

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

SYSTEMES ÉLECTRONIQUES

SESSION 2007

Epreuve : ÉLECTRONIQUE

DOSSIER QUESTIONNEMENT

Le questionnement comporte 4 parties :

- **Partie A** : principe de la mesure du niveau de carburant,
- **Partie B** : étude de la conversion niveau/fréquence,
- **Partie C** : mesure de la période,
- **Partie D** : affichage du volume de carburant.

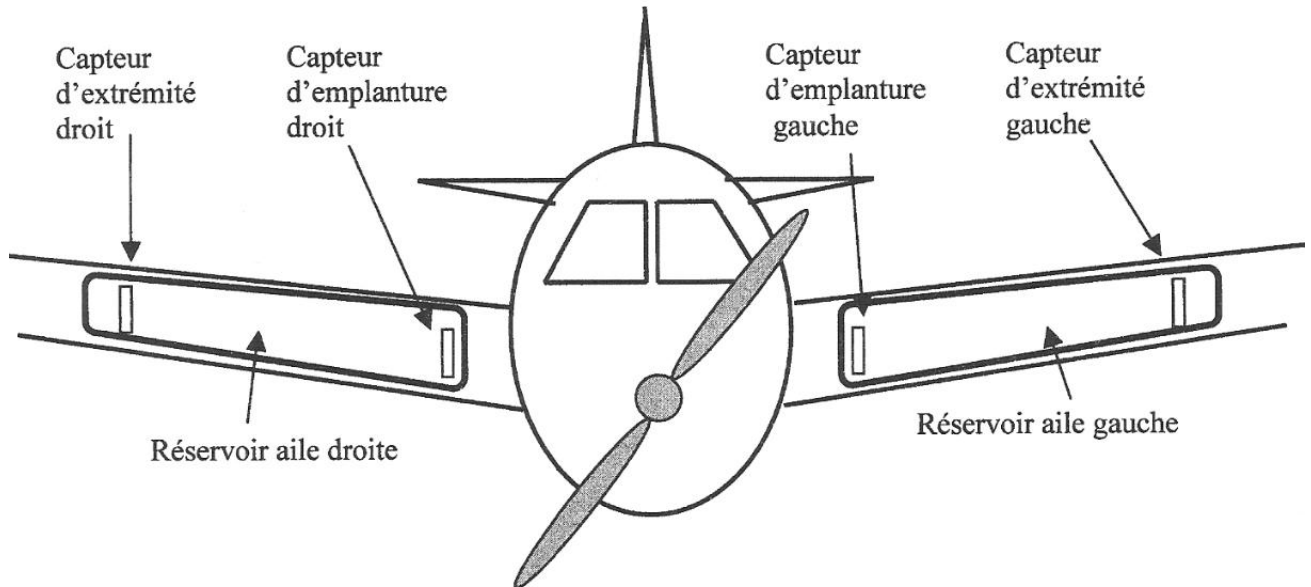
Les textes en italique donnent les informations nécessaires aux questions qui les suivent.

SESSION 2007	CODE : SEE4 EL
B.T.S. SYSTEMES ÉLECTRONIQUES	
ÉPREUVE: ÉLECTRONIQUE	
Durée : 4 heures	Coefficient : 4

PARTIE A

PRINCIPE DE LA MESURE DU NIVEAU DE CARBURANT

Identification et emplacement des capteurs capacitifs de niveau :

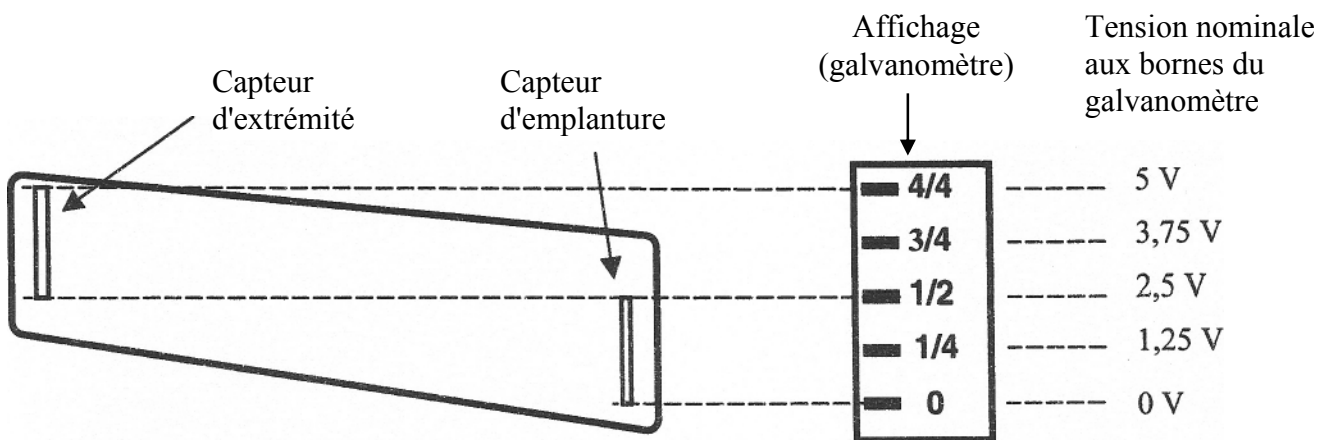


Pour cette étude, on admettra que :

- la fréquence F_{min} de l'oscillation obtenue avec le capteur totalement immergé est de **6 kHz**
- la fréquence F_{max} obtenue avec le capteur sec est de **8,2 kHz**
- la **période** du signal varie linéairement avec la profondeur d'immersion du capteur
- la quantité de carburant est proportionnelle à son niveau (ou sa hauteur) dans le réservoir.
- l'avion est stable et horizontal et l'étude est limitée à un seul réservoir, mais sur deux modèles d'avions différents.

A-1 Réservoir sans chevauchement des capteurs.

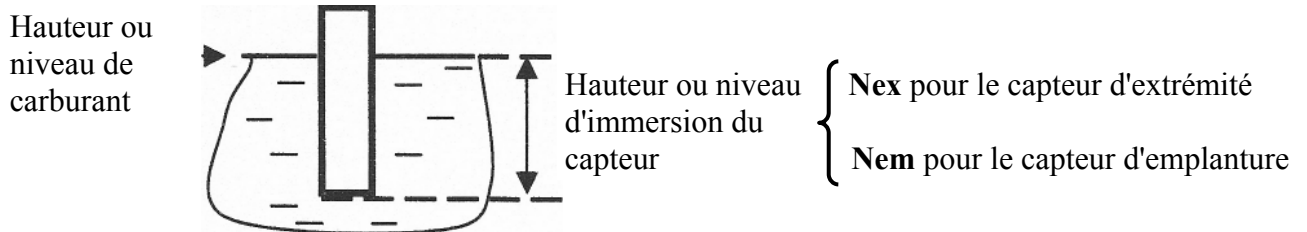
Pour ce type (purement hypothétique) de réservoir, le bas du capteur d'extrémité est au même niveau que le haut du capteur d'emplanture :



A-1-1 Donner, en remplissant le tableau suivant, les fréquences obtenues et la tension nominale aux bornes du galvanomètre d'affichage pour chaque niveau ou hauteur de carburant :

Niveau de carburant	Fréquence capteur d'extrémité	Fréquence capteur d'emplature	Tension nominale galvanomètre	Valeur affichée
Plein				4/4
Demi-plein				1/2
Vide				0

Le calculateur détermine séparément le niveau ou hauteur d'immersion de chacun des capteurs :

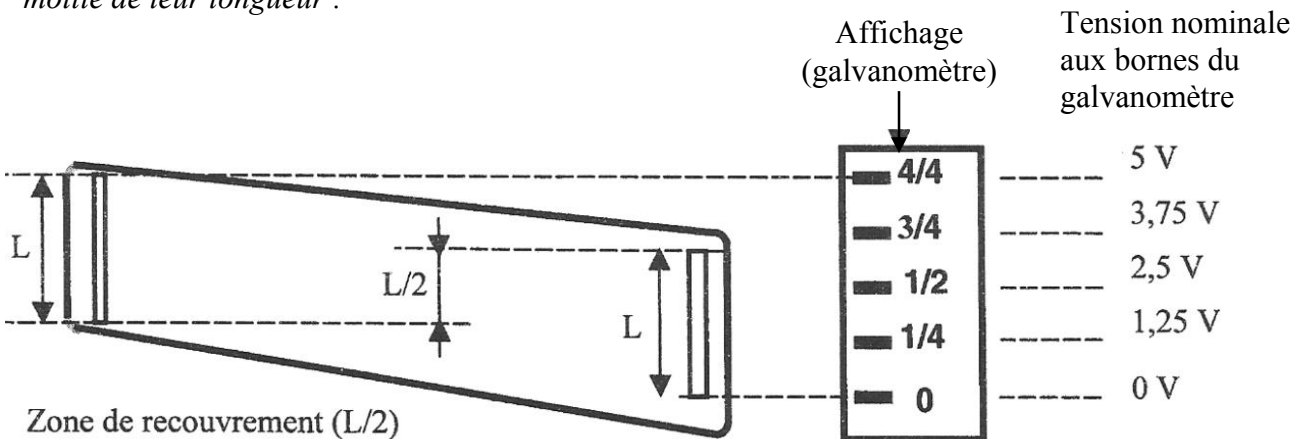


A-1-2 Donner l'expression du niveau total du carburant (N_t) en fonction de N_{ex} et N_{em} :

$N_t =$

A-2 Réservoir avec chevauchement (ou recouvrement) des capteurs.

Pour ce type réel de réservoir, le bas du capteur d'extrémité est en dessous du niveau du haut du capteur d'emplature. Dans le cas à étudier, les capteurs se chevauchent (ou se recouvrent) sur la moitié de leur longueur :



A-2-1 Compléter le tableau page suivante en indiquant les périodes et fréquences obtenues pour chaque niveau de carburant.

Exprimer le niveau (hauteur) total(e) de carburant (réservoir plein) en fonction de L .

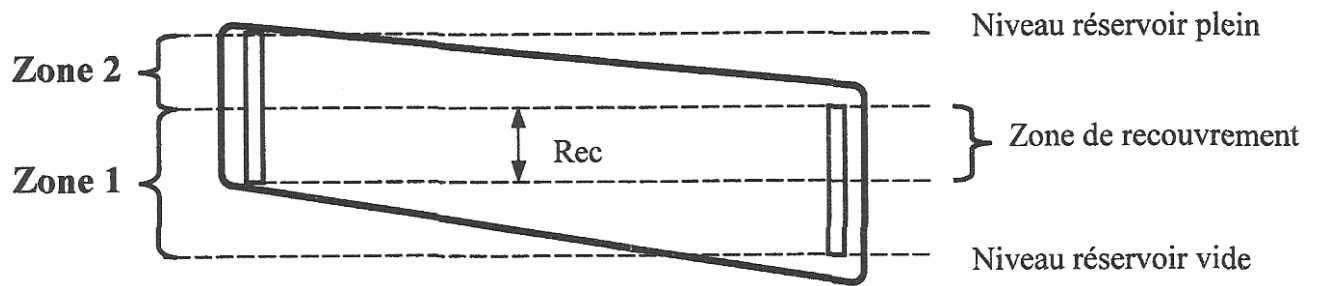
.....

.....

.....

.....

Le calculateur détermine comme précédemment le niveau d'immersion de chacun des capteurs (N_{ex} et N_{em}), mais il faut tenir compte du recouvrement (exprimé comme un niveau par le nombre Rec):



A-2-2 Donner, pour chacune des deux zones définies sur la figure ci-dessus, l'expression du niveau total du carburant (N_t) en fonction de N_{ex} , N_{em} et Rec :

$$N_{t_{Zone1}} =$$

$$N_{t_{Zone2}} =$$

A-2-3 Par quel test sur les variables définies ci-dessus, le calculateur peut-il identifier la zone pour choisir le calcul approprié de N_t ?

La réponse attendue doit avoir la forme d'une condition dans l'expression suivante :

Si **condition**, alors $N_t = N_{t_{Zone1}}$, sinon $N_t = N_{t_{Zone2}}$

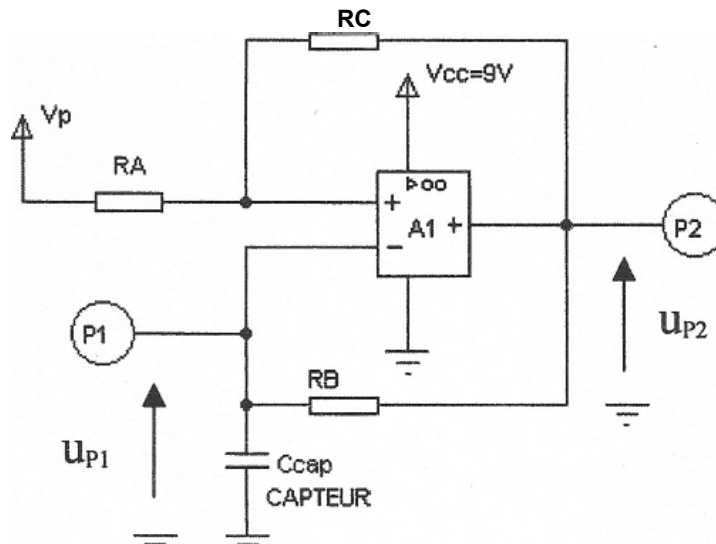
$$\text{Si } \quad \quad \quad , \text{ alors } N_t = N_{t_{Zone1}} , \text{ sinon } N_t = N_{t_{Zone2}}$$

PARTIE B

ETUDE DE LA CONVERSION NIVEAU/FREQUENCE (FP1)

Cette étude est basée sur le schéma structurel de l'oscillateur (document présentation 6/6). Dans cette partie, on se propose de justifier la structure employée et de déterminer la valeur du composant permettant un réglage précis de la fréquence d'oscillation.

Schéma simplifié de l'oscillateur :



B-1 Identification des composants impliqués dans la structure.

Donner dans le tableau suivant, la liste des composants du schéma structurel d'origine correspondants aux structures du schéma simplifié :

Structures du schéma simplifié	Liste des composants correspondants du schéma structurel d'origine
RA	
RB	
RC	
Amplificateur opérationnel A1	
Structure produisant V_p	

On précise que l'inductance L_1 a une influence négligeable pour les fréquences considérées.

B-2 Etude des seuils de commutation associés à A1.

A1 étant considéré comme parfait, exprimer les seuils de commutation du montage (Sh pour seuil haut et Sb pour seuil bas) en fonction de Vcc et des éléments adéquats du **schéma structurel d'origine**. On précise que $V_p = V_{cc} / 2 = 4,5V$.

Calculer les valeurs numériques au centième de volt près.

Seuils	Expression littérale	Valeur numérique
Sh		
Sb		

B-3 Justification de la structure de l'oscillateur.

On se propose de valider le choix des structures réalisant l'oscillateur.

Les valeurs extrêmes de la capacité Ccap des capteurs sont :

Etat du capteur	Valeur de Ccap
Sec	115 pF
Totalement immergé	157 pF

Les seuils étant symétriques par rapport à 4,5 V, la fréquence de l'oscillateur est donnée par la formule :

$$F = \frac{1}{2 \cdot R_B \cdot C_{cap} \cdot \ln \frac{Sh}{Sb}}$$

B-3-1 Calculer la valeur de RB avec précision. On prendra $Sh/Sb = 1,42$

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

RB =

B-3-2 La résistance R6 étant de $1,47\text{ M}\Omega \pm 1\%$, montrer que l'élément de réglage P1 permet de compenser la tolérance sur R6 pour obtenir la valeur exacte de RB. On précise que R4 n'est pas installée (composant externe prévisionnel).

.....
.....
.....
.....
.....
.....

B-4 Justification de la présence de certains composants ou groupes de composants :

B-4-1 Donner le rôle de L1 :

.....
.....
.....

B-4-2 Donner le rôle de l'ensemble {M1: F, M1: A} :

.....
.....
.....

B-4-3 Donner le rôle de l'ensemble {M1: B, M1: C, M1: D, M1: E } :

.....
.....
.....

B-4-4 Donner le rôle de l'ensemble {R7, C3} :

.....
.....
.....

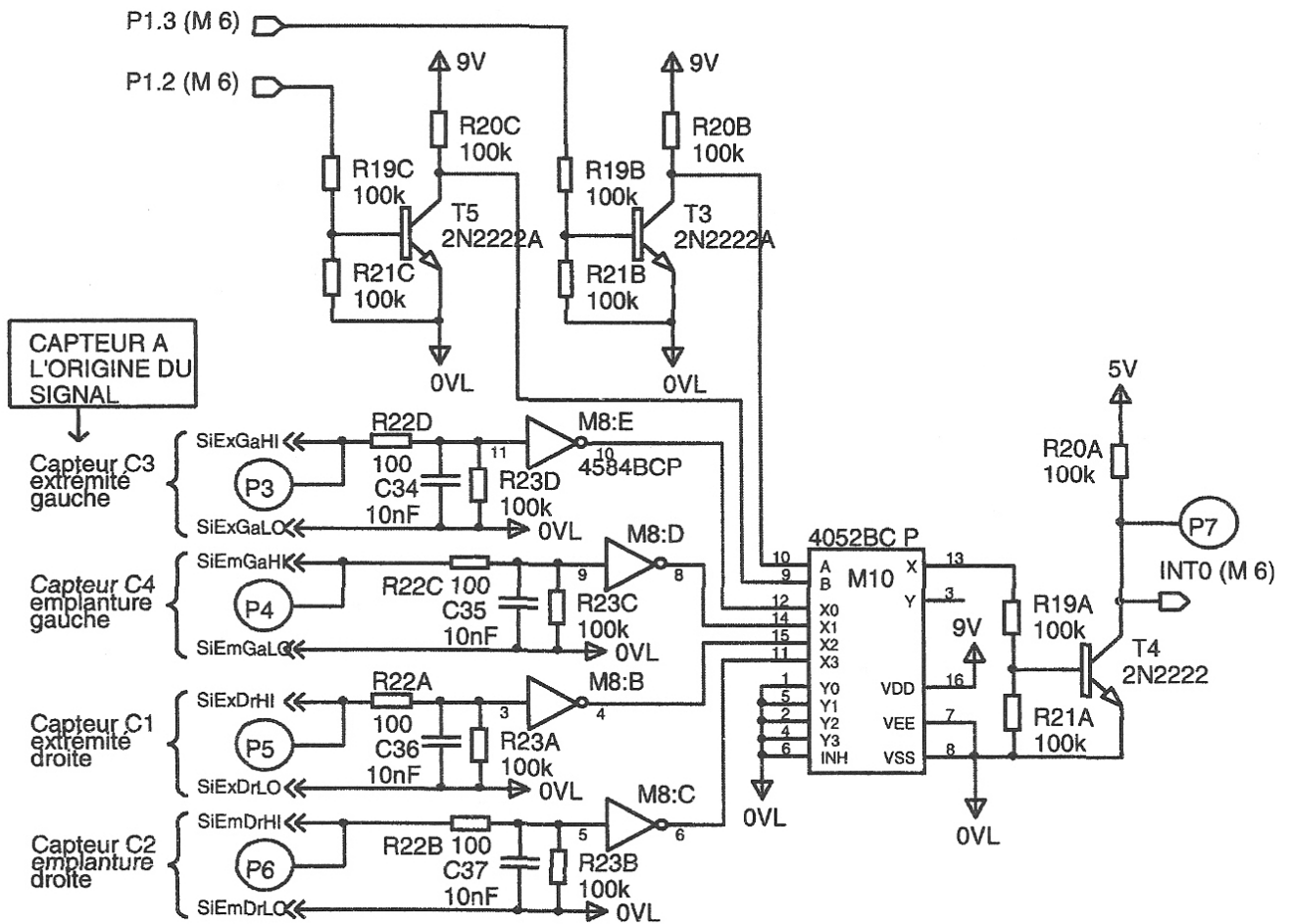
PARTIE C

MESURE DE LA PERIODE

On choisit en réalité de mesurer la période du signal plutôt que sa fréquence. Pour une plus grande précision, on chronomètre le temps total passé pendant un nombre N connu de périodes. La quantité mesurée est NT , où T est la période du signal issu du capteur exprimée en cycles machine du microcontrôleur.

Cette partie a pour but d'ébaucher le sous-programme de mesure de la période fonctionnant sous interruptions afin de choisir la valeur du nombre N de périodes à mesurer de façon à obtenir une information hauteur d'immersion du capteur sur 8 bits.

Schéma structurel de FP2 (sélection du signal à traiter) :



C-1 Sélection du capteur.

C-1-1 Donner dans le tableau suivant, en fonction du capteur sélectionné, l'état logique correspondant des broches P1.2 et P1.3 du microcontrôleur M6 :

Capteur sélectionné	P1.2	P1.3
C1		
C2		
C3		
C4		

C-1-2 Quel réservoir (gauche ou droite) ou capteur (extrémité ou emplanture) est sélectionné par P1.2 ? (Préciser en fonction de l'état logique).

.....

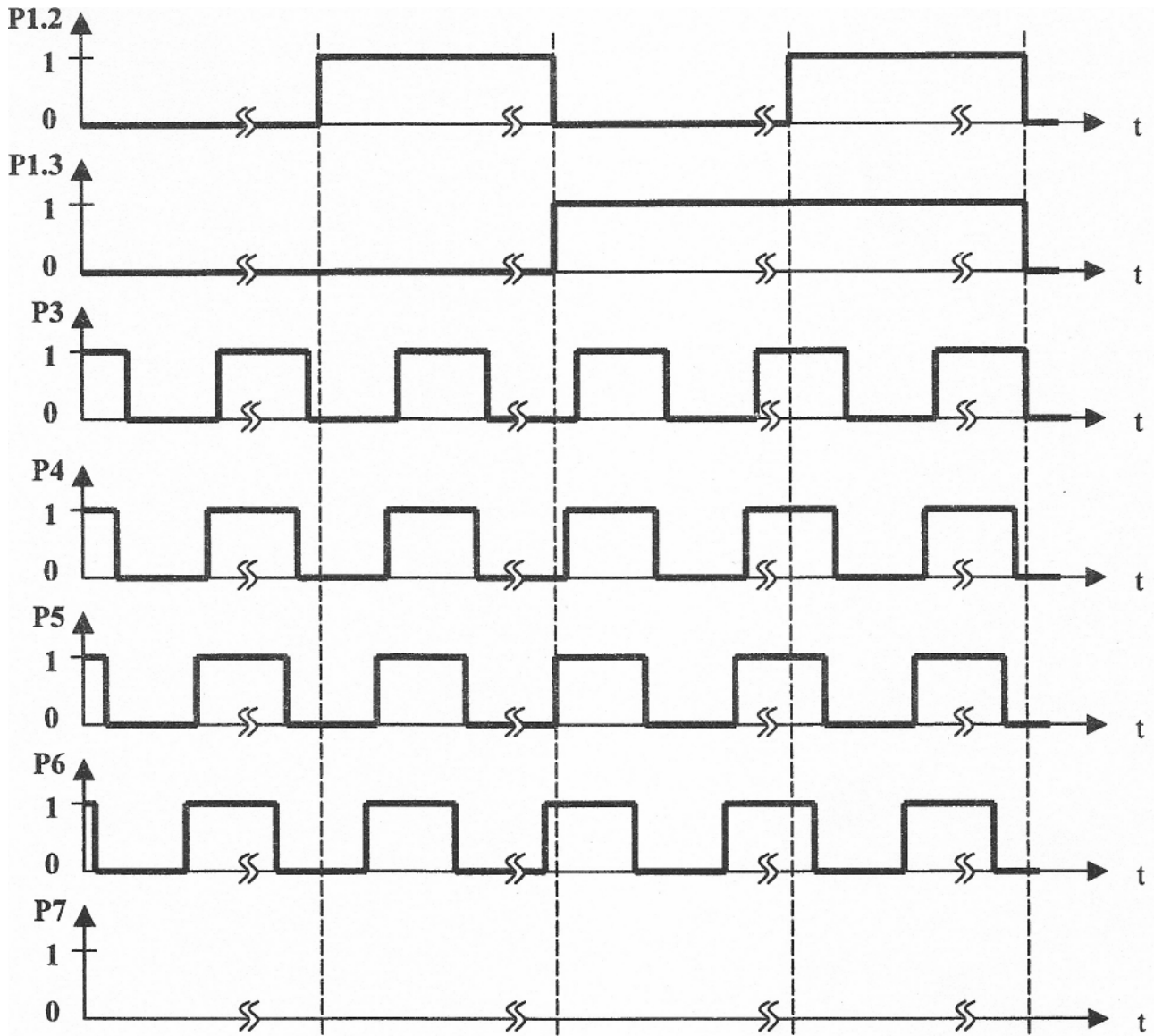
C-1-3 Même question pour P1.3

.....

C-2 Chronogrammes.

C-2-1 Tracer le chronogramme du signal au point P7 :

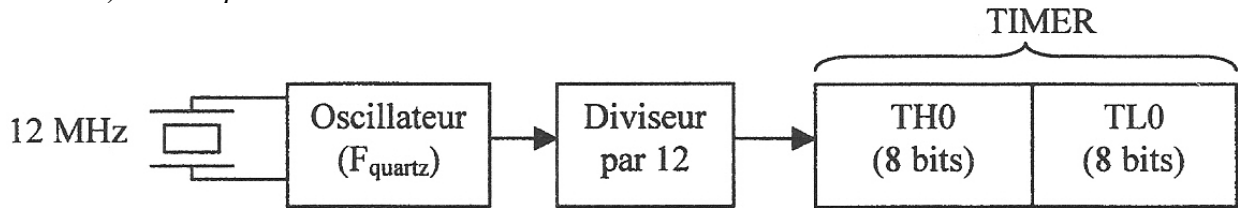
Les chronogrammes abordés dans cette étude ont été simplifiés pour les besoins de l'épreuve et ne correspondent pas aux signaux réels (en particulier, la commutation des signaux P1.2 et P1.3 se fait à une cadence beaucoup plus lente que celle des signaux provenant des capteurs).



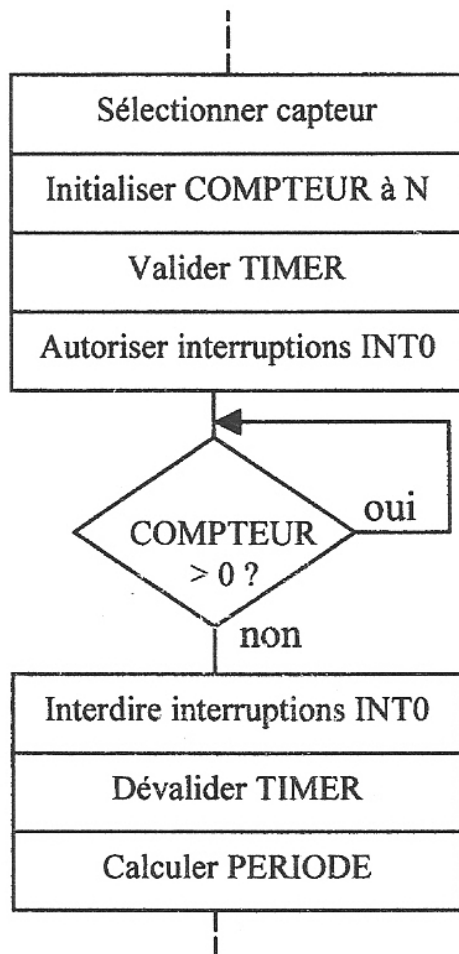
C-2-2 Sachant que la mesure de période débute sur le premier front descendant du signal d'interruption INTO suivant la commutation de P1.2 ou P1.3, représenter au bas du chronogramme de P7, les dates (t1 à t4) de début de chacune des mesures (t1: début mesure capteur C1, t2 : début mesure capteur C2, etc.).

C-3 Approche du programme de mesure de période.

Le temporisateur programmable (timer) du microcontrôleur est configuré en compteur 16 bits (TL0 : octet de poids faible, TH0 : octet de poids fort). Dès sa validation et tant qu'il reste validé, il compte les périodes d'horloge du microcontrôleur dont la fréquence est celle du quartz ($F_{\text{quartz}} = 12\text{MHz}$) divisée par 12 :

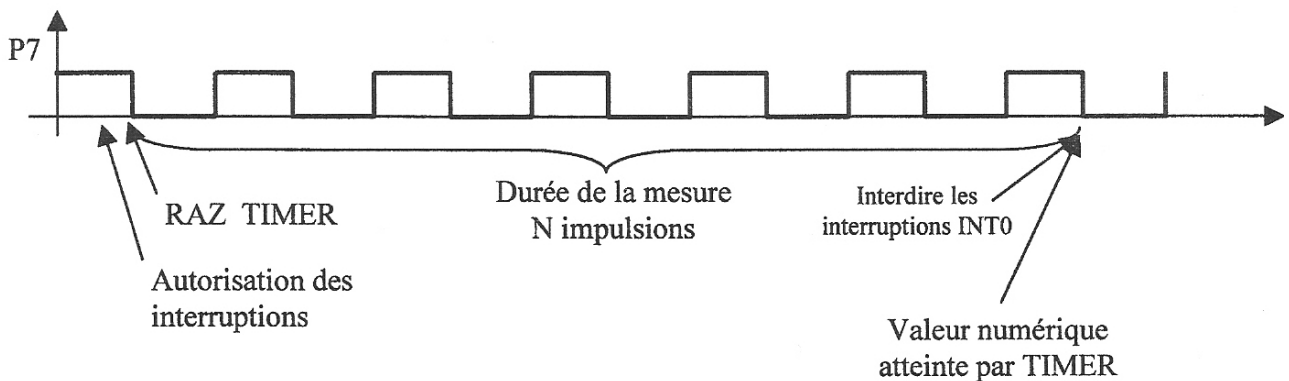


Le sous-programme de mesure, appelé dans la boucle du programme principal exécuté par le microcontrôleur est organisé de la façon suivante :

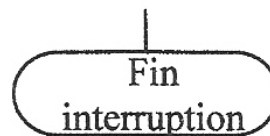
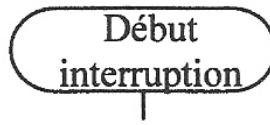


COMPTEUR est une variable permettant le décompte des périodes chronométrées. *N* est le nombre de périodes à chronométrer.

Les interruptions *INT0* se produisent, lorsqu'elles sont autorisées, sur les fronts descendants du signal au point *P7* (signal provenant du capteur sélectionné).



- C-3-1** Proposer un algorithme du programme d'interruption sachant que celui-ci doit :
- assurer la mise à zéro de TIMER lors du premier front sur INT0 (choisissez un test portant sur la valeur de COMPTEUR),
 - gérer la variable COMPTEUR.



A la fin du sous-programme de mesure, le microcontrôleur obtient le nombre NTT correspondant à la durée de N périodes du signal capteur.

On notera $T = 1 / F$: période du signal capteur

$T_m = N \cdot T = N / F$: durée de la mesure

NTT : Valeur numérique acquise par le microcontrôleur en fin de mesure correspondant à la valeur atteinte par le timer configuré en compteur 16 bits.

NTT_{mini} : Valeur numérique acquise pour le capteur sec ($F = F_{max} = 8,2\text{kHz}$)

NTT_{max} : Valeur numérique acquise pour le capteur totalement immergé ($F = F_{mini} = 6\text{ kHz}$)

C-3-2 Exprimer la durée T_m en fonction du résultat NTT et de la fréquence F_{quartz} (Utiliser la représentation fonctionnelle du timer). On précise que le nombre NTT correspond en fait au nombre de périodes à l'entrée du TIMER pendant la durée de mesure, et que ces périodes valent $12 T_{\text{QUARTZ}}$ soit $12 / F_{\text{QUARTZ}}$

.....

.....

.....

C-3-3 En déduire la relation entre NTT, la fréquence F_{QUARTZ} , la fréquence F du signal et N.

.....
.....
.....

De façon à produire un résultat proportionnel au niveau d'immersion du capteur, le microcontrôleur calcule la différence $m = NTT - NTT_{\text{mini}}$

C-3-4 Exprimer m en fonction de N, F_{QUARTZ} , F et Fmax

.....
.....
.....

C-3-5 Choisir N (nombre de périodes à chronométrer) de façon à ce que la valeur m soit définie sur 8 bits maximum.

.....
.....
.....
.....
.....

D1-1 Donner, en remplissant le tableau suivant, la valeur de la tension V_{P8} obtenue au point P8 (par rapport à la masse OVA) en fonction de la valeur binaire de M. (voir document AD7528)

Calculs nécessaires :

.....

.....

.....

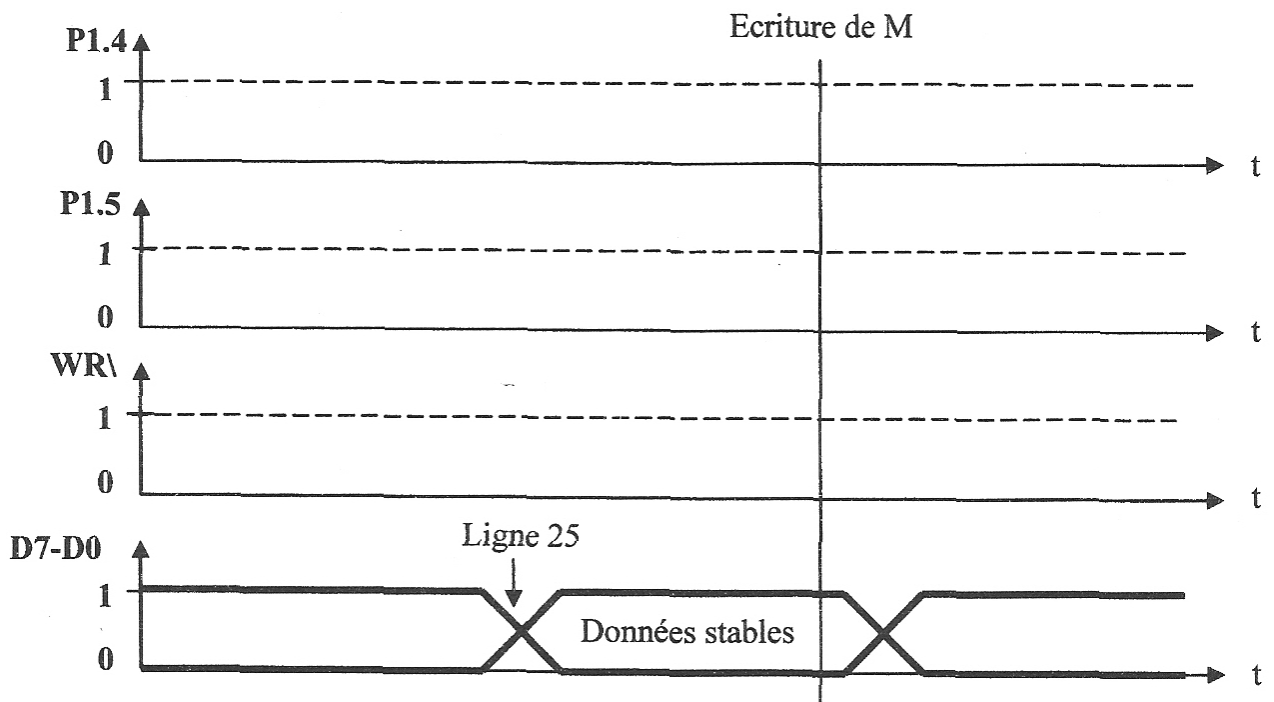
.....

.....

.....

Valeur binaire de M	VP8 (volts)
1 1 1 1 1 1 1 1	
1 0 0 0 0 0 0 0	
0 0 0 0 0 0 0 1	
0 0 0 0 0 0 0 0	

D1-2 Compléter, de manière qualitative (sans quantifier les valeurs temporelles), le chronogramme suivant, décrivant les signaux produits par le microcontrôleur M6 lors d'une écriture de la valeur M dans le canal B du CNA M11 :



On donne (en langage C) l'extrait du programme d'écriture de la valeur M :

```

1      /* Ecriture d'une valeur 0..255 sur le DAC correspondant,
2      gauche ou droite. */
10     #include "jaugeur.h"
11
12     unsigned char xdata dac;           //accès à D7...D0
13
15     void afficher_consigne(byte val,byte aile)
16     {
17 1      /*-- Selectionner DAC concerné */
18 1
19 1      if (aile == GAUCHE) select_dac = 0;
20 1      else select_dac =1;
21 1
22 1      /*-- Poser valeur sur le BUS */
23 1
24 1      cs_dac = 0;
25 1      dac = val;
26 1      cs_dac = 1;
27 1      }

```

D1-3 Représenter par des flèches, dans le tableau suivant, la correspondance entre les repères utilisés dans le sujet et ceux utilisés dans le logiciel :

Repères du sujet	Repères du logiciel
M	cs_dac
P1-4	select_dac
P1-5	val

D1-4 Reporter, quand c'est possible, sur le chronogramme précédent D1-2 (comme il a été fait pour D7-D0) le numéro de la ligne du programme associée au changement d'état des signaux.

D-2 Réglage des déviations maximales et minimales des galvanomètres.

Le dernier réglage, effectué avec les potentiomètres P1 et P2, consiste à faire coïncider l'aiguille de chaque galvanomètre avec la graduation adéquate (4/4 pour le plein et 0 pour le réservoir vide). L'étude est toujours limitée au réservoir de l'aile gauche.

D-2-1 Préciser le régime de fonctionnement de M2 : B et en déduire le potentiel du point P13

Justification :

.....

$V_{P13} =$

D-2-2 Quelle fonction réalise le circuit **M9:A** lorsque la diode **D10** conduit ?

.....
.....
.....

D-2-3 Que vaut la tension V_{P10} obtenue au point **P10** lorsque la diode **D10** est bloquée ?

Justification :

.....
.....
.....

$V_{P10} =$

On considère que la tension V_{P8} peut varier de 5 volts à 0 volt (de façon relativement lente comme le volume de carburant). L'étude peut donc se faire en statique.

D-2-4 Montrer que l'expression de V_{P9} en fonction de V_{P8} peut se mettre sous la forme :

$$V_{P9} = (1+A_1) \cdot 2,5 - A_1 \cdot V_{P8}$$

Préciser l'expression de A_1 .

Sachant que P1 est réglé de manière à obtenir $A_1 = 1,25$, tracer la courbe représentative de V_{P9} page 19.

Calculs nécessaires :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

$V_{P9} =$

D-2-5 Dédire du résultat précédent l'expression de V_{P11} en fonction de V_{P8} et de A_2 à préciser.

Sachant que P2 est réglé de manière à obtenir $A_2 = 1$.

Tracer la courbe représentative de V_{P11} page 19.

.....
.....
.....
.....
.....

$V_{P11} =$

Pour la suite on considère que D10 est passante pour $V_{P9} > 2,5V$ et que D11 est passante pour $V_{P11} < 2,5V$.

D-2-6 Montrer que, lorsque la diode D10 conduit, l'expression de V_{P14} en fonction de V_{P9} peut se mettre sous la forme : $V_{P14} = 5 - V_{P9}$

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

On admettra que, de la même façon, $V_{P14} = 5 - V_{P11}$, lorsque la diode D11 conduit.

D-2-7 A partir des courbes représentatives de V_{P9} et V_{P11} , compléter V_{P14} pour montrer l'efficacité du réglage effectué.

Indiquez sur le chronogramme, les zones de conduction de chacune des diodes D10 et D11.

Conclure en montrant que les potentiomètres P1 et P2 permettent de faire coïncider l'aiguille de chaque galvanomètre avec la graduation adéquate (4/4 pour le plein et 0 pour le réservoir vide).

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Chronogrammes

