

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.

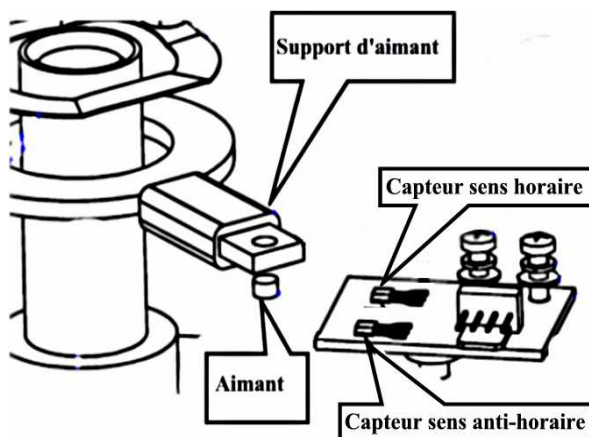
I.2. Gestion du projecteur

- 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.

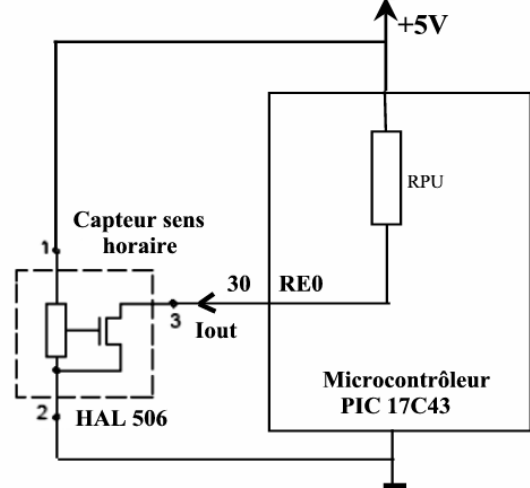
On se propose de vérifier que la structure permet effectivement de détecter ces positions de référence. Le travail consiste à valider le choix des capteurs et à dresser une table de vérité indiquant l'état des entrées du microcontrôleur en fonction de la position de la lyre. Le schéma structurel partiel 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 les 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	Étude d'un Système Technique Industriel	Page C1 sur 8
10IEELPO1	Sujet Électronique	

- 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 $12\,500\,\Omega < RPU < 85\,000\,\Omega$.

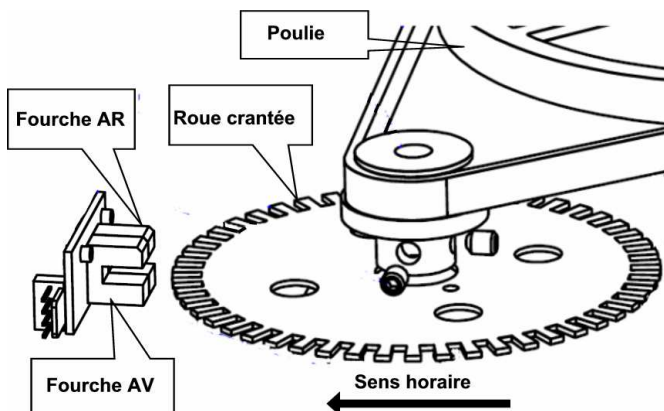


- Q10.** Après avoir recherché l'intensité maximale de sortie du capteur, montrer que cette intensité est compatible avec les conditions d'emploi. Détailler votre réponse, en calculant l'intensité maximale de Iout.
- Q11.** Établir la table de vérité indiquant l'état des entrées du microcontrôleur en 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.

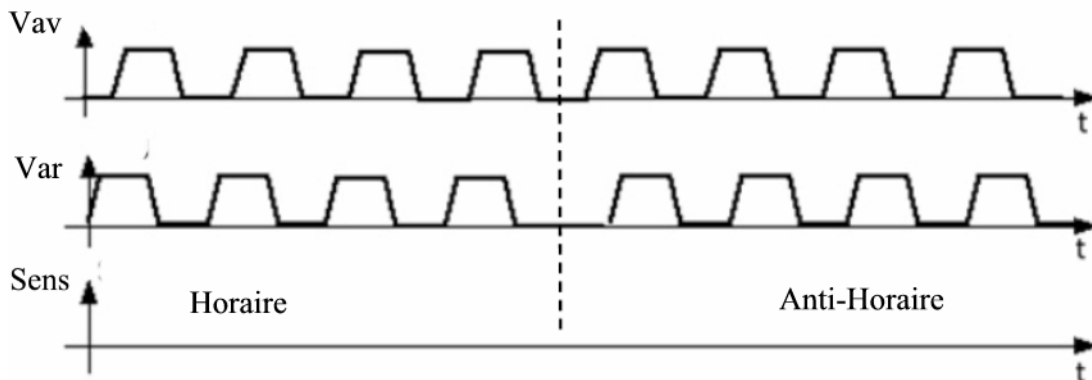
Le travail ci-dessous consiste à analyser la solution permettant de connaître en temps réel la position angulaire de la tête du projecteur. Le schéma structurel partiel de FT21 est donné page **CAN1** et la documentation du constructeur de la fourche optique page **CAN6**.

- 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.

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 ».

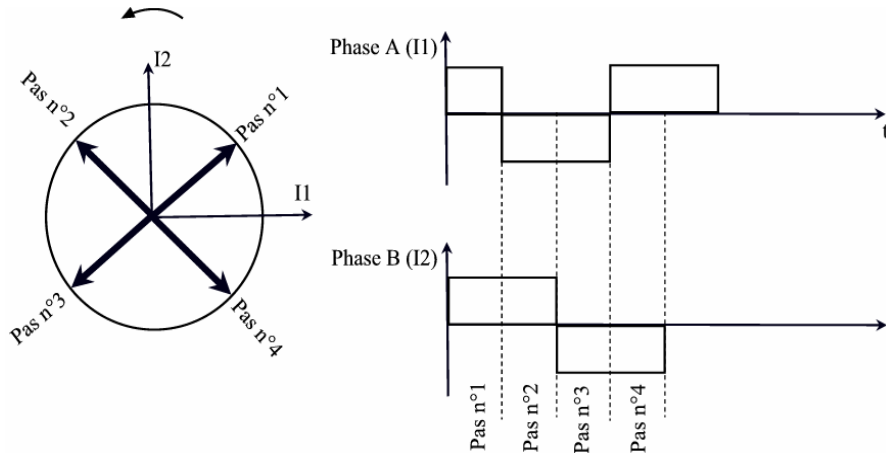
La distribution de l'énergie aux deux enroulements du moteur est réalisée par l'ensemble des composants IC9 et IC10 représenté sur le schéma structurel partiel de FT21 (page CAN2).

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	

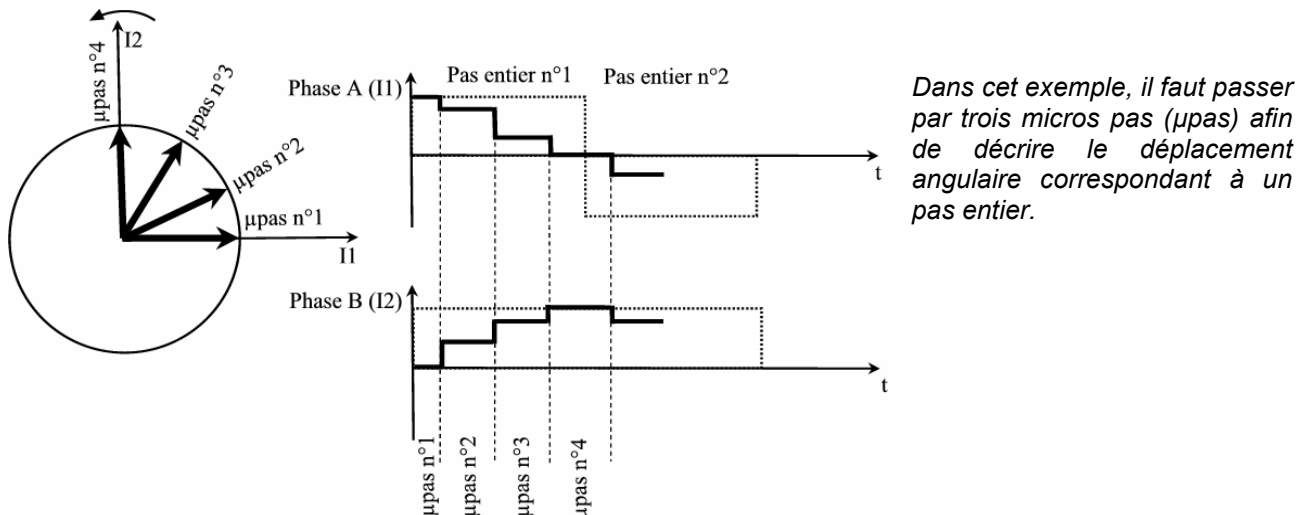
Principe de la commande

Les signaux binaires $I1$ et $I2$ 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 $I1$ et $I2$, 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.

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	Étude d'un Système Technique Industriel	Page C5 sur 8
10IEELPO1	Sujet Électronique	

III. Étude FT3 : contrôler la température

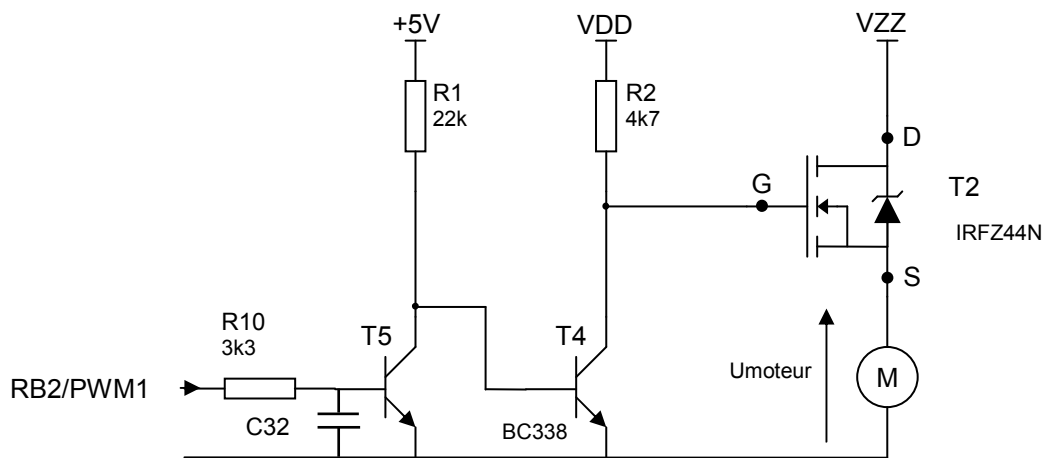
Dans le mode « spécial » du panneau de commande, le mode « ajustement automatique de la vitesse du ventilateur » permet au ventilateur d'adapter automatiquement sa vitesse en fonction de la température interne de la machine, si celle-ci augmente trop.

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 $VDD > V_{ZZ}$, sachant que $V_{ZZ} = 14\text{ V}$. 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

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

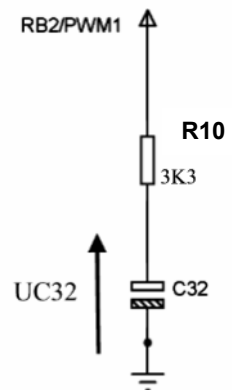
- l'état (bloqué ou saturé) des transistors T5 et T4,
- la valeur de U_{GS} de T2,
- l'état du transistor T2,
- la tension aux bornes du moteur U_{moteur} .

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.

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.

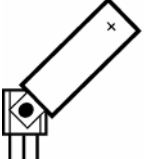
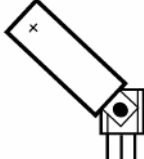
Bac Génie Électronique Session 2010	Étude d'un Système Technique Industriel	Page C8 sur 8
10IEELPO1	Sujet Électronique	

DOCUMENTS RÉPONSE

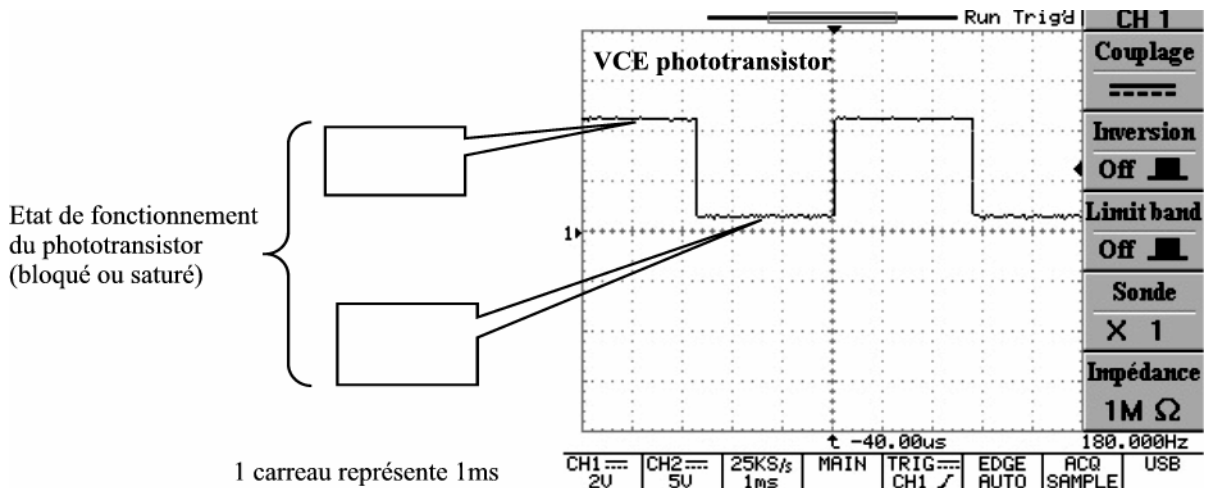
Q7 et Q8 : compléter le tableau ;

	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						

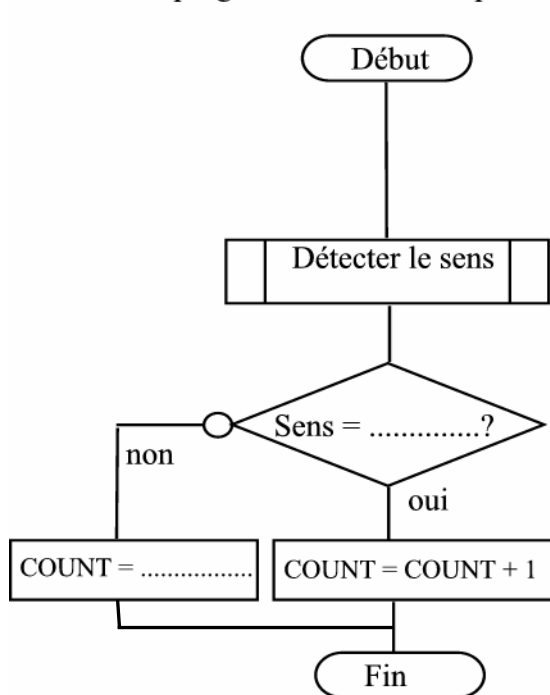
Q12 : relever sur l'oscillogramme ;



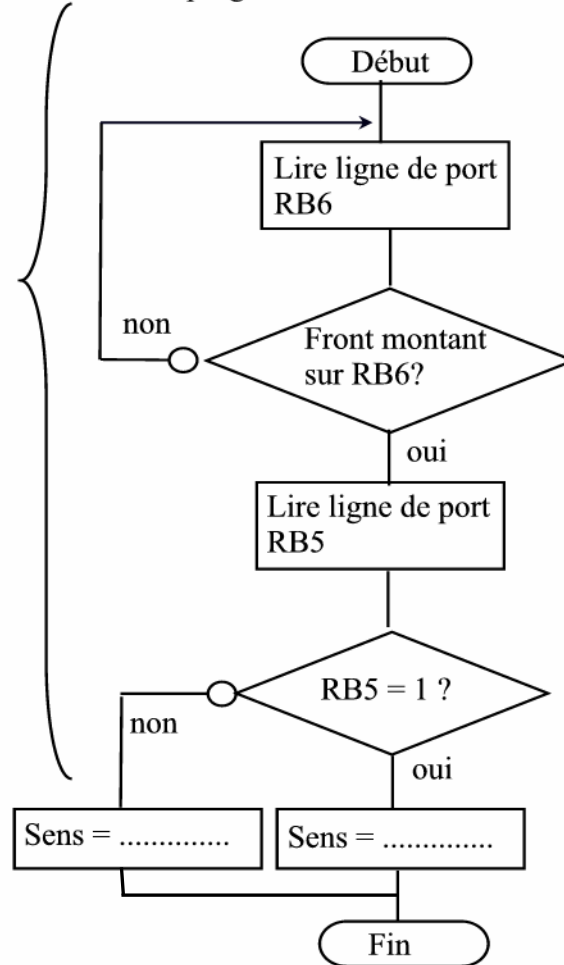
$V_{CEsat} =$

Q14 et Q15 : compléter les algorithmes ;

Sous programme "Détection position"



Sous programme "Détection sens"



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

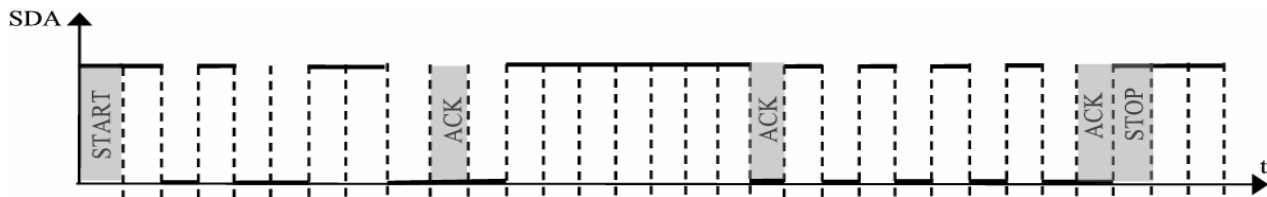
A0	D7	D6D5D4D3D2D1D0	SIGN1	SIGN2	VR1 (V)	VR2 (V)	I1 (A)	I2 (A)	Séquence (*)	
	1	1 1 1 1 1 1 1		1		0				Pas entier n°1
	1	0 0 0 0 0 0 0	1		2,48				µpas n°1	
	1	1 1 0 0 0 0 0		1		0				
	1	1 0 0 0 0 0 0	1		1,875				µpas n°2	
	1	1 0 0 0 0 0 0		1		1,25				
	1	1 1 0 0 0 0 0	1		1,25				µpas n°3	Pas entier n°2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

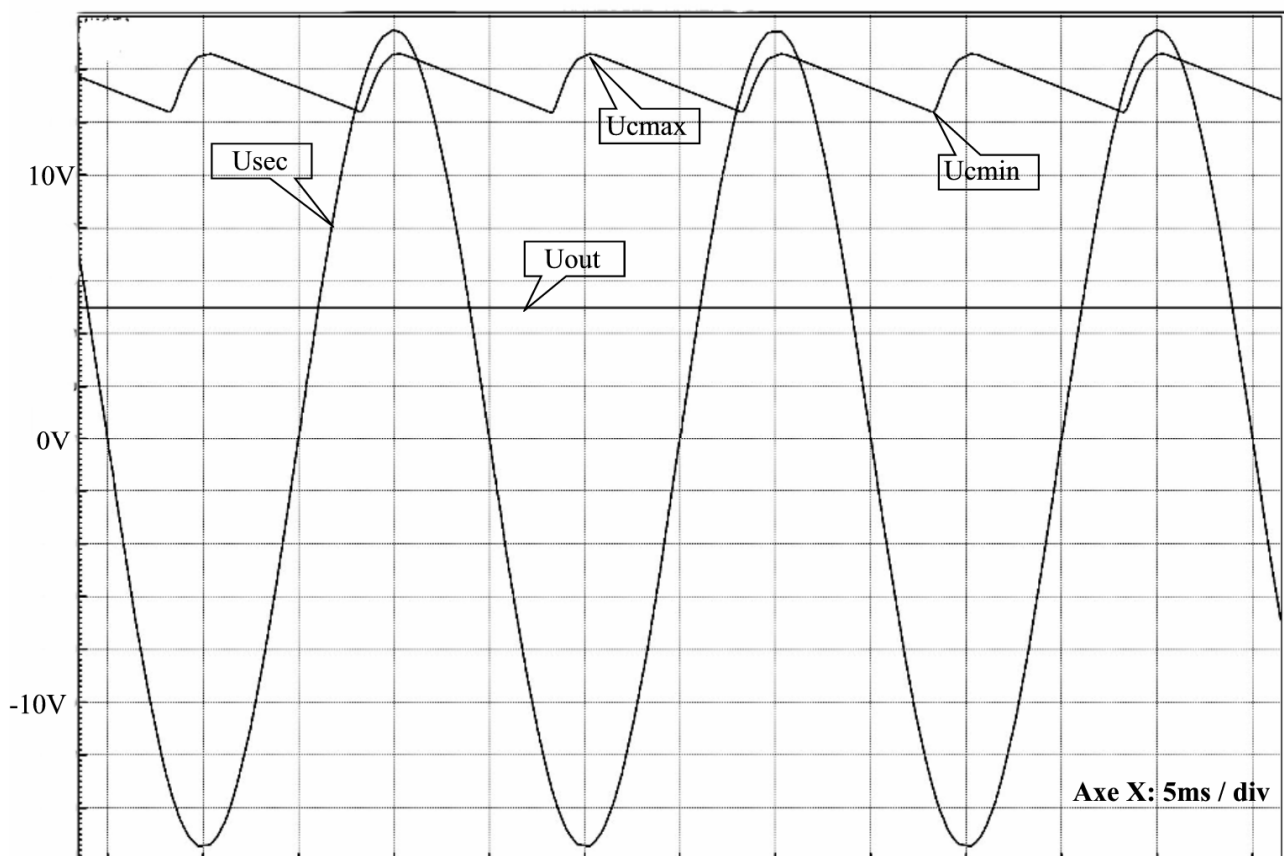
Fonctionnement	RB2/PWM1	État T5	État T4	U _{GS}	État T2	Umoteur
Marche	1	Saturé	Bloqué			12,2V
Arrêt	0					

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

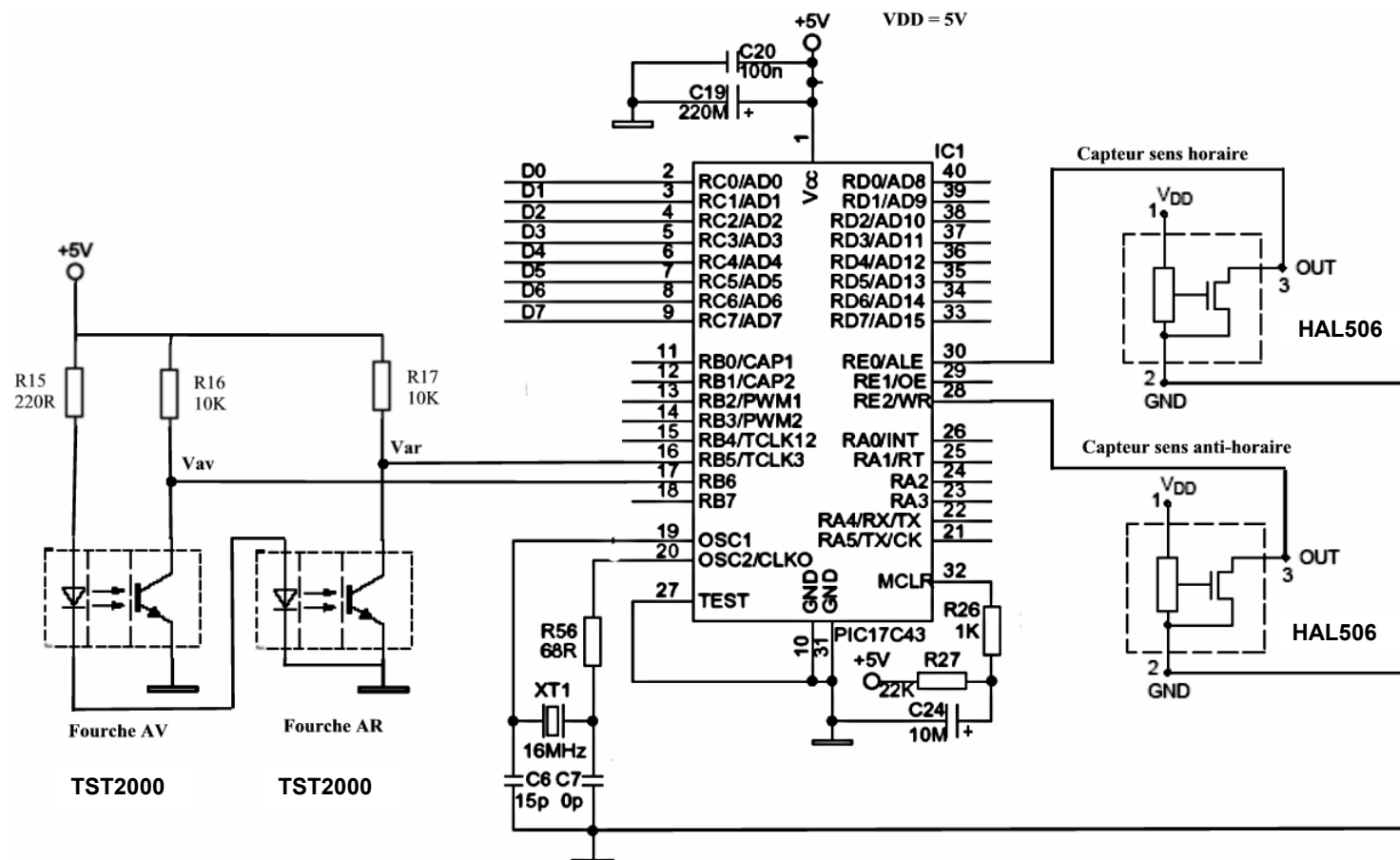


Schéma structurel partiel de FT21 (FT211 et FT212)

Bac Génie Électronique Session 2010 10IEELPO1	Étude d'un Système Technique Industriel Documentation Électronique	Page CAN1 sur 10
---	---	------------------

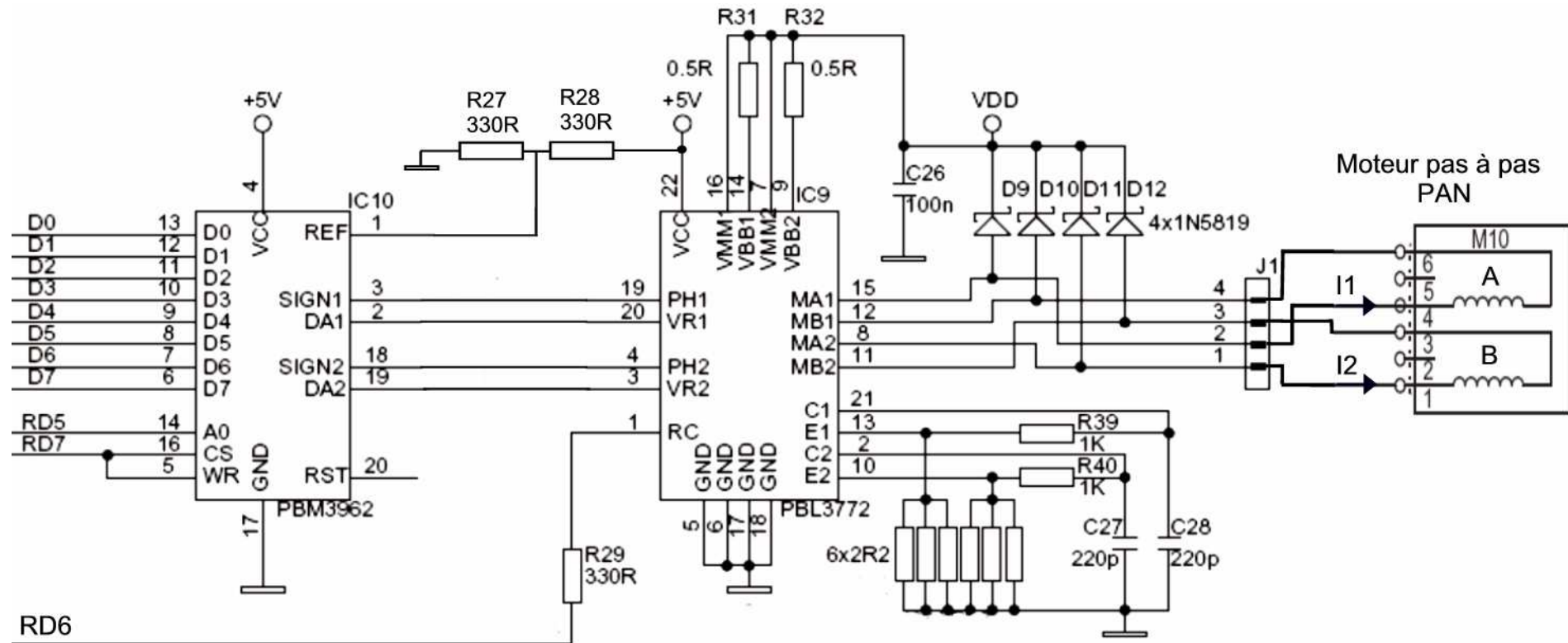


Schéma structurel partiel de FT21 (FT213 et FT214)

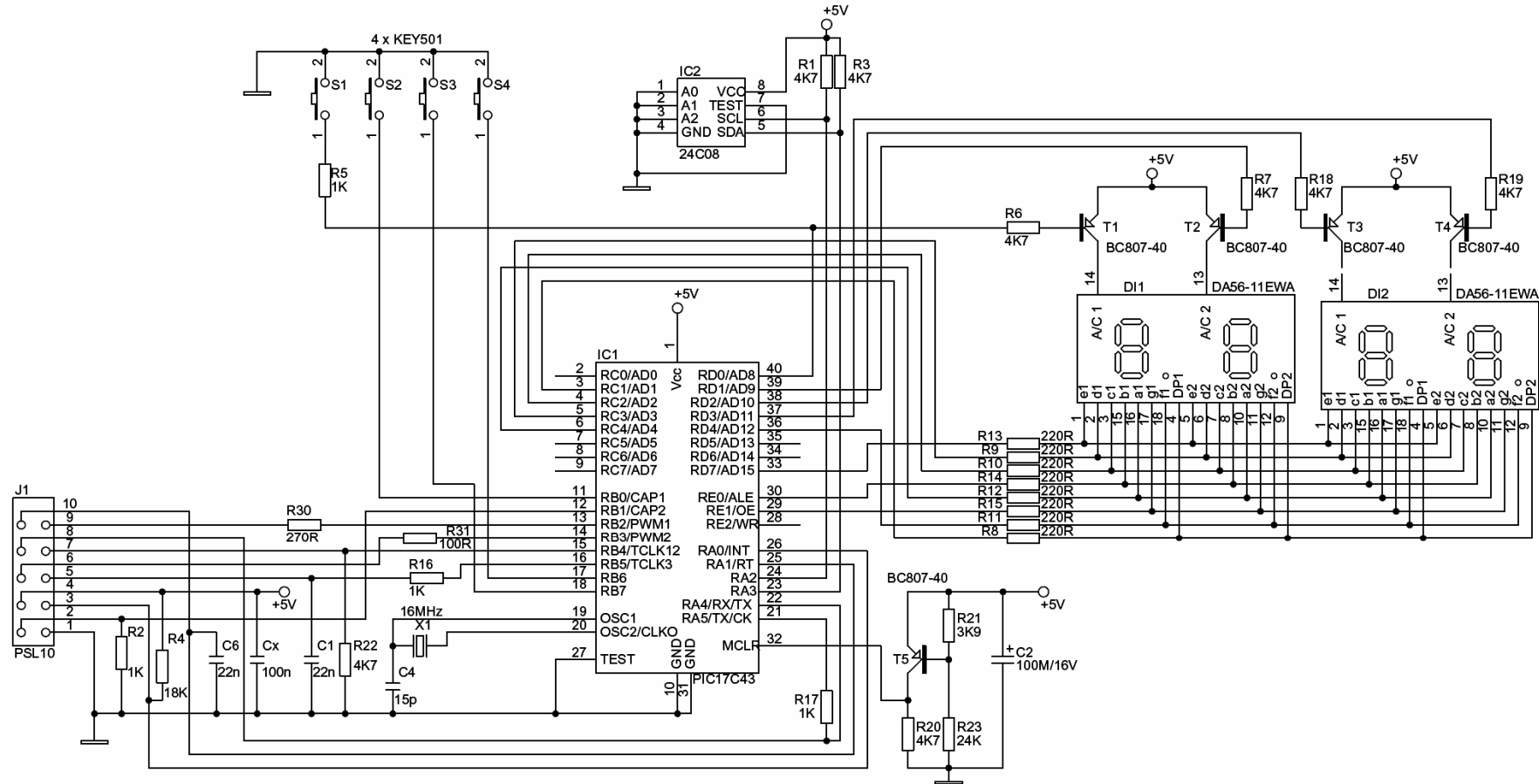
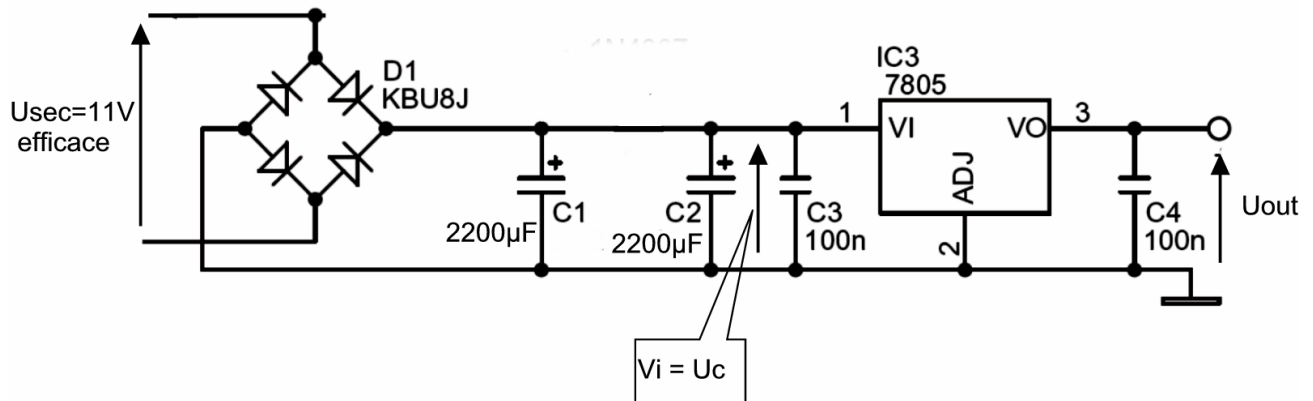


Schéma structurel partiel de FC1

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.

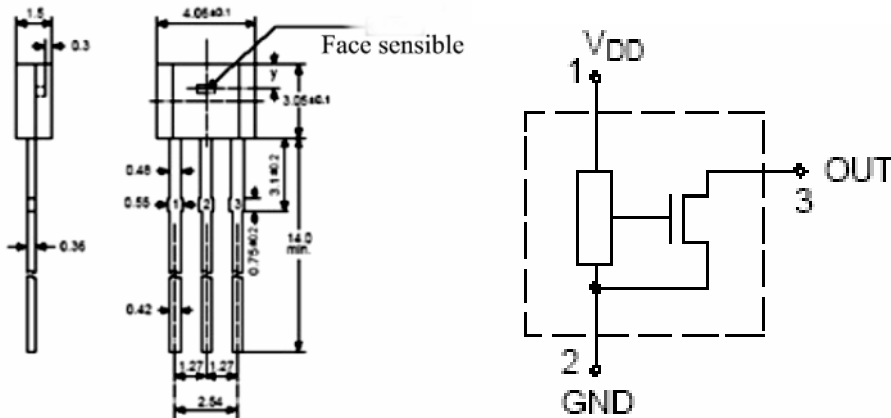
Type	Type de détection	Sensibilité
501	bipolaire	Très haute
502	bistable	haute
503	bistable	moyenne
504	unipolaire	moyenne
505	bistable	faible
506	unipolaire	haute
508	unipolaire	moyenne
509	unipolaire	faible

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.

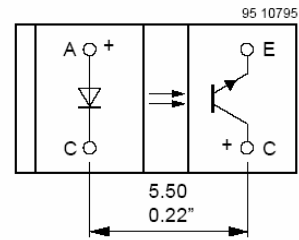
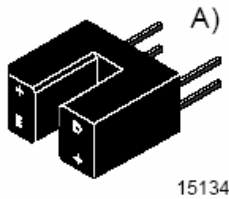
Détection de type unipolaire : la sortie passe au niveau bas lorsque un pôle sud magnétique est proche du capteur ; en l'absence de champ magnétique, la sortie est au niveau haut. Le capteur est insensible à un champ magnétique nord.

Brochage



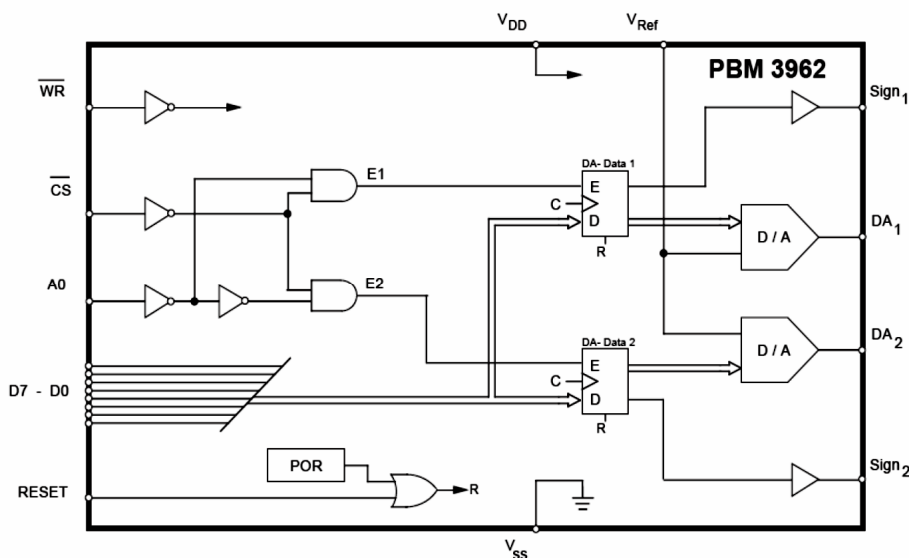
Symbole	Paramètres	Broche No.	Min.	Max.	Unité
VDD	Tension d'alimentation	1	3,8	24	V
IO	Intensité de sortie en continu	3	0	20	mA
V _{OL}	Tension de sortie au niveau bas	3		280	mV

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.

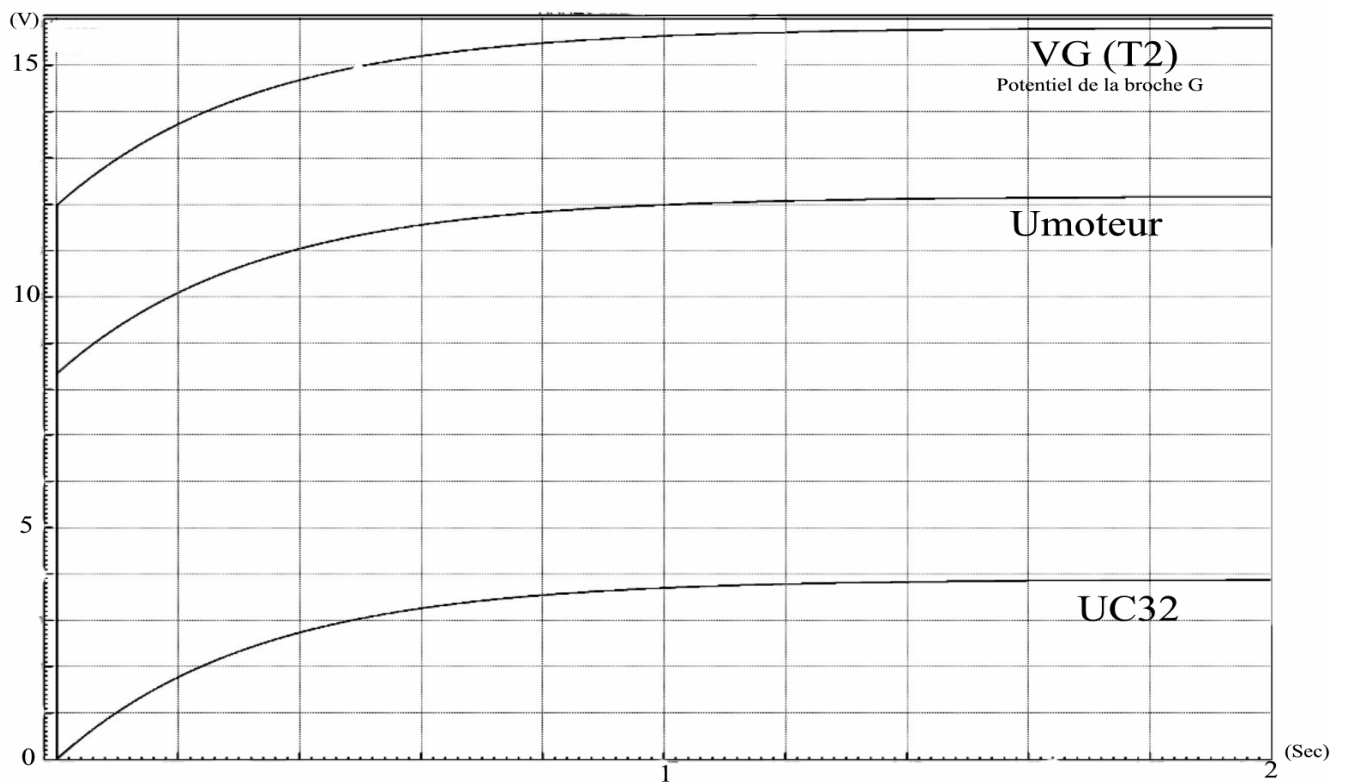
D0, D7 : entrées de données.

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.

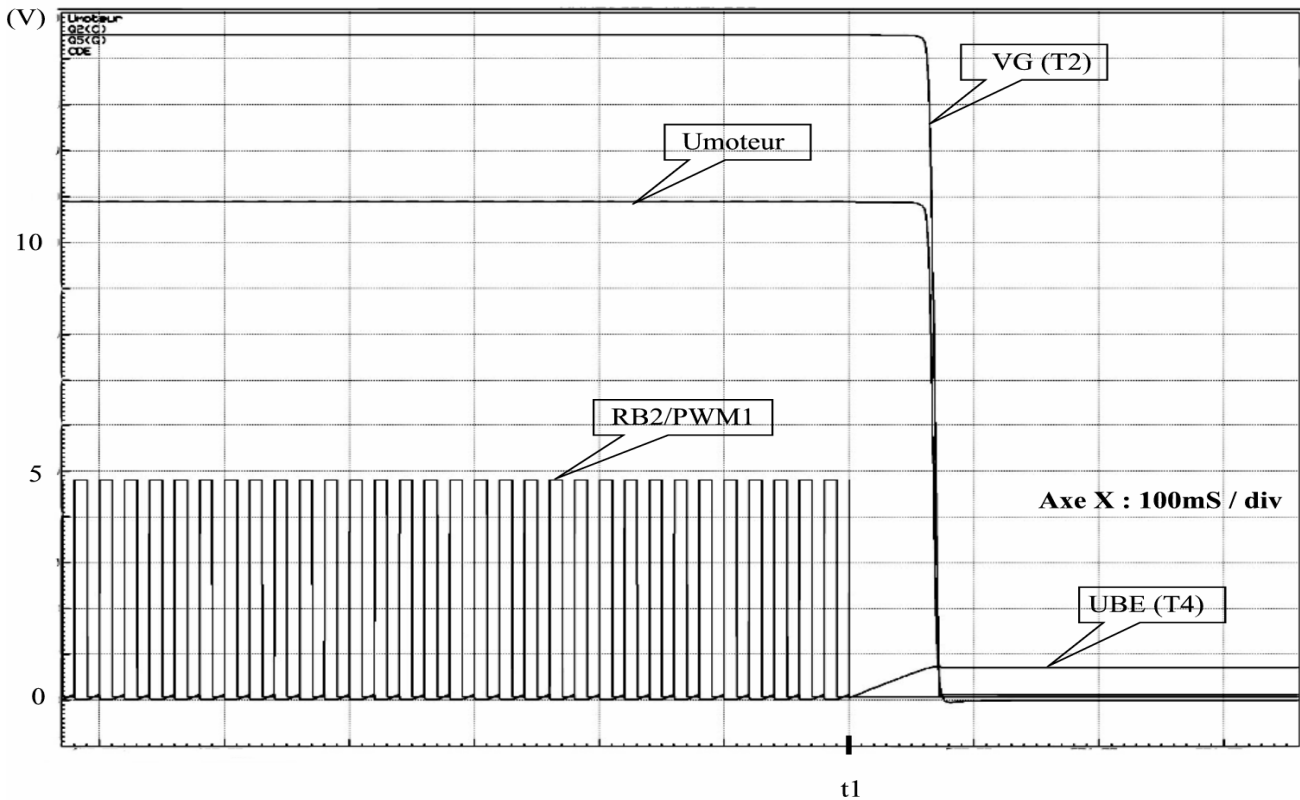
DA1, DA2 : sorties analogiques des CNA (canal 1 ou canal 2). $0 < V_{DA} < V_{REF} - 1\text{LSB}$

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

Relevé n°1

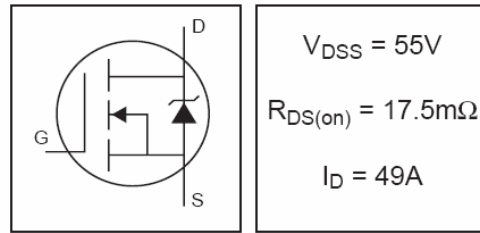


Relevé n°2



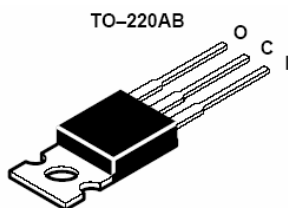
IFRZ44N : MOSFET DE PUISSANCE

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



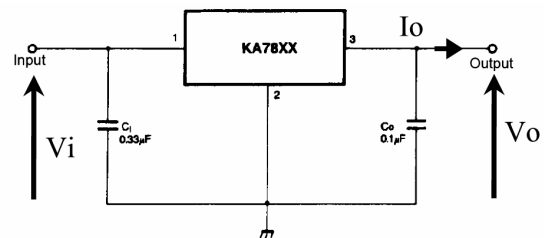
- Intensité de sortie jusqu'à 1A
- Tension de sortie V_{out} : 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 18 ou 24V
- Protection thermique
- Protection contre les courts circuits

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

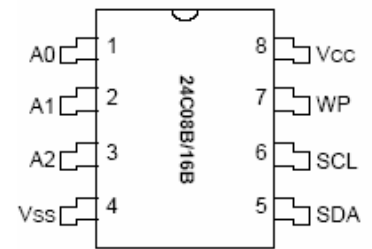
Puissance dissipée : $P = (V_I - V_O) \times I_O$

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



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

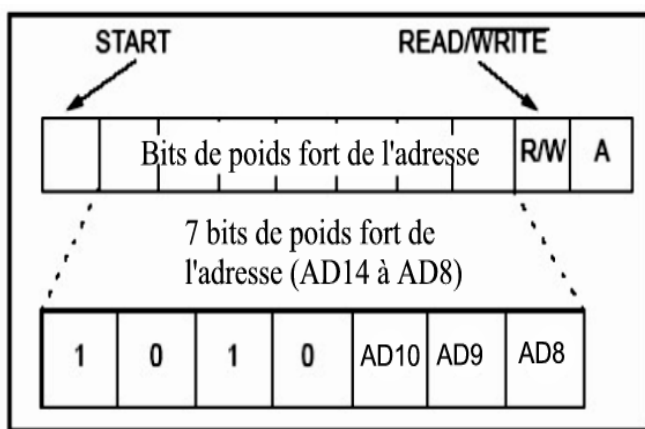
- Technologie CMOS à faible consommation.
- Interface série deux fils compatible BUS I2C.
- Supporte 1000000 de cycles de lecture/écriture.
- Le composant est organisé en 4 ou 8 blocs de 256 octets selon la capacité 8 Kbits ou 16 Kbits).



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

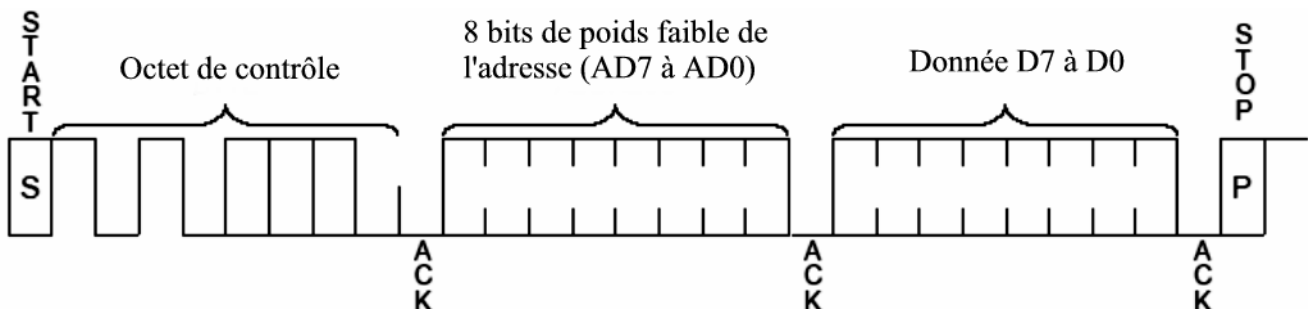


Octet de contrôle

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 $I_{Omax} = 20 \text{ mA}$
 $I_{limax} = - (V_{cc} / R_{PUmin})$ $I_{limax} = - 400 \mu A$
 $|I_{limax}| < I_{Omax}$ 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. $I_F = (V_{cc} - 2 * V_F) / R_{15}$ $I_F = 11,36 \text{ mA}$
 $I_{Fmax} = 60 \text{ mA}$ $I_F < I_{Fmax}$
 $I_{csat} = (V_{cc} - V_{CEsat}) / R_{16}$ $I_{csat} = 450 \mu A$
 $CTR_{min} = 0,05$ $CTR = I_c / I_F$

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

$$I_{Fmin} = I_{csat} / CTR_{min} \quad I_{Fmin} = 9 \text{ mA}$$

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

Le transistor est donc saturé

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

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

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 I_1 dans la phase A du moteur
 PH1 prend la même valeur binaire que SIGN1
 PH2 impose le sens du courant I_2 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.

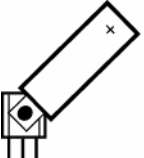
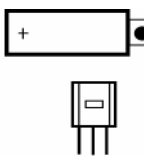
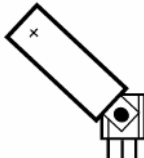
V. Étude partielle de FC2 : Adaptation au réseau EDF

- 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.

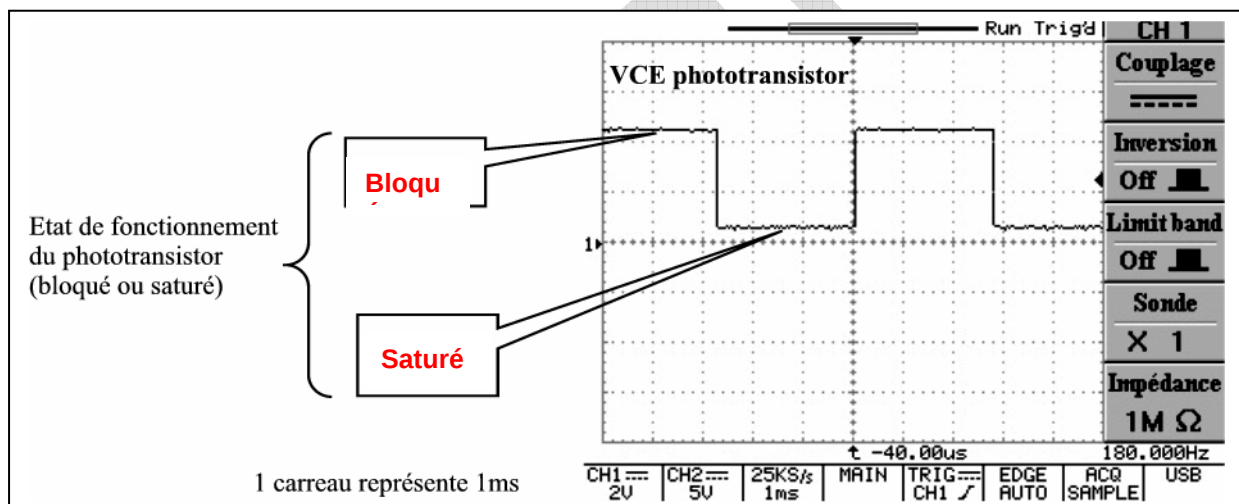
Questions Q7 et Q8 : Compléter le tableau

	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	

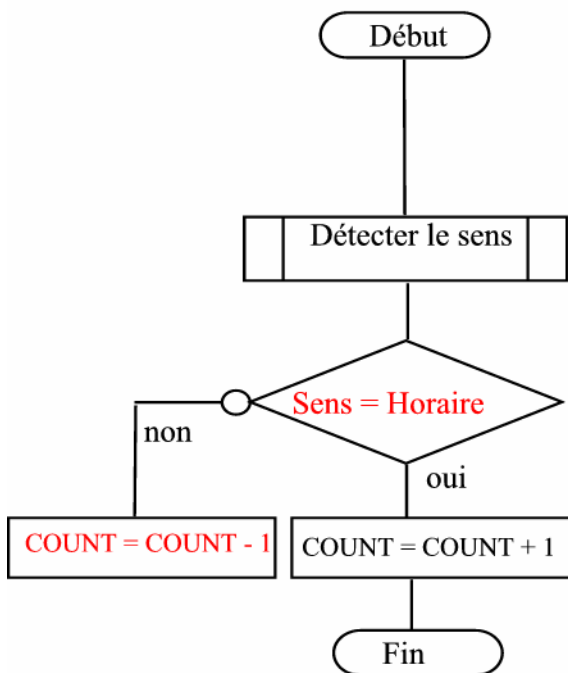
Q12 : Relever sur l'oscillogramme



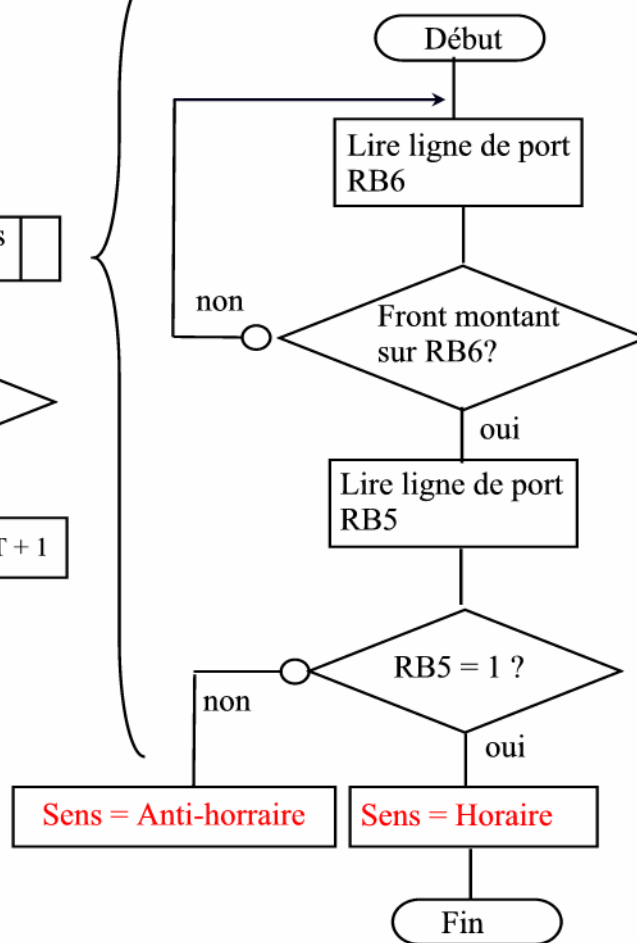
$$V_{CEsat} = 0,5 \text{ V}$$

Questions Q14 et Q15 : Compléter les algorithmes

Sous programme "Détection position"



Sous programme "Détection sens"



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

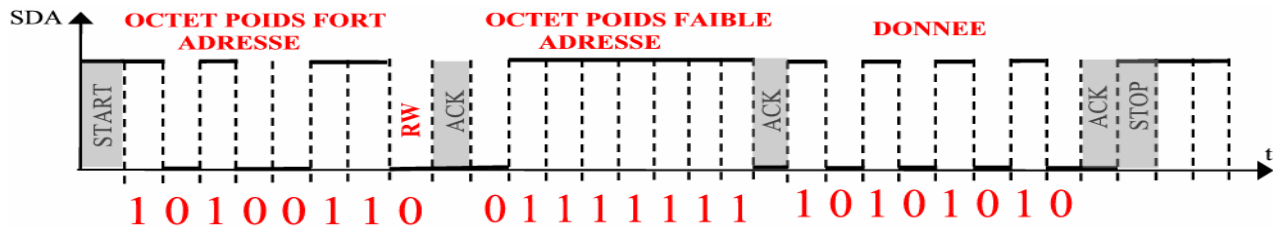
A0	D7	D6D5D4D3D2D1D0	SIGN1	SIGN2	VR1 (V)	VR2 (V)	I1 (A)	I2 (A)	Séquence (*)
0	1	1 1 1 1 1 1 1	1	1	2,48	0	0,62	0	
1	1	0 0 0 0 0 0 0	1	1	2,48	0	0,62	0	µpas n°1
0	1	1 1 0 0 0 0 0	1	1	1,875	0	0,47	0	
1	1	1 0 0 0 0 0 0	1	1	1,875	1,25	0,47	0,31	µpas n°2
0	1	1 0 0 0 0 0 0	1	1	1,25	1,25	0,31	0,31	
1	1	1 1 0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

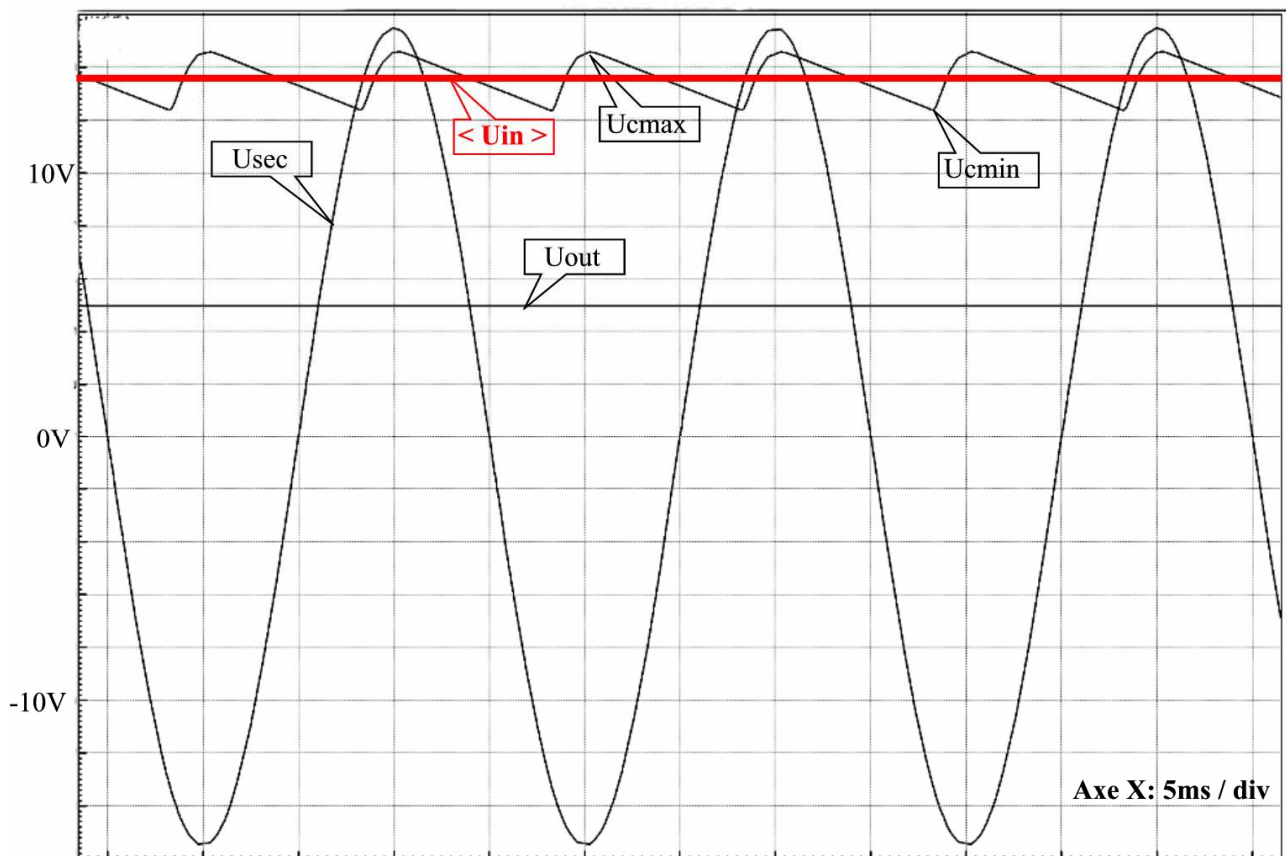
Fonctionnement		RB2/PWM1	État T5	État T4	U _{GS}	État T2	Umoteur
Q30	En marche	MLI	Commutation	Bloqué	3,5V	Passant	12,2V
Q34	À l'arrêt	0	Bloqué	Saturé	0V	Bloqué	0V

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
--------------	------------