

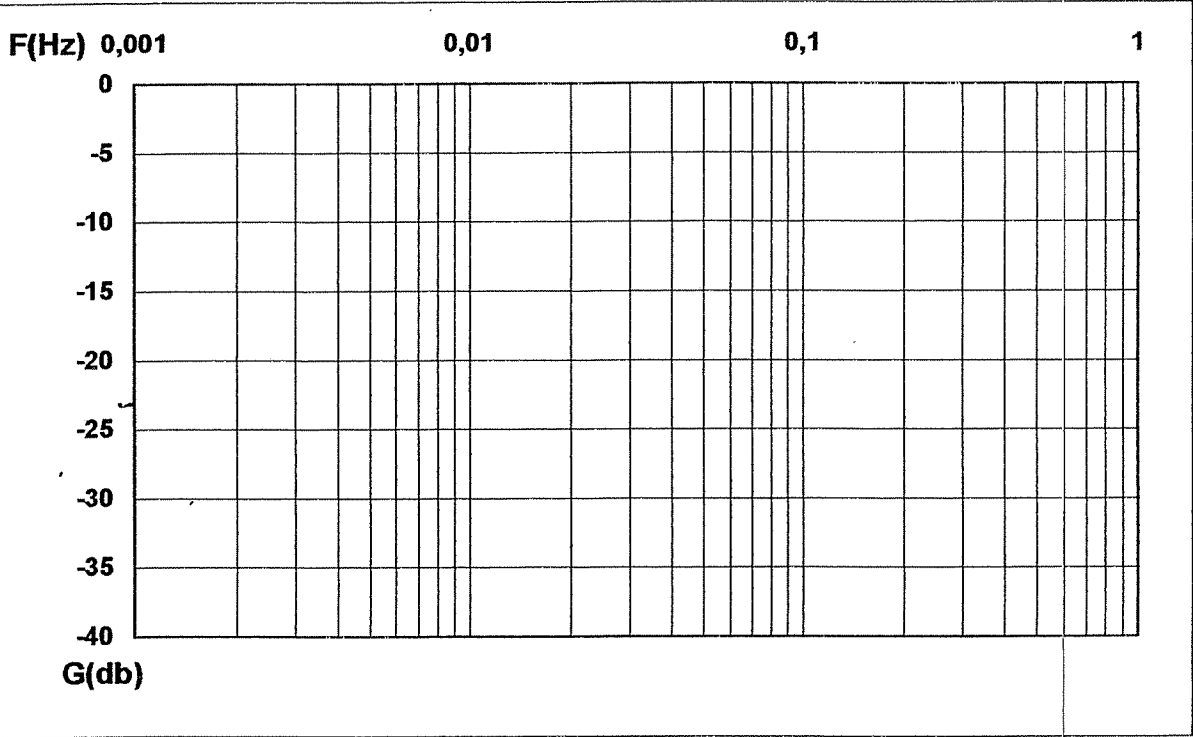
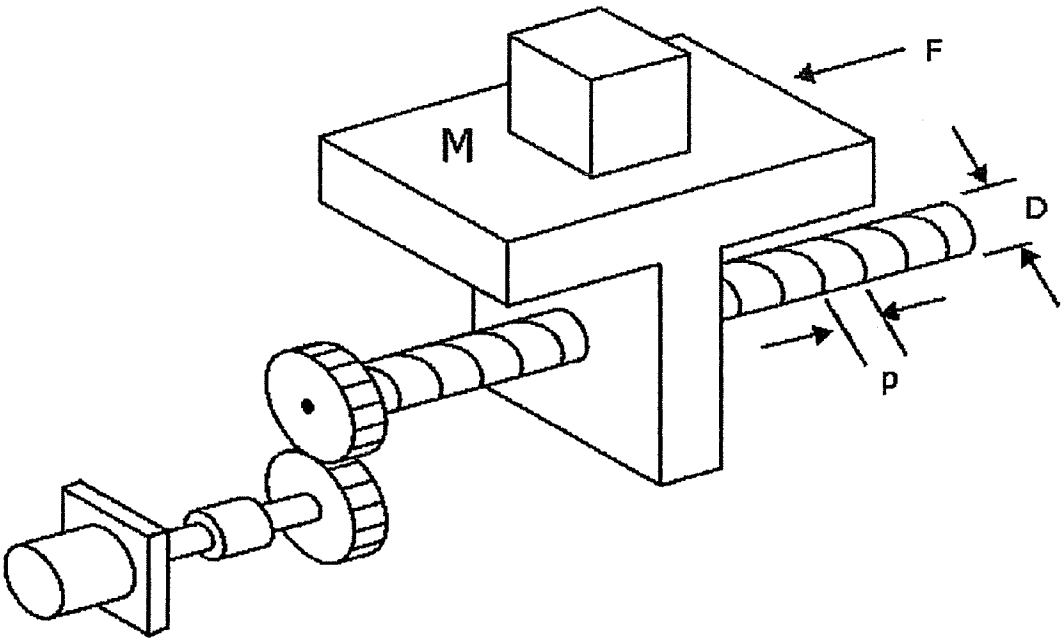
PARTIE A

CALCULS MECANIQUE SUR LA PARTIE OPERATIVE

Dans cette partie A vous allez calculer les différents paramètres qui ont conduit à la détermination du moteur, de type « V850 -012 », assurant l'entraînement de l'axe X (voir DT 1 et 2) et vous dimensionnerez son alimentation.  
D'autre part, vous choisirez le codeur incrémental permettant d'obtenir la résolution désirée.

Principales caractéristiques mécaniques de l'axe X et leur notation:

- |  |         |                    |
|--|---------|--------------------|
| • M : masse en déplacement                     |         | 250 kg             |
| • F : effort de coupe et de frottement         |         | 600 N              |
| • V : vitesse                                  | maximum | 0,25 m/s           |
| • $\gamma$ : accélération                      | maximum | 1 m/s <sup>2</sup> |
| • p : pas de la vis à billes                   |         | 20 mm              |
| • D : diamètre de la vis                       |         | 32 mm              |
| • K : indice de réduction                      |         | 2,5                |
| • $\eta$ : rendement global de la transmission |         | 0,8                |
| • Résolution                                   |         | 125 points/mm      |



E7.2 En considérant que la fréquence de variation de la tension V5 est beaucoup plus grande que la fréquence de coupure de l'étage, indiquer quelle sera la caractéristique de la tension V6 par rapport à V5.

E8 On désire obtenir une tension V7 proportionnelle à la valeur efficace de inst.

Rappeler la formule générale de calcul de la valeur efficace d'un courant quelconque.  
A partir des résultats précédents, déduire la fonction de transfert de l'étage compris entre V6 et V7.  
Donner l'équation de V7 en fonction de inst.

**A1 Calcul des vitesses de rotation  $N$  (tr/s) et  $\Omega$  (rad/s)**

- A1.1** Donner l'expression littérale de la vitesse de rotation de la vis à billes  $N_v$  (tr/s) en fonction de  $V$  et  $p$ . Application numérique pour la vitesse maximum.

- A1.2** Donnez l'expression de la vitesse de rotation du moteur  $N_m$  et  $\Omega_m$  en fonction de  $V$ ,  $p$  et  $K$ . On précise que le moteur tourne plus vite que la vis. Application numérique pour la vitesse maximum.

- A1.3** Quelle est la vitesse maximum de rotation du moteur en tr/min ? A quel paramètre de la documentation technique doit il être comparé ? Le choix du moteur est-il judicieux ?

**A2 Calcul de l'accélération angulaire  $\Omega'$  en  $\text{rad/s}^2$  sur l'arbre moteur.**

**Hypothèse :** démarrage du repos et mouvement uniformément accéléré jusqu'à  $V$  max.

- A2.1** Donner l'expression du temps d'accélération  $t_a$ , en fonction de  $V$  et  $\gamma$ . Application numérique.

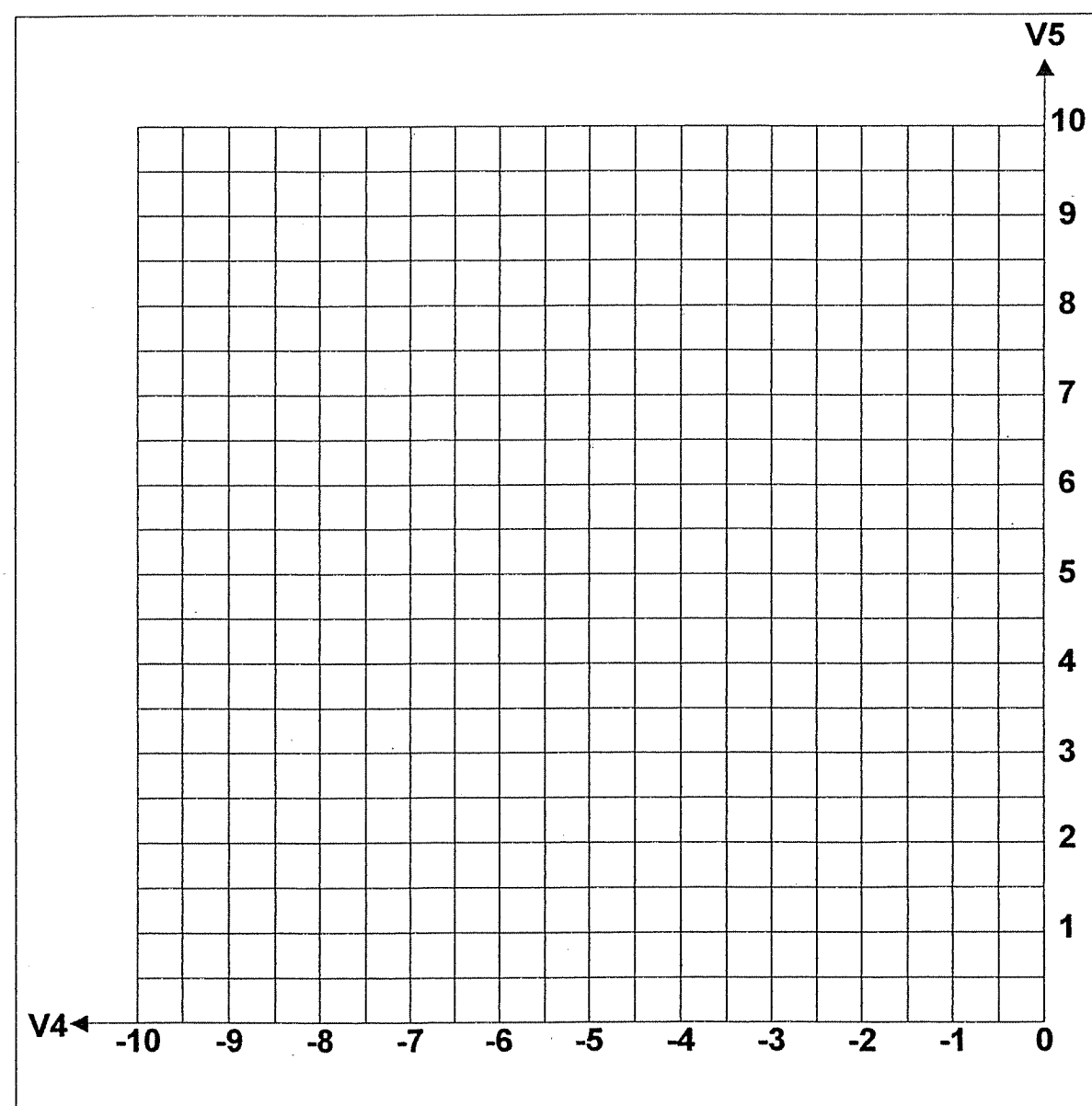
- E6** On admet que la fonction de transfert, étudiée à la question précédente, est de la forme  $Y = X^2 / 10$ .  
Exprimer alors  $V_5$  en fonction de  $V_4$ , puis  $V_5$  en fonction de  $I_{\text{inst}}$  en utilisant le résultat de la question E4.

- E7** On s'intéresse à la fonction constitué de  $R_{24}$  et  $C_3$ .

- E7.1** Exprimer la fonction de transfert  $V_6/V_5 = f(F)$ .  
Tracer, sur la page suivante, la courbe de gain du diagramme de Bode en précisant les caractéristiques particulières de cette courbe ( $G_{\text{max}}$ ,  $F_0$ , pente).

Zone 4

**E5.2** Tracer, sur le graphe ci-dessous, la courbe de transfert  $V5 = f(V4)$  pour  $V4$  variant de 0V à -10V



**A2.2** Dédurre du calcul précédent l'accélération angulaire maximum  $\Omega'm$  sur l'arbre moteur. Application numérique.

**A3** Calcul du moment d'inertie total  $Jt$  ( $kg.m^2$ ) sur l'arbre moteur

**A3.1** Le moment d'inertie équivalent  $Jé$  de la partie en mouvement ramené sur l'arbre moteur est donné par la formule  $Jé = \frac{M}{K^2} \left( \frac{p}{2\pi} \right)^2$  en  $kg.m^2$  avec les unités légales. Calculer  $Jé$ .

**A3.2** Une expression approchée du moment d'inertie total  $Jt$  sur l'arbre moteur est  $Jt = Jé + Jm$  avec  $Jm$  moment d'inertie du moteur. Calculer  $Jt$ .

**A4** Calcul du couple d'accélération  $Ca$  (Nm) que doit fournir le moteur

**A4.1** Le couple d'accélération est donné par la formule  $Ca = Jt \cdot \Omega'm$ . En tenant compte du rendement de la transmission, calculer le couple  $Ca$  que doit fournir l'arbre moteur.

**A5 Calcul du couple de travail  $C_w$  (Nm) que doit fournir le moteur pour vaincre les forces de frottement et l'effort d'usinage**

Le couple  $C_w$  que doit fournir le moteur sur son arbre est donné par la formule

$$C_w = F \cdot \frac{1}{K} \cdot \frac{P}{2 \cdot \Pi} \cdot \frac{1}{\eta} \text{ en Nm avec les unités légales. Calculer } C_w.$$

**A6 Calcul du couple total  $C_m$  fournit par le moteur**

**A6.1** Calculer  $C_m$  en sachant qu'il correspond à la somme des couples précédents.

**A6.2** A quel paramètre de la documentation technique doit il être comparé ? Le choix du moteur est-il judicieux ?

**A7 Calcul de la puissance du moteur et dimensionnement de son alimentation.**

**A7.1** Calculer la puissance mécanique utile sur l'axe du moteur.

**A7.2** Sachant que le rendement du moteur est de 0,9 en déduire la puissance électrique absorbée par celui ci.

**E5** On désire tracer la courbe de transfert  $V_5 = f(V_4)$  si  $V_4$  varie de 0V à -10V. Celle-ci est divisée en 4 zones liées à la mise en conduction des diodes D8 à D10.

**E5.1** Pour chacune de ces zones :

- Donner les valeurs limites de  $V_4$ .
- Préciser l'état des diodes zener.
- Exprimer l'amplification de l'étage.
- Calculer celle-ci.

Zone 1

Zone 2

Zone 3

**E4** Cette question a pour but de découvrir le rôle de l'étage constitué par U3 et les éléments associés.

On suppose la tension V3 négative.

Quel est le signe de la tension Vs3 ? Quel est alors l'état des diodes D6 et D7 ?

En déduire le signe et la valeur de V4 en fonction de V3.

On suppose maintenant, la tension V3 positive.

Quel est le signe de la tension Vs3 ? Quel est alors l'état des diodes D6 et D7 ?

En déduire le signe et la valeur de V4 en fonction de V3.

En déduire les équations de V4 en fonction de V3, puis en fonction de l'inst.

**A7.3** Déterminer les caractéristiques électriques minimales de la source de tension capable d'alimenter le moteur.

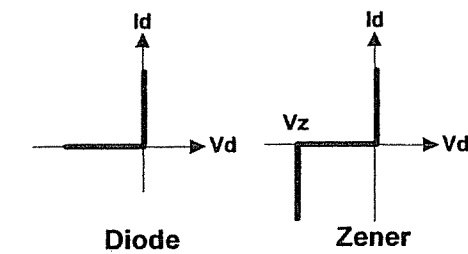
**A8** Choix du codeur, Le codeur incrémental est monté directement sur l'arbre du moteur c'est à dire que pour un tour moteur le codeur délivre N impulsions. N est la résolution du codeur.

**A8.1** Sachant que la résolution de la machine est de 125 points/mm en déduire la résolution du codeur.

**A8.2** Quelle est la fréquence maximum du signal en sortie du codeur.

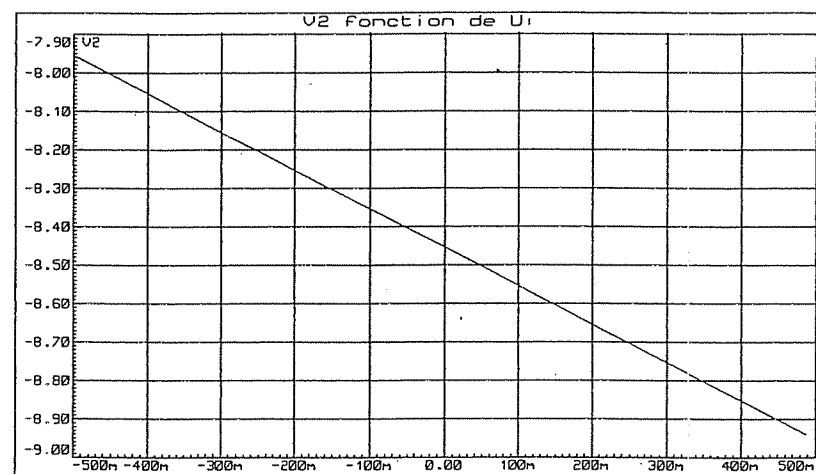
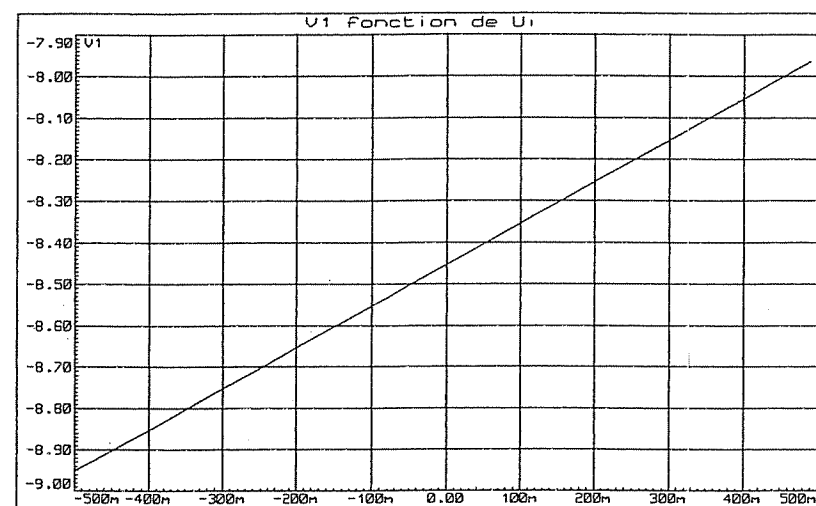
**Remarque :** Dans la suite, les AOP sont considérés comme parfaits. Ils sont alimentés en +15V et -15V.

Les caractéristiques idéalisées des diodes et diodes zener sont données ci-dessous :



- E3** On considère maintenant l'étage constitué des amplificateurs opérationnels U1 et U2.  
Exprimer  $V_3$  en fonction de  $V_1$ ,  $V_2$  et des éléments du montage.  
Calculer  $V_3$  en fonction de  $V_1$  et de  $V_2$ , puis  $V_3$  en fonction de  $I_{inst}$ .

**E2** Les courbes, obtenues en simulant l'étage à transistors Q1 à Q3, permettent de visualiser l'évolution des tensions V1 et V2 en fonction de la valeur de  $U_i$ .



Déduire de ceux-ci les équations de V1 et V2 en fonction de  $U_i$  puis en fonction de  $I_{inst}$ .

## PARTIE B

### ETUDE DE LA CARTE PROCESSEUR

Dans cette partie, vous allez étudier la carte « M68000-CC » qui est le cœur du système. Le schéma allégé comprend 3 pages, il est donné dans la partie documents constructeur pages DS1 à DS3.

#### Avertissements :

- Soit la variable logique X, son complément est noté  $\overline{X}$ .
- Un signal labellisé  $\overline{X}$  sur le schéma est noté  $\overline{X}$  dans le texte.
- Le bus d'adresse est constitué de 24 bits (A23 à A0) bien que A0 ne figure pas à l'extérieur du 68000.
- Pour déterminer les adresses d'un circuit les bits non utilisés seront considérés à 0.
- Bien que la documentation technique de certains composants ne soit pas fournie, il est possible de répondre aux questions.

#### B1 Capacité et technologie des différents circuits mémoire.

**B1.1** Quelle est en bits et en octets la capacité mémoire de chacun des circuits U2, U4 et U6 ? Justifier votre réponse et commenter les références en caractères gras des circuits 27C512, 628128, 28128.

U2

U4

U6

**B1.2** Quelles sont les caractéristiques technologiques qui différencient ces 3 circuits.

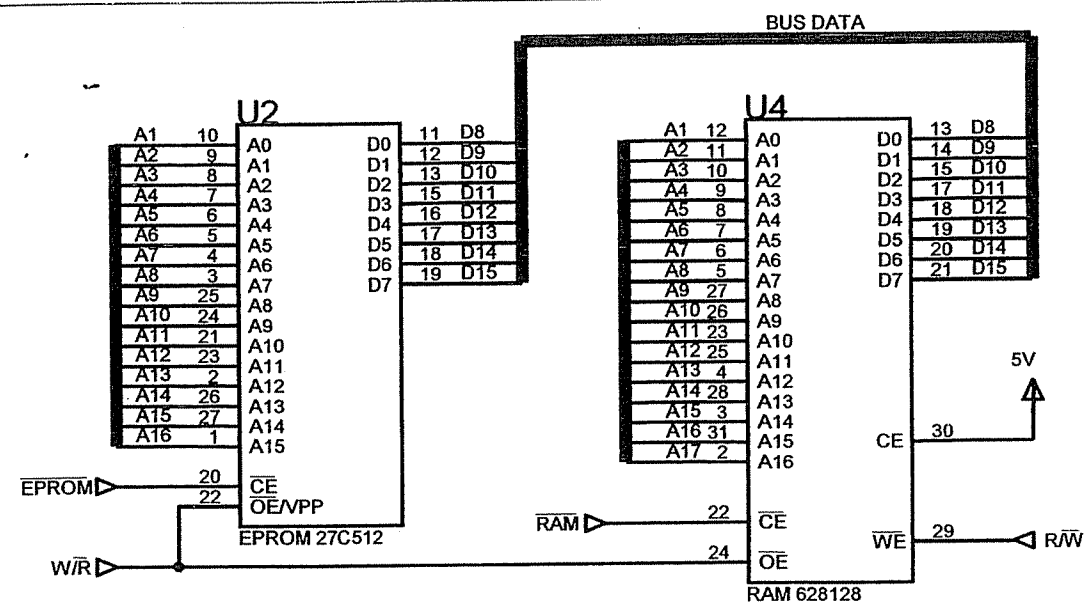
U2

U4

U6

**B2 Connexion de plusieurs circuits sur un bus de données. L'extrait du schéma suivant donne un exemple de ce type de câblage.**

**B2.1** Quelle est la caractéristique technologique d'un circuit permettant sa connexion sur un bus de données.

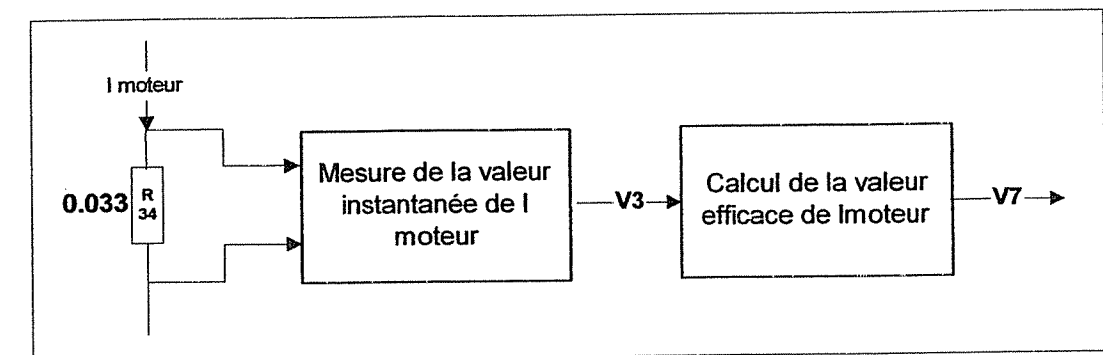


**B2.2** Dans le cas du câblage sur le bus de données de U2 et U4, expliquer pourquoi il n'y aura pas de conflit de bus. Pour cela vous justifiez les connexions /CE, /OE, /WE.

## PARTIE E

### MESURE DU COURANT MOTEUR

Comme il a été précédemment indiqué, le variateur MSM utilise une boucle de courant. La fonction « MESURE DU COURANT » permet de fournir au système 2 informations, V3 et V7, liées au courant d'induit du moteur.



La tension V3 est l'image du courant instantané dans le moteur.  
La tension V7 est proportionnelle à la valeur efficace du courant.

Dans la suite, les notations suivantes concernant le courant moteur, seront adoptées :

- $I_{inst}$  valeur instantanée.
- $I_{moy}$  valeur moyenne.
- $I_{eff}$  valeur efficace.

Le schéma structurel de cette fonction est donné page DS5 du dossier des schémas constructeur.

**E1** Le courant d'induit du moteur traverse le shunt R34. Exprimer la tension  $U_i$  en fonction de celui-ci et calculer ses limites si  $I_{inst}$  varie de +15A à -15A.



**B3 Etude du décodage d'adresse des circuits EPROM, RAM et EEPROM**

**B3.1** Soit F la sortie du circuit U100:F. Donner son équation sous forme d'un produit. En déduire l'état logique des signaux /AS et A23 pour que le circuit U105:A (74LS139) soit validé.

**B3.2** Compléter le tableau suivant permettant de déterminer les zones d'adresses mémoire occupées par (U2 U3) (U4 U5) et U6. Pour cela vous devez établir les conditions qui rendent actives les sorties de U105:A. Les bits d'adresse ou signaux non utilisés seront notés X.

	/VMA	/AS	A23	A22	A21	A20	A19	A18	A17	A16	A15	Adresse hexadécimale
/RAM U2 U3												basse
												haute
/EPROM U4 U5												basse
												haute
/EEPROM U6												basse
												haute

**B4 Etude du décodage d'adresse des circuits U300, U301, U306 et U307**

**B4.1** Quelle est l'entrée qui sélectionne ou valide chacun des circuits suivants ?

U300 :  
U301 :  
U306 :  
U307 :

**B4.2** Combien d'adresse(s) occupe(nt) chacun des circuits suivants ?

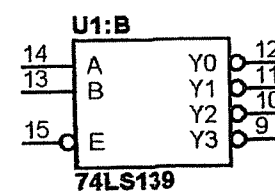
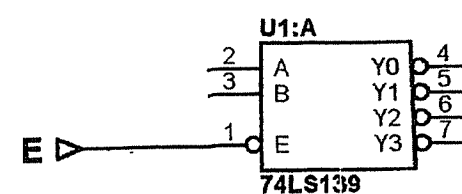
U300 :  
U301 :  
U306 :  
U307 :

**B4.3** Compléter le tableau suivant permettant de déterminer les zones d'adresses mémoire occupées par U300, U301, U306 et U307. Pour cela vous devez établir les conditions qui rendent actives les sorties de U106.

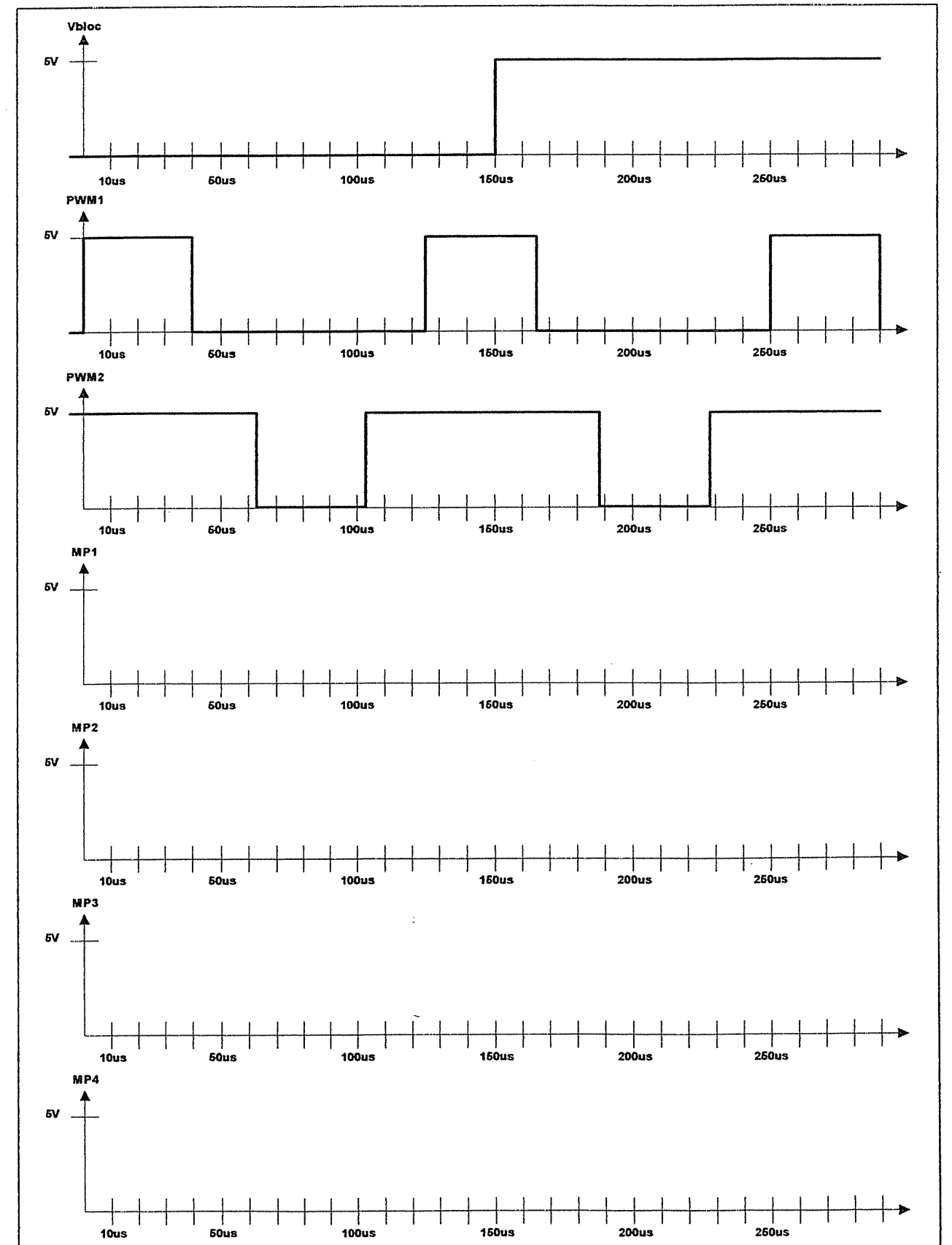
	/VMA	/AS	A23	A22	A21	A20	A19	Adresse hexadécimale de base
/CAN								
/CPTX								
/CNAX								
/CNAB								

**B4.4** Soit un bus adresse de 16 bits (A15.....A0). Compléter le schéma suivant permettant d'obtenir huit signaux actifs à l'état bas qui assure la validation de zone mémoire suivant la liste ci dessous.

- /Page0 \$4000 à \$4fff
- /Page1 \$5000 à \$5fff
- /Page2 \$6000 à \$6fff
- /Page3 \$7000 à \$7fff
- /Z0 \$0000 à \$3fff
- /Z1 \$4000 à \$7fff
- /Z2 \$8000 à \$bfff
- /Z3 \$c000 à \$ffff



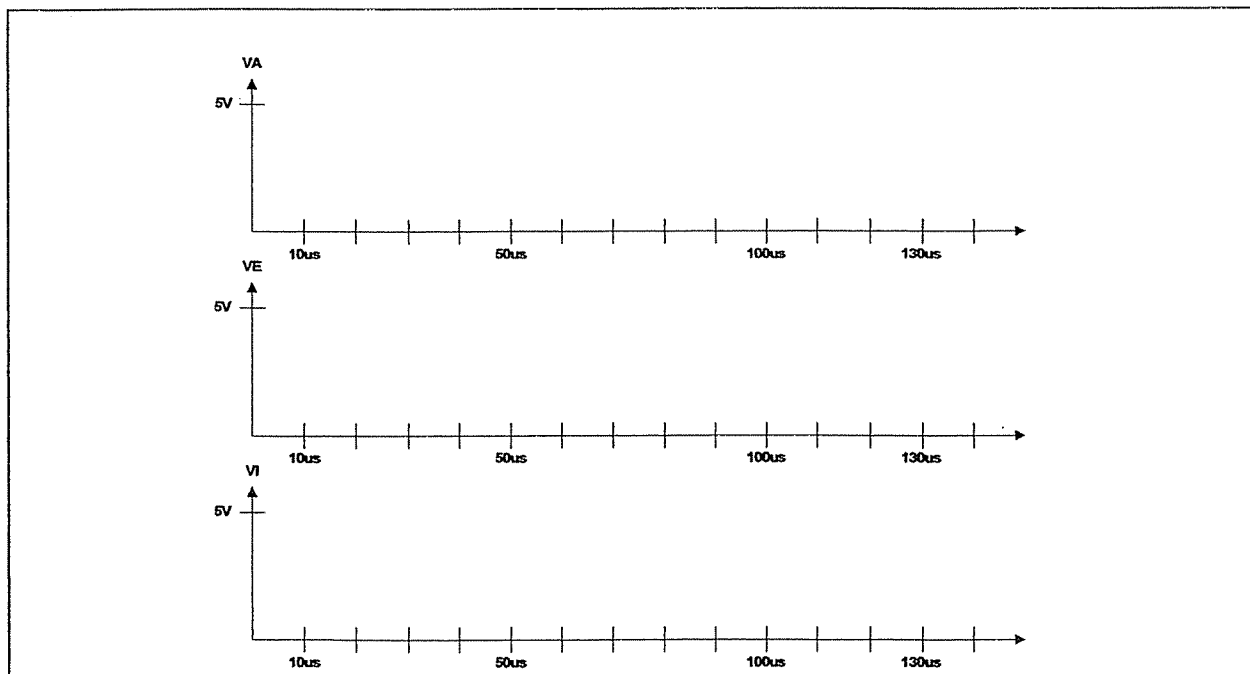
**D2.24** Compléter les chronogrammes de signaux MP1 à MP4 en tenant compte des signaux PWM1, PWM2 et Vbloc et des résultats de la question précédente.



**D2.21** Le signal au point A est de forme rectangulaire, d'amplitude maximale +5V, de fréquence 8Khz et de rapport cyclique 1/2.  
Compléter, au bas de la feuille, les chronogrammes des tensions aux points A et E. Les valeurs de tensions, de temps seront justifiées par le calcul et apparaîtront sur le graphe.

**D2.22** En examinant la documentation constructeur du circuit 74HC14 (page DT15 et DT16), indiquer son rôle ainsi que les valeurs typiques de tension d'entrée qui assurent le basculement de la tension de sortie.  
Ces caractéristiques seront relevées pour une tension d'alimentation de 4.5V.

**D2.23** Calculer alors le retard introduit par le circuit résistance, condensateur et diode et compléter le chronogramme de la tension au point I.

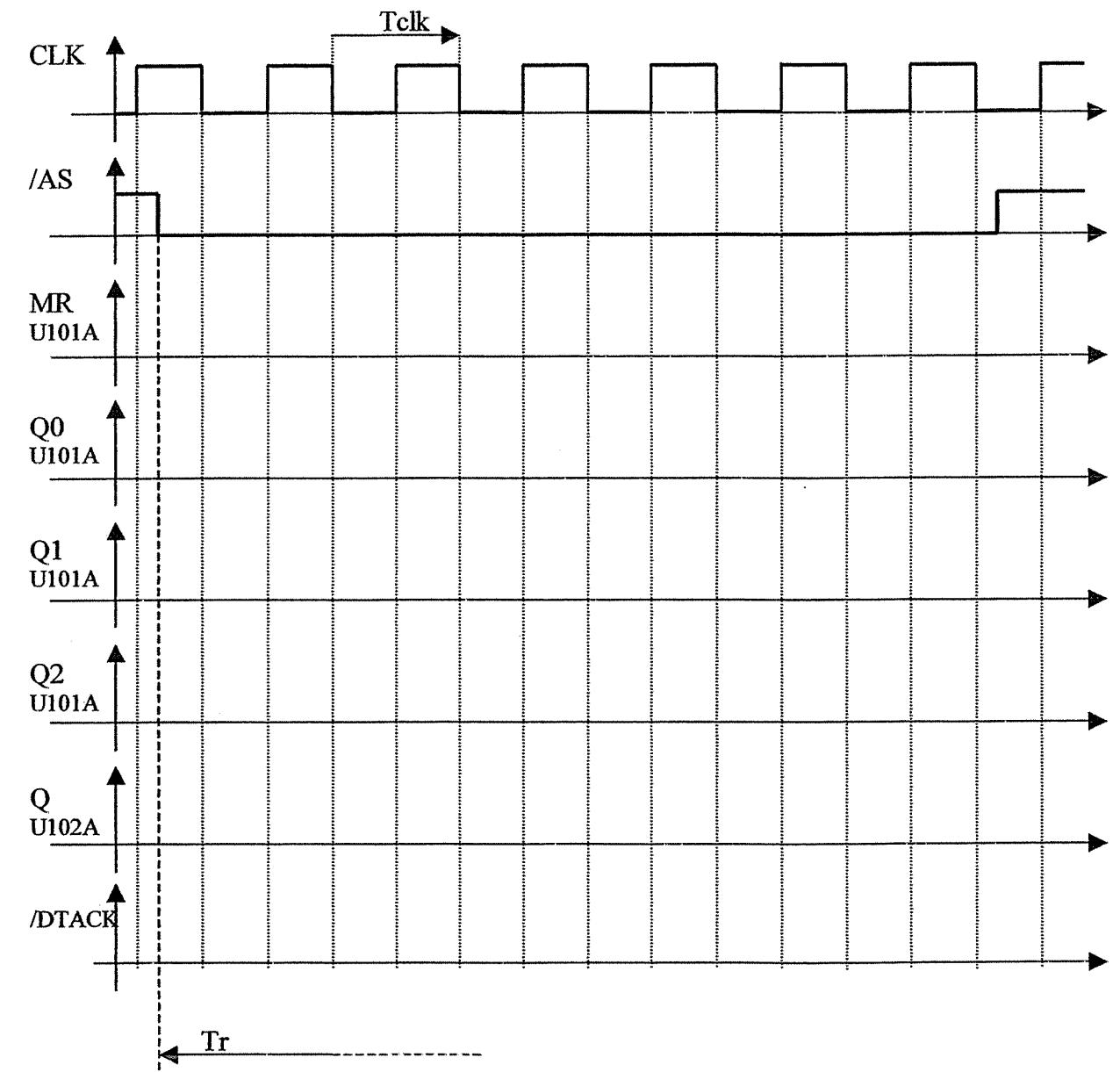


**B5 Recherche de chronogrammes.** Nous allons étudier le fonctionnement de la fonction qui produit le signal « /DTACK » nécessaire à la synchronisation des échanges entre le 68000 et l'extérieur. Cette fonction comprend entre autres U101 :A, U102 :A, U103 :A, SW100...

#### Hypothèses

- SW100 : 1 seul contact est fermé à la fois. Ici contact 3-6 fermé
- /RAM = 1
- A23 = 0

**B5.1** Compléter les chronogrammes suivants.



**B5.2** Soit  $T_r$  le temps de décalage entre le front descendant de /AS et celui de /DTACK. Exprimer la valeur approchée de  $T_r$  en fonction de  $T_{clk}$ .

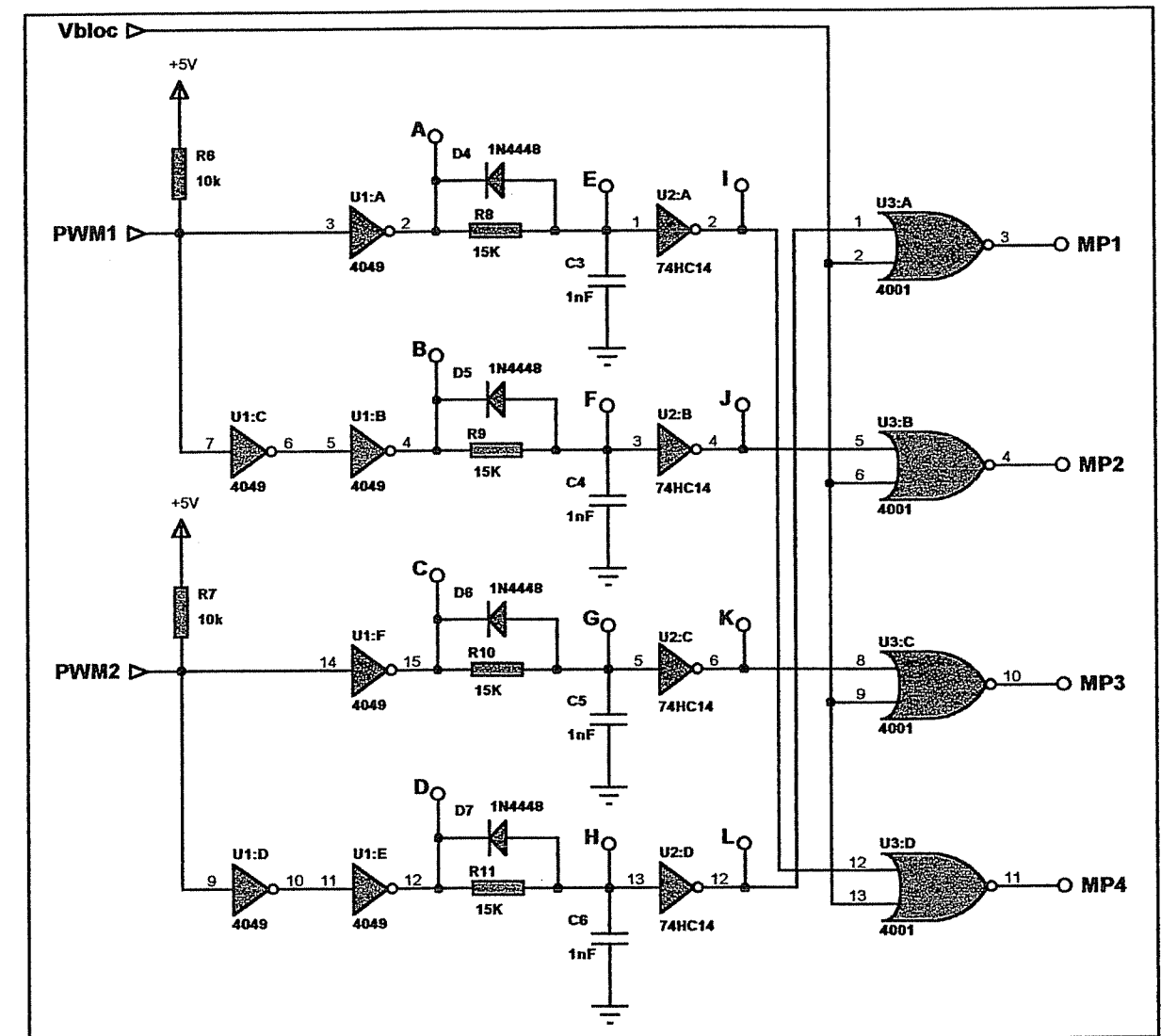
**B5.3** Dédurre du résultat précédent la valeur approchée de  $T_r$  pour les autres positions possibles de SW100. En déduire le rôle de SW100.

**B5.4** Justifier l'hypothèse de départ : « SW100 : 1 seul contact est fermé à la fois ».

**B5.5** On distingue 2 types de compteurs : compteur synchrone ou compteur asynchrone. Indiquer ce qui les différencie et donner le type du compteur utilisé dans la fonction étudiée dans la question précédente B5 ?

## D2.2 MISE EN FORME

L'étude qui suit, mettra en évidence la forme des signaux obtenus aux points MP1 à MP4.



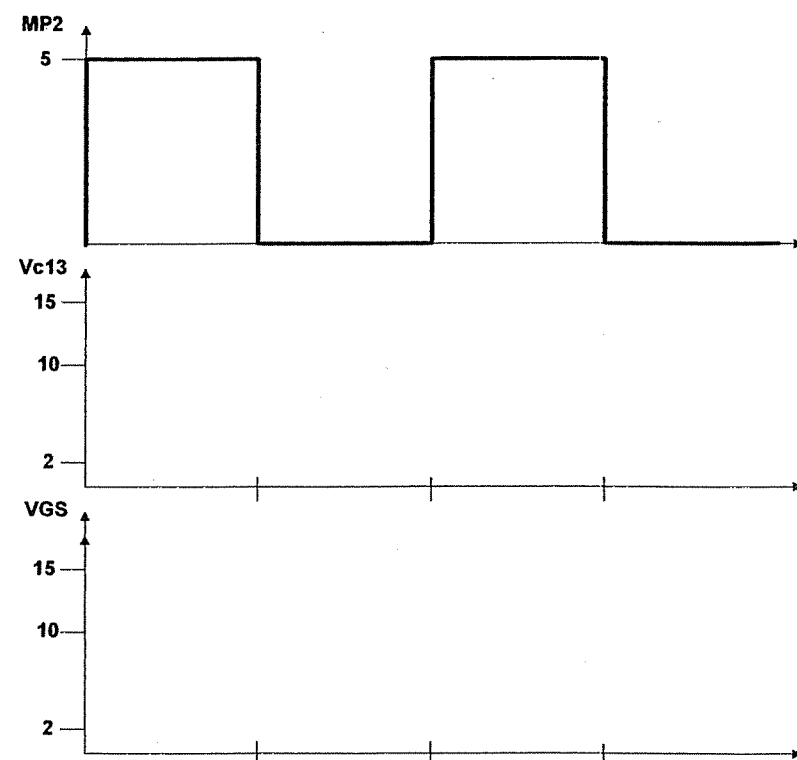
Remarque : Les circuits logiques sont alimentés en 0V, +5V.

Dans un premier temps, on se propose d'étudier l'influence du circuit résistance condensateur et diode sur les signaux issus des portes logiques. Pour cela, on s'intéresse aux montages compris entre les points A et I.

**D2.16** Remplir le chronogramme de Vc13 en fonction de MP2 en précisant les amplitudes du signal.

**D2.17** Le transistor MOSFET Q13 (IRF530) présente entre sa grille et sa source un condensateur parasite.

Relever sa valeur dans la documentation technique et compléter le chronogramme de VGS en calculant les amplitudes et les temps utiles.



## PARTIE C

### ETUDE DU CAN U301 CARTE COMMANDE AXES

(Schéma structurel page DS2)

Il permet à l'opérateur par action sur le potentiomètre P300 de régler la vitesse maximum de rotation de la broche en fonction du matériau à usiner. Pendant la fabrication cette vitesse peut varier en fonction des phases d'usinage sans jamais excéder la vitesse maximum pré réglée par l'opérateur. La consigne « VCONS BROCHE » est donnée au variateur qui assure la commande de la vitesse de rotation de l'électrobroche par le circuit CNA ADC0808 U301. Il permet aussi un test logiciel des tensions « REF+10V, 12V, -12V ».

**Nota :** un CAN effectue toujours la conversion par défaut.

**C1** A partir de la documentation (DT8 à DT12) et du schéma de câblage de U301 identifier les caractéristiques essentielles du montage (pleine échelle, quantum,...). Pour cela décrire le rôle des broches suivantes.

VREF(+ -)

IN(...)

ADD(...)

ALE

START

EOC

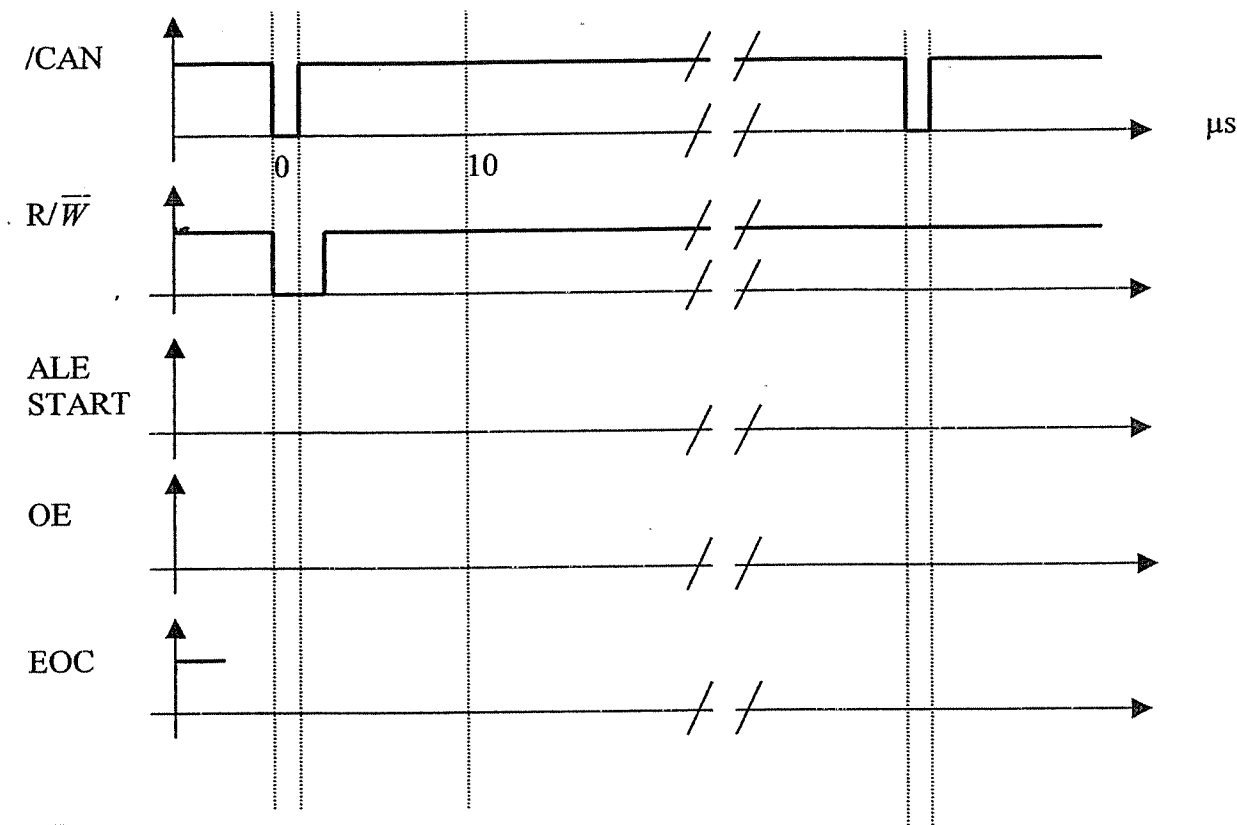
CLOCK

OE

**C2** Quelle est la fréquence du signal E1 appliqué sur l'entrée CLOCK ? En déduire les temps « tconv maximum » et « td » (voir doc. ADC0808).

C3 Compléter les chronogrammes suivants en faisant apparaître les deux temps « tconv et td » calculés précédemment.  
Indiquer très clairement les instants de :

- départ de conversion
- fin de conversion
- lecture du résultat



C4 Dédurre des chronogrammes précédents la fréquence maximum théorique d'échantillonnage d'un signal dans le cas ou une seule entrée est utilisée. On supposera le temps de lecture du résultat négligeable.

D2.12 On désire que  $I_{e4}$  ne soit fonction que de la tension au bornes de D3 et de R5.  
Proposer une modification du schéma de l'étage.

D2.13 A quelle condition peut-on considérer que  $I_{c4}$  (courant dans le collecteur) est égal à  $I_{e4}$ .

On s'intéresse maintenant au reste du montage.  
Le signal MP2 est de forme rectangulaire d'amplitude maximale +5V et minimale 0V.  
Les transistors Q9 à Q12 travaillent en commutation,  $|V_{besat}| = 0.8V$  et  $|V_{cesat}| = 0.3V$ .

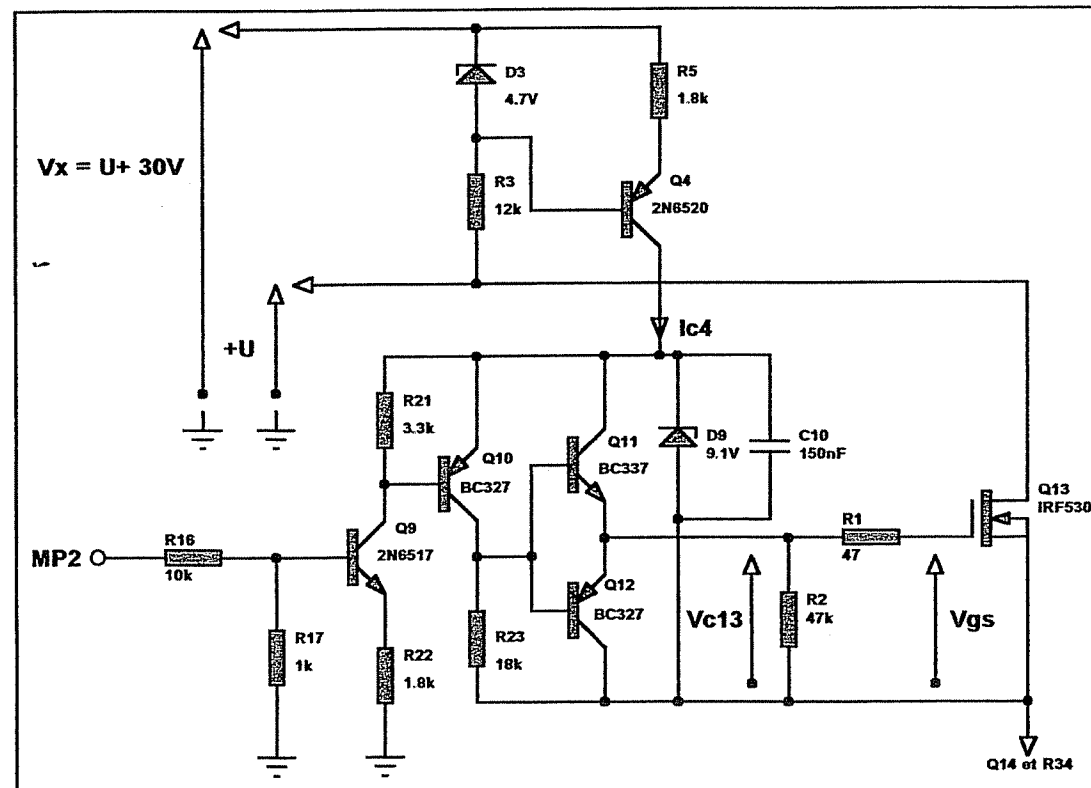
D2.14 Donner la valeur de MP2 qui assure la conduction de Q13 (IRF530).  
Justifier votre réponse en précisant l'état de chaque transistor.  
On rappelle que Q13 conduit si VGS est supérieur à 0.

D2.15 Vérifier pour la 2<sup>ème</sup> valeur de MP2 que VGS est bien égal à 0V en donnant l'état de chaque transistor.

**D2.1 CREATION DE LA TENSION DE COMMANDE DE Q13**

Elle reçoit les signaux  $V_x = U + 30V$  et MP2 signal rectangulaire d'amplitude +5V.

Son schéma structurel est donné ci-dessous :



On considère l'étage constitué de D3, R3, R5 et Q4.

**D2.11** Exprimer le courant  $I_{e4}$  courant dans l'émetteur de Q4 et montrer qu'il est constant et indépendant de U, de  $V_x$  et du reste du montage. Calculer ce courant en prenant  $V_{eb} = 0.6V$ .

**C5** Compte tenu du câblage du CAN et en particulier la non connexion de la sortie « EOC », indiquer comment vous en faites la gestion logiciel.

**C6** Quelle doit être la valeur normalisée de R312, choisie dans la série E12, pour obtenir le résultat hexadécimal « \$DC » lors de la mesure de la tension 12V (IN3). On admet pour les questions suivantes que la valeur de pleine échelle est 5v.

**C7** Mesure de la tension -12V (IN2). Calculer la tension appliquée sur l'entrée IN2. En déduire le résultat de la conversion lors de la mesure du -12V.

- C8** Mesure de la tension REF +10V (IN1). Sachant que la valeur des résistances R315 et R316 est à  $\pm 2\%$ , calculer les valeurs limites possibles de la tension appliquée sur l'entrée IN1 ainsi que la valeur typique. En déduire les résultats de conversion correspondants.

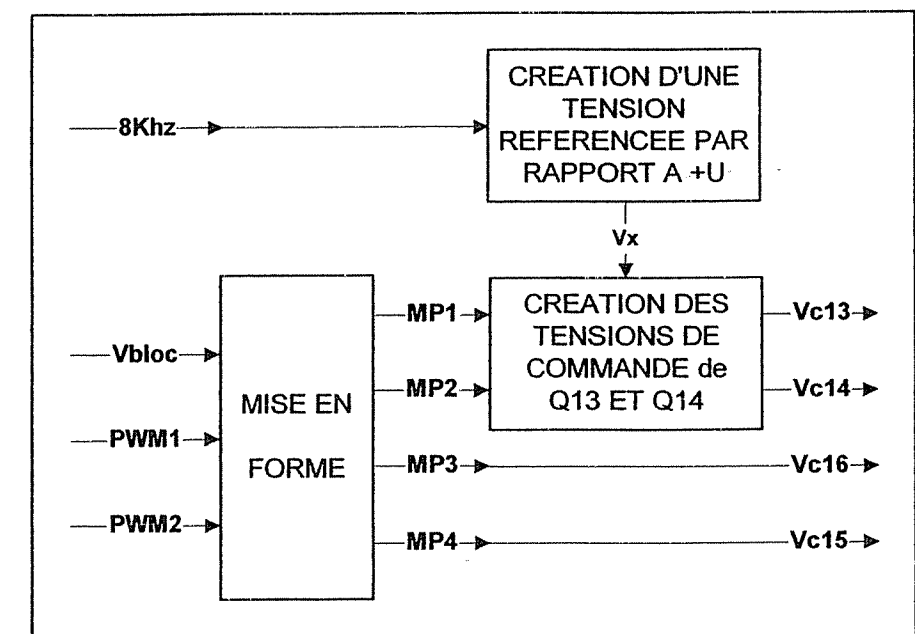
- C9** Soit « ADR\_CAN » l'adresse de base du circuit U301 dans le plan mémoire. Quelle doit être l'adresse présente sur le bus du 68000 pour faire l'acquisition des entrées IN0...IN3 ? Donner le résultat sous la forme « ADR\_CAN + n » avec n en base 10.

IN0  
IN1  
IN2  
IN3

## D2 ADAPTATION DES SIGNAUX DE COMMANDE

Cet ensemble permet de générer les signaux de commande des transistors du pont en H.

Le schéma fonctionnel de degré II est donné ci-dessous.



Les signaux PWM1 et PWM2, issus de la fonction « ELABORATION DES SIGNAUX DE COMMANDE », voient leur rapport cyclique modifié en fonction de la correction de vitesse de rotation du moteur à apporter.

L'information Vbloc permet de verrouiller le système quand une anomalie a été détectée.

La fonction « MISE EN FORME » crée les informations de commande des transistors du pont en H.

L'étude du fonctionnement du pont en H a montré que les transistors Q13 et Q14 nécessitent une tension de commande référencée par rapport à +U. C'est le rôle des fonctions « CREATION DES TENSIONS DE COMMANDES DE Q13 ET Q14 » et « CREATION D'UNE TENSION REFERENCEE PAR RAPPORT A +U ».

Cette dernière permet, à partir du signal rectangulaire 8KHz, de générer  $V_x = U + 30V$ . Elle ne sera pas étudiée ici.



- D1.2** En utilisant la documentation des transistors IRF530 (page DT13 et DT14 de la documentation technique), indiquer quelle tension Grille-Source minimale garantit leur conduction.  
Préciser la valeur de la résistance Drain-Source maximale quand le transistor est à pleine conduction.

- D1.3** Les transistors Q13 et Q16 sont supposés conducteurs. Calculer les tensions  $V_{c13}$  et  $V_{c16}$ , mesurées par rapport à la masse, nécessaires pour garantir cet état des transistors. On prendra  $V_{DS\ on} = 0V$ .

- D1.4** Indiquer les avantages et les inconvénients de l'utilisation des transistors MOSFET.

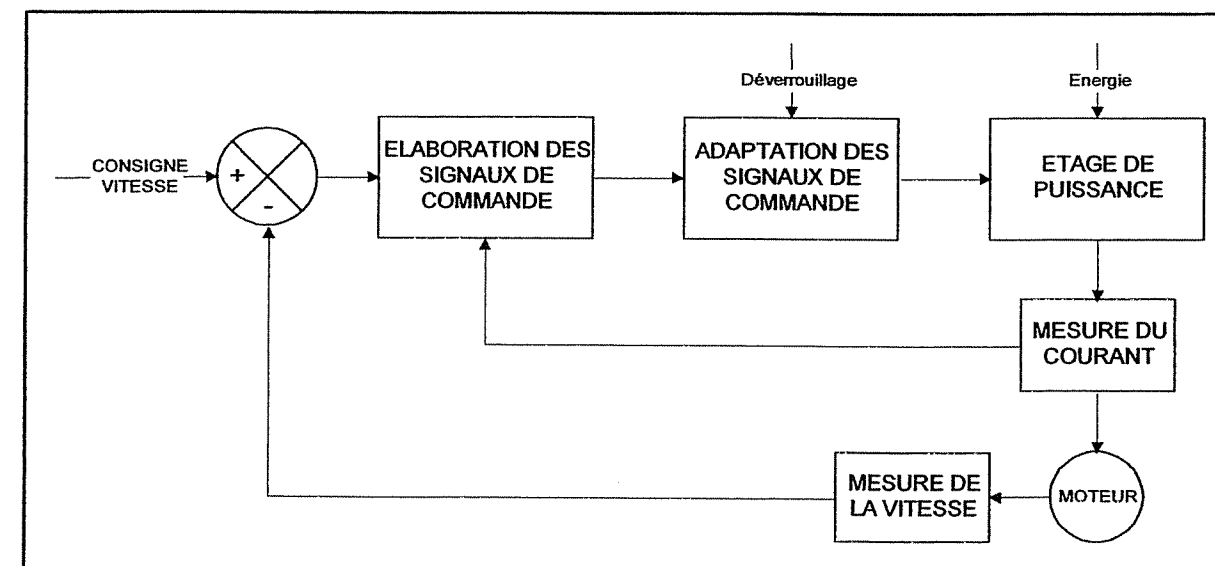
- D1.5** Indiquer le rôle des diodes D14 à D17. Préciser leurs caractéristiques technologiques importantes.

## PARTIES D et E

## ETUDE DU VARIATEUR MSM

Le moteur de chacun des axes du centre d'usinage est piloté par un ensemble électronique, le variateur MSM, fourni par l'entreprise INFRANOR.  
Les différentes fonctions de cet objet technique permettent d'asservir la vitesse de rotation du moteur à une valeur de consigne (boucle de vitesse) ainsi que celle du courant d'induit (boucle de courant).

La figure ci-dessous en présente un schéma fonctionnel simplifié.



L'étude ne portera que sur les fonctions :

- Etage de puissance.
- Adaptation des signaux de commande.
- Mesure du courant moteur.

Les schémas structurels sont donnés pages DS4 et DS5 du dossier des schémas constructeur.

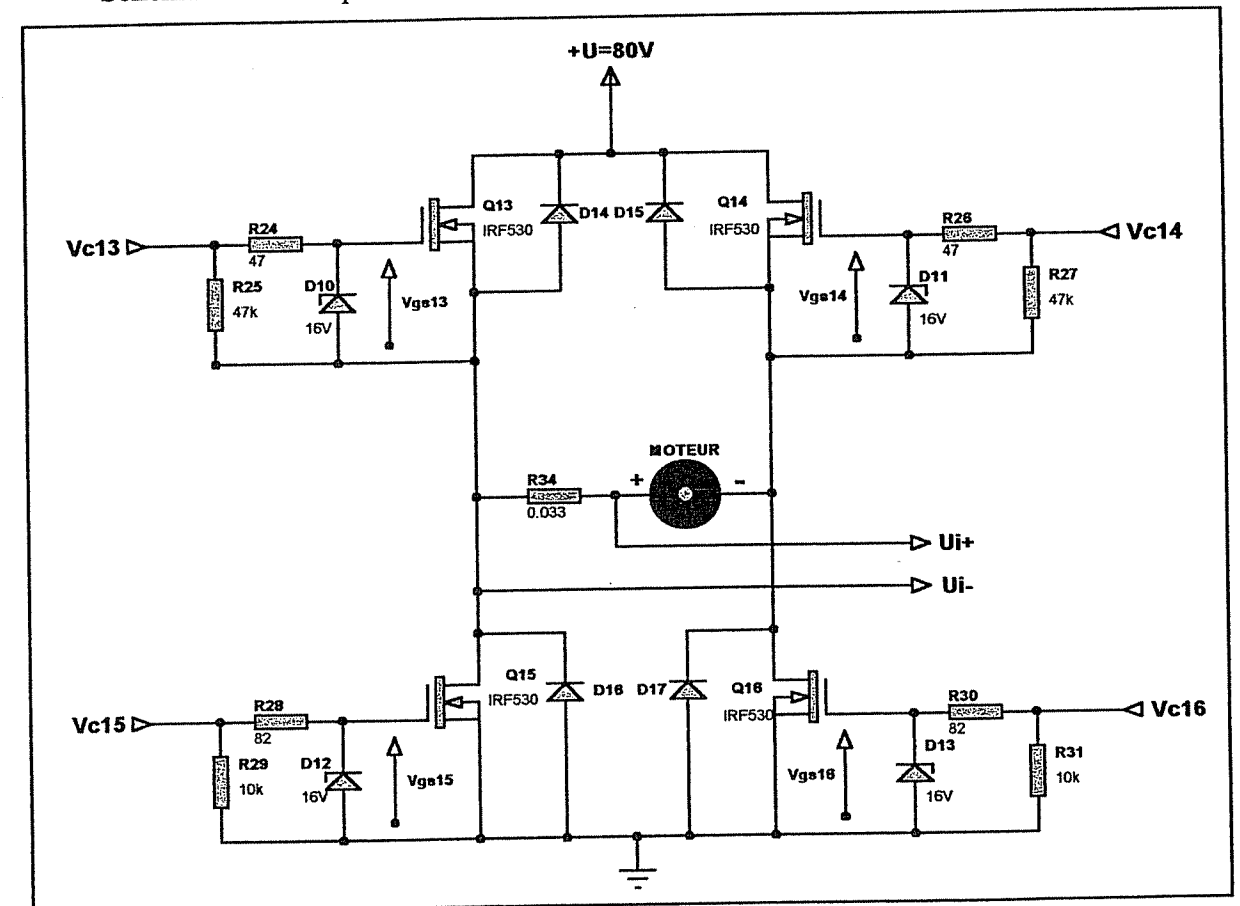
## PARTIE D

## ETAGE DE PUISSANCE ET ADAPTATION DES SIGNAUX DE COMMANDE

## D1 ETAGE DE PUISSANCE

Il est réalisé par un pont en H constitué de 4 transistors MOS et des éléments associés.

Schéma structurel partiel :



**D1.1** Le moteur tourne dans le sens horaire si le courant qui le traverse circule du + vers le - .  
Indiquer les états nécessaires des transistors pour que la rotation soit dans le sens horaire puis anti-horaire.

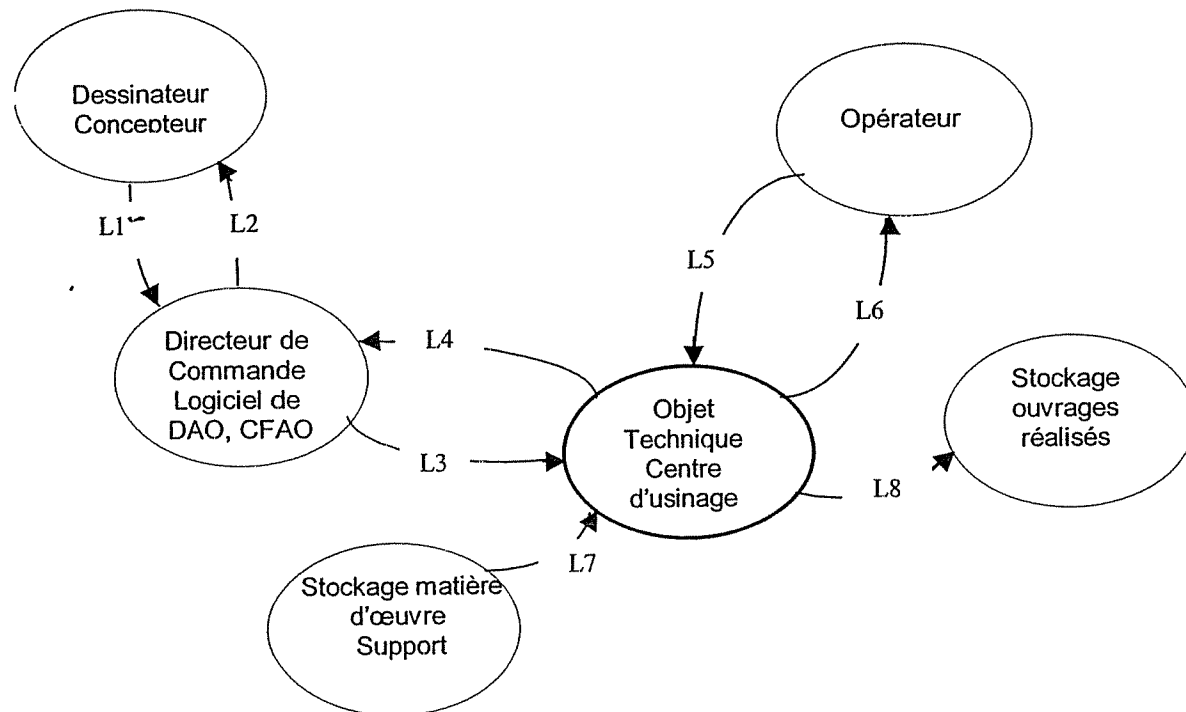
Sens horaire :

Sens anti-horaire :

## 1 Fonction globale du système

La fonction globale du système est la production automatisée d'un ouvrage au moyen d'un outil sur un support.

## 2 Diagramme sagittal



### Définition des liaisons :

- L1 : Informations saisies à l'aide d'un logiciel de DAO CFAO par le dessinateur concepteur.
- L2 : Compte-rendu de saisie, ouvrage à l'écran de l'ordinateur.
- L3 : Commande de déplacement de l'outil transmis par voie série RS232.
- L4 : Information de contrôle de flux pour la transmission série.
- L5 : Choix du mode manuel ou automatique, commandes manuelles de déplacement.
- L6 : Informations visuelles : mode, position, état d'avancement de l'ouvrage.
- L7 : Mise en place manuelle par l'opérateur de la matière d'œuvre sur la table.
- L8 : L'ouvrage réalisé est enlevé de la table et stocké.

## 3 Les objets techniques du système

Le système est constitué de deux objets techniques :

1° Le directeur de commande DC ( ordinateur personnel ) permettant la saisie de l'ouvrage avec un logiciel de dessin ( Autocad, Coreldraw, Casmate ... ), l'élaboration du fichier de fabrication et le transfert des commandes pour l'exécution de l'ouvrage.

2° Le centre d'usinage, objet de l'étude, est lui-même constitué d'une partie commande à base d'un microprocesseur 68000 et d'une partie opérative. Une liaison série RS232 relie l'ordinateur directeur de commande au centre d'usinage.

La partie opérative du centre d'usinage 5 axes comprend :

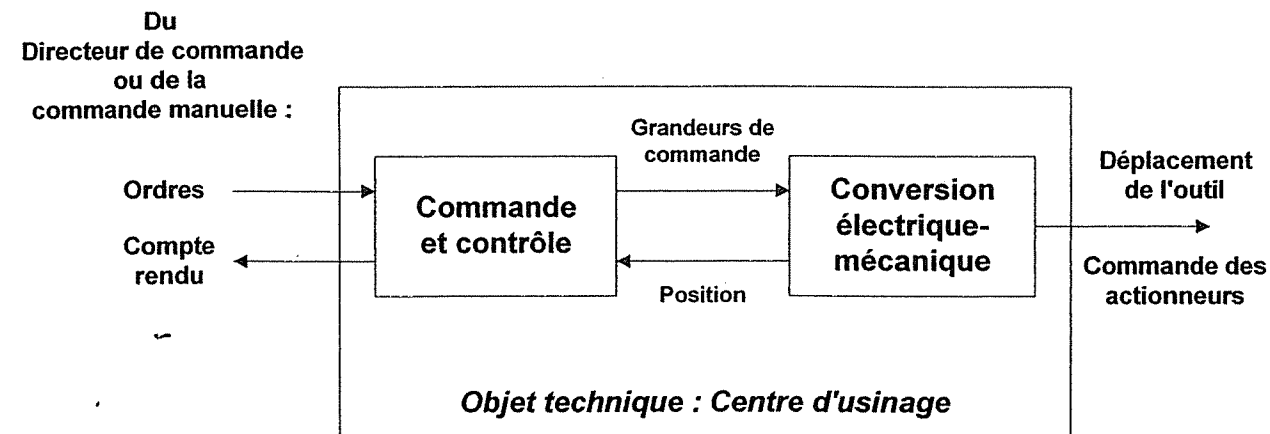
- Une table aspirante en aluminium recouverte d'un plateau martyr (plan de travail) et de dispositifs de bridage.
- Un ensemble de positionnement 3 axes X- Y- Z motorisés avec motoréducteur à courant continu et capteur de position de type codeur incrémental, guidés par vis à billes.
- Une tête d'usinage électrobroche entraînant en rotation l'outil.

## 4 Fonction d'usage de l'objet technique centre d'usinage

La matière d'œuvre sur laquelle agit l'objet technique est matérielle.

Commander le déplacement de l'outil, à partir d'informations de déplacement et d'ordres issus du directeur de commande ou de l'opérateur à partir du pupitre de commande.

## 5 Schéma fonctionnel de niveau 0 du déplacement de l'outil.



Le système technique étudié lors de cette épreuve est un centre d'usinage permettant la découpe, le fraisage ou la gravure d'un ouvrage sur un matériau support tel que tissus, adhésif, plastique, bois, métaux, pierre, verre... L'outil pouvant être une lame coupante, un laser, une fraise, un jet d'eau haute pression. Dans l'étude suivante la machine est équipée d'une électrobroche permettant des opérations de fraisage et gravure 3D.

L'utilisateur du système définit l'ouvrage à réaliser par un logiciel de DAO CFAO appelé « directeur de commande » et en demande la réalisation par transfert du fichier de fabrication vers le centre d'usinage.

Les déplacements de l'outil selon X-Y-Z sont asservis en position et en vitesse par moteur à courant continu.

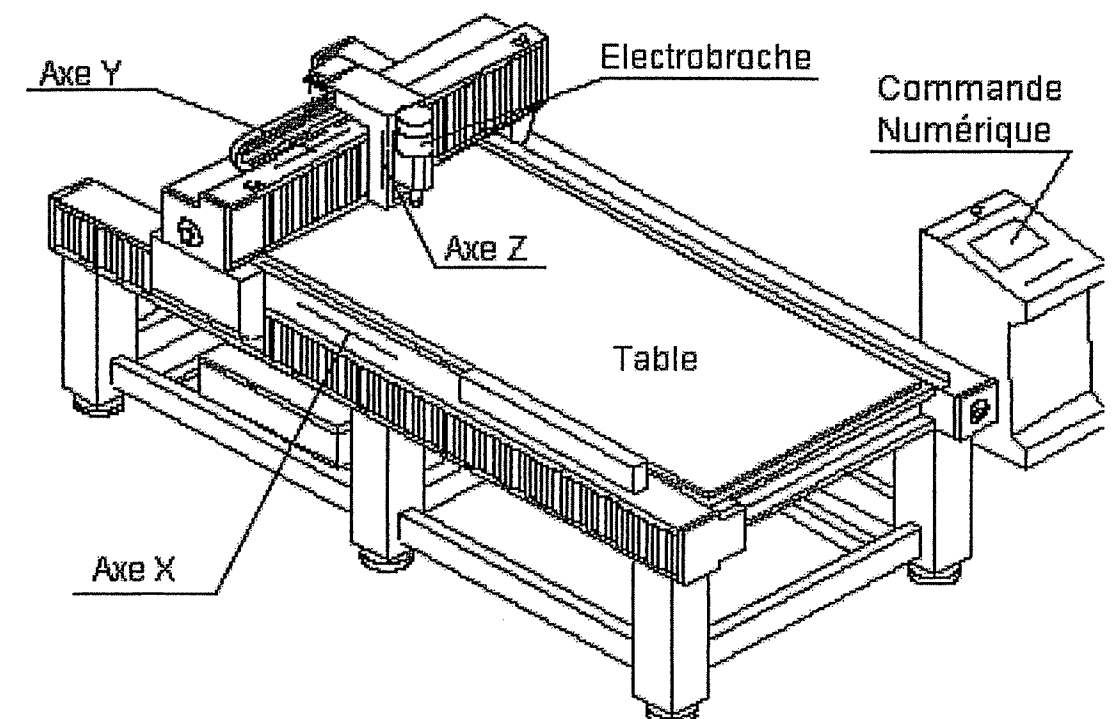
Les grandeurs de commande des axes, sont élaborées par une carte microprocesseur 68000 comportant les périphériques classiques (PIA, ACIA, PTM...).

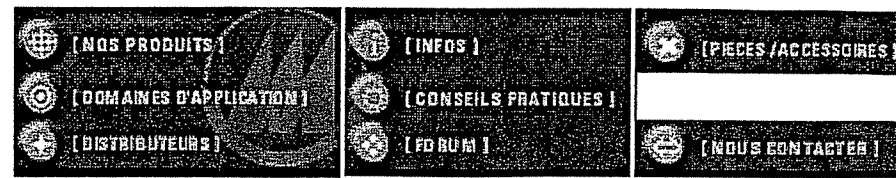
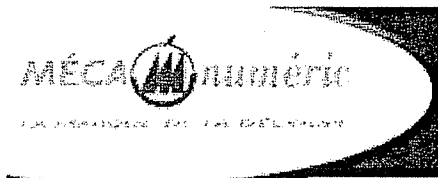
L'acquisition de la position de la tête d'usinage suivant les 3 axes X-Y-Z utilise des circuits spécialisés HCTL2000.

L'élaboration des grandeurs de commande est effectuée à partir d'informations, issues du directeur de commande en mode automatique ou d'une sélection par l'opérateur en mode manuel.

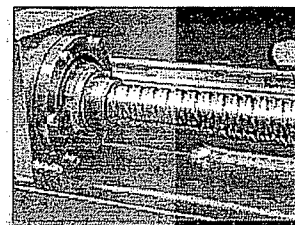
Mode automatique : Les informations de déplacement, de commande, fournies sous forme numérique, sont transmises par liaison série (codes ASCII) depuis le directeur de commande vers le centre d'usinage.

Mode manuel : On passe d'un mode à l'autre par action sur la touche Auto/Manu du pupitre de commande. A la mise sous tension, le système est en mode manuel.





**MF 1525**



◦ **Équipement de fraisage/gravure 3D de précision, optimisé pour usinage dans les matériaux suivants :**

- > Aluminium
- > Laiton et alliages
- > Résines synthétiques
- > Plastiques et composites
- > Bois et dérivés
- > Pierres tendres et marbre

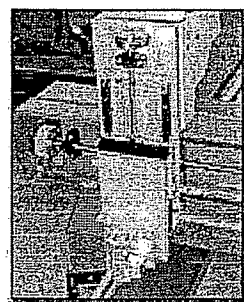
◦ **Équipement robuste et précis**

- > Format utile : 1515 x 2520 mm
- > Course axe verticale : 195 mm
- > Vitesse maximum : 250 mm/sec
- > Résolution : 0.008 mm (8 microns)

◦ **Transmission par vis à billes de précision et motorisation par servomoteurs courant continu sur tous les axes.**

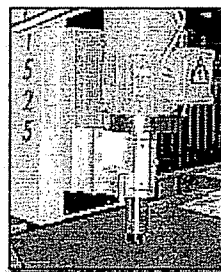
◦ **Large gamme d'électrobroches**

Modèle	Puissance maxi W/HP	Vitesse maxi tr/min	Réfron	Porte outils	Diamètre maxi outils
PERSKE VS60	4400/6	22000	AIR	-	13mm
FISHER HEN 40	800/1.1	42000	AIR	-	10mm
FISHER ZEN 40	2700/4	24000	AIR	-	10mm
COLOMBO RC73	1500/2	40000	air comprimé	ISO 20	10mm
COLOMBO RC90	4000/5.5	30000	air comprimé	ISO 25	13mm
IBAG HF 80	3200/4.4	40000	EAU	SKI 20	10mm

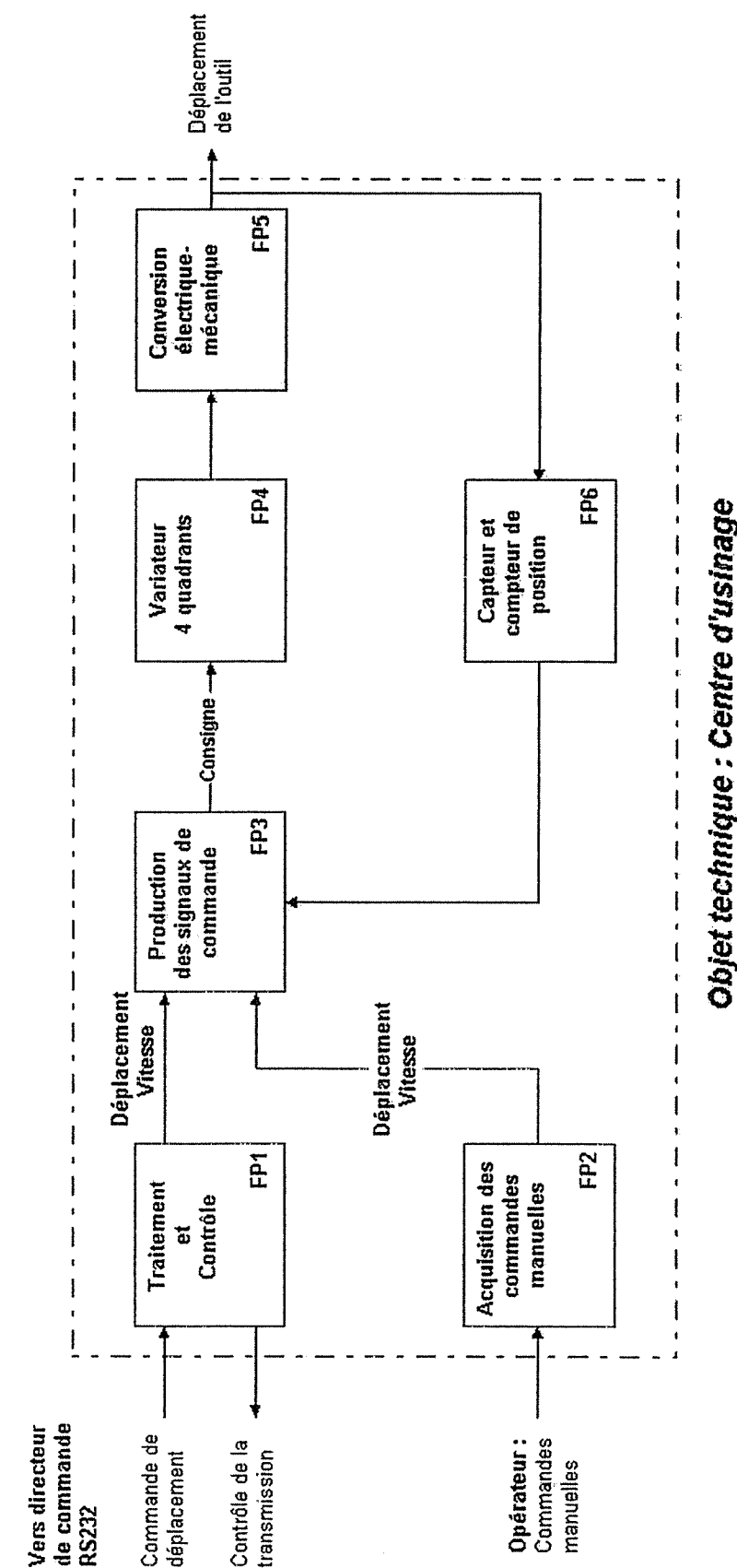


• **Nombreuses options et accessoires :**

- > Double motorisation du portique (MF 1525 x 2)
- > Plateau à dépression 11ou 22 zones
- > Vaporisation d'huile de coupe
- > Jet d'air froid sur outil
- > Aspiration des copeaux normal ou grand débit
- > Changeur automatique d'outils
- > Nez régulateur mécanique pour gravure
- > Nez régulateur électronique pour gravure et fraisage
- > Palpeur pour relevé topologique
- > Diviseur numérique horizontal
- > Kit pour découpe film adhésif
- > Kit pour tête à contrôle tangentiel pour découpe de matériaux légers



## 6 Schéma fonctionnel de degré 1 du déplacement de l'outil.



Les fonctions FP3 à FP6 sont en triple exemplaire relativement aux 3 axes de déplacement. L'ensemble FP3 à FP6 réalise un asservissement de position avec une boucle tachymétrique de contrôle de la vitesse de déplacement de la broche.

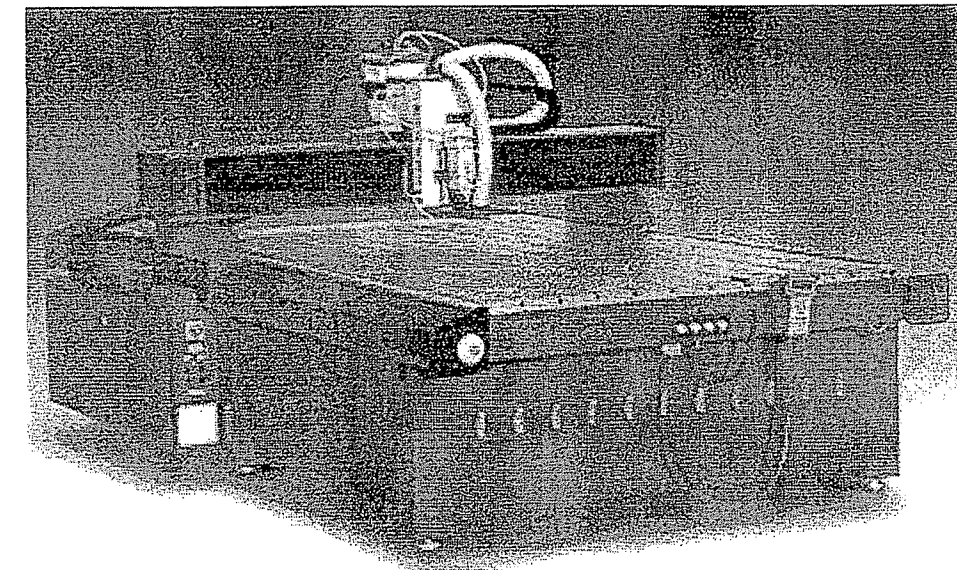
- **FP1 Traitement et Contrôle**  
Cette fonction gère le fonctionnement du centre d'usinage, elle est réalisée autour d'un microprocesseur 68000.
- **FP2 Acquisition des commandes manuelles**  
Pupitre permettant d'assurer le dialogue entre l'opérateur et le centre d'usinage.
- **FP3 Production du signal de consigne**  
Cette fonction élabore la tension de consigne de déplacement / vitesse pour la commande de l'axe concerné.
- **FP4 Variateur de vitesse 4 quadrants de marque « INFRANOR » série MSM.**  
Cette fonction assure la commande du moteur à courant continu qui permet le déplacement de la broche. C'est un asservissement de vitesse et position comportant : une boucle avec retour tachymétrique et une boucle avec retour de courant et limiteur d'intensité.
- **FP5 Conversion électromécanique**  
C'est un motoréducteur à courant continu avec génératrice tachymétrique couplée à l'arbre moteur.
- **FP6 Codeur incrémental et compteur de position**  
Cette fonction permet de connaître la position de la tête d'usinage suivant l'axe concerné. Elle utilise principalement un circuit HCTL2000.

## CENTRE D'USINAGE

### DOSSIER DE PRESENTATION

Photographie du centre d'usinage étudié dans cette épreuve

MF 1525



Située à ALBI (TARN) et occupant une usine de près de 9000 m<sup>2</sup>, la société MECANUMERIC emploie 90 personnes et fabrique des équipements d'usinage à commande numérique livrés en France et dans plus de 20 pays étrangers.

Son expérience de plus de 15 ans en automatismes et robotique lui permet de concevoir et de réaliser des machines utilisant les technologies suivantes :

- . Fraisage et gravure par électrobrochage haute fréquence
- . Découpe et gravure par laser CO<sub>2</sub>
- . Découpe et semi-découpe au couteau à contrôle tangentiel
- . Découpe au jet d'eau abrasif

Ces équipements à commande numérique fabriqués en série ou bien sur mesure, sont utilisés dans de nombreux secteurs d'applications.



Concours Général des lycées 2003

Centre d'usinage

CONCOURS GENERAL DES LYCEES

SESSION 2003

BACCALAUREAT

SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES

GENIE ELECTRONIQUE

EPREUVE ECRITE

Durée : 8 heures

CENTRE D'USINAGE

QUESTIONNAIRE ET DOCUMENT REPONSES

**Moyen de calcul autorisé :**

Calculatrice électronique de poche – y compris calculatrice programmable et alphanumérique à fonctionnement autonome, non imprimante.

**Remarque importante :**Le candidat doit composer UNIQUEMENT sur le dossier DR (questionnaire et documents réponses) qui comporte 5 parties A, B, C, D, E à rendre en fin d'épreuve.