

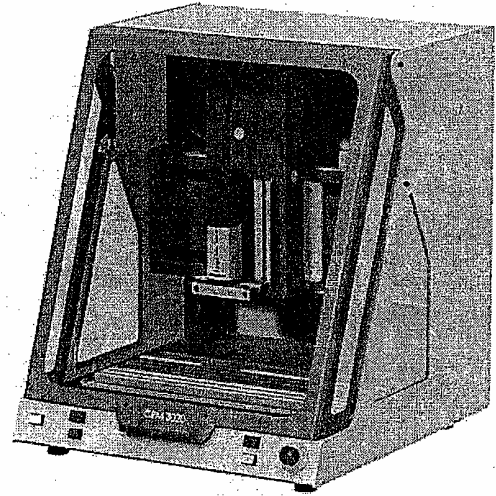
# 1. Présentation du système

## 1.1 Mise en situation

L'élimination de l'utilisation de produits polluants participe à la préservation de l'environnement.

La commande numérique trois axes associée à son logiciel permet la réalisation non chimique de circuits imprimés.

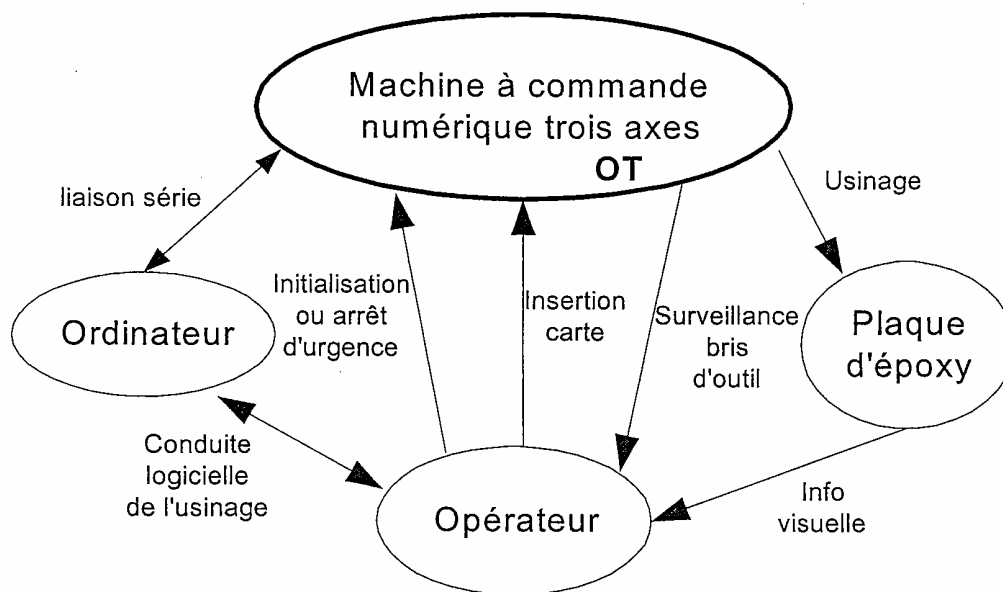
La société ISEL commercialise des petites machines à commande numérique pilotées par PC. Ces machines permettent l'usinage sur trois axes des métaux légers, des matières plastiques, du bois. Une des orientations particulières du modèle étudié (CPM2018) est le gravage-perçage de circuit imprimé.



## 1.2 Fonction d'usage

A partir d'une plaque d'époxy cuivré, cette machine permet de détourer les pistes d'un circuit imprimé ou percer ce même circuit, conformément à un plan dessiné à l'aide d'un logiciel sur micro-ordinateur.

## 1.3 Diagramme sagittal



L'objet de l'étude est la machine à commande numérique trois axes.

## 2. Présentation de l'objet technique

### 2.1 Mise en situation

L'objet technique est composé d'une machine à commande numérique trois axes associée à son logiciel de commande. Cet ensemble est destiné à la réalisation non chimique de circuits imprimés.

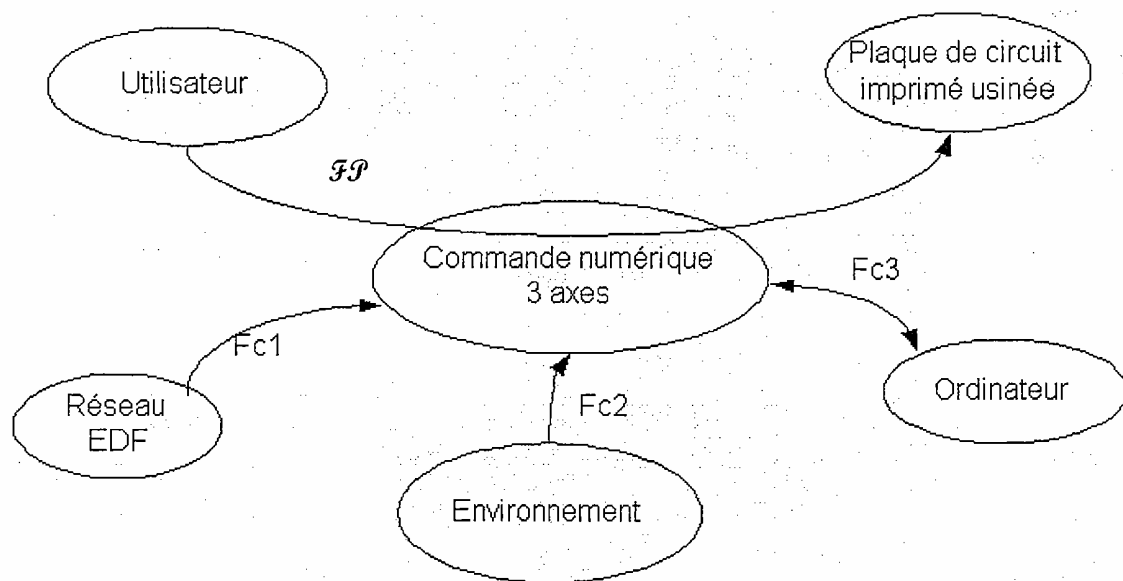
Cette technique de fraisage et perçage est un procédé purement mécanique au cours duquel les différentes pistes conductrices sont séparées par un fraisage de largeur réglable.

Ce système permet de réaliser immédiatement, sur le poste de travail, un circuit imprimé et percé. Les données de fraisage et de perçage peuvent être prises en charge directement à partir de tous les systèmes de CAO courants.

### 2.2 Fonction globale

Usiner une pièce à partir d'un fichier représentatif d'un typon dessiné par ordinateur.

### 2.3 Diagramme pieuvre



*FP* : Percer ou fraiser automatiquement des plaques de circuit imprimé.

Fc1 : S'adapter au réseau EDF.

Fc2 : Éliminer l'utilisation de produits chimiques.

Fc3 : Communiquer.

## 2.4 Description des éléments constitutifs

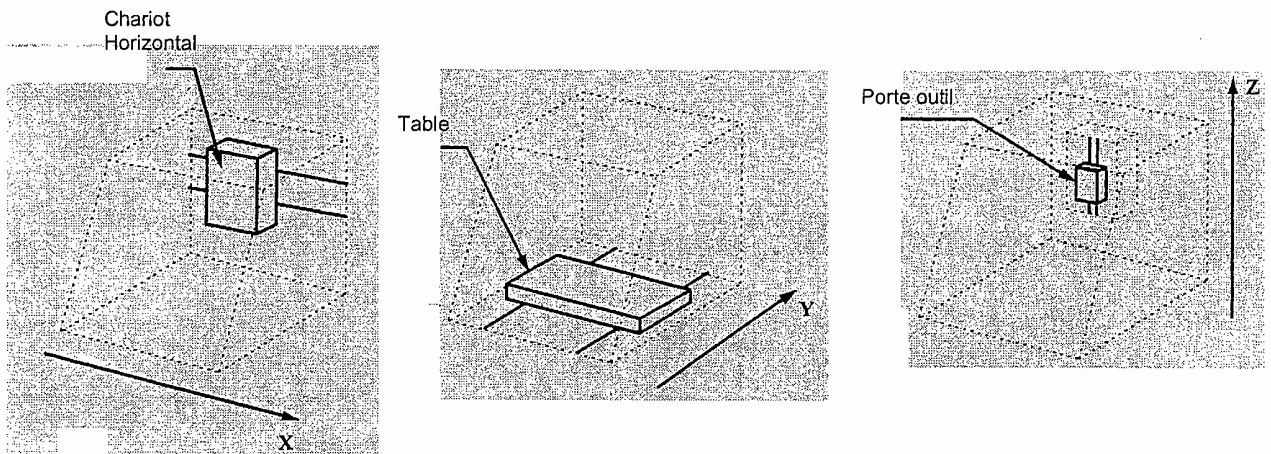
La machine présente tous les critères de sécurité. Elle est munie d'un capot de protection en plexiglass, d'un arrêt d'urgence (coup de poing), d'interrupteurs anti-feu et d'une condamnation d'ouverture de capot munie d'une serrure.

Le fonctionnement de la machine ne nécessite qu'une alimentation électrique 230V fournie par EDF.

Les déplacements sur les trois axes (X, Y, Z) sont réalisés par des moteurs pas à pas hybrides quatre phases commandés en micro-pas. Ce type de commande, mais aussi des paliers linéaires à bille et une transformation de mouvement par vis à billes permettent d'obtenir une précision de positionnement sur chaque axe de 0,01mm.

Description des mouvements :

- la table se déplace en translation par rapport au bâti sur l'axe Y.
- le chariot horizontal se déplace en translation par rapport au bâti sur l'axe X.
- le porte outil se déplace ( verticalement ) en translation par rapport au chariot horizontal sur l'axe Z.



Le moteur de la broche est un moteur à courant continu 230V/900W tournant à des vitesses réglables à l'aide d'une molette de 8 000 à 26 000 tr/min.

## 2.5 Diagramme FAST.

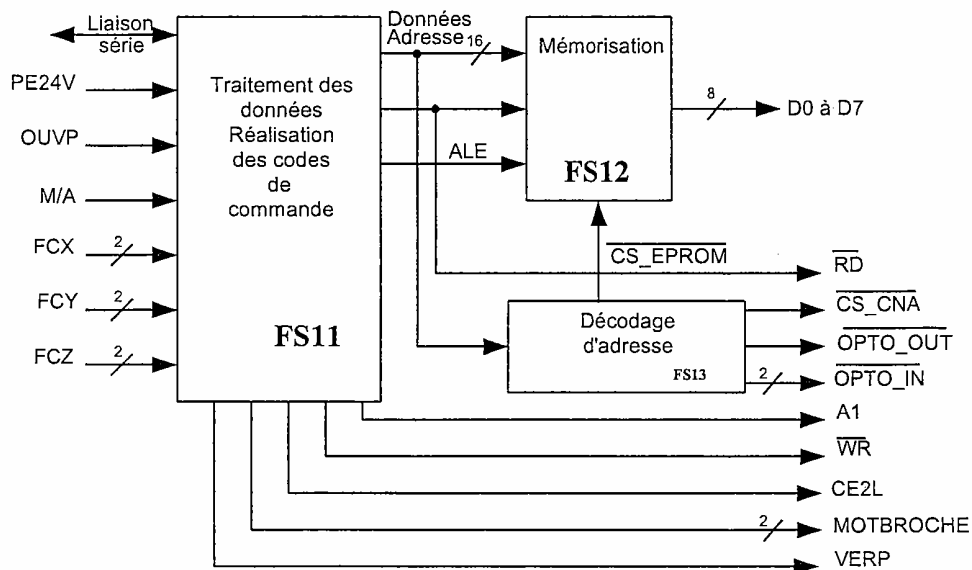
Voir document page A 7/7

## 2.6 Schéma fonctionnel du 1<sup>er</sup> degré (Fonctions principales)

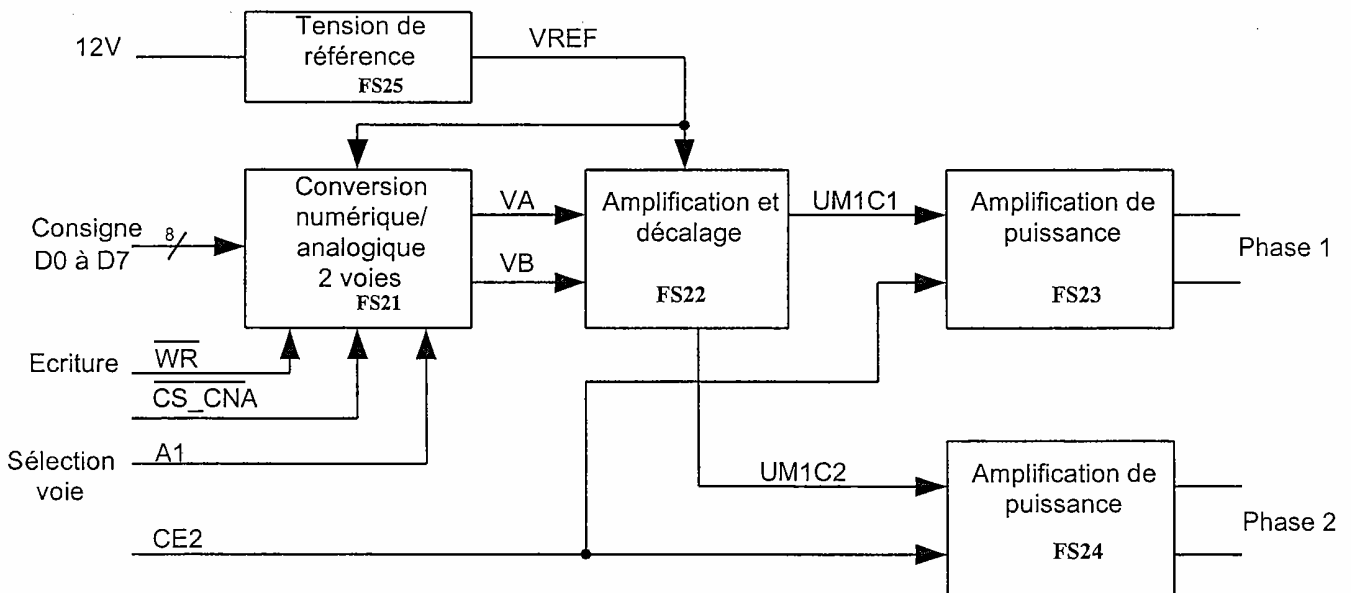
Voir document page A 6/7

## 2.7 Etude fonctionnelle de 2<sup>ème</sup> degré des Fonctions Principales.

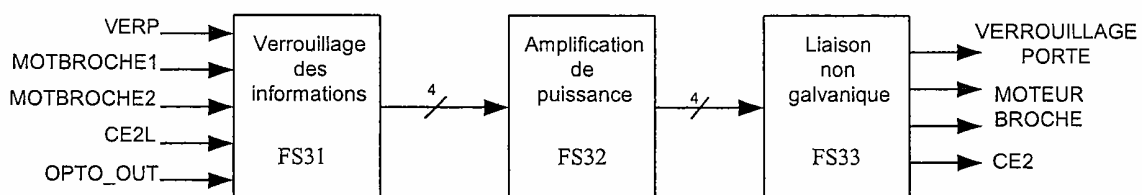
### 2.7.1. Schéma fonctionnel de 2<sup>ème</sup> degré de FP1.



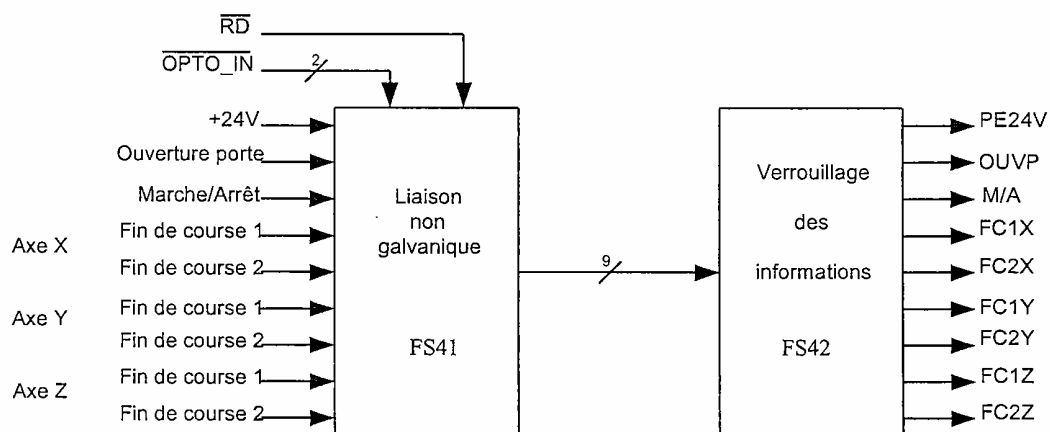
### 2.7.2. Schéma fonctionnel de 2<sup>ème</sup> degré de FP2.



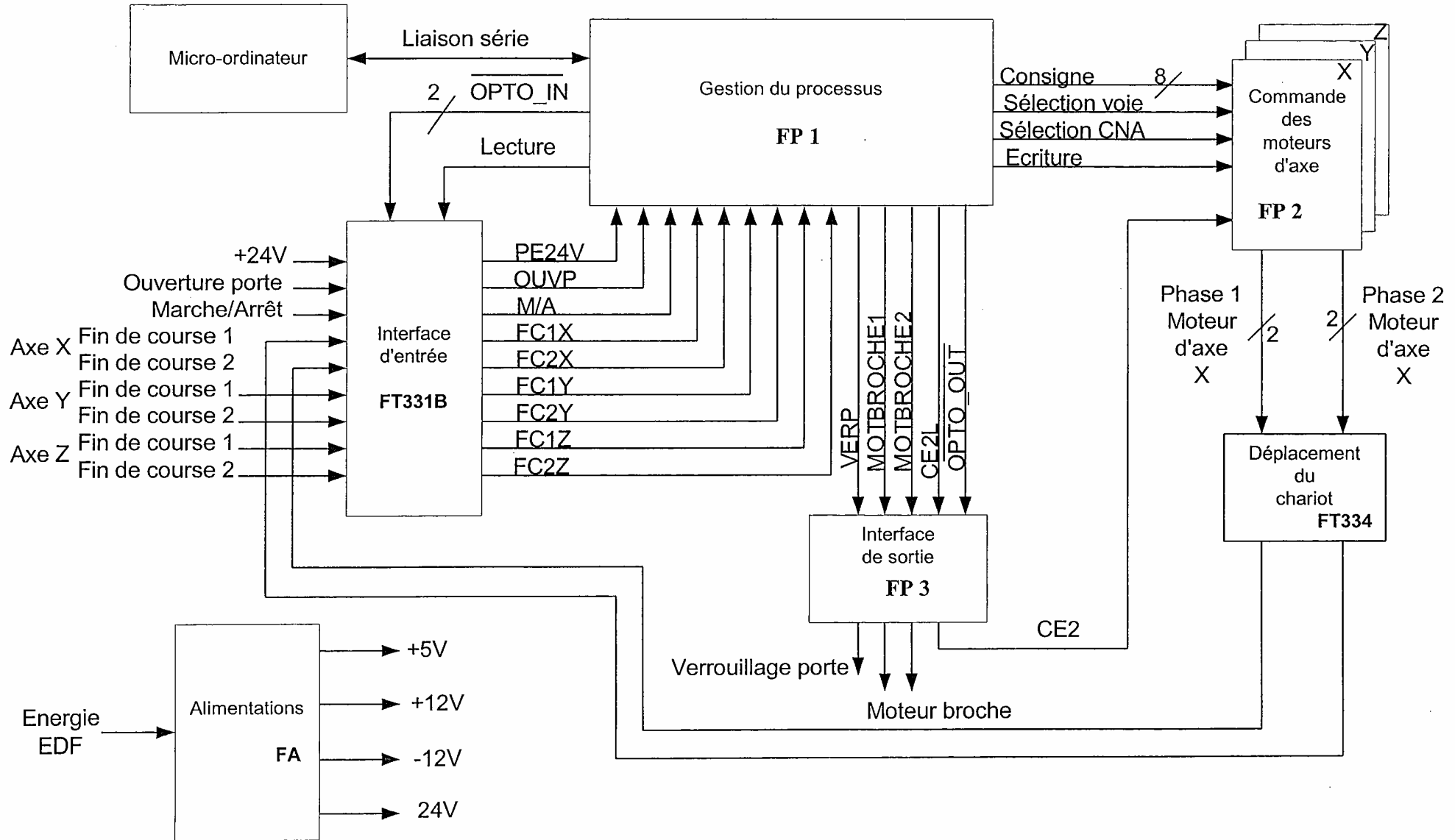
### 2.7.3. Schéma fonctionnel de 2<sup>ème</sup> degré de FP3.

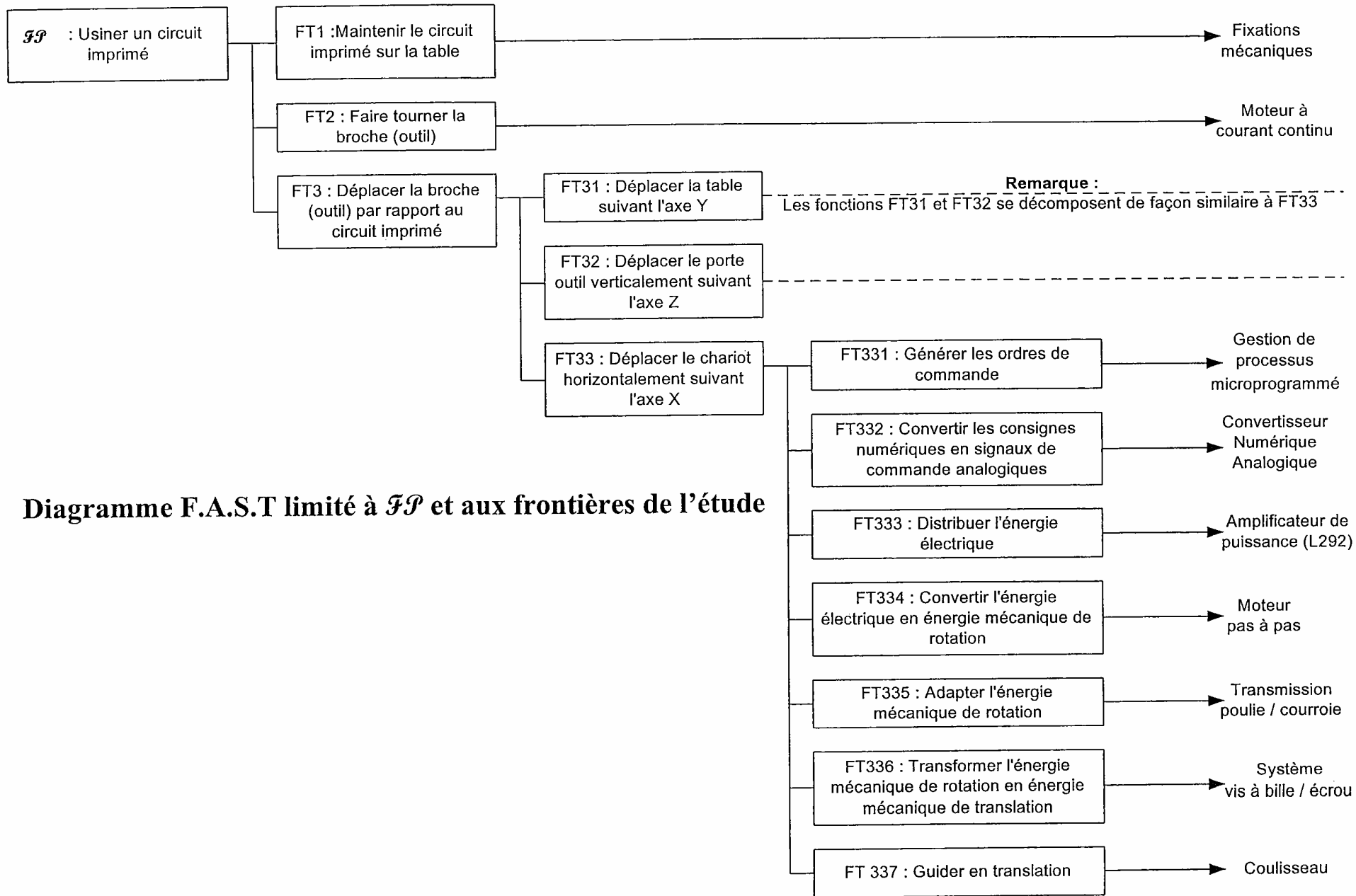


### 2.7.4. Schéma fonctionnel de 2<sup>ème</sup> degré de FP4.



### Schéma fonctionnel du 1<sup>er</sup> degré ( Fonctions principales )





**Diagramme F.A.S.T limité à *FP* et aux frontières de l'étude**

**BACCALAUREAT SCIENCES ET TECHNOLOGIES  
INDUSTRIELLES**

**Spécialité génie électronique**

**Session 2007**

**Etude des systèmes techniques industriels**

**MACHINE A COMMANDE NUMERIQUE  
3 AXES**

**Partie électronique :**

- **Questions : C1 à C8**



## I. Questions relatives à l'analyse fonctionnelle ( dossier : A1 à A7 )

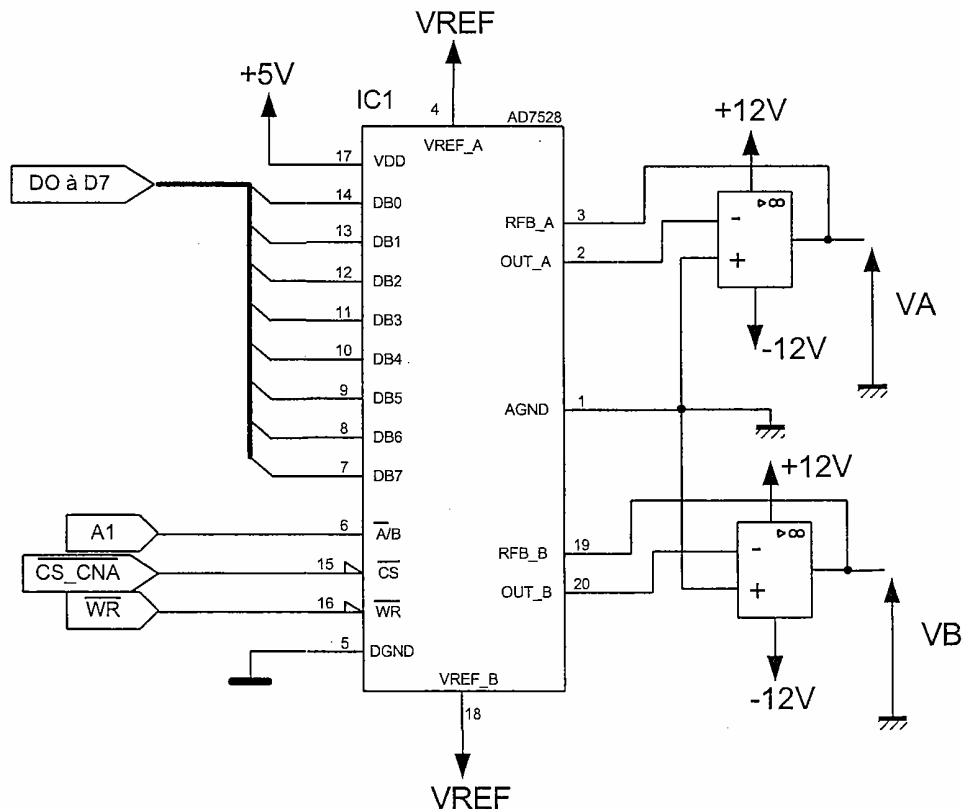
- Q1- Donner les avantages de la gravure mécanique par rapport à la gravure chimique.
- Q2- Quel type de moteur est utilisé pour les déplacements de l'outil ?  
Quel type de moteur est utilisé pour la rotation de la broche ?
- Q3- Justifier ce choix technologique par rapport à la spécificité de chaque moteur et la fonction qu'il doit remplir.
- Q4- Donner la nature des informations échangées entre la machine et l'ordinateur.  
Préciser les caractéristiques de cette liaison :
- sens de circulation des données.
  - type de transmission.

## II. Étude de FP2 : commande des moteurs pas à pas

### II.1. Étude de FS21 : conversion numérique analogique deux voies.

Pour contrôler le déplacement de l'outil suivant un axe, le microprocesseur doit piloter les 2 phases d'un moteur pas à pas. L'information de commande étant numérique, il faut réaliser une conversion numérique analogique. Le but de cette étude est d'analyser le fonctionnement du convertisseur afin de comprendre comment le commander et calculer les tensions de sortie en fonction du nombre appliqué en entrée.

Schéma structurel de FS21 :



Pour les questions suivantes, on prendra  $V_{REF} = 5V$  et on supposera  $\overline{CS\_CNA} = 0$ .

A partir du schéma structurel et de la documentation technique du convertisseur **AD7528** (pages **CAN1** et **CAN2**), répondre aux questions suivantes.

Q5- Expliquer le principe utilisé pour commander deux convertisseurs à partir d'un seul port d'entrée.

Q6- Quel niveau logique faut-il appliquer sur l'entrée  $\overline{WR}$  pour charger une valeur à convertir dans un verrou ?

Pour le niveau opposé, comment évoluent les sorties des verrous et des convertisseurs.

Q7- Compléter le **document réponse N°1 ( page CR1 )** en indiquant le convertisseur chargé (**DAC A** ou **DAC B**) en fonction de l'état du bit **A1**.

On note  $N_{bin(10)}$  la valeur décimale du nombre à convertir appliqué sur les entrées **D0** à **D7**.  
On notera  $N_{bin(2)}$  sa valeur en binaire et  $N_{bin(16)}$  sa valeur en hexadécimal.

Q8- Compléter le **document réponse N°2 ( page CR1 )** en indiquant les nombres hexadécimaux  $N_{binDACA(16)}$  et  $N_{binDACB(16)}$  présents en entrée de chaque **DAC**.

Q9- Identifier dans le document technique du convertisseur **AD7528** la figure et la table de conversion correspondant à notre application.

Q10- Donner la valeur maximale de  $N_{bin(10)}$ .

Déduire de la table de conversion l'expression de la tension de sortie **Vout** en fonction de  $N_{bin(10)}$ .

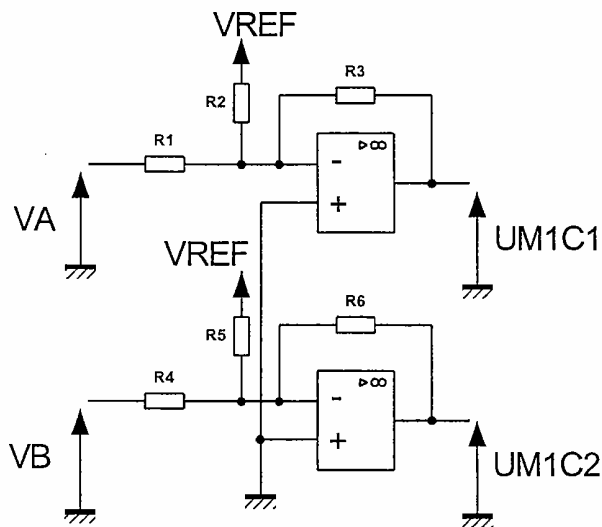
Calculer la résolution en sortie du convertisseur appelée quantum = **1LSB**.

Q11- Compléter sur le **document réponse N°3 ( page CR1 )** les 4 premières colonnes du tableau.

Q12- Compléter sur le **document réponse N°4 ( page CR2 )** les chronogrammes des tensions **VA** et **VB** obtenus pour une commande par demi pas du moteur.

## II.2. Étude de FS22 : amplification et décalage

Schéma structurel de FS22 :



$$VREF = 5V$$

$$R1 = R4 = 5k$$

$$R5 = R2 = 10k$$

$$R3 = R6 = 20k$$

Q13- Sachant que  $UM1C1 = -R3 \left( \frac{VA}{R1} + \frac{VREF}{R2} \right)$

Déduire l'expression de **UM1C2** en fonction de **VB** et **VREF**.

Q14- Effectuer l'application numérique et compléter les valeurs de UM1C dans le tableau du **document réponse N°3 (page CR1)**.

Q15- Compléter sur le **document réponse N°4 (page CR2)** les chronogrammes des tensions **UM1C1** et **UM1C2**.

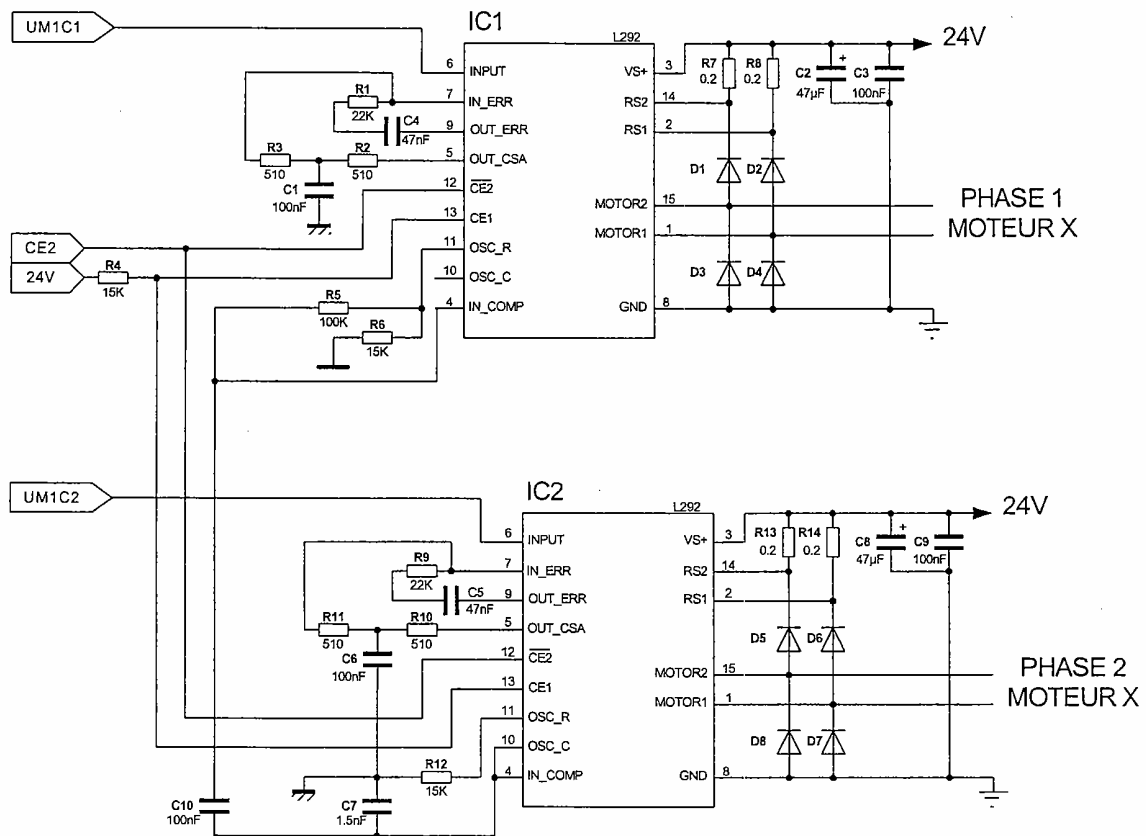
Q16- Conclure sur le rôle de la fonction **FS22**.

## II.3. Etude de FS23 : amplification de puissance

Pour amener le rotor d'un moteur pas à pas dans une position donnée, il faut créer un champ magnétique qui dépend du courant électrique dans chaque enroulement ou phase. La grandeur électrique importante dans la commande d'un enroulement de moteur pas à pas est donc l'intensité du courant électrique qui, dans notre application, doit être proportionnelle à la tension **UM1C**.

Le passage d'une position à l'autre (avance d'un pas) du rotor est obtenu par commutation de courant dans les enroulements. Or le circuit électrique d'un moteur pas à pas est composé de bobinages : il est donc inductif. Le schéma équivalent d'un enroulement est donc un circuit **RL** : association en série d'une résistance **R** et d'une inductance **L**. Pour avoir un couple mécanique le plus régulier possible (sans tremblement du rotor) et pour pouvoir travailler avec des vitesses de rotation les plus élevées possibles, on cherche à réduire la durée des phases d'extinction et d'établissement des courants dans les bobinages moteurs (on veut réduire la durée des régimes transitoires).

Le circuit de commande des enroulements permettant de répondre aux spécifications énoncées précédemment est le suivant :



Il est basé sur l'utilisation d'un CI L292 (voir documentation constructeur page CAN3 et CAN4) pour chaque phase du moteur.

Le principe de commande est le suivant :

C'est le courant moyen  $I_m$  d'un enroulement qui est asservi à la tension d'entrée  $V_i$  (Broche 6). Le fait d'avoir un système bouclé (avec mesure de courant) assure rapidité et précision. L'alimentation d'un enroulement est assurée par un pont en H avec hacheur de courant. La fréquence du hacheur est celle de l'oscillateur intégré et l'intensité du courant d'enroulement est proportionnelle au rapport cyclique  $\alpha$  du signal de hachage.

Q17- Expliquer comment l'étage de sortie du L292 (voir structure interne page CAN4) permet d'avoir une commande bipolaire : le courant dans l'enroulement peut être commuté dans les deux sens ( $I_m > 0$  ou  $I_m < 0$ ).

Q18- Donner le rôle des diodes D1 à D4.

Q19- Les oscillateurs des deux L292 sont synchronisés.

Calculer la fréquence de hachage  $f_{osc}$ .

En déduire la période de hachage  $T_{osc}$ .

Q20- Le signal de hachage présente des impulsions de durée  $t_H$ .

Donner l'expression du rapport cyclique  $\alpha$ .

Q21- Calculer  $t_{H1}$  pour avoir  $\alpha_1 = 0,1$ .

Calculer  $t_{H2}$  pour avoir  $\alpha_2 = 0,2$ .

Donner la relation entre  $I_{m2}$  et  $I_{m1}$  courants d'enroulement obtenus respectivement pour  $\alpha_2$  et  $\alpha_1$  en régime statique

Q22- Sur la patte 5 du CI L292 on dispose d'une tension image du courant dans l'enroulement  $I_m$ . Une tension image de  $I_m$  est réinjectée via la broche 7 afin de réaliser un asservissement contrôlant  $I_m$ . Entre les broches 5 et 7 de IC1 est intercalé un filtre passif réalisé par R2 et C1.

Donner la nature du filtre ainsi réalisé et calculer sa fréquence de coupure  $f_c$ .

$$\left( f_c = \frac{1}{2\pi R_2 C_1} \right)$$

Q23- La tension appliquée au moteur est une tension hachée. Il en résulte que le courant  $I_m$  circulant dans l'enroulement présente des variations à la fréquence du découpage calculée à la question 19. Le rôle du filtre R2 C1 est donc d'atténuer ces oscillations qui pourraient perturber le fonctionnement de la régulation.

D'après les résultats des questions 19 et 22, le filtre R2 C1 remplit-il correctement son rôle ? Justifier la réponse.

### III. Etude de FP4 : interface d'entrée

Les différentes informations relatives aux capteurs (fin de courses...) et aux ordres venant de boutons poussoirs (mise en marche, ouverture porte..) doivent être envoyées au microprocesseur via le bus de donnée.

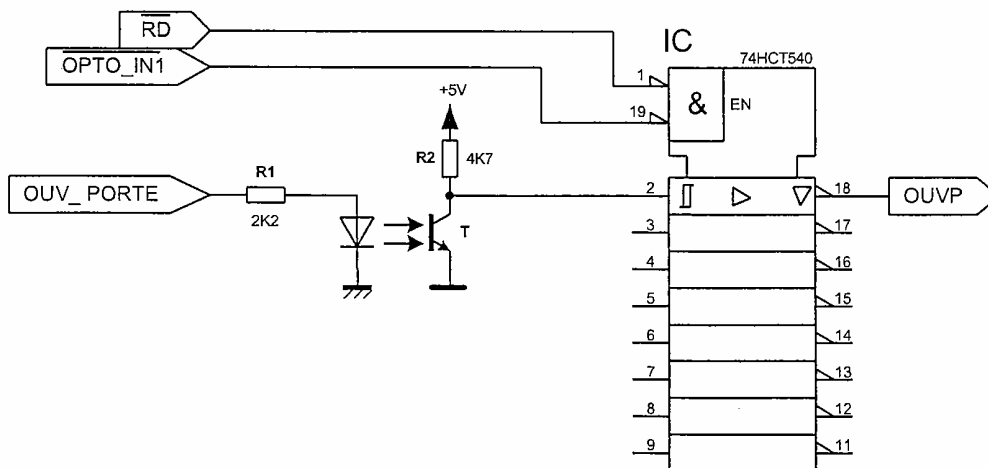
L'interface d'entrée assure une isolation galvanique (grâce à des optocoupleurs) puis une adaptation au bus de donnée par l'intermédiaire d'un buffer 3 états.

L'étude sera limitée à l'acquisition de l'ordre ouverture porte.

L'information d'entrée OUV\_PORTE provient d'un bouton poussoir. Elle vaut 5V lorsque l'utilisateur appuie dessus et 0V lorsqu'il est relâché.

L'information logique associée envoyée sur le bus de données est appelée OUVP.

Le schéma structurel est le suivant :



La documentation constructeur de l'optocoupleur est donnée page CAN5, celle du buffer 74HCT540 page CAN6 et CAN7.

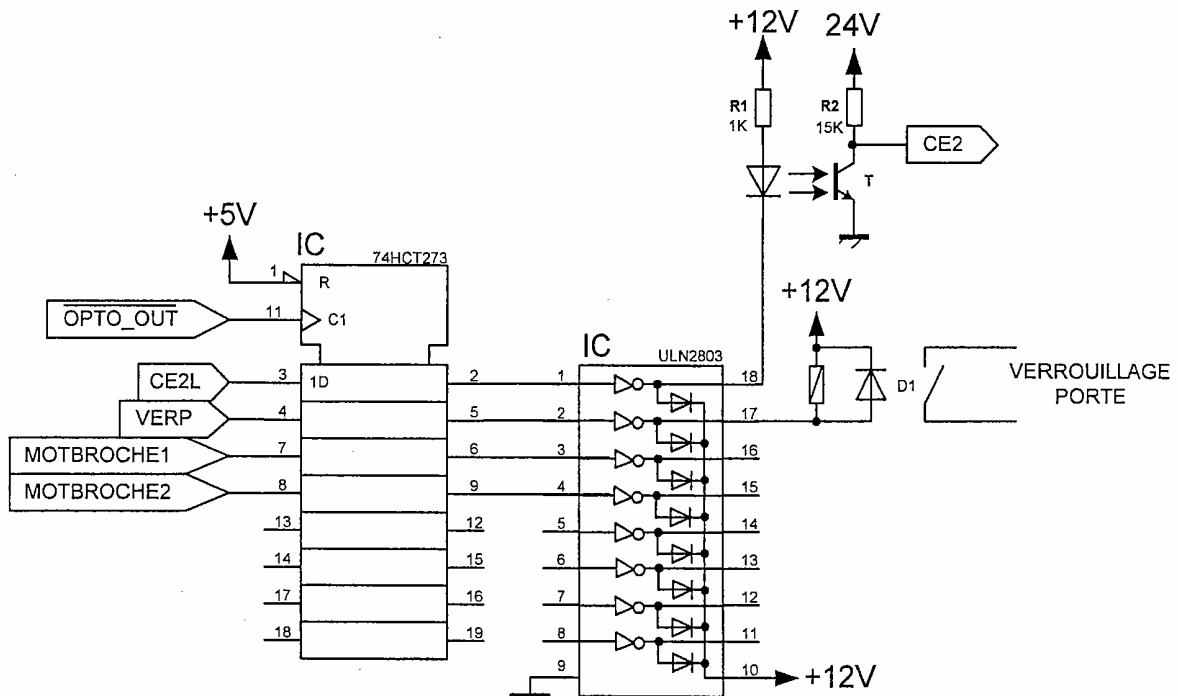
Q24- Relever la caractéristique  $V_{CEsatmax}$  de l'optocoupleur et calculer l'intensité du courant  $I_c$  lorsque le phototransistor est saturé.

- Q25- Relever la valeur du taux de transfert  $CTR_{min}$  de l'optocoupleur et en déduire la valeur minimale du courant  $I_{Fmin} = I_{R1min}$  nécessaire pour saturer le phototransistor.
- Q26- Calculer la valeur de  $I_F = I_{R1}$  lorsqu'on demande l'ouverture de la porte.  
Montrer que le phototransistor est alors correctement saturé.
- Q27- Compléter le tableau du **document réponse N°5** page **CR3** résumant le fonctionnement de l'interface lorsque  $\overline{RD} = 0$ .

#### IV. Étude de FP3 : interface de sortie

Les différentes commandes fournies par le microprocesseur à destination des actionneurs sont elles aussi interfacées.

Le schéma structurel partiel (limité à deux sorties) de l'interface est le suivant :



La documentation de l'optocoupleur est donnée **page CAN5**, celle du **CI 74HCT273** **pages CAN7 et CAN8**, celle du **CI ULN2803** **page CAN9**.

Pour des raisons de sécurité, la porte de la machine doit être verrouillée durant l'usage.  
L'ordre de verrouillage est appelé **VERP**.

- Q28- Quelle est la structure intégrée au **CI ULN2803** située entre les broches 2 et 17 du composant ?
- Q29- La résistance de la bobine du relais de verrouillage vaut  $R_{BOB} = 300 \Omega$ .  
Calculer le courant  $I_{BOB}$  circulant dans la bobine lors du verrouillage en négligeant la tension  $V_{CEsat}$  en sortie de l' **ULN 2803**.  
Ce courant est-il compatible avec le courant de sortie du **CI ULN 2803** ?
- Q30- Rechercher dans la documentation constructeur la valeur du courant de sortie maximal du **74HCT273**.  
En déduire le rôle du **CI ULN2803**.

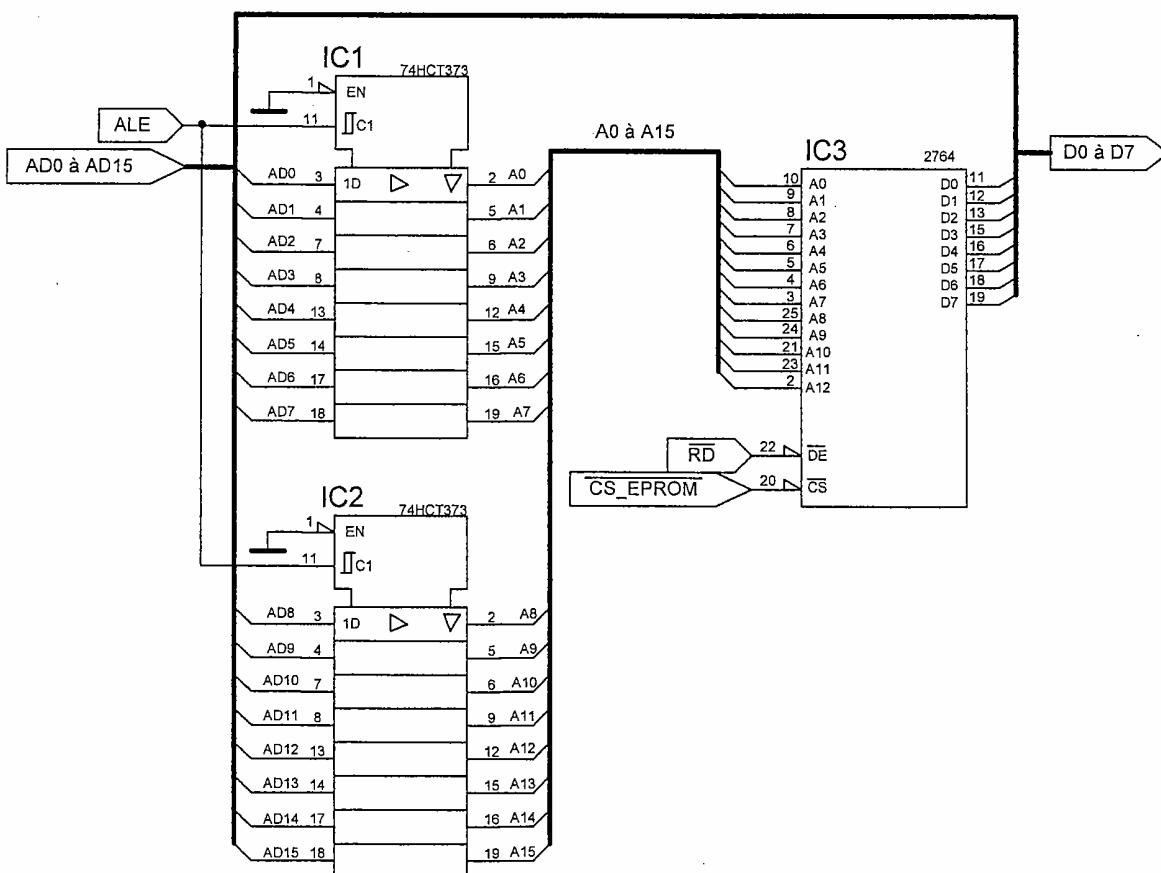
- Q31- Rechercher dans la documentation constructeur l'événement sur la broche **11** du **CI 74HCT273** qui déclenche la recopie des entrées vers les sorties.
- Q32- Compléter le **document réponse n°6 page CR3** résumant le fonctionnement de l'interface. Pour le chronogramme de **CE2**, indiquer les valeurs significatives sur l'axe des ordonnées.

## V. Etude de FP1 : Gestion du processus

Cette fonction analyse les instructions issues de l'ordinateur et génère les ordres de commande des moteurs en tenant compte de l'état des informations d'entrée.

### V.1. Etude de FS12 : Mémorisation

Le schéma structurel est le suivant :



- Q33- Quel état faut-il appliquer à l'entrée **ALE** pour mémoriser les adresses (**A0 à A15**) ?
- Q34- D'après la documentation constructeur page **CAN10**, expliquer le fonctionnement de **IC1** et **IC2**.
- Q35- Calculer la capacité de la mémoire (**IC3**) en **kbits** et **koctets**.  
D'après le document constructeur page **CAN10**, quel est le type de la mémoire ?  
Donner un autre type de mémoire et donner leurs différences.

## V.2. Étude de FS13 : Décodage d'adresses

Cette fonction est réalisée par un **GAL** qui est un circuit dans lequel on peut programmer des équations logiques. Elles permettent de sélectionner les composants avec lesquels le microprocesseur veut travailler.

On rappelle que :

$\overline{CS\_CNA}$  sélectionne le convertisseur Numérique/Analogique.

$\overline{OPTO\_OUT}$  sélectionne l'interface de sortie.

$\overline{OPTO\_IN1}$  et  $\overline{OPTO\_IN2}$  sélectionnent l'interface d'entrée.

$\overline{CS\_EPROM}$  sélectionne la mémoire.

Les équations sont les suivantes :

$$\overline{CS\_CNA} = \overline{A15.A14.A13}$$

$$\overline{OPTO\_OUT} = \overline{A15.A14.A13}$$

$$\overline{OPTO\_IN1} = \overline{A15.A14.A13}$$

$$\overline{OPTO\_IN2} = \overline{A15.A14.A13}$$

$$\overline{CS\_EPROM} = \overline{A15.A14.A13}$$

Q36- Quel doit être le résultat de ces équations pour sélectionner tous ces composants ?

Q37- Donner les états de **A15**, **A14** et **A13** correspondants. Pour cela compléter le document réponse N°7 page **CR4**.

Q38- A partir du tableau ci-dessous et des réponses de la question 37, donner les adresses basse et haute en hexadécimal pour chaque sélection.

| Circuit  | Adresse | A15 | A14 | A13 | A12 | A11 | A10 | A9 | A8 | A7 | A6 | A5 | A4 | A3 | A2 | A1 | A0 |
|----------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| CNA      | Début   |     |     |     | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
|          | Fin     |     |     |     | 1   | 1   | 1   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| OPTO_OUT | Début   |     |     |     | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
|          | Fin     |     |     |     | 1   | 1   | 1   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| OPTO_IN1 | Début   |     |     |     | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
|          | Fin     |     |     |     | 1   | 1   | 1   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| OPTO_IN2 | Début   |     |     |     | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
|          | Fin     |     |     |     | 1   | 1   | 1   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| EPROM    | Début   |     |     |     | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
|          | Fin     |     |     |     | 1   | 1   | 1   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |



**BACCALAUREAT SCIENCES ET TECHNOLOGIES  
INDUSTRIELLES**

**Spécialité génie électronique**

**Session 2007**

**Etude des systèmes techniques industriels**

**MACHINE A COMMANDE NUMERIQUE  
3 AXES**

**Partie électronique :**

**- Documents annexes : CAN1 à CAN10**

### DESCRIPTION GENERALE

Le circuit AD7528 est un double convertisseur numérique analogique (DAC) 8 bits. Des verrous séparés sont associés à chaque DAC pour faciliter les échanges avec un microprocesseur.

Les données sont transférées dans l'un ou l'autre des deux DAC via un port d'entrée 8 bits commun compatible TTL/CMOS. L'entrée de contrôle DACA/DACB détermine lequel des deux DAC doit être chargé. Le cycle de chargement de l'AD7528 est similaire au cycle d'écriture dans une mémoire RAM et le circuit est compatible avec la plupart des microprocesseurs 8 bits.

Le circuit fonctionne avec une tension d'alimentation comprise entre 5V et 15V, en dissipant seulement une puissance de 20 mW.

### INFORMATIONS LOGIQUES D'INTERFACAGE

#### Sélection du DAC :

Les deux verrous (Latch) des DAC partagent un port d'entrée 8 bits commun. L'entrée de contrôle  $\overline{DACA/DACB}$  sélectionne celui des deux DAC qui doit prendre en compte la donnée du port d'entrée à convertir.

#### Sélection du mode:

Les entrées  $\overline{CS}$  et  $\overline{WR}$  contrôlent le mode de fonctionnement du DAC sélectionné conformément à la table de sélection donnée ci-contre.

#### Mode d'écriture (WRITE) :

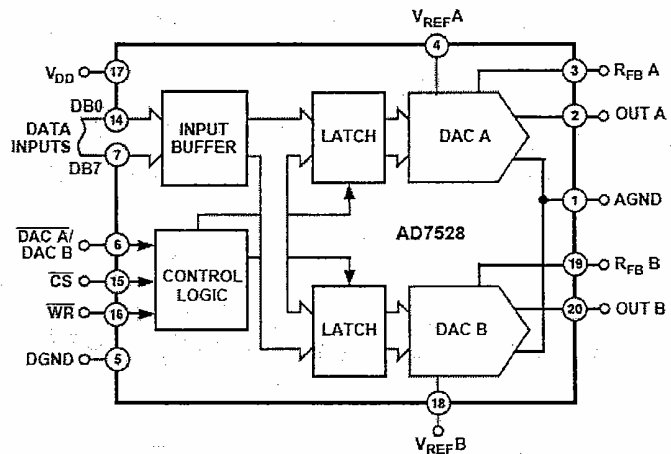
Lorsque les entrées  $\overline{CS}$  et  $\overline{WR}$  sont toutes les deux à l'état bas, le DAC sélectionné est en mode d'écriture. Les verrous d'entrée du DAC sélectionné sont transparents et la sortie analogique est le résultat de la conversion des entrées DB0 à DB7.

#### Mode de maintien (ou mémorisation HOLD):

Les verrous du DAC sélectionné mémorisent la donnée qui était présente sur les entrées DB0 à DB7 juste avant que

$\overline{CS}$  et  $\overline{WR}$  passent à l'état haut. Tant que  $\overline{CS}$  et  $\overline{WR}$  restent à l'état haut, les sorties analogiques des 2 DAC n'évoluent pas et gardent la valeur correspondant à la conversion de la donnée mémorisée dans leurs verrous respectifs.

### FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM

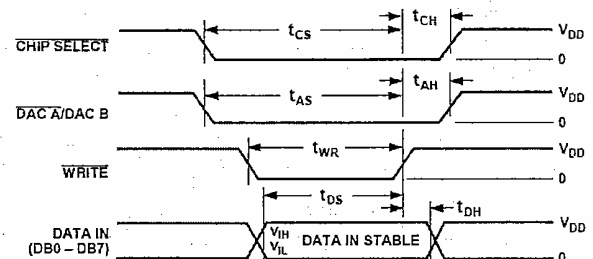


Mode Selection Table

| DACA/DACB | CS | WR | DAC A | DAC B |
|-----------|----|----|-------|-------|
| L         | L  | L  | WRITE | HOLD  |
| H         | L  | L  | HOLD  | WRITE |
| X         | H  | X  | HOLD  | HOLD  |
| X         | X  | H  | HOLD  | HOLD  |

L = Low State; H = High State; X = Don't Care.

### WRITE CYCLE TIMING DIAGRAM



#### NOTES:

- ALL INPUT SIGNAL RISE AND FALL TIMES MEASURED FROM 10% TO 90% OF  $V_{DD}$ .  
 $V_{DD} = +5V$ ,  $t_r = t_f = 20ns$ ;  
 $V_{DD} = +15V$ ,  $t_r = t_f = 40ns$ ;
- TIMING MEASUREMENT REFERENCE LEVEL IS  $\frac{V_{IH} + V_{IL}}{2}$

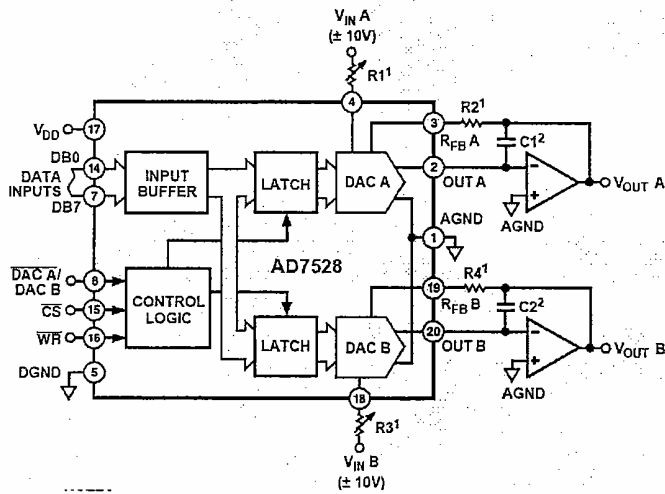


Table I : code unipolaire

| DAC Latch Contents | Analog Output (DAC A or DAC B)                               |
|--------------------|--|
| MSB                | LSB  |
| 1 1 1 1 1 1 1 1    | $-V_{IN} \left( \frac{255}{256} \right)$                     |
| 1 0 0 0 0 0 0 1    | $-V_{IN} \left( \frac{129}{256} \right)$                     |
| 1 0 0 0 0 0 0 0    | $-V_{IN} \left( \frac{128}{256} \right) = -\frac{V_{IN}}{2}$ |
| 0 1 1 1 1 1 1 1    | $-V_{IN} \left( \frac{127}{256} \right)$                     |
| 0 0 0 0 0 0 0 1    | $-V_{IN} \left( \frac{1}{256} \right)$                       |
| 0 0 0 0 0 0 0 0    | $-V_{IN} \left( \frac{0}{256} \right) = 0$                   |

Note : 1 LSB =  $(2^{-8}) (V_{IN}) = (V_{IN})/256$   
 $V_{outA} = V_A$        $V_{outB} = V_B$

NOTES :

<sup>1</sup> R1, R2 ET R3, R4 NE SONT UTILES QUE SI L'ON VEUT MODIFIER LE GAIN.

<sup>2</sup> C1, C2 (10 pF, 15 pF) NE SONT UTILES QU'AVEC DES AMPLIFICATEURS HAUTES FREQUENCES POUR EVITER LES OSCILLATIONS.

Figure 1 : Double DAC utilisé en mode unipolaire ; voir Table I

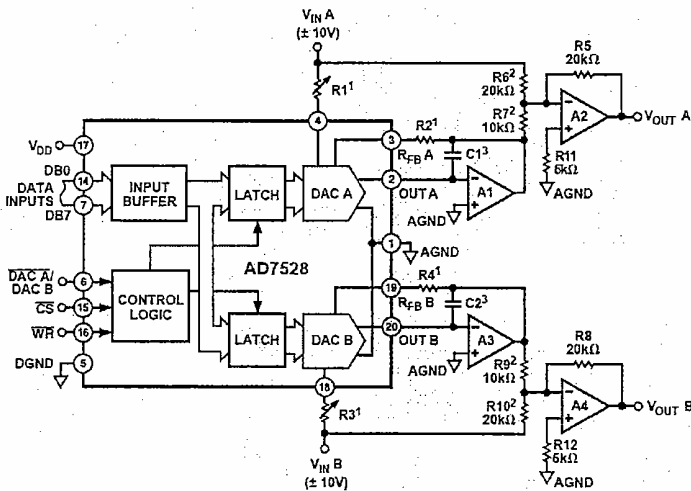


Table II : code bipolaire

| DAC Latch Contents | Analog Output (DAC A or DAC B)           |
|--------------------|--|
| MSB                | LSB                                      |
| 1 1 1 1 1 1 1 1    | $+V_{IN} \left( \frac{127}{128} \right)$ |
| 1 0 0 0 0 0 0 1    |  |
| 1 0 0 0 0 0 0 0    | 0  |
| 0 1 1 1 1 1 1 1    | $-V_{IN} \left( \frac{1}{128} \right)$   |
| 0 0 0 0 0 0 0 1    | $-V_{IN} \left( \frac{127}{128} \right)$ |
| 0 0 0 0 0 0 0 0    | $-V_{IN} \left( \frac{128}{128} \right)$ |

Note : 1 LSB =  $(2^{-7}) (V_{IN}) = (V_{IN})/128$

NOTES :

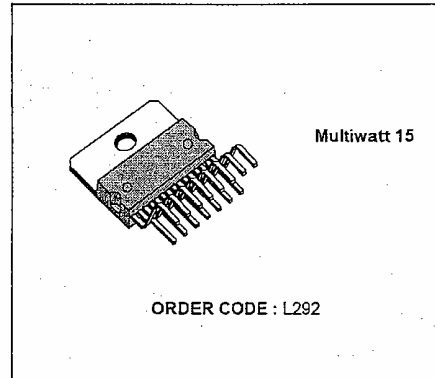
<sup>1</sup> R1, R2 ET R3, R4 NE SONT UTILES QUE SI L'ON VEUT MODIFIER LE GAIN.

<sup>3</sup> C1, C2 (10 pF, 15 pF) NE SONT UTILES QU'AVEC DES AMPLIFICATEURS HAUTES FREQUENCES POUR EVITER LES OSCILLATIONS.

Figure 2 : Double DAC utilisé en mode bipolaire ; voir Table II

**SWITCH-MODE DRIVER FOR DC MOTORS**

- POSSIBILITES : 2A, 36V, 30 kHz
- REGLAGE EXTERNE DU GAIN DE BOUCLE
- TENSION D'ALIMENTATION UNIQUE (18 A 36V)
- SIGNAL D'ENTREE SYMETRIQUE
- PROTECTION THERMIQUE



**DESCRIPTION :**

Le L292 est un circuit monolithique LSI dans un boîtier 15 broches MULTIWATT®. Il est conçu, en association avec le L290 et L291, pour un asservissement de position des moteurs à courant continu.

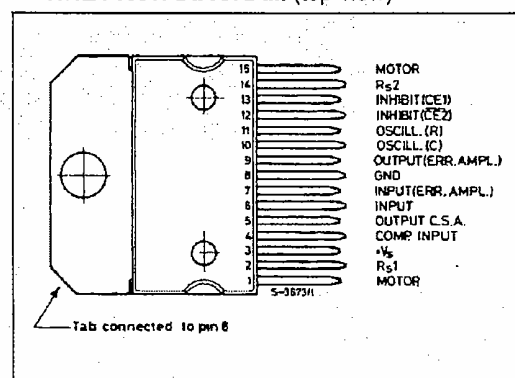
**ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS**

| Symbol        | Parameter   | Value           | Unit             |
|---------------|---|-----------------|------------------|
| $V_s$         | Power Supply  | 36              | V                |
| $V_i$         | Input Voltage   | - 15 to + $V_s$ | V                |
| $V_{inhibit}$ | Inhibit Voltage   | 0 to $V_s$      | V                |
| $I_o$         | Output Current  | 2.5             | A                |
| $P_{tot}$     | Total Power Dissipation ( $T_{case} = 75\text{ }^\circ\text{C}$ ) | 25              | W                |
| $T_{stg}$     | Storage and Junction Temperature                                  | - 40 to + 150   | $^\circ\text{C}$ |

**TRUTH TABLE**

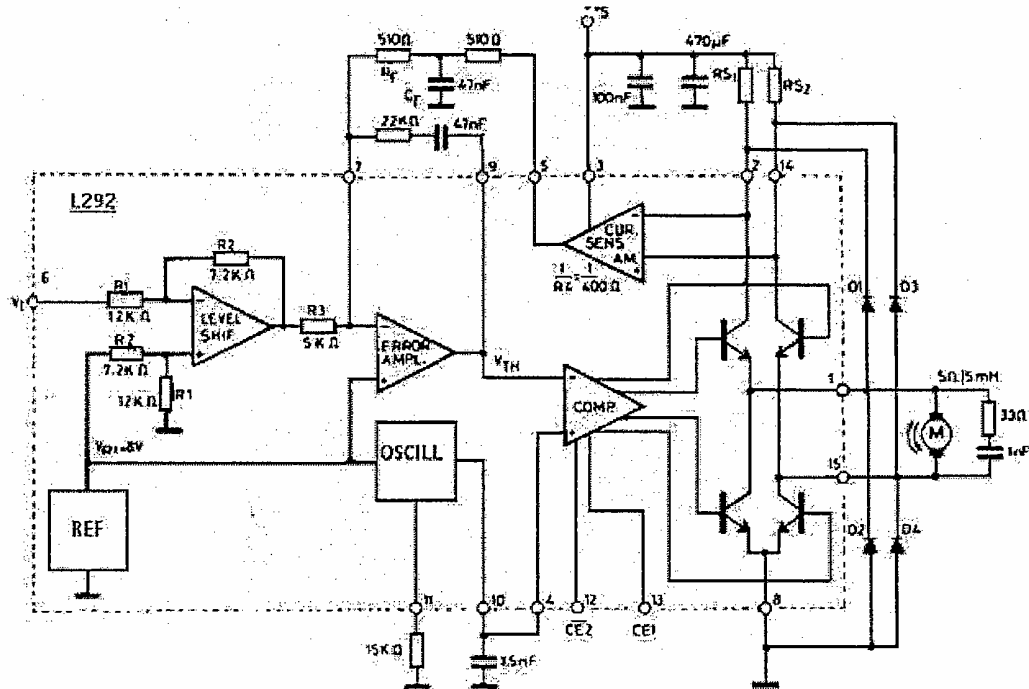
| $V_{inhibit}$ |        | Output Stage Condition |
|---------------|--------|------------------------|
| Pin 12        | Pin 13 |                        |
| L             | L      | Disabled               |
| L             | H      | Normal Operation       |
| H             | L      | Disabled               |
| H             | H      | Disabled               |

**CONNECTION DIAGRAM (top view)**



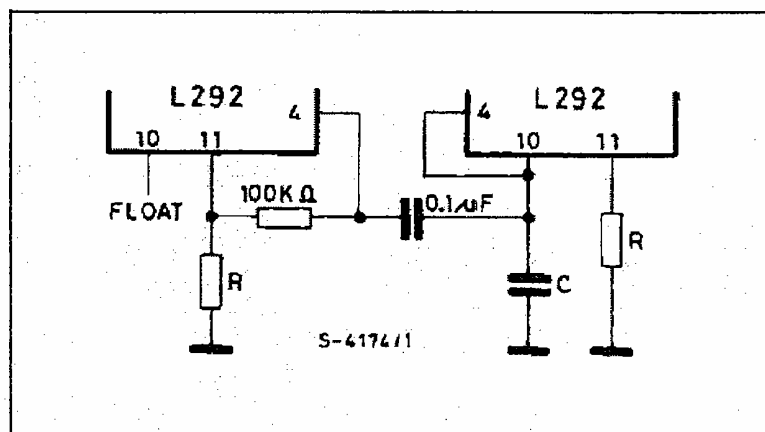
L292

## STRUCTURE INTERNE ET MONTAGE DE TEST



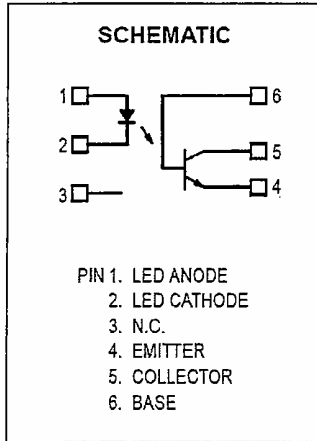
La fréquence de l'oscillateur donc du hachage est donnée par  $f_{osc} = 1 / (2RC)$  où R est la résistance connectée entre la patte 11 et la masse et C la capacité du condensateur connectée entre les pattes 10 et 4 et la masse.

## SYNCHRONISATION DE DEUX L292



Le signal de hachage est commun et de fréquence  $f_{osc} = 1 / (2RC)$

# Optoisolators transistor output

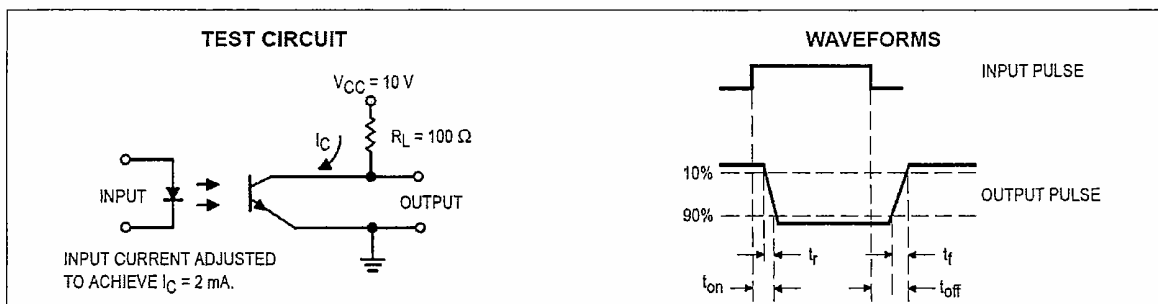


## VALEURS LIMITES

| Caractéristique              | Symbole   | Valeur | Unité |
|------------------------------|-----------|--------|-------|
| <b>LED D'ENTREE</b>          |           |        |       |
| Tension inverse              | $V_R$     | 6      | Volts |
| Courant direct (continu)     | $I_F$     | 60     | mA    |
| Puissance dissipée           | $P_D$     | 120    | mW    |
| <b>TRANSISTOR DE SORTIE</b>  |           |        |       |
| Tension collecteur émetteur  | $V_{CE0}$ | 30     | Volts |
| Tension émetteur base        | $V_{EB0}$ | 7      | Volts |
| Tension collecteur base      | $V_{CB0}$ | 70     | Volts |
| Courant collecteur (continu) | $I_C$     | 150    | mA    |
| Puissance dissipée           | $P_D$     | 150    | mW    |

## CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES à 25 °C

| Caractéristique                                 | Symbole     | Min | Typ  | Max | Unité |
|---|-------------|-----|------|-----|-------|
| <b>LED D'ENTREE</b>                             |             |     |      |     |       |
| Tension directe                                 | $V_F$       | 0,8 | 1,15 | 1,5 | V     |
| <b>TRANSISTOR DE SORTIE</b>                     |             |     |      |     |       |
| Tension de saturation collecteur émetteur       | $V_{CEsat}$ |     | 0,14 | 0,3 | V     |
| Courant émetteur à l'obscurité                  | $I_{CE0}$   |     | 1    | 50  | nA    |
| <b>COUPLAGE</b>                                 |             |     |      |     |       |
| Taux de transfert<br>$CTR = I_C / I_F * 100 \%$ | CTR         | 100 | 300  |     | %     |



## Octal buffer/line driver; 3-state; inverting

74HC/HCT540

### CARACTERISTIQUES

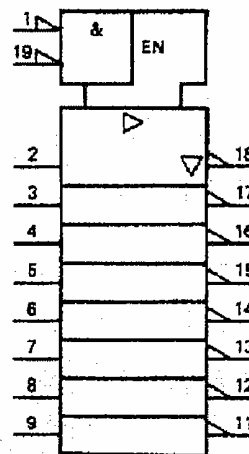
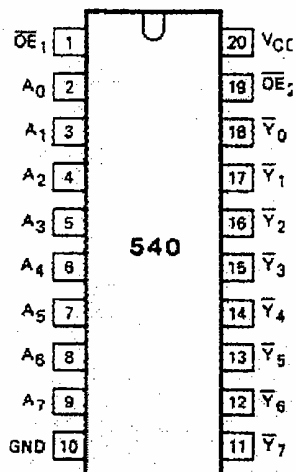
- Sorties inversées
- Possibilités de sortie : driver de bus

### DESCRIPTION GENERALE

Le 74HC/HCT540 est un octuple buffer (amplificateur de courant) inverseur avec des sorties trois états. Les sorties 3 états sont contrôlées par les entrées de validation de sorties  $\overline{OE1}$  et  $\overline{OE2}$ . Un niveau haut sur ces entrées positionne les sorties dans un état haute impédance.

### DESCRIPTION DES BROCHES

| PIN NO.                        | SYMBOL                               | NAME AND FUNCTION                |
|--------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| 1, 19                          | $\overline{OE1}, \overline{OE2}$     | output enable input (active LOW) |
| 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9         | $A_0$ to $A_7$                       | data inputs                      |
| 10                             | GND                                  | ground (0 V)                     |
| 18, 17, 16, 15, 14, 13, 12, 11 | $\overline{Y}_0$ to $\overline{Y}_7$ | bus outputs                      |
| 20                             | $V_{CC}$                             | positive supply voltage          |



### TABLE DE VERITE

| INPUTS           |                  |       | OUTPUT           |
|------------------|------------------|-------|------------------|
| $\overline{OE1}$ | $\overline{OE2}$ | $A_n$ | $\overline{Y}_n$ |
| L                | L                | L     | H                |
| L                | L                | H     | L                |
| X                | H                | X     | Z                |
| H                | X                | X     | Z                |

#### NOTE :

H = HIGH Niveau logique haut  
 L = LOW Niveau logique bas  
 X = Etat indifférent  
 Z = Etat haute impédance

## DM 74LS273

### Registre 8 bits avec mise à zéro

#### DESCRIPTION GENERALE

Le 74LS273 est un registre 8 bits rapide constitué de 8 bascules D avec une entrée d'horloge commune et une entrée de mise à zéro asynchrone active à l'état bas.

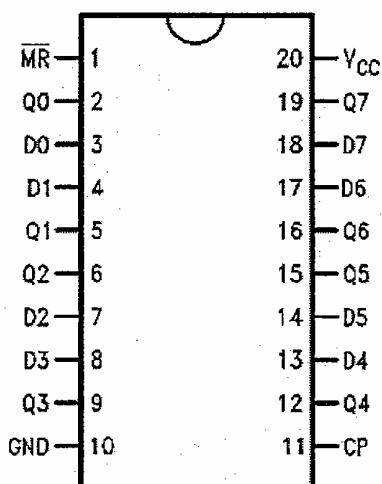
Lorsque l'entrée  $\overline{MR}$  est à l'état bas, toutes les sorties sont mises à zéro indépendamment de l'état des autres entrées.

Sur front montant de l'entrée d'horloge, les entrées D sont transférées vers les sorties Q.

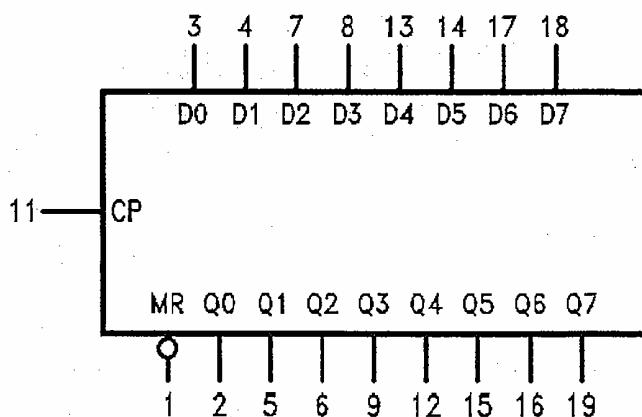
#### CARACTERISTIQUES

- Registre 8 bits rapide
- Déclenché sur front
- Entrée et sortie parallèle
- Entrées d'horloge et de mise à zéro communes aux 8 bascules

#### BROCHAGE



#### SYMBOLE LOGIQUE



DESC  
RIPTI  
ON  
DES

#### BROCHES

| Nom de broche   | Description   |
|-----------------|---|
| CP              | Clock Pulse : entrée d'horloge active sur front montant<br>Data : entrées de données<br>Master Reset : entrée de mise à zéro asynchrone active à l'état bas<br>Sorties des bascules |
| D0-D7           |   |
| $\overline{MR}$ |   |
| Q0-Q7           |   |

#### TABLE DE VERITE

| Entrées | Sorties |
|---------|---------|
|---------|---------|



| $\overline{MR}$ | CP | D <sub>n</sub> | Q <sub>n</sub> |
|-----------------|----|----------------|----------------|
| L               | X  | X              | L              |
| H               | ↑  | H              | H              |
| H               | ↑  | L              | L              |

Avec :

H = HIGH Niveau logique haut

L = LOW Niveau logique bas

X = Etat indifférent

↑ = Front montant

## TENSIONS ET COURANTS CARACTERISTIQUES

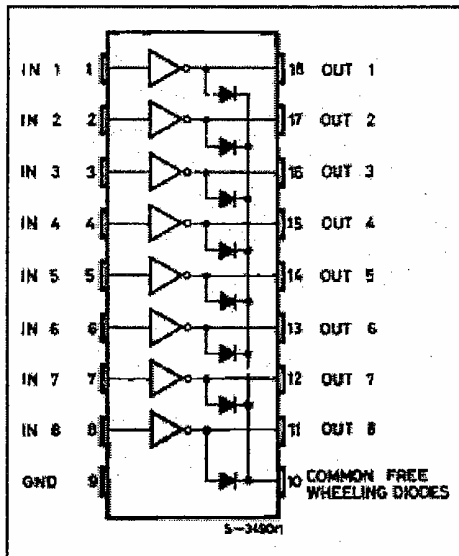
| Symbole         | Paramètre                        | Min  | Typ | Max  | Unité |
|-----------------|----------------------------------|------|-----|------|-------|
| V <sub>CC</sub> | Tension d'alimentation           | 4.75 | 5   | 5.25 | V     |
| V <sub>IH</sub> | Tension d'entrée au niveau haut  | 2    |     |      | V     |
| V <sub>IL</sub> | Tension d'entrée au niveau bas   |      |     | 0.8  | V     |
| I <sub>OH</sub> | Courant de sortie au niveau haut |      |     | -0.4 | mA    |
| I <sub>OL</sub> | Courant de sortie au niveau bas  |      |     | 8    | mA    |

## EIGHT DARLINGTON ARRAYS

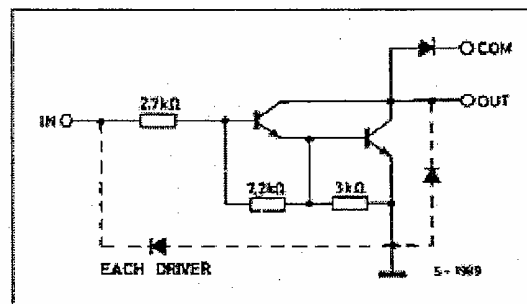
### CARACTERISTIQUES

- HUIT TRANSISTORS DARLINGTONS AVEC EMETTEURS COMMUNS
- COURANT DE SORTIE JUSQU'A 500 mA
- TENSION DE SORTIE JUSQU'A 50V
- DIODES DE ROUES LIBRES INTEGREES
- LES SORTIES PEUVENT ÊTRE BRANCHEES EN PARALLELE
- LES ENTREES ET LES SORTIES CORRESPONDANTES SONT IMPLANTEES FACE A FACE POUR FACILITER LE ROUTAGE

### BROCHAGE



### STRUCTURE INTERNE POUR UN DARLINGTON DE L'ULN2803



Entre chaque entrée IN et chaque sortie OUT correspondante, on retrouve la structure ci-dessus (soit 8 au total).

### ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

| Symbol    | Parameter  | Value       | Unit |
|-----------|--|-------------|------|
| $V_o$     | Output Voltage   | 50          | V    |
| $V_i$     | Input Voltage<br>for ULN2802A, UL2803A, ULN2804A<br>for ULN2805A | 30<br>15    | V    |
| $I_c$     | Continuous Collector Current                                     | 500         | mA   |
| $I_B$     | Continuous Base Current  | 25          | mA   |
| $P_{tot}$ | Power Dissipation<br>(one Darlington pair)<br>(total package)    | 1.0<br>2.25 | W    |
| $T_{amb}$ | Operating Ambient Temperature Range                              | - 20 to 85  | °C   |
| $T_{stg}$ | Storage Temperature Range  | - 55 to 150 | °C   |
| $T_J$     | Junction Temperature Range                                       | - 20 to 150 | °C   |



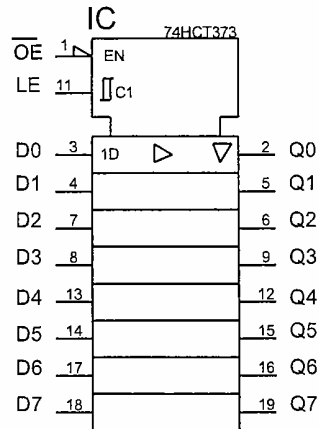
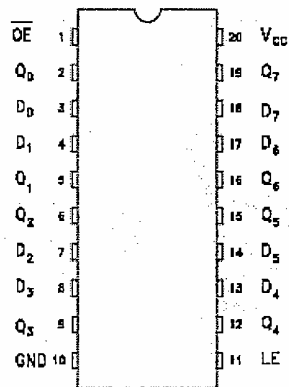
# 74VHCT373A

## OCTUPLE VERROU 3 ETATS

### DESCRIPTION GENERALE :

Le circuit est composé de huit verrous transparents de type D avec une entrée de validation (LE) active à l'état haut et une entrée de validation des sorties ( $\overline{OE}$ ) active à l'état bas.

### BROCHAGE :

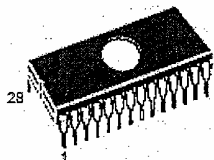


### TABLE DE VERITE :

| INPUTS          |    |   | OUTPUT     |
|-----------------|----|---|------------|
| $\overline{OE}$ | LE | D | Q          |
| H               | X  | X | Z          |
| L               | L  | X | NO CHANGE* |
| L               | H  | L | L          |
| L               | H  | H | H          |

#### NOTE :

- H = HIGH Niveau logique haut
- L = LOW Niveau logique bas
- X = Etat indifférent
- Z = Etat haute impédance



### M27C64A

64 Kbit (8Kb x8) UV EPROM and OTP EPROM

**BACCALAUREAT SCIENCES ET TECHNOLOGIES  
INDUSTRIELLES**

**Spécialité génie électronique**

**Session 2007**

**Etude des systèmes techniques industriels**

**MACHINE A COMMANDE NUMERIQUE  
3 AXES**

**Partie électronique :**

- **Documents réponses : CR1 à CR4**

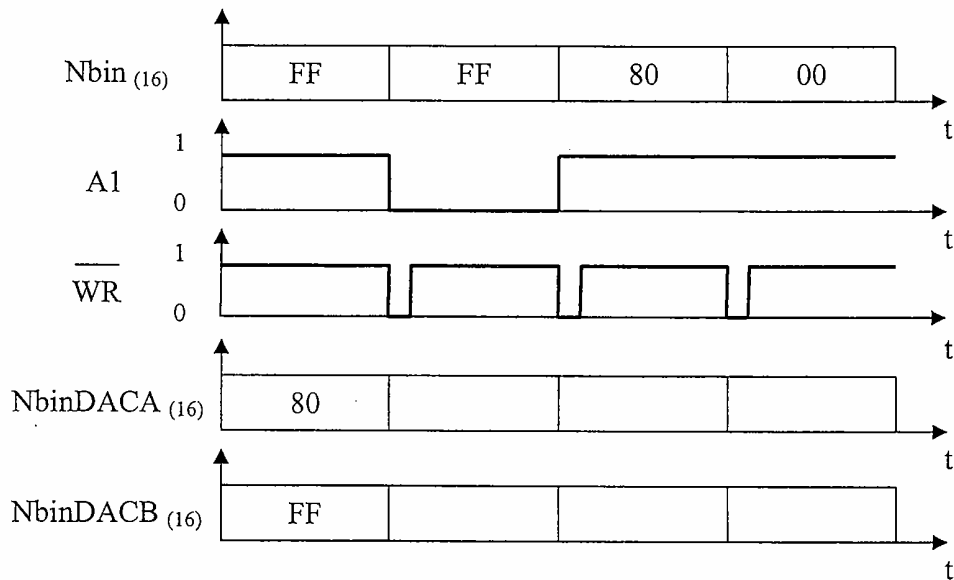
### Document réponse N°1

Question 7

|           |                   |
|-----------|-------------------|
| <b>A1</b> | <b>DAC chargé</b> |
| 0         |                   |
| 1         |                   |

### Document réponse N°2

Question 8



### Document réponse N°3

Questions 11 et 14

| Nbin <sub>(10)</sub> | Nbin <sub>(16)</sub> | Nbin <sub>(2)</sub> | Tension de sortie du DAC<br>V <sub>out</sub> (V) | Tension de sortie de l'ALI<br>UM1C (V) |
|----------------------|----------------------|---------------------|--|--|
| 0                    | 00                   | 0000 0000           |  |  |
| 1                    |                      |                     |  |  |
| 128                  |                      |                     |  |  |
|                      | FF                   | 1111 1111           |  |  |

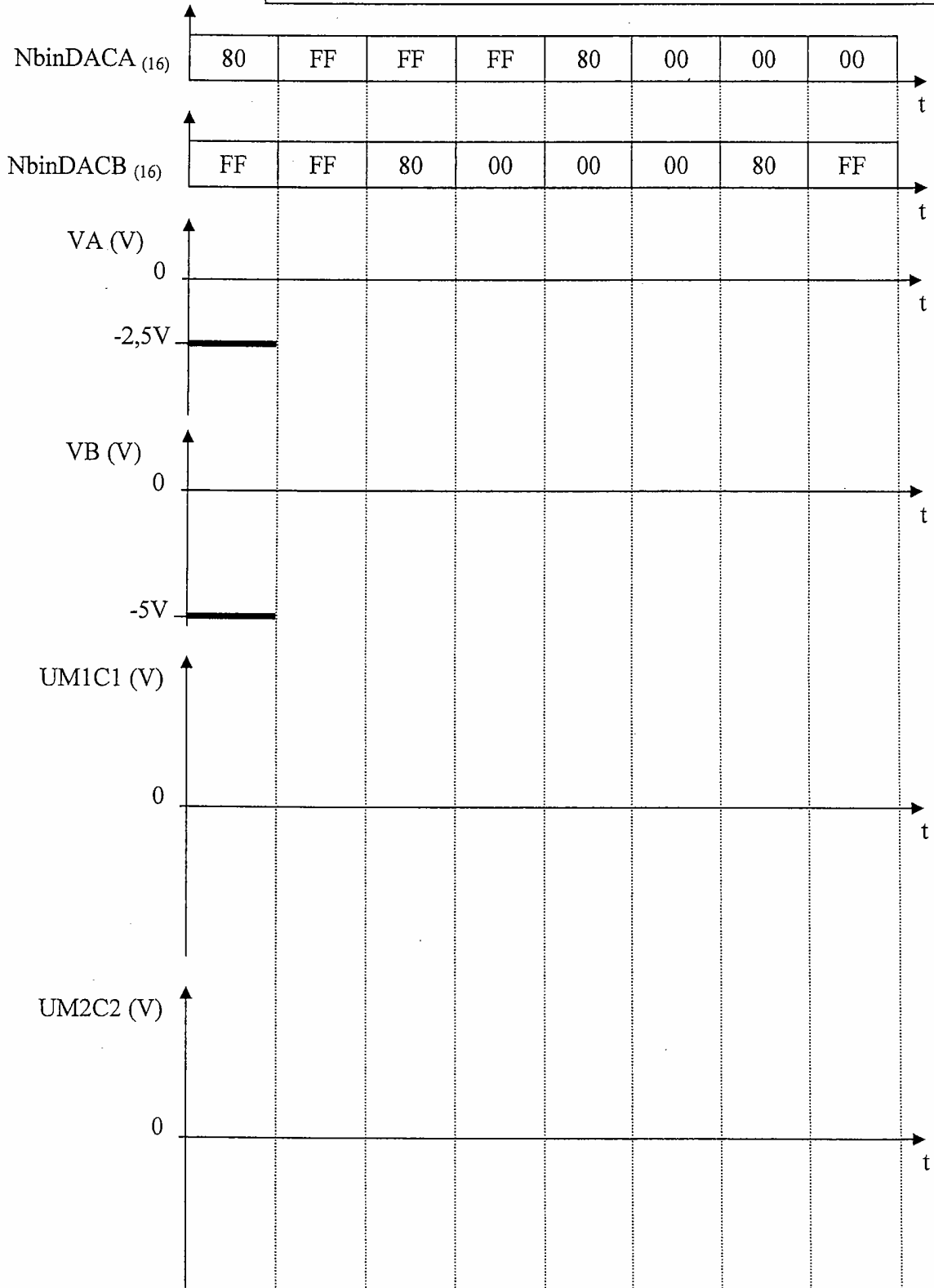
question 11

question 14

## Document réponse N°4

Questions 12 et 15

*On précisera les valeurs remarquables sur l'axe des ordonnées*



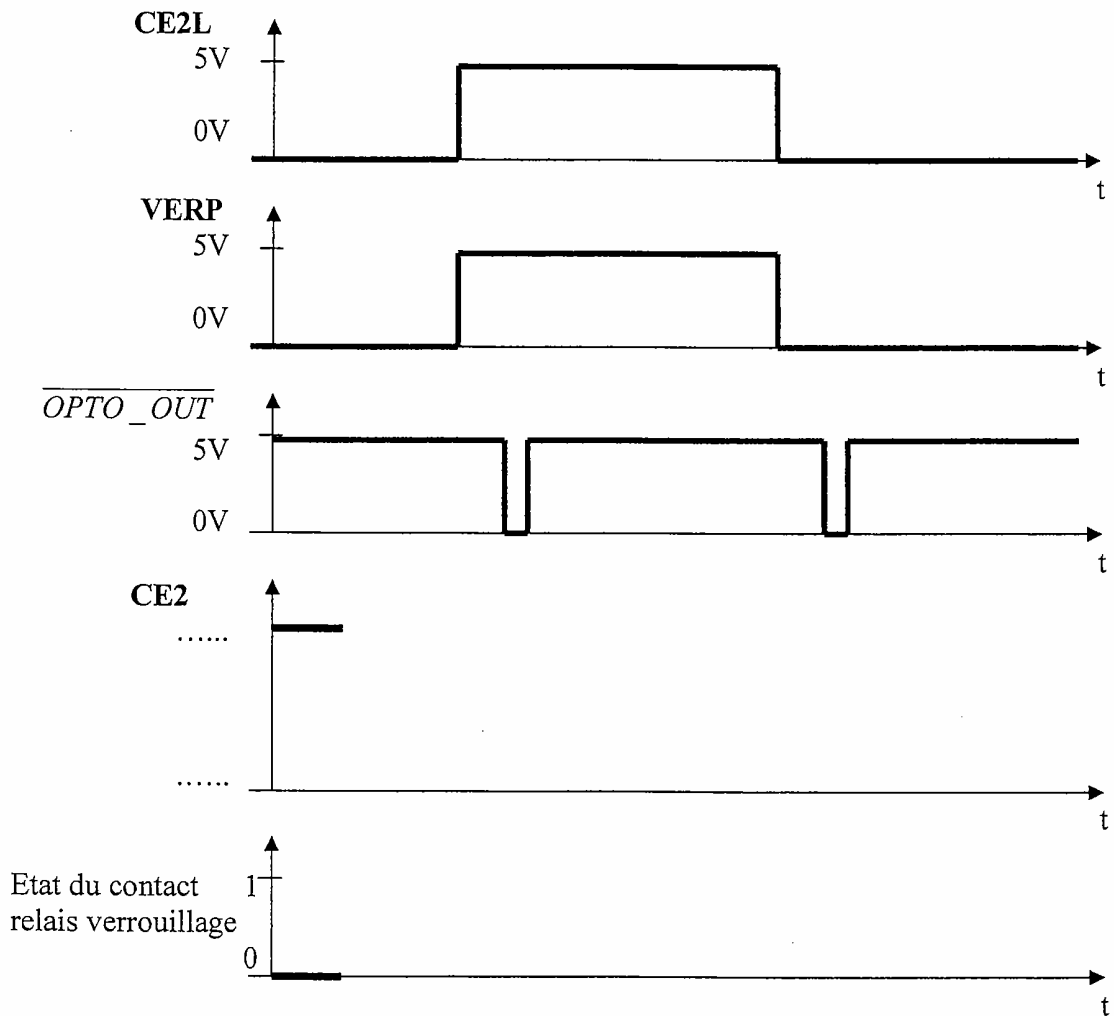
### Document réponse N°5

Question 27

| Etat du BP<br>"ouverture<br>porte" | Valeur de<br>$I_F = I_{R1}$ | Etat du<br>photo<br>transistor | Valeur<br>de $I_c$ | Valeur<br>de $V_{CE}$ | Niveau logique<br>de OUVP si<br>$\overline{OPTO\_IN1} = 0$ |
|------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--------------------|-----------------------|--|
| Appuyé                             |                             |                                |                    |                       |  |
| Relâché                            |                             |                                |                    |                       |  |

### Document réponse N°6

Question 32



Convention niveau logique :

- 1 pour contact fermé
- 0 pour contact ouvert

**Document réponse N°7**

Question 37

|     | $\overline{CS\_CNA}$ | $\overline{OPTO\_OUT}$ | $\overline{OPTO\_IN1}$ | $\overline{OPTO\_IN2}$ | $\overline{CS\_EPROM}$ |
|-----|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| A15 |                      |                        |                        |                        |                        |
| A14 |                      |                        |                        |                        |                        |
| A13 |                      |                        |                        |                        |                        |



**BACCALAUREAT SCIENCES ET TECHNOLOGIES  
INDUSTRIELLES**

**Spécialité génie électronique**

**Session 2007**

**Etude des systèmes techniques industriels**

**MACHINE A COMMANDE NUMERIQUE  
3 AXES**

**Partie construction mécanique :**

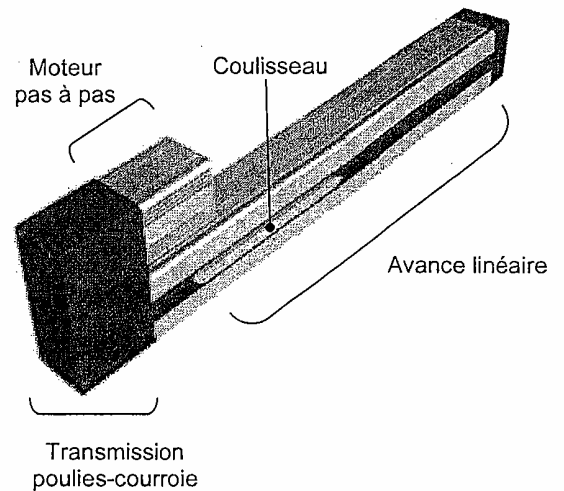
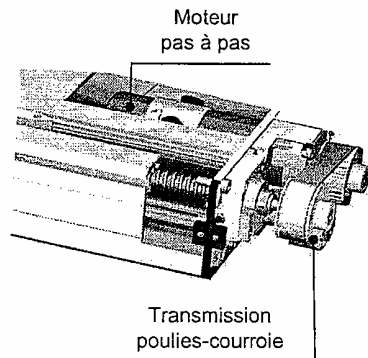
- Questions et documents réponses : BR1 à BR4

## B - Partie Mécanique : Etude de la Fonction FT33

### 1 – Présentation du système

L'étude porte sur « l'axe motorisé X » de la CPM 2018 permettant le déplacement du chariot horizontal suivant l'axe X (voir document BAN 5/5).

L'axe motorisé X est constitué d'une avance linéaire entraînée par un moteur pas-à-pas par l'intermédiaire d'une transmission par poulies et courroie crantée.



### 2 - Etude de l'avance linéaire

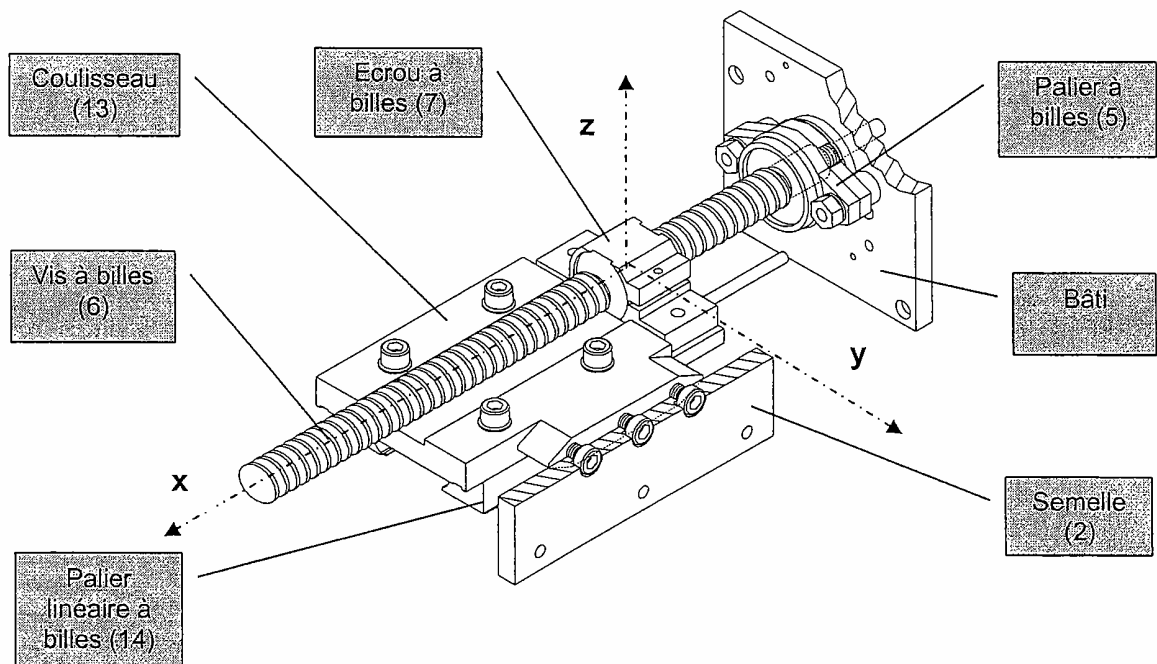
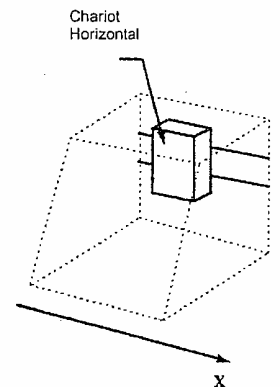
On étudie, dans un premier temps « l'avance linéaire » seule, représentée sur les documents suivants :

Document BAN1/5 : Plan en perspective de l'avance linéaire ;

Document BAN2/5 : Nomenclature ;

Document BAN3/5 : Plan d'ensemble de l'avance linéaire.

Le chariot est lié au coulisseau et la semelle, le bâti est fixe.



**Q1** - Compléter les classes d'équivalence ci-dessous coulisseau et vis en vous aidant des documents BAN 1/5, BAN 2/5 et BAN 3/5 :

**Classe Bâti :**

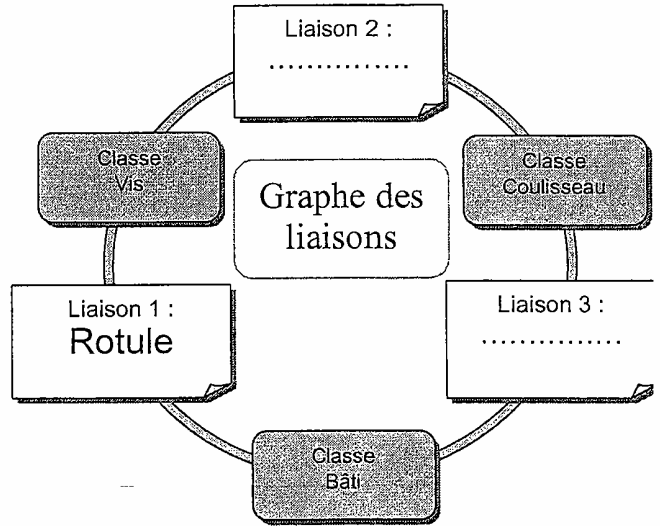
{1,3,4,5,8,9,10,11,15,16,17,19,20,21,28 }

**Classe Coulisseau:**

{ 2, ..... }

**Classe Vis :**

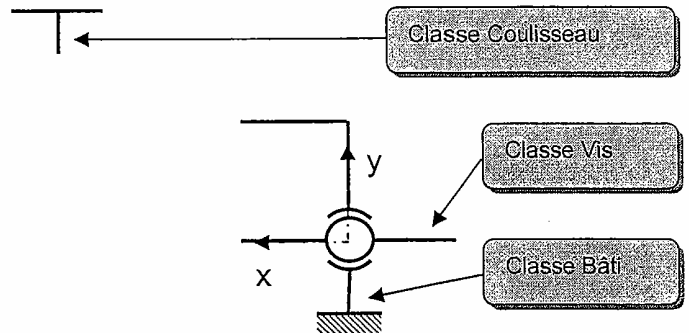
{ 6, ..... }



**Q2** - Compléter le graphe des liaisons en donnant le nom et l'orientation des liaisons 2 et 3 :

**Q3** - Compléter le schéma cinématique ci-dessous, en représentant le schéma normalisé des liaisons 2 et 3:

Schéma cinématique



**Q4** - A partir du document BAN 4/5, définir le nom et les principaux avantages des éléments qui réalisent les liaisons ci-dessous :

- LIAISONS 1 : .....

.....

- LIAISONS 2 : .....

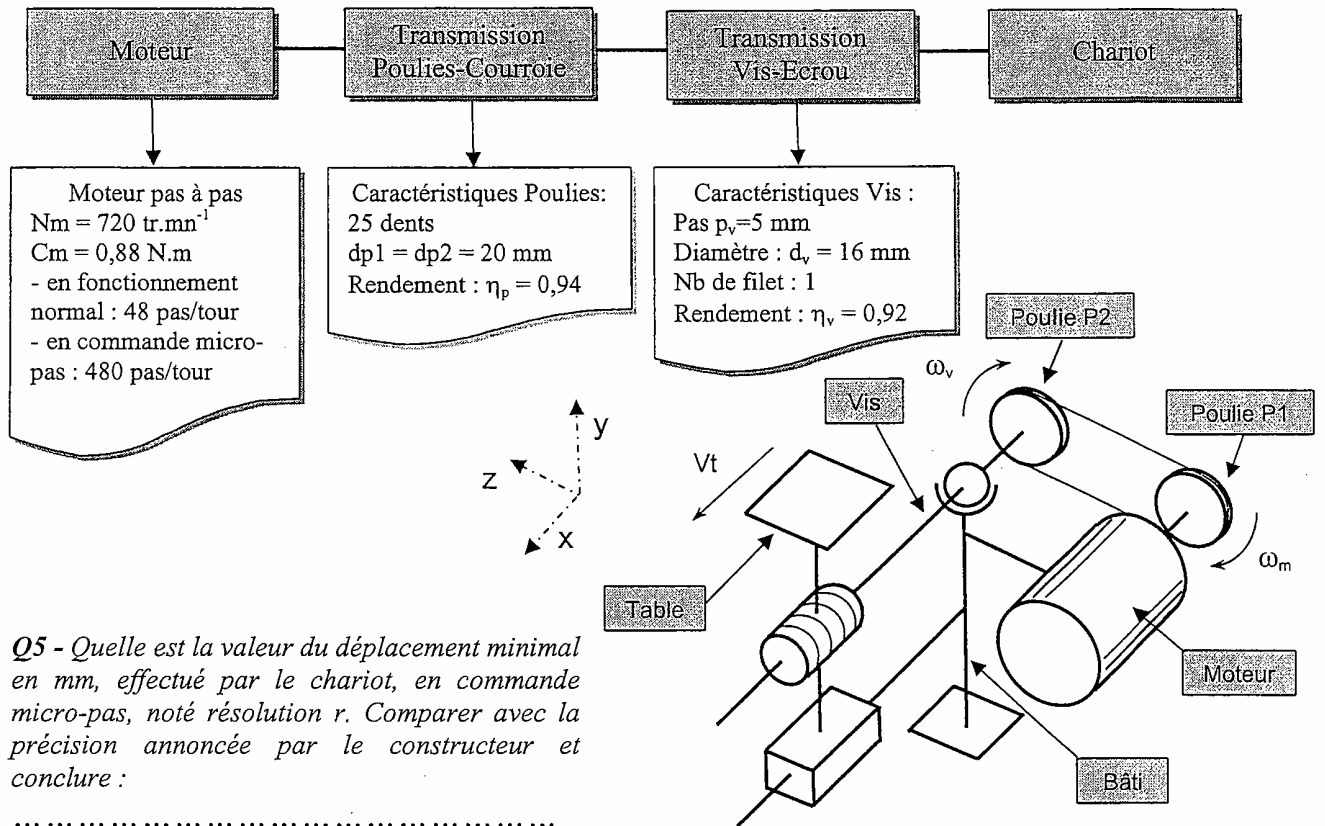
.....

- LIAISONS 3 : .....

.....

### 3 - Etude de l'axe motorisé X

La translation du chariot horizontal sur l'axe X est obtenue grâce à la chaîne cinématique :



**Q5** - Quelle est la valeur du déplacement minimal en mm, effectué par le chariot, en commande micro-pas, noté résolution  $r$ . Comparer avec la précision annoncée par le constructeur et conclure :

.....  
 .....  
 .....

**Q6** - Déterminer la vitesse de rotation de la vis,  $N_v$  en  $\text{tr.mn}^{-1}$  :

.....  
 .....

**Q7** - Déterminer la vitesse de translation du chariot  $V_c$  en  $\text{mm.s}^{-1}$  ; comparer avec la vitesse donnée par le constructeur document BAN 5/5 :

.....  
 .....

**Q8** - Compte tenu des données de déplacement sur les 3 axes mentionnés dans le document BAN 5/5, déterminer la durée du déplacement total du chariot suivant X, noté  $T_t$  :

.....  
 .....

Q9 - Déterminer la puissance nominale du moteur, notée  $P_m$  :

.....

Q10 - Déterminer le rendement global  $\eta_g$  :

.....

Q11 - Déterminer la puissance utile au niveau du chariot  $P_c$  :

.....

Q12 - Déterminer l'effort maximal admissible suivant  $x$ , noté  $F_x$  (sachant que  $P = F.V$  avec  $P$  la puissance,  $F$  la force et  $V$  la vitesse pour un mouvement de translation) :

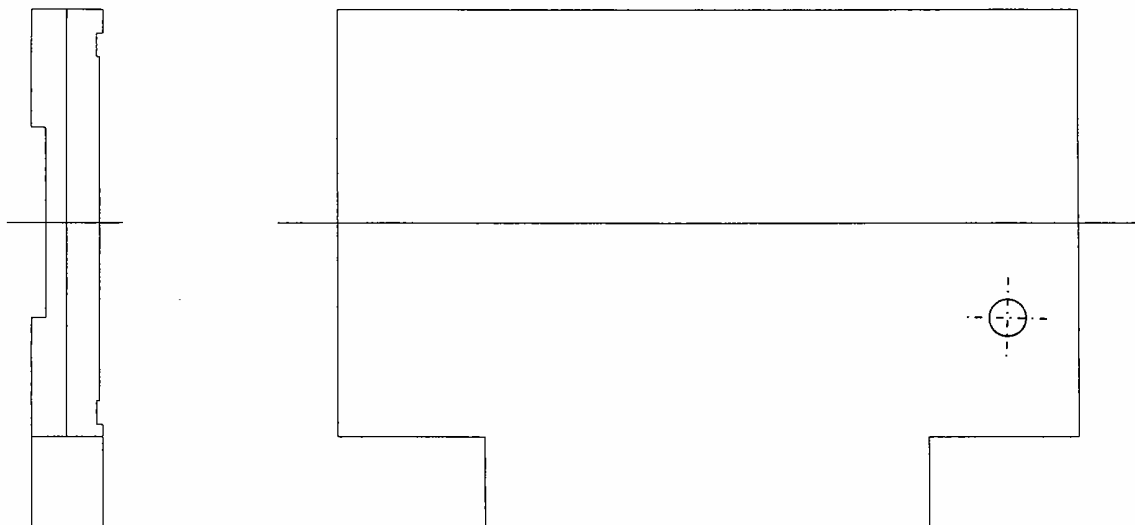
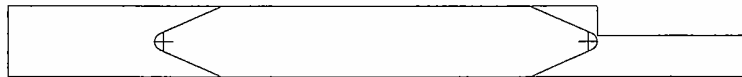
.....

#### 4 - Etude graphique :

Q13 - A l'aide des documents BAN 1/5 et BAN 3/5, compléter les vues du coulisseau 13, sans arêtes cachées :

- Vue de face (à compléter);
- Vue de dessous (à compléter) ;
- Vue de droite (complète).

Les vues seront représentées à l'échelle 0,8 : 1, c'est-à-dire à la même échelle que le plan d'ensemble document BAN 3/5, aux instruments et au crayon.



**BACCALAUREAT SCIENCES ET TECHNOLOGIES  
INDUSTRIELLES**

**Spécialité génie électronique**

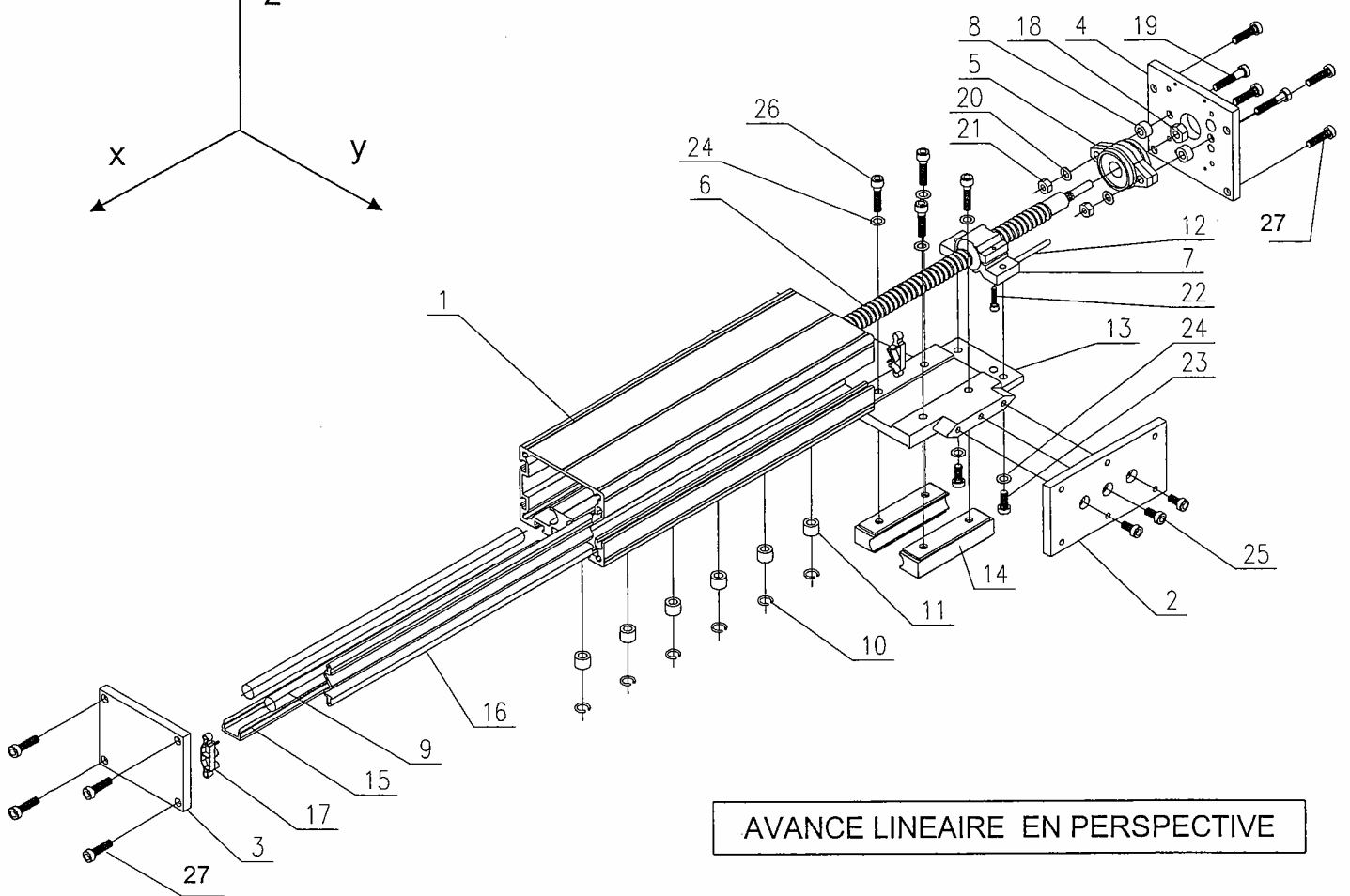
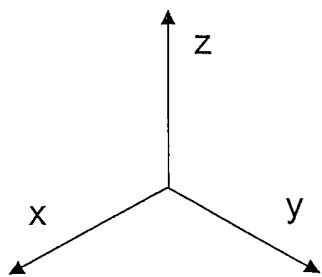
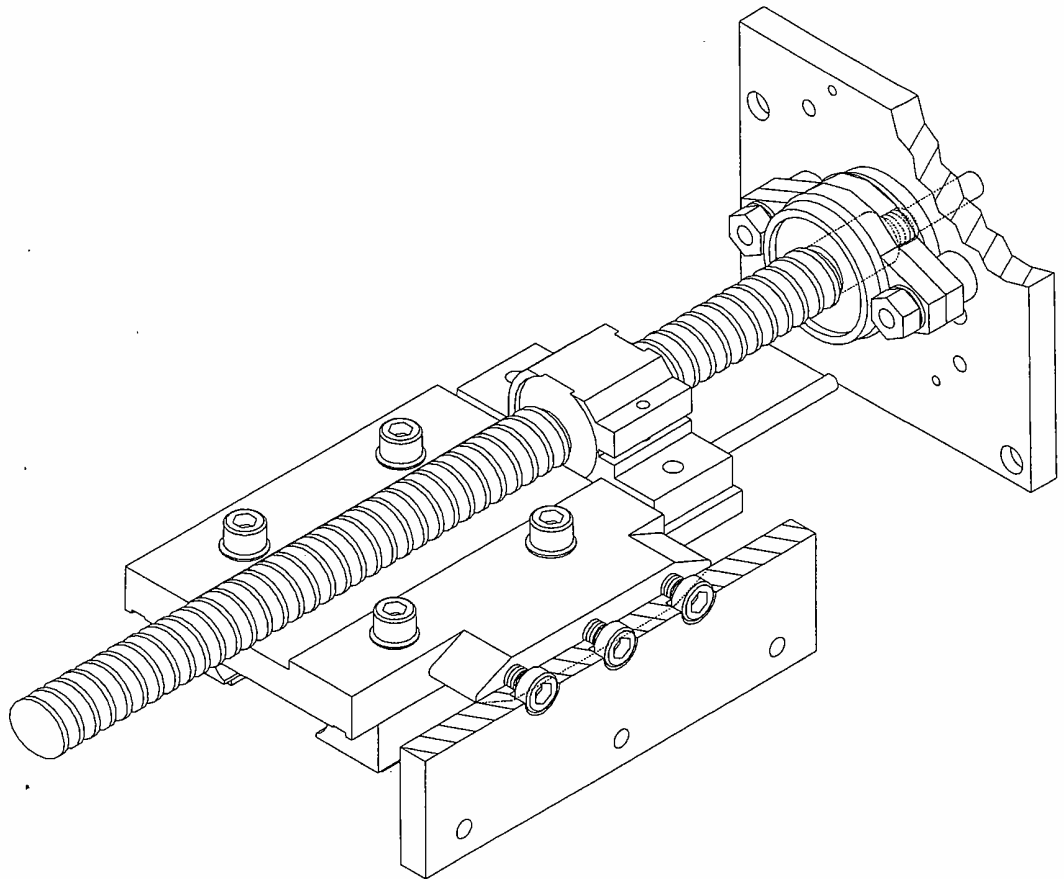
**Session 2007**

**Etude des systèmes techniques industriels**

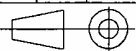
**MACHINE A COMMANDE NUMERIQUE  
3 AXES**

**Partie construction mécanique :**

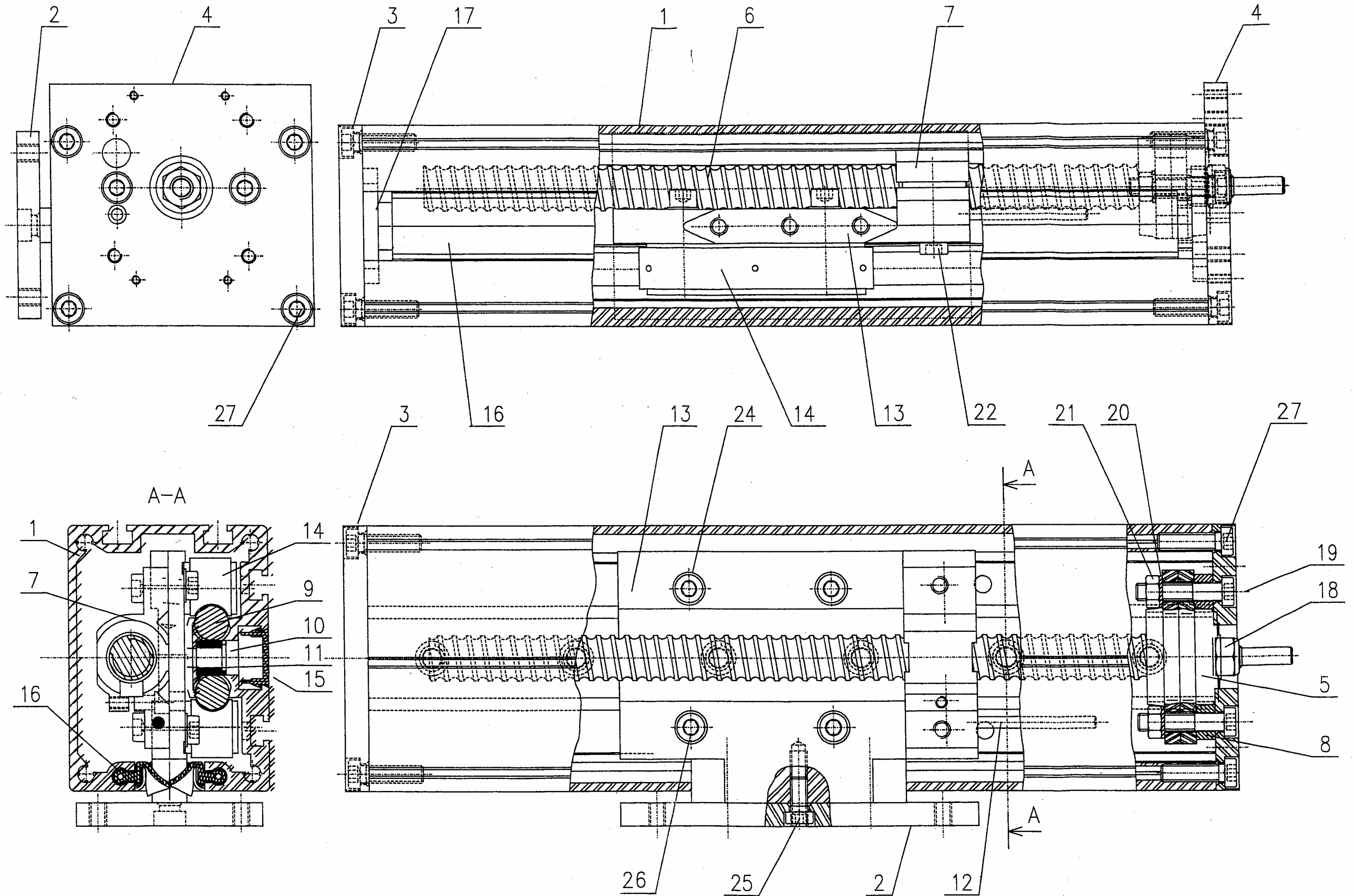
- Documents annexes : BAN1 à BAN5



AVANCE LINEAIRE EN PERSPECTIVE

| 27  | 8  | Vis de fixation des platines   |          |              | CHC M6-22                  |
|---|----|--|----------|--------------|----------------------------|
| 26  | 4  | Vis de fixation patin à billes   |          |              | CHC M6-25                  |
| 25  | 3  | Vis de fixation semelle  |          |              | CHC M6-12                  |
| 24  | 6  | Rondelle   |          |              | <del>Ø</del> 11.5-7,ép.0.5 |
| 23  | 2  | Vis de fixation  |          |              | CHC M6-14                  |
| 22  | 1  | Vis de réglage écrou à billes  |          |              | CHC M4-16                  |
| 21  | 2  | Ecrou  |          |              | H M6                       |
| 20  | 2  | Rondelle frein   |          |              | DEC 6                      |
| 19  | 2  | Vis de fixation du palier  |          |              | CHC M6-30                  |
| 18  | 1  | Ecrou frein  |          |              | NYLSTOP M8                 |
| 17  | 2  | Embout de joint  |          |              |                            |
| 16  | 2  | Joint de protection latéral  |          |              |                            |
| 15  | 1  | Joint de protection inférieur  |          |              |                            |
| 14  | 2  | Patin à billes   |          |              |                            |
| 13  | 1  | Coulisseau   |          |              |                            |
| 12  | 1  | Tige témoin  |          |              |                            |
| 11  | 6  | Douille de positionnement  |          |              |                            |
| 10  | 6  | Anneau élastique   |          |              |                            |
| 9   | 2  | Colonne de guidage   |          |              |                            |
| 8   | 2  | Entretoise   |          |              |                            |
| 7   | 1  | Ecrou à billes et support  |          |              |                            |
| 6   | 1  | Vis  |          |              |                            |
| 5   | 1  | Palier à billes  |          |              |                            |
| 4   | 1  | Platine côté moteur  |          |              |                            |
| 3   | 1  | Platine  |          |              |                            |
| 2   | 1  | Semelle  |          |              |                            |
| 1   | 1  | Corps  |          |              |                            |
| Rep   | Nb | Désignation  | Mat ière | Observat ion | Réf érence                 |
|  |    | <h1 style="margin: 0;">AVANCE LINEAIRE</h1> <h2 style="margin: 0;">NOMENCLATURE</h2> |          |              |                            |
| Format : A4   |    |  |          |              |                            |
| Ech. :  |    |  |          |              |                            |
| Dessiné par :   |    |  |          |              |                            |
| Le  |    | N°   |          |              |                            |





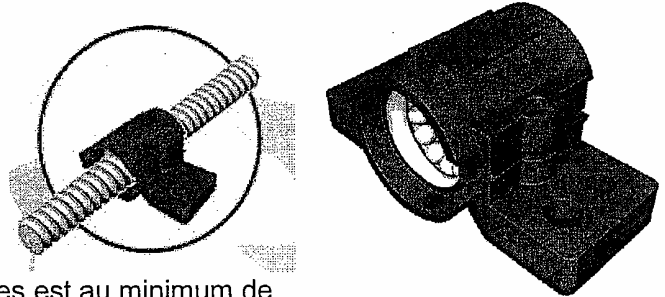
AVANCE LINEAIRE    FORMAT A3    ECHELLE 0,8 :1

## Vis à billes de diamètre 16 mm

Acier CF 53, trempé par induction  
Tolérance ISO classe 7

Les vis à billes *isel* sont des composants de haute qualité, précis et résistants à l'usure, qui transforment les mouvements rotatifs en mouvements linéaires avec des frottements minimes. Le rendement de ces vis à billes est au minimum de 90% (à titre de comparaison, les vis à filet trapézoïdale ont un rendement moyen de 50%). Elles disposent de plusieurs canaux de re-circulation de billes, leur nombre dépend du pas de l'écrou. Les vis à billes *isel* ont des chemins de roulement trempés et polis dans lesquels les billes roulent pratiquement sans s'user ce qui leur assure une longue durée de vie.

Les vis à billes ont des couples de démarrage nettement plus faibles que les vis à filet trapézoïdal. Pour les vis à billes, le frottement au démarrage est à peine plus élevé que pendant le fonctionnement.



## Guidages linéaires à billes

Les paliers linéaires à billes *isel* permettent de réaliser des avances ayant une précision de guidage de 0,01 mm/m avec des vitesses de déplacement de 5 m/sec environ. Le bloc du palier est rectifié et poli sur toutes ses faces. La précision de parallélisme des deux circuits de billes est de 0,005 mm.

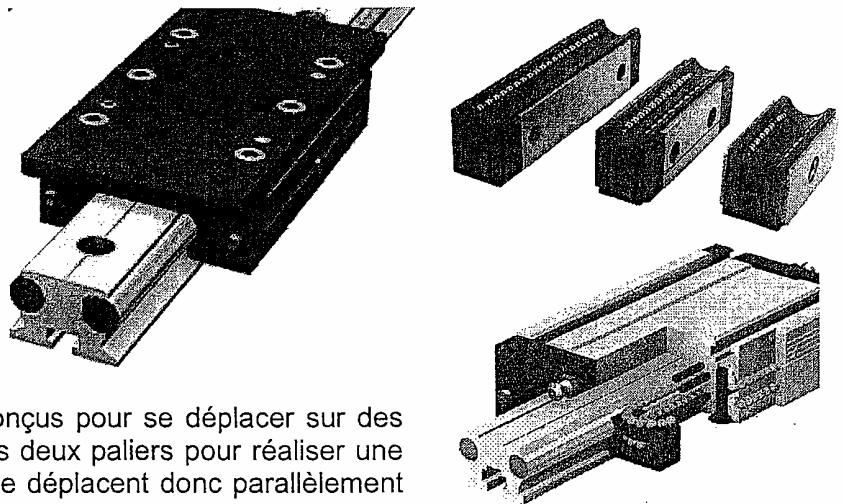
La cage en matière plastique servant à la circulation des billes est pourvue d'un trou pour assurer la lubrification du palier.

Les paliers linéaires à billes *isel* sont conçus pour se déplacer sur des ronds de diamètre 12 mm. Il faut au moins deux paliers pour réaliser une avance linéaire. Quatre circuits de billes se déplacent donc parallèlement avec un angle de 90° sur un rond de diamètre. 12 mm.

Tous les guidages linéaires *isel* sont des profilés en aluminium extrudé.

Tous les rails de guidages sont des ronds de précision Ø8 h6 et Ø16 h6 en acier de dureté HRC 60±2.

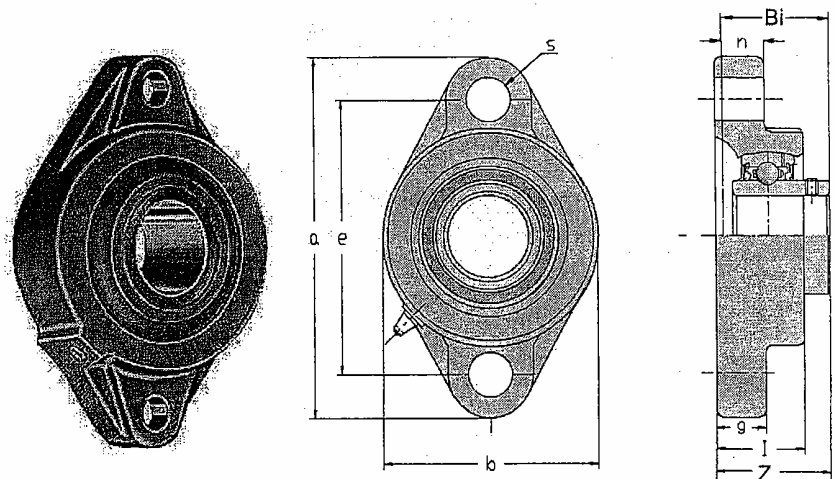
Les billes des paliers linéaires, prisonnières dans les chemins de roulement en circuit fermé, sont ramenées en permanence dans la zone de charge par les mouvements du palier.



## Paliers à billes « appliques » à deux trous de fixation

- Corps de palier en thermoplastique ;
- Roulement à une rangée de billes ;
- Roulement auto-aligneur.

Les roulements à billes auto-aligneurs, autorisent un rotulage, c'est-à-dire une inclinaison de quelques degrés de l'arbre par rapport au palier, qui compensent d'éventuels défauts d'alignement.

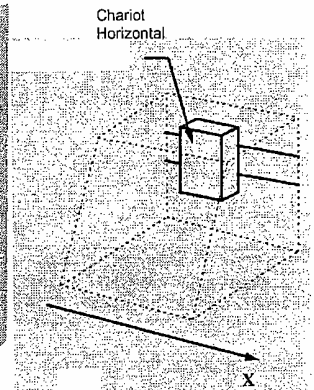
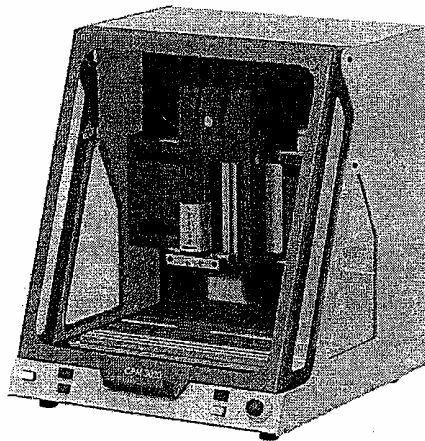


## Commande numérique

CPM 2018 - 3020 - 4030

Les systèmes compacts des séries CPM sont constitués de machine 3D à commande numérique prêtes à raccorder pour la formation et les applications industrielles, et cela pour un rapport prestation / prix exceptionnel.

Les machines sont appropriées pour l'usinage du bois, des plastiques, des métaux légers, des cartes électroniques, etc. et avec une gamme étendue d'accessoires utilisables de différentes manières.



|  | CPM 4030  | CPM 3020        | CPM 2018        |
|--|---|-----------------|-----------------|
| <b>Construction</b>                            | Structure à châssis avec capot de protection  |                 |                 |
| <b>Type</b>                                    | Portique  |                 |                 |
| <b>Courses (X / Y / Z) en mm</b>               | 400 / 300 / 140   | 300 / 200 / 90  | 200 / 150 / 90  |
| <b>Vitesses (X / Y / Z) en mm/s</b>            | 60 / 60 / 60 avec vis à bille 16 * 10mm   |                 |                 |
| <b>Guidages</b>                                | Guidage de précision en acier sans jeu à roulement à billes linéaires                             |                 |                 |
| <b>Hauteur de passage (sous Z) en mm</b>       | 170   | 115             | 100             |
| <b>Dimensions de la table de bridage en mm</b> | 600 x 375   | 500 x 250       | 400 x 250       |
| <b>Dimensions extérieures en mm</b>            | 780 x 850 x 810   | 610 x 650 x 715 | 535 x 600 x 690 |
| <b>Poids en kg</b>                             | 120   | 102             | 95              |
| <b>Motorisation</b>                            | Moteurs pas à pas 2 phases Hightorque   |                 |                 |
| <b>Commandes</b>                               | Commande pas à pas microstep 4 axes<br>Liaison RS 232 (fonctionne avec un adaptateur usb / série) |                 |                 |

### Applications

- fabrication de plaque de signalisation
- fabrication de maquette d'architecture
- découpe de carte
- prototypage
- éducation
- fraisage, découpe et gravure
- usinage de poche
- usinage 3D
- bijouterie
- usinage de surface cylindrique (en option)

### Équipements

- 4 axes micro-pas intégrés
- aucune carte additionnelle nécessaire dans le PC
- construction robuste en aluminium pour l'industrie
- vis à billes à ajustement sans jeu
- moteur de broche UFM 500 (500 W / 11.000 - 25.000 rpm) (en option sur la CPM 4030)
- espace de travail fermé conformément aux normes de sécurité CE
- logiciel de pilotage
- fonctionne avec n'importe quel PC du commerce (pilotage USB en option)
- disponible en version 115 V
- capteur de mesure d'outil, dispositif de micro-pulvérisation / jet