

BACCALAURÉAT

SCIENCES ET TECHNOLOGIES INDUSTRIELLES

Spécialité génie électronique

Session 2010

Étude des Systèmes Techniques Industriels

Durée : 6 heures

coefficient : 8

PROJECTEUR DE SCÈNE

Tout document interdit

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

Ce sujet comporte :

A- Analyse fonctionnelle du système : A1 à A6

B- Construction mécanique :

Questionnaire : B1 à B5
Documents réponse : BR1 à BR2
Documentation : BAN1 à BAN3

C- Électronique :

Questionnaire : C1 à C8
Documents réponse : CR1 à CR3
Documentation : CAN1 à CAN10

Vous répondrez aux questions sur copie d'examen en séparant la partie mécanique de la partie électronique.

Les documents réponse sont à rendre dans tous les cas avec votre copie même si vous n'y avez pas répondu.

ANALYSE FONCTIONNELLE

I. Mise en situation

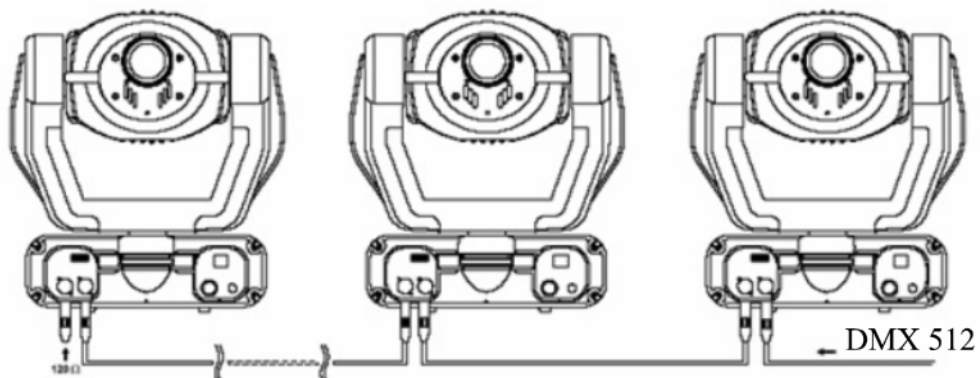
L'éclairage de scène est un support indispensable pour la mise en lumière de nombreuses applications événementielles.

- **Concert musique, comédie musicale.** Éclairage scénique permettant la création d'un show lumière.
- **Concert classique, opéra, théâtre, Orchestre symphonique ou philharmonique.** L'éclairage scénique devient alors créateur d'ambiance au service du spectacle.
- **Conférences, congrès, conventions, événementiels.** Mise en lumière, création d'ambiance au service de l'événement.
- **Événement sportif et culturel.** Projecteur fixe et motorisé permettant de réaliser un éclairage d'ambiance ou directionnel.
- **Éclairage architectural.** Projecteur à changeur de couleurs permettant la mise en valeur de l'architecture, en variant sur les couleurs et l'intensité de la lumière.

II. Analyse fonctionnelle du système

Le jeu de lumière est obtenu par le pilotage de plusieurs projecteurs, asservis en position sur le plan horizontal (mouvement pan) et vertical (mouvement tilt). Ils permettent de projeter le flux lumineux à travers des roues à gobos et de couleur, à travers des prismes, en n'importe quel endroit d'un espace plan.

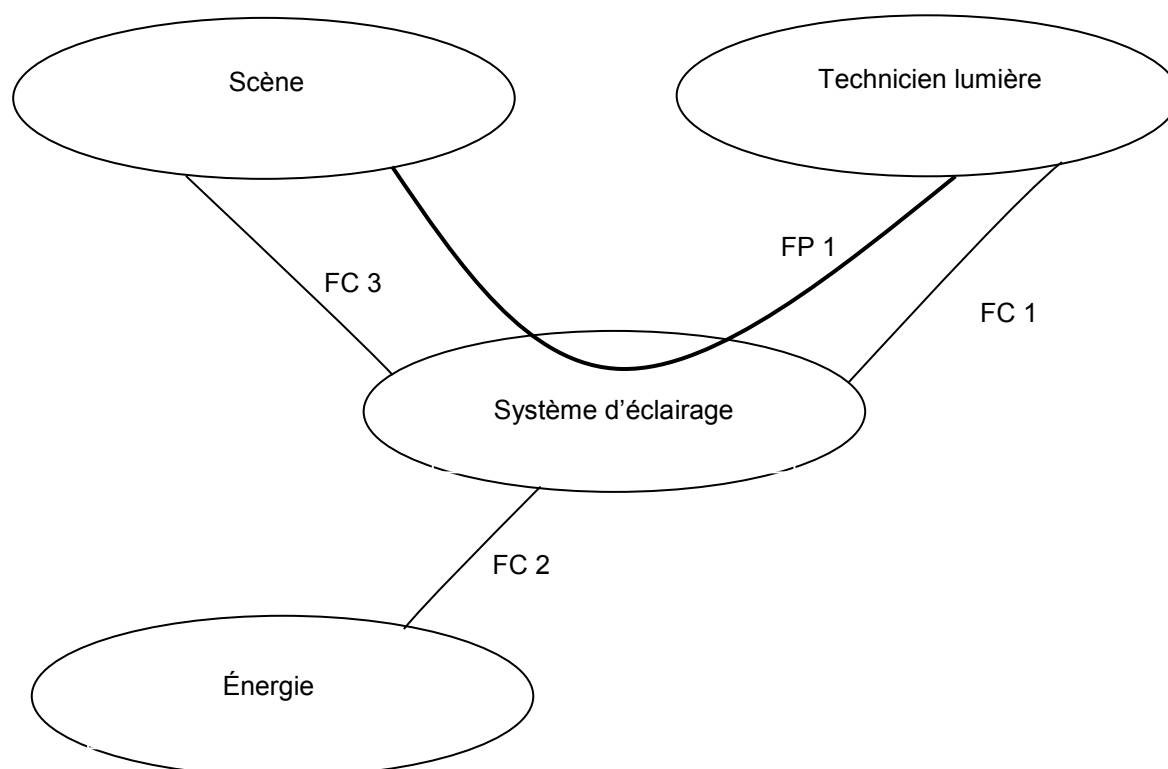
Des canaux de commande recouvrent le moyen de transmettre à distance un ordre au projecteur : marche arrêt, choix du gobo, niveau et couleur de lumière émise, etc. Ces canaux sont gérés par un contrôleur (console ou logiciel) puis transmis suivant la norme DMX512.



Le DMX 512 définit un standard de transmission de données pour les techniques d'éclairage. Sa fiabilité et sa compatibilité entre émetteurs et récepteurs simplifient notablement le pilotage d'un système d'éclairage complexe. Tout repose sur des trains d'impulsions numériques composés de signaux rectangulaires transmis de façon cyclique. Le contenu des trames, quant à lui, reste identique sur tout le cheminement du bus.

Le protocole DMX512 permet de contrôler 512 canaux en affectant à chacun une valeur comprise entre 0 et 255. La transmission se fait de façon sérialisée (norme RS 485), et chaque appareil reçoit en même temps l'ensemble des 512 valeurs (ce que l'on appelle une "trame dmx"). La norme prévoit la mise en série d'au maximum 32 appareils sur une même ligne DMX, et l'utilisation d'au maximum 16 canaux par appareil.

II.1. Diagramme pieuvre



FP 1 : permettre au technicien de créer une animation lumineuse.

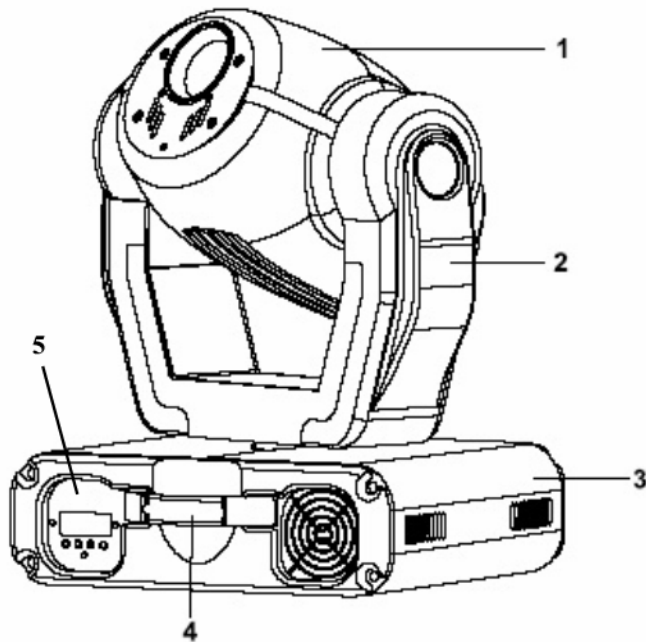
FC 1 : être paramétrable et pilotable à distance.

FC 2 : s'adapter au réseau EDF.

FC 3 : pouvoir se fixer sur des structures de scène.

III. Présentation de l'objet technique

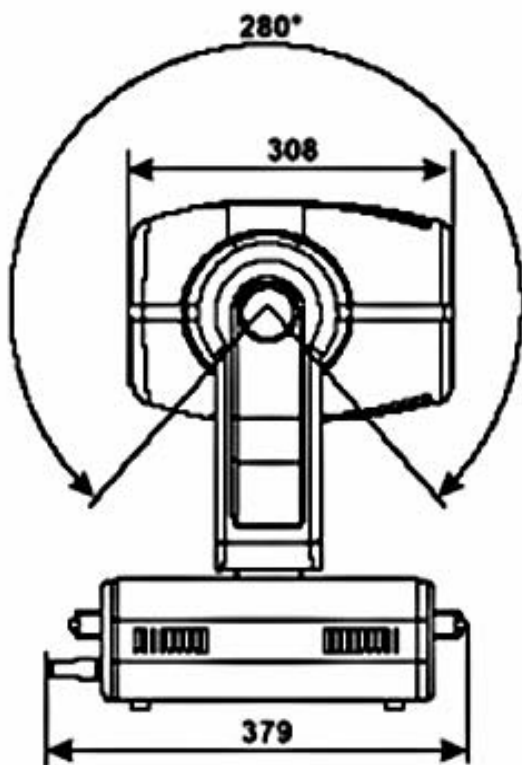
III.1. Description de l'appareil



- 1 - Tête rotative
- 2 - Lyre rotative
- 3 - Base
- 4 - Poignée
- 5 - Panneau de commande

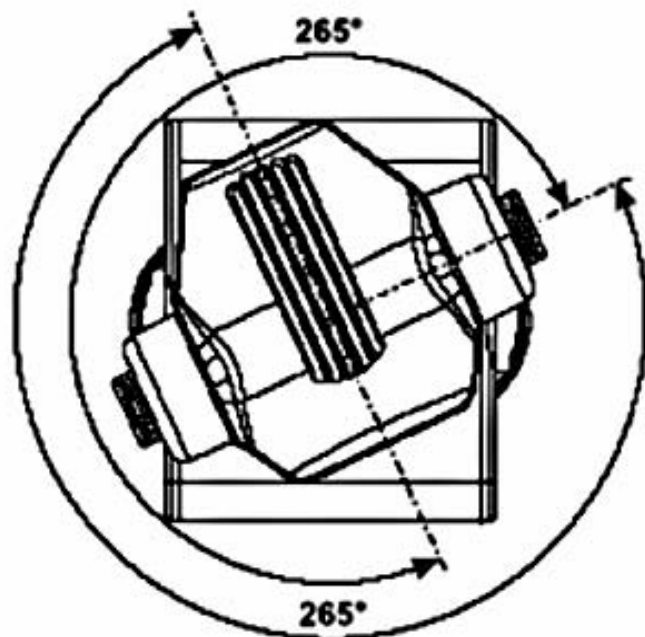
Les différents déplacements de la tête et de la lyre, ainsi que des roues à gobos et de couleurs, seront obtenus en utilisant des moteurs pas à pas car ils conservent un couple en position repos et ne nécessitent pas d'asservissement. Ils seront commandés en pas réduit (ou micro pas) afin d'obtenir des mouvements plus doux, plus précis et diminuer les conséquences de la perte d'un pas.

Le projecteur trouve ses repères lors de la phase d'initialisation.



Mouvement TILT

Mouvement PAN



III.2. Caractéristiques techniques

Moteurs

- 10 moteurs pas à pas haute qualité à commande asservie par microprocesseur.

Mouvement « Pan/Tilt »

- Débattement du mouvement de Pan de 530°.
- Débattement du mouvement de Tilt de 280°.
- Résolution des mouvements en 8 ou 16 bits.
- Mouvement de PAN maximum - 530° en 2,65 s.
- Mouvement de TILT maximum - 280° en 1,68 s.
- Vitesse des mouvements de Pan/Tilt contrôlable à distance pour faciliter la programmation.

Effet lumineux

- Roue de couleur comprenant 11 filtres dichroïques plus une zone sans filtre.
- Roue de gobos tournante avec 6 gobos rotatifs interchangeables et indexable.
- Effet de stroboscope à vitesse variable (1 à 10 flashes par seconde).
- Prisme triple facettes tournant dans les deux sens à différentes vitesses.
- Focus motorisé contrôlable pour une netteté sur les gobos de près et de loin.
- Réglage du diamètre du faisceau

Réglage du projecteur

- Adressage, réglage de fonctions spéciales, réglage des paramètres au travers du panneau de commande utilisant quatre boutons poussoirs et un afficheur à diodes électroluminescentes à 4 chiffres.
- Entrée numérique pour liaison série DMX-512.
- Contrôle DMX par l'intermédiaire de tout contrôleur au standard DMX.
- 16 canaux DMX (résolution de 8 bits sur les mouvements Pan/Tilt).
- Ventilateurs de refroidissement silencieux à vitesse variable contrôlable à distance. Possibilité de choisir 4 modes de fonctionnement des ventilateurs :

1. *vitesse des ventilateurs maximale,*

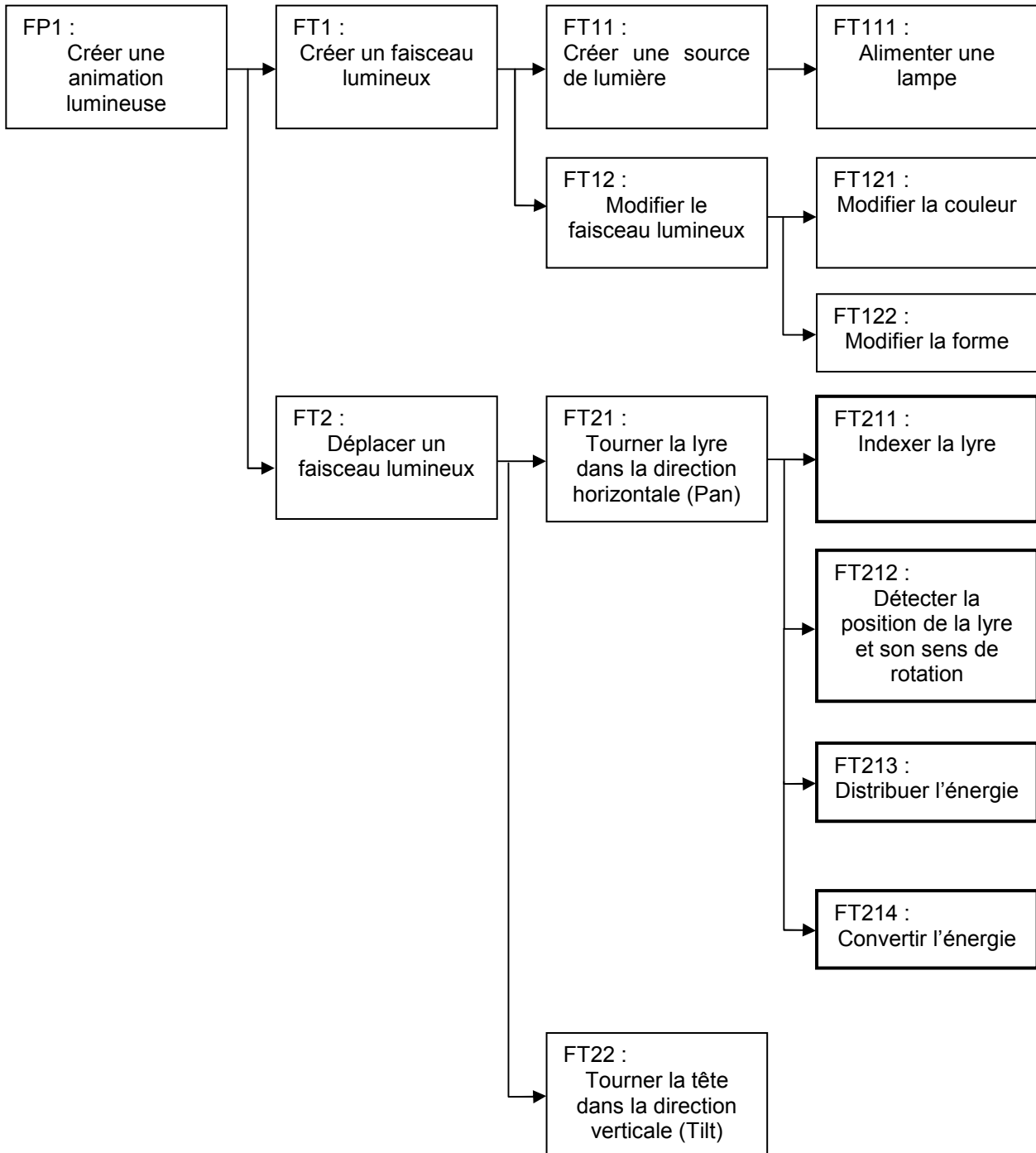
2. *ajustement automatique de la vitesse du ventilateur.* Lorsque la température à l'intérieur du projecteur dépasse un certain niveau, la vitesse du ventilateur augmente automatiquement pour contrôler la température,

3. *vitesse du ventilateur faible/extinction de la lampe.* La vitesse du ventilateur reste faible jusqu'à ce que la température intérieure dépasse le niveau maximum autorisé, le SERVOSPOT coupera alors automatiquement la lampe,

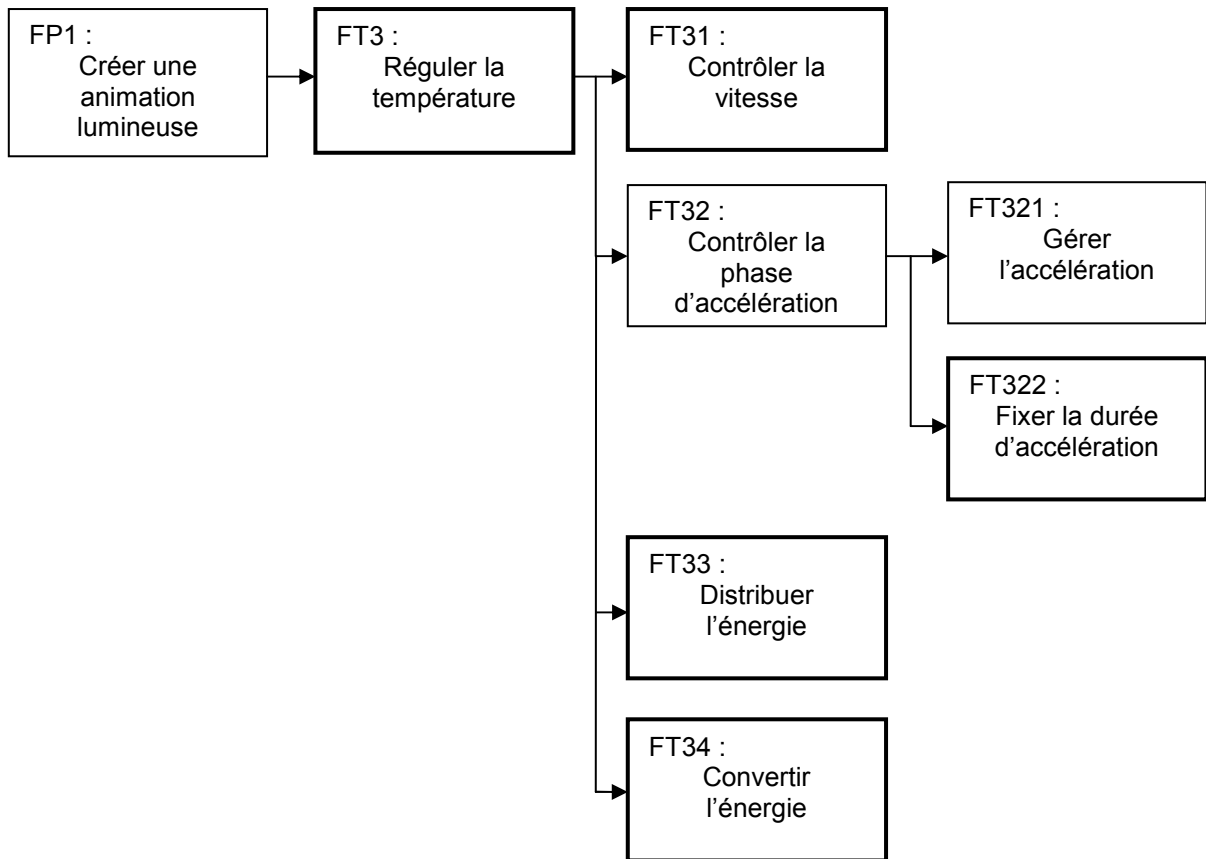
4. *vitesse du ventilateur minimale/maximale.* Le ventilateur conserve la vitesse ajustée à condition que la température n'excède pas le maximum autorisé à l'intérieur de la machine, Une fois atteinte, le SERVOSPOT commute automatiquement la vitesse des ventilateurs du minimum vers le maximum.

Bac Génie Électronique Session 2010	Étude d'un Système Technique Industriel	Page A4 sur 6
10IEELPO1	Analyse Fonctionnelle	

III.3. Diagramme FAST partiel



III.4. Diagramme FAST partiel (suite)



BACCALAURÉAT

SCIENCES ET TECHNOLOGIES INDUSTRIELLES

Spécialité génie électronique

Session 2010

Étude des Systèmes Techniques Industriels

PROJECTEUR DE SCÈNE

Construction Mécanique

Durée Conseillée : 1h30

Lecture du sujet : 10 min

PARTIE II : 15 min

PARTIE III : 35 min

PARTIE IV : 30 min

Bac Génie Électronique Session 2010	Étude d'un Système Technique Industriel	10IEELPO1
	Construction Mécanique	

SUJET

I. Mise en situation

Le projecteur de scène est équipé d'un ensemble optique que l'on peut décomposer en 12 modules (page **BAN1**).

Les études mécaniques portent sur les fonctions suivantes :

- « **FT12 : modifier le faisceau** ».
Un faisceau lumineux traverse une roue à gobos* tournants (Figure 1) qui permet de donner un effet à la lumière et de faire pivoter cet effet.
- « **FT22 : tourner la tête dans la direction verticale** » (Tilt)
Le faisceau termine sa course dans l'appareil en passant dans un système qui permet de réduire l'intensité lumineuse, puis la zone de lumière diffusée dans la salle est rendue mobile grâce à la rotation de la tête et de la lyre (page **A3**)
- « **Maintenir en position la tête du projecteur à l'arrêt** »

***Gobos :**

cette dénomination est utilisée par les professionnels pour désigner un disque servant de filtre et permettant de modifier un faisceau lumineux au niveau de la couleur ou de la forme. Ce filtre peut être en verre ou en métal ajouré (percé)

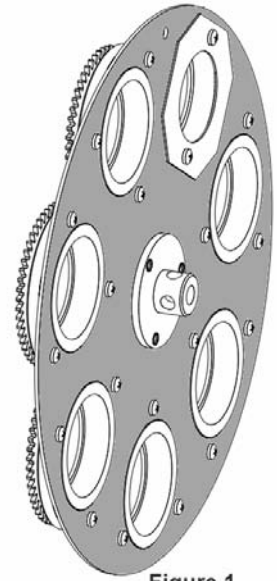


Figure 1

II. Étude de la fonction «FT12 : modifier le faisceau lumineux»

Cette première partie consiste à identifier les composants qui participent à la fonction.

À l'aide de l'éclaté (page **BAN2**) et du schéma cinématique partiel (page **BAN3**).

- Q1.** Compléter le graphe des liaisons (page **BR1**). Préciser pour chaque liaison, le centre ainsi que son axe.

Bac Génie Électronique Session 2010	Étude d'un Système Technique Industriel	Page B1 sur 5
10IEELPO1	Sujet Construction Mécanique	

Sachant que le mécanisme « porte-gobos tournant » fonctionne grâce aux deux moteurs **16** et **17** dont leur rôle est précisé ci-dessous :

- rôle du moteur **16** : positionner un gobo en face de la source lumineuse,
- rôle du moteur **17** : entraîner les gobos en rotation.

Les deux réglages sont indépendants l'un de l'autre.

Q2. Sur le schéma cinématique (page **BR1**) :

- colorier en Rouge, les pièces qui participent à la fonction « *positionner un gobo en face de la source lumineuse* »,
- colorier en Vert, les pièces qui participent à la fonction « *entraîner les gobos en rotation* ».

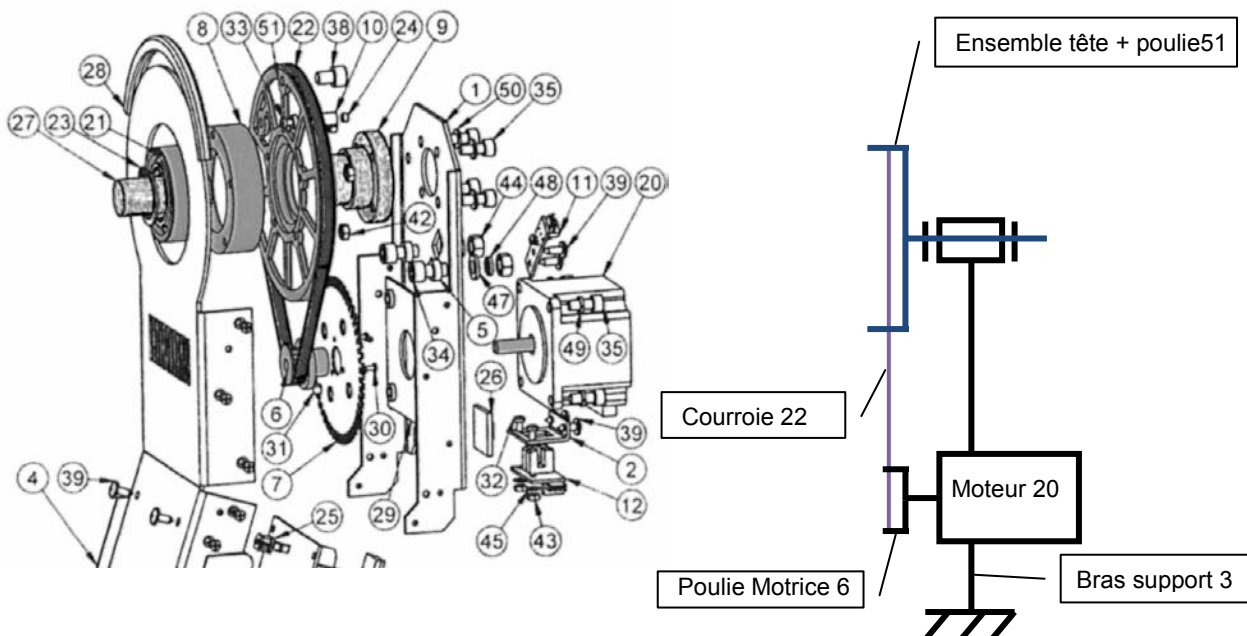
III. Étude de la fonction «FT22 : tourner la tête dans la direction verticale»

Le système d'entraînement de la tête s'effectue grâce à une transmission « poulies-courroie ».

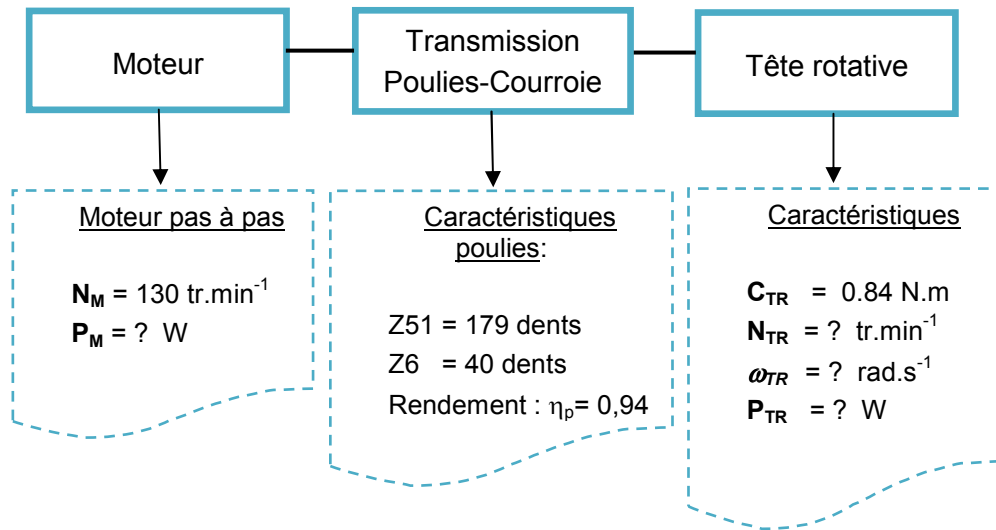
Le moteur **20** entraîne la poulie **6** puis la poulie **51** solidaire de la tête grâce à une courroie **22**.

La chaleur emmagasinée dans le mécanisme due à la lampe engendre une usure prématurée de la courroie **22**.

L'objectif de cette étude est donc de choisir une nouvelle courroie plus robuste.



À l'aide de l'éclaté et de sa nomenclature associée (page **BAN2**), du schéma cinématique et de la chaîne cinématique suivante de FT22 :



Notation

La puissance du moteur sera noté P_M (en W).

La puissance nécessaire pour entraîner la tête rotative sera notée P_{TR} (en W).

La vitesse de rotation du moteur N_M (en tr.min^{-1}).

La vitesse de rotation de la tête rotative N_{TR} (en tr.min^{-1}).

Pour tous les calculs, une expression littérale doit être clairement écrite, suivie de l'application numérique.

- Q3.** Calculer le rapport de réduction ($r = N_{TR} / N_M$) de la transmission par « poulies-courroie ».
- Q4.** Calculer la vitesse de rotation de la tête rotative N_{TR} exprimée en tr.min^{-1} .
- Q5.** Calculer la vitesse de rotation de la tête rotative ω_{TR} exprimée en rad.s^{-1} .

On prendra pour la suite de l'étude $\omega_{TR} = 3 \text{ rad.s}^{-1}$

- Q6.** Calculer la puissance nécessaire pour entraîner la tête rotative P_{TR} exprimée en W.
- Q7.** Calculer la puissance du moteur P_M exprimée en W puis en kW.

À l'aide du diagramme de sélection des profils de courroies et de leurs pas (page **BR2**).

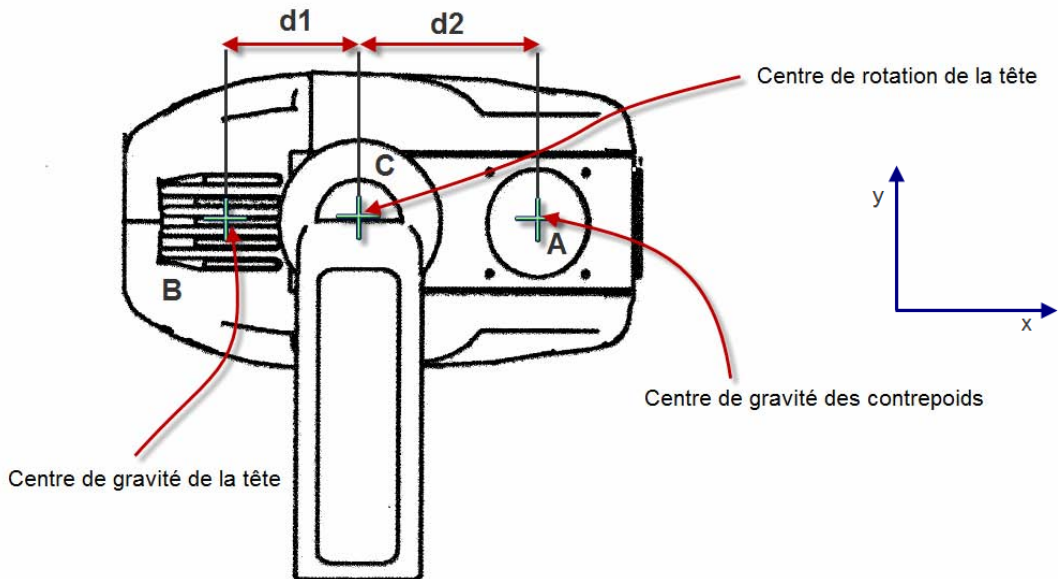
- Q8.** Choisir un profil de courroie et définir son Pas.
Tracer en rouge sur le diagramme (page **BR2**) les traits nécessaires au choix du profil de la courroie.

IV. Étude de la fonction « maintenir en position la tête du projecteur à l'arrêt »

Le couple « résiduel » des moteurs pas à pas, lors de la mise « hors tension » du projecteur, est trop faible et négligeable pour garantir le maintien en position de la tête du projecteur, ce qui entraîne une rotation de la tête.

De ce fait, lors de la mise sous tension, il y a un décalage entre les aimants et les capteurs, ce qui nécessite une initialisation, d'où une perte de temps.

Pour réduire le temps d'initialisation, le bureau d'étude a décidé de placer des contrepoids de façon à favoriser le maintien en position de la tête dès l'arrêt du système.



Hypothèses d'étude

- La position la plus défavorable de la tête est obtenue lorsque celle-ci est horizontale.
- La masse de la tête $M_{tête} = 4,7 \text{ kg}$.
- L'accélération de la pesanteur $g = 10 \text{ m/s}^2$.
- La distance $d_1 = 10 \text{ mm}$.
- La distance $d_2 = 56 \text{ mm}$.

Notation

- Le vecteur poids de la tête rotative sera noté $\vec{P}_{tête}$.
- Le vecteur poids du contrepoids sera noté $\vec{P}_{contrepoids}$.

Le but de l'étude est de définir la masse du contrepoids.

Q9. Calculer le poids de la tête $\|\vec{P}_{tête}\|$.

Q10. Tracer le vecteur poids $\vec{P}_{tête}$ sur la figure 1 (page **BR2**).

Q11. Tracer la direction du vecteur poids $\vec{P}_{contrepoids}$ sur la figure 1 (page **BR2**) que l'on notera $\Delta \vec{P}_{contrepoids}$.

Bac Génie Électronique Session 2010 10IEELPO1	Étude d'un Système Technique Industriel Sujet Construction Mécanique	Page B4 sur 5
---	---	---------------

Étude de l'équilibre de la tête rotative

Q12. On donne le bilan des actions mécaniques agissant sur la tête rotative :

- $\vec{P}_{\text{contrepois}}$ appliqué en B,
- $\vec{P}_{\text{tête}}$ appliqué en A,
- $\vec{C}_{\text{bâti/tête}}$ appliqué en C.

Écrire les deux équations vectorielles du principe fondamental de la statique appliqué à la tête rotative en C.

Q13. À partir de l'équation de la résultante statique, en déduire la direction de $\vec{C}_{\text{bâti/tête}}$ que l'on nommera $\vec{\Delta C}_{\text{bâti/tête}}$ et la tracer sur la figure 1 (page **BR2**).

L'équation du moment résultant en C projetée sur l'axe z s'écrit :

$$- d_2 \cdot \|\vec{P}_{\text{contrepois}}\| + d_1 \cdot \|\vec{P}_{\text{tête}}\| = 0 \quad \text{Équation 1}$$

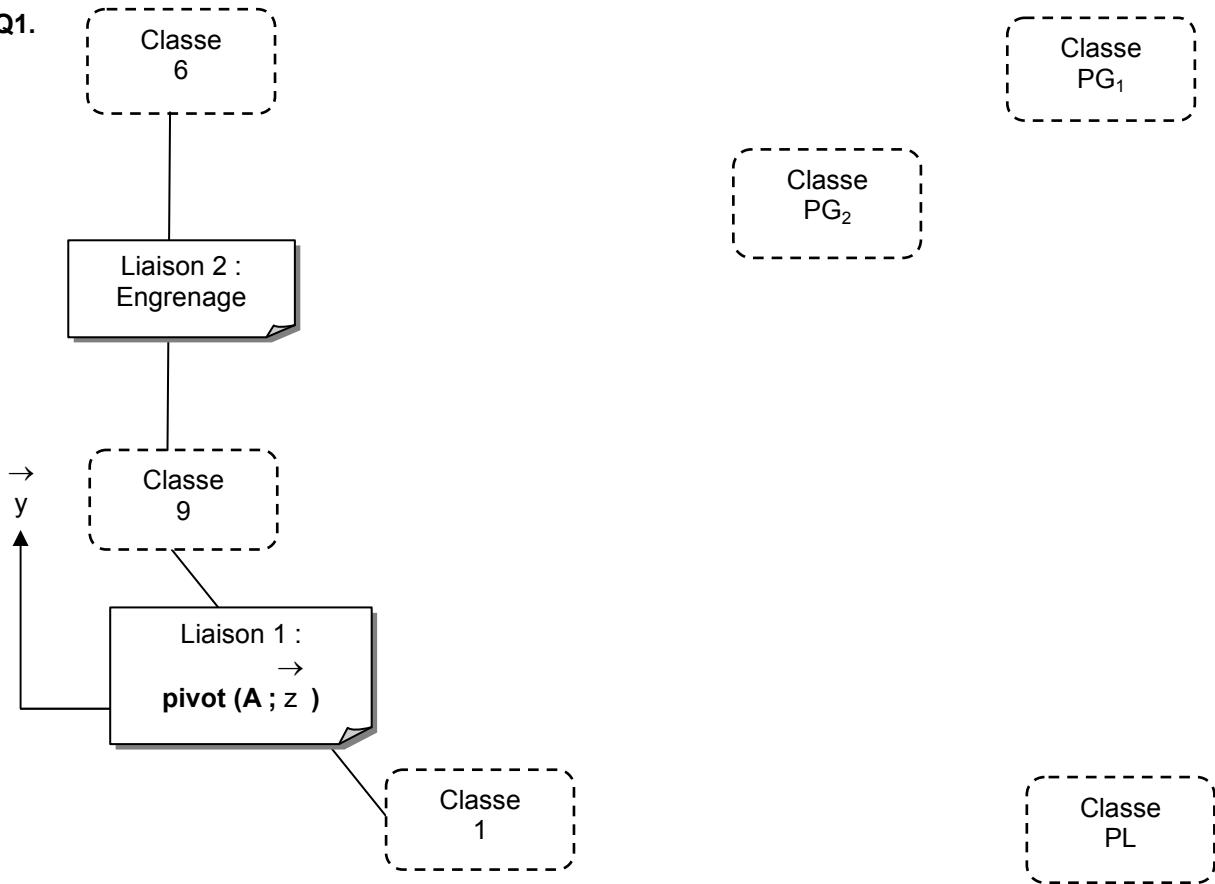
Q14. Dans l'équation 1, identifier les moments $\vec{M}_C(\vec{P}_{\text{contrepois}})$ et $\vec{M}_C(\vec{P}_{\text{tête}})$.

Q15. Tracer ces deux moments sur la figure 2 (page **BR2**), en respectant les conventions de représentation adoptées.

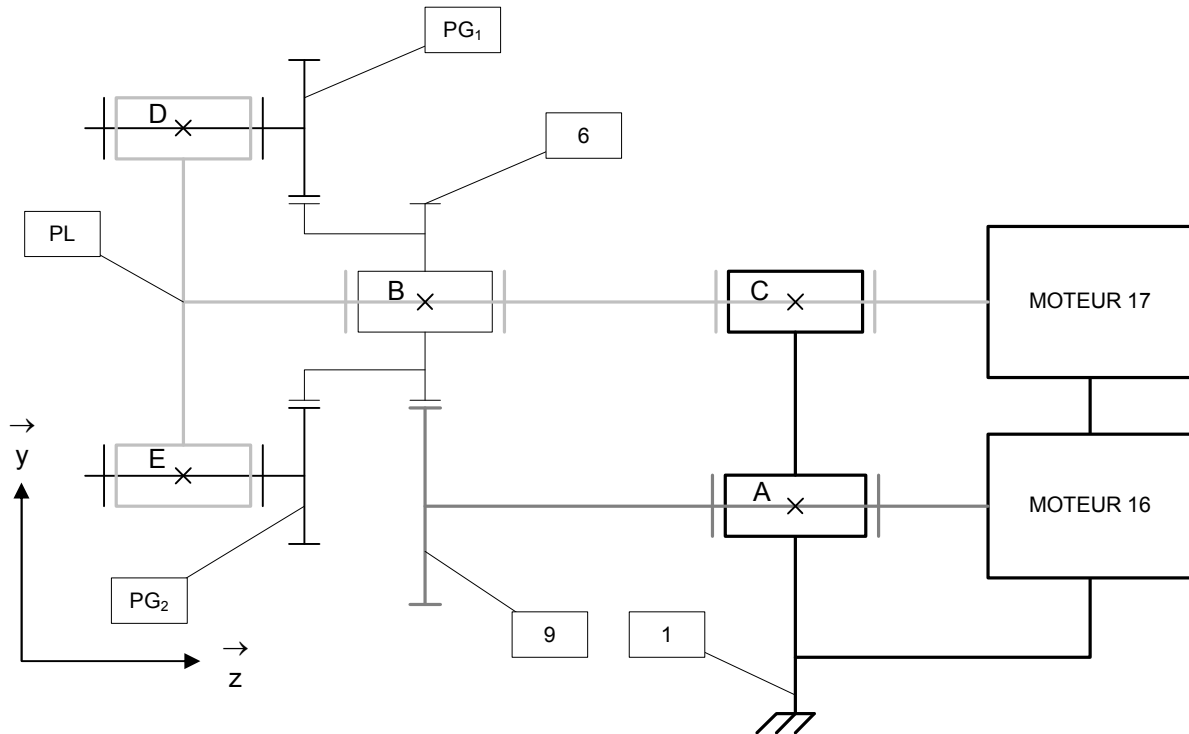
Q16. À partir de l'équation 1, calculer le poids du contrepois $\|\vec{P}_{\text{contrepois}}\|$.

DOCUMENTS RÉPONSE

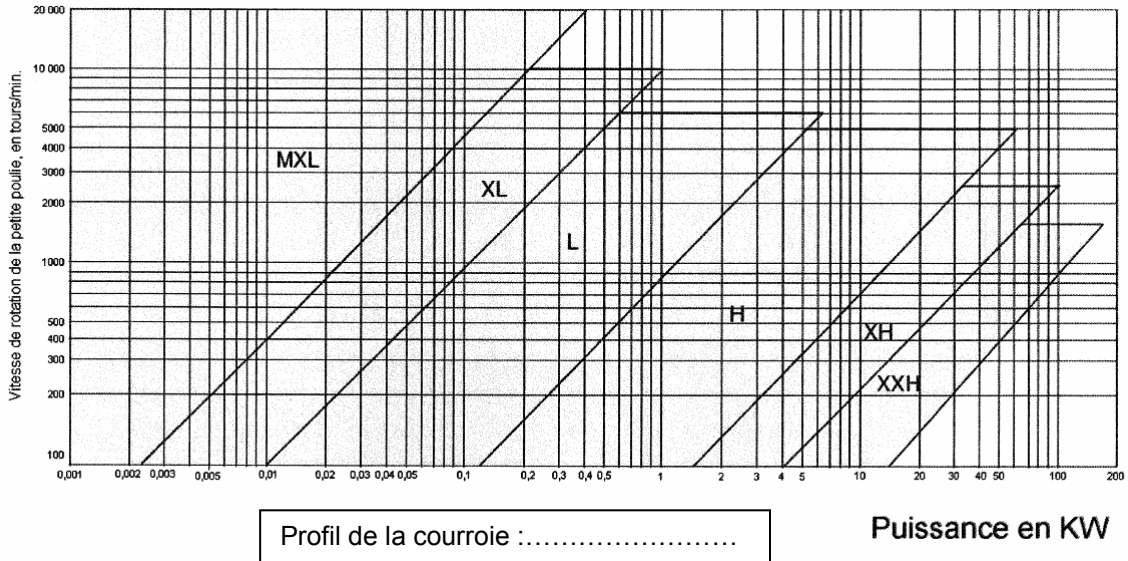
Q1.



Q2.



Q8. Diagramme de sélection des profils de courroies

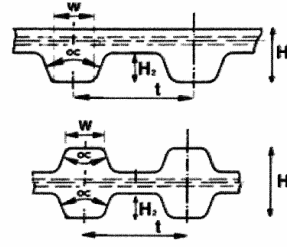


Dimensions des courroies

Dimensions – MXL – XL – L – H – XH – XXH

COTES

Type	t = pas		H1 mm	H2 mm	W mm	α degrés
	mm	inch				
MXL	2,032	0,08"	1,1	0,51	0,76	40
XL	5,08	1/5	3,01	1,25	1,35	50
L	9,525	3/8	3,5	1,9	3,2	40
H	12,7	1/2	5,97	2,3	4,4	40
XH	22,225	7/8	11,3	6,3	8	40
XXH	31,75	1 ¼	15,8	9,6	12,2	40



Pas de la courroie :mm

Q10, Q11 et Q13

Échelle des forces : 1 mm pour 2 N.

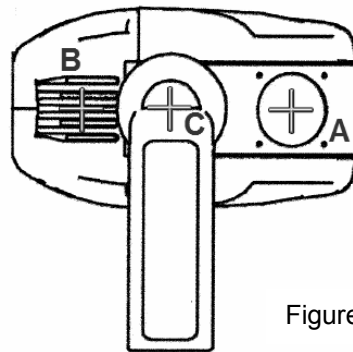


Figure 1

Q15. Convention

Le moment d'une force peut être représenté par une de ces deux flèches :

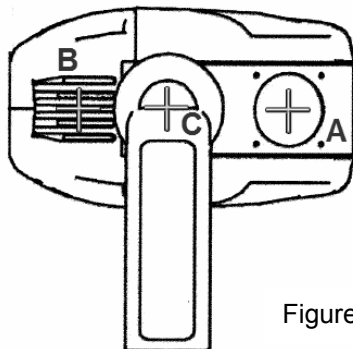
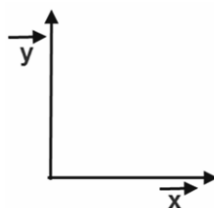
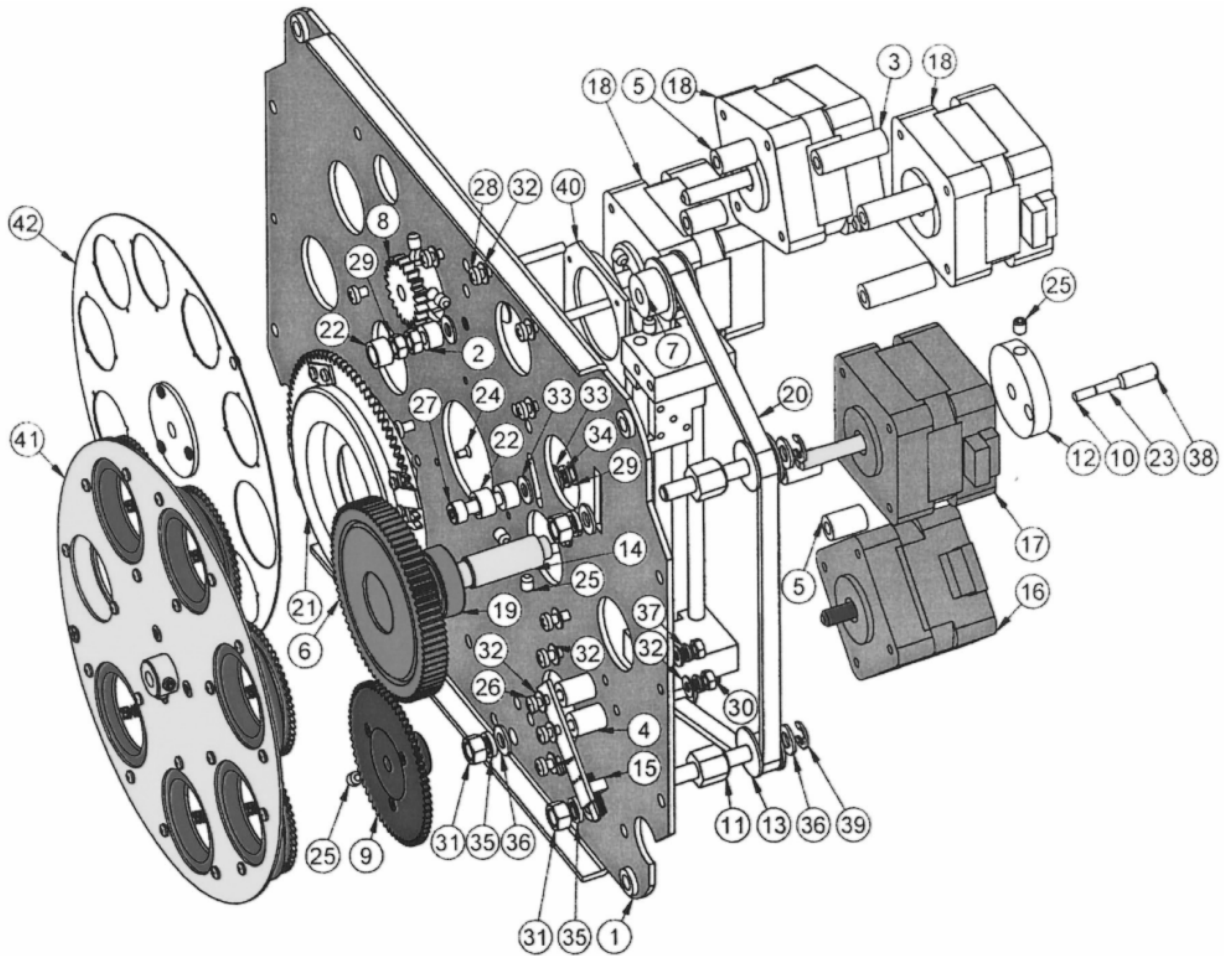


Figure 2

DOCUMENTATION

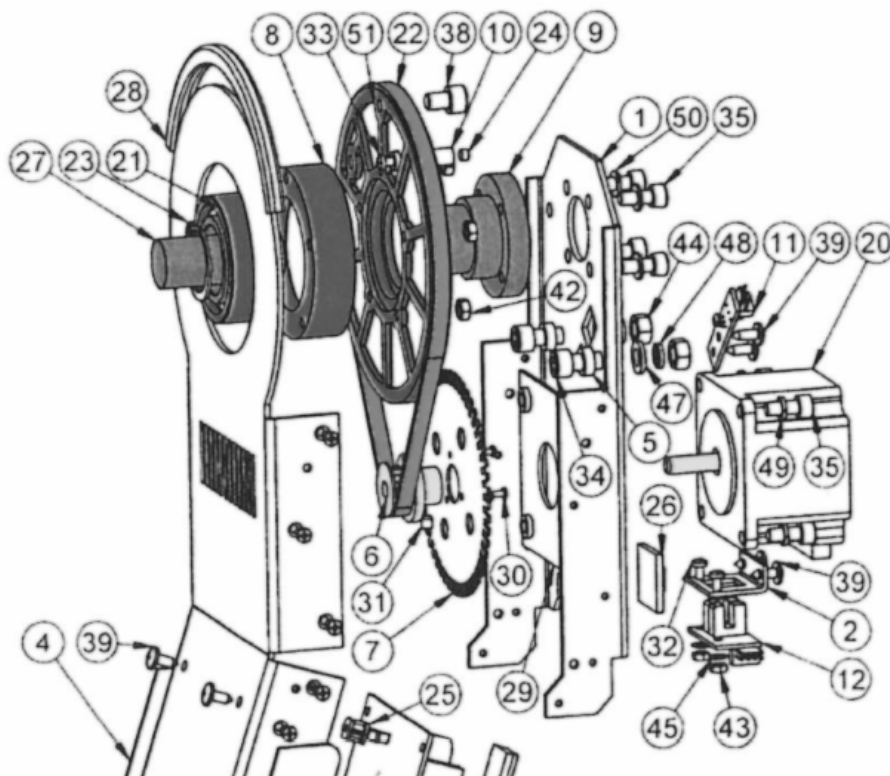
Fonction « FT12 : modifier le faisceau lumineux »



Rep.	Désignation
1	Module gobo-rot "86"
2	Entretoise D8xD4xL5
3	Entretoise d4xD8xL23
4	Entretoise d4xD8xL10,5
5	Entretoise D8xL12
6	Roue dentée Z=78
7	Roue dentée RPP3 D16,3
8	Roue dentée Z=21
9	Roue dentée plastique Z=64 m=0,8
10	Téflon D3 L7
11	Pivot D12 L32
12	Support système tendeur D30/1
13	Galet D16 L9
14	Entretoise d'axes pour moteur pas à pas 108
15	PCB MAG-4 version "A"
16	Moteur pas à pas 17PM-KO18-04V (I Axis short 14)
17	Moteur pas à pas 17PM-KO18-03V (2Axis)
18	Moteur pas à pas 17PM-KO18-04V (I Axis)
19	Roulement 608 2ZR
20	courroie 447 RPP3/06
21	Iris 40mm
22	Courroie D5 L5
23	Ressort de compression D3 L9
24	Vis tête fraisée à empreinte cruciforme M2x4
25	Vis sans tête à six pans creux M4x5
26	Vis cylindrique à empreinte cruciforme M3x20

Rep.	Désignation
27	Vis cylindrique à six pans creux M4x14
28	Vis cylindrique à empreinte cruciforme M3x30
29	Écrou M4
30	Écrou M3
31	Écrou M5
32	Rondelle M3
33	Rondelle M4
34	Rondelle à dents M4
35	Rondelle à dents M5
36	Rondelle M5
37	Rondelle à dents M3
38	Vis spéciale M5x16
39	anneau élastique
40	ZOOM - assemblé
41	roue de Gobos R 6+1 "B"
42	roue de Gobos S 9+1 T
43	Zoom rapide
44	Entretoise de Zoom 004
45	Barre de guidage Zoom 005
46	support de barre de Zoom 005
47	support de barre de Zoom "B"
48	Lentille D38 PCX +0+8D F= 131 Antireflet
49	Lentille D38 PCX +0+1 2,4D F=85 Antireflet
50	Vis à tôle à tête cruciforme 2,9x6,5
51	Rivet 1.85x3.17

Fonction « FT22 : tourner la tête dans la direction verticale (Tilt) »



Rep.	Désignation
1	Support moteur pas à pas "Y"
2	Support PCB-MHO
3	Bras support de tête
4	Renfort de bras support
5	Entretoise D10xd6xL3,8
6	Roue dentée Z=40
7	Roue codeuse
8	support de roulement 1x6005
9	Pivot "Y" axe 6005
10	Entretoise d'aimant "1"
11	PCB MAG-4 version "A"
12	PCB MHO version "A"
13	PCB EZ872 (sans PIC)
14	IC PIC 16C57 Spot CML-39 V 1.0/ICI L
15	IC PIC 16C57 Spot CML-39 V 1.0/ICI R
16	IC PIC 16C57 Spot CML-39 V 1.0/IC2R
17	IC PIC 16C57 Spot CML-39 V 1.1/IC2L
18	Bloc de connexion - 2 pièces
19	Spade terminal 6.3 mm
20	Moteur pas à pas 17PM-KO18-04V
21	Roulement 6005 ZZ
22	Courroie
23	Anneau élastique No. 25
24	Aimant D4/2,4mm
25	Entretoise CSI 0 plastic
26	Cube auto-adhésif F0505 HC-1 01

Rep.	Désignation
27	Téflon foil 0,3x45x70 mm
28	Caoutchouc profilé U L160 mm black
29	Support d'ajustement moteur
30	Vis cylindrique à empreinte cruciforme M2x4
31	Vis sans tête à six pans creux M4x5
32	Vis cylindrique à empreinte cruciforme M3x8
33	Vis cylindrique à empreinte cruciforme M3x12
34	Vis cylindrique à six pans creux M6x14
35	Vis cylindrique à six pans creux M5x12
36	Vis cylindrique à empreinte cruciforme M3x16
37	Vis cylindrique à empreinte cruciforme M4x10
38	Vis cylindrique à six pans creux M6x8
39	Vis à tôle à tête cruciforme PHILIPS 3,5x9,5
40	Vis à tôle à tête cruciforme 2,9x9,5
41	Vis à tôle à tête cruciforme PHILIPS 3,5x13
42	écrou M4
43	écrou M3
44	écrou M6
45	Rondelle M3
46	Rondelle à dents M4
47	Rondelle M6
48	Rondelle à dents M6
49	Rondelle à dents M5
50	Rondelle M5
51	Roue dentée Z=179 type 2 Plastique

Schéma cinématique partiel de la fonction : « FT12 : modifier la forme du faisceau »

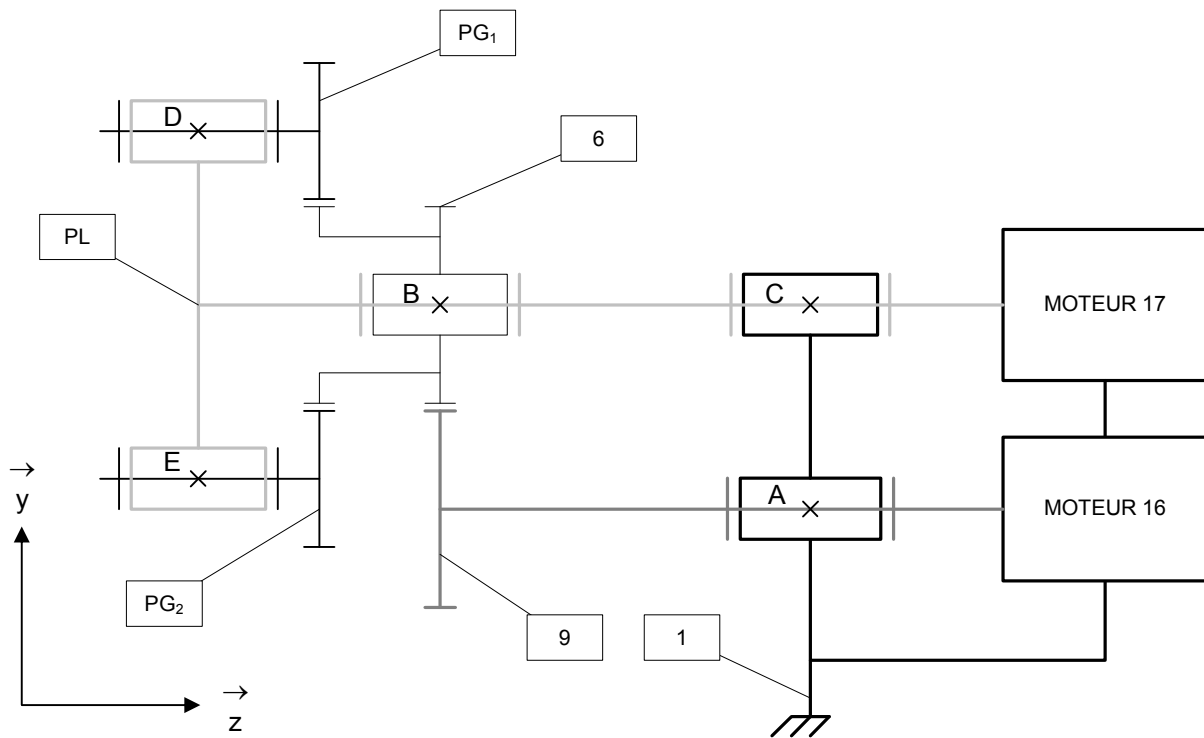
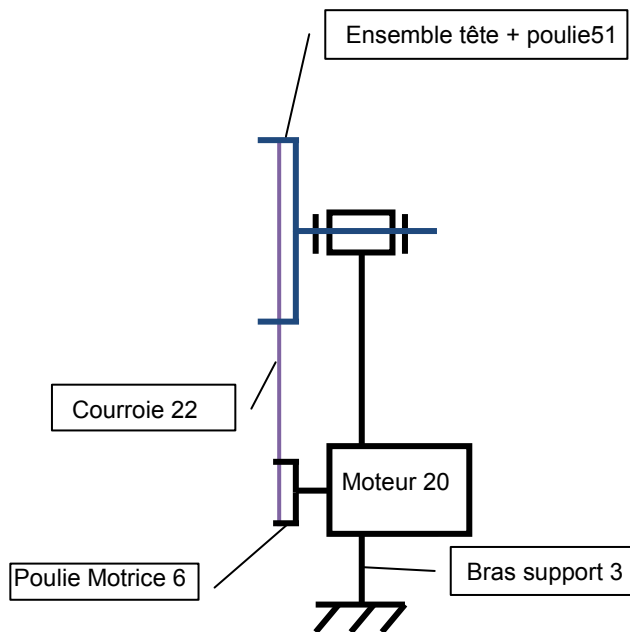


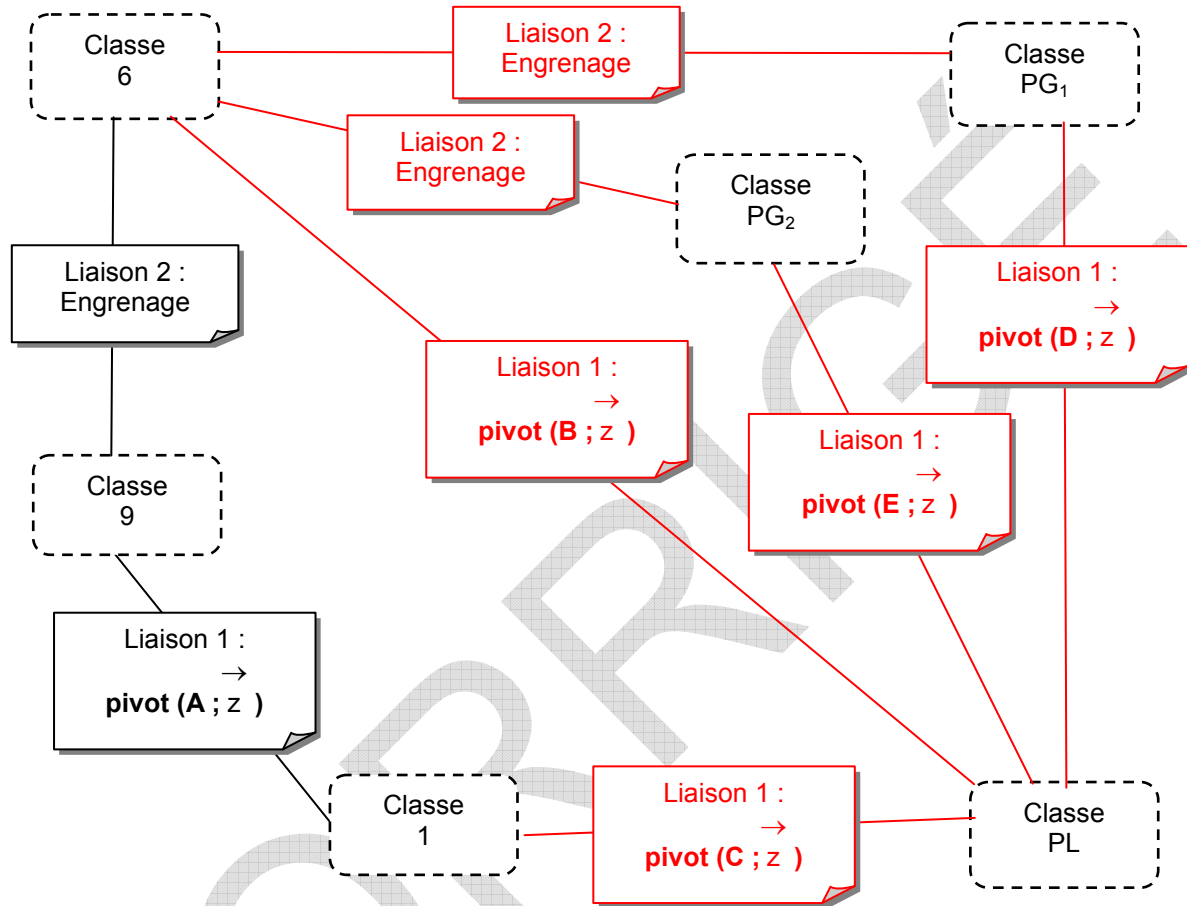
Schéma cinématique partiel de la fonction : « FT22 : tourner la tête dans la direction verticale »



CORRIGÉ

II. Étude de la fonction « faire pivoter et modifier le faisceau »

Q1 : Compléter le graphe des liaisons

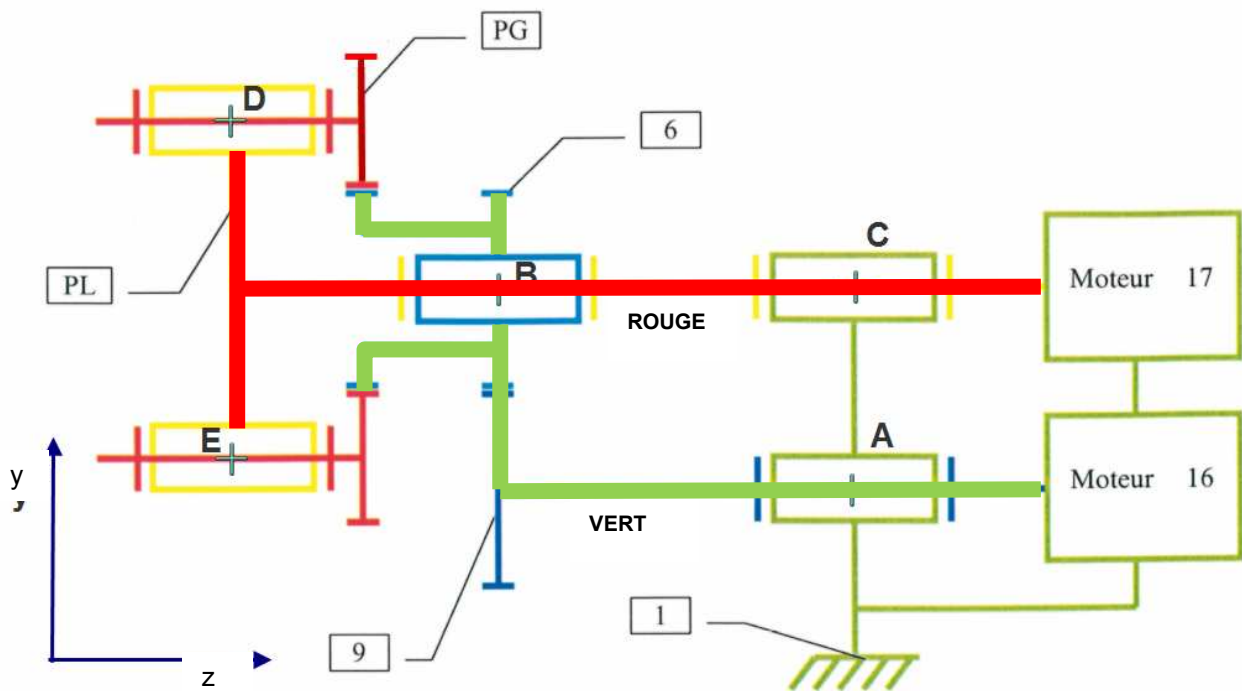


Q2 : Sur le schéma cinématique

Colorier en Rouge (trait épais) les pièces qui participent à la fonction « Positionner un gobo en face de la source lumineuse »

Colorier en Vert (trait épais) les pièces qui participent à la fonction « Entraîner les gobos en rotation »

Bac Génie Électronique Session 2010 10IEELPO1CORR	Étude d'un Système Technique Industriel Corrigé Construction Mécanique	Page Cor1 sur 4
---	---	-----------------



III. Étude de la fonction « faire tourner la tête pour déplacer le faisceau lumineux »

Q3 : Calculer le rapport de réduction ($r = N_{TR} / N_M$) de la transmission par « Poulies-Courroies ».

$$r = Z_6 / Z_{51} = 40 / 179 = 0,22$$

Q4 : Calculer la fréquence de rotation de la tête rotative N_{TR} exprimée en $\text{tr} \cdot \text{min}^{-1}$.

$$N_{TR} = N_M \cdot r = 130 \cdot 0,22 = 28,6 \text{ trs/min}$$

Q5 : Calculer la fréquence de rotation de la tête rotative ω_{TR} exprimée en $\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$.

$$\omega_{TR} = N_{TR} \cdot 2 \pi / 60 = 2,99 \text{ rad/s}$$

Q6 : Calculer la puissance nécessaire pour entrainer la tête rotative P_{TR} exprimée en Watt.

$$P_{TR} = C_{TR} \cdot \omega_{TR} = 0,84 \cdot 3 = 2,52 \text{ W}$$

Q7 : Calculer la puissance du moteur P_M exprimée en Watt.

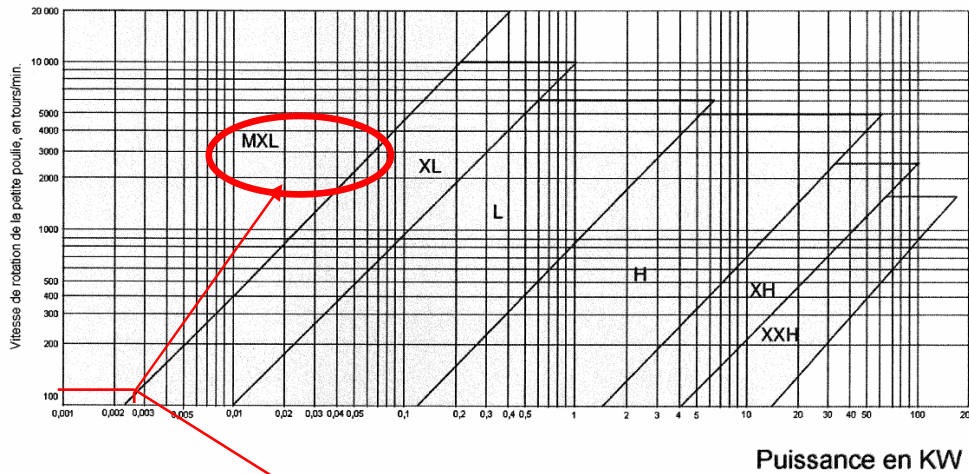
$$P_M = P_{TR} / \eta_p = 2,52 / 0,94 = 2,68 \text{ W}$$

Q8 : Choisir un profil de courroie et définir son Pas (page BR2).

Tracer en rouge sur le diagramme (page BR2) les traits nécessaires au choix du profil de la courroie.

$$P_M = 0,00268 \text{ kW}$$

Bac Génie Électronique Session 2010 10IEELPO1CORR	Étude d'un Système Technique Industriel Corrigé Construction Mécanique	Page Cor2 sur 4
---	---	-----------------



MXL	2,032
-----	-------

IV. Étude de la fonction « maintenir en position la tête du projecteur à l'arrêt »

Q9 : Calculer le poids de la tête $\|\vec{P}_{Tête}\|$.

Expression littérale :

$$\|\vec{P}_{Tête}\| = M_{tête} \times g$$

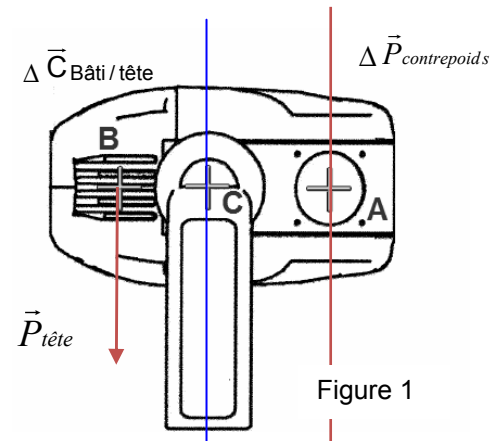
Application numérique :

$$\|\vec{P}_{Tête}\| = 47 \text{ N}$$

Q10: Tracer le vecteur poids $\vec{P}_{tête}$.

Q11: Tracer la direction $\Delta \vec{P}_{contrepoids}$.

Échelle des forces : 1 mm pour 2 N.



Q12 : Écrire les deux équations du principe fondamental de la statique appliquée à la tête rotative.

$$\vec{P}_{tête} + \vec{P}_{contrepoids} + \vec{C}_{bati / tête} = \vec{0}$$

$$\vec{M}_C(\vec{P}_{contrepoids}) + \vec{M}_C(\vec{P}_{tête}) + \vec{M}_C(\vec{C}_{bati / tête}) = \vec{0}$$

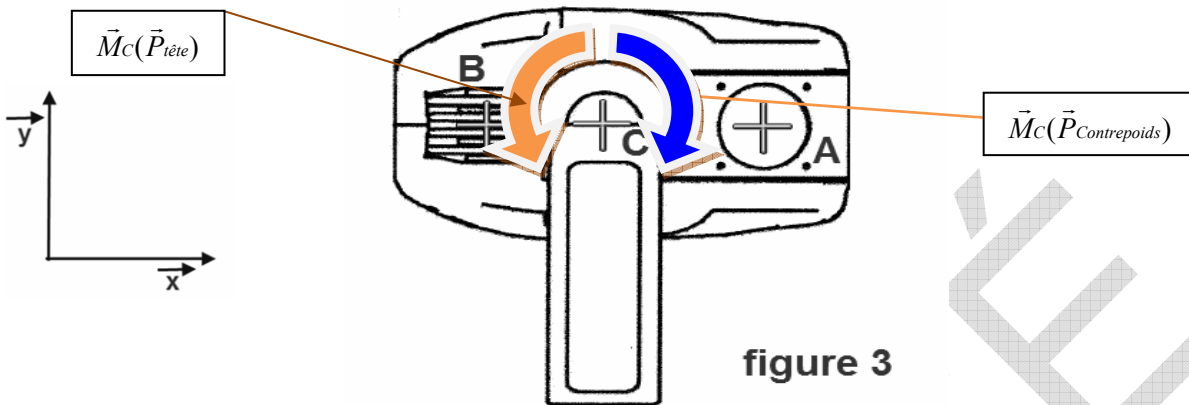
Q13 : $\Delta \vec{C}_{Bâti / tête}$

Q14 : Identifier les moments

$$\|\vec{M}_C(\vec{P}_{Tête})\| = d_1 \cdot \|\vec{P}_{Tête}\|$$

$$\|\vec{M}_C(\vec{P}_{Contrepoids})\| = d_2 \cdot \|\vec{P}_{Contrepoids}\|$$

Q15 : Représenter ces deux moments sur la figure 3.



Q16 : À partir de l'équation 1, calculer le poids du contrepoids $\|\vec{P}_{Contrepoids}\|$

$$\text{Somme des } M_C(\text{Forces ext}) = 470 - P_{\text{contrepoids}} \times d_2 = 0$$

$$P_{\text{contrepoids}} = 470 / d_2 = 470 / 56 = 8.4 \text{ N}$$

$$\|\vec{P}_{Contrepoids}\| = 8.4 \text{ N}$$

Proposition de barème

	Question n°	Barème
Partie 1		
	Q1	7
	Q2	6
Total partie 1		13

	Question n°	Barème
Partie 2		
	Q3	4
	Q4	4
	Q5	4
	Q6	4
	Q7	4
	Q8	4
Total partie 2		24

	Question n°	Barème
Partie 3:		
	Q9	2
	Q10	4
	Q11	4
	Q12	4
	Q13	2
	Q14	2
	Q15	3
	Q16	2
Total partie 3		23

TOTAL		60
--------------	--	-----------

BACCALAURÉAT

SCIENCES ET TECHNOLOGIES INDUSTRIELLES

Spécialité génie électronique

Session 2010

Étude des Systèmes Techniques Industriels

PROJECTEUR DE SCÈNE

Électronique

Durée Conseillée : 4h30

Lecture du sujet : 30 min

Étude fonctionnelle : 20 min

Étude partielle de FT21 : 2 h

Étude partielle de FT3 : 40 min

Étude partielle de FC1 : 30 min

Étude partielle de FC2 : 30 min

Bac Génie Électronique Session 2010	Étude d'un Système Technique Industriel	10IEELPO1
	Électronique	

SUJET

I. Étude fonctionnelle

I.1. Orientation du faisceau

- Q1. Indiquer les différents mouvements possibles de la tête rotative. Préciser leur amplitude.
- Q2. La résolution du mouvement « PAN » est ajustée à 8 bits, à partir de l'amplitude trouvée ci-dessus, déterminer la valeur du déplacement angulaire minimal de la tête pouvant être programmée par la commande DMX.
- Q3. Quel type de moteur est utilisé pour les déplacements de la tête du projecteur.

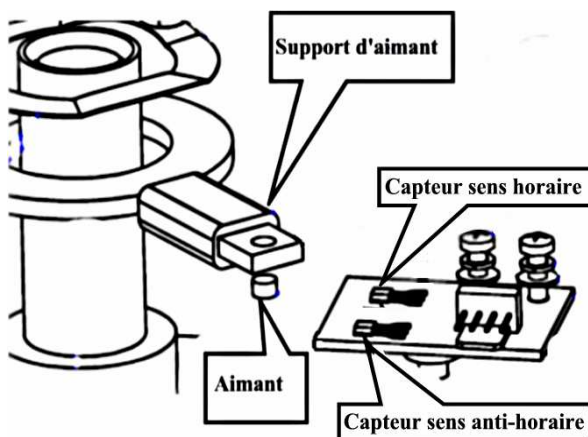
I.2. Gestion du projecteur

- Q4. Le projecteur est refroidi par deux ventilateurs. Rechercher et indiquer les différents modes de fonctionnement des ventilateurs.

II. Étude partielle de FT21 : tourner la lyre dans la direction horizontale (pan)

II.1. FT211 : indexer la lyre

Parmi les paramètres qui peuvent être ajustés par l'intermédiaire du panneau de commande, la fonction « remise à zéro » permet au projecteur de retrouver l'indexation standard d'origine.



L'amplitude du déplacement angulaire de la lyre est limitée dans le sens antihoraire tout comme dans le sens horaire, par des butées. Ces positions, qui serviront de référence pour l'indexation, sont également détectées par un ensemble « aimant capteurs ». Le support d'aimant est entraîné en rotation par la lyre. L'aimant possède deux pôles : le pôle nord et le pôle sud. Les capteurs utilisés (HAL 506) sont des capteurs à effet Hall capables de détecter le champ magnétique créé par l'aimant.

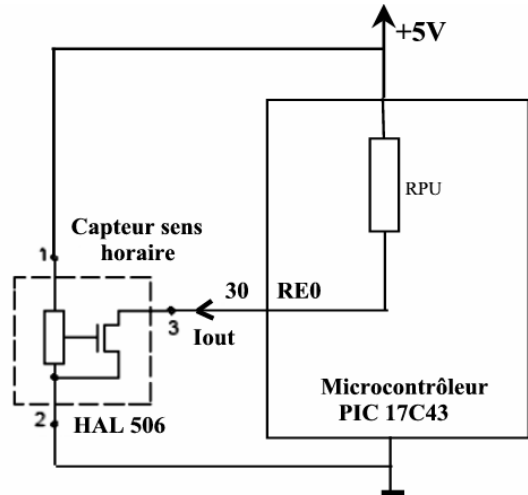
On se propose de vérifier que la structure permet effectivement de détecter ces positions de référence. Le travail consiste à valider le choix des capteurs et à dresser une table de vérité indiquant l'état des entrées du microcontrôleur en fonction de la position de la lyre. Le schéma structurel partiel de FT21 est donné page CAN1 et la documentation du constructeur des capteurs page CAN5.

- Q5. Préciser le type de détection (unipolaire, bipolaire ou bistable) mis en œuvre.
- Q6. Sachant que l'aimant passe au-dessus des capteurs, préciser alors la position de l'aimant (pôle sud dirigé vers le haut ou le bas). Justifier.
- Q7. Déterminer le niveau logique (niveau haut ou niveau bas) en sortie du capteur en présence et en l'absence de l'aimant et compléter la première ligne du tableau (page CR1).

Bac Génie Électronique Session 2010 10IEELPO1	Étude d'un Système Technique Industriel Sujet Électronique	Page C1 sur 8
---	---	---------------

- Q8.** La sortie du capteur est de type « drain ouvert ». Préciser l'état correspondant (bloqué ou passant) du transistor de sortie du capteur et compléter la seconde ligne du tableau (page **CR1**).
- Q9.** Indiquer le rôle de la résistance RPU câblée à l'intérieur du microcontrôleur (voir schéma équivalent ci-contre).

Le constructeur du microcontrôleur précise que $12\ 500\ \Omega < RPU < 85\ 000\ \Omega$.

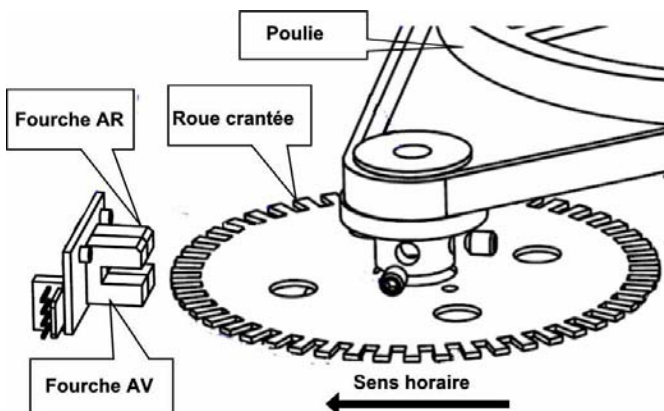


- Q10.** Après avoir recherché l'intensité maximale de sortie du capteur, montrer que cette intensité est compatible avec les conditions d'emploi. Détailler votre réponse, en calculant l'intensité maximale de lout.
- Q11.** Établir la table de vérité indiquant l'état des entrées du microcontrôleur en fonction de la position de la lyre et compléter le tableau du document réponse (page **CR1**).

II.2. FT212 : détecter la position de la lyre et son sens de rotation

Le déplacement angulaire de la lyre est assuré par un moteur pas à pas accouplé à un réducteur de type poulie courroie. Par principe, le moteur pas à pas permet un déplacement angulaire précis et ne nécessite pas d'asservissement de position.

Parmi les paramètres qui peuvent être ajustés par l'intermédiaire du panneau de commande, la fonction « PAN Feedback » permet à la tête du projecteur de retrouver sa position de consigne après qu'elle ait été déplacée par une force extérieure.



Afin de détecter la position angulaire ainsi que le sens de rotation de la lyre, un codeur incrémental a été mis en place. Ce dernier est constitué d'un disque cranté, fixé sur l'arbre moteur et de deux fourches optiques identiques (**TST2000**), placées côte à côte. La fourche est constituée d'une diode électroluminescente et d'un phototransistor qui est saturé lorsque sa base est suffisamment éclairée.

Le travail ci-dessous consiste à analyser la solution permettant de connaître en temps réel la position angulaire de la tête du projecteur. Le schéma structurel partiel de FT21 est donné page **CAN1** et la documentation du constructeur de la fourche optique page **CAN6**.

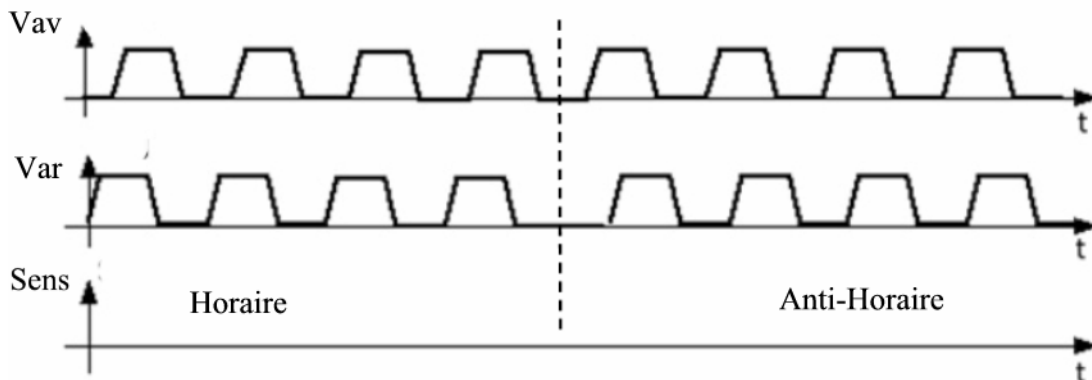
- Q12.** Localiser sur l'oscillogramme du document réponse **CR1**, les états de fonctionnement du phototransistor (saturé ou bloqué) puis relever la tension de saturation du phototransistor.

Bac Génie Électronique Session 2010 10IEELPO1	Étude d'un Système Technique Industriel Sujet Électronique	Page C2 sur 8
---	---	---------------

Q13. Vérifier que le phototransistor de la fourche est correctement saturé. Pour cela :

- calculer l'intensité I_F dans la LED puis vérifier qu'elle est conforme aux spécifications du constructeur,
- calculer l'intensité I_C (collecteur) dans un des phototransistors dans l'hypothèse où celui-ci est saturé (l'intensité du courant dans les broches 16 et 17 du PIC17C43 est négligeable),
- vérifier, après avoir indiqué la valeur minimale du rapport de transfert en courant (CTR) que la condition de saturation sur I_C et I_F est remplie.

Les oscillogrammes ci-dessous représentent les signaux de sortie des fourches optiques pour les deux sens de rotation. Selon le sens, le signal Var (entrée RB5) sera soit en avance, soit en retard d'un quart de période sur Vav (entrée RB6). Afin de détecter le sens de rotation, un sous-programme du microcontrôleur doit tester l'état de Var lors du front montant de Vav.



Q14. Compléter l'algorithme du sous programme « **détection de sens** » (page **CR2**). La variable « sens » peut prendre les valeurs « horaire » ou « antihoraire ».

Afin de connaître la position de la lyre, il suffit de compter ou décompter, selon le sens de rotation, les fronts montants de Vav (entrée RB6). Le compteur est représenté par la variable COUNT, interne au microcontrôleur. On admet qu'une période de Vav correspond à un déplacement angulaire de la lyre de $1,04^\circ$. $COUNT = 0$ lorsque la lyre est en butée (lors d'une indexation) du côté « antihoraire ».

- Q15.** Compléter l'algorithme du sous programme « **détection de position** » (page **CR2**) en admettant que le compteur s'incrémente lorsque la lyre tourne dans le sens horaire ; il se décrémente lorsqu'elle tourne dans le sens antihoraire.
- Q16.** En partant de l'amplitude du mouvement « PAN » (voir analyse fonctionnelle) et des données ci-dessus, déterminer alors la valeur de COUNT lorsque la lyre est en butée du côté « horaire ».
- Q17.** En déduire le nombre de bits minimum nécessaire pour la variable COUNT.

II.3. FT213 : distribuer l'énergie

Lorsque le moteur pas à pas est commandé en mode « pas entier », le spot de lumière du projecteur « saccade », son déplacement n'est pas fluide. Afin d'obtenir des mouvements plus doux, le moteur sera commandé en mode « micro pas ».

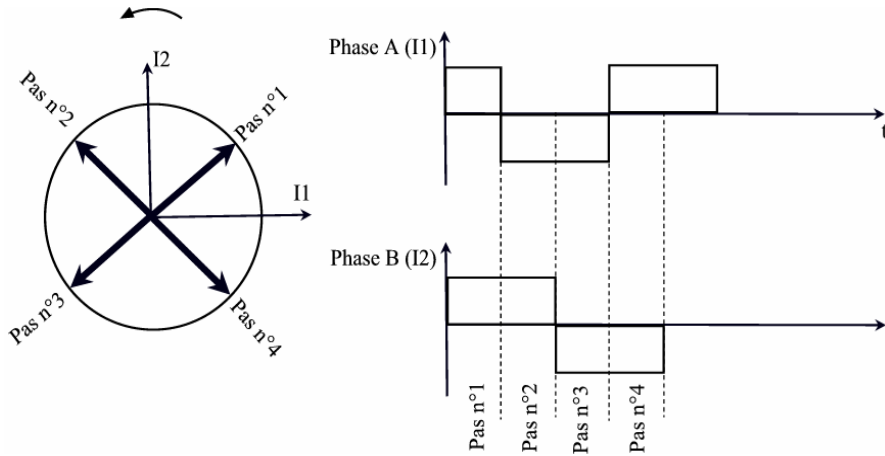
La distribution de l'énergie aux deux enroulements du moteur est réalisée par l'ensemble des composants IC9 et IC10 représenté sur le schéma structurel partiel de FT21 (page **CAN2**).

Le travail ci-dessous consiste à valider la structure permettant un déplacement fluide du projecteur. Vous vérifierez, qu'il est possible de commander un positionnement très précis de la lyre grâce aux différents mots binaires générés par le microcontrôleur.

Bac Génie Électronique Session 2010	Étude d'un Système Technique Industriel	Page C3 sur 8
10IEELPO1	Sujet Électronique	

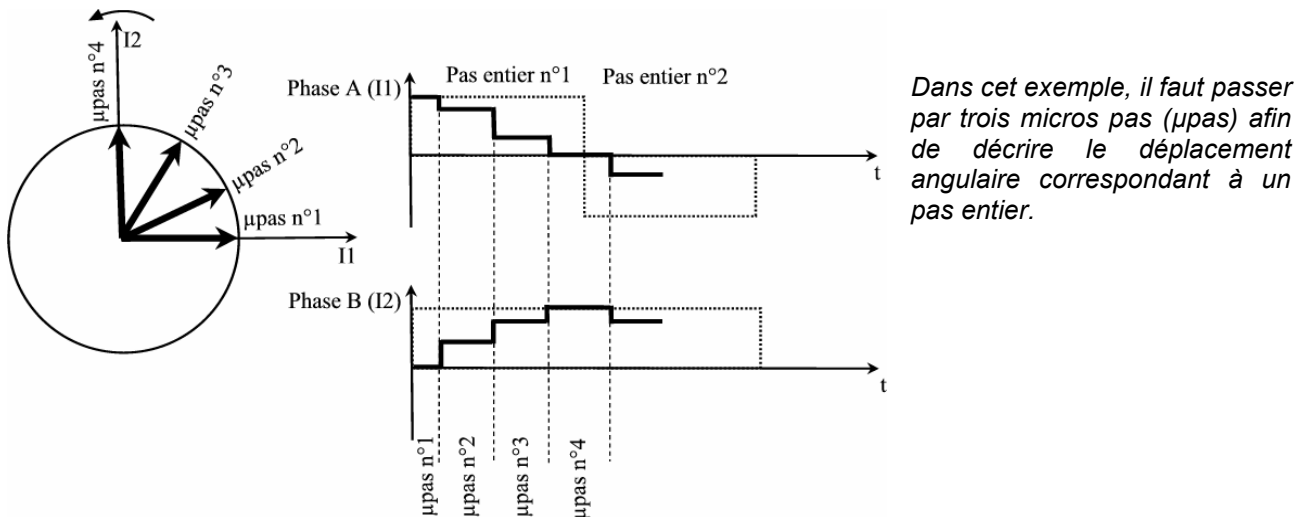
Principe de la commande

Les signaux binaires I_1 et I_2 représentent l'intensité dans les phases du moteur pas à pas lors du fonctionnement en **mode pas entier**. Le champ magnétique résultant est la composition vectorielle des champs créés par les 2 bobines.



En mode micro pas, le circuit de puissance génère des courants I_1 et I_2 , de différentes valeurs dans les bobines A et B durant chaque séquence (durée d'un micro pas). Le champ magnétique résultant est la composition vectorielle des champs créés par les 2 bobines.

En faisant varier par échelon le courant dans les bobines, on crée un champ résultant qui semble glisser d'un pas à un autre.



En vous aidant de la documentation constructeur du composant IC10 (page CAN6) et du schéma structurel partiel de FT21 (page CAN2).

Q18. Indiquer pour les broches suivantes du composant IC10 :

- le rôle de A0,
- le rôle de /CS. Vous préciserez son niveau actif.

Q19. Déterminer la résolution (en nombre de bits) de chaque convertisseur numérique analogique.

Q20. Calculer la valeur de V_{REF} (potentiel de la broche REF par rapport à la masse).

Q21. Déterminer la valeur du quantum q du convertisseur.

Bac Génie Électronique Session 2010 10IEELPO1	Étude d'un Système Technique Industriel Sujet Électronique	Page C4 sur 8
---	---	---------------

La fonction de transfert de chaque convertisseur est donnée ci-dessous.

$$VR = \frac{2,5}{128} \times N \quad \text{avec} \quad 0 \leq N \leq 127$$

où N représente la valeur du mot binaire constitué des bits D6D5D4D3D2D1D0 et VR le potentiel de la sortie DA de IC10 par rapport à la masse.

Le passage d'un micro pas à un autre se fait en deux étapes ; lors de la première étape, le microcontrôleur génère le mot binaire relatif à l'intensité souhaitée dans la bobine A du moteur. Lors de la seconde étape le microcontrôleur génère le mot binaire relatif à l'intensité souhaitée dans la bobine B du moteur. La durée de ces deux tâches est négligeable par rapport à la durée d'un micro pas.

Q22. En tenant compte du mot binaire présent à l'entrée du composant compléter les colonnes SIGN1, SIGN2, VR1 (sortie DA1 du canal 1) et VR2 (sortie DA2 du canal 2) du tableau du document réponse (page **CR2**).

Les valeurs inscrites dans les cases grisées, correspondent au mot binaire mémorisé dans le registre lors de l'étape précédente.

Q23. Compléter alors la colonne A0 du tableau du document réponse (page **CR2**), permettant le transfert du mot binaire au canal sélectionné.

En vous aidant de la documentation constructeur du composant IC9 (page CAN7) et du schéma structurel partiel de FT21 (page CAN2).

Les résistances repérées RS sur le schéma (figure 2) de la documentation constructeur du composant IC9 (PBL3772), génèrent une tension image du courant dans les phases du moteur.

Q24. À partir du schéma structurel partiel de FT21, calculer la valeur de la résistance équivalente correspondant à RS.

Q25. Donner sous forme littérale et numérique, la fonction de transfert du composant IC9. Le travail consiste à trouver la relation liant I (intensité dans une phase du moteur) à VR en utilisant la valeur de RS déterminée précédemment.

Q26. Repérer à quels signaux (issus de IC10) sont reliés PH1 et PH2, puis préciser leur rôle.

On admettra, à partir de maintenant, que la fonction de transfert de IC9 est la suivante : $I = 0,25 \times VR$.

Q27. À partir des colonnes VR1 et VR2, compléter les colonnes I1 et I2 du tableau du document réponse (page **CR2**).

Q28. En tenant compte du sens positif indiqué sur le schéma structurel partiel de FT21 (page **CAN2**), précisez le signe des courants I1 et I2 du tableau du document réponse (page **CR2**).

Q29. À partir du schéma interne simplifié de IC9 (voir documentation constructeur), identifier la structure constituant l'étage de sortie.

Q30. Expliquer comment cette structure permet d'obtenir des courants de signes différents (positifs et négatifs) dans une bobine du moteur.

Q31. Préciser le nom et le rôle des diodes internes ainsi que des diodes D9 à D12 (page **CAN2**).

II.4. FT214 : convertir l'énergie

Dans l'étude ci-dessus, le passage d'un pas entier au suivant passe par 3 micros pas.

La lyre décrit $0,32^\circ$ par pas entier.

Q32. Dans cette configuration, déterminer alors l'amplitude du déplacement angulaire de la lyre correspondant à chaque micro pas.

Q33. Proposer alors une solution permettant de réduire l'amplitude de ce déplacement.

Q34. En analysant le tableau complété dans cette étude, identifier les signaux sur lesquels il faut alors agir. Justifier votre démarche succinctement.

Bac Génie Électronique Session 2010 10IEELPO1	Étude d'un Système Technique Industriel Sujet Électronique	Page C5 sur 8
--	---	----------------------

III. Étude FT3 : contrôler la température

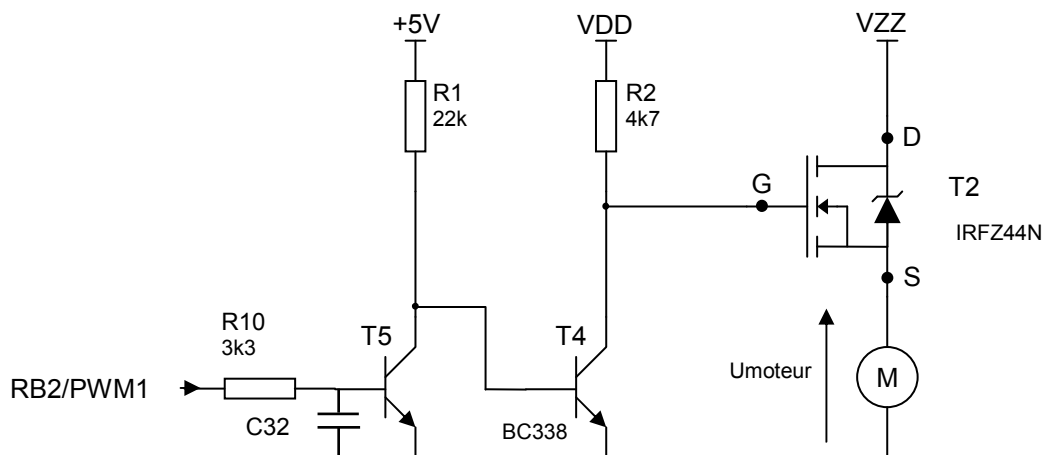
Dans le mode « spécial » du panneau de commande, le mode « ajustement automatique de la vitesse du ventilateur » permet au ventilateur d'adapter automatiquement sa vitesse en fonction de la température interne de la machine, si celle-ci augmente trop.

La vitesse du ventilateur est sensiblement proportionnelle à la tension moyenne d'alimentation du moteur qui l'entraîne. Un microcontrôleur génère le signal périodique rectangulaire RB2/PWM1 qui sera filtré, adapté en puissance et distribué au moteur. En ajustant le rapport cyclique de ce signal, il sera possible d'ajuster la vitesse. De plus, une accélération progressive de la vitesse est prévue.

Le travail ci-dessous consiste à analyser la solution qui assure la fonction. Vous justifierez la nécessité de la tension d'alimentation VDD, tel que $VDD > VZZ$, sachant que $VZZ = 14\text{ V}$. Vous dimensionnerez ensuite le composant qui permet de fixer la valeur de l'accélération.

Le schéma structurel partiel de FT3 est donné ci-dessous. Des relevés faits à différents points de la structure, sont donnés sur le document page CAN8.

III.1. Analyse structurelle de FT31 – FT33 – FT34



- Q35.** À partir de la documentation technique du composant T2 (page **CAN9**), identifier le type de ce composant et déterminer la tension U_{GSoff} (tension de pincement) minimale, permettant de rendre ce transistor conducteur.
- Q36.** À partir des relevés n°1 (page **CAN8**), relever le potentiel de la grille du transistor à $t = 1\text{ s}$, en déduire la valeur de U_{GS} et conclure sur l'état du transistor ; vous complèterez la ligne correspondante du tableau du document réponse (page **CR3**).
- Q37.** Déterminer alors la valeur minimale de la tension d'alimentation VDD, sachant qu'une intensité minimale de 1 mA est nécessaire dans la résistance R2.
- Q38.** Le constructeur du projecteur a prévu une tension $VDD = 29\text{ V}$; cette valeur permet elle de faire fonctionner la structure ? Justifier.

L'arrêt du ventilateur est commandé à l'instant t_1 (voir relevés n°2). À ce moment là, RB2/PWM1 passe au niveau bas.

Les transistors T4 et T5 fonctionnent en commutation et possèdent les caractéristiques suivantes :

- $V_{BE} = 0,7\text{ V}$,
- $V_{CE_{SAT}}\text{ maxi} = 0,4\text{ V}$.

- Q39.** Indiquer l'effet de la saturation de T4 sur le potentiel de la broche G de T2

Bac Génie Électronique Session 2010 10IEELPO1	Étude d'un Système Technique Industriel Sujet Électronique	Page C6 sur 8
---	---	---------------

Q40. Compléter alors le tableau du document réponse (page **CR3**) en précisant :

- l'état (bloqué ou saturé) des transistors T5 et T4,
- la valeur de U_{GS} de T2,
- l'état du transistor T2,
- la tension aux bornes du moteur U_{moteur} .

Q41. À partir des relevés n°2, justifier les états ci-dessus.

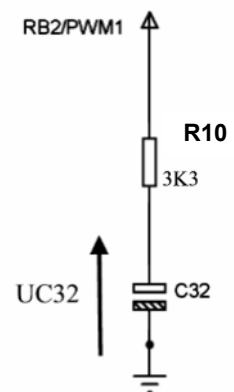
III.2. Analyse structurelle de FT322

Sur les relevés n°1, on constate que la tension aux bornes du moteur augmente progressivement. La durée de la phase de mise en vitesse du moteur est contrôlée par la constante de temps d'un circuit RC dont le schéma est donné ci-contre.

Q42. Après avoir estimé la durée de mise en vitesse, déterminer la valeur de cette constante de temps.

Q43. En déduire la capacité du condensateur C32 qui permet d'obtenir la durée de mise en vitesse désirée. Choisir une valeur normalisée parmi celles proposées sur le document (page **CAN4**).

Q44. Le condensateur utilisé est polarisé ; indiquer la technologie généralement utilisée pour ce type de condensateur.



IV. Étude de FC1 : paramétrage

Chaque appareil d'une chaîne DMX possède une adresse DMX qui peut être ajustée par l'intermédiaire du panneau de commande. Cette adresse, comme tous les autres paramètres de fonctionnement, est stockée dans une mémoire non volatile.

Le travail ci-dessous consiste à analyser la solution permettant de mémoriser ces différents paramètres.

Le schéma structurel partiel de FC1 est donné page CAN3 et la documentation du constructeur du composant IC2 page CAN10.

Q45. Identifier le type de composant correspondant à IC2.

Q46. Donner la signification de « EEPROM ». Justifier ce choix par rapport à la fonction attendue.

Q47. Déterminer la capacité de ce composant mémoire en octets et en kilo-octets.

Lors de la mémorisation de l'adresse DMX du projecteur, la trame représentée sur le document réponse page CR3 a été relevée par l'intermédiaire d'un analyseur logique.

Q48. Identifier dans la trame (page **CR3**) :

- l'adresse de stockage dans l'EEPROM de l'octet de données,
- la valeur de l'octet de données transmis (adresse DMX du projecteur),
- l'opération effectuée (lecture ou écriture dans la mémoire).

Q49. Compléter le tableau (sous la trame) du document réponse (page **CR3**).

Q50. En déduire l'adresse DMX du projecteur en décimal.

Bac Génie Électronique Session 2010 10IEELPO1	Étude d'un Système Technique Industriel Sujet Électronique	Page C7 sur 8
--	---	----------------------

V. Étude partielle de FC2 : adaptation au réseau EDF

Parmi les tensions d'alimentation nécessaire au fonctionnement de la partie électronique du projecteur, une tension de 5V est générée par une structure mettant en œuvre un régulateur de tension. La température à l'intérieur du projecteur peut atteindre 70°C ; le régulateur doit fournir jusqu'à 620mA ce qui provoque un certain échauffement du composant.

Le travail ci-dessous consiste à déterminer cet échauffement, à valider la solution du constructeur pour le limiter. Enfin vous proposerez une solution alternative pour réduire cet échauffement.

En vous aidant du schéma structurel partiel de FC2 (page CAN4), de la documentation constructeur du composants 7805 (page CAN9) et des relevés (page CR3) obtenus en différents points de FC2 (dans les conditions ci-dessus).

Q51. Sur les relevés du document réponse CR3, tracer et déterminer graphiquement la valeur moyenne de $V_i = U_c$.

Q52. Après avoir rappelé la relation permettant de déterminer la puissance dissipée P sous forme de chaleur dans le régulateur, calculer P dans ces conditions.

On rappelle la relation entre la puissance dissipée, l'élévation de température ΔT et la résistance thermique jonction-air ambiant pour un semi conducteur sans dissipateur.

$$R_{thja} = \frac{\Delta T}{P} \quad \text{avec} \quad \Delta T = T_j - T_a$$

Q53. Extraire de la documentation du 7805 (page **CAN9**), les valeurs de la résistance thermique entre jonction et air ambiant et de la température de jonction maximale.

Q54. Calculer la température de jonction si le régulateur doit dissiper 5W sans dissipateur. Cette température est elle acceptable pour le régulateur ?

Q55. Le fabricant du projecteur a fixé le régulateur (boîtier TO220AB), à l'aide d'une vis et d'un écrou, contre une face métallique du châssis du projecteur. Justifier l'utilité de ce type d'assemblage.

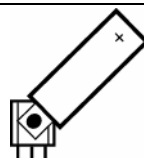
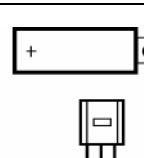
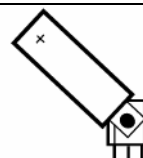
Bac Génie Électronique Session 2010	Étude d'un Système Technique Industriel	Page C8 sur 8
10IEELPO1	Sujet Électronique	

DOCUMENTS RÉPONSE

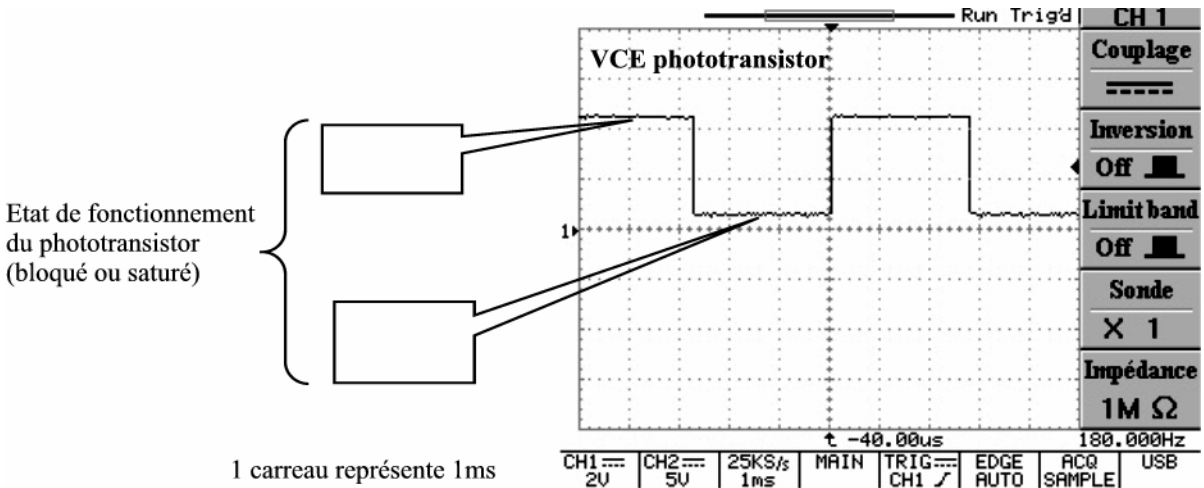
Q7 et Q8 : compléter le tableau ;

	Présence aimant	Absence aimant
Niveau logique en sortie du capteur (haut, bas)		
État du transistor (passant, bloqué)		

Q11 : compléter le tableau ;

Position de l'aimant						
	Capteur sens antihoraire	Capteur sens horaire	Capteur sens antihoraire	Capteur sens horaire	Capteur sens antihoraire	Capteur sens horaire
Entrée RE0						
Entrée RE2						

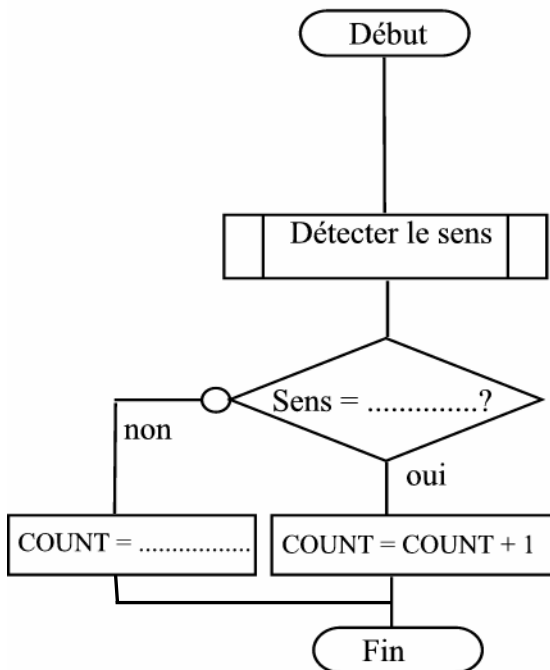
Q12 : relever sur l'oscillogramme ;



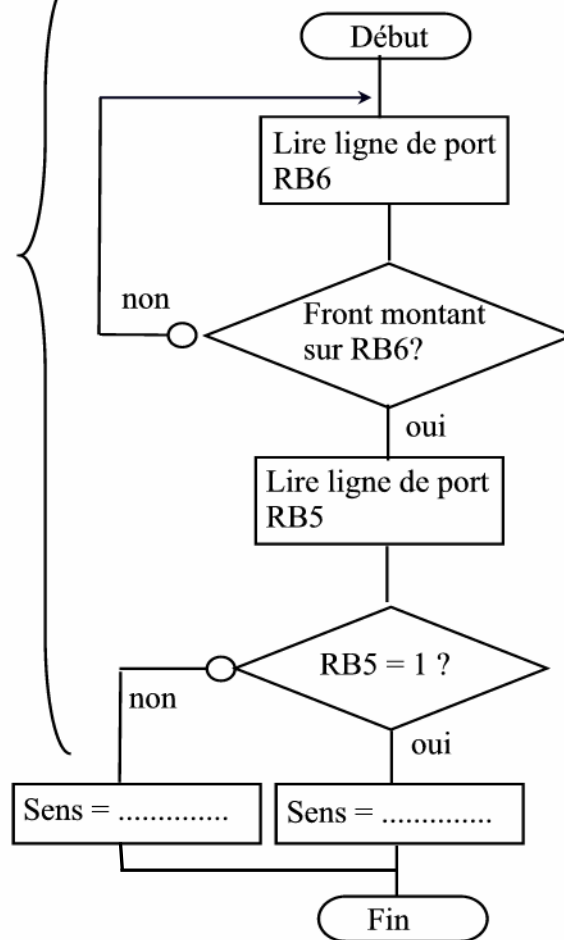
$V_{CEsat} =$

Q14 et Q15 : compléter les algorithmes ;

Sous programme "Détection position"



Sous programme "Détection sens"



Q22, Q23, Q27 et Q28 : compléter le tableau ;

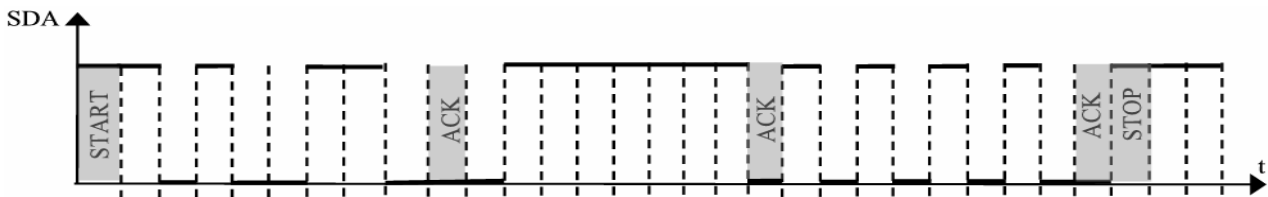
A0	D7	D6D5D4D3D2D1D0	SIGN1	SIGN2	VR1 (V)	VR2 (V)	I1 (A)	I2 (A)	Séquence (*)	
	1	1 1 1 1 1 1 1		1		0			µpas n°1	Pas entier n°1
	1	0 0 0 0 0 0 0	1		2,48					
	1	1 1 0 0 0 0 0		1		0				
	1	1 0 0 0 0 0 0	1		1,875				µpas n°2	Pas entier n°2
	1	1 0 0 0 0 0 0		1		1,25				
	1	1 1 0 0 0 0 0	1		1,25				µpas n°3	
	1	0 0 0 0 0 0 0		1		1,875				
	1	1 1 1 1 1 1 1	1		0				µpas n°4	
	0	1 0 0 0 0 0 0		1		2,48				
	1	1 1 0 0 0 0 0	0		1,25				µpas n°5	
	0	1 1 0 0 0 0 0		1		1,875				
	1	1 0 0 0 0 0 0	0		1,875				µpas n°6	
	0	1 1 1 1 1 1 1		1		1,25				

(*) µpas = micro pas

Q36 et Q40: compléter le tableau ;

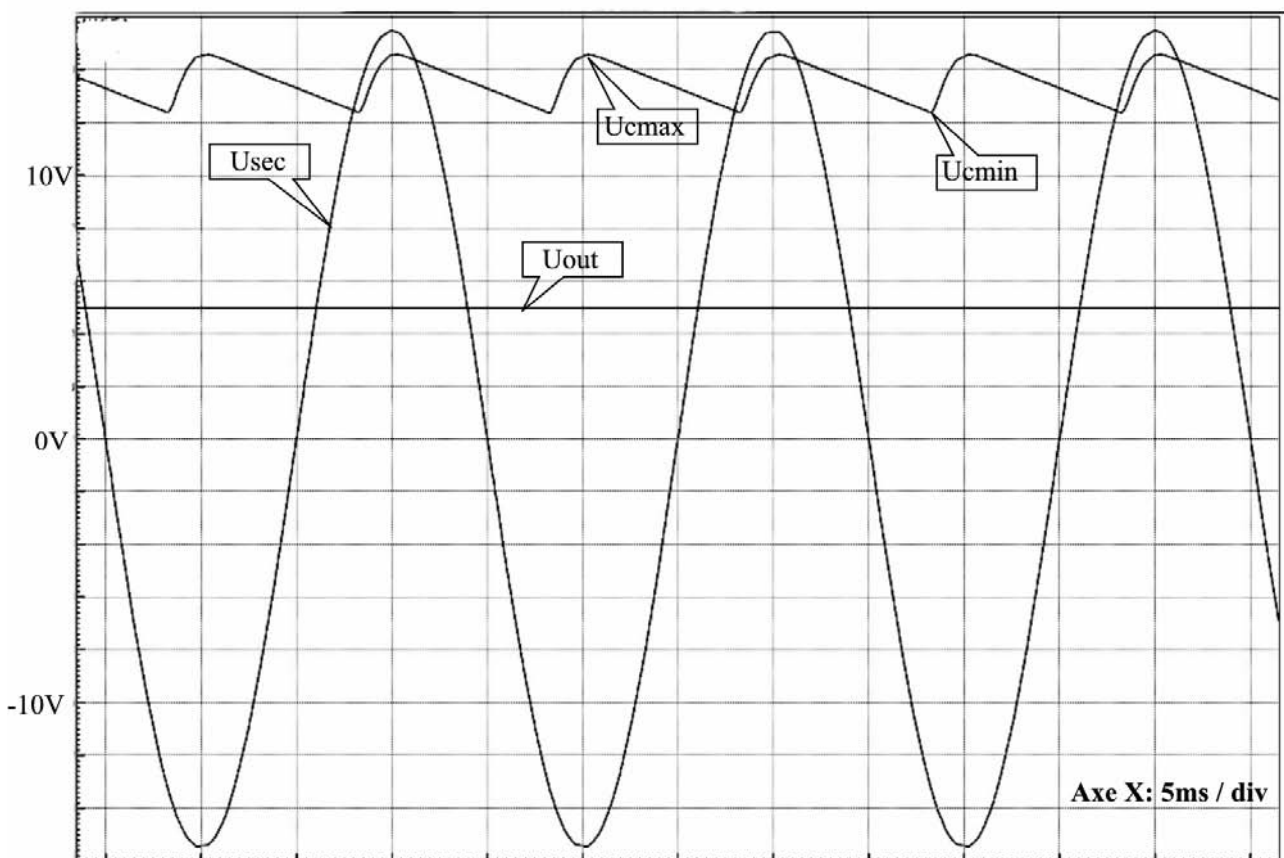
Fonctionnement	RB2/PWM1	État T5	État T4	U_{GS}	État T2	U_{moteur}
Marche	1	Saturé	Bloqué			12,2V
Arrêt	0					

Q48 et Q49 : identifier dans la trame ;



	Adresse de l'octet de données	Valeur de l'octet de données	Opération effectuée
En binaire			
En hexadécimal			

Q51 : tracer et déterminer la valeur moyenne de U_c ;



DOCUMENTATION

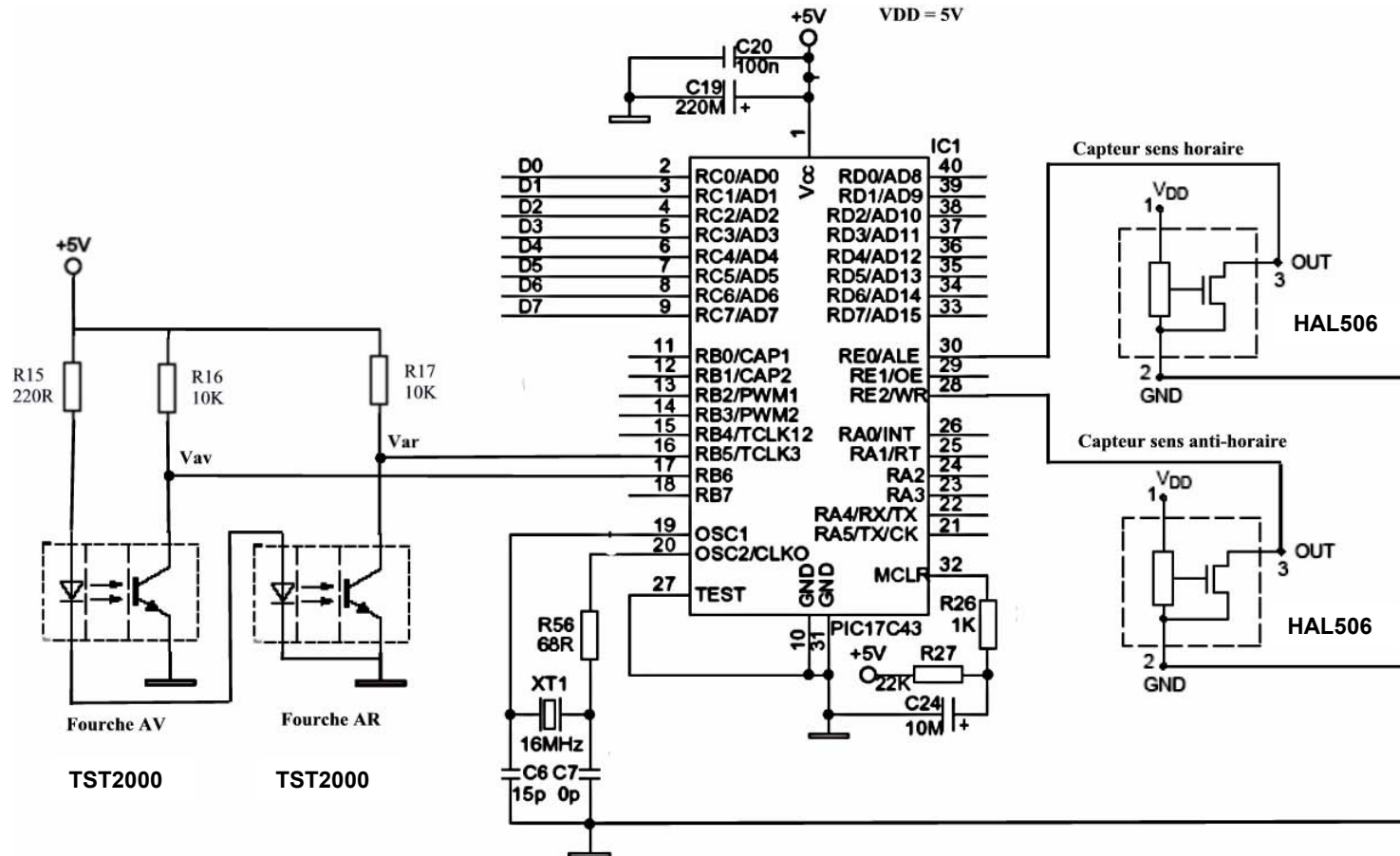


Schéma structurel partiel de FT21 (FT211 et FT212)

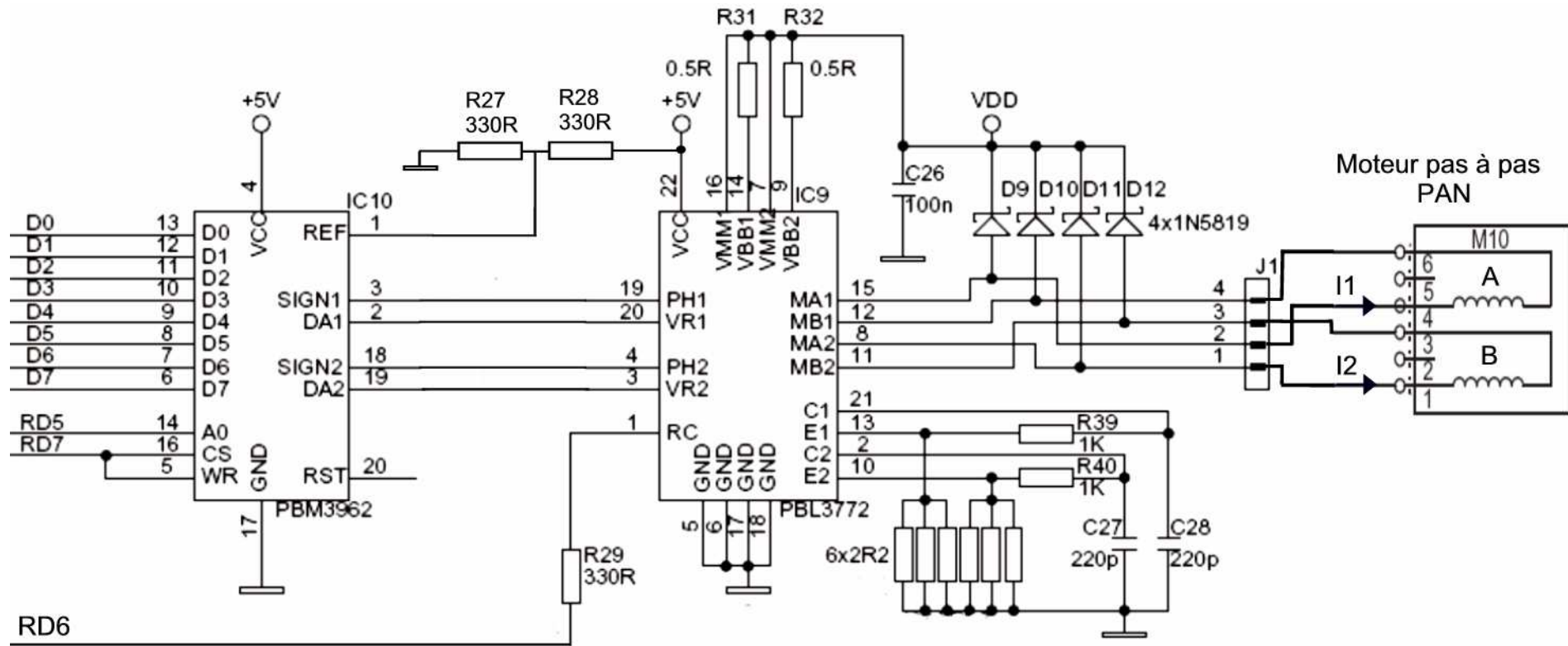


Schéma structurel partiel de FT21 (FT213 et FT214)

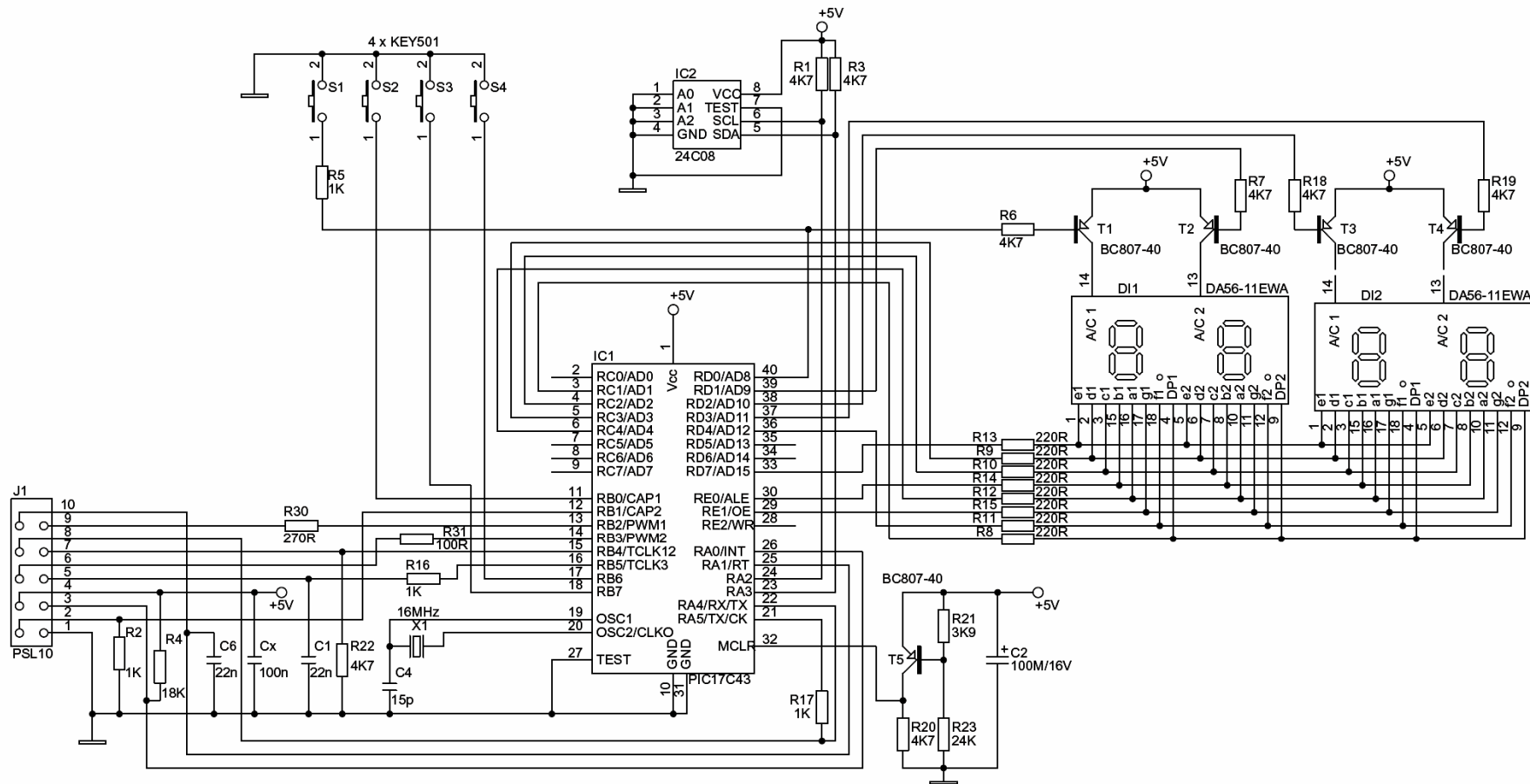
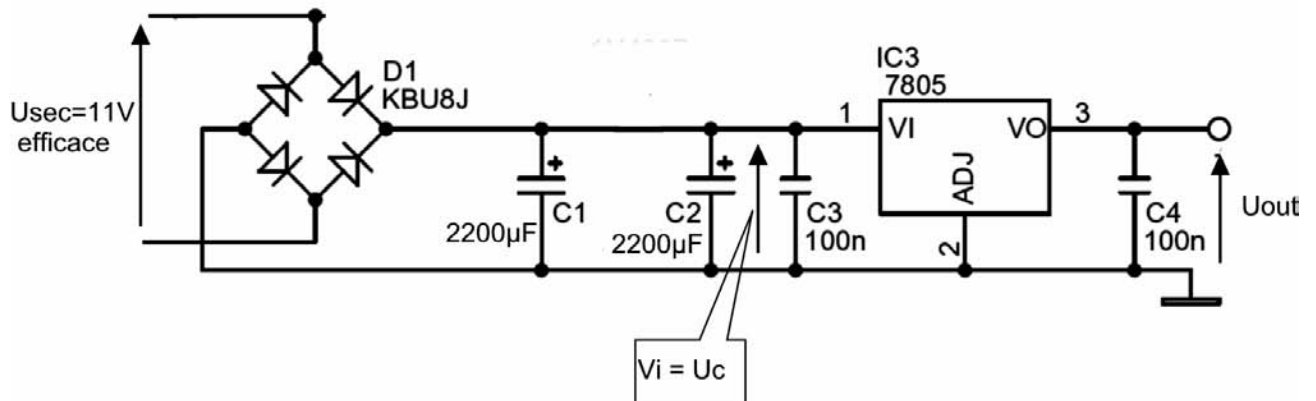


Schéma structurel partiel de FC1

Valeurs normalisées de capacité de condensateur

1 - 2,2 - 4,7 - 10 - 22 - 47 - 100 - 220 - 470 - 1000 - 2200 - 4700 - 10000

Schéma structurel de FC2



HAL506 : CAPTEUR À EFFET HALL

Description

Les capteurs à effet Hall de la famille **HAL5xx**, sont des capteurs de type tout ou rien capable de détecter un champ magnétique à proximité de la face active du capteur. Ils sont conçus en technologie CMOS. Les modèles diffèrent selon le type de détection ou la sensibilité.

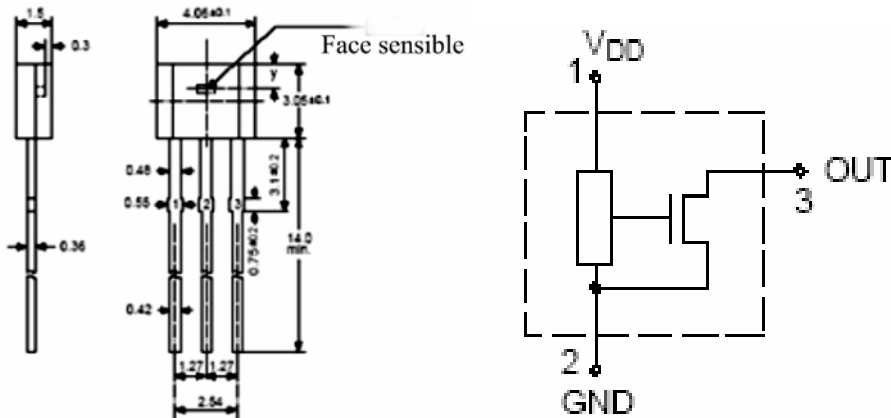
Type	Type de détection	Sensibilité
501	bipolaire	Très haute
502	bistable	haute
503	bistable	moyenne
504	unipolaire	moyenne
505	bistable	faible
506	unipolaire	haute
508	unipolaire	moyenne
509	unipolaire	faible

Détection de type bistable : la sortie passe au niveau bas lorsque un pôle sud magnétique est proche du capteur ; elle repasse au niveau haut lorsque qu'on approche un pôle nord magnétique. Le niveau précédent est mémorisé en l'absence de champ magnétique.

Détection de type bipolaire : la sortie passe au niveau bas lorsque un pôle sud magnétique est proche du capteur ; elle repasse au niveau haut lorsque qu'on approche un pôle nord magnétique. En l'absence de champ magnétique, le niveau de sortie est indéterminé.

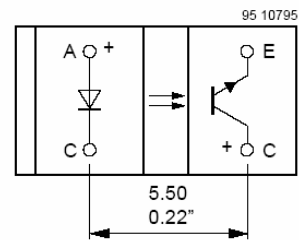
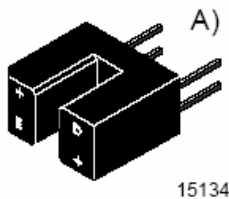
Détection de type unipolaire : la sortie passe au niveau bas lorsque un pôle sud magnétique est proche du capteur ; en l'absence de champ magnétique, la sortie est au niveau haut. Le capteur est insensible à un champ magnétique nord.

Brochage



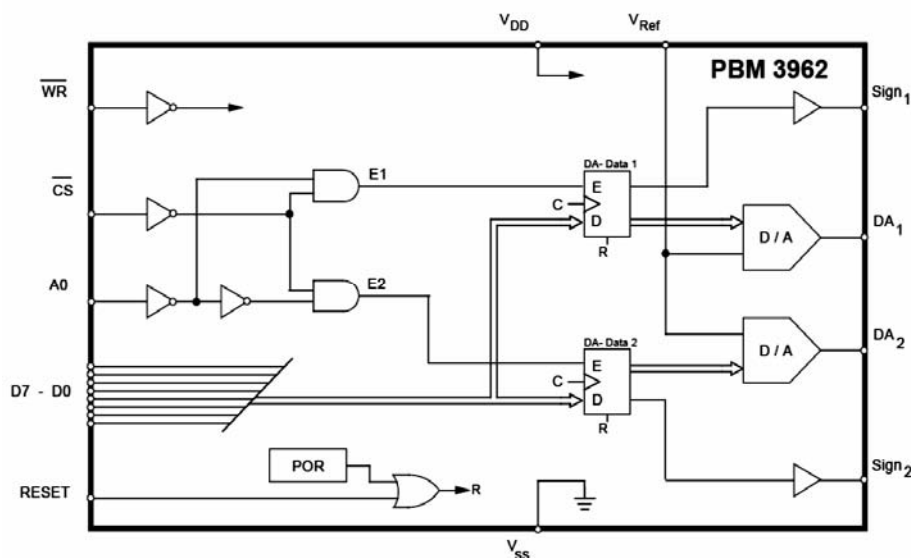
Symbole	Paramètres	Broche No.	Min.	Max.	Unité
VDD	Tension d'alimentation	1	3,8	24	V
IO	Intensité de sortie en continu	3	0	20	mA
V _{OL}	Tension de sortie au niveau bas	3		280	mV

TST2000 : DÉTECTEUR OPTIQUE À FOURCHE



Paramètres	Conditions de test	Symbole	Min.	Nominal	Max.	Unit
Tension directe led	IF= 60 mA	VF		1,25	1,5	V
Tension inverse led		VR			6	V
Courant direct en continu		IF			60	mA
Taux de transfert		CTR (IC/IF)	5%		10%	
Tension saturation phototransistor		VCE(sat)			0,4	V

PBM3962 : CONTROLEUR MICRO PAS



Le PBM3962 est un double convertisseur numérique analogique (CNA) 7 bits + 1 bit de signe, destiné à des applications de commande de moteur pas à pas en mode micro pas ; ce composant est généralement associé à un double « driver » pour moteur pas à pas du même constructeur (PBL3772). Le contrôleur peut facilement être connecté à un microprocesseur, par l'intermédiaire de son bus constitué de 8 bits. Deux registres internes sont utilisés pour mémoriser les 8 bits (7 bits de donnée et 1 bit de signe) destinés à chaque CNA (canal 1 ou canal 2).

Description des broches (partielle)

A0 : entrée logique d'adresse. Permet de sélectionner le canal de destination des données.

A0 = 0 : canal 1

A0 = 1 : canal 2

/CS : entrée logique qui permet de sélectionner le composant, lorsque cette entrée est au niveau bas.

D0, D7 : entrées de données.

Sign1, Sign2 : sorties logiques (canal 1 ou canal 2). Ce bit est transféré de D7 (sans inversion) dans le registre du canal correspondant en fonction de l'état de A0.

DA1, DA2 : sorties analogiques des CNA (canal 1 ou canal 2). $0 < V_{DA} < V_{REF} - 1LSB$

Bac Génie Électronique Session 2010 10IEELPO1	Étude d'un Système Technique Industriel Documentation Électronique	Page CAN6 sur 10
---	---	------------------

PBL3772 : DOUBLE « DRIVER » POUR MOTEUR PAS A PAS

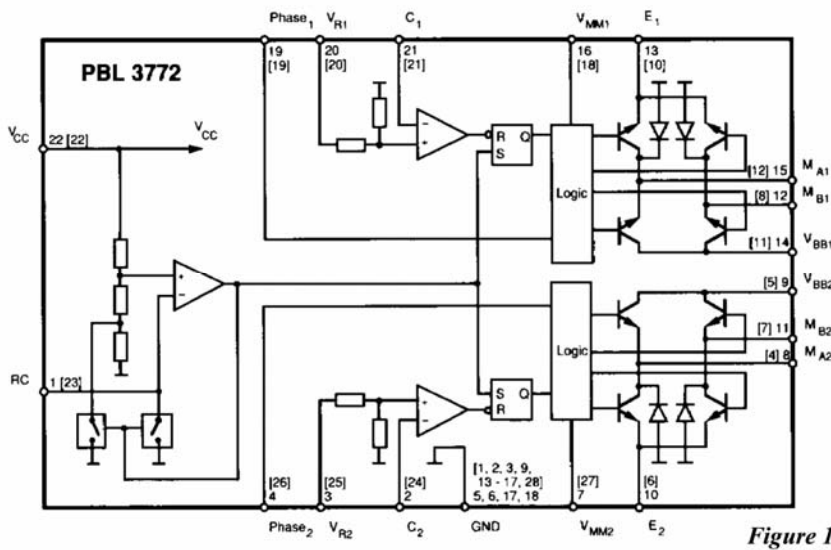


Figure 1

Le composant est constitué de deux canaux, un pour chaque phase d'un moteur pas à pas. Il est destiné à des applications de commande de moteur pas à pas en mode micro pas ; ce composant est généralement associé à un contrôleur micro pas du même constructeur (PBM3962). Il se comporte en générateur de courant constant (hacheur) ; il est capable de fournir jusqu'à 1 A en continu par canal. Il est essentiellement constitué d'un oscillateur, de comparateurs analogiques, d'une logique de commande et d'un pont en H par canal.

Description des broches (partielle)

M_{A1} : sortie moteur, canal 1. Le courant dans le moteur circule de M_{A1} vers M_{B1} lorsque Phase₁ est au niveau HAUT.

M_{A2} : sortie moteur, canal 2. Le courant dans le moteur circule de M_{A2} vers M_{B2} lorsque Phase₂ est au niveau HAUT.

Phase₁, Phase₂ : contrôle le sens du courant dans les phases du moteur.

V_{CC} : tension d'alimentation de la partie logique. Tension nominale 5 V.

V_{MM1}, V_{MM2} : tension d'alimentation du moteur. +10 V < V_{MM} < +40 V

V_{R1}, V_{R2} : tension de référence contrôlant l'intensité du courant de sortie tel que

$$I = 0,18 \times \frac{V_R}{R_S}$$

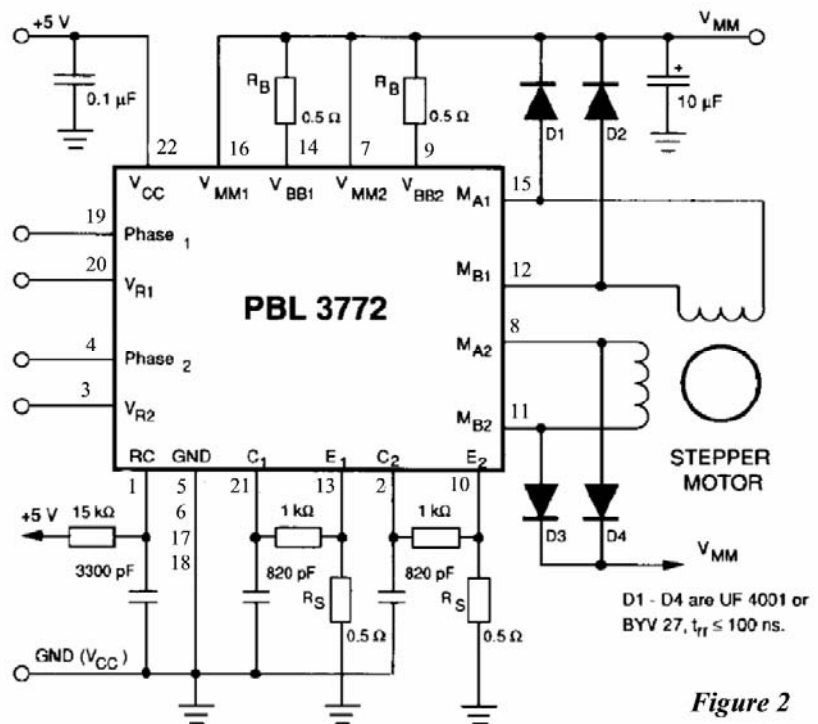
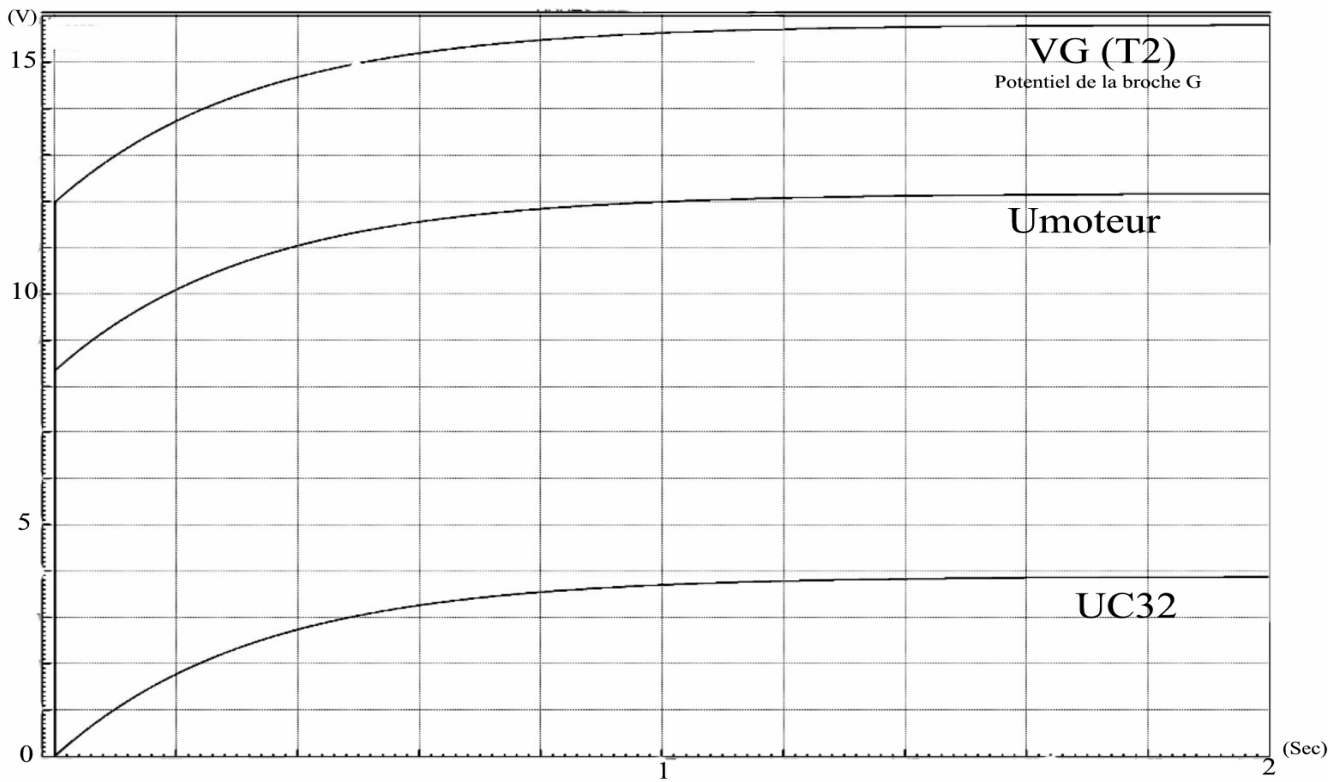
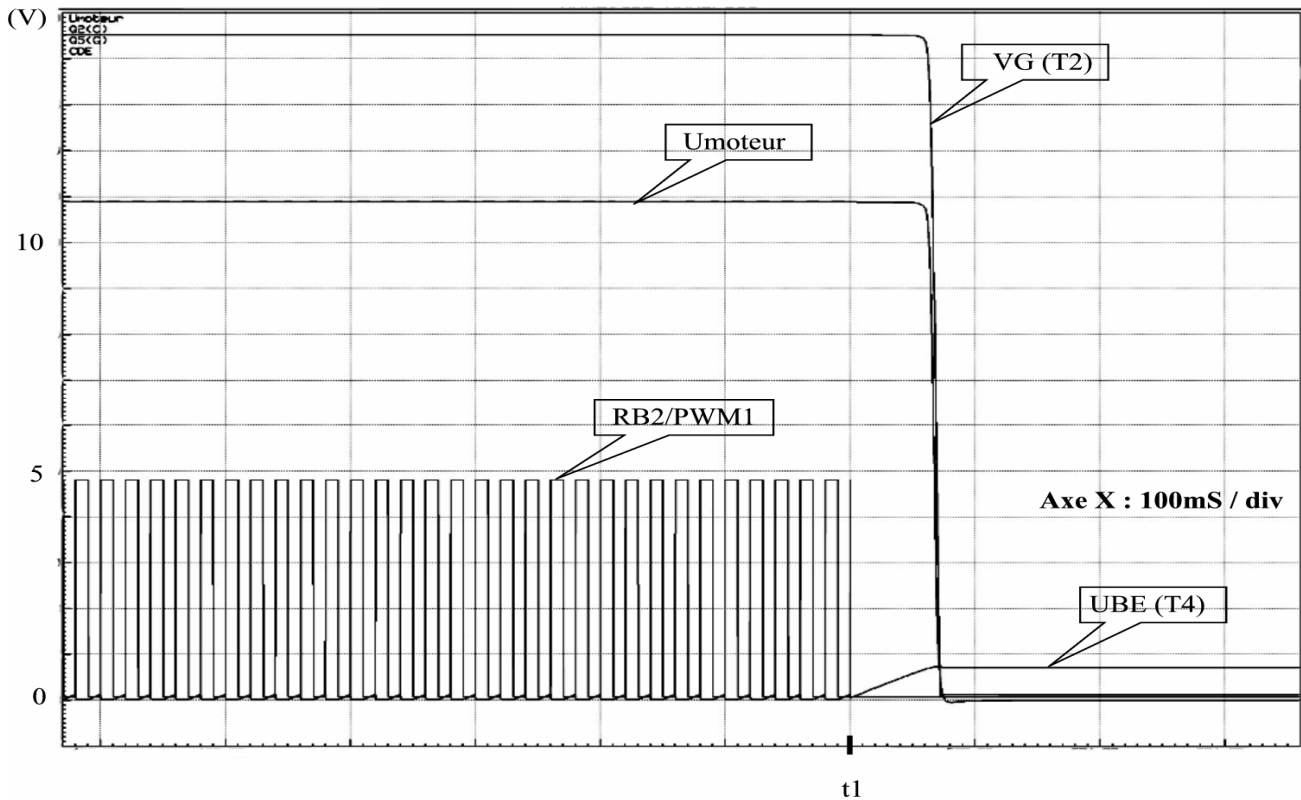


Figure 2

Relevé n°1

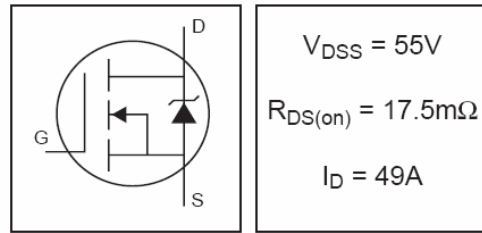


Relevé n°2



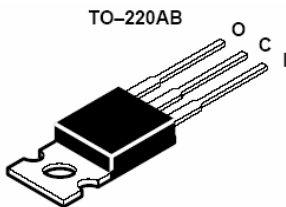
IFRZ44N : MOSFET DE PUISSANCE

Transistor MOSFET de puissance, à faible résistance et vitesse de commutation élevée.



	Paramètres	Min.	Nominal	Max	Unités
I_D	Courant de Drain en continu à $U_{GS}=10V$			49	A
U_{GS}	Tension Grille Source			± 20	V
U_{GSoff}	Tension de pincement	2			V
P_D	Puissance dissipée (température boîtier = 25°C)			94	W

7805 : RÉGULATEUR DE TENSION POSITIVE 1A



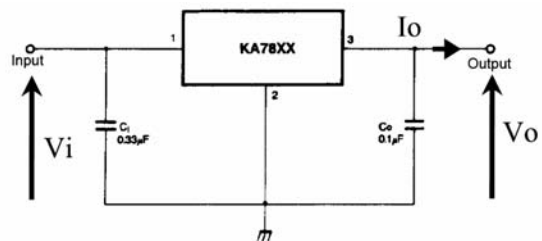
- Intensité de sortie jusqu'à 1A
- Tension de sortie V_{out} : 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 18 ou 24V
- Protection thermique
- Protection contre les courts circuits

Valeurs maximales			
Paramètres	Symbole	Valeur	Unité
Tension d'entrée (pour $V_O = 5V$ à 18V)	V_I	35	V
Résistance thermique jonction boîtier (TO-220)	$R_{\theta JB}$	5	°C/W
Résistance thermique jonction -Air ambiant (TO-220)	$R_{\theta JA}$	65	°C/W
Plage de température jonction	T_J	0 à +125	°C

Valeurs nominales						
Paramètres	Symbole	Conditions	Min	Nominal	Max	Unité
Tension de sortie	V_O	$T_J = +25^\circ C$	4,8	5	5,2	V
Chute de tension	V_{DROP}	$T_J = +25^\circ C$ $I_O = 1A$		2		V

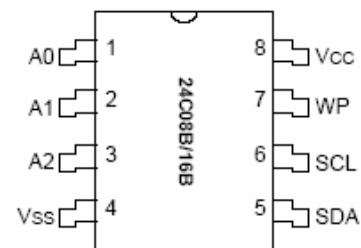
Puissance dissipée : $P = (V_I - V_O) \times I_O$

Chute de tension : $V_{DROP} = V_I - V_O$



24C08B/16B : EEPROM SERIE I2C 8K /16K

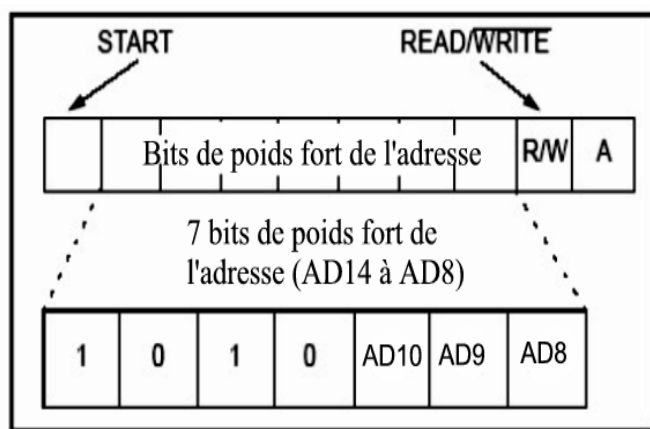
- Technologie CMOS à faible consommation.
- Interface série deux fils compatible BUS I2C.
- Supporte 1000000 de cycles de lecture/écriture.
- Le composant est organisé en 4 ou 8 blocs de 256 octets selon la capacité 8 Kbits ou 16 Kbits).



Description du fonctionnement

Le bus série est constitué de deux fils (SCL et SDA). Les données ainsi que les octets servant à la gestion de la mémoire circulent par l'intermédiaire du signal SDA. Le signal d'horloge SCL, qui cadence le transfert des données est généré par le microcontrôleur.

Adressage de la mémoire

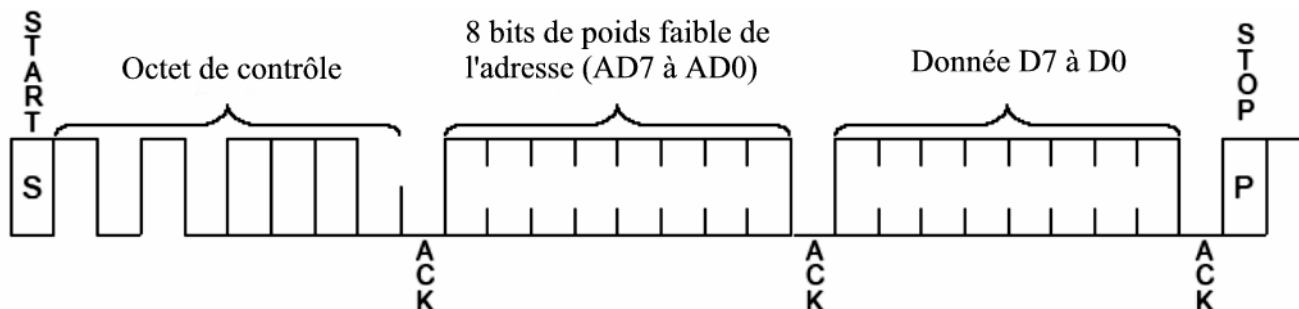


Octet de contrôle

La trame commence par un bit de « START », suivi par un octet de contrôle, lui-même suivi par un octet contenant les 8 bits de poids faible de l'adresse; enfin arrivent le ou les octets de données. Les octets sont séparés par un bit ACK (accusé de réception).

Les 4 bits de poids fort de l'octet de contrôle ont pour valeur 1010. Ils constituent avec les 3 bits suivants (AD10 à AD8) les 7 bits de poids fort de l'adresse.

Le dernier bit « R/W », indique le sens du transfert ; lorsque ce bit est à 0 une opération d'écriture dans la mémoire est demandée, lorsqu'il est à 1, il s'agit d'une opération de lecture.



CORRIGÉ

I. Étude fonctionnelle

I.1. Orientation du faisceau

- Q1. Mouvement dans le plan horizontal : PAN Amplitude 530°
Mouvement dans le plan vertical : TILT Amplitude 280°
- Q2. Avec une résolution de 8bits, le déplacement angulaire θ minimal :
 $\theta_{\text{minimal}} = 530 / 2^8$ soit 2,07°
- Q3. Les moteurs utilisés sont des moteurs pas à pas

I.2. Gestion du projecteur

- Q4. Les différents modes de fonctionnement sont : Vitesse des ventilateurs maximale – Ajustement automatique en fonction de la température – Vitesse minimale avec extinction de la lampe – Commutation vitesse minimale / vitesse maximale.

II. Étude partielle de FT21 : Déplacer le faisceau

II.1. FT211 : Indexer la lyre

- Q5. Le type de détection est unipolaire.
- Q6. Le pôle sud de l'aimant doit être dirigé vers le bas, parce que l'aimant passe au dessus du capteur.
- Q7. Voir document réponse CR1
- Q8. Voir document réponse CR1
- Q9. La résistance RPU permet de maintenir l'entrée du microcontrôleur au niveau haut lorsque le transistor est bloqué (absence de l'aimant à proximité du capteur)
- Q10. Intensité de sortie maximale du capteur $I_{O_{\text{max}}} = 20 \text{ mA}$
 $I_{\text{max}} = - (V_{\text{cc}} / R_{\text{PUmin}})$ $I_{\text{max}} = - 400 \mu\text{A}$
 $|I_{\text{max}}| < I_{\text{omax}}$ donc le capteur peut conduire cette intensité sans problème
- Q11. Voir document réponse CR1

II.2. FT212 : Détection de position et sens de rotation

- Q12. Voir document réponse CR1
- Q13. $I_F = (V_{\text{cc}} - 2 * V_F) / R15$ $I_F = 11,36 \text{ mA}$
 $I_{F_{\text{max}}} = 60 \text{ mA}$ $I_F < I_{F_{\text{max}}}$
 $I_{\text{csat}} = (V_{\text{cc}} - V_{\text{CEsat}}) / R16$ $I_{\text{csat}} = 450 \mu\text{A}$
 $\text{CTR}_{\text{min}} = 0,05$ $\text{CTR} = I_c / I_F$

Il faut une intensité I_F minimale pour saturer le transistor tel que

$$I_{F_{\text{min}}} = I_{\text{csat}} / \text{CTR}_{\text{min}} \quad I_{F_{\text{min}}} = 9 \text{ mA}$$

$$I_F (11,36 \text{ mA}) > I_{F_{\text{min}}} (9 \text{ mA})$$

Le transistor est donc saturé

- Q14. Voir document réponse CR2
- Q15. Voir document réponse CR2

Bac Génie Électronique Session 2010 10IEELPO1CORR	Étude d'un Système Technique Industriel Corrigé Électronique	Page Cor1 sur 7
---	---	-----------------

- Q16. Lorsque la lyre décrit un mouvement angulaire de 530°, le compteur compte 530 / 1,04 soit 512 impulsions.
COUNT mini = 0 COUNT maxi = 511
- Q17. Le compteur est un compteur modulo 512. Le format du nombre binaire est de 9 bits

II.3. FT213 : Distribuer l'énergie

- Q18. **Rôle de AO** : Permet de sélectionner le canal de destination des données
Rôle de CS : Entrée logique qui permet de sélectionner le composant et active le transfert des données, lorsque cette entrée est au niveau bas
- Q19. La résolution est de 7bits
- Q20. $V_{REF} = V_{CC} * R27 / (R27 + R28)$ $V_{REF} = 2,5 \text{ V}$
- Q21. On sait que : $0 < V_{DA} < V_{REF} - 1\text{LSB}$ donc le quantum $q = V_{REF} / 2^7$
Soit $q = 2,5 / 128$ $q = 19,53 \text{ mV}$
- Q22. Voir document réponse CR2
- Q23. Voir document réponse CR2
- Q24. $1 / R_S = 1 / R33 + 1 / 34 + 1 / R35$ soit $R_S = R33 / 3$ $R_S = 0,733 \Omega$
- Q25. $I = 0,18 * V_R / R_S$ $I = 0,245 * V_R$
- Q26. PH1 impose le sens du courant I1 dans la phase A du moteur
PH1 prend la même valeur binaire que SIGN1
PH2 impose le sens du courant I2 dans la phase B du moteur
PH2 prend la même valeur binaire que SIGN2
- Q27. Voir document réponse CR2.
- Q28. Voir document réponse CR2.
- Q29. L'étage de sortie reprend la structure du pont en H à transistors bipolaires.
- Q30. Dans un pont en H seuls deux transistor sur les quatre sont saturés simultanément 1 des transistors du haut et un des transistor du bas. Selon la paire de transistors saturés le courant circule soit dans un sens soit dans l'autre dans la bobine.
- Q31. Les diodes sont des diodes de roue libre, à commutation rapide, protégeant les transistors. Elles referment le circuit pour le passage du courant.

II.4. FT214 : Convertir l'énergie

- Q32. Déplacement angulaire correspondant à chaque micro pas : $0,32^\circ / 3 = 0,1^\circ$
- Q33. Afin de réduire l'amplitude du déplacement il faut augmenter le nombre de micro pas constituant un pas entier.
- Q34. Il suffit d'intercaler des combinaisons supplémentaires du mot binaire constitué des bits D7 à D0 entre les combinaisons existantes.

III. Étude de FT3 : Contrôler la température

III.1. Analyse structurelle de FT31 –FT33 – FT34

- Q35. T2 est un transistor MOSFET de puissance.
La tension de pincement $U_{GS\text{OFF}min} = 2 \text{ V}$

Bac Génie Électronique Session 2010	Étude d'un Système Technique Industriel	Page Cor2 sur 7
10IEELPO1CORR	Corrigé Électronique	

- Q36. À $t = 1 \text{ s}$ $V_G = 15,5 \text{ V}$ $U_{GS} = V_G - U_{\text{moteur}}$ soit $U_{GS} = 3,5 \text{ V}$
 Le transistor est passant car $U_{GS} > U_{GS\text{OFF}min}$
 Voir aussi document réponse CR3
- Q37. $V_{DD} = V_G + R_6 \cdot I_{R6}$ Soit $V_{DD} = 20,2 \text{ V}$
- Q38. La tension proposée par le constructeur est supérieure à la valeur minimale calculée ci-dessus, la valeur de V_{DD} permet donc de faire fonctionner la structure.
- Q39. Lorsque T_4 est saturé $V_G = 0,4 \text{ V}$ T_2 est donc bloqué.
- Q40. Voir document réponse CR3
- Q41. On constate qu'à $t_1 + 80 \text{ ms}$: $U_{BE(T_4)} = 0,6 \text{ V}$ donc T_4 est saturé ce qui relie la grille G de T_2 à la masse $V_{G(T_2)} = 0$ En même temps U_{moteur} passe à zéro, d'où arrêt du moteur du ventilateur.

III.2. Analyse structurelle de FT322

- Q42. Durée de mise en vitesse environ 1,4 à 2 s. Cette durée correspond à 5 constantes de temps
 $R_{10} \cdot C_{32} = \text{Durée de mise en vitesse} / 5$ soit $R_{10} \cdot C_{32} = 0,28 \text{ à } 0,4 \text{ s}$
- Q43. $C_{32} = 0,28 / R_{10}$ $0,4 / R_{10}$ $C_{32} = 85 \mu\text{F}$ $120 \mu\text{F}$ Valeur normalisée : $C_{32} = 100 \mu\text{F}$
- Q44. C'est un condensateur électrolytique (chimique)

IV. Étude de FC1 : Paramétrage

- Q45. IC2 est une mémoire morte à accès série
- Q46. C'est une mémoire morte électriquement effaçable. Son contenu ne doit pas être perdu lors de l'extinction du projecteur, il doit pouvoir être modifié « in situ ».
- Q47. Capacité 24C08B : 8 kbits soit 1 ko ou 1024 octets
- Q48. Voir document réponse CR3
- Q49. Voir document réponse CR3
- Q50. L'adresse DMX du projecteur est contenue dans la donnée soit 10101010 en binaire ce qui donne 170 en décimal.

V. Étude partielle de FC2 : Adaptation au réseau EDF

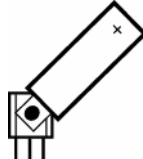
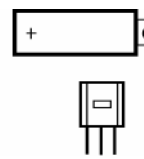
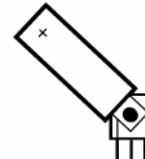
- Q51. Voir document réponse CR3
 $\langle V_i \rangle = 13,5 \text{ V}$
- Q52. $P = (\langle V_i \rangle - V_o) \cdot I_o$ $P = (13,5 - 5) \cdot 0,62 = 5,27 \text{ W}$
- Q53. $T_{jmax} = 125^\circ\text{C}$ $R_{thja} = 65^\circ\text{C/W}$
- Q54. Sans dissipateur : $T_J = R_{THJA} \cdot P + T_a$ $T_j = 412,55^\circ\text{C}$
 Le composant ne peut pas fonctionner sans dissipateur $T_j > T_{jmax}$
- Q55. La face métallique du boîtier fait office de dissipateur.

Bac Génie Électronique Session 2010	Étude d'un Système Technique Industriel	Page Cor3 sur 7
10IEELPO1CORR	Corrigé Électronique	

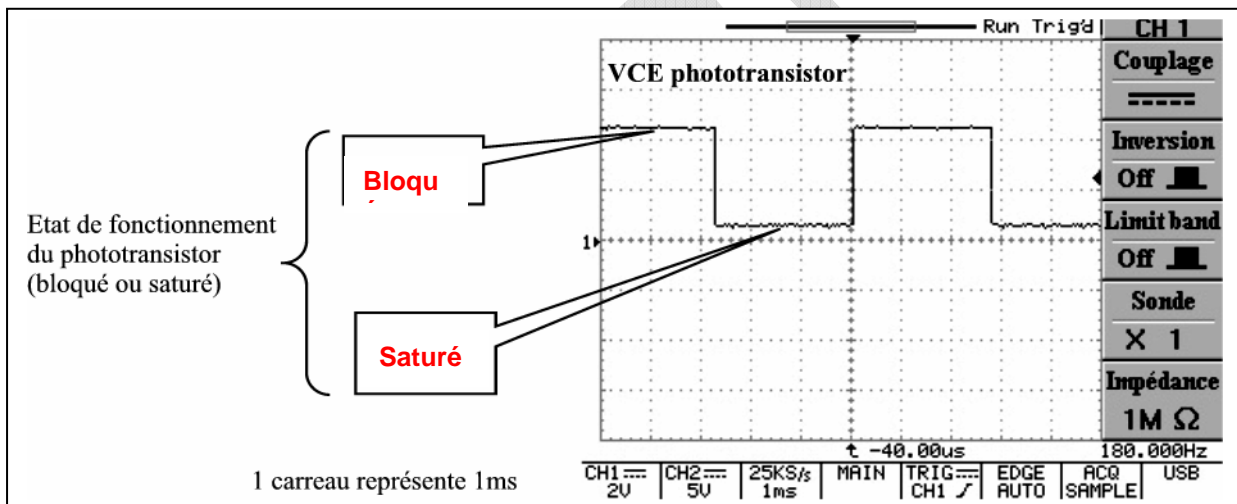
Questions Q7 et Q8 : Compléter le tableau

	Présence aimant	Absence aimant
Niveau logique en sortie du capteur	Niveau bas	Niveau haut
État du transistor	Passant	Bloqué

Q11 : Compléter le tableau

Position de l'aimant						
	Capteur sens anti-horaire	Capteur sens horaire	Capteur sens anti-horaire	Capteur sens horaire	Capteur sens anti-horaire	Capteur sens horaire
Entrée RE0	1		1		0	
Entrée RE2	0		1		1	

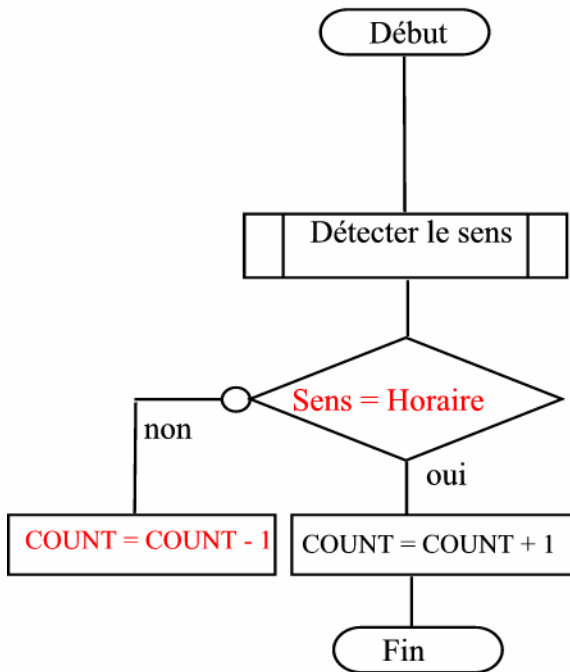
Q12 : Relever sur l'oscillogramme



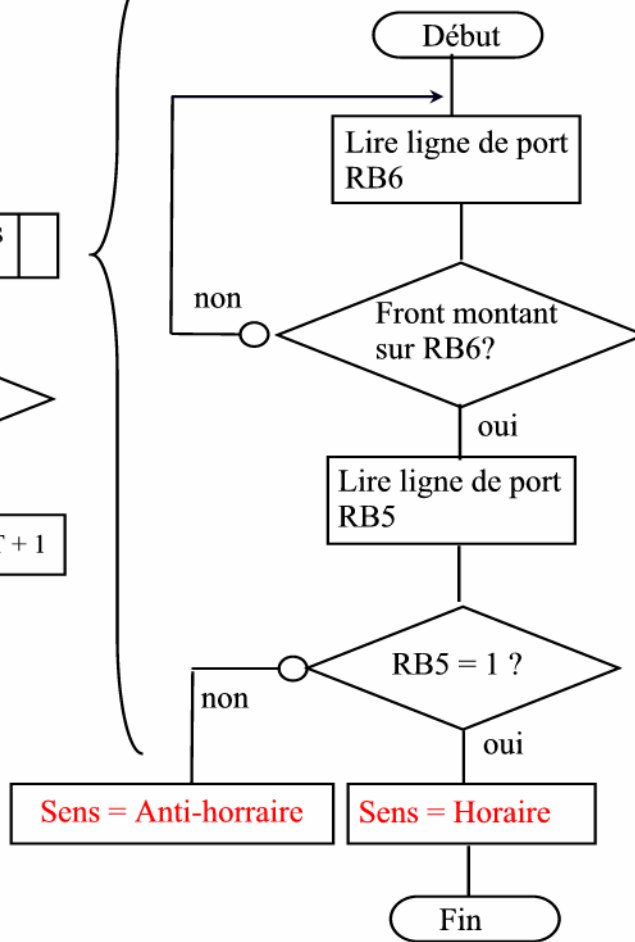
$$V_{CEsat} = 0,5 V$$

Questions Q14 et Q15 : Compléter les algorithmes

Sous programme "Détection position"



Sous programme "Détection sens"



Question Q22, Q23, Q27 et Q28 : Compléter le tableau

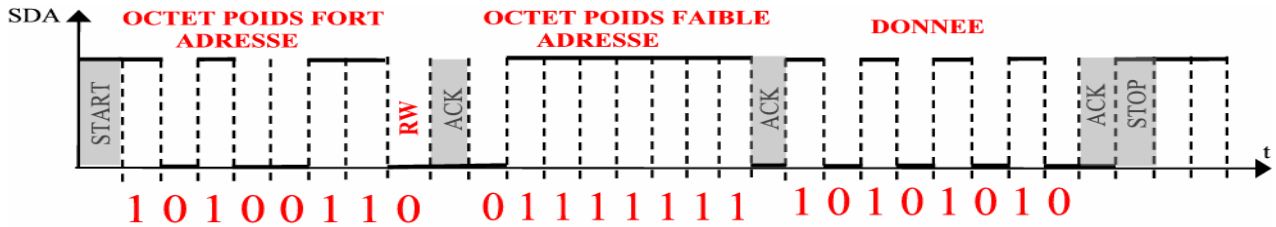
A0	D7	D6D5D4D3D2D1D0	SIGN1	SIGN2	VR1 (V)	VR2 (V)	I1 (A)	I2 (A)	Séquence (*)
0	1	1 1 1 1 1 1 1	1	1	2,48	0	0,62	0	
1	1	0 0 0 0 0 0 0	1	1	2,48	0	0,62	0	µpas n°1
0	1	1 1 0 0 0 0 0	1	1	1,875	0	0,47	0	
1	1	1 0 0 0 0 0 0	1	1	1,875	1,25	0,47	0,31	µpas n°2
0	1	1 0 0 0 0 0 0	1	1	1,25	1,25	0,31	0,31	
1	1	1 1 0 0 0 0 0	1	1	1,25	1,875	0,31	0,47	µpas n°3
0	1	0 0 0 0 0 0 0	1	1	0	1,875	0	0,47	
1	1	1 1 1 1 1 1 1	1	1	0	2,48	0	0,62	µpas n°4
0	0	1 0 0 0 0 0 0	0	1	1,25	2,48	-0,31	0,62	
1	1	1 1 0 0 0 0 0	0	1	1,25	1,875	-0,31	0,47	µpas n°5
0	0	1 1 0 0 0 0 0	0	1	1,875	1,875	-0,47	0,47	
1	1	1 0 0 0 0 0 0	0	1	1,875	1,25	-0,47	0,31	µpas n°6
0	0	1 1 1 1 1 1 1	0	1	2,48	1,25	-0,62	0,31	

(*) µpas = micro pas

Question Q36 et Q40 : Compléter le tableau

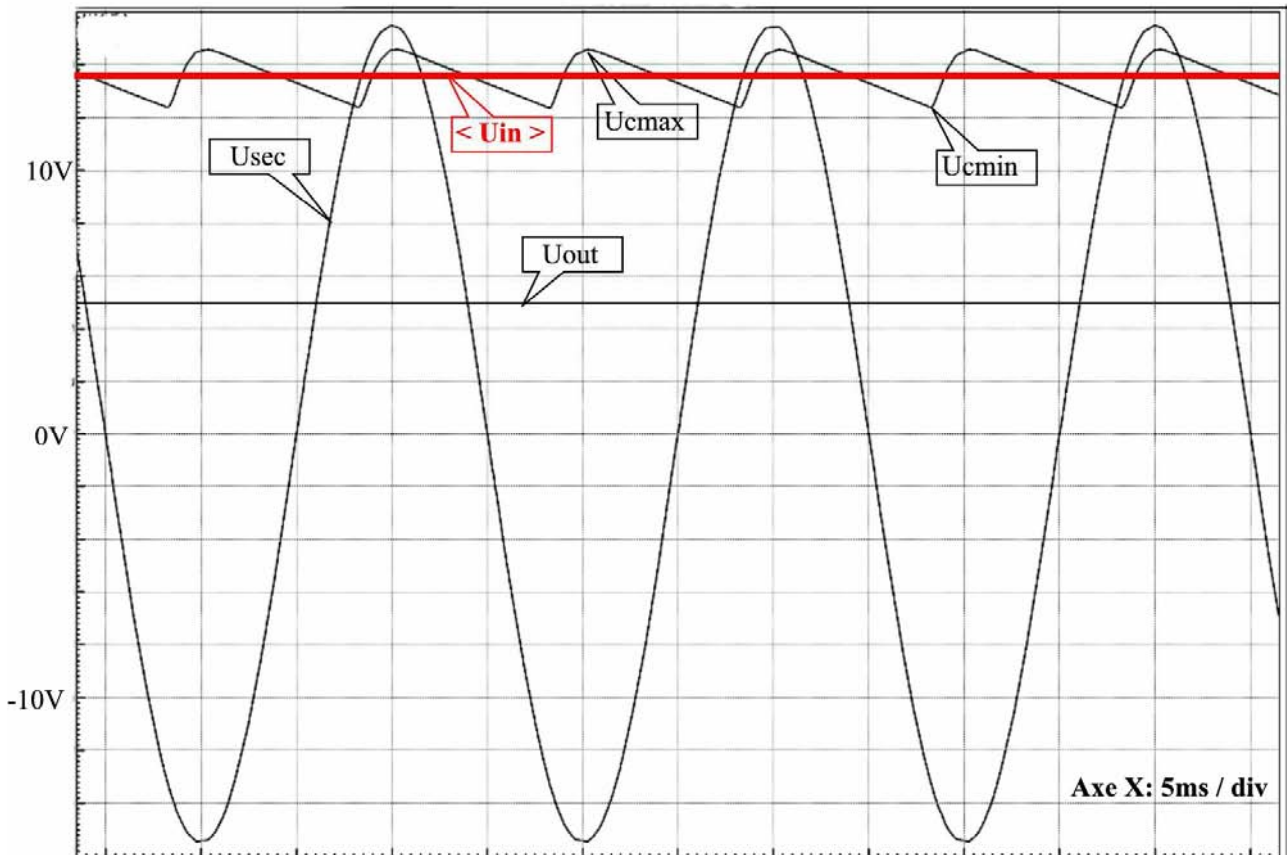
Fonctionnement		RB2/PWM1	État T5	État T4	U _{GS}	État T2	Umoteur
Q30	En marche	MLI	Commutation	Bloqué	3,5V	Passant	12,2V
Q34	À l'arrêt	0	Bloqué	Saturé	0V	Bloqué	0V

Question Q48 et Q49 : Identifier dans la trame



	Adresse de l'octet de données	Valeur octet de données	Opération effectuée
En binaire	1010011 01111111	10101010	Ecriture (RW = 0)
En hexadécimale	\$ 5 3 7 F	\$ A A	

Question Q51 : Tracer et déterminer la valeur moyenne



Proposition de barème

	Question n°	Barème
Partie 1: I. Étude fonctionnelle		
	Q1	2
	Q2	2
	Q3	1
	Q4	2
Total partie 1		7

	Question n°	Barème
Partie 2: I. Étude partielle de FT21		
	Q5	1
	Q6	1
	Q7	1
	Q8	1
	Q9	2
	Q10	2
	Q11	3
	Q12	3
	Q13	3
	Q14	2
	Q15	2
	Q16	2
	Q17	2
	Q18	2
	Q19	1
	Q20	2
	Q21	2
	Q22	4
	Q23	1
	Q24	2
	Q25	2
	Q26	2
	Q27	2
	Q28	1
	Q29	1
	Q30	2
	Q31	2
	Q32	1
	Q33	1
	Q34	1

	Question n°	Barème
Partie 3: I. Étude partielle de FT3		
	Q35	2
	Q36	2
	Q37	2
	Q38	2
	Q39	2
	Q40	2
	Q41	2
	Q42	1
	Q43	2
	Q44	1
Total partie 3		18

	Question n°	Barème
Partie 4: I. Étude partielle de FC1		
	Q45	1
	Q46	2
	Q47	2
	Q48	3
	Q49	3
	Q50	1
Total partie 4		12

	Question n°	Barème
Partie 4: I. Étude partielle de FC2		
	Q51	2
	Q52	2
	Q53	2
	Q54	2
	Q55	1
Total partie 4		9

TOTAL	100
--------------	------------