateurs C1 et C2 (étude statique), U4:A est un suiveur et U4:C est un amplificateur inverseur, donc :

$$V_{34} = -\frac{V_{32} \cdot R_{16}}{R_{14}} = -V_{32}$$

**Question 29**

U4:B est un suiveur et les condensateurs C3 et C4 sont supprimés, donc  $V_{33} = V_{26}$ .

Comme  $V_{26} = V_{32} \Rightarrow V_{33} = -V_{34}$

**Etude de la commande du moteur (FS310 et FS312)**

**Question 30**

$EN1 = EN2 = NL1$ .

**Question 31**

U7:B et U7:C sont deux inverseurs logiques. On en déduit :

$E1 = \overline{E2}$  et  $E4 = \overline{E3}$

Le symbole dans U7:B indique que l'entrée est de type trigger de Schmitt (deux seuils de commutation).

**Question 32**

Pour avoir  $V_{alim} = 24V$ , il faut alimenter la bobine du relais REL1, ce qui impose de saturer Q2  $\Rightarrow VAL\_MOTEUR = NL0$ .

**Question 33**

$A_{out} = +15V \Rightarrow E2 = NL1 \Rightarrow E1 = NL0 \Rightarrow S1 = NL0$  et  $S2 = NL1$

$B_{out} = 0V \Rightarrow E3 = NL0 \Rightarrow E4 = NL1 \Rightarrow S3 = NL0$  et  $S4 = NL1$

T1 et T3 sont saturés, T2 et T4 sont bloqués.

Voir feuille réponse N°4.

**Question 34**

$A_{out} = 0V \Rightarrow E2 = NL0 \Rightarrow E1 = NL1 \Rightarrow S1 = NL1$  et  $S2 = NL0$

$B_{out} = +15V \Rightarrow E3 = NL1 \Rightarrow E4 = NL0 \Rightarrow S3 = NL1$  et  $S4 = NL0$

T1 et T3 sont bloqués, T2 et T4 sont saturés.

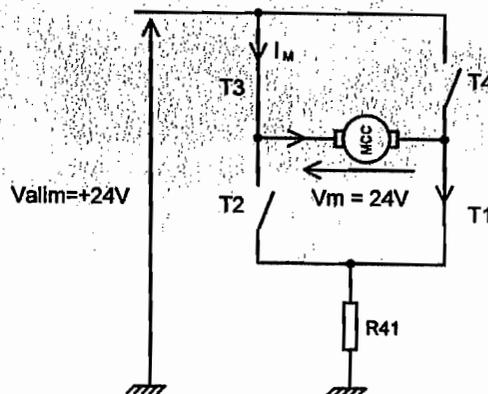
Voir feuille réponse N°4.

**Question 35**

Si  $V_m = +24V$

T1 et T3 saturés

T2 et T4 bloqués



### Question 36

La résistance R41 fait la conversion courant/tension.

### Question 37

Il y a blocage du moteur si  $V_{R41} \geq 0,2 \text{ V}$ ,  $V_{R41} = R41 \cdot I_M$

L'intensité maximale pouvant traverser le moteur est donc :  $\frac{0,2}{R41} = \frac{0,2}{0,1} = 2 \text{ A}$

## IV. UNITE DE TRAITEMENT (FP1)

### Question 38

La mémoire U3 possède 15 fils d'adresses (A0 à A14)  $\Rightarrow 2^{15}$  combinaisons possibles.

Soit 32768 octets.

Soit 32 Koctets.

### Question 39

C'est une mémoire programmable et effaçable électriquement.

### Question 40

La mémoire U5 possède 13 fils d'adresses (A0 à A12)  $\Rightarrow 2^{13}$  combinaisons possibles.

Soit 8192 octets.

Soit 8 Koctets.

### Question 41

Voir feuille réponse N°4

### Question 42

Voir feuille réponse N°4

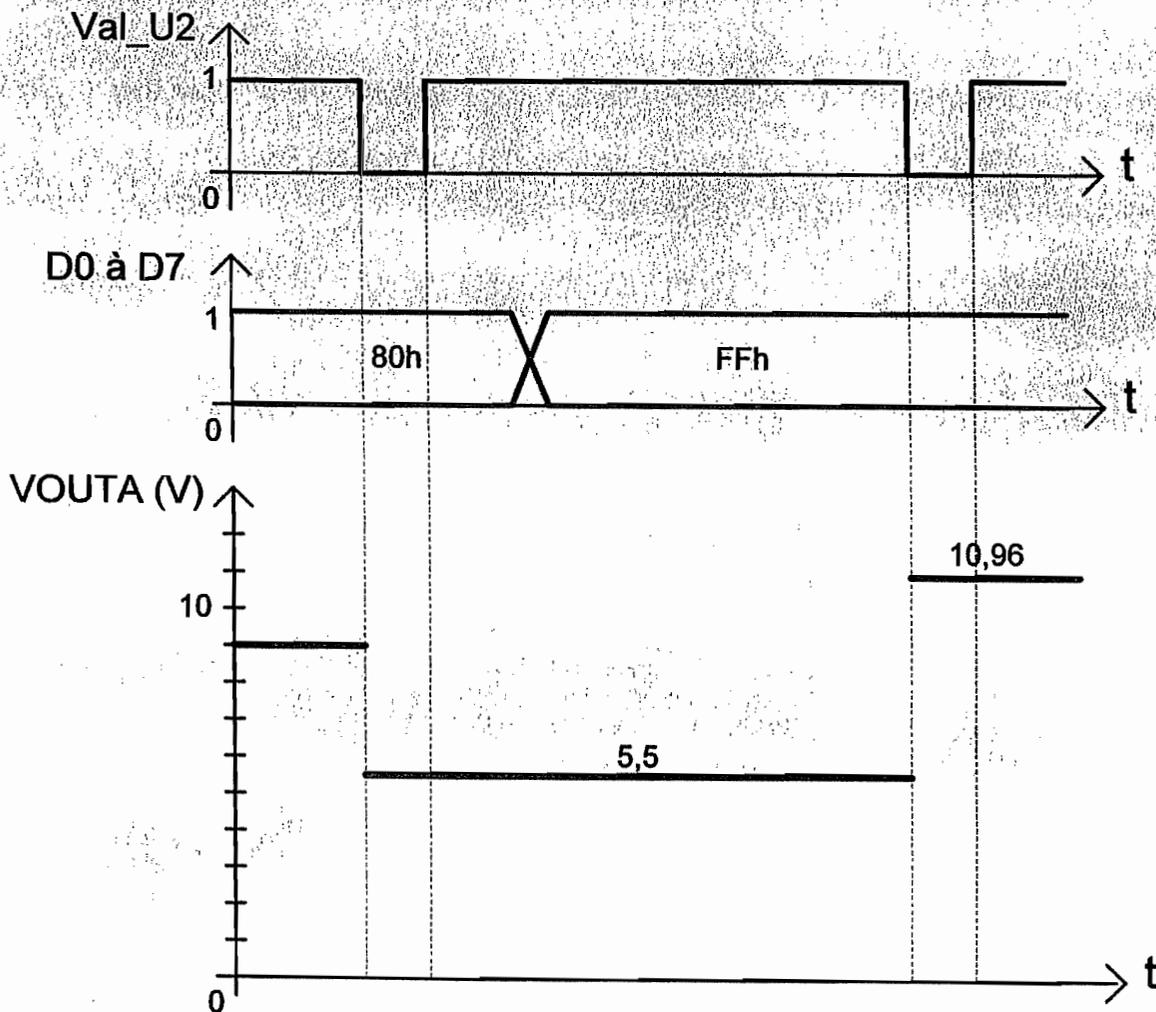
# FEUILLE REPONSE N°1

## (à rendre)

### Questions N° 9 et 15

/ WR	A1	A0	D0 à D7 (hexadécimal)	D0 à D7 (décimal)	OUTA (V21, en Volt)	V25	V26
0	0	0	00h	0	0	0	0
0	0	0	80h	128	5,5	1,81	5,44
0	0	0	FFh	255	10,96	3,61	10,85

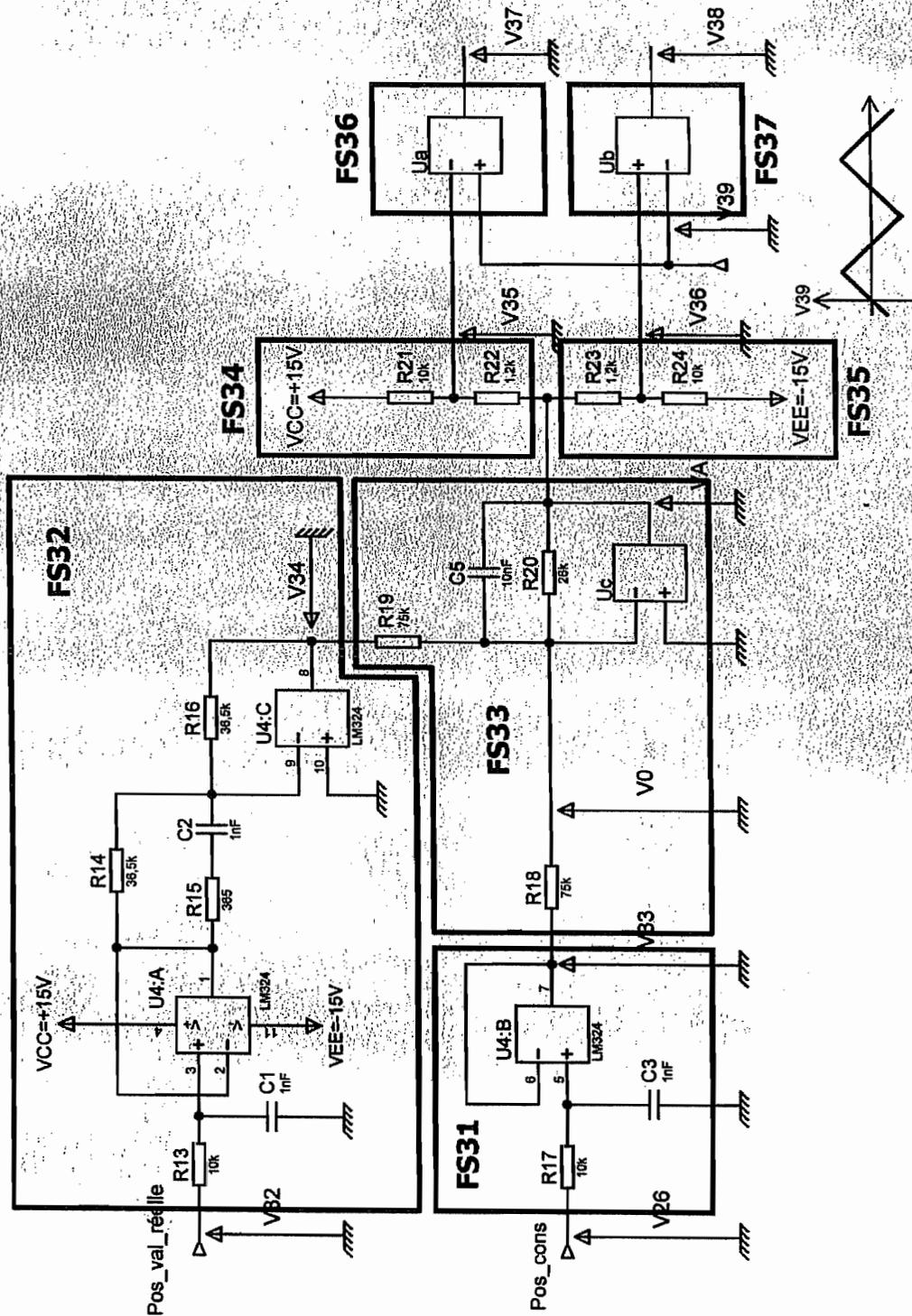
### Question N° 10




  
**FEUILLE REponse N°2**
  
 (à rendre)

**Question N° 20**

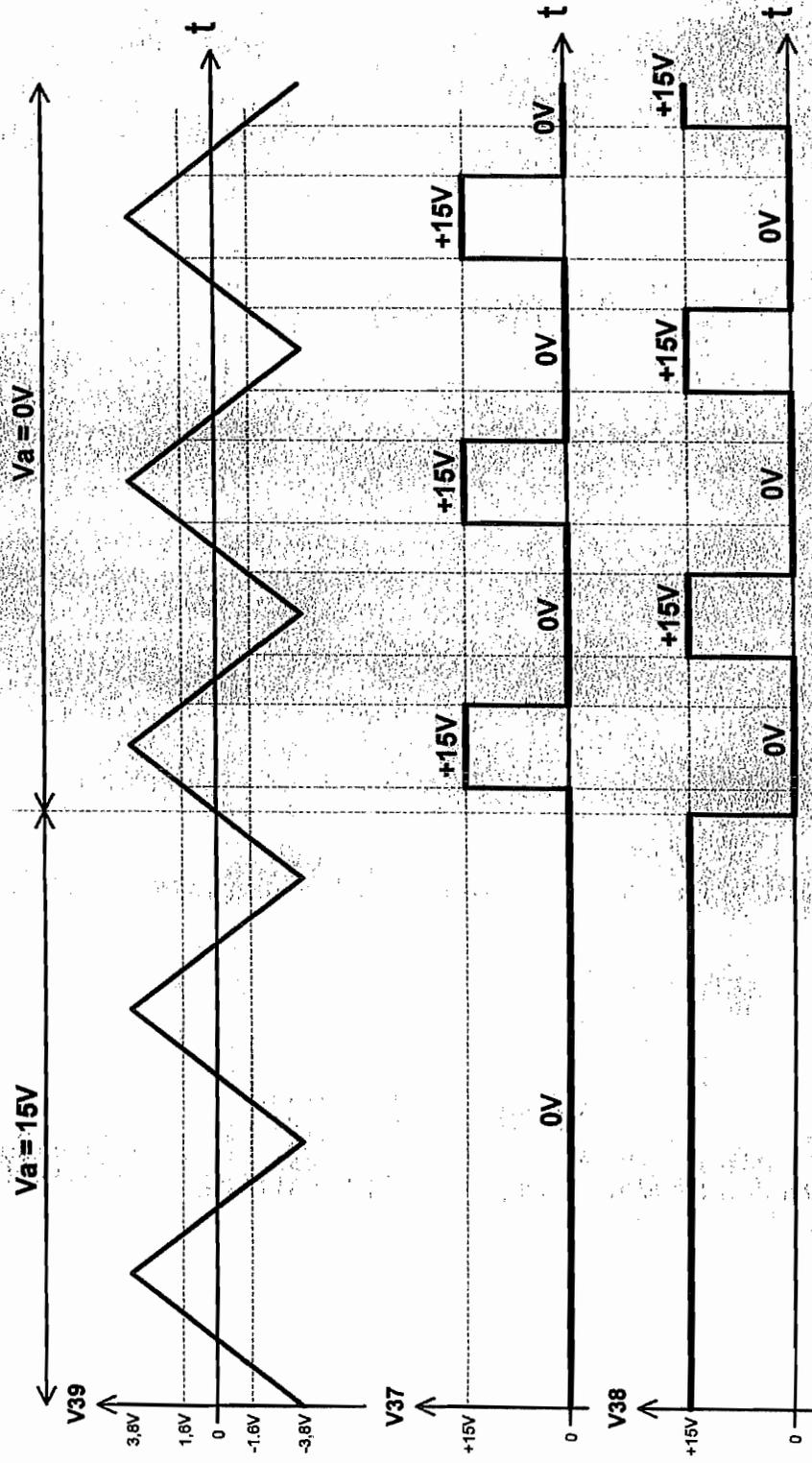
**Schéma structurel partiel de FP3**



Fomesoutra.com  
**FEUILLE REPONSE N°3**  
 (à rendre)

**Question N°27**

Va	V35	V36
-15V	-11,8V	-15V
0V	1,6V	-1,6V
+15V	15V	11,8V



# FEUILLE REPONSE N°4

(à rendre)

## Questions N° 33 et 34

		B: bloqué F: fermé											
A out	B out	S1	S2	S3	S4	VGS1	VGS2	VGS3	VGS4	T1	T2	T3	T4
+15V	0V	0	1	0	1	+14V	0V	-14V	0V	F	B	F	B
0V	+15V	1	0	1	0	0V	+14V	0V	-14V	B	F	B	F

## Questions N° 41 et 42

Circuit	A15	A14	A13	A12	A11	A10	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	Hexa
U3	Début	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8000h
	Fin	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	FFFFh
U5	Début	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0000h
	Fin	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1FFFh
U7	Début	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3800h
	Fin	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	380Fh