BACCALAUREAT GENERAL
Session 2008
Série S SI

ETUDE D'UN SYSTEME PLURITECHNIQUE

Coefficient : 4 Durée de l'épreuve : 4 heures

Aucun document n'est autorisé.

Le matériel autorisé comprend toutes les calculatrices de poche, y compris les calculatrices programmables alphanumériques ou à écran graphique, à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante, conformément à la circulaire n°99-181 du 16 novembre 1999.

Les réponses seront communiquées sur documents réponses et feuilles de copie.
Il est conseillé de traiter les différentes parties dans l'ordre.

POUSSE SERINGUE P300

Composition du sujet et sommaire

- **Un dossier "TEXTE DU SUJET" de 11 pages numérotées de 1 à 11 comportant** :

- Présentation du système pages 1 à 3
- Analyse fonctionnelle page 4
- Validation de la surveillance de la pression de perfusion pages 4 à 6
- Validation de la surveillance du microcontrôleur pages 7 et 8
- Commande de déplacement de la seringue pages 9 et 10
- Analyse du système de débrayage page 11

- **Un dossier "DOCUMENTS TECHNIQUES" : documents DT1 à DT8.**
- **Un dossier "DOCUMENTS REPONSES" : documents DR1 à DR4.**

Conseils au candidat :

Vous vérifierez que vous disposez bien de tous les documents définis dans le sommaire.
La phase d'appropriation d'un système pluritechnique passe par la lecture attentive de l'ensemble du sujet.
Il est fortement conseillé de consacrer au moins 20 minutes à cette phase de découverte.

POUSSE SERINGUE P300

PRESENTATION

1. Mise en situation

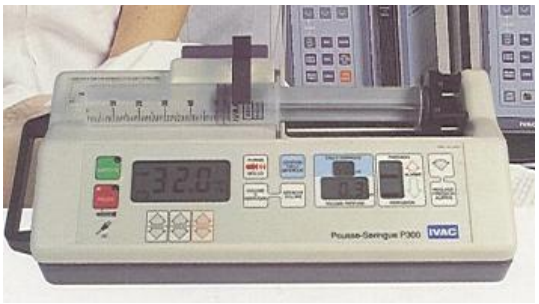
L'efficacité de l'administration d'un médicament n'est pas seulement fonction de la quantité injectée mais aussi du mode d'injection. En effet, la répartition du produit perfusé dans l'organisme va se faire de façon totalement différente suivant que l'on effectue :

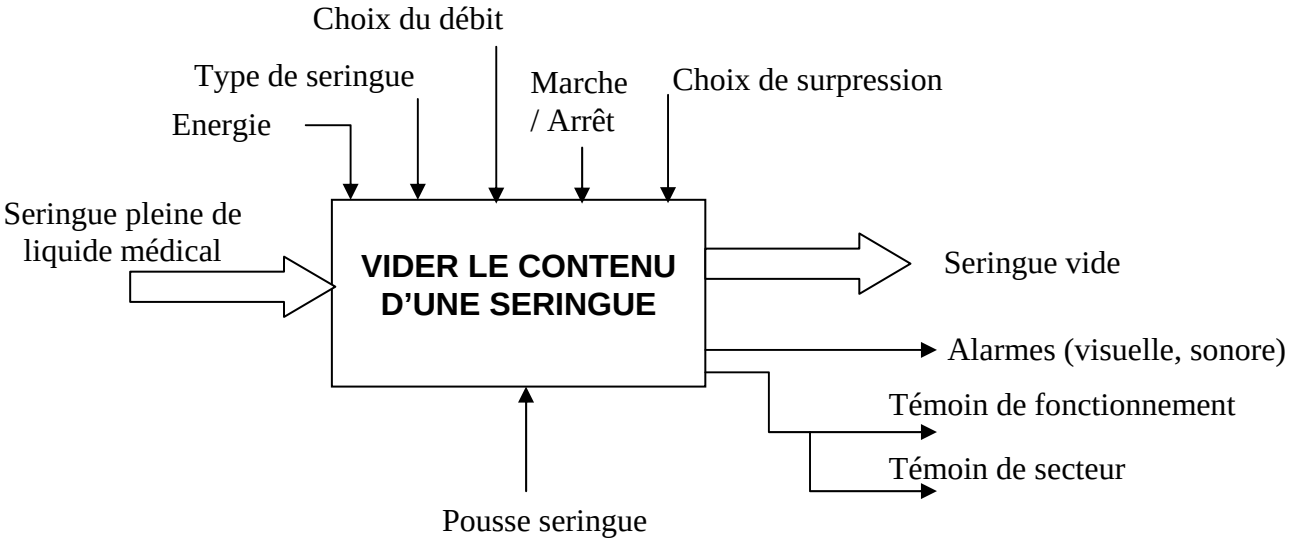
- une injection unique ;
- des injections répétées destinées à être administrées immédiatement ;
- une perfusion continue.

Dans certains cas, la quantité de produit administré par injection à un patient doit être fractionnée dans le temps.
La prise en une seule injection du médicament ne permet pas de maintenir un effet optimal et constant de l'action thérapeutique. Au cours des premières minutes qui suivent une injection unique la concentration peut atteindre une valeur élevée, pouvant provoquer dans certains cas des incidents graves.
C'est pourquoi on lui préfère la méthode des injections multiples à doses réduites, administrées en continu ou à intervalles de temps régulièrement espacés. Cependant l'injection à intervalles de temps régulièrement espacés présente les inconvénients suivants :

- accroissement du nombre de manipulations et des risques d'erreurs ;
- interventions plus fréquentes du personnel infirmier ;
- augmentation des risques septiques ;
- contraintes pour le patient.

De plus, l'utilisation du pousse seringue pour des injections continues permet une injection lente et très précise de l'agent thérapeutique.





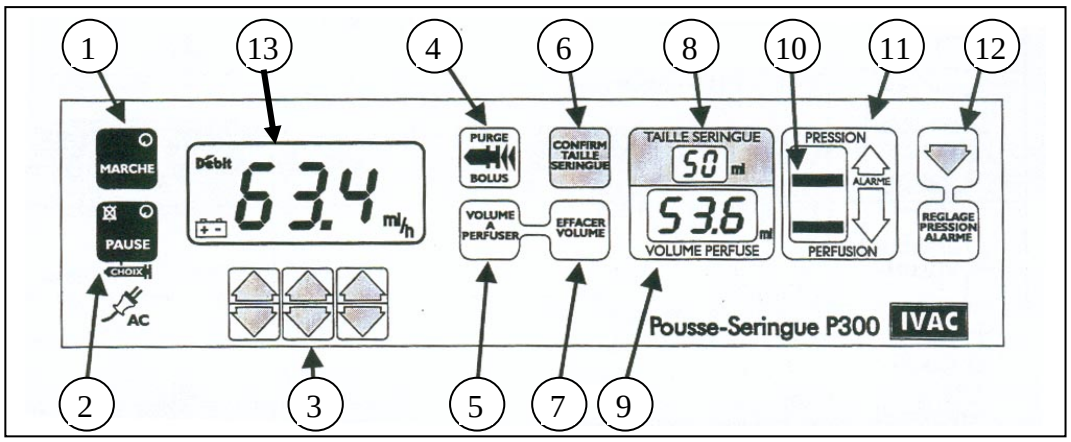
2. Mise en fonctionnement

Le pousse seringue P300 a été spécialement conçu pour les perfusions difficiles, à haut risque, où il est capital d'exercer une surveillance constante de la pression de perfusion et de pouvoir régler les seuils d'alarme en fonction du patient, par exemple chez l'enfant ou le nouveau né.

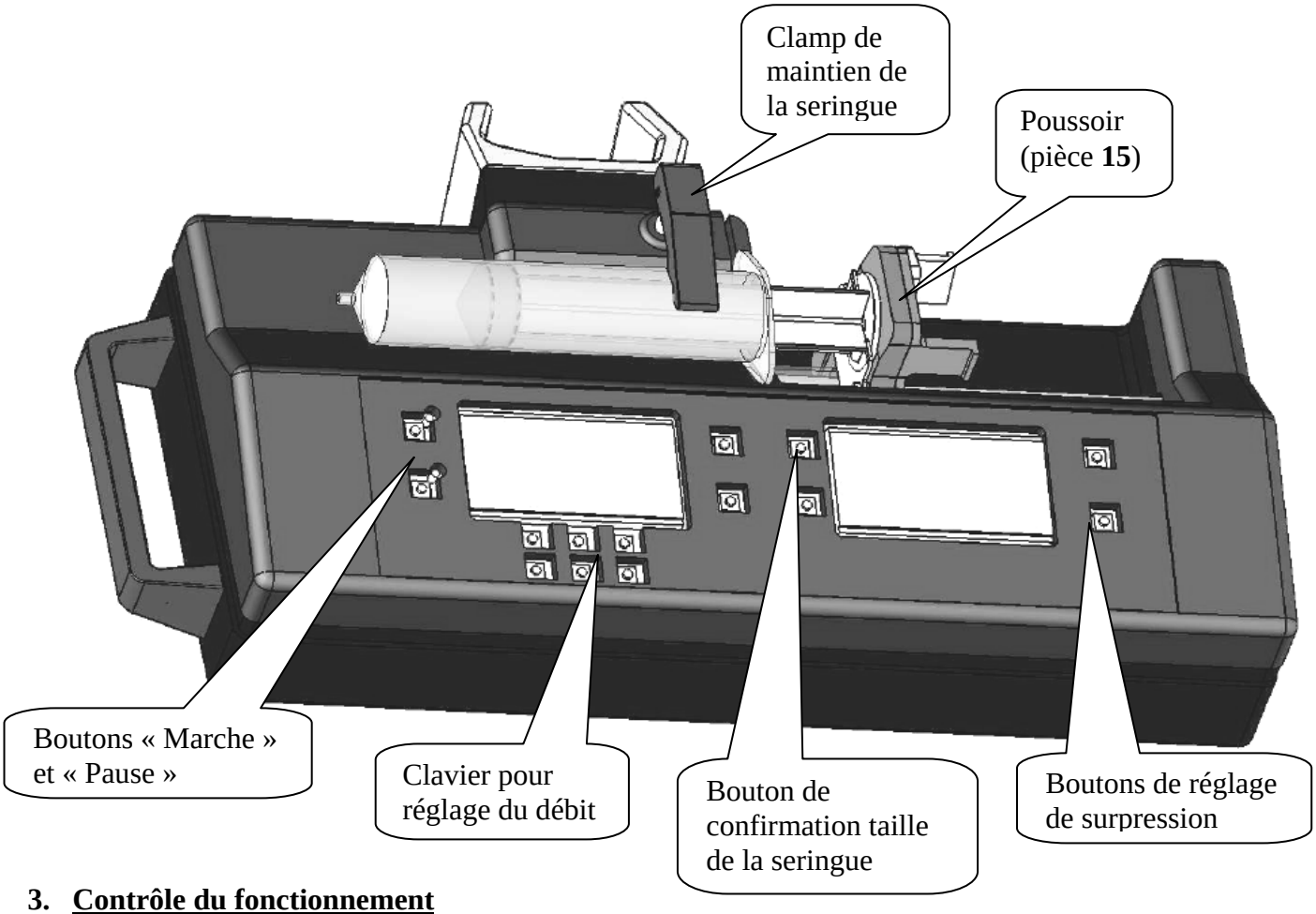
La procédure de mise en fonctionnement est la suivante :

- charger la seringue ;
- relier l'appareil au secteur ;
- vérifier la taille de la seringue (afficheur LCD) et appuyer sur « CONFIRM » ;
- appuyer sur la touche « PURGE /BOLUS » jusqu'à ce que le liquide s'écoule et que l'amorce du prolongateur soit complète ;
- à l'aide des boutons de débit HAUT/BAS, régler le débit (ml/h) ;
- relier le prolongateur au patient et appuyer sur « MARCHE » pour lancer la perfusion ;
- le témoin vert « marche » clignote pour indiquer que le pousse seringue fonctionne.

Le pousse seringue continuera de perfuser le contenu de la seringue au débit sélectionné jusqu'à ce que la seringue soit presque vide, que l'on appuie sur pause ou que survienne un état d'alarme entraînant l'arrêt automatique.



1 bouton et témoin MARCHE	8 affichage de la taille de la seringue
2 bouton et témoin PAUSE	9 affichage du volume perfusé
3 boutons de sélection du DEBIT	10 affichage de la pression de PERFUSION
4 bouton PURGE/BOLUS	11 niveau d'alarme par défaut
5 bouton VOLUME A PERFUSER	12 bouton réglage PRESSION ALARME
6 bouton CONFIRM TAILLE SERINGUE	13 affichage à cristaux liquides
7 bouton EFFACER VOLUME	



3. Contrôle du fonctionnement

Des systèmes de contrôle par microcontrôleur assurent l'exactitude des performances tandis qu'un ensemble complet d'alarmes et de témoins offrent une sécurité optimale au patient. En cas de fonctionnement anormal, des alarmes sonores et visuelles se déclenchent. Des messages apparaissant sur l'afficheur à cristaux liquides permettront à l'utilisateur de déterminer rapidement la cause de l'anomalie. Une liste non exhaustive des différents messages affichés en cas d'anomalie est donnée ci-dessous :

- **dES :** mécanisme d'entraînement du pousse seringue désengagé ;
- **Ser :** seringue incorrecte ;
- **OCC :** pression de perfusion excessive ;
- **FIN :** fin de perfusion ;
- **BAT :** batterie déchargée ;
- **Er0-9 :** disfonctionnement interne.

4. Extrait du cahier des charges

DEBIT DE PERFUSION	0,1 ml/h - 99,9 ml/h seringues de 50 ml, 30 ml, 20ml 0,1 ml/h – 39,9 ml/h seringues de 10 ml
AUGMENTATION DU DEBIT	Par palier de 0,1 ml/h
VOLUME A PERFUSER	0,1ml - 99,9 ml par palier de 0,1 ml
MODE FONCTIONNEMENT	continu
EXACTITUDE	Linéarité + ou – 1% Volumétrique + ou – 2%
PRESSION DE PERFUSION MAXIMUM	Réglable entre 375 mmHg et 850 mm de mercure (soit entre 0,5 bars et 1,13 bars)
AUTONOMIE DE LA BATTERIE	15 heures à pleine charge à 25 ml/h à 20° C
TYPES DE SERINGUE	Seringues de type et taille indiqués sur le pousse seringue
CONDITIONS D'ALARME	Voir paragraphe précédent

1ème PARTIE ANALYSE FONCTIONNELLE

Après avoir lu la présentation générale, répondre aux questions suivantes :

1-1.1 Pourquoi le pousse seringue est-il nécessaire lors d'injections continues ?

1-1.2 Quels sont les éléments de la face avant du pousse seringue permettant de sélectionner le débit ? Indiquer la valeur maximale réglable.

1-1.3 De quelle manière l'infirmière peut-elle être avertie et détecter une anomalie de type pression de perfusion excessive ?

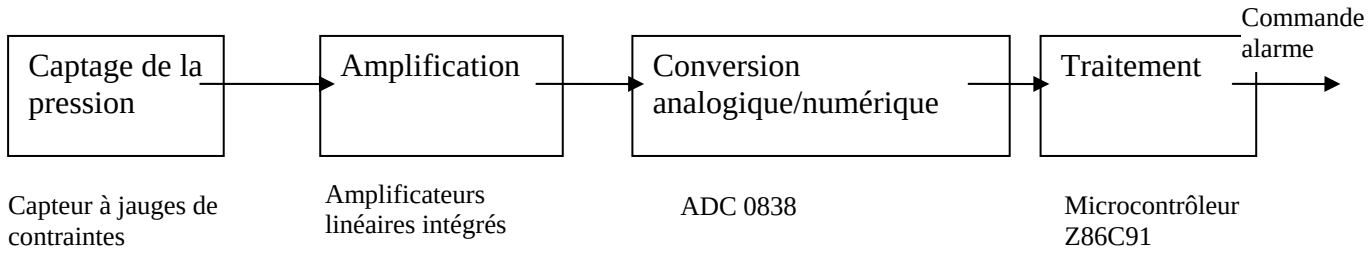
1-1.4 Pour la fonction principale, compléter le diagramme FAST sur le document réponse DR1, en vous aidant du document DT1.

2ème PARTIE SURVEILLANCE DE LA PRESSION DE PERFUSION

Ce pousse seringue est équipé d'un système de surveillance exclusif de la pression de perfusion qui surveille en permanence la pression à laquelle la seringue est actionnée pendant la perfusion.
Si le déroulement de la perfusion est gêné, par exemple par un robinet fermé ou une occlusion* du cathéter**, au point que la pression de perfusion atteigne le seuil d'alarme préréglé, le pousse seringue s'arrête automatiquement et l'alarme se déclenche.

Il s'agit de déterminer de quelle manière la pression de perfusion est détectée et conditionnée pour délivrer une information exploitable par le microcontrôleur dans le but de déclencher l'alarme en cas de surpression.

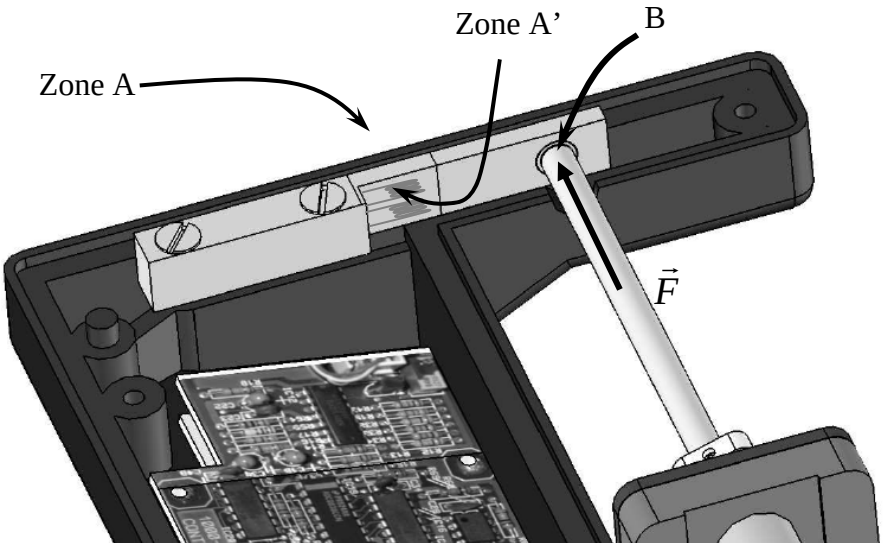
Le schéma suivant montre l'architecture de la chaîne de traitement de la pression :

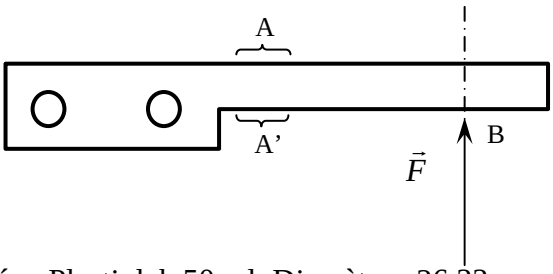


** : fermeture d'un canal.*
*** : tuyau souple et fin introduit dans une veine.*

1. Captage de la pression (document technique DT2)

Modélisation et données :





- Seringue utilisée : Plastiplak 50 ml, Diamètre : 26,33 mm.
- La surpression dans la tubulure (et dans la seringue) vaut 0,55 bars soit $0{,}55.10^5$ Pa.
- A et A' sont les zones où sont collées les jauges de contraintes.
- B est le point où est appliqué l'effort $\vec{F}$ de la tige sur le capteur. Cet effort est dû à la pression dans la seringue.

2-1-1 En utilisant la documentation technique DT2, expliquer comment une déformation de la jauge de contraintes entraîne une variation proportionnelle de la résistance du fil. On suppose que la variation de la section est négligeable.

2-1-2 La documentation du capteur utilisé est donnée sur le document technique DT2. Dans notre application, le capteur est alimenté sous une tension de 5V. Donner la sensibilité nominale du capteur annoncée par le constructeur. En déduire sa sensibilité.

2-1-3 Déterminer la norme de l'effort $\vec{F}$ appliqué sur le capteur lorsque la surpression est atteinte.

2-1-4 Calculer la tension V_{capt} pour les différentes pressions données dans le document (réponse sur DR2), en utilisant DT2. Compléter la colonne Vcapt de ce document.

En Résistance des Matériaux, la déformation correspond à un allongement relatif (variation de longueur divisée par la longueur initiale). Une déformation relative est donc sans unité.

2-1-5 En observant les résultats des déformations subies par la pièce (DT3), la position des jauges de contraintes en A et en A'(qui permettent de déterminer l'effort dû à la surpression en B) est-elle judicieuse ? Pourquoi ?

2-1-6 Les jauges de contraintes étant collées sur la pièce, quelle est la (ou les) déformation(s) subie(s) par ces dernières ? Sont-elles tendues ou comprimées ?

2-1-7 On se propose de démontrer l'intérêt de placer des jauges de chaque côté. Pour chaque cas suivant, lors d'une déformation, exprimer Vcapt en fonction de Valim, dR, R. Conclure.

1er cas : 2 jauges d'un seul coté :	2ème cas : 2 jauges de chaque coté :
R1=R3=R+dR (jauges en élongation)	R1=R3=R+dR (jauges en élongation)
R2=R4=R (résistances fixes)	R2=R4=R-dR (jauges en compression

Remarque : dR est négligeable devant 2R ***Soit 2R+dR ≅ 2R***

2. Amplification

Le schéma utilisé pour l'étude est donné sur le document technique DT4. Il est constitué de 2 étages en cascade.

2-2-1 On s'intéresse d'abord à l'étage 1. Calculer VA et VB en fonction de Ve1 et Ve2.

2-2-2 Utiliser la même démarche pour l'étage 2 de manière à obtenir VC en fonction de VA et VB.

2-2-3 A partir des résultats précédents, en déduire l'expression de VC en fonction de Vcapt. Quelle est la valeur numérique de l'amplification réalisée par l'ensemble des 2 étages amplificateurs ?

2-2-4 Compléter la colonne correspondant à VC dans le document réponse DR2.

3. Conversion analogique/numérique

La description du convertisseur analogique numérique est donnée sur le document technique DT4.

2-3-1 Pourquoi est-il nécessaire d'utiliser un convertisseur analogique numérique ?

2-3-2 Calculer la valeur du quantum. Justifier la présence de l'amplificateur.

2-3-3 Donner l'état logique des bits ODD/SIGN, select0 et select1 pour que la tension VC soit convertie.

2-3-4 Calculer la valeur de l'information de sortie N du convertisseur en décimal (arrondir à l'entier supérieur) en binaire, puis en hexadécimal. Compléter le document réponse DR2.

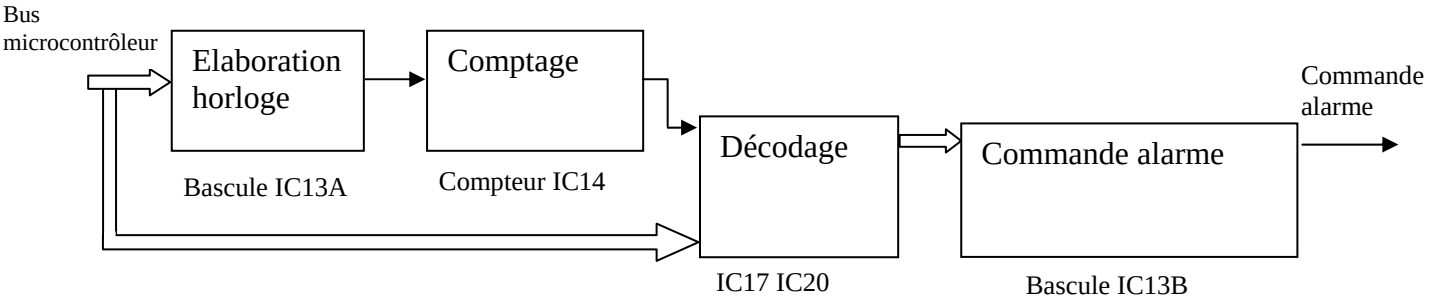
2-3-5 Le microcontrôleur traite l'information de sortie du convertisseur. Il commande le circuit d'alarme si la valeur hexadécimale correspondante est supérieure à $22. Compléter le DR2 colonne « Alarme » et conclure quant au déclenchement de l'alarme en cas de surpression.

3ème PARTIE SURVEILLANCE DU MICROCONTROLEUR PAR « CHIEN DE GARDE »

Nous avons vu dans la présentation générale qu'après calibrage du pousse seringue, il était nécessaire de surveiller un certain nombre de paramètres afin de garantir une perfusion correcte. C'est le rôle du microcontrôleur. Lorsque le microcontrôleur fonctionne normalement (exécute correctement son programme) il envoie régulièrement des informations sur ses bus de contrôle, d'adresses et de données.
Par contre si le microcontrôleur se trouve bloqué dans une boucle, l'activité sur les bus disparaît (les signaux ne changent plus d'état) et il est nécessaire d'avertir l'infirmière en déclenchant l'alarme.
C'est le rôle du « chien de garde » de surveiller cette activité. Il contrôle également que l'horloge du microcontrôleur ne dérive pas.

Il s'agit de vérifier que l'alarme se déclenche en un certain temps (entre 10 et 20 ms) après la disparition de l'activité des signaux D0 (bus de données) ou CS (bus d'adresses).

Le schéma suivant montre l'architecture de la chaîne d'élaboration du chien de garde :



1. Elaboration horloge

Le schéma du circuit est donné sur le document technique DT5. Les caractéristiques temporelles des signaux CS et D0 sont données sur le document réponse DR2.

3-1-1 Sur le document réponse DR2, repérer la période T de CS. Quelle est sa valeur ?

3-1-2 En utilisant le document constructeur de la bascule DT5, indiquer la transition du signal C1 qui fait changer d'état la sortie Q ? A quelle condition passe-t-elle à 0, puis à 1 ?

3-1-3 Compléter le chronogramme de H et de H100 sur le document DR2 (pour RESET = 5 V).

3-1-4 Quelles sont la période et la fréquence de H100 ?

2. Comptage

3-2-1 En utilisant les informations du document technique DT5, donner la fréquence de comptage du circuit 4060 (identique à la fréquence du quartz) ? En déduire la période de l'horloge.

3-2-2 Quelle est l'influence du signal H100 sur le compteur ?

3-2-3 Compléter le document réponse DR3 qui donne la valeur binaire du compteur en fonction du nombre d'impulsions.

3-2-4 A partir du document réponse DR3, calculer le temps que met Q9 à passer à l'état logique 1 après une remise à zéro. Compléter le chronogramme de Q9 sur DR2.

3. Décodage

Le schéma du circuit de décodage est donné sur le document technique DT6.

3-3-1 Etablir l'expression logique de H_{alarme} en fonction de CS, D0, Q7, Q8, Q9 et CLR.

3-3-2 En utilisant le document réponse DR2, donner l'état logique de CS lorsque le microcontrôleur est bloqué.

3-3-3 Simplifier l'expression logique trouvée précédemment (CLR=1).

4. Commande alarme

Le schéma du circuit de commande de l'alarme est donné sur le document technique DT6.

3-4-1 Compléter le chronogramme du signal C_{de} alarme sur le document réponse DR2.

3-4-2 Quel message apparaît sur l'afficheur à cristaux liquides ?

3-4-3 L'alarme se declenche-t-elle entre 10 et 20 ms après la disparition de l'activité des signaux ?

4ème PARTIE COMMANDE DE DEPLACEMENT DE LA SERINGUE

Compte tenu des exigences du cahier des charges quant à la précision du volume perfusé et du débit, il est nécessaire de contrôler le déplacement de la seringue.
La commande de déplacement s'effectue au moyen d'un moteur à courant continu, équipé d'un réducteur et d'un système de transformation de mouvement. La rotation du moteur est contrôlée grâce à deux capteurs photoélectriques.

Il s'agit de déterminer comment connaître la vitesse de rotation du moteur à partir des informations des capteurs et de valider le choix de l'ensemble moto-réducteur.

1. Calcul de la vitesse de rotation du moteur

La seringue utilisée a un diamètre de 26,33 mm.
Le débit sélectionné est de 99 ml/h.
La vis a un pas de 1 mm/tour.
Le moteur a pour référence « FAULHABER (Germany)1624 5024 S - 67- 484 » et le réducteur « MINIMOTOR SA (Swiss) - 16/5 - 485 : 1- K172 - 225 – 941528 ». (DT7)
Le rapport de transmission donné dans le document constructeur correspond à $\frac{\omega_{entrée}}{\omega_{sortie}} = \frac{485}{1}$.

4-1-1 Calculer la vitesse de déplacement de la seringue.

4-1-2 En déduire la vitesse de rotation du moteur.

2. Etude du codeur optique incrémental

Le codeur optique incrémental rotatif est constitué de 2 capteurs photoélectriques représentés sur le document technique DT8.

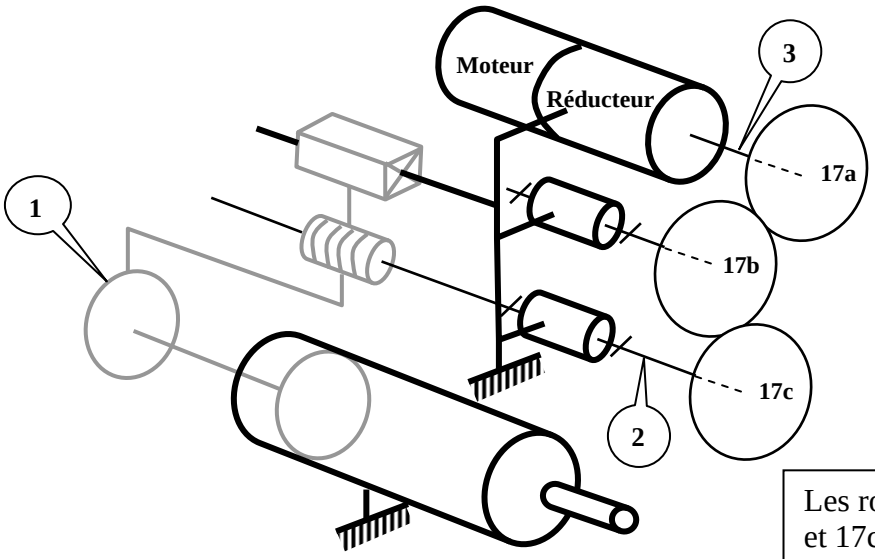
4-2-1 A partir de la fiche technique du capteur, donner l'état logique de la sortie S en présence puis en absence d'un objet.

4-2-2 On s'intéresse maintenant aux signaux de sortie des capteurs (S4 pour SW4 et S5 pour SW5) lorsque le moteur tourne. Compléter les chronogrammes sur le document réponse DR3.

4-2-3 Les signaux S4 et S5 ont une période de 41ms. Calculer la vitesse du moteur. Comparer au résultat de la question 4-1-2.

3. Etude du Moto-réducteur

Schéma cinématique de la transmission du moteur jusqu'à la tige de la seringue :



Les roues dentées 17a, 17b et 17c ont les mêmes caractéristiques :

- module m = 0,5
- nombre de dents Z = 35

Rendements des différentes liaisons :

- ✓ Rendement d'une liaison pivot : η_p= 0,8.
- ✓ Rendement d'une liaison glissière : η_g= 0,7.
- ✓ Rendement d'une liaison hélicoïdale (vis-écrou) : η_v= 0,5.
- ✓ Rendement d'une liaison engrenage cylindrique : η_e= 0,8.
- ✓ Rendement du réducteur (cf. DT7) : η_{red}= 0,59.

L'effort maximal qui doit être développé pour pousser la tige de la seringue correspond à une pression de perfusion de 850 mm de mercure (d'après le cahier des charges). Dans ce cas l'effort sur la tige de la seringue vaut 61,5 N.

On prendra une vitesse d'avance de la seringue de 0,05 mm/s et une vitesse de rotation du moteur de 1455 tr/min. Ces vitesses correspondent au débit maximal de l'appareil.

4-3-1 Déterminer la puissance nécessaire en sortie sur la tige de la seringue au point référencé (1) sur le schéma.

4-3-2 Déterminer la puissance nécessaire sur la vis au point référencé (2) et en déduire le couple sur la vis.

4-3-3 En déduire le couple en sortie du réducteur et la vitesse de rotation au point référencé (3).

4-3-4 Déterminer alors le couple moteur.

4-3-5 En observant les documentations constructeur (DT7), justifier le choix du moteur et du réducteur.

5ème PARTIE ETUDE DU DISPOSITIF DE DEBRAYAGE

Lors de l'utilisation du pousse seringue, il est nécessaire de pouvoir changer de seringue simplement et rapidement (par exemple, lorsqu'une seringue est vide, il faut en remettre une pleine). Il faut donc ramener la partie qui pousse sur le piston de la seringue en position initiale. Cette opération se fait manuellement par débrayage en supprimant la liaison hélicoïdale (vis-écrou) entre la tige filetée et l'ensemble en translation.

Le but de cette étude est de vérifier le choix du ressort utilisé dans le système de débrayage.

Lors de cette opération, l'infirmier doit pouvoir débrayer en pinçant les pièces **16** et **15** entre le pouce et l'index (voir DT1).
La pièce **15** et la pièce **9** sont bloquées en rotation (cf. DT1 et DR4).
Les pièces **16** et **21** étant liées, leur rotation permet de déplacer l'écrou **4** et ainsi de supprimer temporairement la liaison hélicoïdale (vis écrou). L'infirmier peut alors déplacer l'ensemble (tout en maintenant **16** et **15** rapprochées) et ramener la tige en position initiale.

L'effort maximal fourni par l'infirmier durant cette opération, d'après le cahier des charges, ne doit pas excéder « 0,8 kg » soit 7,84 N.
Le ressort **53** permet de ramener et de maintenir l'écrou **4** en contact avec la tige filetée lorsque l'infirmier relâche la pièce **16**.
La goupille **85** est liée complètement avec l'écrou **4**. Lorsque celui-ci monte, elle déclenche le switch (capteur 6). La partie commande est alors informée du débrayage.

Les caractéristiques du ressort **53** sont les suivantes :

- Raideur : k = 6,75 N/mm
- Longueur à vide : L_0=19 mm.
- Rappel : $F = k.(L-L_0)$

5-1-1 Tracer schématiquement, sur le document réponse DR4, la position de l'écrou **4** lorsque l'infirmier débraye le système. Le débrayage correspond à une rotation de l'ensemble **(16 +21)** de 32°.

5-1-2 Relever la longueur L du ressort comprimé.

5-1-3 Déterminer l'effort fourni par le ressort dans cette position.

Pour la suite on prendra : F=54 N. Cet effort est également celui de l'écrou **4** sur la pièce **21**.

5-1-4 Représenter sur DR4 l'effort $\overrightarrow{F_{4/21}}$, en A' nouvelle position de A après débrayage.

5-1-5 Déterminer le couple nécessaire pour faire tourner la pièce **21**.

Remarque : *ce couple est égal à la norme du moment en O de* $\overrightarrow{F_{4/21}}$.

Sachant que l'infirmier agit sur la pièce **16** au point B et que la distance D vaut 40 mm :

5-1-6 En déduire l'effort fourni par l'infirmier pour débrayer le système.

5-1-7 En conclusion, le ressort est-il compatible avec le cahier des charges ?

5-1-8 Lorsque l'infirmier relâche la pièce 16, l'écrou redescend vers la vis. Quel risque y a-t-il pour le contact vis-écrou ? Justifier alors l'emploi du switch (capteur C6).

DT1

Capteur **C4**
Jauges de contraintes pour détection de surpression

Capteur **C5**
Réglette et capteur photoélectrique pour détection de pré-fin de course

Moto-réducteur

Carte électronique

Capteur **C2**
Photoélectrique pour détection de fin de course

Capteurs **C6**
Switch (actif lors du débrayage/embrayage) pour détection de la remise en position de l'écrou

Tige filetée

Capteurs **C3**
Photoélectriques pour détection de la vitesse

15

16

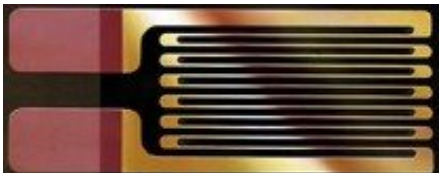
Capteurs **C1**
Potentiomètre (lié au clamp) pour détection de la seringue

Système de débrayage

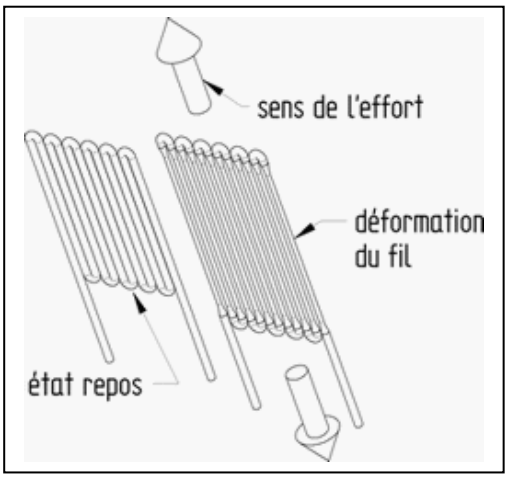
DT2

Principe de fonctionnement d'une jauge de contraintes

La jauge de contrainte repose sur le principe d'un fil que l'on déforme. Le fil, très fin, est placé préférentiellement longitudinalement par rapport à la déformation. En agissant par traction ou compression sur le fil, celui-ci devient plus ou moins long par rapport à son état repos. Cette variation de longueur (dl) modifie la résistance électrique du fil (dR). On mesure alors cette variation de résistance entre l'état repos et l'état sous contrainte.



Jauge de contrainte



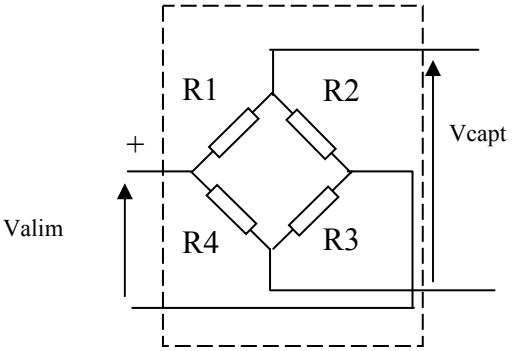
La résistance de la jauge est donnée par la formule : R= ρ $\frac{\ell}{S}$

ρ= résistivité du matériau qui est constante pour un matériau donné

ℓ =longueur du fil

S= section du fil

Les jauges de contraintes sont souvent associées par 4 sur un pont de Wheastone :



La tension de sortie du capteur est donnée par la formule :

Vcapt= Valim.($\frac{R3}{R3+R2}$ - $\frac{R4}{R4+R1}$)

Caractéristiques du capteur

CARACTERISTIQUES METROLOGIQUES.	Valeur	Unité
Etendue de mesure	100	N
Classe de précision		d. OIML
Précision nominale pour la pleine échelle du capteur	0,2	%
Plage de zéro initial	± 2,1	$mV.V^{-1}$
Retour à zéro après une charge	± 0,15	%
Dérive thermique de sensibilité	+360	$ppm.°C^{-1}$
CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES.		
Tension d'alimentation recommandée	5	volt continu
Tension d'alimentation maximale	10	volt continu
Sensibilité nominale	1,35	$mV.V^{-1}$
Impédance d'entrée	350 ± 27	Ω
Impédance de sortie	350 ± 25	Ω
CARACTERISTIQUES GENERALES.		
Surcharge admissible	150	%
Surcharge maximale	200	%
Température opérationnelle	-20 à +60	°C
Température compensée	-10 à +40	°C
Température de stockage	-40 à +70	°C
Degré de protection	IP60	

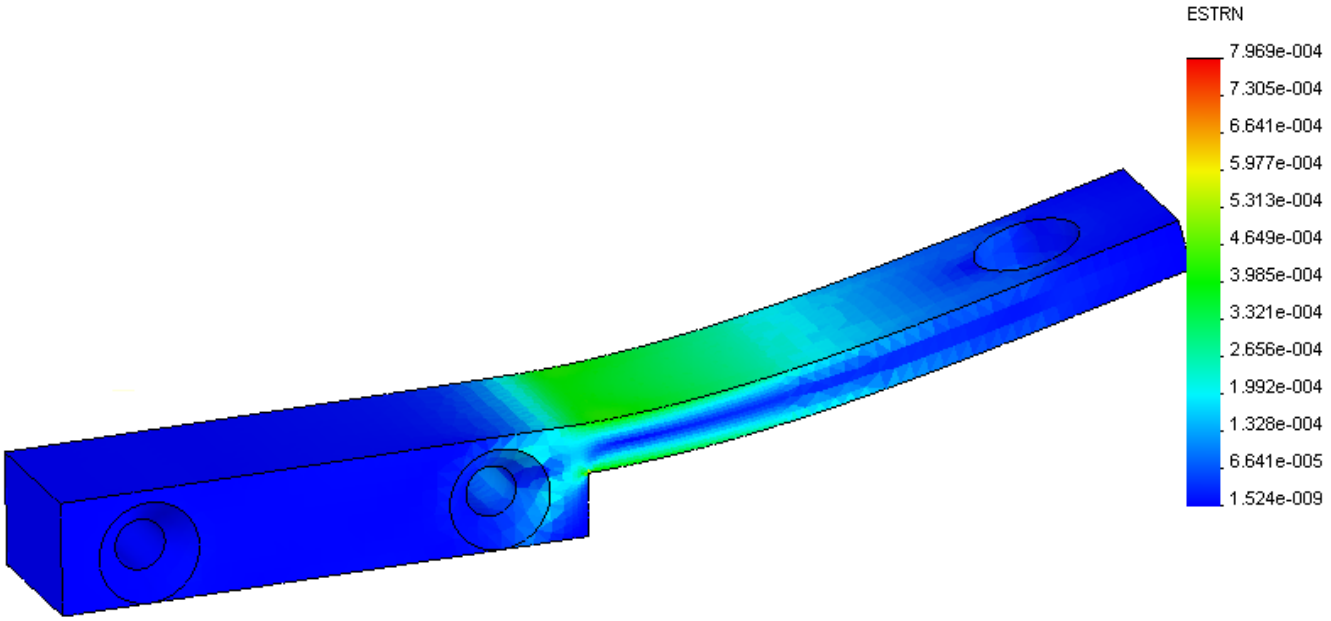
La sensibilité « s » du capteur traduit sa caractéristique entrée/sortie.
Elle s'exprime par la relation :

$$s = \text{sensibilité nominale} \times \frac{\text{Valim}}{\text{étendue de mesure}}$$

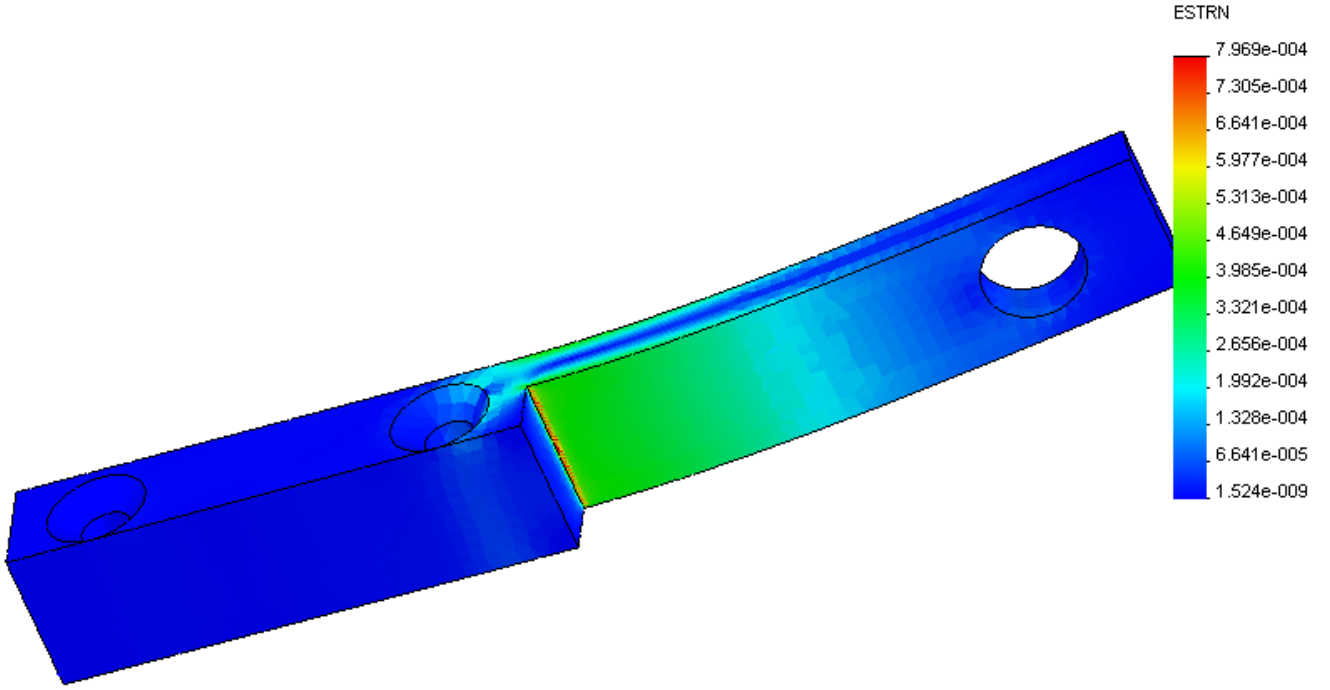
unités : mV/N

DT3

Nom du modèle: Capteur
Nom de l'étude: Etude 2
Type de tracé: Déformation statique Tracé1
Echelle de déformation: 43.7099



Nom du modèle: Capteur
Nom de l'étude: Etude 2
Type de tracé: Déformation statique Tracé1
Echelle de déformation: 43.7099

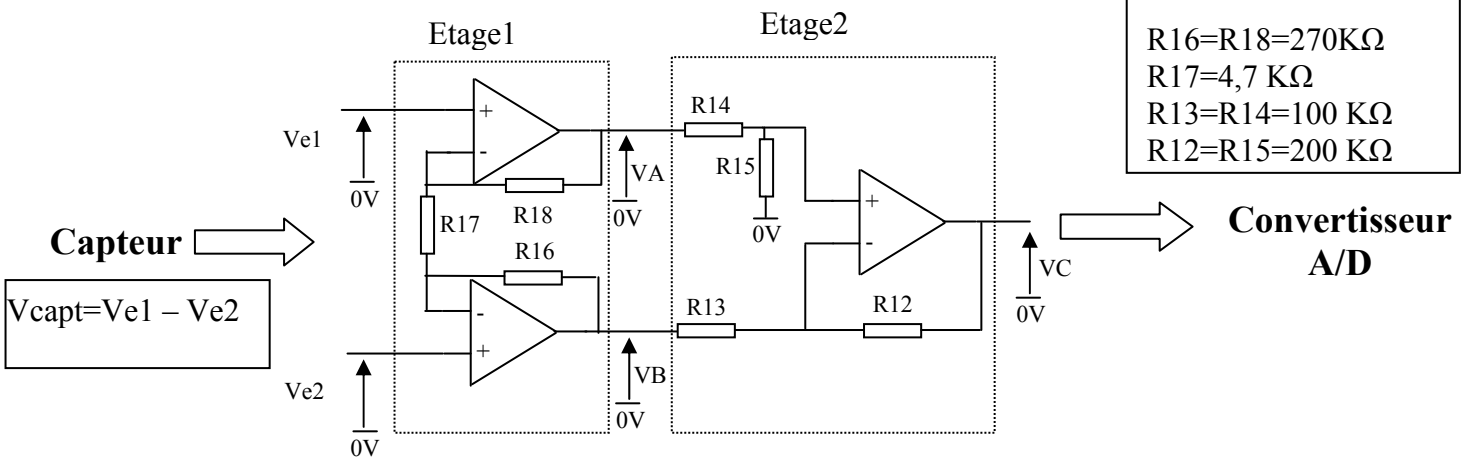


DT4

Le schéma de l'amplificateur à 2 étages est donné ci-dessous :

Valeur des résistances :

R16=R18=270KΩ
R17=4,7 KΩ
R13=R14=100 KΩ
R12=R15=200 KΩ



Expression des tensions de sortie en fonction des tensions d'entrée

Etage 1

$$VA = Ve1\left(1+\frac{R18}{R17}\right) - Ve2\frac{R18}{R17}$$

$$VB = Ve2\left(1+\frac{R16}{R17}\right) - Ve1\frac{R16}{R17}$$

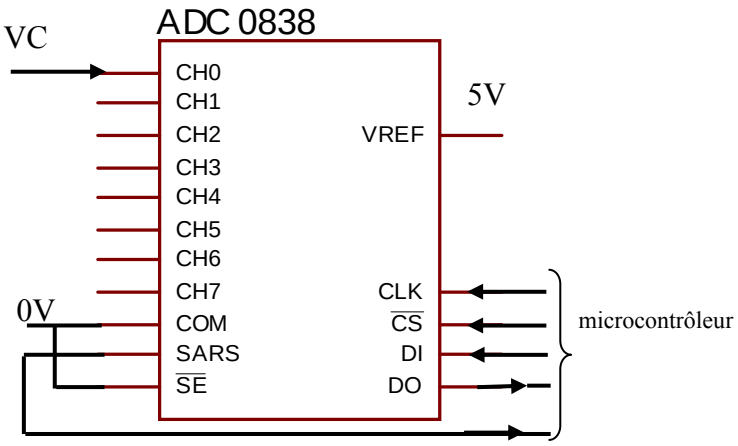
Etage 2

$$VC = VA.\frac{R15}{R13}.\frac{R12+R13}{R14+R15} - VB.\frac{R12}{R13}$$

C.A.N.

Le convertisseur analogique numérique utilisé est un ADC0838. Sa résolution *n* est de 8 bits. Il possède 8 canaux (CH0 à CH7) ce qui permet de convertir 8 informations différentes.

La valeur du quantum est $Q=\frac{V_{REF}}{2^n}$.

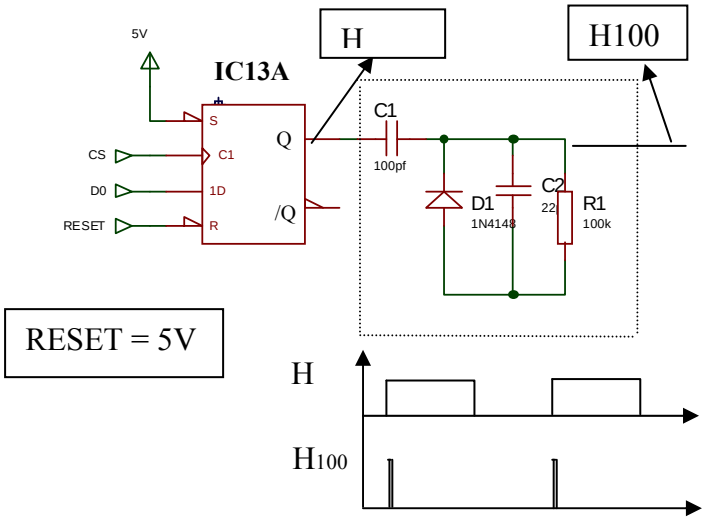


Le résultat de la conversion apparaît en série sur la ligne D0 .
Une conversion s'effectue de la manière suivante :
-Le microcontrôleur sélectionne le boîtier (CS)
-Il envoie sur la ligne DI 5 bits en série dont 3 permettent de définir l'information à convertir (voir tableau ci-dessous)
-la conversion s'effectue et le résultat apparaît en série sur la ligne DO.

Bits DI			canaux							
Odd/sign	Select0	Select1	Ch0	Ch1	Ch2	Ch3	Ch4	Ch5	Ch6	Ch7
0	0	0	x							
0	0	1			x					
0	1	0					x			
0	1	1							x	
1	0	0		x						
1	0	1				x				
1	1	0						x		
1	1	1								x

DT5

Le schéma correspondant à la fonction « élaborer l'horloge » est donné ci-dessous :



Documentation constructeur IC13 :

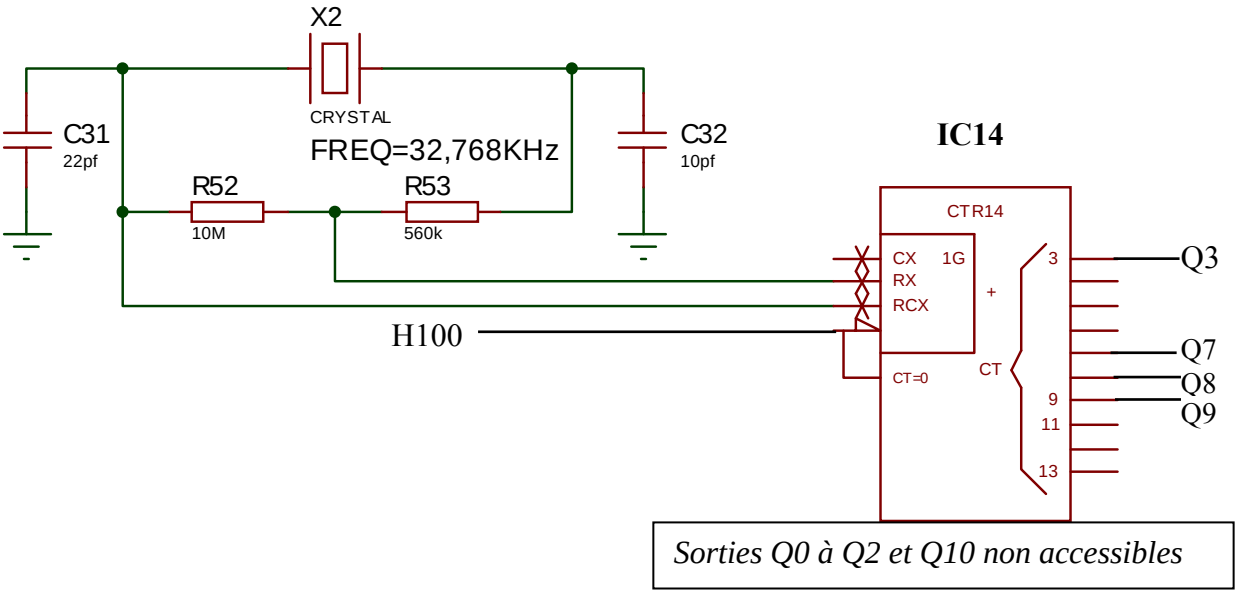
S	R	C1	1D	Q	/Q
0	1	X	X	1	0
1	0	X	X	0	1
0	0	X	X	1	1

S	R	C1	1D	Qn+1	/Qn+1
1	1	↑	0	0	1
1	1	↑	1	1	0

X: état indifférent Qn+1= état logique de Q après la transition de C1

↑ : transition de l'état 0 à l'état 1

Le schéma correspondant à la fonction « compter » est donné ci-dessous :



Le compteur 4060 est un compteur binaire dont les sorties vont de Q0 à Q13. Seules certaines sorties sont accessibles (Q3 à Q9, Q11 à Q13). Il compte les impulsions de l'horloge élaborées au moyen du quartz X2 . Un état logique 1 sur l'entrée CT=0 permet une remise à zéro du compteur (toutes les sorties sont à 0).

Exemple de comptage :

Après une remise à zéro et l'envoi de 32 (2^5) impulsions d'horloge la sortie Q5 sera à l'état logique 1.

DT6

Schéma de la fonction décodage :

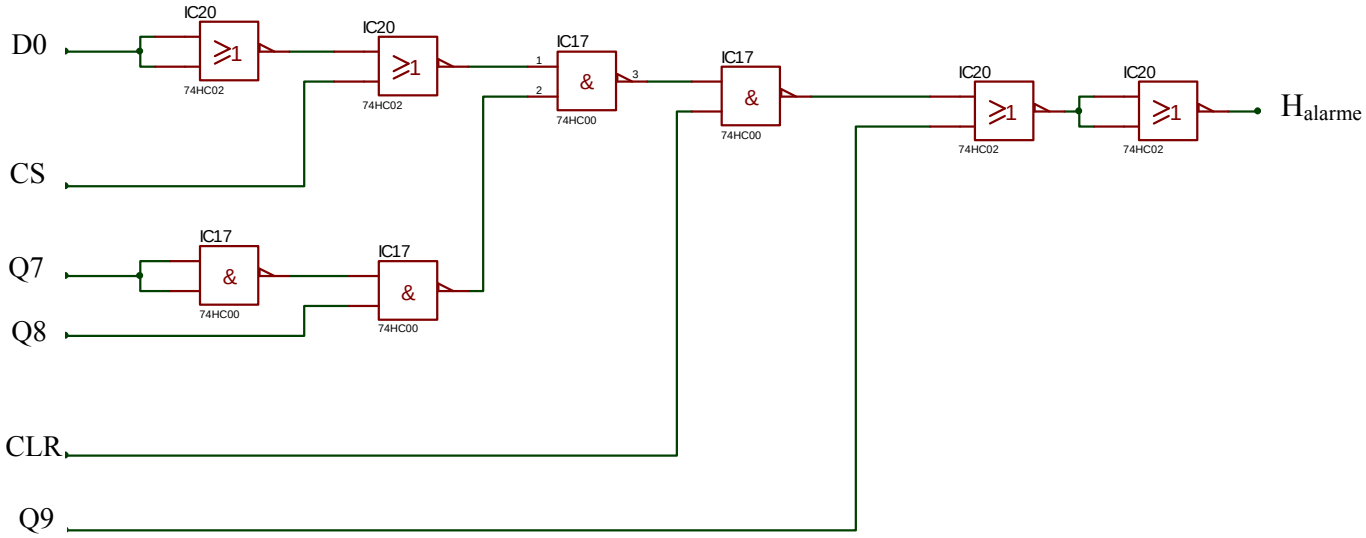
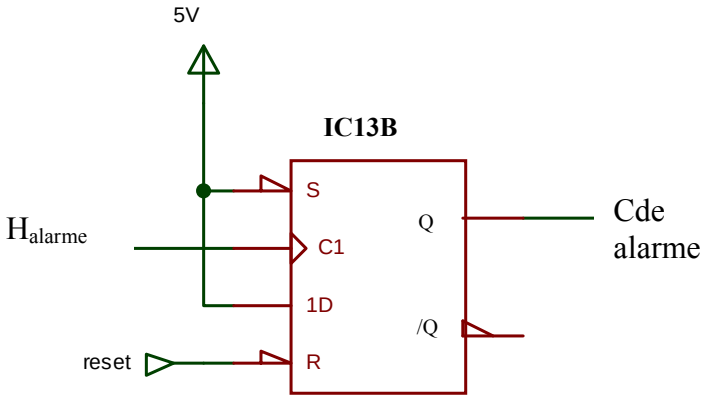


Schéma de la fonction commande alarme



RESET = 5V

DT7

FAULHABER

Micromoteurs C.C. — 1,5 mNm

Commutation métaux précieux

Combinaisons avec (voir pages 14-15)
Réducteurs:
15A, 16A, 16/3, 16/5, 16/7, 16/8
Ensembles moteur-génératrice tachymétrique C.C.:
1841 ... S

Série 1624 ... S

		1624 T	003 S	006 S	009 S	012 S	018 S	024 S	
1	Tension nominale	U_N	3	6	9	12	18	24	Volt
2	Résistance de l'induit	R	1,6	9,1	14,5	24,0	42,0	75,0	Ω
3	Puissance utile	$P_{2\,max.}$	1,36	0,93	1,34	1,44	1,87	1,85	W
4	Rendement	$\eta_{max.}$	78	71	75	75	77	76	%
5	Vitesse à vide	n_o	12 000	10 500	11 500	13 000	13 800	14 400	rpm
6	Courant à vide (avec l'arbre ø 1,5 mm)	I_o	0,030	0,019	0,012	0,010	0,007	0,006	A
7	Couple de démarrage	M_H	4,33	3,39	4,46	4,23	5,16	4,91	mNm
8	Couple de frottement	M_R	0,07	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	mNm
9	Constante de vitesse	k_n	4 070	1 800	1 300	1 110	779	611	rpm/V
10	Constante FEM	k_E	0,246	0,555	0,767	0,905	1,280	1,640	mV/rpm
11	Constante de couple	k_M	2,35	5,30	7,33	8,64	12,30	15,60	mNm/A
12	Constante de courant	k_I	0,426	0,189	0,136	0,116	0,082	0,064	A/mNm
13	Pente de la courbe n/M	Δn/ΔM	2 770	3 100	2 580	3 070	2 670	2 930	rpm/mNm
14	Inductance	L	85	200	400	750	1 200	3 000	µH
15	Constante de temps mécanique	τ_m	19	22	19	19	19	24	ms
16	Inertie du rotor	J	0,65	0,68	0,70	0,59	0,68	0,78	gcm²
17	Accélération angulaire	$\alpha_{max.}$	66	50	63	72	76	63	·10³rad/s²
Valeurs recommandées - Indépendantes les unes des autres									
27	Vitesse jusqu'à	$n_{e\,max.}$	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	rpm
28	Couple jusqu'à	$M_{e\,max.}$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	mNm
29	Courant jusqu'à (limites thermiques)	$I_{e\,max.}$	0,980	0,370	0,320	0,250	0,190	0,140	A

Réducteurs à étages — 0,1 Nm

Combinaisons avec (voir pages 14-15)
Micromoteurs C.C.:
1319, 1331, 1516, 1524, 1624
Ensembles moteur-génératrice tachymétrique C.C.:
1841

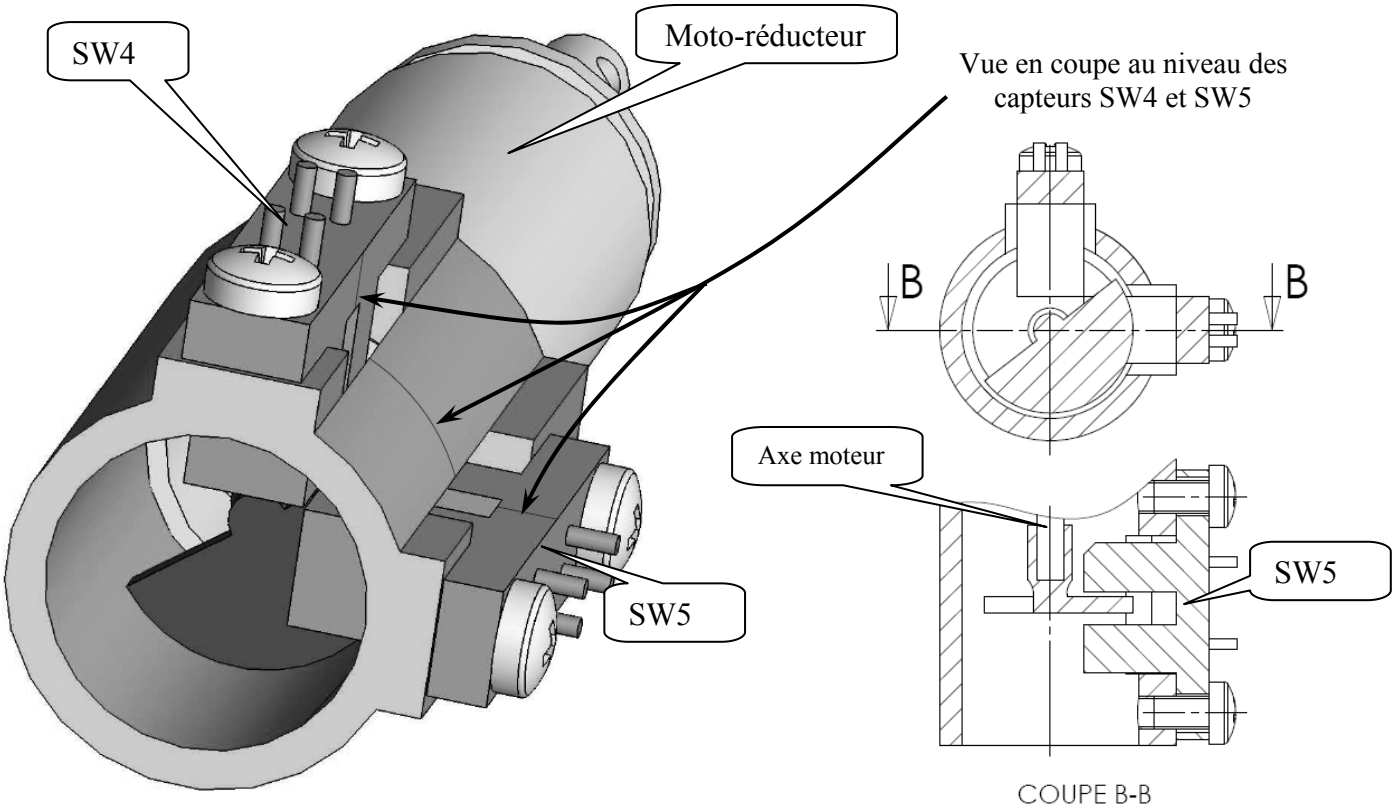
Série 15/5, 16/5

	15/5 et 16/5
Matériau du boîtier	métal
Matériau des engrenages	acier [1]
Vitesse max. recommandée à l'entrée:	
– pour service permanent	5 000 rpm
Jeu angulaire typique, sans charge	≤ 3°
Palier de l'arbre de sortie	roulements à billes précontraints
Charge de l'arbre max.:	
– radiale (à 6,5 mm de la face)	≤ 25 N
– axiale	≤ 5 N [2]
Pression sur l'arbre max.	≤ 5 N [2]
Jeu de l'arbre (mesuré en sortie du palier):	
– radial	≤ 0,02 mm
– axial	= 0 mm [2]
Température d'utilisation	– 30 ... + 100 °C

Spécifications

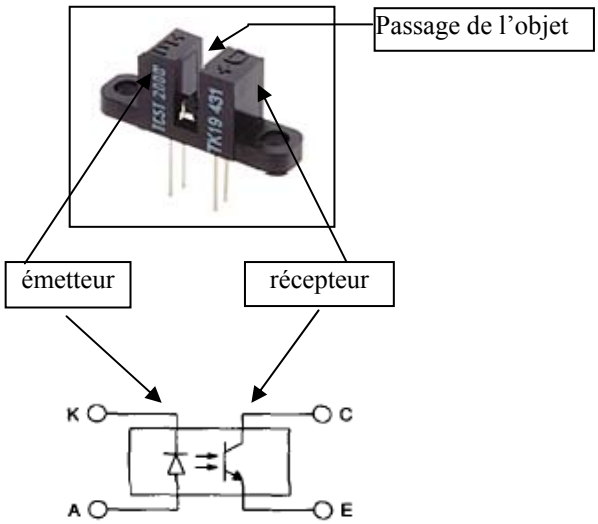
Rapport de réduction (nominal)	Poids sans moteur g	Longueur sans moteur L2 mm	Longueur avec moteur 1319 E L1 mm	1331E L1 mm	1516 E L1 mm	1524 E 1624 E L1 mm	Couple d'entraînement Service permanent M max. mNm	Service intermittent M max. mNm	Sens de rotation (réversible)	Rendement %
6,3 :1	17	26,2	32,5	44,5	29,1	37,1	60	150	=	81
11,8 :1	17	26,2	32,5	44,5	29,1	37,1	60	150	=	81
22 :1	19	29,9	36,2	48,2	32,8	40,8	60	150	≠	73
41 :1	19	29,9	36,2	48,2	32,8	40,8	60	150	≠	73
76 :1	21	32,0	38,3	50,3	34,9	42,9	100	300	=	66
141 :1	21	32,0	38,3	50,3	34,9	42,9	100	150	=	66
262 :1	22	34,1	40,4	52,4	37,0	45,0	100	300	≠	59
485 :1	22	34,1	40,4	52,4	37,0	45,0	100	150	≠	59
900 :1	24	36,2	42,5	54,5	39,1	47,1	100	300	=	53
1 670 :1	24	36,2	42,5	54,5	39,1	47,1	100	150	=	53
3 101 :1	25	38,3	44,6	56,6	41,2	49,2	100	300	≠	48
5 752 :1	25	38,3	44,6	56,6	41,2	49,2	100	150	≠	48
10 683 :1	26	40,4	46,7	58,7	43,3	51,3	100	300	=	43
19 813 :1	26	40,4	46,7	58,7	43,3	51,3	100	150	=	43
36 796 :1	28	42,5	48,8	60,8	45,4	53,4	100	300	≠	39
68 245 :1	28	42,5	48,8	60,8	45,4	53,4	100	150	≠	39
126 741 :1	30	44,6	50,9	62,9	47,5	55,5	100	300	=	35
235 067 :1	30	44,6	50,9	62,9	47,5	55,5	100	150	=	35

DT8

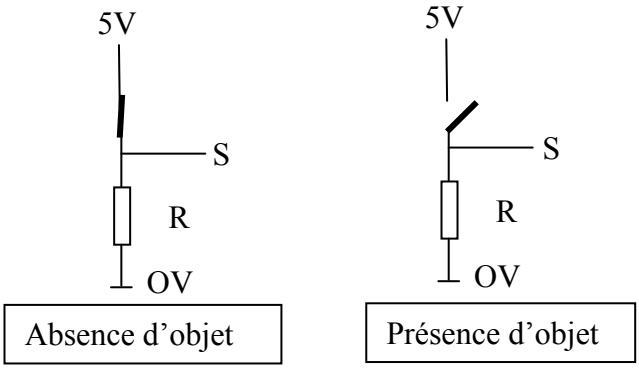


Le moteur possède deux axes, un à l'avant (couplé au réducteur) et un à l'arrière (sur lequel est fixé une pièce en forme de demi cylindre).
Les connexions des capteurs SW4 et SW5 avec la carte électronique ne sont pas représentées.

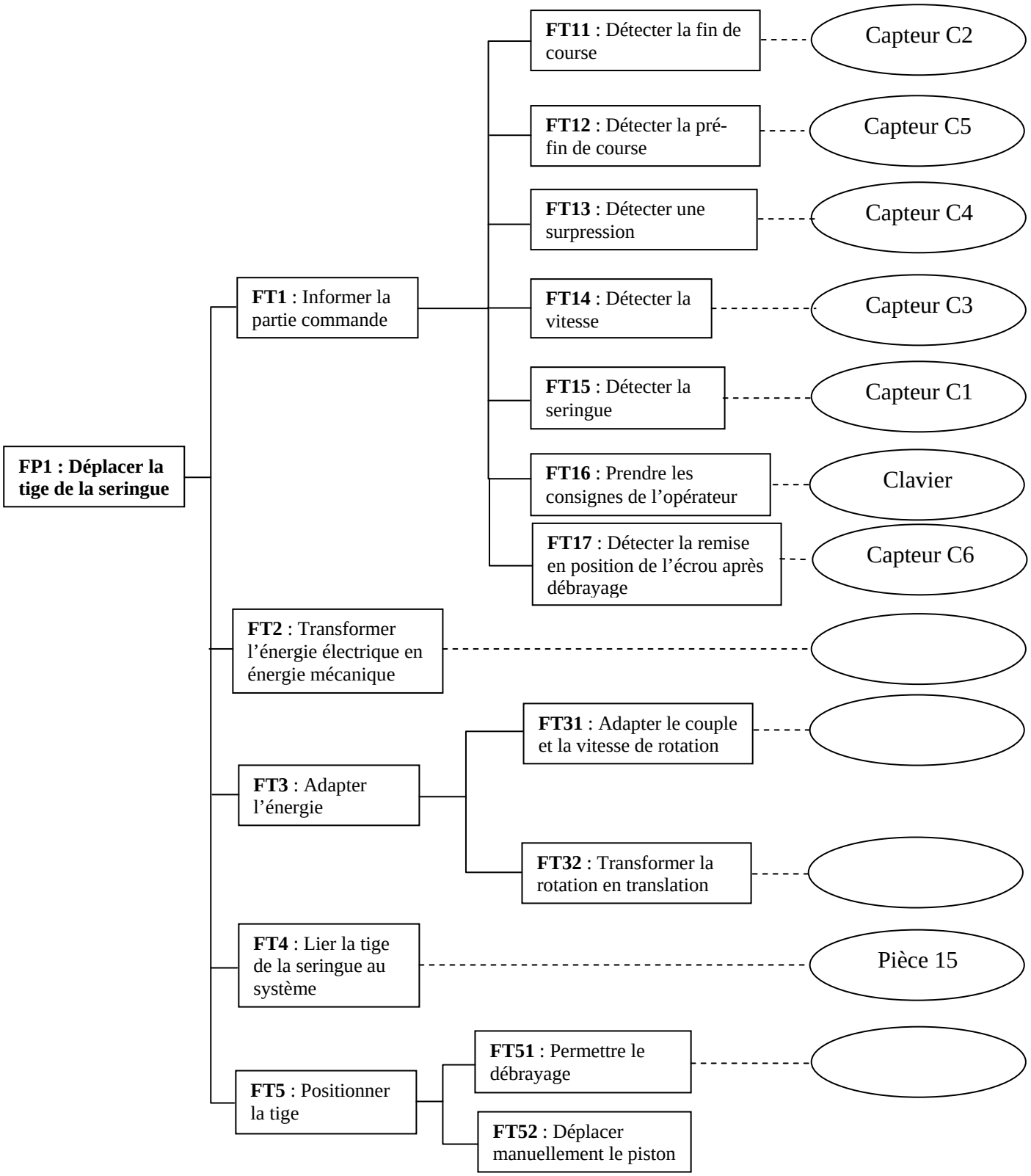
Fiche technique des capteurs
Chaque capteur comporte un émetteur (diode photoélectrique) et un récepteur de lumière à phototransistor qui convertit le signal lumineux en signal électrique. L'objet est détecté lorsqu'il interrompt le faisceau lumineux. En l'absence d'objet, le phototransistor est saturé. En présence d'objet, le phototransistor est bloqué.



Schémas équivalents récepteur



Document réponse DR1



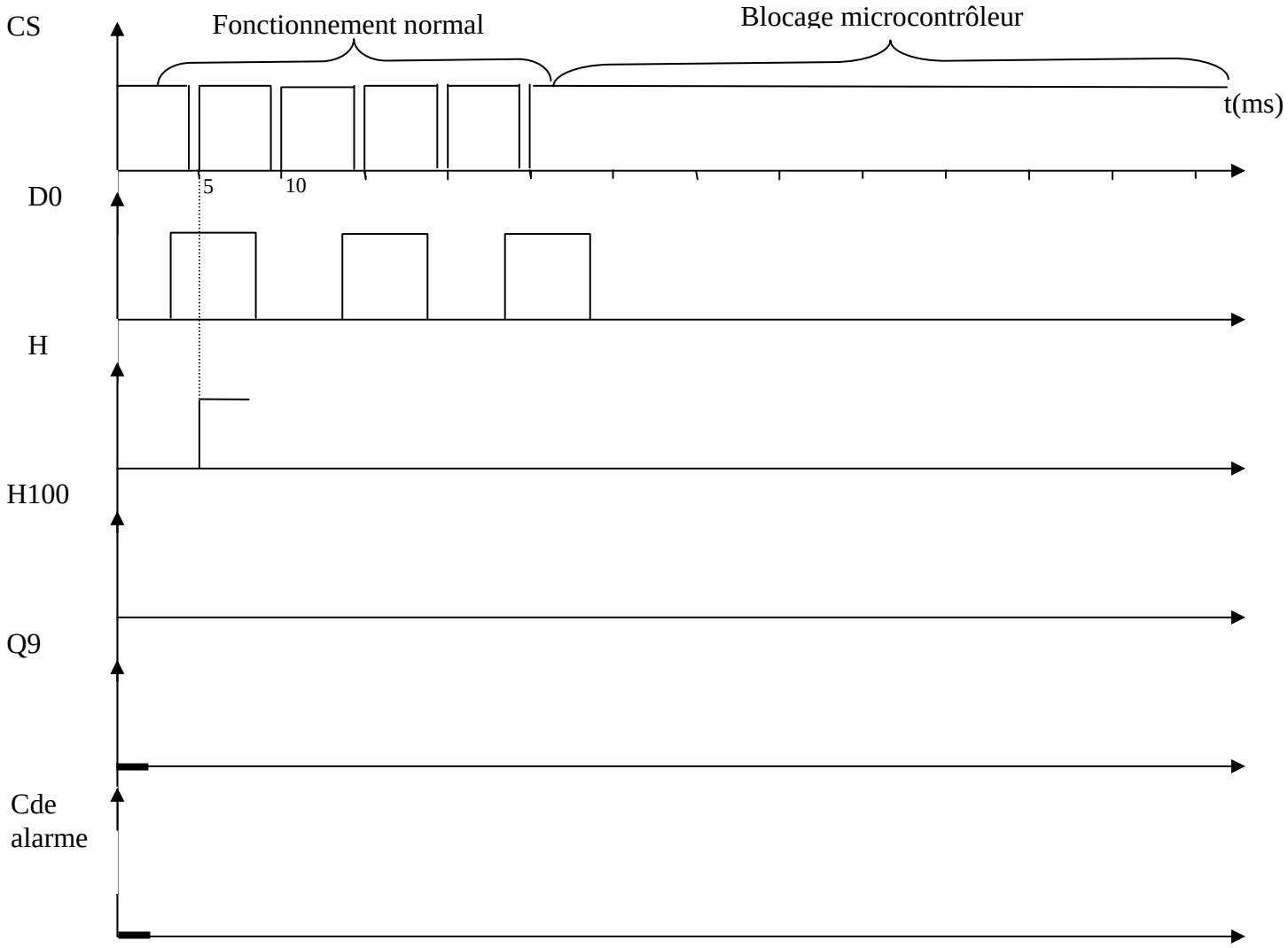
Document réponse DR2

Réponses questions 2.1.4. à 2.3.5.

Effort (N)	Vcapt(mV)	VC (V)	N(décimal)	N(binaire)	N(hexadécimal)	Alarme*
0						
10N	0,67			00001000		
30N		0,46				
50N			40			

*: M=marche ou A=arrêt

Réponses questions 3.1.1. à 3.4.1.

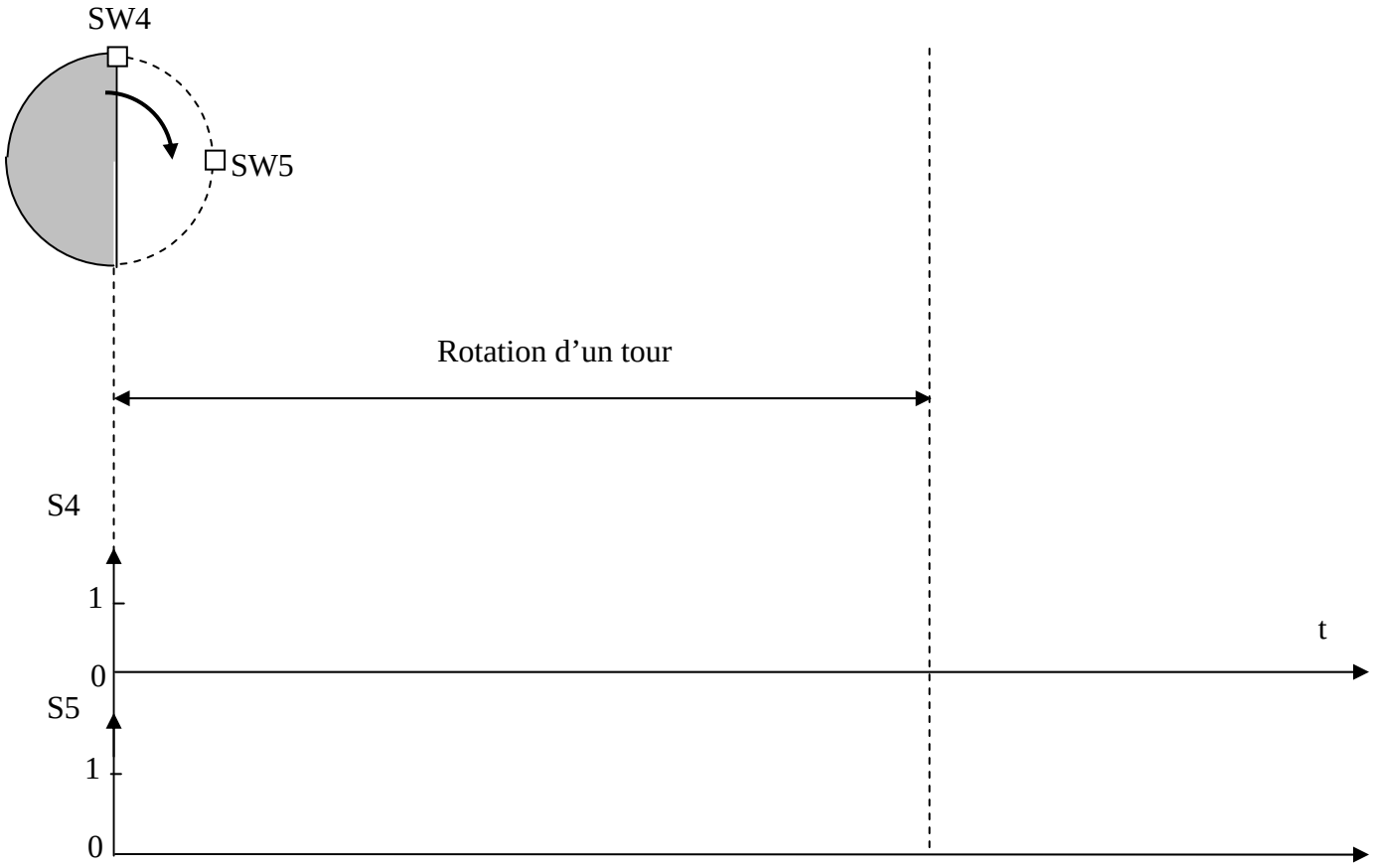


Document réponse DR3

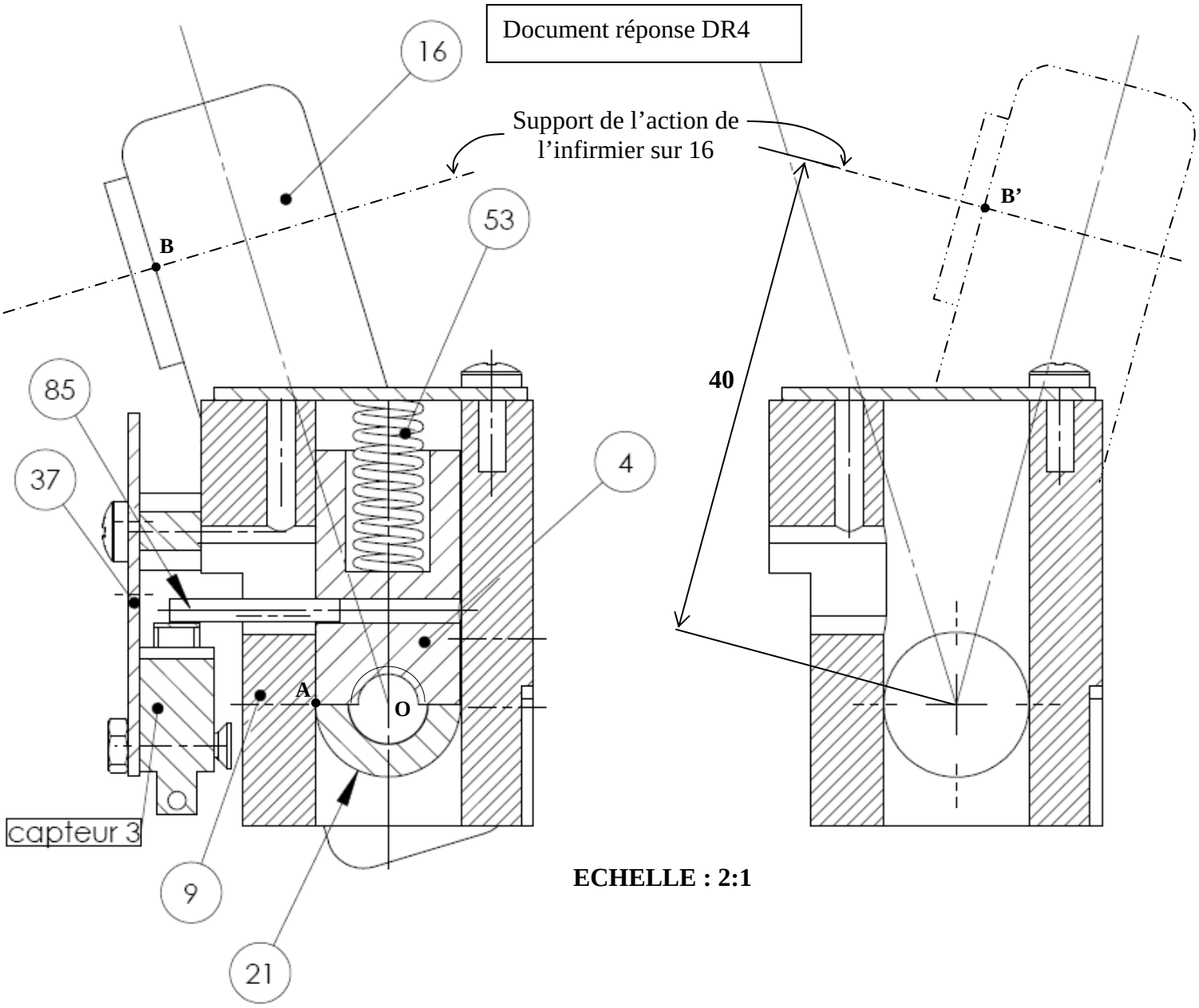
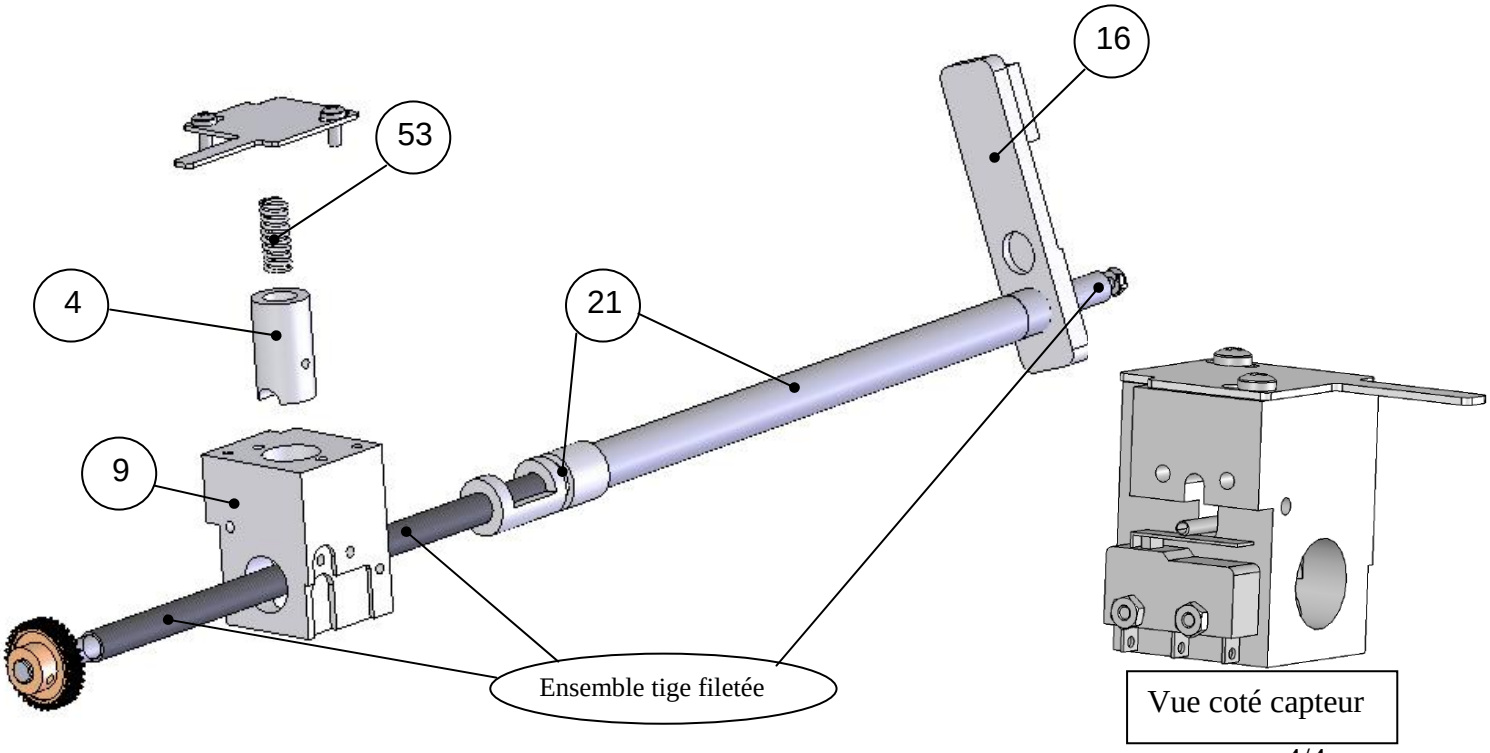
Question 3.2.3.

Nombre d'impulsions d'horloge	Q13	Q12	Q11	Q10	Q9	Q8	Q7	Q6	Q5	Q4	Q3	Q2	Q1	Q0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 (2^0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
16 (2^4)	0	0	0											
32 (2^5)	0	0	0											
(2^9)	0	0	0											

Question 4.2.2.



Document réponse DR4



ECHELLE : 2:1