

## Proposition de corrigé

Concours : Concours Commun INP

Année : 2020

Filière : TSI

Épreuve : Sciences Industrielles pour l'Ingénieur

Ceci est une proposition de corrigé des concours de CPGE, réalisée bénévolement par des enseignants de Sciences Industrielles de l'Ingénieur et d'Informatique, membres de l'[UPSTI](https://www.upsti.fr) (Union des Professeurs de Sciences et Techniques Industrielles), et publiée sur le site de l'association :

<https://www.upsti.fr/espace-etudiants/annales-de-concours>

### A l'attention des étudiants

Ce document vous apportera des éléments de corrections pour le sujet traité, mais n'est ni un corrigé officiel du concours, ni un corrigé détaillé ou exhaustif de l'épreuve en question.

L'UPSTI ne répondra pas directement aux questions que peuvent soulever ces corrigés : nous vous invitons à vous rapprocher de vos enseignants si vous souhaitez des compléments d'information, et à vous adresser à eux pour nous faire remonter vos éventuelles remarques.

### Licence et Copyright

Toute représentation ou reproduction (même partielle) de ce document faite sans l'accord de l'UPSTI est **interdite**. Seuls le téléchargement et la copie privée à usage personnel sont autorisés (protection au titre des [droits d'auteur](#)).

En cas de doute, n'hésitez pas à nous contacter à : [corrigesconcours@upsti.fr](mailto:corrigesconcours@upsti.fr).

### Informez-vous !

Retrouvez plus d'information sur les [Sciences de l'Ingénieur](#), l'[orientation](#), les [Grandes Ecoles](#) ainsi que sur les [Olympiades de Sciences de l'Ingénieur](#) et sur les [Sciences de l'Ingénieur au Féminin](#) sur notre site : [www.upsti.fr](https://www.upsti.fr)

L'équipe UPSTI

# Cabine de Soudage Ergonomique

Corrigé UPSTI

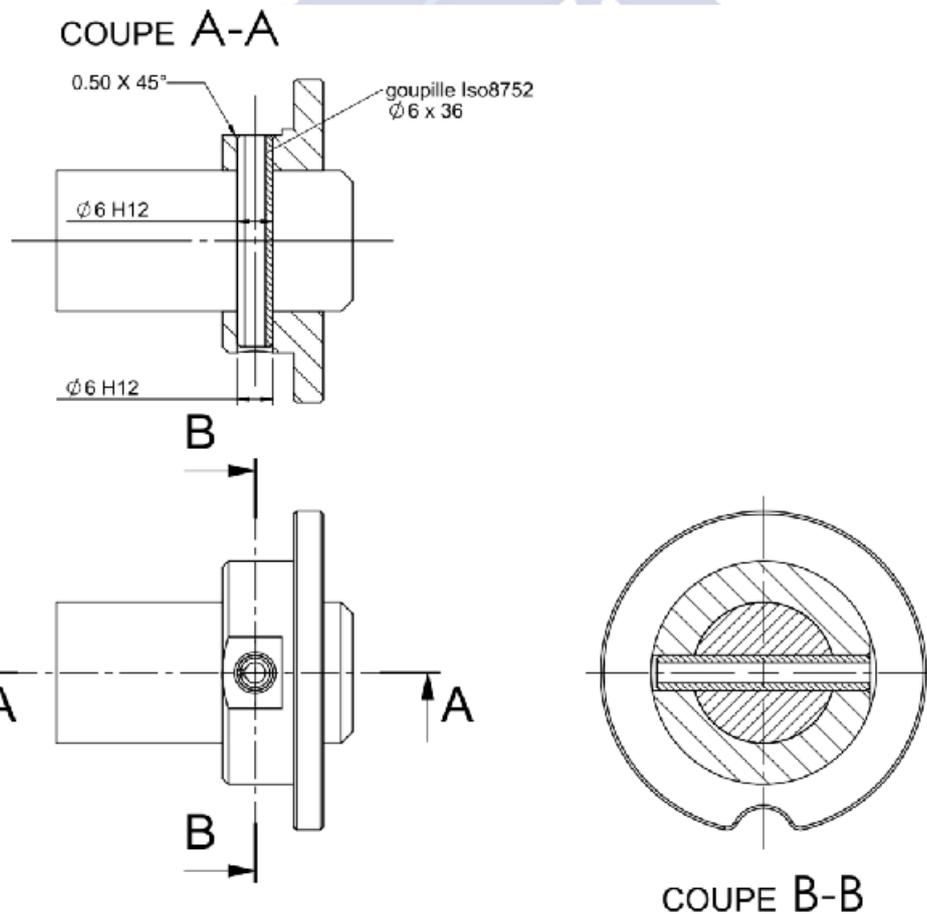
## I - PARTIE I : EXIGENCE « FAIRE TOURNER LE SIEGE »

### I.1 - Etude de l'indexage de l'axe de rotation

**Objectif:** L'objectif de cette sous-partie est de concevoir la liaison encastrement de la came avec l'axe de rotation.

**Question 1** Compléter sur le document réponse DR1 les coupes A-A et B-B en définissant la solution d'encastrement retenue, présentée dans le schéma technologique (figure 8).

Deux solutions rapides viennent en tête : vis de pression et goupille mécanindus. Etant donné la Q2, la solution de goupillage est clairement attendue et la plus logique.



**Question 2** Proposer un ajustement entre la came et l'axe au niveau de l'encastrement réalisé.

Cf mise en plan ci-dessus.

## I.2 - Etude de l'équilibrage de l'ensemble tournant

**Question 3** Pour équilibrer statiquement un ensemble tournant, où doit se trouver le centre de gravité de l'ensemble ?

Le centre de gravité doit se trouver sur l'axe de rotation.

**Question 4** En utilisant la méthode barycentrique permettant de déterminer un centre de gravité, établir les deux équations en projection sur  $\vec{x}$  et  $\vec{y}$  liant respectivement  $X_A, X_G, M_A, M_G$  et  $Y_A, Y_G, M_A, M_G$ .

$$\text{Formule du barycentre : } \vec{OG} = \frac{\sum m_i \vec{OG}_i}{\sum m_i}$$

$$\text{Ainsi dans notre cas : } X_{GT} = \frac{M_A X_A + M_G X_G}{M_A + M_G} \text{ et } Y_{GT} = \frac{M_A Y_A + M_G (Y_A - Y_{GA})}{M_A + M_G}$$

Or, afin que GT soit positionné sur l'axe de rotation il faut nécessairement que  $X_{GT} = 0$  et  $Y_{GT} = 0$ .

$$\text{Soit donc : } M_A X_A + M_G X_G = 0 \quad \text{et} \quad M_A Y_A + M_G (Y_A - Y_{GA}) = 0$$

**Question 5** En déduire l'expression de  $M_A$  en fonction de  $X_A, X_G$  et  $M_G$  puis l'expression de  $Y_A$  en fonction de  $X_A, X_G$  et  $Y_{GA}$ .

$$\text{On en déduit : } M_A = \frac{-M_G}{X_A} X_G \quad \text{et} \quad Y_A = \frac{X_A}{X_A - X_G} Y_{GA}$$

**Question 6** Donner l'expression de  $M_{GT}$  en fonction de  $M_G$  et de  $M_A$ .  
Donner les coordonnées ( $X_{GT}; Y_{GT}; Z_{GT}$ ) du nouveau centre de gravité  $G_T$  de l'ensemble tournant  $E_T$ .

$$M_{GT} = M_A + M_G \quad Z_{GT} = \frac{M_A Z_A + M_G Z_G}{M_A + M_G} = \frac{M_G}{M_A + M_G} Z_G \quad G_T(0; 0; \frac{M_G}{M_A + M_G} Z_G)$$

## II - PARTIE II : EXIGENCE « Brider le siège et les fils »

### II.1 - Etude de la genouillère de bridage

**Question 7** Écrire la fermeture géométrique permettant de déterminer la loi entrée/sortie de la genouillère.

$$\vec{OE} + \vec{ED} + \vec{DC} + \vec{CO} = \vec{0} \quad \text{soit donc :} \quad \lambda \vec{y}_0 + l_2 \vec{y}_2 - l_3 \vec{x}_3 - l_x \vec{x}_0 - l_y \vec{y}_0 = \vec{0}$$

**Question 8** Projeter cette équation vectorielle dans le repère  $R_0(O, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$ .

$$\lambda \vec{y}_0 + l_2 (\cos \alpha \vec{y}_0 - \sin \alpha \vec{x}_0) - l_3 (\cos \beta \vec{x}_0 + \sin \beta \vec{y}_0) - l_x \vec{x}_0 - l_y \vec{y}_0 = \vec{0}$$

Soit donc :

$$\text{En projection sur } \vec{x}_0 : -l_2 \sin \alpha - l_3 \cos \beta - l_x = 0 \quad (1)$$

$$\text{En projection sur } \vec{y}_0 : \lambda + l_2 \cos \alpha - l_3 \sin \beta - l_y = 0 \quad (2)$$

**Question 9** En déduire une relation entre  $\beta$  et  $\lambda$ .

$(1)^2 + (2)^2$  de la Q8 en supprimant  $\alpha$

$$l_2^2 = l_3^2 \cos^2 \beta + 2l_x l_3 \cos \beta + l_x^2 + l_3^2 \sin^2 \beta + 2l_3(l_x - \lambda) \sin \beta + l_x^2 - 2l_x \lambda + \lambda^2$$

$$l_2^2 = 2l_3^2 + 2l_x l_3 \cos \beta + 2l_3(l_x - \lambda) \sin \beta + 2l_x^2 - 2l_x \lambda + \lambda^2$$

**Question 10** En réalisant une étude statique simple, justifier que dans le cas où les 3 points D, E et F sont alignés, le piston (1) n'est soumis à aucune action mécanique extérieure selon la direction  $\vec{y}_0$ .

Hypothèses :

1. l'action de pesanteur est négligée devant les efforts mis en jeu.

On isole la pièce {2}, elle est soumise à 2 actions mécaniques extérieures (actions de liaisons pivot en D et en E). Elles sont donc d'après le PFS directement opposées, soit donc dans notre cas de direction  $\vec{x}_0$ .

On isole à présent l'ensemble {1+2}. Cet ensemble est soumis à 3 actions mécaniques (actions de liaisons en D, F et O). D'après l'isolement précédent l'action en D est de direction  $\vec{x}_0$  (ce qui signifie pas de composante selon  $\vec{y}_0$ ). La liaison glissière en O (sauf en cas de frottement) n'a pas de composante selon  $\vec{y}_0$  non plus. Nécessairement  $Y_F = 0$ .

C'est le principe même de la genouillère. Sans action extérieure supplémentaire (ici de la part du vérin), afin de déstabiliser le système, il restera verrouillé.

## II.2 - Etude pneumatique

**Question 11** Donner la désignation normalisée de ce distributeur (figure 14).

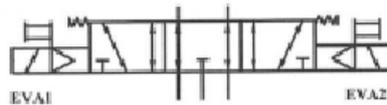
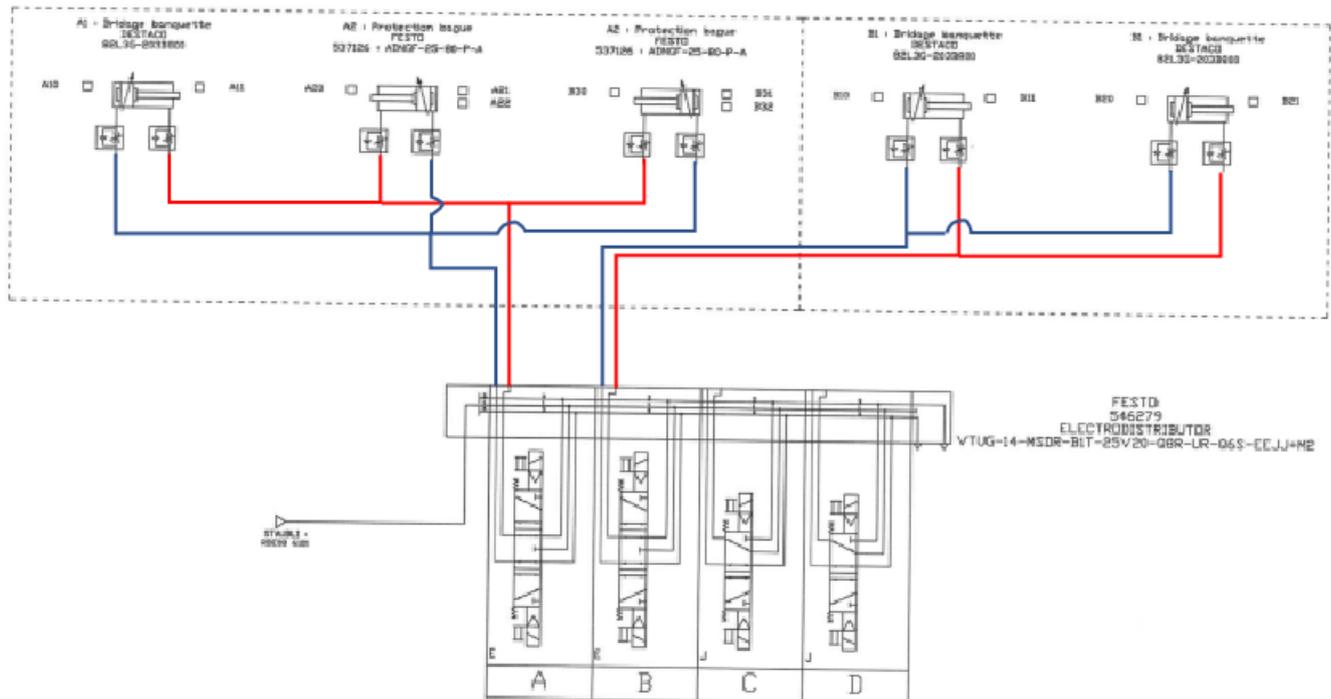


Figure 14 - Distributeur utilisé pour le bridage

Distributeur 5/3 bistable à commande électropneumatique à centre ouvert. Commande manuelle monostable présente.

**Question 12** Compléter le schéma pneumatique des deux ensembles brides A et B sur le DR2. Le distributeur A permet d'actionner la bride A1 et les 2 brides A2.  
Le distributeur B permet d'actionner les deux brides B 1.



**Remarque :**

J'ai mis en place des couleurs par soucis de lisibilité, mais aucune pression n'est présente car tout est à l'échappement (centre ouvert).

## II.3 - Etude électrique

**Question 13** Pour quelle raison est-il nécessaire d'utiliser le transformateur T0508 ? D'autres solutions seraient-elles possibles ?

Le transformateur est branché en amont entre deux phases, il permet d'abaisser cette tension d'une valeur de 380 V à la valeur de la tension simple 230V. L'isolation galvanique permet d'isoler les défauts entre l'aval et l'amont du transformateur.

De plus, il possède un meilleur rendement que l'association redresseur - onduleur (autre solution possible) qui génère des harmoniques contrairement au transformateur.

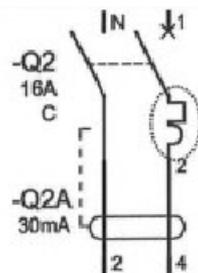
**Question 14** Déterminer la puissance apparente S, en VA, du transformateur à installer.

Prise coffret :	$230 \times 6 = 1380 \text{ VA}$
Ventilateur coffret :	$12.5 \text{ VA} (\cos \varphi = 1)$
Prise machine :	$10 \times 230 = 2300 \text{ VA}$
Ventilateur opérateur :	$6 \times 230 = 1380 \text{ VA}$
Eclairage :	$4 \times 18 = 72 \text{ VA}$
Commande vérins :	$2 \times 215 = 430 \text{ VA}$
Total :	$5574.5 \text{ VA}$
Majoration 20% :	$1114.9 \text{ VA}$
<b>S total :</b>	<b><math>6689.4 \text{ VA}</math></b>

**Question 15** Quel est le nom et la fonction de l'élément Q2 représenté sur la figure 15 ?

Quelle est la signification des deux symboles entourés en pointillé ?

Que représentent les indications 16 A, C et 30 mA indiquées figure 15 ?



**Figure 15** - Représentation électrique de l'élément Q2

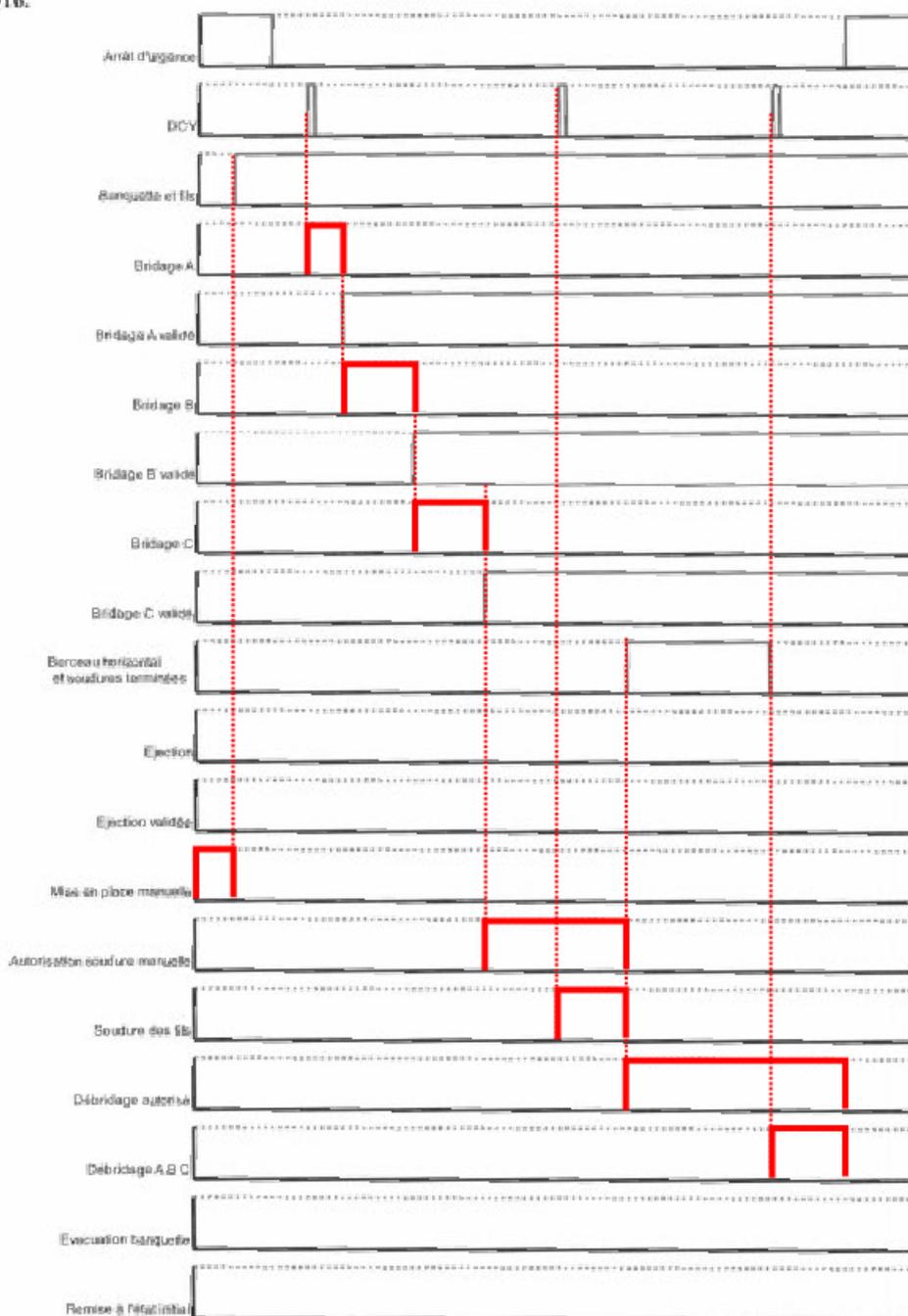
L'élément Q2 est un disjoncteur différentiel magnétothermique (protection magnétique contre les courts-circuits et protection thermique contre les surchauffes).

Le différentiel est de type C, calibre 16A . Seuil de déclenchement  $30/2 = 15 \text{ mA}$ .

## II.4 - Etude de la partie commande

Question 16 Compléter les chronogrammes d'évolution du système sur le DR3.

Q16.



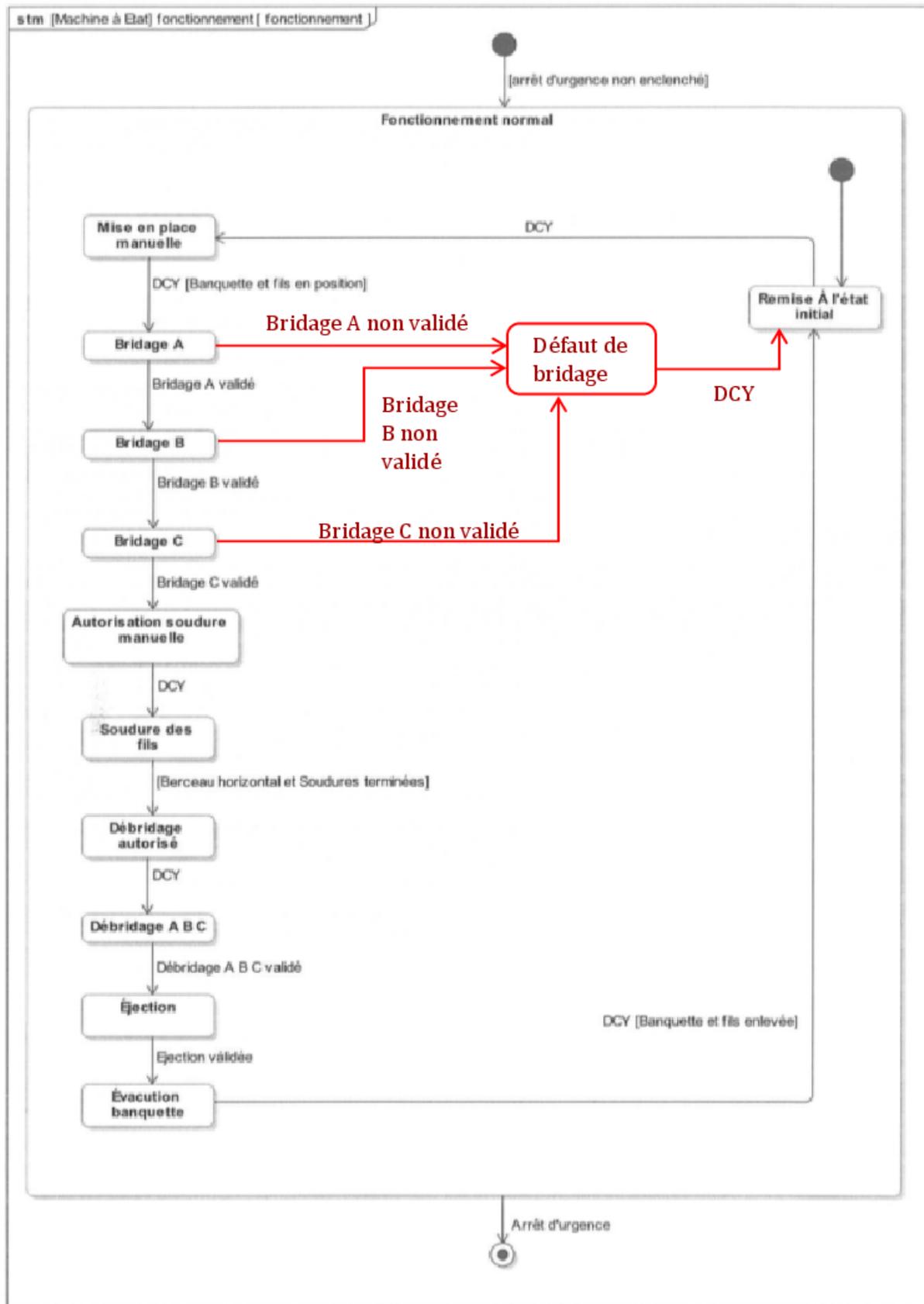
Les bridages A, B et C étant validés jusqu'à la fin du chronogramme, leur débridage n'est donc jamais validé.

De plus, l'appui sur arrêt d'urgence engage l'arrêt du cycle.

Problème de cohérence au niveau de la mise en place manuelle :  
 « Banquette et fils » ne peut pas être niveau haut avant que la mise en place manuelle ait lieu (ça semble logique). Hors cette dernière n'est active qu'après « arrêt d'urgence non enclenché »...

tec

Question 17 Compléter, sur le DR6, le graphe d'état « fonctionnement » en ajoutant l'état « défaut de bridage » et les transitions associées.



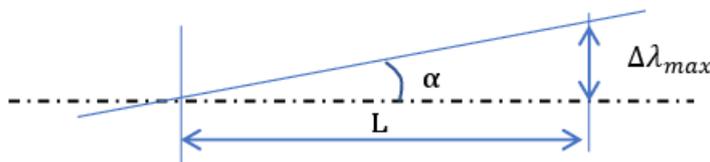
X

ation

## III - PARTIE III : EXIGENCE « Positionner en hauteur »

### III.1 - Horizontalité du poste de travail

**Question 18** Déterminer l'écart de longueur maximum  $\Delta\lambda_{max}$  acceptable pour que la table garde un angle d'inclinaison inférieur à  $0,1^\circ$  qui sera absorbé par le jeu existant dans les liaisons glissières.



$$\Delta\lambda_{max} = L * \tan \alpha$$

$$\Delta\lambda_{max} = 1000 * \tan 0.1^\circ$$

$$\Delta\lambda_{max} = 1,745 \text{ mm}$$

### III.2 - Etude dynamique

**Question 19** Exprimer les énergies cinétiques des solides 7, 6, 5 notés respectivement  $T(7/R_0)$ ,  $T(6/R_0)$ ,  $T(5/R_0)$  par rapport au repère  $R_0(O, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$ .

Aucune unité ou définition correcte/complète de  $k_r$ ,  $k_t$ ,  $\varphi$ , et  $V_t$  (figure 18). Cependant en fouillant dans le sujet, notamment page 16/27 on trouve une pseudo-définition de  $k_t$  et  $k_r$ .

- En effet, selon moi  $k_r$  aurait dû être défini comme tel:  $k_t = \frac{\omega_r}{\omega_p} = \frac{1}{3.5}$  mais pour le vérifier il faut décortiquer le sujet, le terme « rapport de réduction » ne suffit pas...
- De plus concernant  $k_t$ : défini en [mm/tr] ce qui pourrait laisser croire qu'il s'agit du « pas ». Sauf que  $\theta_R(p)$  est donné en degré [ $^\circ$ ] et  $D(p)$  est en [mm]. En fait,  $k_t$  est en [mm/tr/ $^\circ$ ], car  $k_t = \frac{p}{360}$
- $\varphi$  qui finalement est  $\theta_R(p)$  ... [degré ou rad] car  $\Omega_m$  est en [rad/s] ....
- Quant à  $V_t$ : [mm/s] ? puisque  $D(p) = \lambda$  en [mm]. Pas très grave en soit finalement.

$$T(7/R_0) = \frac{1}{2} m_7 10^{-6} * \dot{\lambda}^2$$

$$T(6/R_0) = \frac{1}{2} m_6 10^{-6} * \dot{\lambda}^2$$

$$T(5/R_0) = \frac{1}{2} J_5 \frac{4\pi^2}{360^2} \dot{\varphi}^2$$

avec  $\dot{\lambda}$  et  $\dot{\varphi}$  respectivement en [mm/s] et [ $^\circ$ /s]

**Question 20** En déduire l'expression du moment d'inertie  $J_T$  de l'ensemble mobile {5 + 6 + 7} ramené à l'axe moteur ( $G_5, \vec{y}_0$ ).

$$\text{On a: } \dot{\lambda} = \Omega_m * k_r * k_t \quad \text{et} \quad \dot{\varphi} = \Omega_m * k_r$$

$$T_{\{5+6+7\}} = \frac{1}{2} * \underbrace{\left( 10^{-6} (m_6 + m_7) k_t^2 + J_5 \frac{4\pi^2}{360^2} \right)}_{J_T} k_r^2 * \Omega_m^2$$

$$J_T = \left( 10^{-6} (m_6 + m_7) k_t^2 + J_5 \frac{4\pi^2}{360^2} \right) k_r^2$$

**Question 21** Déterminer les expressions des puissances extérieures et intérieures développées par les efforts qui s'exercent sur l'ensemble mobile  $\{5 + 6 + 7\}$ .

Les liaisons sont supposées parfaites :  $P_{int} = 0$ .

$$P_{ext} = P_{mot} + P_{pesanteur}$$

$$P_{ext} = C_r * \dot{\varphi} + 10^{-6} * (m_6 + m_7) * g * \dot{\lambda}$$

$$P_{ext} = (C_r * k_r + 10^{-6} * (m_6 + m_7) * g * k_r * k_t) * \Omega_m$$

**Question 22** En déduire la relation qui relie le couple  $C_r$  et l'accélération  $\ddot{\lambda}$  du berceau.

Théorème de l'énergie cinétique :  $\frac{dE_c}{dt} = P_{ext} + P_{int}$

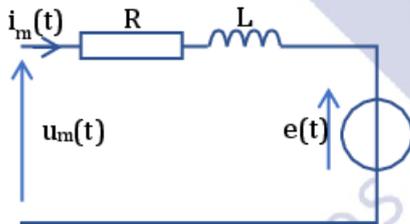
$$\text{Soit donc : } J_T * \cancel{\Omega_m} * \frac{d\Omega_m}{dt} = (C_r * k_r + 10^{-6} * (m_6 + m_7) * g * k_r * k_t) * \cancel{\Omega_m}$$

$$\text{Or : } \frac{d\Omega_m}{dt} = \frac{\ddot{\lambda}}{k_r * k_t}, \text{ ainsi :}$$

$$J_T * \frac{\ddot{\lambda}}{k_r * k_t} = C_r * k_r + 10^{-6} * (m_6 + m_7) * g * k_r * k_t$$

### III.3 - Modélisation du moteur à courant continu du vérin

**Question 23** Proposer un schéma électrique de l'induit du Moteur à Courant Continu (M.C.C.).



**Question 24** Donner l'équation électrique des grandeurs instantanées de ce moteur: tension  $u_m(t)$  en fonction du courant  $i_m(t)$  et  $e(t)$ . En déduire l'équation dans le domaine de Laplace reliant :  $U_M(p)$ ,  $I_M(p)$  et  $E(p)$ .

$$u_m(t) = e(t) + R * i_m(t) + L \frac{di_m(t)}{dt}$$

$$U_M(p) = E(p) + R * I_M(p) + L * p * I(p)$$

En supposant comme bien souvent les conditions initiales nulles.

**Question 25** Exprimer la relation entre  $C_m(t)$ ,  $C_{mr}(t)$ ,  $\Omega_m(t)$  et  $J$ . En déduire l'équation reliant :  $C_M(p)$  et  $\Omega_M(p)$  dans le domaine de Laplace.

$$C_m(t) - C_{mr}(t) = J \frac{d\Omega_m(t)}{dt}$$

$$C_M(p) - C_{MR}(p) = J * p * \Omega_M(p)$$

**Question 26** Donner le nom et l'unité des deux grandeurs physiques  $X_1(t)$ ,  $X_2(t)$  dont les transformées de Laplace sont notées respectivement  $X_1(p)$ ,  $X_2(p)$  (figure 21).

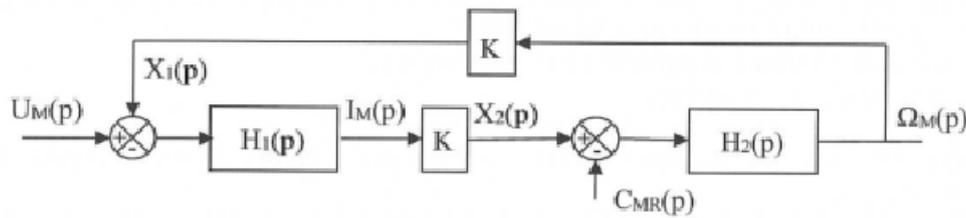


Figure 21 - Schéma bloc du moteur

$X_1(p)$  : fem en [V] et  $X_2(p)$  : couple moteur en [N.m]

**Question 27** À partir des équations de fonctionnement du M.C.C., retrouver l'expression des deux fonctions de transfert  $H_1(p)$  et  $H_2(p)$  (figure 21).

$$U_M(p) = E(p) + R * I(p) + L * p * I_M(p) \quad \rightarrow \quad U_M(p) - E(p) = (R + L * p) I_M(p)$$

$$C_M(p) - C_{MR}(p) = J * p * \Omega_M(p) + f * \Omega_M(p) \quad \rightarrow \quad C_M(p) - C_{MR}(p) = J * p * \Omega_M(p)$$

$$E(p) = K * \Omega_M(p)$$

$$C_M(p) = K * I_M(p)$$

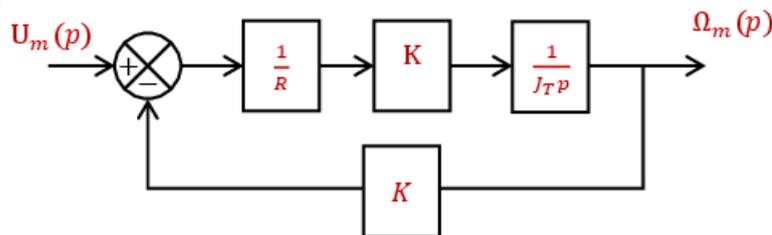
Aucune indication concernant le frottement sec traditionnellement noté « f » du moteur. Donc supposé négligé.

$$H_1(p) = \frac{\frac{1}{R}}{1 + \frac{L}{R}p} \quad H_2(p) = \frac{1}{J\tau p}$$

On néglige maintenant le couple résistant  $C_m(p)$  ainsi que l'inductance L du moteur.

**Question 28** Déterminer alors le schéma bloc simplifié ayant pour entrée  $U_M(p)$  et pour sortie  $\Omega_M(p)$ . En déduire la fonction de transfert  $H(p) = \frac{\Omega_M(p)}{U_M(p)}$  et montrer qu'elle peut se mettre sous la forme

$$H(p) = \frac{K'}{1 + \tau_m p}. \text{ Exprimer alors } K' \text{ et } \tau_m.$$



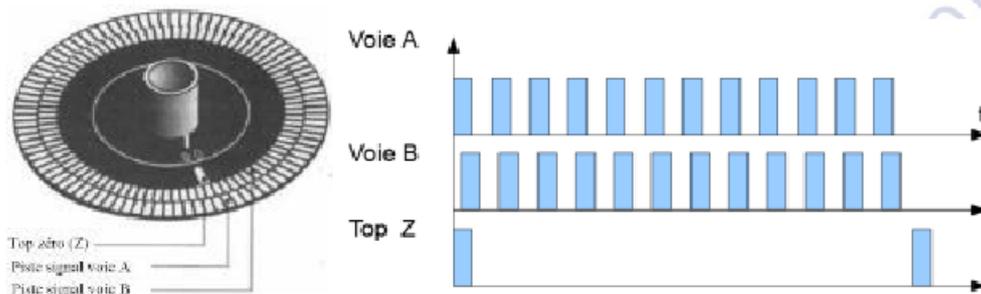
$$H(p) = \frac{\frac{1}{K} \frac{1}{R}}{1 + \frac{1}{K} p} = \frac{K'}{1 + \tau_m p} \quad \text{avec : } K' = \frac{1}{K} \text{ et } \tau_m = \frac{RJ}{K^2}$$

### III.4 - Etude du positionnement

Un codeur incrémental à 2 voies en quadrature est placé sur l'axe de rotation moteur.

**Question 29** Donner le principe de fonctionnement d'un tel codeur. Qualifier les signaux des deux voies du codeur en proposant un chronogramme.

Un codeur incrémental est un codeur optique. Il possède un disque pourvu bien souvent de 2 rangées de segments (fenêtres) appelées voies A et B. Ces deux voies sont décalées (« quadrature », c'est-à-dire décalées d'un quart de période) permettant notamment de définir le sens de rotation. Contrairement au codeur absolu, à chaque remise en service (suite à une coupure de l'alimentation électrique par exemple) ce capteur doit réaliser une remise à zéro, voilà pourquoi il possède également un « top zéro », c'est une fenêtre (3<sup>ème</sup> voie en somme) qui permet au capteur de se positionner dans l'espace.



On donne ci-dessous le schéma de principe d'un vérin électrique.

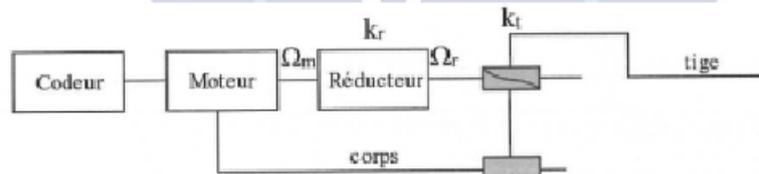


Figure 22 - Schéma de principe du schéma électrique

Avec  $k_r = 1/3.5$  (rapport de réduction du réducteur) ;  $k_t = 12.7$  mm/tr (rapport de transmission écrou/vis).

**Question 30** En vous aidant de la figure 22, déterminer la résolution (nombre d'impulsions par tour) du codeur nécessaire pour obtenir une mesure du déplacement de la tige du vérin avec une précision minimale de 1 mm.

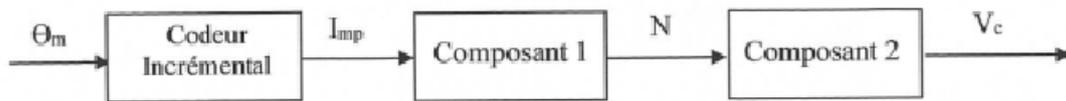
Pour répondre à cette question il faut déterminer le décalage angulaire de l'arbre moteur pour une variation linéaire de 1 mm de la tige du vérin.

Tout d'abord, lorsque la tige du vérin parcourt 1 mm, la vis du vérin, liée à l'arbre du réducteur, réalise une variation angulaire de :  $\Delta\theta_{vis} = \frac{360}{k_t} = \frac{360}{12.7} = 28.34^\circ$ .

Ainsi, l'arbre moteur réalise une variation angulaire de :  $\Delta\theta_{moteur} = \frac{\Delta\theta_{vis}}{k_r} = 28.34 * 3.5 = 99.19^\circ$ .

On en déduit donc qu'il faut  $360/99.19 = 3.6$  impulsions soit 4 impulsions par tour pour obtenir la précision minimale demandée.

**Question 31** Indiquer le nom et la fonction des composants manquants (figure 23) à utiliser pour obtenir cette grandeur.



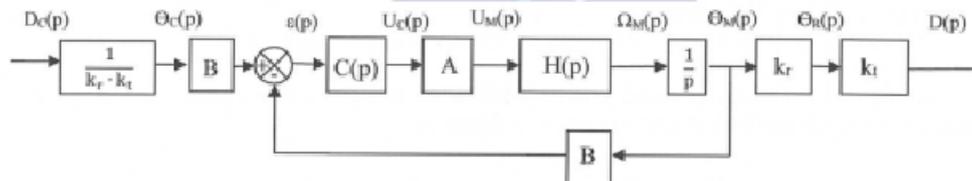
**Figure 23** - Schéma fonctionnel de la chaîne de mesure

A la sortie du codeur, il est nécessaire d'amplifier le signal reçu. Une fois amplifié, il faut le dépolluer (enlever les parasites).

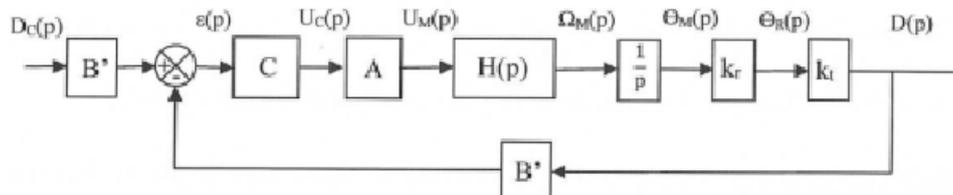
Ainsi :

- ✓ Composant 1 : montage AOP
- ✓ Composant 2 : filtre

**Question 32** Donner l'expression de B' pour que le schéma bloc de l'asservissement puisse se mettre sous la forme du schéma bloc de la figure 25. Proposer un schéma bloc équivalent avec un retour unitaire.



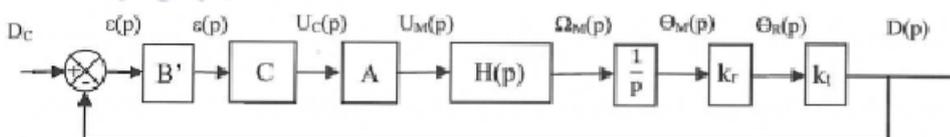
**Figure 24** - Schéma bloc de la régulation de position



**Figure 25** - Schéma bloc modifié de la régulation de position

Assez naturellement, il vient :  $B' = \frac{B}{k_r k_t}$

Schéma bloc avec retour unitaire :



**Question 33** Déterminer alors la fonction de transfert en boucle ouverte,  $G(p)$  (figure 26) ; montrer qu'elle peut se mettre sous la forme :  $G(p) = \frac{A_0}{(1+\tau_m p)}$ . Déterminer l'expression de  $A_0$  en fonction de  $A$ ,  $B$  et  $K'$ .

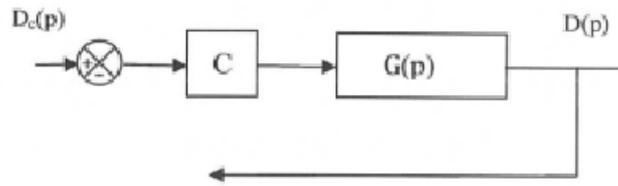
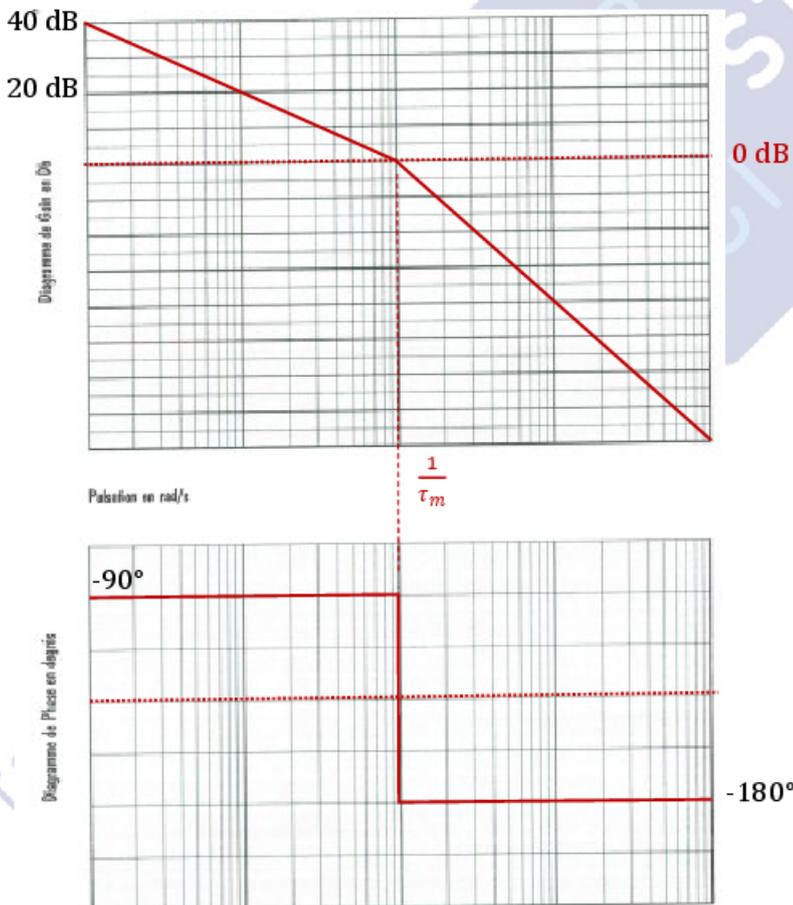


Figure 26 - Schéma bloc de la FTBO :  $G(p)$

$$G(p) = \frac{A \cdot B \cdot K'}{(1 + \tau_m p)p} = \frac{A_0}{(1 + \tau_m p)p} \quad \text{d'où : } A_0 = A \cdot B \cdot K'$$

**Question 34** Tracer l'allure des diagrammes asymptotiques de Bode (phase et gain) de la fonction de transfert  $C \cdot G(p)$  sur le DR5.

Quelle valeur doit prendre  $C \cdot A_0$  pour que la marge de phase soit de  $45^\circ$  ?



0 dB pour  $C \cdot A_0 = 1$

Pour obtenir une marge de phase de  $45^\circ$ , il faut qu'à la pulsation de coupure, le gain soit nul.

Or, pour  $C \cdot A_0 = 1$  on a un gain de -3dB. Il suffit donc de décaler la courbe de +3dB, soit donc que :  $C \cdot A_0 = \sqrt{2}$ .

Un essai indiciel a été effectué sur le système décrit par la **figure 27**. Cette schématisation est à relier avec la **figure 24**.

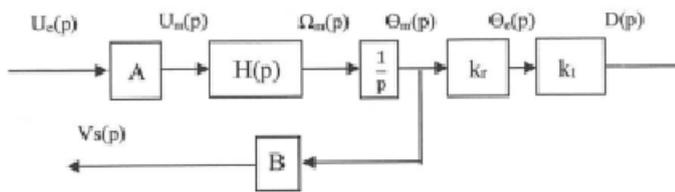


Figure 27 - Schéma bloc de l'essai indiciel

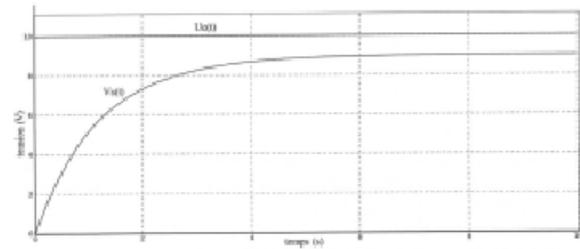
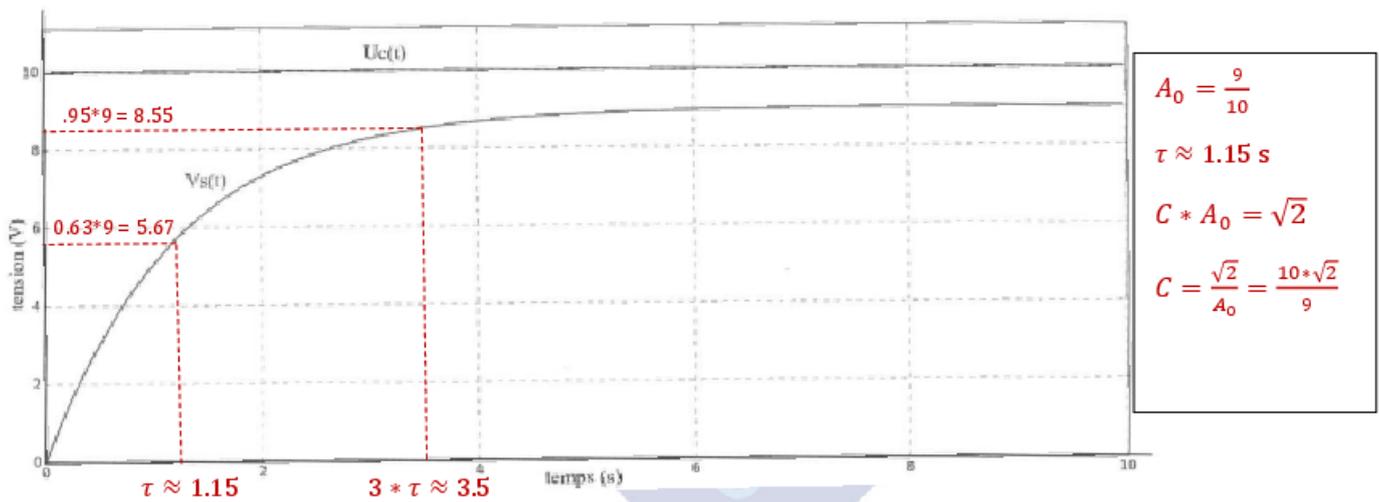


Figure 28 - Consigne et réponse indiciel du système présenté à la figure 27

**Question 35** Dédire graphiquement, à partir du **DR4**, la constante de temps  $\tau_m$  et le gain  $A_0$  définis à la question **Q33**. Indiquer sur le **DR4** les grandeurs utiles. En déduire la valeur du correcteur  $C$  pour respecter la performance de stabilité attendue.



**Question 36** Calculer l'erreur statique  $\epsilon(p)$  de ce système asservi. En déduire que, si on utilise un codeur 8 pts/tour, la performance de précision attendue est respectée.

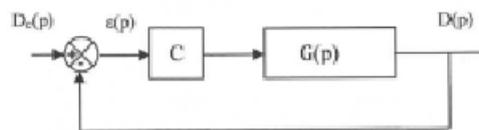


Figure 29 - Système bouclé

$$\epsilon(p) = D_c(p) - D(p) = D_c(p) - C * G(p) * \epsilon(p)$$

$$\epsilon(p)(1 + C * G(p)) = D_c(p)$$

$$\epsilon(p) = \frac{D_c(p)}{1 + C * G(p)} = \frac{D_c(p)}{1 + \frac{C * A_0}{(1 + \tau_m p)p}} = \frac{(1 + \tau_m p) * p * D_c(p)}{(1 + \tau_m p)p + C * A_0}$$

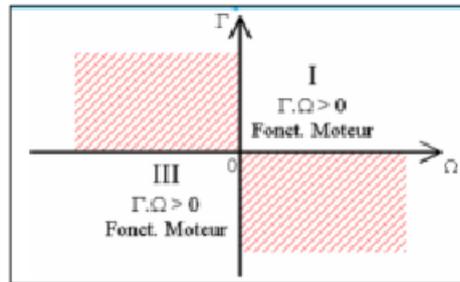
$$\epsilon_s = \lim_{p \rightarrow 0} p * \epsilon(p) = p * \frac{(1 + \tau_m p) * p}{(1 + \tau_m p)p + C * A_0} * \frac{D_c}{p} = 0$$

D'après la Q30, une résolution de 4 pts/tour était suffisante. De plus l'erreur statique est nulle, de ce fait un codeur de 8 pts/tour fera très bien l'affaire.

### III.5 - Commande du moteur à courant continu du vérin

**Question 37** Dans quels quadrants de fonctionnement, dans le plan couple-vitesse, le moteur MCC doit-il pouvoir fonctionner ? Justifier votre réponse. Donner le nom du convertisseur statique de la figure 30.

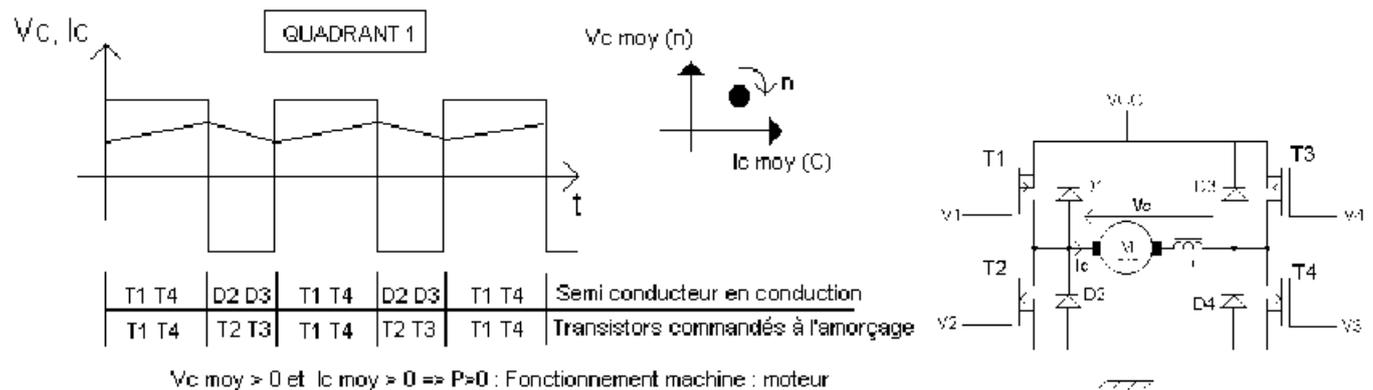
Dans son utilisation, le moteur doit pouvoir tourner dans les deux sens de rotation (montée et descente du berceau). Sachant que le système est irréversible mécaniquement (la charge ne peut pas être entraînée), alors le produit couple-vitesse sera toujours positif. Quadrants I et III.



Le convertisseur statique de la figure 30 peut être un hacheur 2 quadrants ou 4 quadrants. D'après l'utilisation de la MCC du sujet il s'agit d'un 4 quadrants. Cela dépend de la nature des interrupteurs. Ici encore, le sujet n'est pas suffisamment précis...

**Question 38** Proposer un chronogramme de commande des interrupteurs H 1, H2, H3 et H4 permettant de faire varier la vitesse du moteur, dans le cas où le berceau monte ( $U_m > 0$ ). Préciser le type d'interrupteurs à utiliser pour permettre ce fonctionnement.

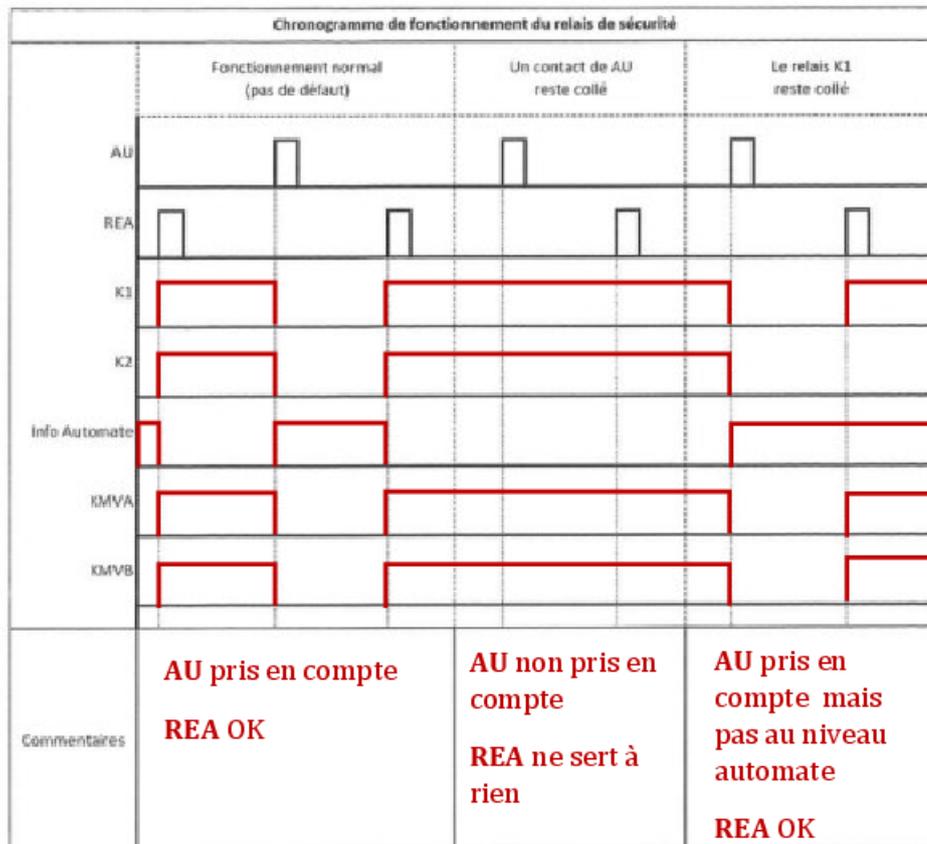
On peut utiliser comme interrupteurs des transistors avec en parallèle des diodes comme indiquées ci-dessous. La différence avec le sujet est les indices 2 et 3 mais le fonctionnement est le même.





**Question 40** A partir du schéma de câblage de la **figure 32**, compléter les chronogrammes sur le **DR7** pour les 3 situations suivantes :

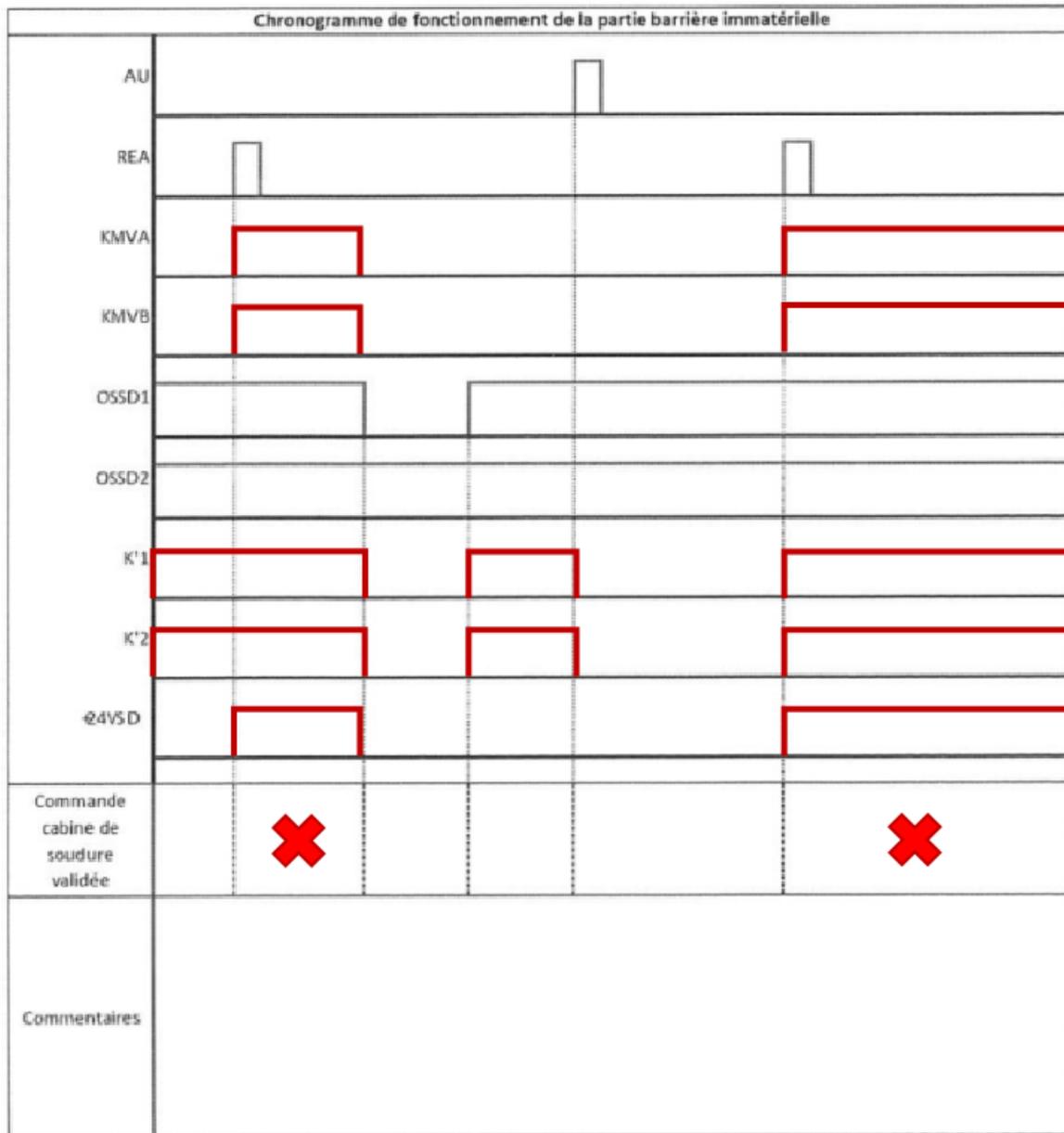
- pas de défaut des éléments de sécurité,
- un contact de l'arrêt d'urgence reste collé mécaniquement, il reste donc toujours passant,
- le relais interne K1 reste collé mécaniquement, donc les contacts K1 associés restent fermés.



for innovation

teaching science

**Question 41** A partir du schéma de câblage de la **figure 33**, compléter les chronogrammes sur le **DR7**. Conclure, sur le document réponse, sur la fonction sécurité de la barrière immatérielle. Préciser sur le chronogramme les instants où la cabine ne peut plus être commandée.



**Question 42** Les solutions de sécurité choisies pour le circuit de commande respectent-elles les exigences décrites en relation avec votre indice PLr, déterminé à la question Q39 ? Justifier la réponse.

**Le franchissement de la « BI » permet de tout stopper. Il faut alors réarmer le système pour reprendre. Ainsi, si une personne étrangère s'introduit, la sécurité de l'opérateur est assurée.**