

CORRIGE

Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.

**BACCALAUREAT SCIENCES ET TECHNOLOGIES
INDUSTRIELLES**

Spécialité génie électronique

Session 2007

Etude des systèmes techniques industriels

**MACHINE A COMMANDE NUMERIQUE
3 AXES**

CORRIGE

Partie mécanique et construction

Barème Partie Mécanique

N° Questions	Points
Q1	3
Q2	6 (2 x 3)
Q3	4 (2 x 2)
Q4	6 (3 x 2)
Q5	4 (2 x 2)
Q6	3
Q7	4 (2 x 2)
Q8	3
Q9	3
Q10	3
Q11	3
Q12	3
Q13	15
TOTAL	60 Points

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 :

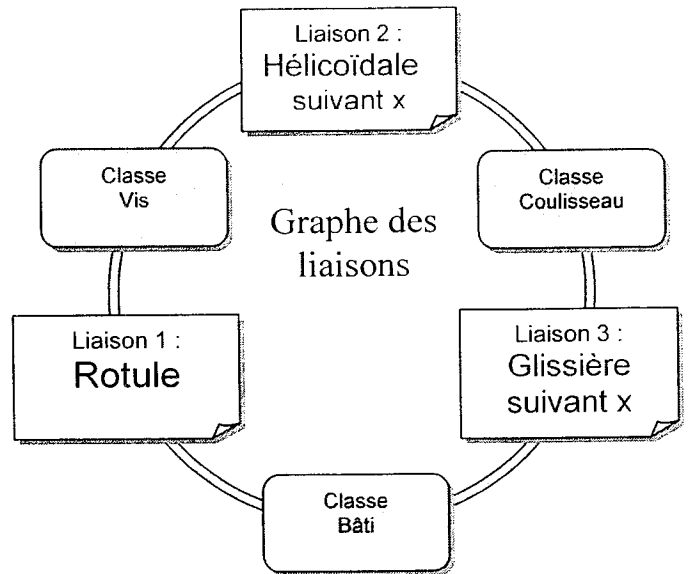
{ 1, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 28 }

Classe Coulisseau:

{ 2, 7, 12, 13, 14, 22, 23, 24, 25, 26, 27 }

Classe Vis :

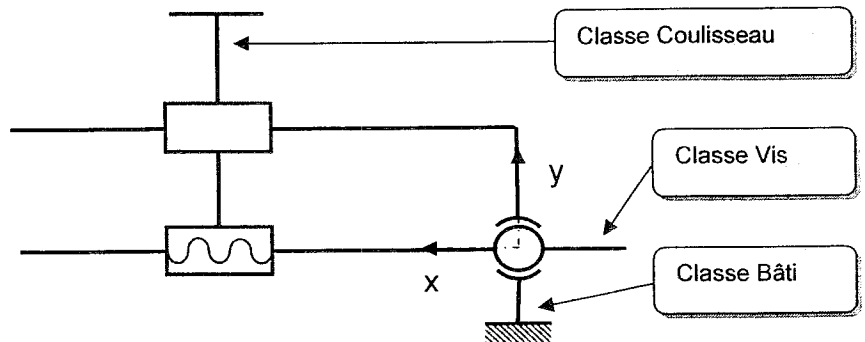
{ 6, 18..... }



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

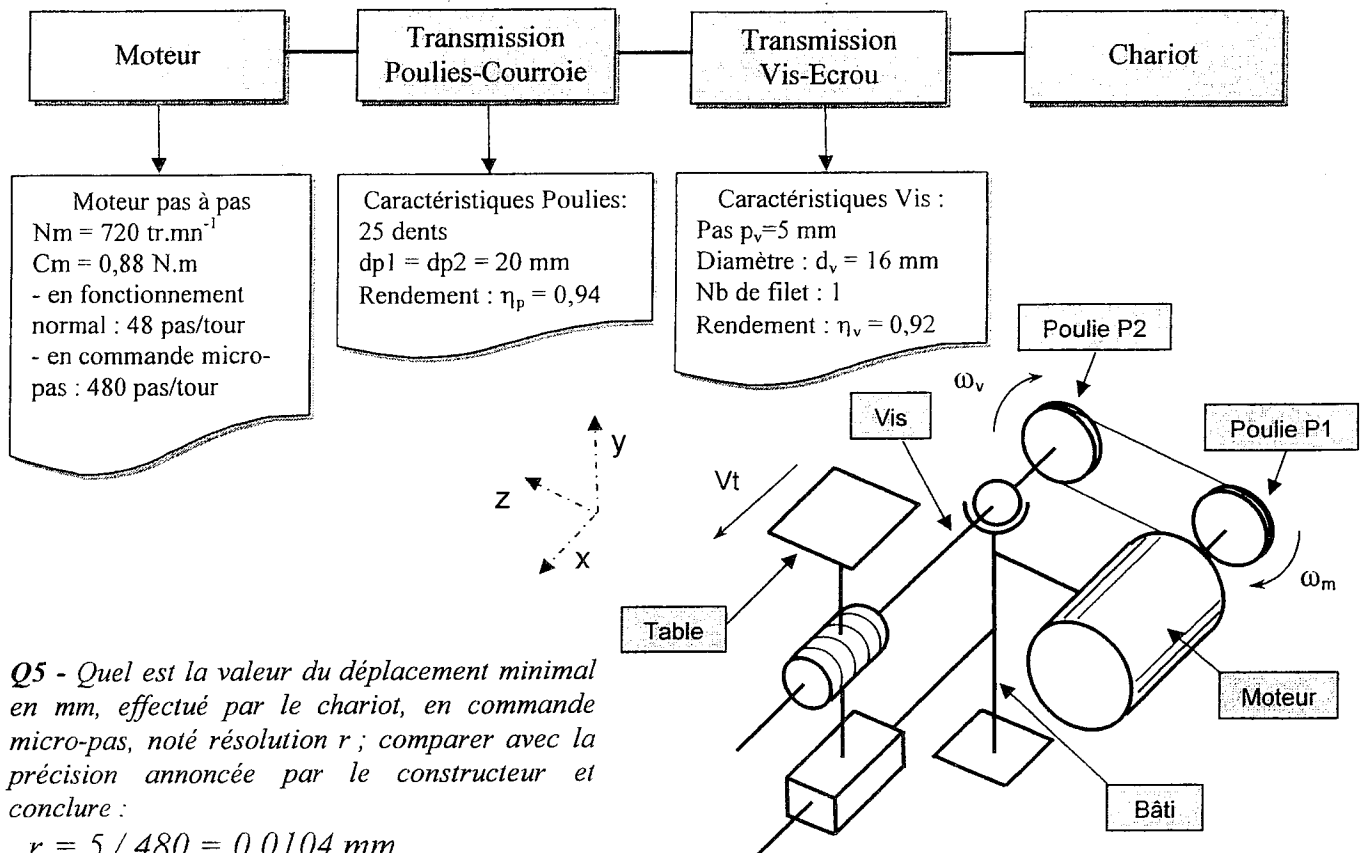


Q4 - A partir du document BAN 4/5, définir le nom et les principaux avantages des éléments qui réalisent les liaisons ci-dessous :

- LIAISONS 1 : Palier à billes auto-aligneur : permet de diminuer le frottement, et de s'adapter aux défauts d'alignement .
- LIAISONS 2 : Vis à billes : frottements au démarrage et en fonctionnement très faibles et durée de vie importante.
- LIAISONS 3 : Guidages linéaires à billes : frottements faibles et grande précision du déplacement.

3 - Etude de l'axe motorisé X

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



Q5 - Quel 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 :

$$r = 5 / 480 = 0,0104 \text{ mm}$$

Doc 4/4 \Rightarrow précision de 0,01 mm

Le résultat du calcul correspond aux données du constructeur.

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

$$N_v = (dp_1/dp_2) \cdot N_m = 720 \text{ tr.mn}^{-1}$$

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

$$V_c = N_m \cdot p_v = 720 \cdot 5 = 3600 \text{ mm.mn}^{-1} = 60 \text{ mm.s}^{-1}$$

Le résultat du calcul correspond aux données du constructeur.

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

$$T_t = X / V_c = 200 / 60 = 3,33 \text{ s}$$

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

$$P_m = (Nm \cdot \pi \cdot Cm) / 30 = 66,35 \text{ W}$$

Q10 - Déterminer le rendement global η_g :

$$\eta_g = \eta_p \cdot \eta_v = 0,865$$

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

$$P_c = P_m \cdot \eta_g = 66,35 \cdot 0,865 = 57,4 \text{ W}$$

Q12 - Déterminer l'effort maximal admissible suivant x , noté F_x (sachant que $P = F \cdot V$) :

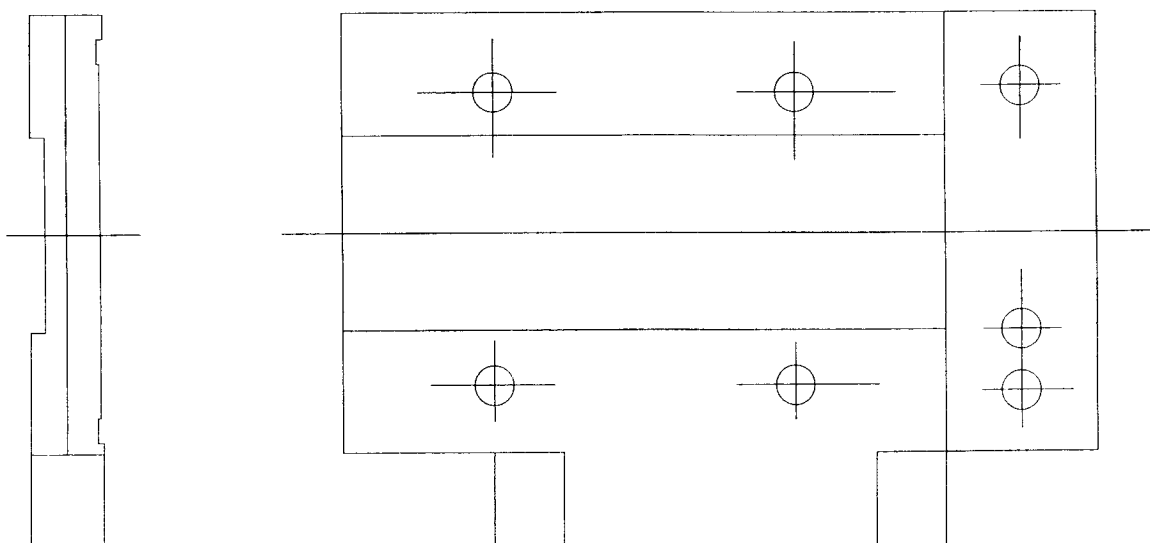
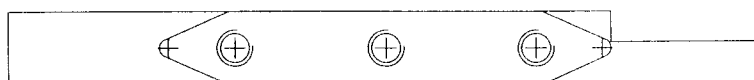
$$F_x = P_c / V_c = 57,4 / 0,06 = 95,7 \text{ N}$$

4 - Étude 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**

CORRIGE

Partie électronique

Barème (Partie Electronique) : Sur 100 points

- I. Analyse Fonctionnelle : 9 pts (Q1 à Q4)
- II. Etude de FP2 (commande des moteurs pas à pas) : 46 pts (Q5 à Q23)
- III. Etude de FP4 (interface d'entrée) : 13 pts (Q24 à Q27)
- IV. Etude de FP3 (interface de sortie) : 11 pts (Q28 à Q32)
- V. Etude de FP1 : Gestion du processus : 21 pts (Q33 à Q38)

Q1	2	Q11	4	Q21	3(1+1+1)	Q31	2
Q2	2(1+1)	Q12	4(2+2)	Q22	2(1+1)	Q32	2
Q3	2(1+1)	Q13	1	Q23	2	Q33	2
Q4	3(1+1+1)	Q14	4	Q24	3(1+2)	Q34	2
Q5	2	Q15	4(2+2)	Q25	2(1+1)	Q35	5
Q6	2(1+1)	Q16	2	Q26	3(2+1)	Q36	2
Q7	2	Q17	1	Q27	5	Q37	5
Q8	3	Q18	2	Q28	2	Q38	5
Q9	2	Q19	2(1+1)	Q29	2(1+1)		
Q10	3(1+1+1)	Q20	1	Q30	3(1+2)		

I. Analyse Fonctionnelle : 9 pts							
Q.1	2						
Q.2	2 (1 + 1)						
Q.3	2 (1 + 1)						
Q.4	3 (1 + 1 + 1)						
II. Etude de FP2 (commande des moteurs pas à pas) : 46 pts							
Etude de FS21 : 22 pts		Etude de FS22 : 11 pts		Etude de ES23 : 13 pts			
Q5	2	Q13	1	Q17	1		
Q6	2 (1 + 1)	Q14	4	Q18	2		
Q7	2	Q15	4(2+2)	Q19	2 (10 + 1)		
Q8	3	Q16	2	Q20	1		
Q9	2			Q21	3 (1 + 1 + 1)		
Q10	3 (1 + 1 + 1)			Q22	2 (1 + 1)		
Q11	4			Q23	2		
Q12	4 (2 + 2)						
III. Etude de FP4 (interface d'entrée) : 13 pts				IV. Etude de FP3 (interface de sortie) : 11 pts			
Q24	3 (1 + 2)	Q28	2				
Q25	2 (1 + 1)	Q29	2 (1 + 1)				
Q26	3 (2 + 1)	Q30	3 (1 + 2)				
Q27	5	Q31	2				
		Q32	2				
V. Etude de FP1 : Gestion du processus : 21 pts							
Etude de FS12 (Memorisation) : 9 pts				Etude de FS13 (Décodage d'adresses) : 12 pts			
Q33	2	Q36	2				
Q34	2	Q37	5				
Q35	5	Q38	5				

CORRIGE PARTIE ELECTRONIQUE

I- Questions relatives à l'analyse fonctionnelle

- 1- Les deux avantages de la gravure mécanique par rapport à la gravure chimique sont d'être plus sain (pas d'émanation toxique) et plus propre (pas de tâches).
- 2- Moteurs utilisés pour le déplacement de l'outil : moteurs pas à pas.
Moteur utilisé pour la rotation de la broche : moteur à courant continu.
- 3- Le moteur pas à pas permet des déplacements précis (précision d'un pas) sans électronique d'asservissement et convient donc pour le déplacement de l'outil.
Le moteur à courant continu permet à taille égale d'obtenir un couple plus important nécessaire à l'usinage.
- 4- Nature des informations échangées entre la machine et l'ordinateur : numériques
 - sens de circulation des données : bidirectionnel
 - type de transmission : série.

II- Etude de FP2 : commande des moteurs pas à pas

II.1. Etude de FS21 : conversion numérique analogique deux voies

- 5- Les DAC sont chargés séparément l'un après l'autre. Pour cela un verrou permettant de mémoriser la donnée destinée au DAC est associé à chaque DAC. L'entrée $\overline{DACA}/\overline{DACB}$ permet de contrôler lequel des deux verrous qui doit être chargé avec la donnée du seul bus d'entrée.
- 6- $\overline{WR} = 0$
Pour $\overline{WR} = 1$ les sorties des verrous et des DAC n'évoluent pas (mémorisation).
- 7- cf document réponse N°1 page Cor 4/7.
- 8- cf document réponse N°2 page Cor 4/7.
- 9- Figure 1 Table I.
- 10- $N_{bin(10)_{max}} = 255$
 $V_{out} = -V_{REF} * N_{bin(10)} / 256 = -5 * N_{bin(10)} / 256$
 $1LSB = V_{REF} / 256 = 5 / 256 = 19,5 \text{ mV}$
- 11- cf. document réponse N°3 page Cor 4/7.
- 12- cf. document réponse N°4 page Cor 5/7.

II.2. Etude de FS22 : amplification et décalage

13 $UM1C2 = -R6 * (VB/R4 + VREF/R5) = -4 VB - 2VREF = -4VB - 10$

14- cf. document réponse N°3 page Cor 4/7.

$V_{REF} = 5V$ $R1 = R4 = 4K99$ $R5 = R2 = 10K$ $R3 = R6 = 20 K$

CORRIGE PARTIE ELECTRONIQUE

15- cf. document réponse N°4 page Cor 5/7.

16- L'utilité de FS22 et d'amplifier et d'obtenir une tension alternative symétrique nécessaire à la commande bipolaire du moteur.

II.3. Etude de FS23 : amplification de puissance

17- L'étage de sortie du L292 est un pont en H constitué de quatre transistors. Ceux-ci fonctionnent 2 par 2 de façon symétrique : 2 transistors commutent le courant dans un sens, les 2 autres le commutent dans l'autre sens.

18- Les diodes D1 à D4 sont des diodes de roue libre. La charge étant inductive, elles assurent la continuité du courant au moment du blocage des transistors et protègent ces derniers.

$$19- f_{OSC} = 1 / (2R_{12}C_7) = 1 / (2 * 15 * 10^3 * 1,5 * 10^{-9}) = 22,2 \text{ kHz}$$
$$\text{d'où } T_{OSC} = 1 / f_{OSC} = 4,5 * 10^{-5} \text{ s} = 45 \mu\text{s}$$

$$20- \alpha = t_H / T_{OSC}$$

$$21- t_{H1} = \alpha_1 * T_{OSC} = 0,1 * 45 \mu\text{s} = 4,5 \mu\text{s}$$
$$t_{H2} = \alpha_2 * T_{OSC} = 0,2 * 45 \mu\text{s} = 9 \mu\text{s}$$
$$I_{m2} = 2 * I_{m1}$$

22- Filtre passe bas

$$\text{Fréquence de coupure } f_C = 1 / (2\pi R_2 C_1) = 1 / (2\pi * 510 * 100 * 10^{-9}) = 3120 \text{ Hz}$$
$$= 3,12 \text{ kHz}$$

23- La fréquence des oscillations de I_m est de 22,2 kHz et se trouve près d'une décade en dehors de la bande passante du filtre (0 à 3,12 kHz). L'amplitude des oscillations du courant est donc correctement atténuée.

III- Etude de FP4 : interface d'entrée

$$24- V_{CEsat} = 0,3 \text{ V (max)}$$

$$I_C = (V_{CC} - V_{CEsat}) / R_2 = (5 - 0,3) / 4700 = 1 \text{ mA}$$

$$25- CTR_{min} = I_C / I_F = 100 \%$$

$$I_{Fmin} = I_{R1min} = I_C / CTR = 1 \text{ mA}$$

$$26- I_F = I_{R1} = (V_{OUV_PORTE} - V_F) / R_1 = (5 - 1,5) / 2200 = 1,6 \text{ mA}$$

$I_F > I_{Fmin}$ donc le phototransistor est correctement saturé.

27. cf. document réponse N°5 page Cor 6/7.

CORRIGE PARTIE ELECTRONIQUE

IV- Etude de FP3 : interface de sortie

28. La structure intégrée au CI ULN2803 située entre les broches 2 et 17 du composant est un transistor DARLINGTON.
29. $I_{BOB} = 12 / R_{BOB} = 12 / 300 = 40 \text{ mA}$
Ce courant est compatible avec le courant de sortie de l'ULN2803 qui peut atteindre 500 mA.
30. Courant de sortie maximal du 74HCT273 : $I_{OL} = 8\text{mA}$
On constate que $I_{OL} < I_{BOB}$ et par conséquent le CI 74HCT273 n'est pas capable de drainer le courant I_{BOB} d'où l'utilité de l'ULN2803 qui amplifie le courant.
31. C'est un front montant sur la broche 11 du CI 74HCT273 qui déclenche la recopie des entrées vers les sorties.
32. cf. document réponse n°6 page Cor 6/7.

V. Etude de FP1 : Gestion du processus

V.1. Etude de FS12 : Mémorisation

- 33- Niveau logique Haut.
- 34- Lorsque l'entrée ALE est au niveau logique haut, les sorties recopient les entrées ; on mémorise donc les adresses.
ALE est au niveau logique bas ; les sorties gardent le même état.
- 35- 2764 : 13 fils d'adresse $\Rightarrow 2^{13} \text{ octets} = 2^3 \times 2^{10} \text{ octets} = 8 \text{ koctets} = 8 \times 8 \text{ kbits} = 64 \text{ kbits}$
2764 est une EPROM
Autre type de mémoire : RAM
EEPROM : Mémoire à lecture seule effaçable aux UV et reprogrammable.
RAM : Mémoire à accès aléatoire, on peut modifier son contenu aléatoirement mais il est perdu si on coupe l'alimentation.

V.2. Etude de FS13 : Décodage d'adresses

- 36- Le résultat doit être 0 pour toutes ces équations.
- 37- Document réponse N°7 page Cor 7/7.
- 38- $\overline{CS_CNA}$: \$ 0000 à \$ 1FFF
 $\overline{OPTO_IN2}$: \$A000 à BFFF
 $\overline{OPTO_OUT}$: \$2000 à \$3FFF
 $\overline{CS_EPROM}$: \$E000 à FFFF
 $\overline{OPTO_IN1}$: \$8000 à 9FFF

CORRIGE PARTIE ELECTRONIQUE

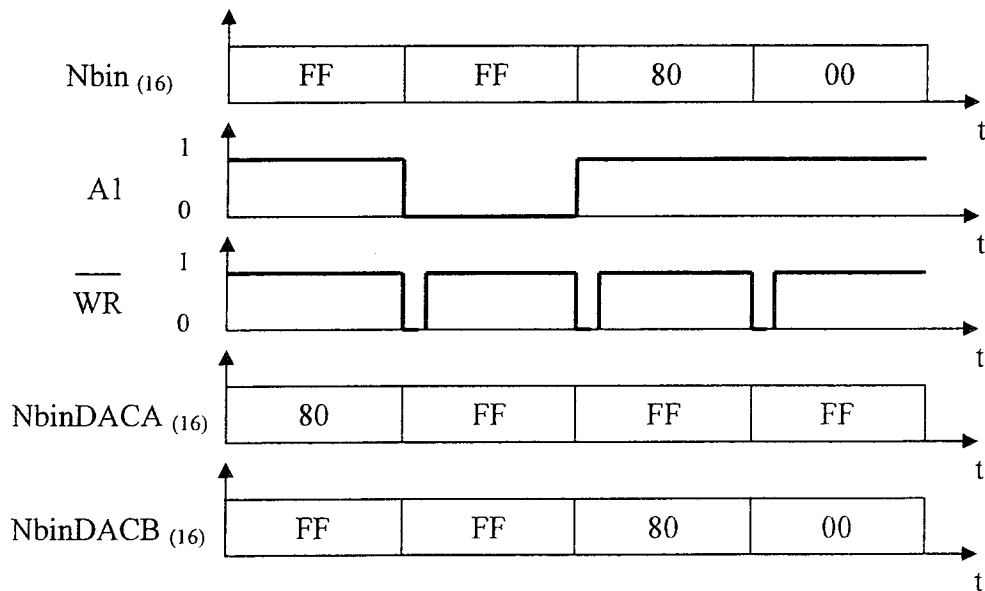
Document réponse N°1

Question 7

A1	DAC chargé
0	DACA
1	DACB

Document réponse N°2

Question 8



Document réponse N°3

Questions 11 et 14

Nbin ₍₁₀₎	Nbin ₍₁₆₎	Nbin ₍₂₎	Tension de sortie du DAC V _{out} (V)	Tension de sortie de l'ALI UMIC (V)
0	00	0000 0000	0	-10
1	01	0000 0001	$-19,5 \cdot 10^{-3}$	-9,92
128	80	1000 0000	-2,5	0
255	FF	1111 1111	-4,98	9,92

question 11

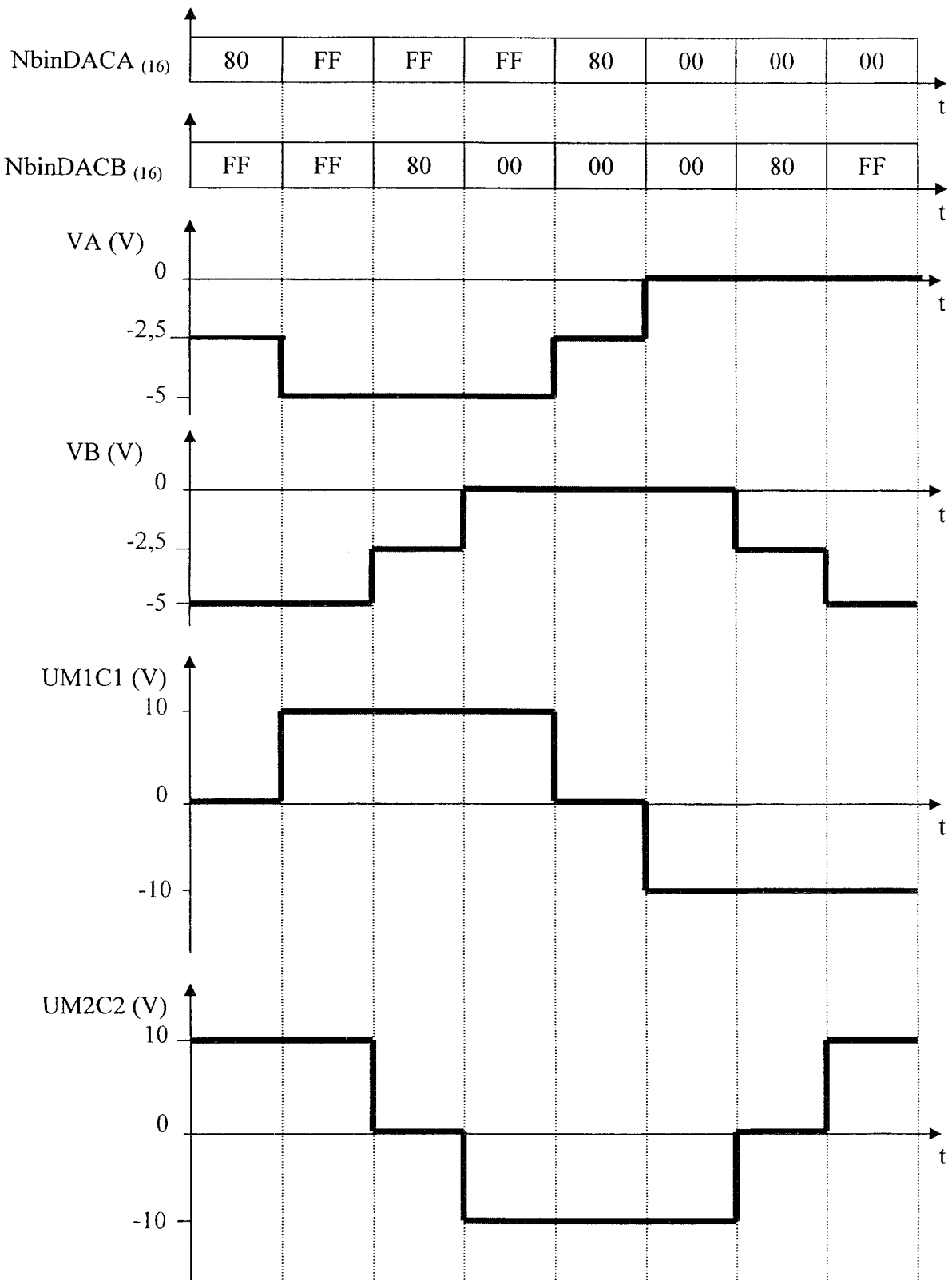
question 14

CORRIGE PARTIE ELECTRONIQUE

Document réponse N°4

Questions 12 et 15

On précisera les valeurs remarquables sur l'axe des ordonnées



CORRIGE PARTIE ELECTRONIQUE

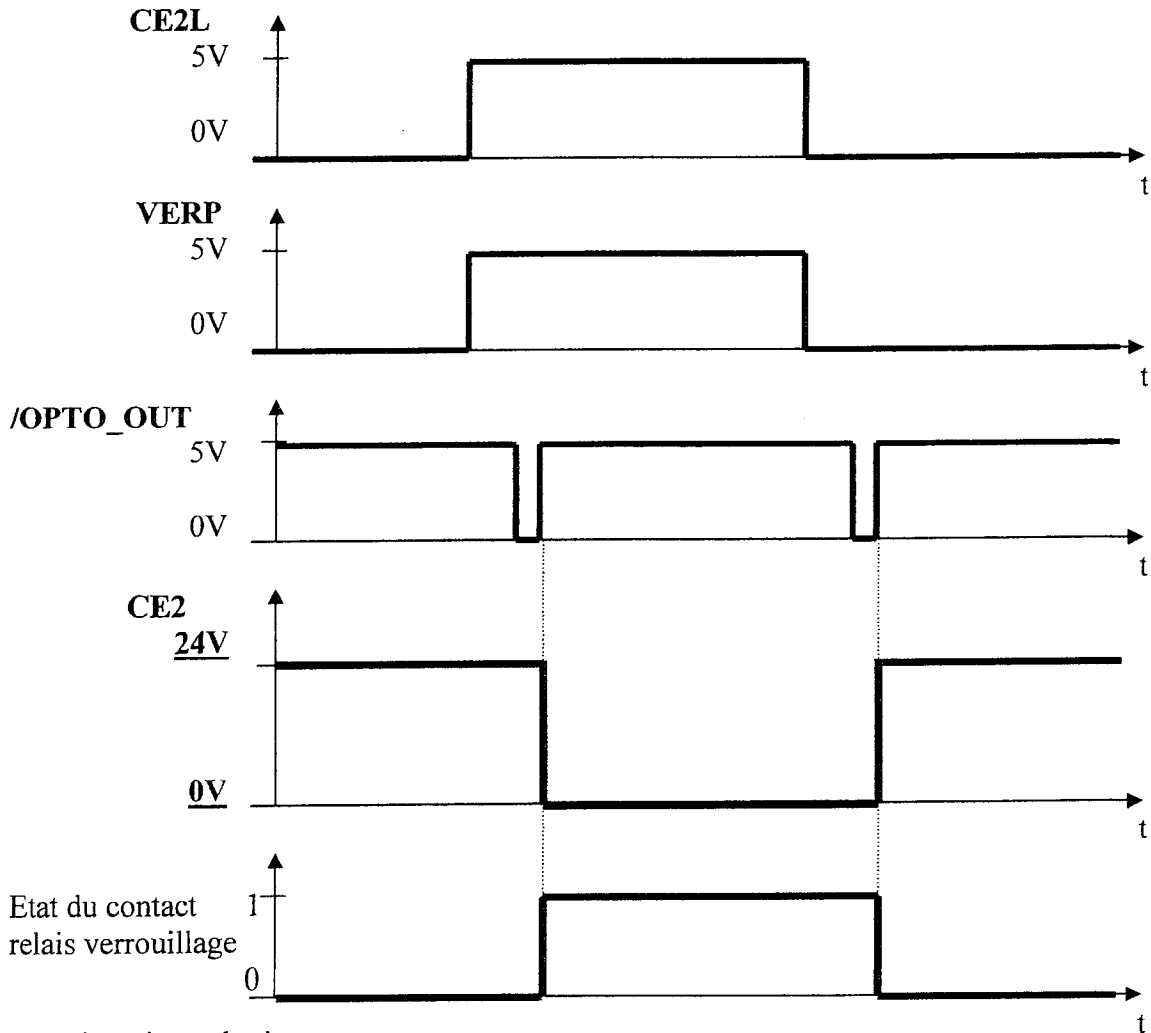
Document réponse N°5

Question 27

Etat du BP "ouverture porte"	Valeur de $I_F = I_{R1}$	Etat du photo transistor	Valeur de I_c	Valeur de V_{CE}	Niveau logique de OUVP si /OPTO_IN1 = 0
Appuyé	1,6 mA	saturé	1 mA	0,3V	1
Relâché	0 mA	bloqué	0 mA	5V	0

Document réponse N°6

Question 32



Convention niveau logique :

- 1 pour contact fermé
- 0 pour contact ouvert

CORRIGE PARTIE ELECTRONIQUE

Document réponse N°7

Question 37

	$\overline{CS_CNA}$	$\overline{OPTO_OUT}$	$\overline{OPTO_IN1}$	$\overline{OPTO_IN2}$	$\overline{CS_EEPROM}$
A15	0	0	1	1	1
A14	0	0	0	0	1
A13	0	1	0	1	1