

CORRIGÉ

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

SUJET EP3

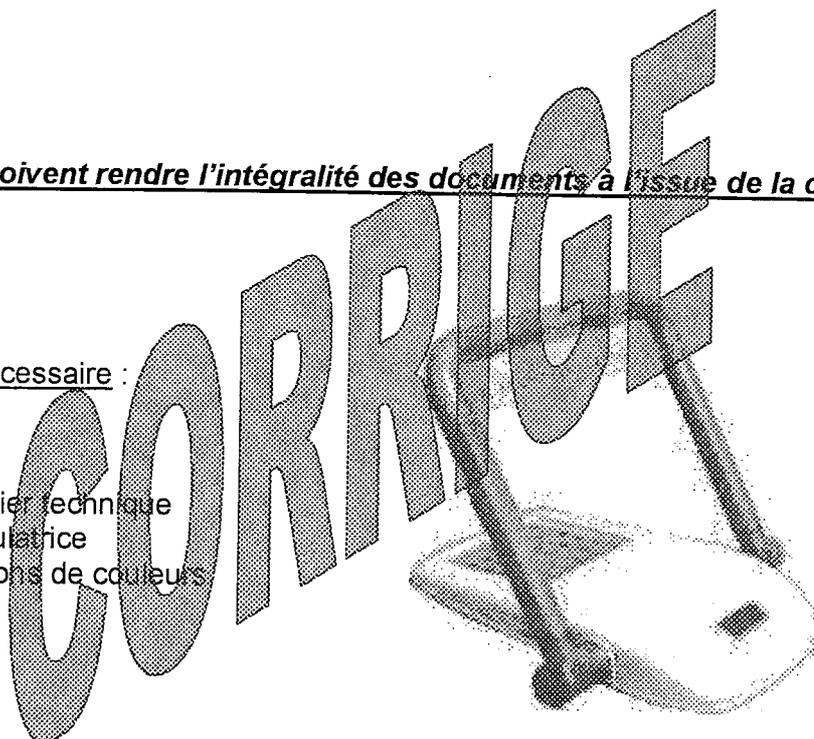
Analyse des Structures Électroniques appartenant à un Objet Technique

Support : « Système Arceau de Parking Motorisé VIGIPARK »

Les candidats doivent rendre l'intégralité des documents à l'issue de la composition.

Matériel nécessaire :

- Dossier technique
- Calculatrice
- Crayons de couleurs



	BEP des Métiers de l'électronique		Session 2008	Système Arceau de Parking Motorisé
	Épreuve écrite		Repère EP3	Coefficient : 4
	Analyse des Structures Electroniques appartenant à un Objet Technique			Durée : 4 h

BARÈME

PARTIE A :

ÉTUDE DE LA FONCTION FP1

QUESTION		Nombre de POINTS
1.		1 pt
A.1	A.1.1	1 pt
	A.1.2	1 pt
	A.1.3	2.5 pt
	A.1.4	1 pt
A.2	A.2.1	1 pt
	A.2.2	1 pt
	A.2.3	2 pt
	A.2.4	1 pt
	A.2.5	1 pt
	A.2.6	2.5 pt
	A.2.7	1.5 pt
	A.2.8	3 pt
A.2.9	2 pt	
A.3	A.3.1	1 pt
	A.3.2	2 pt
	A.3.3	1 pt
	A.3.4	2 pt
A.4	A.4.1	3 pt
	A.4.2	1 pt
TOTAL Partie A		/ 31.5

PARTIE B :

ÉTUDE DE LA FONCTION FP5

QUESTION		Nombre de POINTS
B.1		1 pt
B.2		1 pt
B.3		1.5 pt
B.4		2 pt
B.5		3 pt
B.6		1 pt
B.7		1 pt
B.8		1 pt
B.9		1 pt
B.10	B.10.1	1 pt
	B.10.2	2 pt
	B.10.3	1.5 pt
	B.10.4	1 pt
B.11	B.11.1	1 pt
	B.11.2	2 pt
	B.11.3	1 pt
	B.11.4	1 pt
	B.11.5	2 pt
	B.11.6	1 pt
TOTAL Partie B		/ 26

PARTIE C :

ÉTUDE DE LA FONCTION FP2

QUESTION		Nombre de POINTS
C.1		1 pt
C.2		1 pt
C.3		3 pt
C.4		1 pt
C.5		1 pt
C.6		2 pt
C.7		1 pt
C.8		1 pt
C.9		1 pt
C.10	C.10.1	1 pt
	C.10.2	1 pt
	C.10.3	1 pt
	C.10.4	1 pt
	C.10.5	1 pt
C.11		1.5 pt
C.12		1 pt
C.13		1 pt
C.14		2 pt
TOTAL Partie C		/ 22.5

PARTIE A: ÉTUDE DE LA FONCTION FP1

« Surveillance et charge de la batterie »

Remarque : Nous considérerons pour simplifier les calculs dans cette étude, que les amplificateurs opérationnels sont parfaits. Donc les courants d'entrées sont nuls. ($I^+ = I^- = 0A$)

1. Rappeler le rôle de la fonction FP1.

Cette fonction charge et surveille l'état de la batterie en tenant compte de la tension à ses bornes et la température de son boîtier.

A.1 Étude de FS1.1

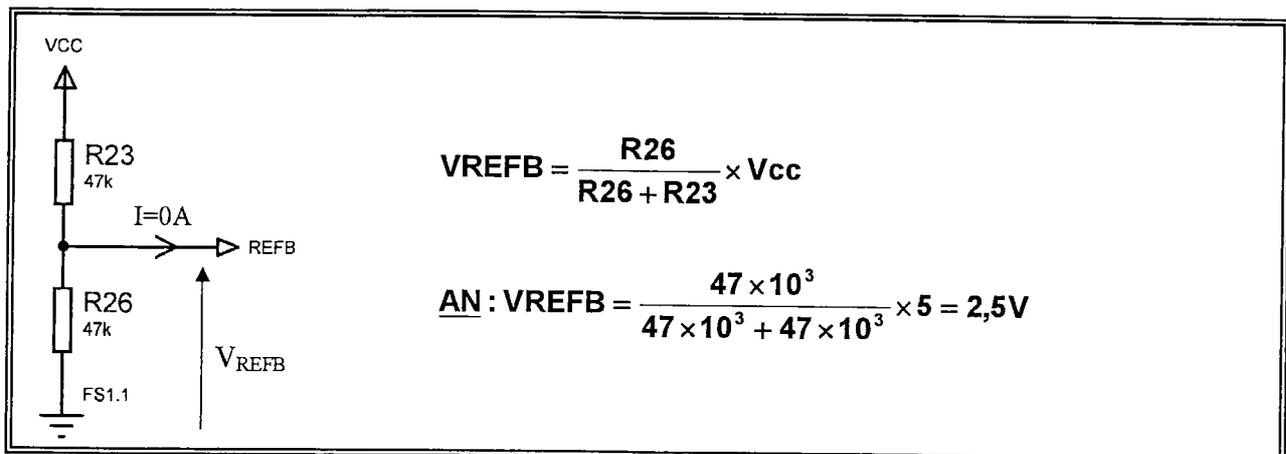
A.1.1. Donner le nom et le rôle de FS1.1.

« GENERATION D'UNE TENSION DE REFERENCE » Cette fonction produit une tension de référence constante de 2,5V.

A.1.2. Pourquoi le courant I sur le schéma ci-dessous est-il nul ?

Car les courants d'entrée I^+ et I^- des AILs M3A et M3B sont nuls donc $I=0A$.

A.1.3. Déterminer l'expression littérale puis numérique de V_{REFB} en fonction de V_{CC} , R_{23} et R_{26} .



A.1.4. Par quelle source peut-on représenter la tension V_{REFB} ?

Par un générateur de tension constante.

A.2 Étude de FS1.2

A.2.1. Pourquoi a-t-on besoin de mesurer la température de la batterie ?

Pour surveiller son état de charge et donc stopper la charge en cas de surchauffe de cette dernière.

A.2.2. Que signifient les initiales CTN ?

Coefficient de Température Négatif.

A.2.3. Donner la formule de la résistance R_T de la CTN en fonction de R_0 , T_0 et T . Expliquer le fonctionnement de ce composant.

$$R_T = R_0 \times e^{B \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right)}$$

avec R_0 : résistance à 298K et T_0 : température de référence à 298K

Elle fonctionne comme une résistance dont la valeur ohmique décroît quand la température augmente.

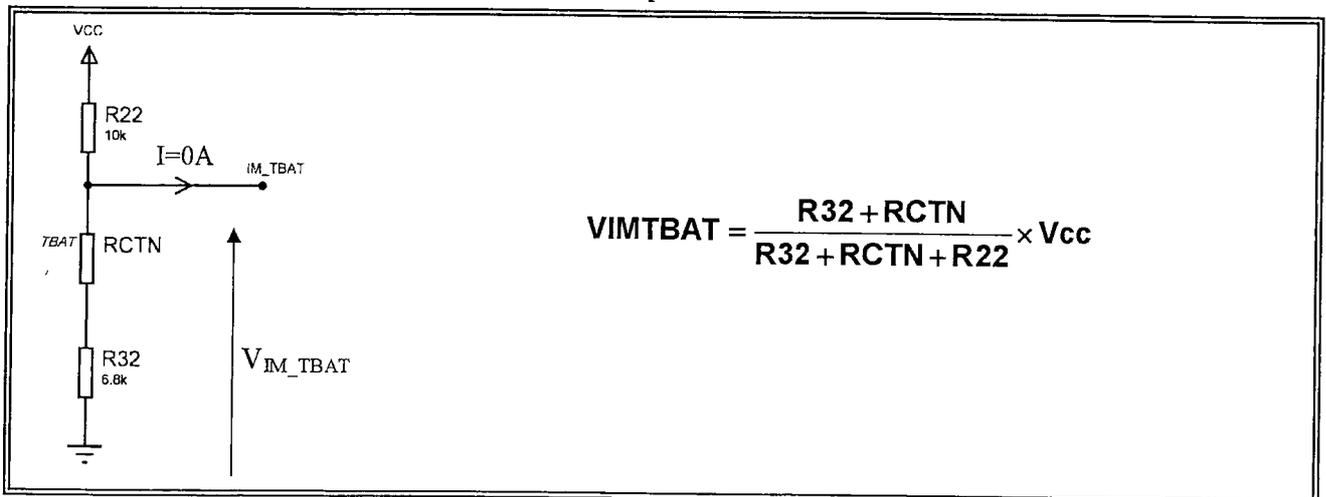
A.2.4. A partir de quelle valeur considère-t-on la température de la batterie trop élevée ?

A partir du seuil de température : 54°C

A.2.5. Quelle est la valeur de la résistance de la CTN pour une température de 25°C (R_{25}) ?

$R_{25} = 10k\Omega$

A.2.6. On néglige C_{14} , donner l'expression de V_{IM_TBAT} en fonction de R_{CTN} , R_{22} , R_{32} et V_{CC} en vous aidant du schéma structurel simplifié ci-dessous.



A.2.7. En utilisant la documentation constructeur de la CTN fournie en annexe du dossier technique (page 40), donner la valeur de la résistance de la CTN pour une température de -10°C, 25°C et 105°C. Détailler vos calculs.

$$R_{-10} = 5,533 \times R_{25} = 5,533 \times 10 \cdot 10^3 = 55,33k\Omega$$

$$R_{25} = 1 \times R_{25} = R_{25} = 10k\Omega$$

$$R_{105} = 0,05886 \times R_{25} = 0,05886 \times 10 \cdot 10^3 = 588,6\Omega$$

A.2.8. Compléter le tableau suivant :

Remarque : R_T étant la résistance de la CTN à une température T .

$T(^{\circ}C)$	-20	-10	0	5	25	55
R_T/R_{25}	9,707	5,533	3,265	2,539	1	0,2986
$R_{CTN} (k\Omega)$	97,07	55,33	32,65	25,39	10	2,986
$V_{IM_TBAT} (V)$	4,56	4,31	3,99	3,81	3,13	2,47

A.2.9. En utilisant la courbe de V_{IM_TBAT} en fonction de la température (ANNEXE 1), déterminer graphiquement les valeurs de V_{IM_TBAT} pour des températures de 30°C, 54°C et 75°C. Vous ferez apparaître sur la courbe vos traits de construction.

$$V_{IM_TBAT}(30^\circ) = 3 \text{ V} \quad ; \quad V_{IM_TBAT}(54^\circ) = 2,5 \text{ V} \quad ; \quad V_{IM_TBAT}(75^\circ) = 2,25 \text{ V}$$

A.3 Étude de FS1.6

Cette fonction permet d'autoriser la charge de la batterie du système VIGIPARK.

A.3.1. Donner la relation liant V_{IM_BAT} à V_{BAT} . En déduire les conditions nécessaires permettant l'autorisation de charge de la batterie sachant que le seuil de comparaison de V_{IM_BAT} est égal à 2,5V ?

$V_{IM_BAT} = 0,18 \times V_{BAT}$. Donc pour autoriser la charge de la batterie, il faut que la température T° soit inférieure à 54° et que la batterie soit déchargée (tension à ses bornes inférieure à 13,9V).

A.3.2. Compléter le tableau récapitulatif suivant :

ÉTAT_CH État logique	ÉTAT_CH (V)	ÉTAT_TE État logique	ÉTAT_TE (V)	CHARGE État logique	CHARGE (V)	Charge autorisée ? (Oui ou Non)
0	0,69	0	0,3	0	1,28	NON
0	0,69	1	3,75	0	1,28	NON
1	3,75	0	0,3	0	1,28	NON
1	3,75	1	3,75	1	1,85	OUI

A.3.3. Quelle est la fonction logique réalisée par la structure D15, D17 et R18 ? Quel est l'intérêt d'utiliser une telle structure ?

C'est un ET logique câblé ; cette structure nous dispense de l'utilisation d'un circuit supplémentaire pour réaliser cette fonction facilitant ainsi l'intégration des composants sur la carte imprimée.

A.3.4. Compléter le tableau ci-dessous.

ÉTAT_CH État logique	ÉTAT_TE État logique	État de D17 (Bloquée/passante)	État de D15 (Bloquée/passante)	CHARGE État logique
0	0	Passante	Passante	0
0	1	Passante	Bloquée	0
1	0	Bloquée	Passante	0
1	1	Bloquée	Bloquée	1

A.4 Synthèse de FPI

A.4.1. A partir de l'étude précédente et du dossier technique compléter le tableau suivant :

	BEP des Métiers de l'électronique		Session 2008	Système Arceau de Parking Motorisé	
	Épreuve écrite		Repère EP3	Coefficient : 4	Page 3 sur 12
	Analyse des Structures Electroniques appartenant à un Objet Technique			Durée : 4 h	

Température de la batterie	75°C		30°C	
Valeur de la CTN1481.....Ω	8057.....Ω	
V _{IM_TBAT} (question A.2.9)	Valeur mesurée sur le graphe : ...2,25...V		Valeur mesurée sur le graphe :3...V	
Tension de la batterie	12V	14,5V	12V	14,5V
V _{IM_BAT} (V)	Valeur : 2,16...V	Valeur : 2,61...V	Valeur : 2,16...V	Valeur : 2,61...V
ÉTAT_TE	Valeur : 0,3...V Etat logique : 0	Valeur : 0,3...V Etat logique : 0	Valeur : 3,75...V Etat logique : 1	Valeur : 3,75...V Etat logique : 1
ÉTAT_CH	Valeur : 3,75...V Etat logique : 1	Valeur : 0,69...V Etat logique : 0	Valeur : 3,75...V Etat logique : 1	Valeur : 0,69...V Etat logique : 0
CHARGE	Valeur : 1,28...V Etat logique : 0	Valeur : 1,28...V Etat logique : 0	Valeur : 1,85...V Etat logique : 1	Valeur : 1,28...V Etat logique : 0
État de T5 (bloqué / saturé)	Bloqué	Bloqué	Saturé	Bloqué
Charge de la batterie (Oui / Non)	NON	NON	OUI	NON

A.4.2. Donner l'expression de la tension aux bornes de la batterie lorsqu'elle est alimentée par le panneau solaire ?

$$V_{BAT} = V_{PSOL} - 0,8$$

PARTIE B: ÉTUDE DE LA FONCTION FP5

« Détection de la position du bras »

B.1. Rappeler le rôle de la fonction FP5.

Détecter la mise en butée du bras lors de la montée ou de la descente ainsi que tout effort anormal survenant en position haute.

B.2. Combien de mini-rupteurs y-a-t-il dans la partie mécanique du bras ? Citez-les et donnez le rôle de chacun.

Il ya 3 mini-rupteurs : 1) Effort haut ou bas : détecte tout effort sur le bras à l'aide d'un joint de déformation ; 2) Position haute basse : Détecte la fin de course haute ou basse et 3) Course basse : détecte la course basse du bras.

B.3. Compléter le tableau pour les différentes phases suivantes en indiquant si le contact correspondant est **ouvert (O)** ou **fermé (F)**.

PHASE	D1	D2	D3	D4	M1	M2	M3	M4
Contacteur course basse (O ou F)	O	O	F	F	F	O	O	O
Contacteur position haute ou basse (O ou F)	F puis O	O	O	F	F puis O	O	O	F

On donne les chronogrammes (partiels) des signaux $\overline{DET_EFF}$, \overline{PHB} et \overline{CB} sur l'annexe 2 d'un système VIGIPARK d'une version handicapé. A l'aide des chronogrammes du dossier page 13 et 14, répondre aux questions suivantes:

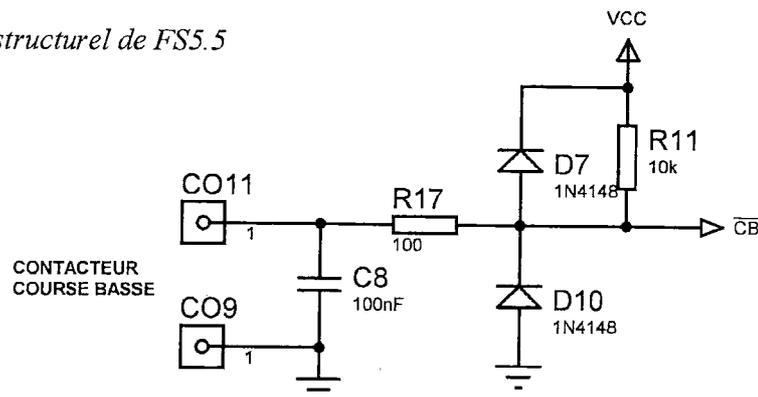
B.4. Expliquer les différentes étapes du processus de descente du bras (étapes de 1 à 4).

1 :	Temps de réaction du bras au moment de la commande.
2 :	Descente du bras à partir de la verticale jusqu'à 30° par rapport à l'horizontal.
3 :	Descente du bras à partir de 30° jusqu'à la position basse.
4 :	Bras en position basse et attente d'un ordre de remontée.

B.5. Compléter les temps sur les chronogrammes donnés ainsi que la description de l'action sur $\overline{DET_EFF}$ (annexe 2). x

La fonction FP5 étant constituée de 6 fonctions secondaires identiques structurellement 2 par 2, nous nous limiterons à l'étude structurelle de FS5.5 et FS5.6.

Soit le schéma structurel de FS5.5



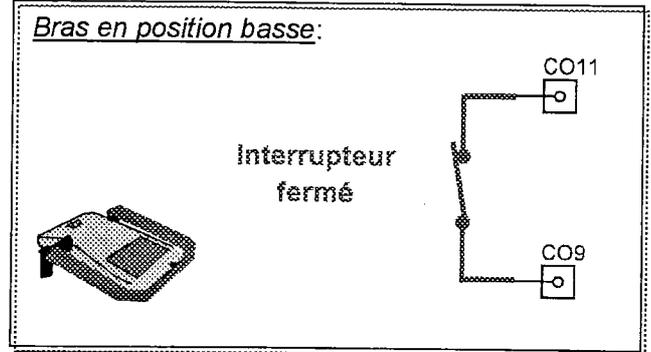
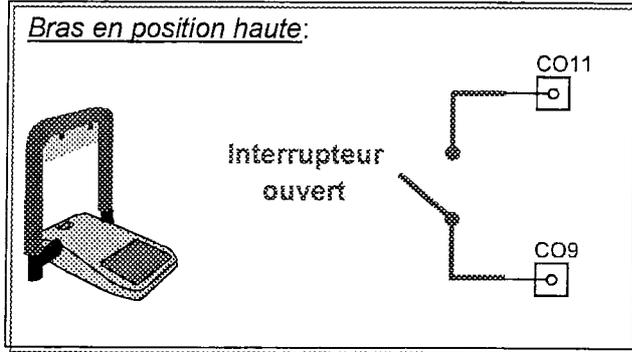
B.6. A quelles conditions y a-t-il contact entre C011 et C09 ?

Lorsque le contacteur Course Basse est actionné, c'est à dire pendant la phase de descente du bras et lorsque ce dernier est en position basse.

B.7. Donner la valeur de l'angle maximal du bras pour actionner le contacteur course basse.

Angle maximal de 30° par rapport à l'horizontal.

B.8. Dessiner le mini-rupteur selon les deux positions de l'arceau (position haute et basse).



B.9. Quel est le rôle de C8 ?

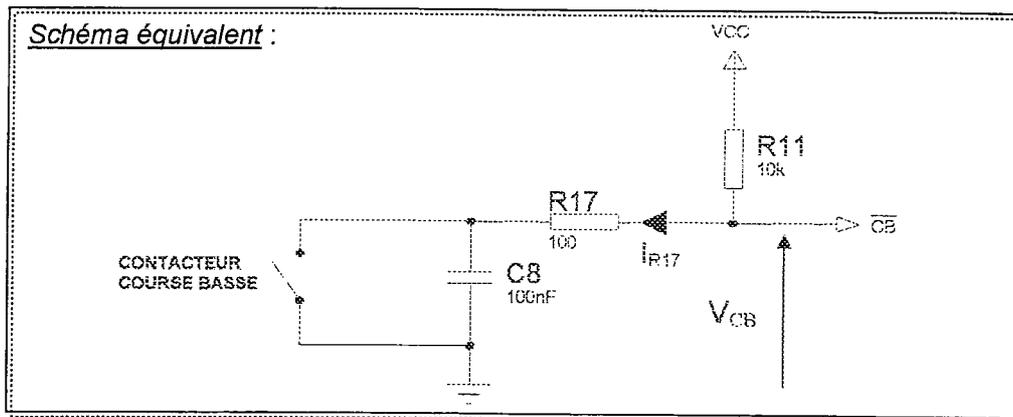
Anti rebonds ; C8 évite les rebonds à l'ouverture et à la fermeture du mini rupteur.

B.10. 1^{er} cas : « Le mini-rupteur n'est pas activé »

B.10.1. Donner l'état de D7 et D10.

Les diodes D7 et D10 sont bloquées car branchées en inverse.

B.10.2. Tracer dans ce cas de figure le schéma équivalent.



B.10.3. Calculer le temps de charge du condensateur C8 jusqu'à la tension VCC.

C8 se charge à travers R17 et R11. La tension U_{CB} atteindra VCC en 5τ (avec $\tau=R \times C$)

$$T = 5\tau = 5 \times (R17 + R11) \times C8 = 5 \times (100 + 10000) \times 100 \cdot 10^{-9} = \underline{5.05 \text{ ms}}$$

B.10.4. Que vaut le courant dans la résistance R17 une fois le condensateur totalement chargé?
En déduire la valeur de V_{CB} .

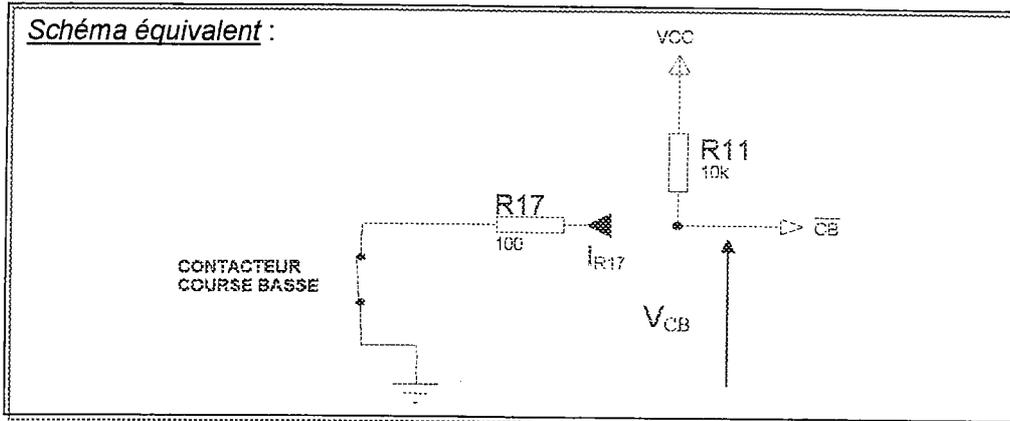
$$I_{R17} = 0 \Rightarrow U_{R17} = 0 \text{ donc } V_{CB} = U_{C8} + U_{R17} = U_{C8} = VCC = +5V$$

B.11. 2^{ème} cas : « Le mini-rupteur est activé »

B.11.1. Donner l'état de D7 et D10.

Les diodes D7 et D10 sont bloquées car branchées en inverse.

B.11.2. Tracer dans ce cas de figure le nouveau schéma équivalent.



B.11.3. Que vaut la tension aux bornes du condensateur C8 ?

$U_{CB} = 0$ car le condensateur C8 est court-circuité par la fermeture du mini-rupteur.

B.11.4. En déduire le calcul et la valeur de V_{CB} .

$$V_{CB} = \frac{R17}{R17 + R11} \times V_{CC} = \frac{100}{10100} \times 5 = 49,5\text{mV}$$

B.11.5. Compléter le tableau suivant, synthétisant le fonctionnement de la structure.

Position du Bras	Etat de l'interrupteur ouvert/fermé	Etat de D7 bloquée/passante	Etat de D10 bloquée/passante	Valeur de V_{CB} (V)	Etat logique de \overline{CB}
	Ouvert	Bloquée	Bloquée	5	1
	Fermé	Bloquée	Bloquée	0,0495	0

B.11.6. Donner le rôle de D7 et D10.

Diodes de protection qui permettent de protéger l'entrée RA4 du microcontrôleur contre les pics de tension supérieurs à 5V et inférieurs à 0V.

PARTIE C: ÉTUDE DE LA FONCTION FP2

C.1. Rappeler le rôle de la fonction FP2 « *Gestion automatisée du processus* » au sein de l'objet technique.

Réceptionne les infos issues de la télécommande, du bras motorisé, du capteur de présence d'un véhicule, puis élabore les signaux de commande du moteur, d'alerte et de détection d'un véhicule.

C.2. Indiquer la référence exacte du microcontrôleur utilisé dans ce système.

Circuit M1 PIC 16F627.

C.3. A partir de la documentation technique du microcontrôleur, rechercher les caractéristiques suivantes :

	Type de Mémoire	Capacité En bits	Capacité en octets
Mémoire programme	FLASH	14336	1792
Mémoire de données volatiles	RAM	1792	224
Mémoire de données non volatiles	EEPROM	1024	128
Nombre d'entrée/sortie (PORTS)	16 lignes d'entrée / sortie		
Fréquence de travail maximale	20 MHz		
Durée de cycle des instructions	200 ns		
Nombre d'instructions	35		

C.4. D'après le dossier ressource et le schéma structurel compléter les tableaux suivants en indiquant E s'il s'agit d'une entrée et S s'il s'agit d'une sortie:

PORTA (indiquer pour chaque Bit du port E ou S)

RA4	RA3	RA2	RA1	RA0
E	E	E	E	E

PORTB (indiquer pour chaque Bit du port E ou S)

RB7	RB6	RB5	RB4	RB3	RB2	RB1	RB0
E	E	E	S	S	S	S	E

C.5. Indiquer tous les composants qui interviennent dans le circuit d'oscillation du microcontrôleur.

Quartz Q1, Condensateurs C3 et C4.

C.6. Donner la fréquence d'horloge du circuit M1 ainsi que sa période. Déduire la fréquence interne et le temps de cycle des instructions sachant que $F_{ext} = 4 \times F_{int}$

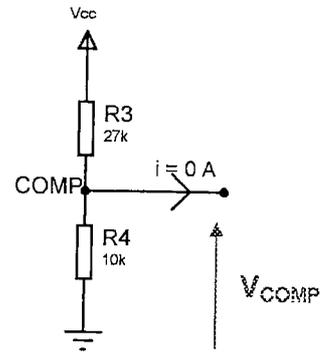
$$Q1 \text{ est cadencé à } 4\text{MHz} \quad \text{donc} \quad F_{\text{horloge de M1}} = 4\text{MHz} \quad \Rightarrow \quad T = \frac{1}{F} = 250\text{ns}$$

$$F_{int} = \frac{F_{ext}}{4} = 1\text{MHz} \quad \Rightarrow \quad T_{int} = \text{temps de cycles} = \frac{1}{F_{int}} = 1\mu\text{s}$$

La structure de la fonction FS2.2 est la suivante :

C.7. Flécher sur le schéma structurel la tension V_{COMP} .
Exprimer puis calculer la valeur de cette tension.

$$V_{COMP} = \frac{R4}{R4 + R3} \times V_{CC} = \frac{10 \times 10^3}{10 \times 10^3 + 27 \times 10^3} \times 5 = 1,35V$$



C.8. Sur quel bit du **PORT A** sont connectées les tensions V_{COMP} et V_{IM_MOTF} ?

V_{COMP} est connectée sur RA1 (bit1 du port A) et V_{IM_MOTF} est connectée sur RA2 (bit1 du port A).

C.9. A l'aide de la documentation technique du circuit M1, fournie en annexe du dossier, expliquer le rôle des bits **CM0**, **CM1**, **CM2** du registre **CMCON**.

Les bits **CM0**, **CM1** et **CM2** permettent de configurer les deux comparateurs analogiques et donc de choisir un mode de comparaison parmi 8 possibles selon la valeur binaire imposée.

C.10. D'après les instructions suivantes tirées du programme page 34 du dossier:

```
clrf PORT_A
movlw 0x05
movwf CMCON
```

C.10.1. Compléter le tableau en indiquant les niveaux logiques des entrées **CM0**, **CM1**, **CM2** et dessiner la configuration du comparateur utilisé.

CM2	CM1	CM0	Configuration du comparateur
Niveau logique	Niveau logique	Niveau logique	
1	0	1	

C.10.2. Dans quel registre se trouve l'état logique de **C2 VOUT** et dans quel bit ?

Le bit 7 du registre **CMCON**.

C.10.3. Si $V_{COMP} > V_{IM_MOTF}$ donner l'état logique de la sortie **C2 VOUT** ? Y-a-t-il détection de surintensité ? (justifier votre réponse)

$V_{COMP} > V_{IM_MOTF} \Rightarrow RA1 > RA2 \Rightarrow V^- > V^+$ donc **C2 VOUT = 0**
Pas de surintensité car l'image du courant moteur est inférieur au seuil V_{COMP} .

C.10.4. Si $V_{COMP} < V_{IM_MOTF}$ donner l'état logique de la sortie **C2 VOUT** ? Y-a-t-il détection de surintensité ? (justifier votre réponse)

$V_{COMP} < V_{IM_MOTF} \Rightarrow RA1 < RA2 \Rightarrow V^- < V^+$ donc **C2 VOUT = 1**
Présence de surintensité car l'image du courant moteur est supérieur au seuil V_{COMP} .

C.10.5. Que fait l'instruction (dernière ligne du programme page 35 du dossier) ?

btfss CMCON,7

Cette instruction effectue un test sur le bit 7 du registre CMCON et réalise un saut d'instruction si le bit est à 1.

C.11. Soit la ligne de programme ci-dessous (page 35 du dossier), définir le nom de ces 4 champs parmi les réponses suivantes et donner le rôle de chacun d'entre eux.

1) Opérande 2) Instruction 3) Commentaire 4) Étiquette

Ligne de progr.	Proc_buzzer	LDI	TEMPO_1S,T15S	; procédure buzzer
Nom du champ	4) Étiquette	2) Instruction	1) Opérande	3) Commentaire
RÔLE	Repère une ligne de programme	Indique l'opération à effectuer	Valeurs ou données à traiter	Indication qui facilite la lecture du programme

On se propose d'étudier la partie de programme du microcontrôleur réalisant l'initialisation des ports d'entrée / sortie. Le programme est donné page 34 du dossier.

C.12. Quel registre interne au microcontrôleur permet d'affecter la direction (entrée ou sortie) des bits du port A? Quelle est la taille de ce registre ?

C'est le registre TRISA (8bits) qui permet d'affecter la direction aux bits du port A.

C.13. Compléter le contenu du registre TRISA et TRISB en vous référant au programme donné page suivante.

Registre TRISA

Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
0	0	0	1	1	1	1	1

Quelle valeur en hexadécimal est stockée dans le registre TRISA ? \$ 1F

Registre TRISB

Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
1	1	1	0	0	0	0	1

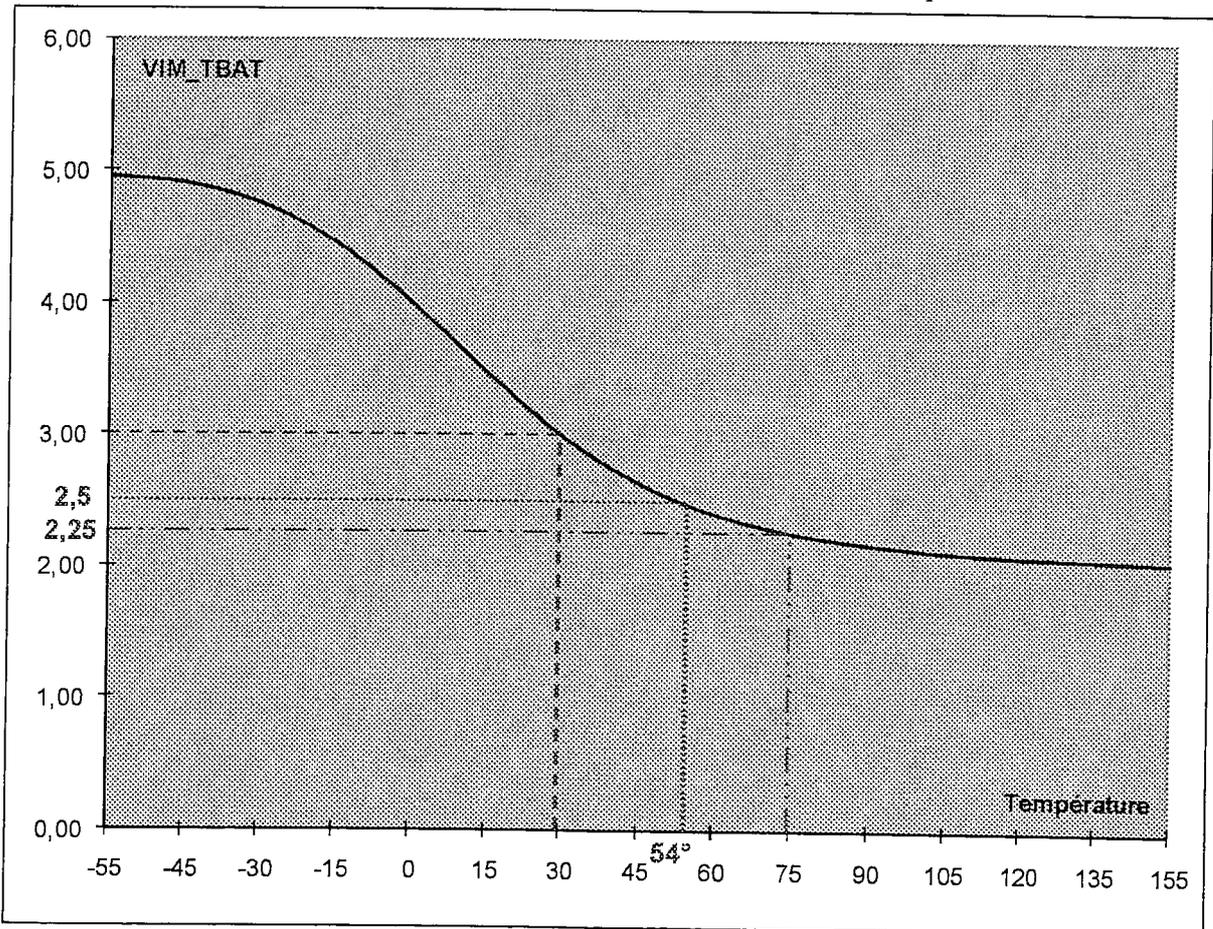
Quelle valeur en hexadécimal est stockée dans le registre TRISB ? \$ E1

C.14. Dans le tableau suivant indiquer sur la ligne adéquate l'état d'entrée (E) ou de sortie (S) des différents ports du circuit M1, ainsi que la valeur du registre de travail W en binaire.

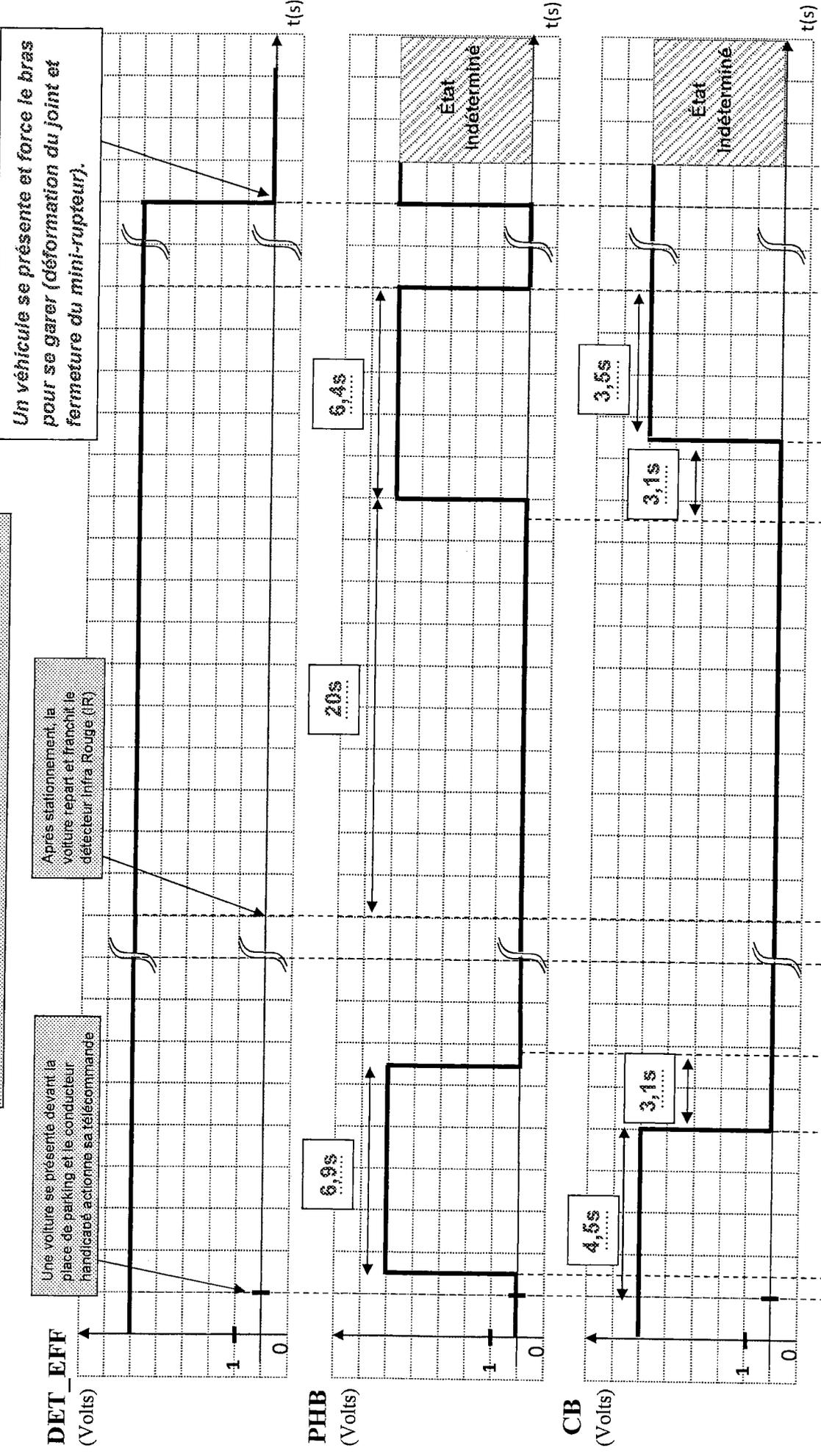
Extrait du programme d'initialisation page 34 du dossier.

Programme		Contenu du registre W en hexadécimal	Port A E ou S								Port B E ou S							
			7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0
clrf	PORT_A																	
movlw	0x05	\$05																
movwf	CMCON	\$05																
PAGE1		\$05																
movlw	0x1F	\$1F																
movwf	TRIS_A	\$1F	S	S	S	E	E	E	E	E								
PAGE0		\$1F																
clrf	PORT_B	\$1F																
PAGE1		\$1F																
movlw	0xE1	\$E1																
movwf	TRIS_B	\$E1									E	E	E	S	S	S	S	

ANNEXE 1 : Courbe VIM_TBAT en fonction de la température



ANNEXE 2: Chronogrammes pour version handicapé



Un véhicule se présente et force le bras pour se garer (déformation du joint et fermeture du mini-rupteur).

Après stationnement, la voiture repart et franchit le détecteur Infra-Rouge (IR)

Une voiture se présente devant la place de parking et le conducteur handicapé actionne sa télécommande

ETAPES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----