

BACCALAURÉAT

SCIENCES ET TECHNOLOGIES INDUSTRIELLES

Spécialité génie électronique

Session 2010

Étude des Systèmes Techniques Industriels

Mini hélicoptère télécommandé

SILVERLIT PICOOZ TANDEM Z-1

Électronique

Durée Conseillée 4h30

Lecture du sujet :	30 min
Analyse Fonctionnelle :	30 min
Partie 1 :	60 min
Partie 2 :	40 min
Partie 3 :	60 min
Partie 4 :	50 min

Bac Génie Électronique Session 2010	Étude d'un Système Technique Industriel	10IEELAG1
	Électronique	

SUJET

Note :

Le symbole Ω n'apparaît pas dans l'indication de la valeur des résistances :

- 9R1 correspond à 9,1 Ω ,
- 1 k correspond à 1 k Ω .

Analyse fonctionnelle

- Q1.** Citer les déplacements permis pour l'objet technique.
- Q2.** Pour chacun de ces déplacements, préciser quels principes de fonctionnement sont mis en œuvre.
- Q3.** Expliquer de quelle manière s'effectuent les compensations de l'effet de tangage et de lacet lors d'un vol stationnaire.
- Q4.** Donner la source d'énergie de la télécommande (la solution technologique). Préciser si cette source d'énergie est rechargeable.
- Q5.** Donner la source d'énergie embarquée de l'hélicoptère (la solution technologique). Préciser si cette source d'énergie est rechargeable. Si c'est le cas, préciser le principe utilisé pour la recharge.

PARTIE 1 : le traitement de l'information

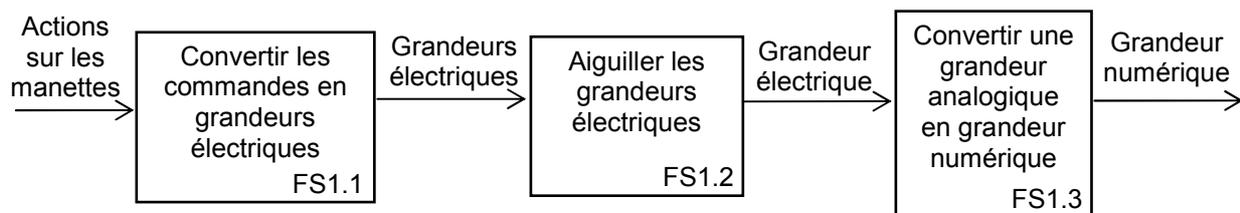
Les consignes saisies par l'utilisateur doivent être transmises vers l'hélicoptère. Il est donc nécessaire de construire un signal comprenant la totalité des informations afin de pouvoir le transmettre sur un unique canal de communication.

Ces grandeurs numériques sont recueillies par le microcontrôleur afin d'élaborer la trame émise par les diodes infrarouges.

La réception de la trame est dévolue à un module récepteur infrarouge (IR). De cette trame sont extraites les informations de fonctionnement de l'hélicoptère.

Saisies des consignes de fonctionnement

Présentation fonctionnelle



Les consignes sont saisies via les potentiomètres, les boutons poussoirs et les interrupteurs situés sur la télécommande. Chaque grandeur électrique est tour à tour convertie en grandeur numérique afin d'être traitée par le microcontrôleur.

Schéma structurel

Voir schéma structurel (page **CAN1**).

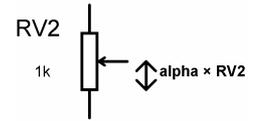
Étude de la compensation de l'effet de lacet

Lors d'un vol stationnaire, il n'y a pas d'action sur la manette de déplacement gauche / droite. La résistance variable RV3 se trouve alors sur sa position médiane. Vous négligerez l'influence de C8 et considérerez RV3>>RV2.

- Q6.** Pour un réglage sur sa position médiane de la résistance variable RV2, calculer la valeur de la différence de potentiel V_{yaw} . Cette différence de potentiel sera appelée V_{mid} .

Bac Génie Électronique Session 2010	Étude d'un Système Technique Industriel	Page C1 sur 6
10IEELAG1	Sujet Électronique	

Pour la question suivante, la partie utilisée de RV2 sera noté $\alpha \times RV2$.



Q7. Exprimer V_{yaw} en fonction de V_{regul} , et α (avec $0 \leq \alpha \leq 1$).

Lorsque $V_{yaw} > V_{mid}$, l'inclinaison du rotor avant s'effectue sur la droite.

Q8. Compléter le tableau (page CR1). Vous préciserez notamment l'inclinaison du rotor pour un réglage maximal et minimal de RV2.

Étude de la trame transmise

Voir documents (pages CAN2 et CAN3).

Q9. Citer les informations (et le nombre de bits pour chacune d'elles) transmises par la trame infrarouge.

Q10. Déterminer la trame transmise pour les conditions suivantes et compléter le tableau (page CR1) :

- canal sélectionné : B,
- pas de changement d'état de la DEL,
- l'hélicoptère est à l'arrêt,
- pas de compensations de l'effet de lacet et de tangage.

Q11. Pour cette même trame, déterminer les 3 bits de contrôle d'erreur et compléter le tableau (page CR1).

Étude de la trame reçue

Le module infrarouge GP1US301XP réceptionne la trame sur la porteuse de 38 kHz. Le signal démodulé et filtré est traité par le microcontrôleur afin d'extraire les données nécessaires au bon fonctionnement de l'objet technique.

Afin de générer les deux signaux pilotant les moteurs avant et de queue, le microcontrôleur utilisé possède une table de données permettant de fixer le rapport cyclique de chaque signal en fonction du nombre binaire associé.

Pour le rapport cyclique du moteur de queue, la valeur décimale à prendre en compte se détermine de la façon suivante :

Valeur de rotation des pales avant + Valeur de déplacement horizontal avant arrière – 2.

La trame reçue est la suivante : 01001111011000010000011.

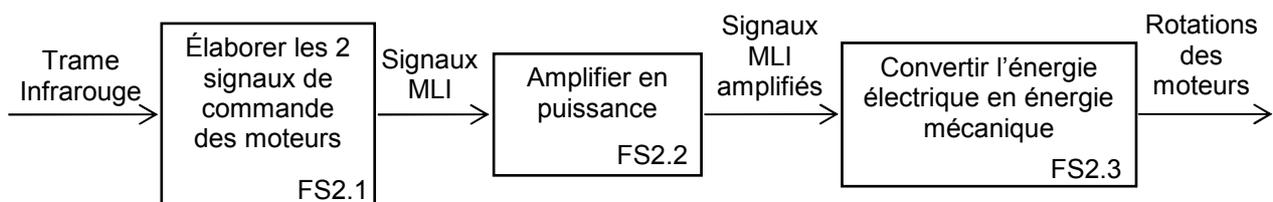
Q12. Déterminer l'ensemble des informations (canal, état de la DEL, vitesse de rotation des pales, etc.) contenues dans la trame précédente.

Q13. À l'aide du graphe fourni (page CAN4), déterminer la valeur du rapport cyclique pour le signal du moteur avant et pour le signal du moteur de queue.

PARTIE 2 : gestion de l'énergie

Commande des moteurs avant et de queue

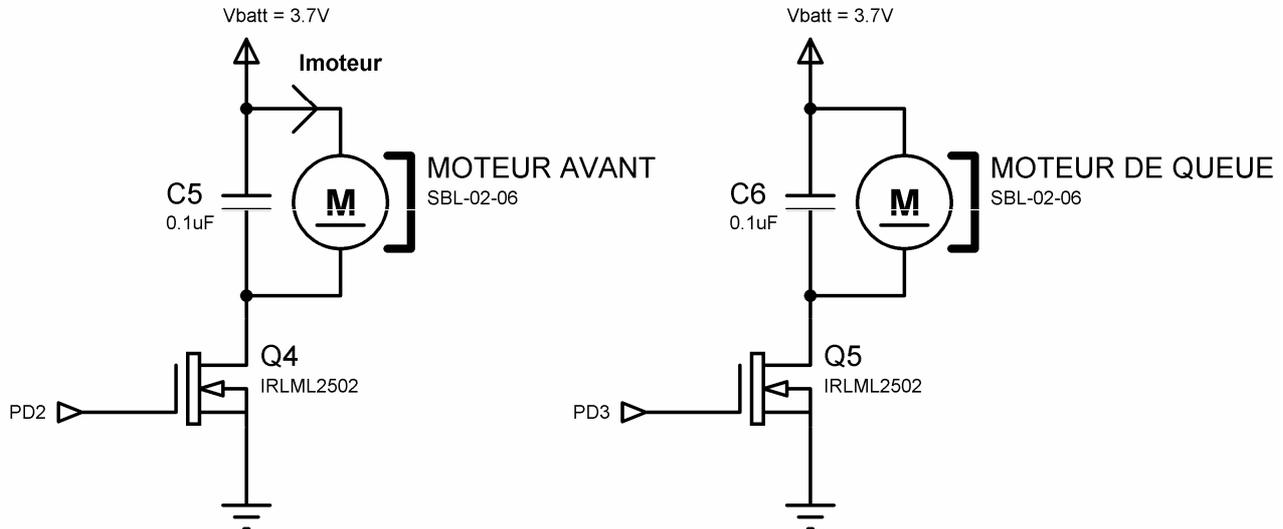
Présentation fonctionnelle



Bac Génie Électronique Session 2010	Étude d'un Système Technique Industriel	Page C2 sur 6
10IEELAG1	Sujet Électronique	

La commande des moteurs des pales de l'hélicoptère s'effectue par l'intermédiaire de transistor NMOS que l'on commande en modulation de largeur d'impulsion (MLI). Les signaux élaborés par le microcontrôleur prennent en compte le différentiel de vitesse avant / arrière. Les caractéristiques électriques du moteur et la fréquence du signal de commande MLI sont telles que la vitesse de rotation du moteur demeure proportionnelle à la valeur moyenne de la tension à ses bornes.

Schéma structurel



Hélicoptère Picooz Tandem Z1 Commande des moteurs avant et de queue

Étude de la commande des moteurs avant et de queue

Q14. Relever dans la documentation constructeur (page **CAN8**), la résistance $R_{DS(ON)}$ des transistors Q4 et Q5.

Calcul de la puissance dissipée par les transistors :

le courant moyen I_{moteur} absorbé à pleine vitesse est de 0,34 A.

Q15. Calculer la puissance dissipée par chaque transistor.

Q16. Conclure sur la nécessité, ou non, d'adjoindre un dissipateur de température à ces transistors.

Vous trouverez, page CAN4, le relevé à l'oscilloscope des signaux MLI à destination du moteur avant (Voie 1) et du moteur de queue (Voie 2).

Q17. Exploiter les chronogrammes afin de déterminer la fréquence et le rapport cyclique du signal de commande du moteur avant et du moteur de queue.

À vitesse maximale, les moteurs tournent à 28000 tr/min pour une tension moyenne moteur de 3,3 V.

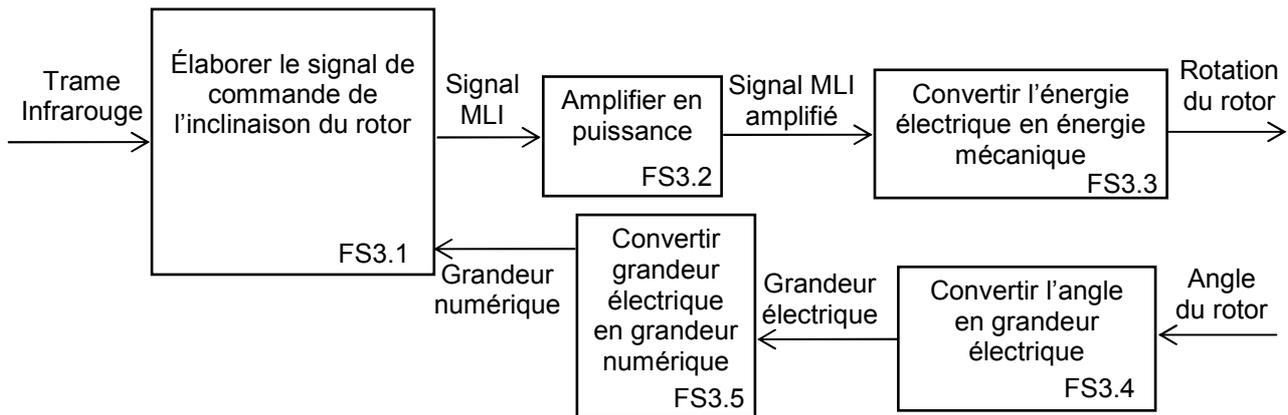
Q18. Calculer alors, pour chaque moteur, la valeur moyenne de la tension puis la vitesse de rotation.

Q19. Pour les valeurs trouvées précédemment, préciser le sens de déplacement de l'hélicoptère.

Bac Génie Électronique Session 2010 10IEELAG1	Étude d'un Système Technique Industriel Sujet Électronique	Page C3 sur 6
--	---	----------------------

Commande du moteur d'inclinaison du rotor avant

Présentation fonctionnelle



La commande d'inclinaison de l'axe du moteur avant est générée par le microcontrôleur ATtiny45 sur les broches PD6 et PD7. Le moteur d'inclinaison est alimenté par une différence de potentiel continue. Une résistance variable RV1 est asservie à l'axe. La valeur de la résistance variable donne donc une image de l'angle d'inclinaison. Cette grandeur analogique est recueillie sur la broche PC2 afin d'en réaliser la conversion analogique-numérique.

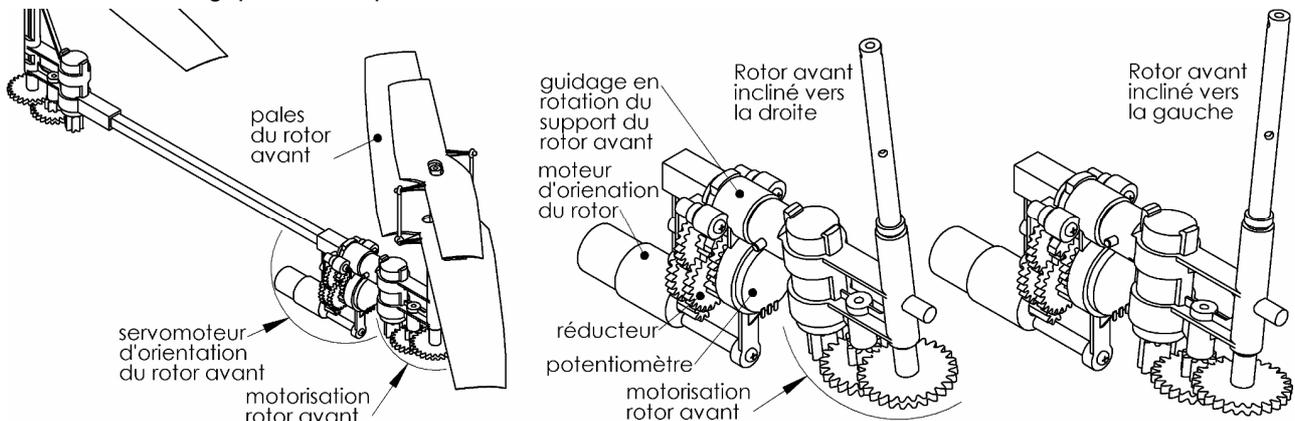
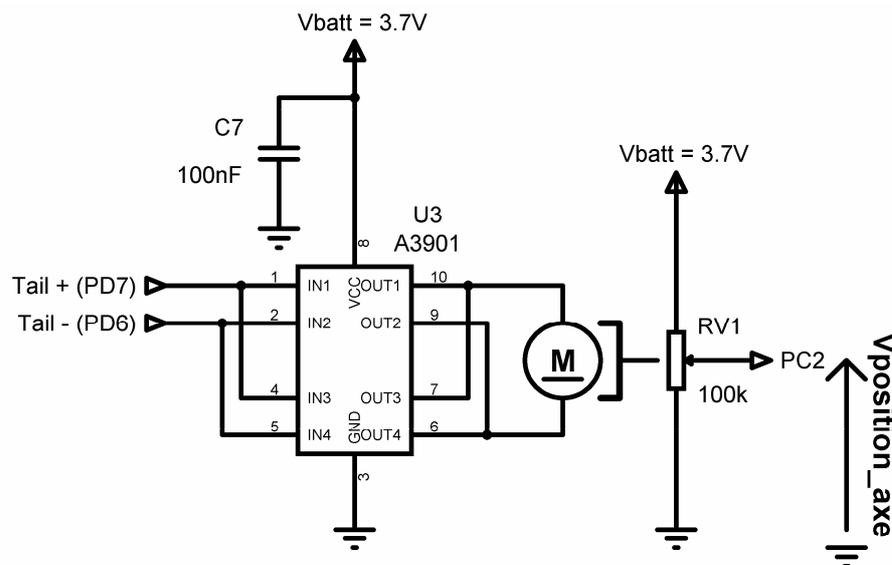


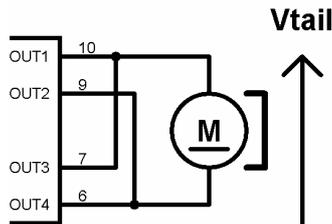
Schéma structurel



Hélicoptère Picooz Tandem Z1
Commande du moteur d'inclinaison de l'axe

Étude de la commande du moteur d'inclinaison

Soit la différence de potentiel V_{tail} , aux bornes du moteur d'inclinaison. Ce moteur incline l'axe sur la droite, lorsque V_{tail} est positif.



- Q20.** Compléter le tableau (page **CR2**), à l'aide de la documentation constructeur (page **CAN7**) de U3. Vous indiquerez notamment la fonction réalisée (arrêt, inclinaison à droite, à gauche ou en freinage).
- Q21.** Représenter, sur le schéma équivalent électrique donné page **CR2**, le parcours du courant depuis VBATT jusqu'à la masse pour les deux conditions suivantes :
- Tail + = 1 et Tail - = 0
 - Tail + = 0 et Tail - = 1
- Q22.** Nommer le montage réalisé par les quatre transistors de sortie de U3.

Étude de l'asservissement du moteur d'inclinaison de l'axe

La différence de potentiel $V_{position_axe}$ est l'image du degré d'inclinaison de l'axe. Cette différence de potentiel est reliée à une des entrées du convertisseur analogique numérique du microcontrôleur **ATtiny45**. Le résultat de cette conversion est comparé à une variable logicielle « POS_AXE » représentant l'angle désiré d'inclinaison du rotor.

Q23. Rappeler le nombre de combinaisons distinctes utilisées pour coder les positions de l'axe du rotor.

Pour passer d'une inclinaison extrême à l'autre, le moteur est alimenté en moyenne pendant 200 ms.

- Q24.** Calculer le temps nécessaire d'alimentation du moteur entre deux positions successives de l'axe (durée d'un intervalle).
- Q25.** Indiquer, à l'aide de la documentation constructeur du microcontrôleur (page **CAN8**), le nombre de bits du mot numérique en sortie du convertisseur.

L'échelle de tension, en entrée PC2 du microcontrôleur, va de 0 V à VBATT.

Q26. Calculer alors le quantum de ce convertisseur analogique numérique.

Pour une position de l'axe du rotor totalement à droite, la différence de potentiel $V_{position_axe}$ est égale à 2,86 V. Tout à gauche, $V_{position_axe} = 0,96$ V.

Q27. Calculer la variation du potentiel $V_{position_axe}$ entre deux positions successives de l'axe.

Le constructeur a choisi d'incrémenter ou de décrémenter la variable logicielle POS_AXE (associée à $V_{position_axe}$) par une constante fixe pour incliner l'axe de l'angle désiré.

Q28. Calculer cette constante C_{Pos} .

Synthèse du fonctionnement

Afin de simplifier le tracé du chronogramme, on considérera que la constante C_{pos} correspond à **10 ms** d'alimentation du moteur d'inclinaison de l'axe.

La variation de la différence de potentiel $V_{position_axe}$ est linéaire.

- Q29.** Compléter le chronogramme de V_{tail} en fonction de la variation de POS_AXE sur le document (page **CR3**).
- Q30.** Compléter le chronogramme de $V_{position_axe}$ en fonction de V_{tail} sur le document (page **CR3**).

Bac Génie Électronique Session 2010	Étude d'un Système Technique Industriel	Page C5 sur 6
10IEELAG1	Sujet Électronique	

Stockage de l'énergie

Présentation fonctionnelle

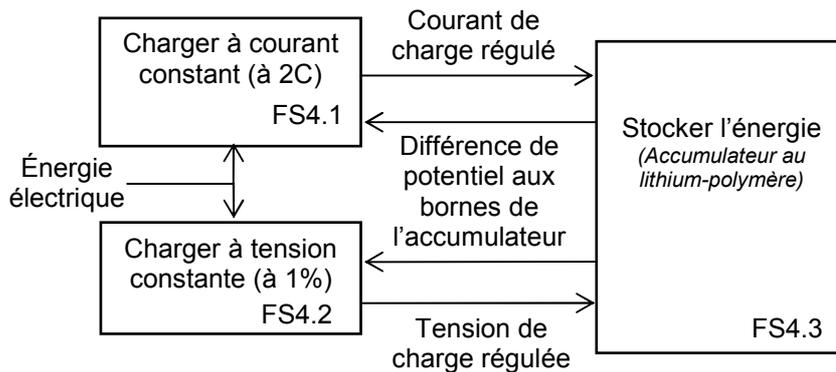


Schéma structurel

Voir le schéma structurel (page **CAN5**).

Étude fonctionnelle du stockage de l'énergie

Vous trouverez page CAN6 de plus amples informations sur ces types d'accumulateurs.

Q31. Exprimer la raison principale pour laquelle le concepteur a choisi cette technologie.

Q32. Relever la capacité de l'accumulateur utilisée par l'objet technique.

Q33. Relever la durée d'autonomie de vol annoncé par le constructeur.

Le moteur de chaque rotor consomme en moyenne 0,29 A. Les autres parties électroniques consomment 0,02 A.

Q34. Déterminer l'autonomie de vol dans ces conditions et vérifier que le cahier des charges est respecté.

L'accumulateur doit se charger en 30 min au maximum.

Q35. En supposant que la charge s'effectue totalement à courant constant, calculer le courant I_{charge} permettant une charge complète de l'accumulateur en 30 min.

Étude structurelle de la charge à courant constant

Q36. Relever dans la documentation constructeur (page **CAN8**) du composant TL431 (D4), la différence de potentiel à ses bornes.

Pour la suite, on considèrera que $V_B = 2,5$ V et que la charge se fait à 275 mA.

Le courant de charge I_{charge} délivré par Q3 crée une différence de potentiel V_C aux bornes de R10.

Q37. Donner l'expression littérale de V_C en fonction de I_{charge} et R10. Calculer V_C .

Q38. Nommer la fonction réalisée par U1 :A.

Pour la suite, vous négligerez l'influence de C4.

Q39. Relever dans la documentation constructeur (page **CAN9**), la différence de potentiel V_{gs} nécessaire afin de rendre conducteur Q3.

Q40. Donner les états de Q3 pour les 2 valeurs de la différence de potentiel V_D .

Synthèse de fonctionnement

Q41. Compléter le tableau (page **CR3**).

Étude structurelle de la charge à tension constante

Au cours de cette phase, le courant décroît et reste inférieur à 275 mA.

Q42. À l'aide de la documentation constructeur de U2 (page **CAN9**), donner l'état de Q2 en début de charge ($I_N < 4,2$ V) et en fin de charge ($I_N = 4,242$ V).

Q43. Donner alors la différence de potentiel V_B dans chacun des cas.

Synthèse de fonctionnement

Q44. Compléter le tableau (page **CR3**).

Bac Génie Électronique Session 2010	Étude d'un Système Technique Industriel	Page C6 sur 6
10IEELAG1	Sujet Électronique	

DOCUMENTS RÉPONSE

Q8.

α	Vyaw (en Volts)	Inclinaison du rotor (gauche ou droite)
0		
1		

Q10 et Q11.

Canal	B	MSB	LSB	Contrôle d'erreur		
				Trame	Bit 3	Bit 2
LED	Pas de changement					
Vitesse des pales	Arrêt	MSB				
		LSB				
Avant-arrière	Centre	MSB				
		LSB				
Compensation	Pas de compensation	MSB				
		LSB				
Gauche-droite	Inclinaison du rotor : 0°	MSB				
		LSB				

Nombre de bits à 1 :			
----------------------	--	--	--

Code de calcul d'erreur :			
---------------------------	--	--	--

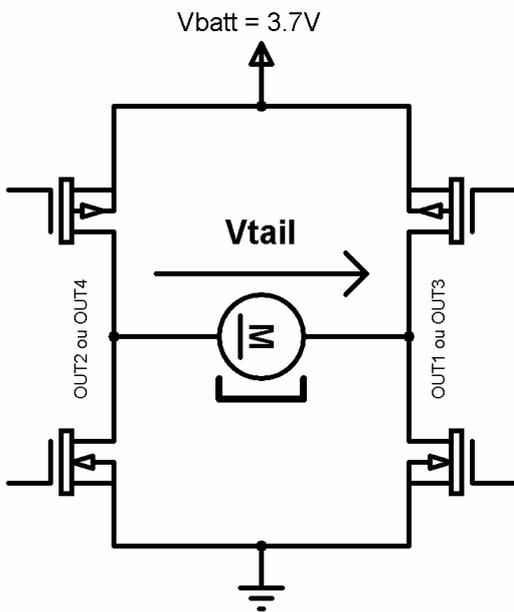
MSB : Most Significant Bit (bit de poids le plus fort).
 LSB : Least Significant Bit (bit de poids le plus faible).

Q20.

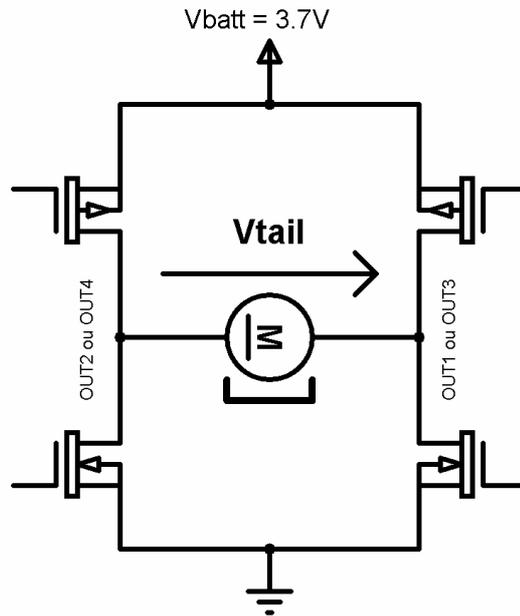
Tail +	Tail -	OUT1 (en Volts)	OUT2 (en Volts)	OUT3 (en Volts)	OUT4 (en Volts)	V _{TAIL} (en Volts)	Fonction
0	0					Non déterminée	
1	0						
0	1						
1	1						

Q21.

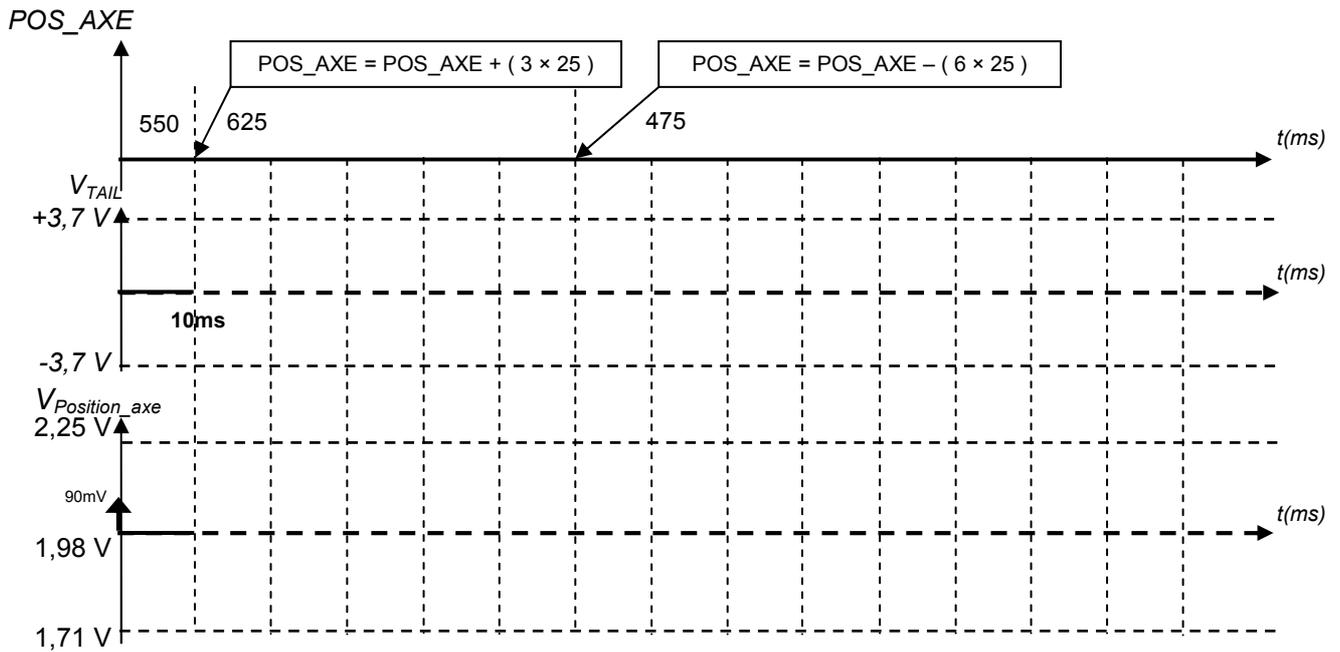
Tail + = 1 et Tail - = 0



Tail + = 0 et Tail - = 1



Q29 et Q30.



Q41. Synthèse de la charge à courant constant.

	VD (en Volts)	État de Q3 (Bloqué / Conducteur)	Phase de charge (Établie / Interrompue)
$I_{charge} < 275\text{ mA}$			
$I_{charge} > 275\text{ mA}$			

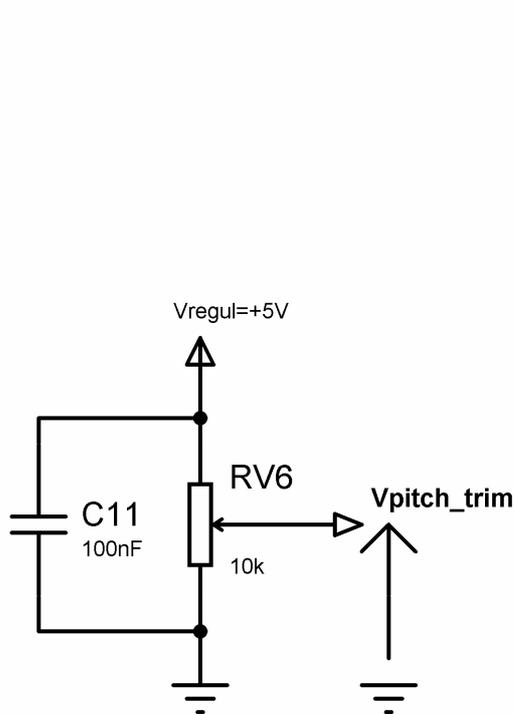
Q44. Synthèse de la charge à tension constante.

	I_{out} (en mA)	État de Q2 (Bloqué / Passant)	État de Q3 (Bloqué / Conducteur)	Phase de charge (Établie / Interrompue)
$V_{accu} < 4,2\text{ V}$				
$V_{accu} = 4,242\text{ V}$				

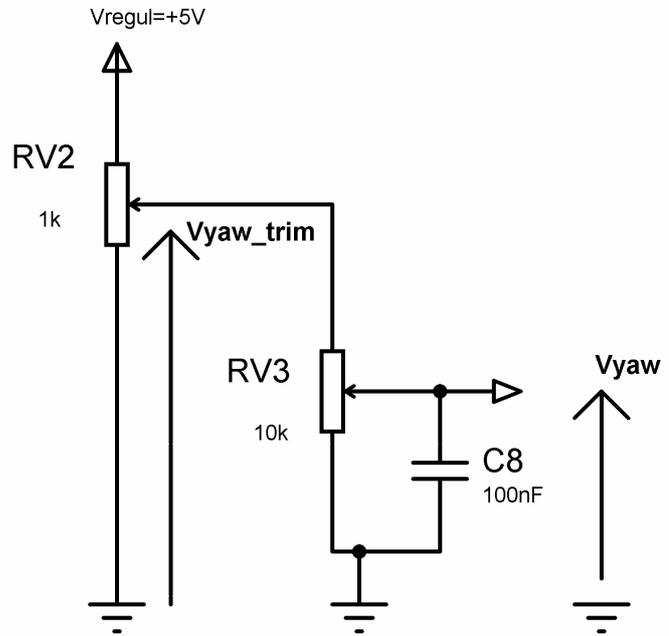
DOCUMENTATION

Saisies des consignes de fonctionnement

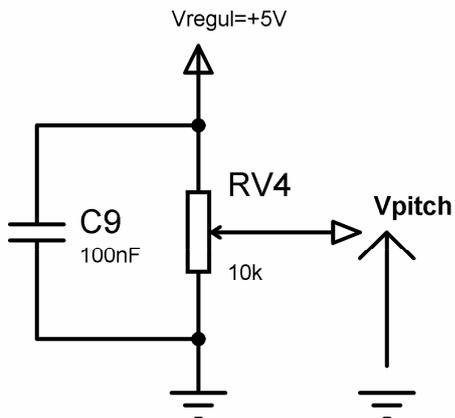
Schéma structurel



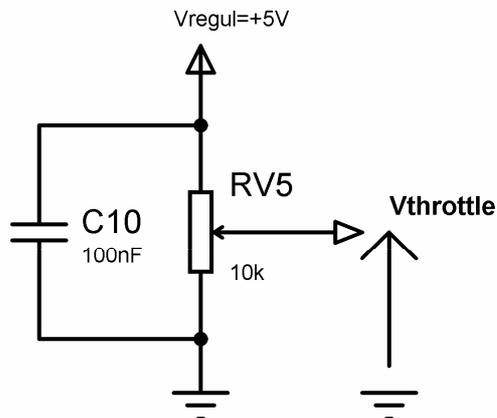
Compensation du tangage



Compensation du lacet
 et Déplacement gauche-droite



Déplacement avant-arrière



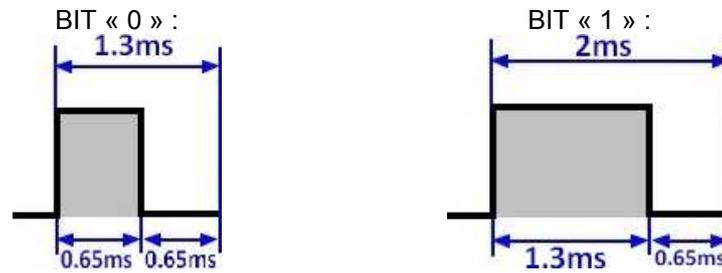
Vitesse de rotation des pales

Hélicoptère Picooz Tandem Z1

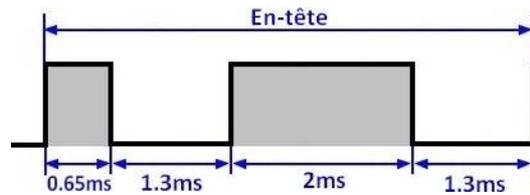
Format du signal de contrôle

Le signal infrarouge comporte un en-tête, 20 bits de données, 3 bits de contrôle d'erreurs et un bit de stop.

Format des bits de données



L'en-tête



Il sert à synchroniser le récepteur et l'émetteur. La durée du premier niveau haut correspond aux durées significatives pour un bit « 0 ». La durée du premier niveau bas correspond à la durée d'un bit « 0 » ainsi que la durée du niveau haut pour un bit « 1 ».

Canal (2 Bits)

Il est possible de piloter 3 hélicoptères simultanément en sélectionnant un canal différent pour chacun d'entre eux.

Canal sélectionné	Combinaison binaire associée
A	00
B	01
C	10

Commande de la DEL d'éclairage (1 bit)

Bascule de l'état de la DEL.	1
Pas de changement d'état de la DEL.	0

Vitesse de rotation des pales avant (4bits)

Le rotor avant peut tourner à 15 vitesses différentes.

0000 est l'arrêt.

0001 est la vitesse minimale, 1110 est la vitesse maximale.

Déplacement horizontal avant-arrière (3 bits)

Le déplacement horizontal avant / arrière peut être commandé à l'aide de 6 positions différentes. Ces valeurs fixent le différentiel de vitesse de rotation des moteurs avant et arrière.

Déplacement	Combinaison binaire associée
Arrière 2	000
Arrière 1	001
Centre	010
Avant 1	011
Avant 2	100
Avant 3	101

Compensation de l'effet de tangage (5 bits)

Combinaison	Effet
00000	Compensation maximale vers l'arrière
...	...
10000	Pas de compensation
...	...
11111	Compensation maximale vers l'avant

Déplacement horizontal gauche-droite (5 bits)

Même si les 5 bits permettent 32 combinaisons différentes, seules 22 combinaisons sont utilisées.

Combinaison	Orientation du rotor
00000	7° à gauche
...	...
10000	0°
...	...
11111	7° à droite

Compensation de l'effet de lacet (0 bits)

La molette de compensation du lacet située sur la télécommande agit directement sur la structure électronique associée au déplacement horizontal gauche-droite.

Contrôle d'erreurs (3 bits)

Le contrôle d'erreurs est basé sur le calcul de 3 bits de parité paire. Pour chaque bit de parité, seul un groupe bien déterminé de bit de données est pris en compte. L'opération exécutée afin de déterminer les bits de contrôle d'erreurs est un OU exclusif. Le tableau ci-dessous indique les informations de la trame concernées pour le calcul de chaque bit du contrôle d'erreur : par exemple pour le calcul du bit 2 du contrôle d'erreur, les bits 1, 6, 9, 11, 14,16 et 19 de la trame sont concernés.

			Contrôle d'erreur		
			Bit 3	Bit 2	Bit 1
Canal	MSB	1		X	
	LSB	2			X
LED		3	X		
Vitesse des pales	MSB	4	X		
		5	X		
		6		X	
	LSB	7			X
Avant-arrière	MSB	8	X		
		9		X	
	LSB	10			X
Compensation	MSB	11		X	
		12			X
		13	X		
		14		X	
	LSB	15			X
Gauche-droite	MSB	16		X	
		17			X
		18	X		
		19		X	
	LSB	20			X

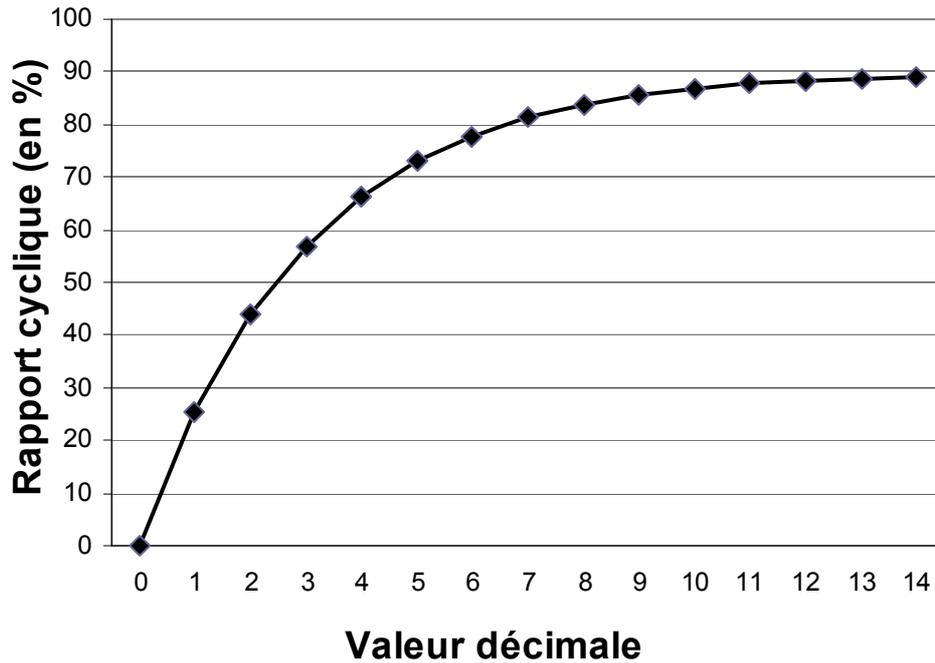
↓ Sens de transmission des données

MSB : Most Significant Bit (bit de poids le plus fort).
 LSB : Least Significant Bit (bit de poids le plus faible).

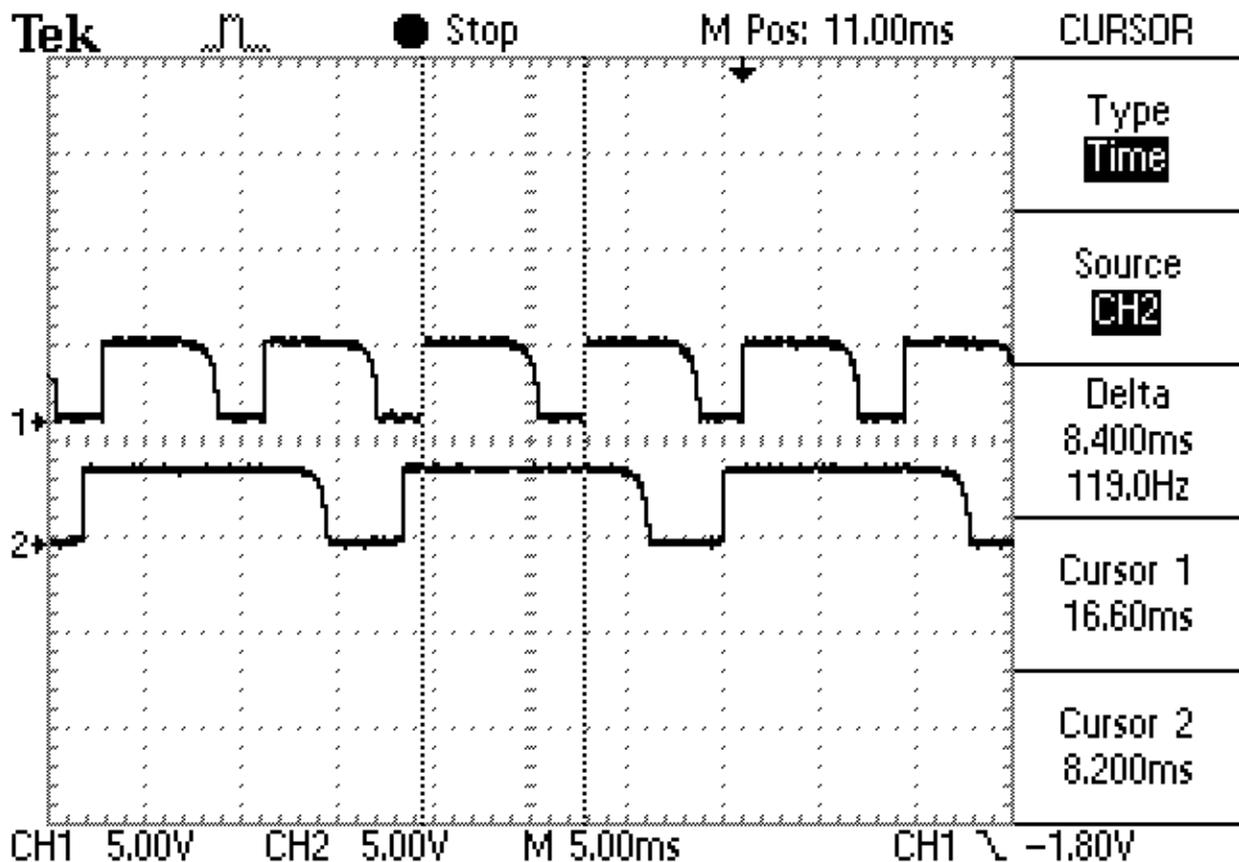
Bit de stop (1Bit)

Le bit de stop envoyé est un simple niveau bas identique à un bit de donnée.

Graphe de génération du signal de commande des moteurs avant et de queue

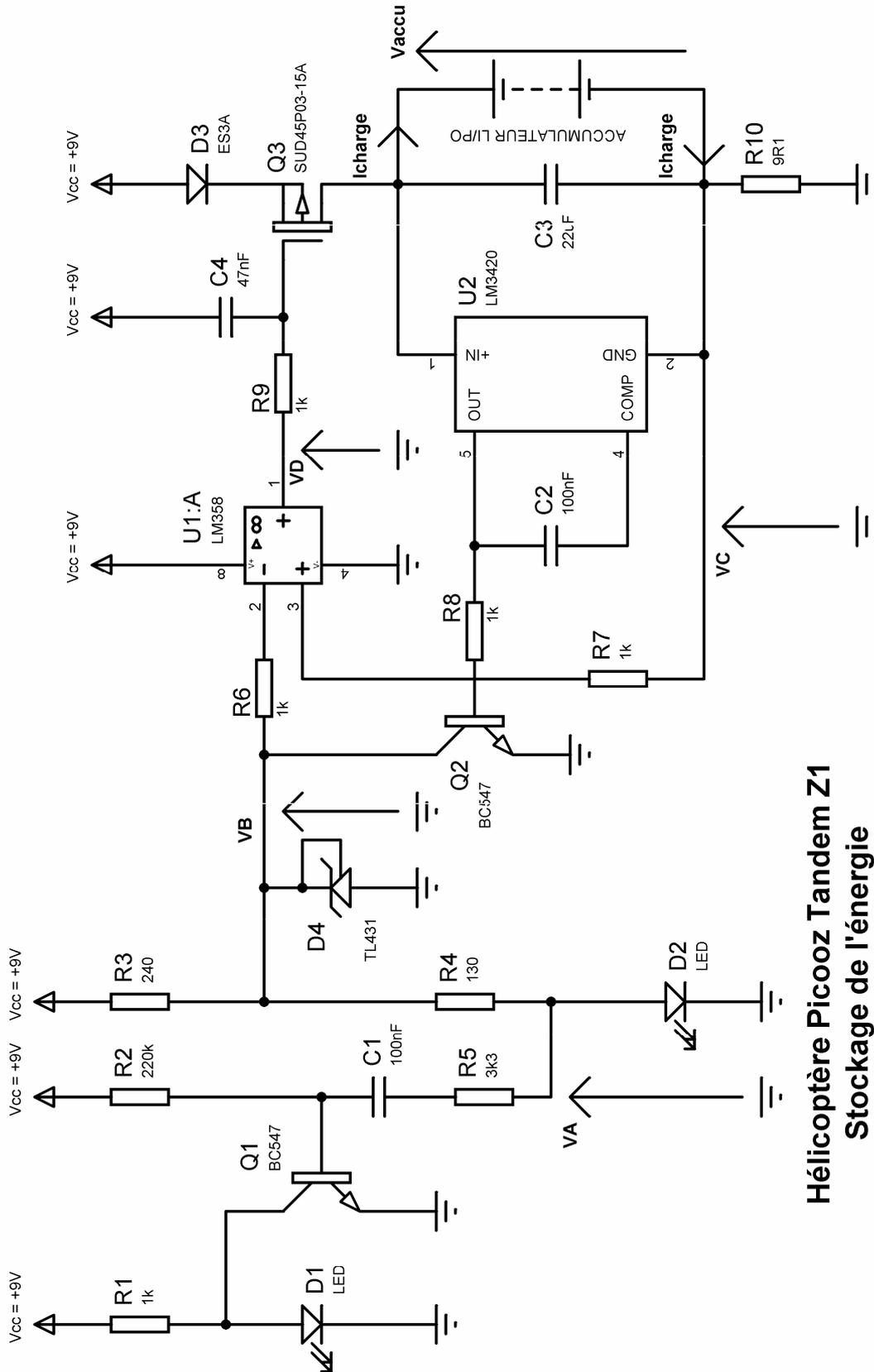


Relevés à l'oscilloscope des signaux MLI à destination du moteur avant (Voie 1) et du moteur de queue (Voie 2)



Stockage de l'énergie

Schéma structurel



Hélicoptère Picooz Tandem Z1
Stockage de l'énergie

Les accumulateurs au Lithium-Polymère

Les technologies des accumulateurs sont pléthores. On se limite ici aux plus courantes. Le tableau ci-dessous présente des comparatifs des technologies des accumulateurs sur différents critères.

	Ni-Cd Nickel Cadmium	Ni-MH Nickel Metal Hydruure	SLA Acide Plomb Scellé	Li-Ion Lithium Ion	Li-Polymère Lithium Polymère	Alcaline rechargeable
Densité d'énergie (Wh/kg)	50	75	30	100	175	80 (initiale)
Cycles de vie (typique)	1500	500	200-300	300-500	150	10 (à 65%)
Temps de charge rapide	1h30	2-3h	8-15h	3-6h	8-15h	3-4h
Autodécharge	modérée	élevée	faible	faible	très faible	très faible
Tension accumulateur (nominale)	1,25 V	1,25 V	2 V	3,6 V	3,7 V	1,5 V
Courant de charge	très élevé	modéré	faible	élevé	faible	très faible
Exigence en exercice	30 jours	90 Jours	180 Jours	N/A	N/A	N/A
Coût de la batterie	bas	moyen	très bas	très élevé	élevé	très bas
Prix approximatif (en \$)	50	80	25	100	90	5
Coût par cycle (en \$)	0,04	0,16	0,1	0,25	0,6	0,5
Date de mise sur le marché	1950	1970	1970	1990	1997	1990

La densité d'énergie est en quelque sorte le rapport de la capacité par la masse de l'accumulateur. Un accumulateur ayant une forte capacité et un poids très faible aura donc une concentration en énergie élevée.

On exprime généralement la capacité des accumulateurs en mAh (milliAmpères heure) ou en Ah (Ampères heure). Ainsi, un accumulateur ayant une capacité de 2000 mAh pourra alimenter une charge consommant 2 A pendant 1 heure ou 1 A pendant 2 heures.

Une charge à 2C signifie que la valeur limite du courant de charge est fixée à 4 A pour ce même accumulateur. La charge à courant constant s'effectuera donc en 30 minutes.

Charge et décharge des accumulateurs au lithium

Les accumulateurs lithium-polymère de 3,7 V doivent être chargés à 4,2 V.

La recharge de ces accumulateurs doit se faire selon un processus bien défini qui se différencie de celui qu'utilisent les autres types d'accumulateurs rechargeables.

La première phase consiste à effectuer une charge à courant constant jusqu'à atteindre la valeur de tension de fin de charge (4,2 V) à 1% près.

Puis la charge se poursuit à tension constante et à courant décroissant.

A3901

Double pont basse tension

Caractéristiques

Faible résistance drain-source en sortie.
 Mode pas entier et demi-pas possible pour les moteurs pas à pas.
 Commande dans les deux sens et arrêt des moteurs à courant continu.
 Consommation nulle en mode veille.
 Protection thermique et en courant.

Bloc fonctionnel

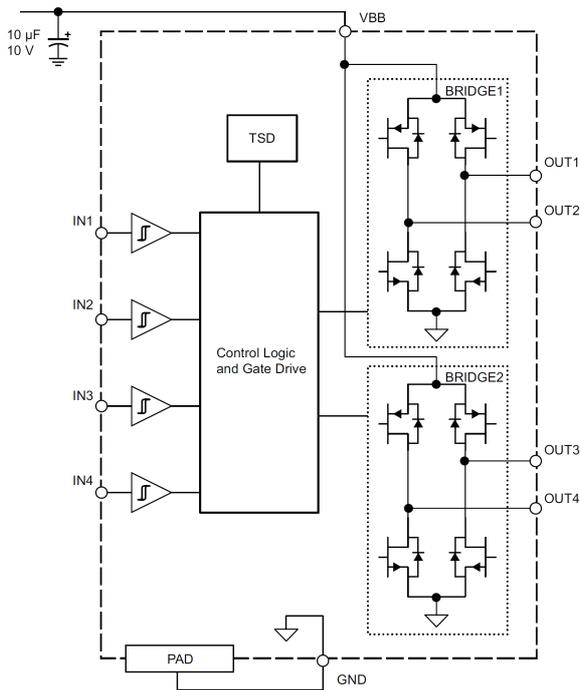


Schéma d'application (sorties parallèles) Alimentation d'un moteur à courant continu

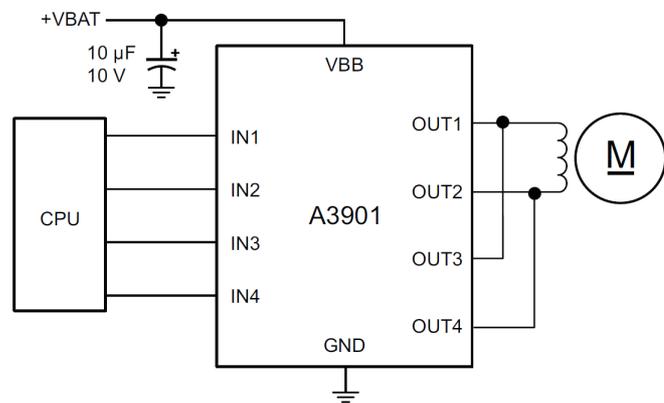


Table de fonctionnement pour un moteur à courant continu avec les sorties en parallèle

IN1 et IN3	IN2 et IN4	OUT1	OUT2	OUT3	OUT4	Fonction
0	0	Z	Z	Z	Z	Arrêt
1	0	H	B	H	B	Sens +
0	1	B	H	B	H	Sens -
1	1	B	B	B	B	Freinage

Z : état haute impédance

ATtiny45

Microcontrôleur 8 bits
 4ko de mémoire flash programmable



Convertisseur analogique numérique

Caractéristiques

- Résolution de 10 bits.
- Temps de conversion : 65 à 260 μ s.
- 4 entrées analogiques multiplexées.
- 1 entrée liée au capteur de température interne.
- Gamme de tension d'entrée du convertisseur : 0 - V_{CC} .
- Interruption en fin de conversion.

Description

L'ATtiny45 comporte un convertisseur analogique numérique 10 bits à approximation successive. Un multiplexeur 4 vers 1 dirige l'une des 4 entrées analogiques du port B vers le convertisseur. Chaque entrée analogique est référencée au 0 V (GND).



TL431

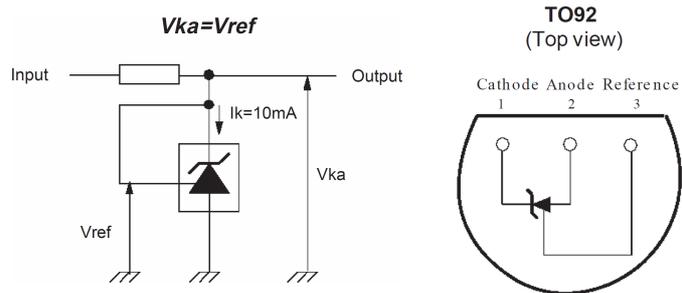
Référence de tension programmable

Caractéristiques

- Tension de sortie ajustable de 2,5 V à 36 V.
- Courant absorbé de 1 à 100 mA.
- Précision de 1% à 2% de la tension de sortie.

Description

Le TL431 est une référence de tension programmable. La tension de sortie V_{ka} est égale à V_{ref} (tension de référence interne de 2,5 V). Avec l'ajout de 2 résistances, la tension de sortie peut-être fixée à une valeur comprise entre 2,5 V et 36 V.



International
IOR Rectifier

PD - 93757C

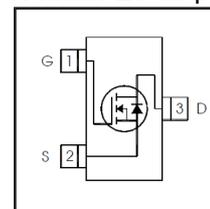
IRLML2502

HEXFET[®] Power MOSFET

	Paramètre	Max.	Unités
V_{DS}	Tension Drain-Source	20	V
$I_D @ T_A = 25^\circ C$	Courant continu de drain	4,2	A
I_{DM}	Courant pulsé de drain	33	A
$P_D @ T_A = 25^\circ C$	Puissance dissipée	1,25	W
V_{GS}	Tension Grille-Source	± 12	V
T_J, T_{STG}	Température de stockage	-55 à +150	$^\circ C$

Caractéristiques

Résistance ultra faible.
 N-MOSFET de puissance.



$V_{DSS} = 20V$
$R_{DS(on)} = 0.045\Omega$

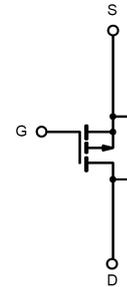


New Product

SUD45P03-15A
 Vishay Siliconix

P-Channel 30-V (D-S) MOSFET

Caractéristiques du produit		
Vds(V)	Rds(ON)(Ω)	Id(A)
-30	0,015 à Vgs=-10V	-15
	0,024 à Vgs=-4,5V	-12



P-Channel MOSFET

Paramètre	Désignation	Conditions de test	Min	Typ	Max	Unités
Tension de rupture drain source	V(BR)DSS	Vgs=0V, Id=-250μA	-30			V
Tension grille source	Vgs(th)	Vds=Vgs, Id=-250μA	-1			V
Courant de drain à l'état conducteur	Id(ON)	Vds=-5V, Vgs=-10V	-50			A
		Vds=-5V, Vgs=-4,5V	-20			
Résistance drain source	Rds(ON)	Vgs=-10V, Id=-15A		0,012	0,015	Ω
		Vgs=-10V, Id=-15A, Tj=125°C		0,018	0,026	
		Vgs=-4,5V, Id=-12A		0,02	0,024	



LM3420

Contrôle de charge d'accumulateur au Lithium-Polymère

Caractéristiques

Contrôle de fin de charge d'une précision de 1 % ou 0,5 % (version A).
 Sortie OUT à émetteur commun.

Description

Le LM3420 est un régulateur de tension spécialement conçu pour être une référence extrêmement précise et un contrôleur de charge pour des accumulateurs au Lithium-Polymère.

La tension de charge aux bornes de l'accumulateur est mesurée entre les broches IN et GROUND.

Si cette tension est inférieure ou égale à la référence interne Vreg(=4,2 V), la sortie OUT ne fournit pas de courant (Iout=0 A).

En fin de charge, cette tension atteint 4,242 V. Elle est alors supérieure à la référence interne Vreg. Le courant de sortie Iout est alors maximal et vaut 15 mA.

Corrigé

- Q1.** L'appareil peut : monter, descendre, aller de l'avant, vers l'arrière et enfin tourner à gauche et à droite.
- Q2.** Monter descendre : vitesse de rotations des 2 pales avant et arrière.
 Avant / arrière : Différentiel de vitesse entre les moteurs avant et arrière.
 Gauche / droite : Inclinaison du rotor avant
- Q3.** Compensation de l'effet de tangage : la molette situé à gauche sur la télécommande fixe une valeur de consigne pour un différentiel de vitesse des moteurs avant / arrière.
 Compensation de l'effet de lacet : la molette située à droite sur la télécommande fixe une valeur de consigne pour l'inclinaison de l'axe du rotor avant.
- Q4.** 6 piles AA 1,5 V. Cette source d'énergie n'est pas rechargeable.
- Q5.** Batterie Lithium Polymère 130 mAh 3,7 V. Cette source d'énergie est rechargeable en raccordant l'appareil à la télécommande par un câble.
- Q6.** $V_{mid} = 0,5 \times 0,5 \times V_{regul} = 1,25 \text{ V}$
- Q7.** $V_{yaw} = 0,5 \times \alpha \times V_{regul}$ (avec $0 \leq \alpha \leq 1$)
- Q8.** $\alpha = 0 \Rightarrow V_{yaw} = 0 \text{ V} \Rightarrow$ Inclinaison à gauche
 $\alpha = 1 \Rightarrow V_{yaw} = 2,5 \text{ V} \Rightarrow$ Inclinaison à droite
- Q9.** Canal sélectionné : A, B ou C (2 bits)
 DEL d'éclairage (1 bit)
 Vitesse de rotation des pales (4 bits)
 Déplacement avant / arrière (3 bits)
 Compensation du tangage (5 bits)
 Déplacement gauche / droite (5 bits)
 (Compensation du lacet (0 bit) : ne fait pas partie des informations véhiculées)
 Contrôle d'erreurs (3 bits)

CORRIGÉ

Bac Génie Électronique Session 2010	Étude d'un Système Technique Industriel	Page COR1 sur 6
10IEELAG1	Corrigé Électronique	

Q10.et
 Q11.

Canal	B		Contrôle d'erreur			
			Trame	Bit 3	Bit 2	Bit 1
		<i>MSB</i>	0		0	
		<i>LSB</i>	1			1
LED	Pas de changement		0	0		
Vitesse des pales	Arrêt	<i>MSB</i>	0	0		
			0	0		
			0		0	
		<i>LSB</i>	0			0
Avant-arrière	Centre	<i>MSB</i>	0	0		
			1		1	
		<i>LSB</i>	0			0
Compensation	Pas de compensation	<i>MSB</i>	1		1	
			0			0
			0	0		
			0		0	
		<i>LSB</i>	0			0
Gauche-droite	Inclinaison du rotor : 0°	<i>MSB</i>	1		1	
			0			0
			0	0		
			0		0	
		<i>LSB</i>	0			0
Nombre de bits à 1 :				0	3	1
Code de calcul d'erreur :				0	1	1

Q12.

Canal	0	B
	1	
LED	0	Pas de chgt
Vitesse des pales	0	7
	1	
	1	
	1	
Avant-arrière	1	Avant 3
	0	
	1	
Compensation	1	Pas de compensation
	0	
	0	
	0	
	0	
Gauche-droite	1	Inclinaison du rotor : 0°
	0	
	0	
	0	
	0	

Q13. Vitesse des pales du moteur avant : 7 => rapport cyclique = 81 %

Vitesse des pales du moteur de queue : $7 + 3 - 2 = 8$ => rapport cyclique = 84 %

Q14. $R_{DS(on)} = 0,045 \Omega$

Q15. $P_{dissipée} = R_{DS(on)} \times I_{moteur}^2 = 5,2 \text{ mW}$

Q16. $P_{dissipée} < 1,25 \text{ W}$ (Puissance dissipable maximale cf. doc Tech) Pas besoin de dissipateur.

Q17. et

Q18. Attention, tolérer une imprécision dans la lecture de l'ordre de 10% ($\pm 3200 \text{ tr/min}$ qui traduit une lecture du rapport cyclique à $\pm 10\%$)

	Moteur Avant	Moteur de queue
Fréquence (en Hz)	119	59
Rapport cyclique	$6\text{ms} / 8,6\text{ms} = 70 \%$	$13\text{ms} / 17\text{ms} = 76 \%$
Valeur moyenne de la tension moteur (en Volts)	$70 \% \times 3,7 \text{ V} = 2,6 \text{ V}$	$76 \% \times 3,7 \text{ V} = 2,8 \text{ V}$
Vitesse de rotation (en tr/min)	$(2,6 \times 28000) / 3,3 = 22061$	$(2,8 \times 28000) / 3,3 = 23757$

Q19. Soit l'hélicoptère vole horizontalement, soit une compensation de l'effet de tangage a eu lieu. Imprécision de lecture : la réponse ici doit être en cohérence avec les réponses apportées aux questions 15 et 16 : Vitesses de rotation égales=> Vol stationnaire, Vit. Rot. Avant > Vit. Rot. Arrière=>vers l'arrière.

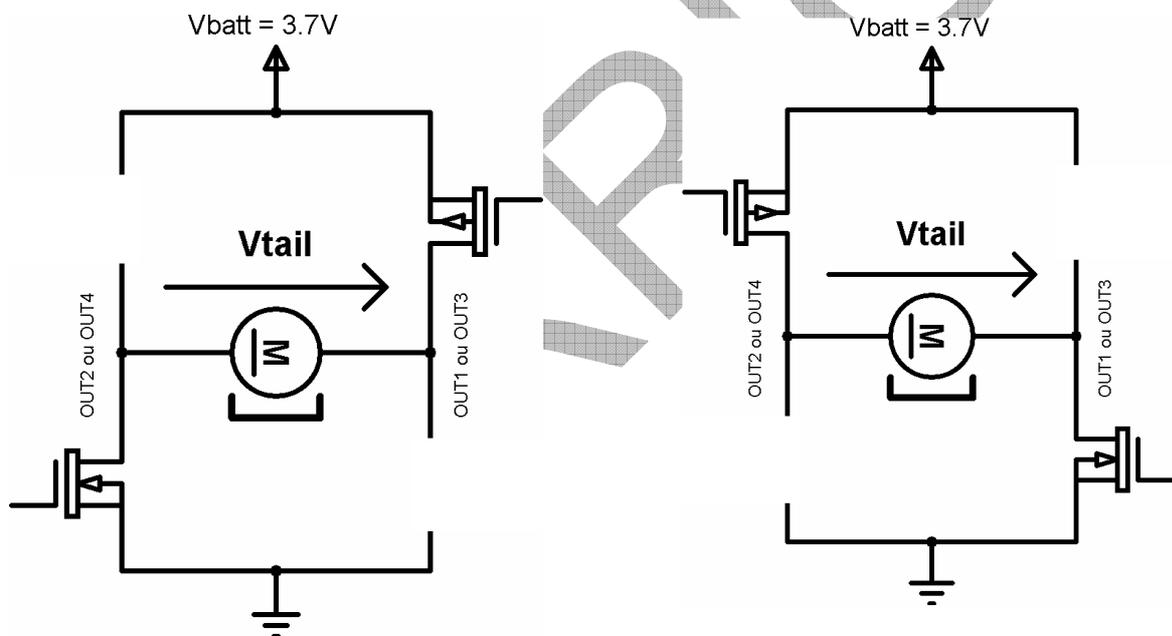
Q20.

Tail + =IN1, IN3	Tail - =IN2, IN4	OUT1 (en Volts)	OUT2 (en Volts)	OUT3 (en Volts)	OUT4 (en Volts)	V _{TAIL} (en Volts)	Fonction
0	0	Z	Z	Z	Z	Inconnue	Arrêt
1	0	H=VBATT=3,7 V	B=GND=0 V	3,7 V	0 V	OUT1- OUT4=3,7 V	Inclinaison à droite
0	1	0 V	3,7 V	0 V	3,7 V	-3,7 V	Inclinaison à gauche
1	1	0 V	0 V	0 V	0 V	0 V	Freinage

Q21.

En rouge : Tail + = 1 et Tail - = 0

En vert : Tail + = 0 et Tail - = 1



Q22. Pont en H.

Q23. 22 positions.

Q24. $200 \text{ ms} / 21 = 9,5 \text{ ms}$

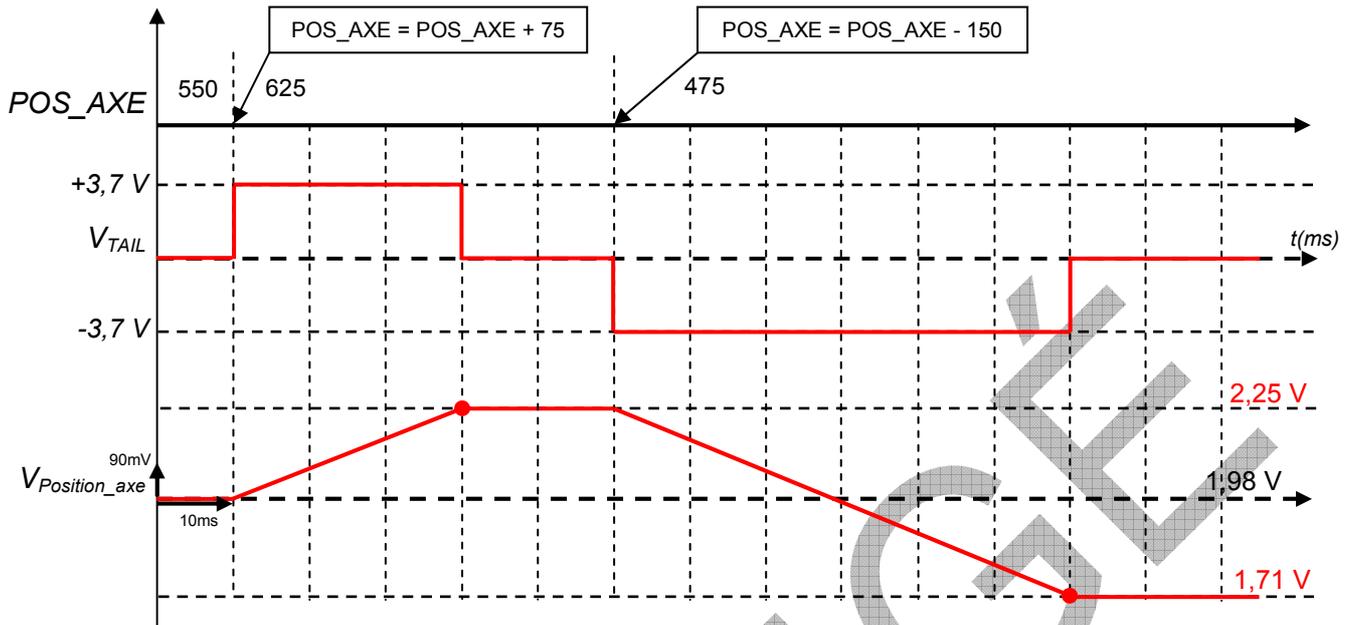
Q25. 10 bits.

Q26. $q = 3,7 \text{ V} / (2^{10} - 1) = 3,6 \text{ mV}$

Q27. 22 positions => 21 variations => $(2,86 \text{ V} - 0,96 \text{ V}) / 21 = 90 \text{ mV} / \text{position}$

Q28. $\text{CPos} = 90 \text{ mV} / 3,6 \text{ mV} = 25.$

Q29. et
 Q30. .



- Q31. Le poids ou la densité en énergie.
 Q32. 130 mAh.
 Q33. 10 minutes.
 Q34. $0,29 \times 2 + 0,02 = 0,6 \text{ A} \Rightarrow 130 / 600 \Rightarrow 13 \text{ minutes} > 10 \text{ minutes annoncées Cahier des charges OK.}$
 Q35. Pour 30 min la charge est à 2C ($2 \times 130 \text{ mA}$) $\Rightarrow I_{\text{charge}} = 260 \text{ mA.}$
 Q36. $V_{\text{ref}} = 2,5 \text{ V.}$
 Q37. $V_c = I_{\text{charge}} \times R_{10} = 275 \text{ mA} \times 9,1 = 2,5 \text{ V}$
 Q38. Comparateur à un seuil.
 Q39. $V_{\text{gs}} = -1 \text{ V}$
 Q40. $V_D = 0 \text{ V} \Rightarrow V_{\text{gs}} = -9 \text{ V} \Rightarrow \text{Q3 conducteur}$
 $V_D = 9 \text{ V} \Rightarrow V_{\text{gs}} = 0 \text{ V} \Rightarrow \text{Q3 bloqué}$
 Q41.

	VD (en Volts)	État de Q3	Phase de charge (Établie / Interrompue)
$I_{\text{charge}} < 275 \text{ mA}$	0 V	Conducteur	Établie
$I_{\text{charge}} > 275 \text{ mA}$	+9 V	Bloqué	Interrompue

- Q42. $I_{N+} < 4,2 \text{ V} \Rightarrow I_{\text{out}} = 0 \text{ A} \Rightarrow \text{Q2 Bloqué}$
 $I_{N+} = 4,242 \text{ V} \Rightarrow I_{\text{out}} = 15 \text{ mA} \Rightarrow \text{Q2 Saturé}$

- Q43. Q2 Bloqué : $V_b = 2,5 \text{ V}$
 Q2 saturé $V_b = 0 \text{ V}$ (à V_{cesat} près)

Q44.

	I_{out} (en mA)	État de Q2	État de Q3	Phase de charge (Établie / Interrompue)
$V_{\text{accu}} < 4,2 \text{ V}$	0 mA	Bloqué	Conducteur	Établie
$V_{\text{accu}} = 4,242 \text{ V}$	15 mA	Saturé	Bloqué	Interrompue

Proposition de barème

Analyse fonctionnelle	13
Q1	3
Q2	3
Q3	3
Q4	2
Q5	2

Partie 1	18
Q6	2
Q7	2
Q8	2
Q9	2
Q10	2
Q11	3
Q12	2
Q13	2
Q14	1

Partie 2	69
Q15	2
Q16	2
Q17	2
Q18	2
Q19	2
Q20	4
Q21	3
Q22	2
Q23	1
Q24	2
Q25	2
Q26	2
Q27	3
Q28	2
Q29	3
Q30	3
Q31	2
Q32	1
Q33	1
Q34	2
Q35	2
Q36	2
Q37	2
Q38	2
Q39	2
Q40	3
Q41	3
Q42	3
Q43	3
Q44	4

TOTAL 100