Concours Commun INP (CCINP), France

Session 2013, filière TSI

Sciences industrielles de l'ingénieur

Durée : 6 heures

Ce que traite le sujet

- Première partie : présentation du système
- Parties 2.1 et 2.2 : gérer le siège et détecter les marches
- Partie 2.3 : escamoter les roues
- Partie 2.4 : assurer une inclinaison constante du siège

Sujet reproduit sans retouche à partir de la page suivante.

La page 45 de la copie, diagrammes de Bode en couleur du système corrigé, vient du corrigé ; ordre la retire.

Résumé des parties, chapitres de cours liés et autres années : prepahelp.com/annales/ccinp/tsi/2013/si

Prepa Help ne revendique aucun droit sur le sujet, propriété de l'organisateur du concours.

CONCOURS COMMUNS POLYTECHNIQUES

EPREUVE SPECIFIQUE - FILIERE TSI

PROJET de Sciences Industrielles pour l'ingénieur

Durée : 6 heures

N.B. : Le candidat attachera la plus grande importance à la clarté, à la précision et à la concision de la rédaction. Si un candidat est amené à repérer ce qui peut lui sembler être une erreur d'énoncé, il le signalera sur sa copie et devra poursuivre sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il a été amené à prendre.

Les calculatrices sont autorisées

L'épreuve comporte 42 pages en trois dossiers :
- sujet : 19 pages,
- annexes : de A- 1 à A- 11 sur 16 pages,
- documents réponses à rendre avec votre copie : de DR 1 à DR 11 sur 7 pages.

TopChair S©

Première partie
Présentation du système

Plus d'autonomie pour plus de liberté ! TopChair S© offre aux personnes à mobilité réduite une nouvelle possibilité de se déplacer sans assistance à domicile, au travail ou en ville. Ce fauteuil roulant électrique est capable de franchir obstacles et marches sans nécessiter l'installation d'une structure fixe.

Dans la plupart des cas, la présence d'un accompagnateur n'est pas nécessaire.

- **Une utilisation simple et confortable au quotidien :** un seul bouton suffit pour passer du mode « route » au mode « escalier ».
- **TopChair S© innove avec un double système de déplacement :** sur ses roues en terrain plat et sur ses chenilles pour franchir des marches. Les chenilles sont en caoutchouc avec une armature très résistante en acier.
- **Un asservissement de position** qui permet de maintenir l'orientation du siège constante quelle que soit l'inclinaison de la chaussée.
- **Un micro-processeur à haute performance pour une sécurité optimale.**



FIGURE 1 : fauteuil roulant **TopChair S©**

1.1 Modes de fonctionnement

On distingue 3 modes principaux de fonctionnement :

- un mode « route » où le fauteuil se comporte comme un fauteuil roulant classique, les roues arrière sont motrices, les changements de direction sont obtenus en faisant varier la vitesse de rotation des roues arrière gauche et droite, les deux roues folles à l'avant s'orientant dans la direction du virage ;
- un mode « chenille » (ou chemin) où la puissance est dirigée sur les chenilles (mode utile pour se sortir des situations difficiles), les changements de direction sont obtenus en pilotant séparément chaque chenille ;
- un mode « escalier » où le programme gère les actionneurs de façon à monter/descendre les escaliers.

Le choix des modes de fonctionnement est réalisé par l'utilisateur en appuyant sur le bouton correspondant du clavier de commande :

- m_R pour le mode « route »,
- m_C pour le mode « chenille »,
- m_E pour le mode « escalier ».

Le mode « escalier » se divise lui même en 4 modes :
– le mode « préparation escalier », qui intervient juste après l'appui par l'utilisateur sur le bouton « escalier » (m_E) sur le clavier. Le train avant est rentré et le fauteuil scrute ses capteurs pour voir quelles sont les actions à réaliser,
– le mode « bas escalier », qui est un mode transitoire où le fauteuil réalise les actions à effectuer à l'entrée et à la sortie en bas de l'escalier,
– le mode « dans escalier » où le fauteuil est engagé dans les escaliers avec les 2 trains rentrés et le siège asservi en position,
– le mode « haut escalier », qui est un mode transitoire où le fauteuil réalise les actions à effectuer à l'entrée et à la sortie en haut de l'escalier.

Le graphe de la figure 2 décrit ce fonctionnement.

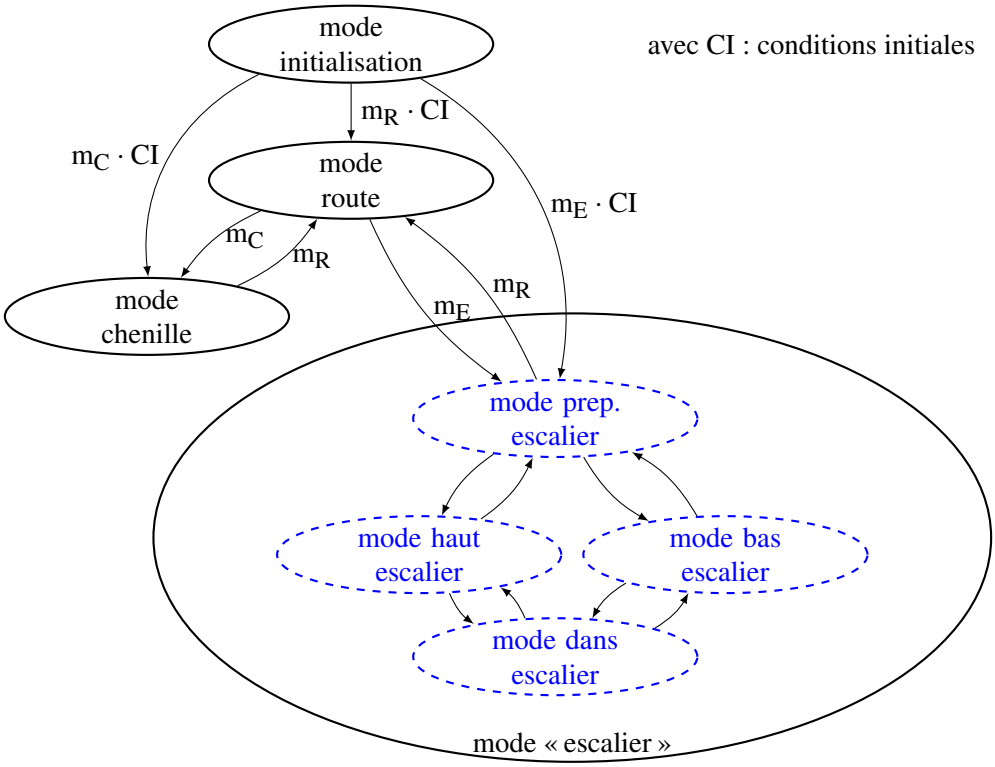


FIGURE 2 : machine d'état des différents modes de fonctionnement (seules les conditions de passage entre les modes principaux sont précisées)

1.1.1 Décomposition fonctionnelle

L'annexe A- 1 propose une décomposition fonctionnelle du fauteuil **TopChair S©** .

1.1.2 Interface homme-fauteuil

L'interface homme-machine est réalisée via le joystick de commande de direction et un clavier additionnel.

Sur le clavier de commande, on retrouve toutes les actions que peut effectuer le fauteuil :
– choisir le mode de fonctionnement (chenille, route ou escalier) ;
– rentrer et sortir les trains avant et arrière ;
– incliner et redresser le siège.

Le joystick de direction comporte un bouton marche/arrêt, un avertisseur sonore et 2 boutons permettant de choisir la vitesse maximale du véhicule. Tous les paramètres du fauteuil (vitesse, accélération, vitesse de rotation…) sont configurables.

1.1.3 Le fauteuil et son environnement

Afin d'automatiser son fonctionnement dans les escaliers, le fauteuil a besoin de « voir » son environnement. En effet, pour actionner le train avant ou le train arrière, le fauteuil a besoin d'évaluer sa situation afin d'éviter les mauvaises manœuvres (comme sortir les trains dans les escaliers).

Pour ce faire, des capteurs infrarouges sont disposés de manière à détecter ces différentes situations (figure 9 de l'annexe A- 2). Au vu des distances à mesurer, le choix s'est porté sur des capteurs SHARP (annexe A- 9.3). L'orientation de ces capteurs est définie expérimentalement. Leur position permet de détecter au mieux les différentes situations.

La description et les schémas de l'annexe A- 3 présentent les différents capteurs mis en œuvre pour détecter le début et la fin de l'escalier en montée et en descente.

À ces capteurs de distance se rajoutent deux accéléromètres qui permettent de mesurer à chaque instant l'inclinaison (dans les trois directions) du châssis et du fauteuil.

1.1.4 Principe de la montée des marches

Le principe de la montée des marches est décrit dans l'annexe A- 4. On distingue les étapes suivantes :

- positionner le fauteuil au pied de l'escalier, en marche arrière ;
- appuyer sur le bouton « escalier » : les roues avant sont escamotées et les chenilles deviennent motrices ;
- manipuler le joystick vers l'arrière : le système détecte la première marche (capteurs infrarouges), le fauteuil est alors en position, les roues arrière sont escamotées et la montée débute ;
- le palier supérieur est atteint : le système détecte la dernière marche (capteurs infrarouges), les roues arrière sont abaissées pour stabiliser le fauteuil et le fauteuil continue la montée à l'aide des chenilles ;
- sur le palier supérieur, retour au mode « route » : les roues avant sont abaissées et les roues arrière redeviennent motrices ;
- pendant toute la montée, le siège reste horizontal.

Deuxième partie
Étude

Nous allons nous intéresser à quelques éléments caractéristiques du fauteuil roulant **TopChair S©** . Toutes les parties sont indépendantes et des résultats intermédiaires permettent de poursuivre l'étude.

2.1 Gérer le siège - FP3.4 -

Objectif :
élaborer le cycle de fonctionnement du chariot et plus particulièrement son fonctionnement lors du passage du mode « route » au mode « escalier ».

Le fonctionnement global du fauteuil est décrit par le graphe de la machine d'état du chariot (figure 2 page 3) et par le grafcet incomplet du document réponse DR 1.

Question 1

D'après le graphe de la machine d'état du chariot (figure 2 page 3), préciser les modes principaux de fonctionnement du chariot.

Question 2

Préciser la fonctionnalité que remplit la macro-étape M12 sur le document réponse DR 1 et compléter les différentes réceptivités du Grafcet.

2.2 Détecter les marches - FP1.31 -

Objectif :
élaborer l'algorithme permettant de détecter les marches et de piloter le moteur.

Pour cela, nous allons :
- valider le choix du capteur d'obstacle,
- valider la chaîne d'acquisition réalisée par le convertisseur analogique-numérique intégré au microcontrôleur,
- élaborer l'algorithme.

Cahier des charges (extrait) :
- détecter un obstacle (marche) dans l'intervalle 20 cm - 60 cm,
- la précision attendue doit être inférieure à 1 cm.

2.2.1 Le capteur de distance

Le fauteuil utilise plusieurs capteurs de distance (figure 9 de l'annexe A- 2) pour évaluer à chaque instant la position du fauteuil par rapport aux marches. Ils permettent la détection de la première et de la dernière marche (annexe A- 3). Tous les capteurs de distance sont identiques, de marque SHARP et de référence GP2Y0A21YK0F (annexe A- 9.3).

Question 3

Compléter le diagramme FAST, du document réponse DR 2 présentant la décomposition fonctionnelle de la fonction « FP1.31-Détecter les marches » en précisant les constituants réalisant ces fonctions.

Question 4

Donner les caractéristiques du capteur : le type de rayon émis, la tension d'alimentation recommandée, le temps maximum (T_m) entre deux mesures. En déduire la fréquence minimale (f_m) de prise d'échantillon. Donner, d'après la courbe de la figure 16 de l'annexe A- 9.3, la tension de sortie maximum.

Question 5

Préciser le type de signal fourni par le capteur. En déduire la fonction nécessaire au traitement de cette information par le micro-processeur. Conclure sur la compatibilité de la connexion directe du capteur avec un micro-processeur alimenté en 5 V ($V_{référence}$ = 5 V).

Question 6

1. **Donner la tension fournie par le capteur pour une distance mesurée de 15 cm, 9 cm, 30 cm, 4 cm et 65 cm. Que constatez-vous ?**
2. **Préciser le domaine d'emploi du capteur.**
3. **Proposer, en justifiant, une méthode permettant de déterminer que le capteur sort de son domaine d'emploi lorsque le fauteuil s'approche d'un obstacle.**
4. **Conclure sur la capacité des capteurs à détecter les marches.**

2.2.2 La chaîne d'acquisition

Le microcontrôleur utilisé sur le fauteuil a pour référence MC9S12DP256 (MCU), de chez Motorola, comportant, entre autre, une unité de traitement de 16 bits et deux convertisseurs analogiques numériques (annexe A- 9.4).

Question 7

Préciser les notions « 8 entrées multiplexées » et « résolution 8 ou 10 bits » que l'on trouve dans la documentation.

Le convertisseur intégré est configurable, les tensions d'entrée mini (Vrl) et maxi (Vrh) du convertisseur ainsi que la résolution (8 ou 10 bits) sont réglables. Le tableau 1, page suivante, précise la valeur numérique en sortie du convertisseur pour une entrée analogique variant entre Vrl = 0 V et Vrh = 5,12 V.

Pour le codage sur 10 bits des nombres, celui-ci est réalisé sur un mot de 16 bits avec une justification à gauche, ainsi dans l'exemple ci-dessous où la valeur binaire sur 10 bits est mémorisée en complétant à droite par 6 zéros.

%0101010101	0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0	5540h
mot binaire sur 10 bits	mot complété à droite par 6 bits	code hexadécimal

Signal d'entrée V	Codage 8-Bits	Codage 10-Bits
5,12	FF	FFC0
5,115	FF	FFC0
5,1	FF	FF00
2,58	81	8100
2,56	80	8000
2,54	7F	7F00
0,02	01	0100
0,005	00	0040
0	00	0000

Les tensions d'entrée du convertisseur sont réglées à Vrl = 0 V et Vrh = 5,12 V.

TABLEAU 1 : codes hexadécimaux du résultat de la conversion analogique numérique

Question 8

1. **Montrer, sur le document réponse DR 3, que la valeur du quantum pour un codage sur 8 bits est de q_8 =0,02 V et sur 10 bits de q_{10} =0,005 V.**
2. **Compléter le tableau du document réponse DR 3 en précisant, pour une distance de 20 cm, le code hexadécimal pour un codage en 8 bits non signés, 10 bits non signés, commenter vos calculs.**
3. **Déterminer, sur le document réponse DR 3, la précision du capteur (en cm) pour chacun des deux codages.**

Le registre de contrôle ATDCTL5 (annexe A- 9.4) du micro contrôleur permet de configurer le convertisseur. Il est actuellement réglé avec les valeurs ci-dessous :

Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
DJM	DSGN	SCAN	MULT	0	CC	CB	CA
0	0	1	0	0	0	0	0

On admet toujours Vrl = 0 V et Vrh = 5,12 V.

Question 9

Le résultat de la conversion doit être sur 10 bits non signés justifié à gauche, la configuration actuelle permet-elle de réaliser une mesure sur la voie 0 en continu ? Répondre sur le document réponse DR 4, en justifiant les différents bits.

2.2.3 Algorithme de commande

On donne l'organigramme (annexe A- 5) permettant la commande du moteur.

L'algorithme du document réponse DR 5 permet de détecter un obstacle à 30 cm (soit une valeur décimale de 400 ou %0110010000 en binaire à la sortie du convertisseur) avec la configuration précédente et d'arrêter le déplacement du fauteuil.

Données complémentaires :

- l'adresse de base du convertisseur est 300h ;
- fonctions utilisées dans le programme du document réponse DR 5 :
  - écrire_Octet(adresse, valeur) : fonction qui écrit un octet à l'adresse choisie ainsi, écrire_Octet(505h,7Eh) : écrit la valeur hexadécimale 7Eh à l'adresse mémoire 505h ;

– lire_2_Octets(adresse) : fonction qui lit 2 octets à l'adresse choisie ainsi,
lire_2_Octets(500h) : lit à partir de l'adresse 500h deux octets (adresse 500h et 501h) ;
– sortie() ;
– temporisation (temps) ;
– les commentaires débutent par « // ».

Question 10

1. **Donner les adresses d'accès aux registres de configuration du CA/N et du registre de lecture du résultat de la conversion.**
2. **Compléter l'algorithme (lignes 9, 13, 15, 19 et 23) sur le document réponse DR 5.**

Question 11

Conclure sur la capacité à détecter une marche avec la précision demandée et de commander le moteur.

2.3 Escamoter les roues - FP1.32 -

Pour passer du mode « route » aux deux autres modes, il est nécessaire d'escamoter les trains avant et arrière. L'escamotage des trains est assuré par deux vérins électriques (un pour l'avant, l'autre pour l'arrière). La masse du fauteuil et de son passager étant relativement importante, il est nécessaire, pour la sécurité du passager et la fiabilité du fauteuil, que la structure et les vérins soient correctement dimensionnés .

Pour cela, nous allons :
– valider le choix du vérin électrique de basculement du train arrière du point de vue des efforts ;
– valider la structure cinématique du mécanisme de basculement du train avant ;
– concevoir la liaison entre le levier et l'arbre de basculement.

2.3.1 Escamoter le train arrière

Objectif :
valider le choix du vérin électrique de basculement du train arrière du point de vue des efforts.

Données :
– le modèle cinématique est précisé dans l'annexe A- 6. Sur ce modèle, chaque vérin électrique est modélisé par une liaison pivot glissant,
– $\alpha = (\vec{x_0}, \vec{x_1})$: orientation du châssis par rapport au sol, en mode « route »,
– $\beta = (\vec{x_1}, \vec{x_2})$: angle de basculement du train arrière, en mode « route »,
– $\psi = (\vec{x_1}, \vec{x_3})$: angle de basculement du train avant,
– G : centre d'inertie du châssis de masse $m_C = 130\,kg$, on pose $x_G = \overrightarrow{AG} \cdot \vec{x_0}$,
– U : centre d'inertie de l'ensemble constitué du siège et de l'utilisateur $M_u = 125\,kg$, on pose $x_U = \overrightarrow{AU} \cdot \vec{x_0}$,
– I : point de contact avec le sol de la roue arrière, on pose $x_I = \overrightarrow{AI} \cdot \vec{x_0}$. La liaison est supposée parfaite, le torseur de l'action mécanique du sol sur la roue s'écrit : $\left\{\mathcal{A}_{0\to 9}\right\} = \left\{\begin{matrix} N_I \cdot \vec{y_0} \\ \vec{0} \end{matrix}\right\}_I$,

– K : point de contact de la chenille avec le sol (voir annexe A- 7), on pose $x_K = \overrightarrow{AK} \cdot \overrightarrow{x_0}$. La liaison est supposée parfaite, le torseur de l'action mécanique du sol sur la chenille s'écrit : $\left\{\mathcal{A}_{0\to c}\right\} = \left\{\begin{matrix} N_K \cdot \overrightarrow{y_0} \\ \overrightarrow{0} \end{matrix}\right\}_K$.

Hypothèses complémentaires

– Compte-tenu de la symétrie du fauteuil, l'étude sera réalisée dans ce plan de symétrie (mécanisme plan).
– Les mouvements sont suffisamment lents pour que l'on puisse réaliser une étude statique.
– Les chenilles sont fixes et solidaires du châssis.
– Pendant le mouvement, le siège reste horizontal ($\overrightarrow{x_7} = \overrightarrow{x_0}$).
– Les roues avant restent parallèles au châssis et dirigées vers l'avant ($\overrightarrow{x_6} = \overrightarrow{x_5}$).

Cycle d'escamotage

Le cycle d'escamotage des roues est décrit par les figures 14(a) à 14(f) de l'annexe A- 7. Sur ces figures, on trouve, pour les différentes positions limites du cycle d'escamotage des roues, les valeurs des angles.

À partir de la position route (figure 14(a)) du fauteuil, le cycle débute par l'escamotage du train avant (figure 14(b)), le vérin tire le bras basculant avant, ψ varie continuement de –87° à –179°. Pendant l'escamotage de la roue avant, la chenille vient en contact avec le sol (figure 14(c)). Lorsque le train avant est complétement rentré, l'escamotage de la roue arrière débute (figure 14(d)), le fauteuil est alors en appui sur la roue arrière et l'avant de la chenille. À partir de $\beta = -12°$, la chenille est totalement en contact avec le sol (figure 14(e)), la remontée du train se poursuit jusqu'à atteindre sa position de repos.

On se place pendant la phase de basculement du train arrière (de figure 14(c) à figure 14(e)) du début de la phase pour laquelle $\beta = -51°$ et $\alpha = -15°$ (figure 14(c)) jusqu'à la position limite (figure 14(e)) avec $\beta = -12°$ et $\alpha = -4°$. Pendant la phase de basculement du train arrière, la roue avant n'est jamais en contact avec le sol, le siège est en contact en I et K sur le sol.

Question 12

1. **Établir l'inventaire des actions mécaniques extérieures appliquées sur l'ensemble constitué du fauteuil roulant et du passager.**
2. **Déterminer les actions normales de contact en I et K en fonction de m_C et M_u et des dimensions x_I, x_K, x_G et x_U.**
3. **Faire l'application numérique pour les deux cas extrêmes (figures 14(c) et 14(e)).**

Une simulation numérique du système a permis de déterminer les efforts dans les vérins pendant le cycle d'escamotage des deux trains. Ces évolutions sont représentées sur les différents graphes de l'annexe A- 8.

Question 13

1. **Justifier les différentes phases de F_r et F_v et relever les valeurs limites de F_r pour la phase d'escamotage du train arrière.**
2. **À partir de la documentation du vérin de basculement du train arrière (annexe A- 9.1), valider ou non le choix fait par le constructeur.**

2.3.2 Escamoter le train avant

Objectif :
valider la structure cinématique du mécanisme de basculement du train avant.

L'annexe A- 10 présente la modélisation spatiale du mécanisme de basculement du train avant et l'annexe A- 10.1, le plan et la nomenclature (partielle). Les coupes (à compléter) A-A et C-C sont sur le document réponse DR 7. La représentation est limitée à la partie avant du châssis et au mécanisme de basculement sans les roues.

La figure 3 propose une modélisation cinématique pour ce mécanisme.

On note :

– C_2, la classe d'équivalence cinématique composée des solides $\{2, 3_d, 3_g, 6\}$;

– C_7, la classe d'équivalence cinématique composée des solides $\{7, 4_d, 4_g\}$.

Les solides, 8, 9 et 10 modélisent, de manière simple, le vérin électrique.

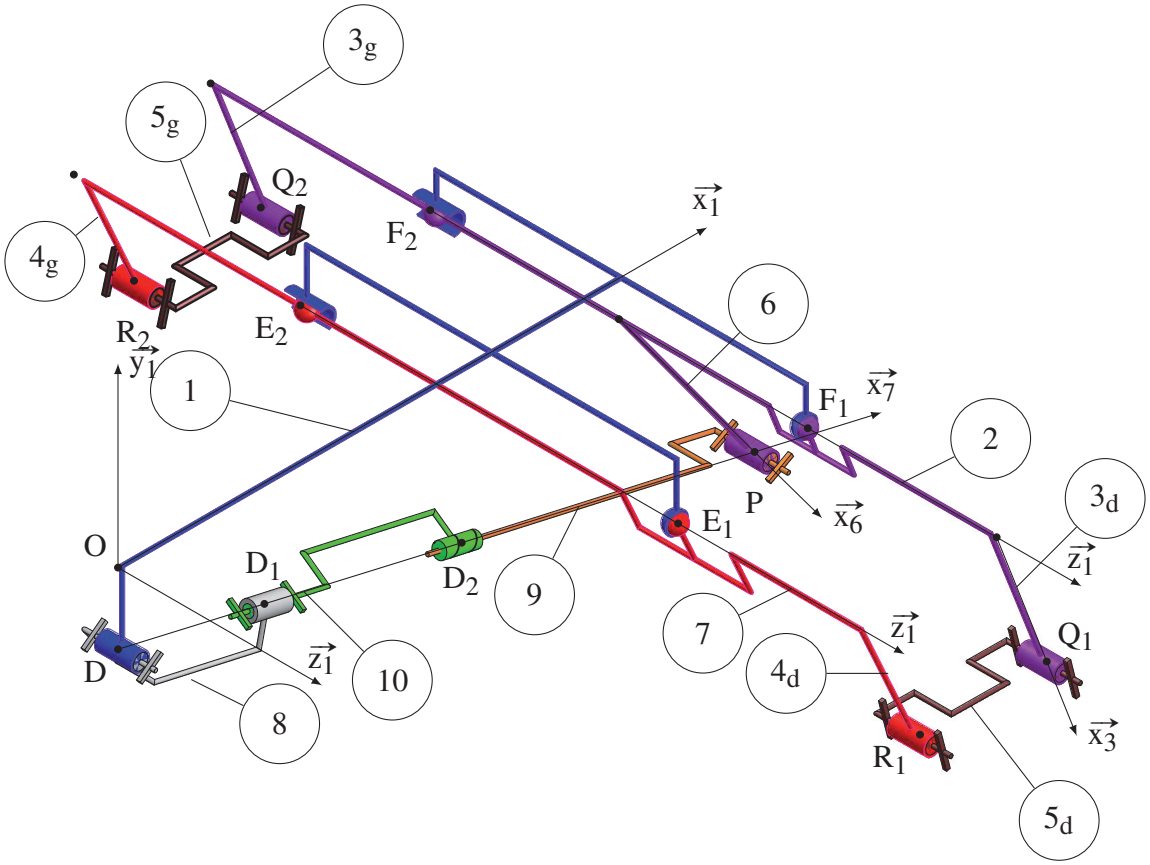


FIGURE 3 : modélisation cinématique du mécanisme de basculement du train avant

Le document réponse DR 6 présente le graphe des liaisons limité aux solides $\{1, C_2, 9, 10, 8, C_7, 5_d, 5_g\}$.

Question 14

1. **À partir du schéma de la figure 3 et du graphe des liaisons du document réponse DR 6, compléter les liaisons $L1_a$, $L1_b$, L2, L3 et L5 sur le document réponse .**
2. **Déterminer sur le document réponse DR 6 le nombre cyclomatique μ de ce graphe.**

Question 15

1. **Évaluer le degré de mobilité du mécanisme modélisé de la figure 3.**
2. **Déterminer le degré d'hyperstaticité.**
3. **Justifier le choix fait par le concepteur d'une structure avec un tel degré d'hyperstaticité.**

2.3.3 Transmettre l'effort du vérin au bras basculant

Objectif :
concevoir la liaison entre le levier et l'arbre de basculement.

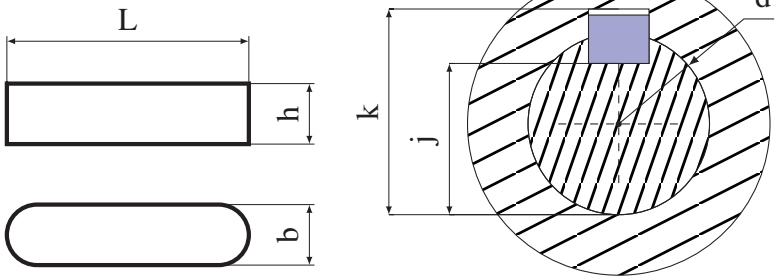
La tige (9) du vérin transmet l'effort nécessaire à l'arbre de basculement (2) à l'aide du levier (6) (plan 2D annexe A- 10.1). La liaison entre l'arbre et le levier doit être une liaison encastrement démontable.

Le fabricant a choisi de réaliser cette liaison à l'aide d'une clavette associée à deux anneaux élastiques.

Question 16

Proposer deux autres solutions technologiques pour réaliser cette liaison entre le levier et l'arbre.

La clavette permettant de transmettre le couple d'escamotage des roues sans risques de déformation a les dimensions suivantes : L = 40 mm, b = 8 mm et h = 7 mm pour un diamètre d'arbre de d = 25 mm.



d	b	j	k
de 8 à 10	3	d – 1, 2	d + 1
de 10 à 12	4	d – 1, 8	d + 1, 4
de 12 à 17	5	d – 3	d + 2, 3
de 17 à 22	6	d – 3, 5	d + 2, 8
de 22 à 30	8	d – 4	d + 3, 3
de 30 à 38	10	d – 5	d + 3, 3
de 38 à 44	12	d – 5	d + 3, 3

FIGURE 4 : dimension des clavettes, de l'arbre et du moyeu

Question 17

Étude graphique à main levée sur le document réponse DR 7 (format A4 échelle 1/2).

1. **Compléter les coupes A-A et C-C afin de réaliser la liaison encastrement démontable entre l'arbre (2) et le levier (6).**
2. **Dans le cadre inférieur, réaliser toute(s) vue(s) complémentaire(s) de l'arbre limitée(s) à la zone d'étude en précisant les formes et dimensions utiles.**

2.4 Assurer une inclinaison constante - FP2 -

La capacité de monter les escaliers du **TopChair S©** impose, pour le confort et la sécurité du passager, de maintenir l'horizontalité du siège pendant la montée ou la descente.

Le choix fait par le concepteur est d'asservir la position angulaire du siège à l'aide d'un vérin à vis (annexe A- 9.2).

Pour cela, nous allons :

– vérifier l'aptitude de la fonction distribuer à commander dans les deux sens à vitesse variable le moteur à courant continu d'inclinaison ;
– établir le modèle du système asservi d'inclinaison ;
– proposer et régler un correcteur garantissant les performances attendues.

Le document réponse DR 8 décrit la structure fonctionnelle d'orientation du siège.

Description du fonctionnement

L'utilisateur commande l'inclinaison du siège en tapant sur le **clavier de commande** la **consigne de position angulaire**. Le **microcontrôleur** génère, en fonction de l'écart entre la position angulaire réelle du siège et la consigne, les signaux de pilotage **« Redresser siège »** et **« Incliner siège »**. La position angulaire du siège est mesurée par un **accéléromètre**. Ces signaux, transmis à la **carte de puissance**, permettent de piloter le moteur à courant continu du **vérin électrique** et d'incliner le siège grâce à la **cinématique du mécanisme**. L'énergie nécessaire est fournie par une **batterie**.

Question 18

Compléter, à partir de la description du fonctionnement, sur le document réponse DR 8, les éléments grisés des chaînes d'information et d'énergie du sous-système d'inclinaison du siège.

2.4.1 Étude de la commande des vérins du siège

Objectif :
vérifier l'aptitude de la fonction **« distribuer »** à commander dans les deux sens à vitesse variable le moteur à courant continu d'inclinaison.

Cahier des charges (extrait) :

– la vitesse de déplacement de la tige du vérin doit varier de 0 à $30\,\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$ dans les deux sens.

Si on veut assurer un confort maximal du passager, les mouvements du siège doivent se faire sans à coups. Pour cela, il est nécessaire de pouvoir faire varier la vitesse des moteurs.

Le schéma de commande des vérins électriques d'inclinaison du siège et de basculement du train avant et du train arrière est fourni en annexe A- 11.

Étude de la commande du moteur du vérin

Soit la structure suivante (figure 5 page suivante), extraite du schéma de la commande du vérin d'inclinaison (partie centrale du schéma en annexe A- 11), dans laquelle on trouve les signaux de commande « Incliner siège » et « Redresser siège ».

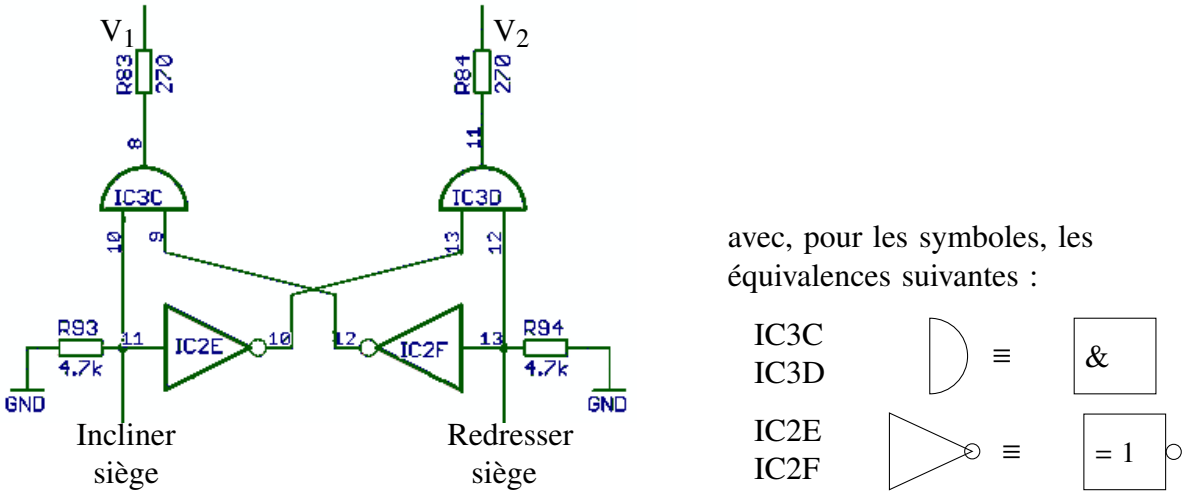


FIGURE 5 : schéma de commande du moteur

Question 19

Étude du circuit de commande (répondre sur le document réponse DR 9)

1. **Justifier que le niveau logique à l'entrée de IC2E est bas (niveau logique 0) lorsque le signal « Incliner siège » est en haute impédance (« z » dans la table de vérité). En déduire la fonction des résistances R93 et R94.**
2. **Compléter sur le document réponse DR 9 la table de vérité de la structure.**
3. **Préciser l'utilité d'une telle structure.**

Étude de la structure de distribution d'énergie au moteur du vérin

Soit le schéma partiel (figure 6(a) page suivante) extrait du schéma complet (Annexe A- 11) et le schéma équivalent (figure 6(b)).

Nous supposerons dans cette partie que le point A du schéma partiel (figure 6(a)) est relié à la masse (GND ≡ 0 V sur le schéma de la figure 6(a)).

Question 20

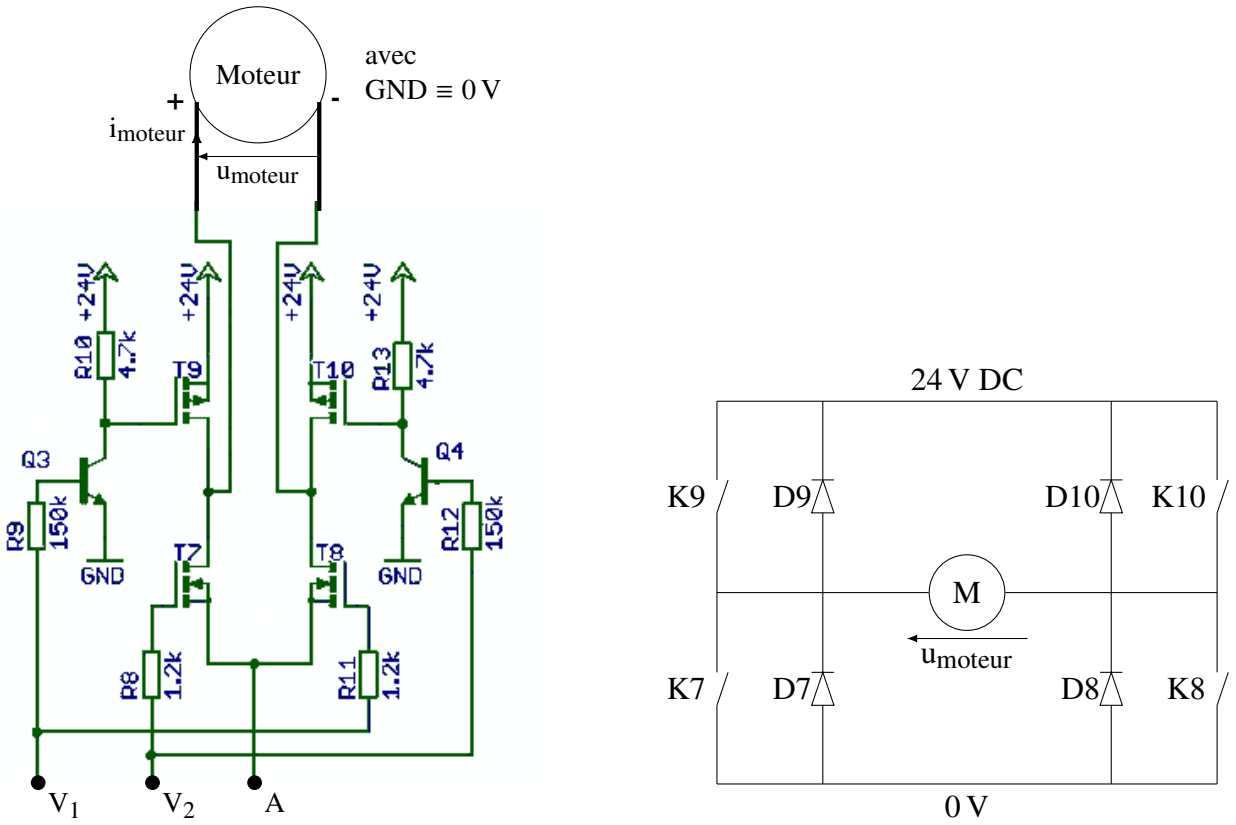
Donner le nom de la structure réalisée sur le schéma réel de commande du moteur (figure 6(a)) et modélisée sur le schéma équivalent (figure 6(b)).

Question 21

À partir du schéma équivalent (figure 6(b)), indiquer les interrupteurs à commander pour permettre la rotation du moteur dans le sens horaire ($u_{moteur} > 0$) et dans le sens anti-horaire.

Question 22

Sachant que les entrées V_1 et V_2 du schéma de commande (figure 6(a)) peuvent prendre les niveaux logiques 0 ou 1 soit 0 V ou 5 V, donner les niveaux logiques de V_1 et V_2 permettant une tension positive aux bornes du moteur ($u_{moteur} > 0$) et une tension négative aux bornes du moteur ($u_{moteur} < 0$) . Justifier votre réponse en précisant le rôle de Q_3 et Q_4.



(a) schéma de commande

(b) schéma équivalent

FIGURE 6 : schéma de commande du moteur

Le document réponse DR 10 présente l'évolution des deux tensions V_1 et V_2 pour $\alpha > 0{,}5$ et $\alpha < 0{,}5$.

On admet les hypothèses suivantes :

- la structure fonctionne en régime moteur P > 0,
- à t = 0, le régime est établi en fonctionnement moteur,
- les transistors sont parfaits et la résistance d'induit r du moteur est négligeable,
- si $\alpha > 0,5$ on supposera que $i_{moteur} > 0$ à t = 0 et si $\alpha < 0,5$ alors $i_{moteur} < 0$ à t = 0,
- la constante de temps du moteur étant très grande devant celle du hacheur, le sens de rotation du moteur dépend de la valeur moyenne de la tension à ses bornes.

Question 23

Étude de u_{moteur} (répondre sur le document réponse DR 10).

1. **Compléter le chronogramme de la tension u_{moteur} en fonction des chronogrammes de V_1 et V_2.**
2. **Calculer la valeur moyenne U_{moy} de u_{moteur} en fonction de Vcc et de α (Vcc = 24 V).**
3. **Tracer l'allure de U_{moy} en fonction de α et préciser le sens de rotation sur la ligne « sens de rotation » du chronogramme sachant que, pour $U_{moy} > 0$, le moteur tourne dans le sens horaire.**

Les signaux « Incliner Siège » et « Redresser Siège » émis par le microcontrôleur ont un rapport cyclique variable ($0 < \alpha < 1$).

Question 24

Nommer ce type de commande et conclure sur la capacité de la fonction « distribuer » à obtenir une vitesse variable dans les deux sens du siège.

2.4.2 Établissement du modèle d'asservissement d'inclinaison

Objectif :
établir le modèle du système asservi d'inclinaison.

Le modèle retenu pour l'étude est schématisé sur la figure 7 page suivante, la représentation est limitée à la cinématique de l'inclinaison du siège. Ce modèle comporte quelques simplifications géométriques par rapport au mécanisme réel afin de limiter les calculs.

Conditions de l'étude

Compte-tenu, des forts couplages entre les différents paramètres angulaires (α, β, θ) et le mouvement du fauteuil, nous allons placer notre étude à un instant particulier de l'utilisation du fauteuil par le passager.

L'utilisateur, ayant au préalable réglé l'horizontalité du siège ($\gamma = \gamma_c = 0$), s'engage sur un escalier (position de la figure 7). À ce moment, il choisit d'incliner légèrement son siège, pour cela, il stoppe le fauteuil ($\overrightarrow{V_{B\in 1/0}} = \vec{0}$) et rentre la consigne d'orientation $\gamma_c = \gamma_0 \neq 0$. On se propose d'étudier le comportement de l'asservissement d'inclinaison pour cette sollicitation.

On considérera pour l'étude que :
- α est constant et $\overrightarrow{V_{B\in 1/0}} = \vec{0}$,
- les repères $\mathcal{R}_1 = (B, \vec{x_1}, \vec{y_1}, \vec{z_0})$ et $\mathcal{R}_0 = (B, \vec{x_0}, \vec{y_0}, \vec{z_0})$ sont galiléens,
- α, β, θ et $\gamma = \alpha + \beta$ sont petits et que l'on peut donc écrire les deux relations suivantes que l'on admettra :

$$\ell_s = \ell_0 - b \cdot \theta \tag{1}$$

$$\dot{\theta} = \frac{d\theta}{dt} = \frac{r \cdot p_a}{2 \cdot \pi \cdot b} \omega_m \tag{2}$$

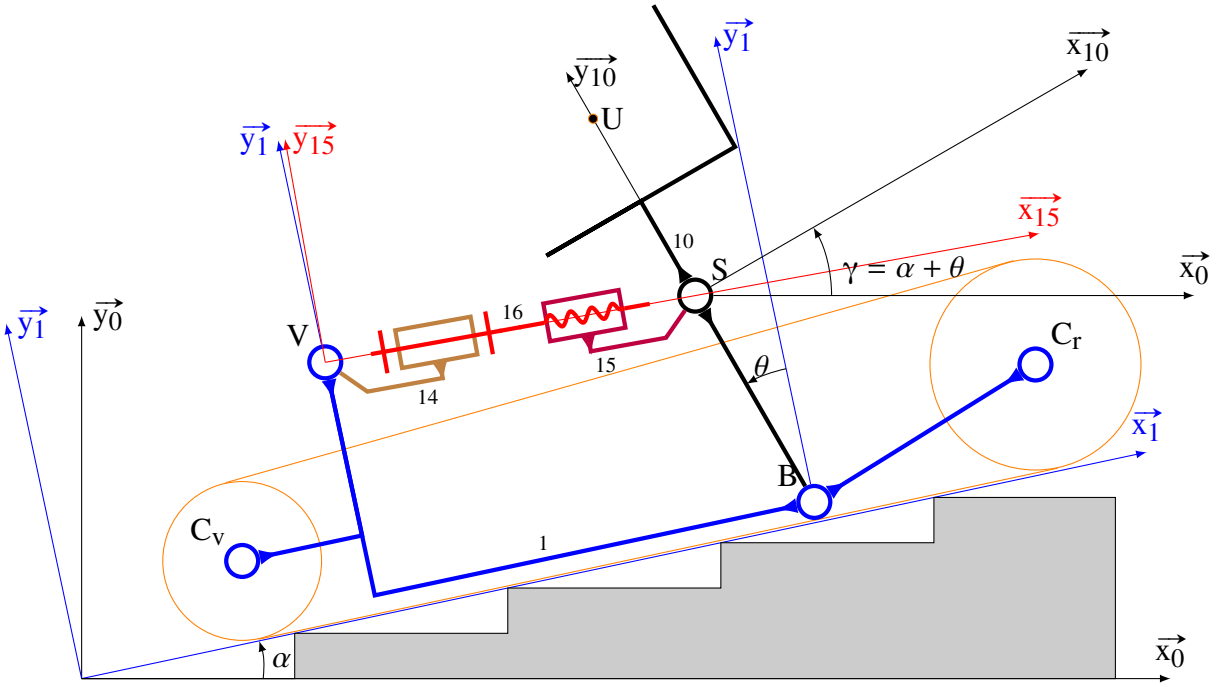
Question 25

À partir des données et du schéma de la figure 7, déterminer, $\left\{\mathcal{V}_{10/0}\right\}$, le torseur cinématique du siège 10 par rapport au référentiel 0 en U, le fauteuil étant immobile sur les marches, en fonction de $\frac{d\theta}{dt}$ et des dimensions utiles, puis en fonction de ω_m.

Question 26

Montrer que l'énergie cinétique de l'ensemble S = {siège, passager, rotor, vis,...} dans son mouvement par rapport au repère galiléen s'écrit : $Ec(S/R_g) = \frac{1}{2} \cdot J_u \cdot \frac{r^2 \cdot p_a^2}{4 \cdot b^2 \cdot \pi^2} \cdot \omega_m^2$.

Pour la suite, on note $J_e = J_u \cdot \frac{r^2 \cdot p_a^2}{4 \cdot b^2 \cdot \pi^2}$.



(a) schéma cinématique

- $(\vec{x_0}, \vec{x_1}) = (\vec{y_0}, \vec{y_1}) = \alpha$,
- $(\vec{x_1}, \vec{x_{10}}) = (\vec{y_1}, \vec{y_{10}}) = \theta$,
- $(\vec{x_1}, \vec{x_{15}}) = (\vec{y_1}, \vec{y_{15}}) = \beta$,
- $(\vec{x_0}, \vec{x_{10}}) = (\vec{y_0}, \vec{y_{10}}) = \gamma$,
- $\overrightarrow{BV} = b \cdot \vec{y_1} - \ell_0 \cdot \vec{x_1}$,
- $\overrightarrow{BS} = b \cdot \vec{y_{10}}$,
- $\overrightarrow{BU} = R_u \cdot \vec{y_{10}}$ avec U le centre d'inertie de l'ensemble (10) = {siège + passager},
- $\overrightarrow{VS} = \ell_s \cdot \vec{x_{15}}$ avec ℓ_0, longueur au repos obtenue pour $\theta = 0°$, $\ell_0 = \ell_s(\theta = 0)$, $\overrightarrow{BS} \cdot \overrightarrow{VS} = 0$ dans cette position,
- c_m : couple moteur,
- ω_m : vitesse de rotation du moteur,
- ω_v : vitesse de rotation de la vis,
- θ_m : paramètre de rotation du rotor autour de l'axe $(V, \vec{x_{15}})$ avec $\omega_m = \dfrac{d\theta_m}{dt}$,
- θ_v : paramètre de rotation de la vis autour de l'axe $(V, \vec{x_{15}})$ avec $\omega_v = \dfrac{d\theta_v}{dt}$,
- $r = \dfrac{\omega_v}{\omega_m}$: rapport de réduction du réducteur,
- p_a : pas de la vis,
- J_u : moment d'inertie du siège et du passager autour de l'axe $(B, \vec{z_0})$,
- M_u : masse du siège et du passager,
- toutes les autres masses et inerties sont négligées devant M_u et J_u,
- toutes les liaisons sont parfaites.

(b) données

FIGURE 7 : modélisation simplifiée du **TopChair S©** en mode « escalier »

Question 27

Puissance des efforts extérieurs au système S.

1. **Déterminer la puissance développée par le moteur sur le système.**
2. **Déterminer la puissance due au poids de l'ensemble {siège + passager}.**
3. **En déduire la puissance des efforts extérieurs au système S.**

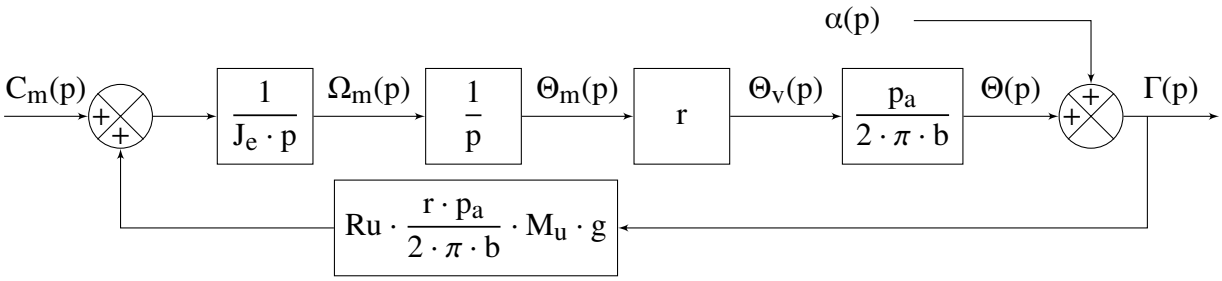
Question 28

Écrire le théorème de l'énergie cinétique pour le système S et montrer que l'équation donnant le couple moteur c_m s'écrit pour de petits angles :

$$J_e \cdot \dot{\omega}_m = c_m + R_u \cdot \frac{r \cdot p_a}{2 \cdot \pi \cdot b} \cdot M_u \cdot g \cdot (\theta + \alpha) \tag{3}$$

À partir des équations précédentes, on construit le schéma bloc ci-dessous.

Les notations utilisées pour les transformées de Laplace des fonctions temporelles sont précisées dans le tableau 2.



domaine temporel	domaine fréquentiel	domaine temporel	domaine fréquentiel
$\omega_m(t)$	$\Omega_m(p)$	$c_m(t)$	$C_m(p)$
$\theta(t)$	$\Theta(p)$	$\theta_m(t)$	$\Theta_m(p)$
$\theta_v(t)$	$\Theta_v(p)$	$\alpha(t)$	$\alpha(p)$
$\gamma(t)$	$\Gamma(p)$	$e(t)$	$E(p)$
$u(t)$	$U(p)$	$i(t)$	$I(p)$

TABLEAU 2 : notation des transformées de Laplace

Un moteur à courant continu assure la mise en mouvement du siège.

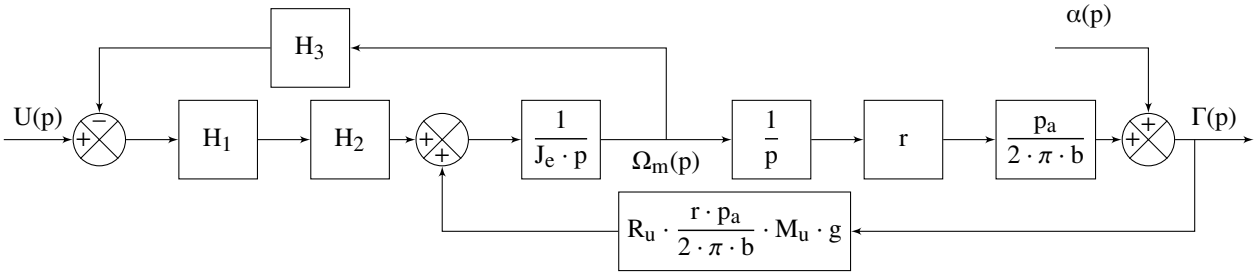
On rappelle les équations caractéristiques du moteur à courant continu :

$$u(t) = R \cdot i(t) + L \cdot \frac{d\,i(t)}{dt} + e(t) \tag{4}$$

$$c_m(t) = K_t \cdot i(t) \tag{5}$$

$$e(t) = K_e \cdot \omega_m(t) \tag{6}$$

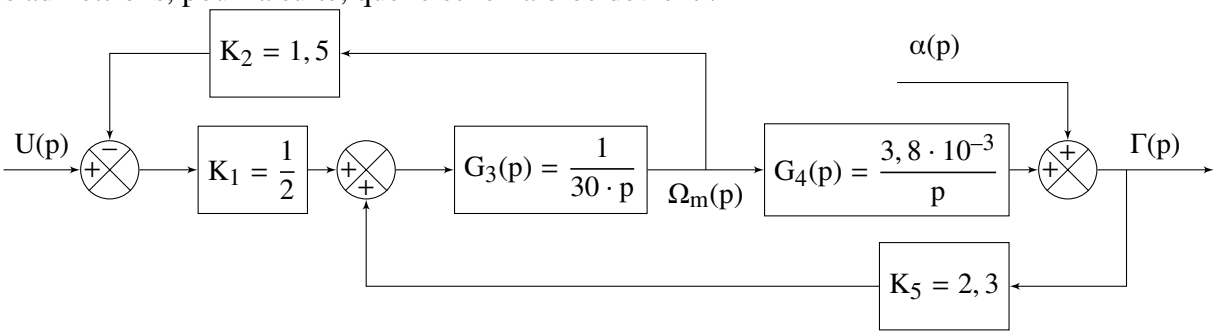
Le schéma bloc ci-dessous décrit le pilotage du système par le moteur à courant continu.



Question 29

À partir des équations caractéristiques du moteur, déterminer les fonctions H_1, H_2, et H_3 du schéma bloc ci-dessus.

Compte tenu des différentes dimensions, des caractéristiques du moteur et de diverses simplifications, nous admettrons, pour la suite, que le schéma bloc devient :



Question 30

Déterminer les fonctions de transfert $T_1(p)$ et $T_2(p)$ en fonction de K_1, K_2, $G_3(p)$, $G_4(p)$ et K_5 telles que $\Gamma(p) = T_1(p) \cdot U(p) + T_2(p) \cdot \alpha(p)$.

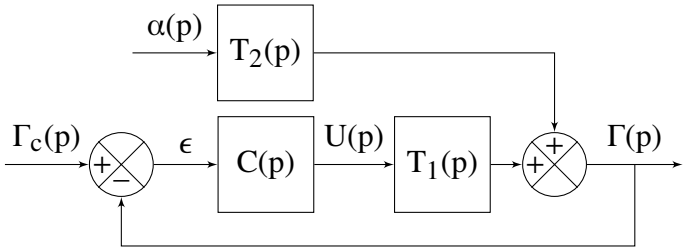
2.4.3 Asservissement de position

Objectif :
valider et régler un correcteur garantissant les performances attendues.

Cahier des charges (extrait) :

- la position angulaire doit être précise à 10 % près ;
- le fauteuil ne doit pas osciller autour de sa position finale mais on peut admettre un dépassement. Pour cela, on assurera une marge de phase M_P supérieure à 70°.

Finalement, l'asservissement de position est décrit par le schéma bloc ci-contre, avec $\Gamma_c(p)$ la consigne d'inclinaison du siège par rapport à l'horizontale, $\alpha(p)$ l'inclinaison du fauteuil et C(p) le correcteur. Ce qui permet d'écrire :



$$\Gamma(p) = \frac{C(p) \cdot T_1(p)}{1 + C(p) \cdot T_1(p)} \cdot \Gamma_c(p) + \frac{T_2(p)}{1 + C(p) \cdot T_1(p)} \cdot \alpha(p)$$

$$\Gamma(p) = F_1(p) \cdot \Gamma_c(p) + F_2(p) \cdot \alpha(p)$$

avec pour $T_1(p)$ et $T_2(p)$:

$$T_1(p) = \frac{6,5 \cdot 10^{-5}}{p^2 + 2,6 \cdot 10^{-2} \cdot p - 3,2 \cdot 10^{-4}}$$

$$T_2(p) = \frac{p^2 + 2,6 \cdot 10^{-2} \cdot p}{p^2 + 2,6 \cdot 10^{-2} \cdot p - 3,2 \cdot 10^{-4}}$$

Correction proportionnelle

Dans un premier temps, on choisit un correcteur proportionnel : $C(p) = K_r$.

On rappelle qu'un système du second ordre est stable si tous les coefficients du dénominateur de la fonction de transfert sont de même signe.

Question 31

Expliciter $F_1(p)$ puis déterminer les valeurs de K_r pour lesquelles le système est stable.

Pour la suite, on choisit K_r pour que le système soit stable.

On se place dans les conditions suivantes : le fauteuil est à l'arrêt dans l'escalier $\alpha = 10°$, le siège est à l'horizontale $\gamma = 0$, l'utilisateur souhaite légèrement incliner le siège et impose une consigne d'inclinaison : $\gamma_c = \gamma_0 \neq 0$.

Question 32

1. **Déterminer l'erreur ϵ_∞ en fonction de K_r avec $\epsilon(t) = \gamma_c(t) - \gamma(t)$.**
2. **Pour quelles valeurs de K_r, l'erreur relative $\left|\frac{\epsilon_\infty}{\gamma_0}\right|$ est-elle inférieure à 10 % ?**

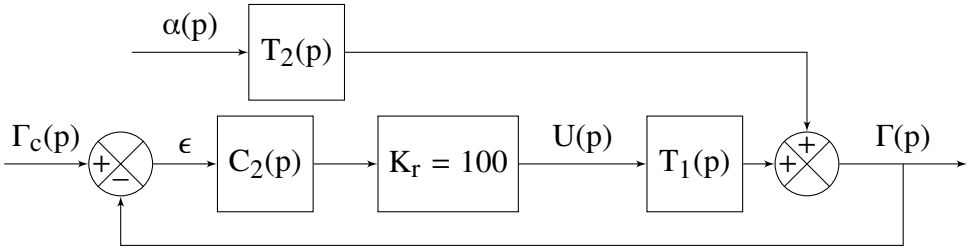
On choisit pour la suite $K_r = 100$.

Question 33

1. **Mettre $F_1(p)$ sous forme canonique, déterminer le gain statique K_s, la pulsation propre ω_n et le facteur d'amortissement z.**
2. **Que pensez-vous de la valeur du facteur d'amortissement ?**

Amélioration de la correction

Afin d'améliorer le comportement et de limiter les oscillations, on insère dans la chaîne directe un nouveau correcteur : $C_2(p) = 40 \cdot \frac{1 + 10 \cdot p}{1 + 0{,}1 \cdot p}$.



Les diagrammes de Bode du correcteur $C_2(p)$ et de la fonction de transfert en boucle ouverte non corrigée $BO(p) = 100 \cdot T1(p)$ sont représentés sur le document réponse DR 11.

Question 34

1. **Donner le nom de ce correcteur et son utilisation.**
2. **Tracer sur le document réponse DR 11 les diagrammes de Bode (gain et phase) de la FTBO du sytème corrigé $BO_1(p) = 100 \cdot C_2(p) \cdot T_1(p)$.**
3. **Déterminer la marge de phase et la marge de gain du système corrigé.**
4. **Le correcteur choisi permet-il de respecter le cahier des charges ?**

Fin de l'énoncé

Annexes

Sommaire des annexes

A- 1 Décomposition fonctionnelle 2
A- 2 Disposition des capteurs de distance 3
A- 3 Principe de la détection du début et de la fin d'un escalier 3
A- 4 Principe de la montée des marches 5
A- 5 Organigramme de détection des marches 6
A- 6 Modèle cinématique du mode « route » 7
A- 7 Principe de l'escamotage des roues 8
A- 8 Évolution des actions mécaniques pendant le cycle d'escamotage 9
A- 9 Constituants 10
A- 9.1 Vérin de basculement du train de roues arrière 10
A- 9.2 Vérin de basculement du train avant et vérin d'inclinaison du siège 10
A- 9.3 Capteurs de distance : SHARP GP2Y0A21YK0F 11
A- 9.4 Microcontrôleur Motorola MC9S12DP256 12
A- 10 Mécanisme de basculement du train avant - vue 3D 14
A- 10.1 Mise en plan 15
A- 11 Schéma de commande des vérins du siège et de basculement des trains 16

A- 1 Décomposition fonctionnelle

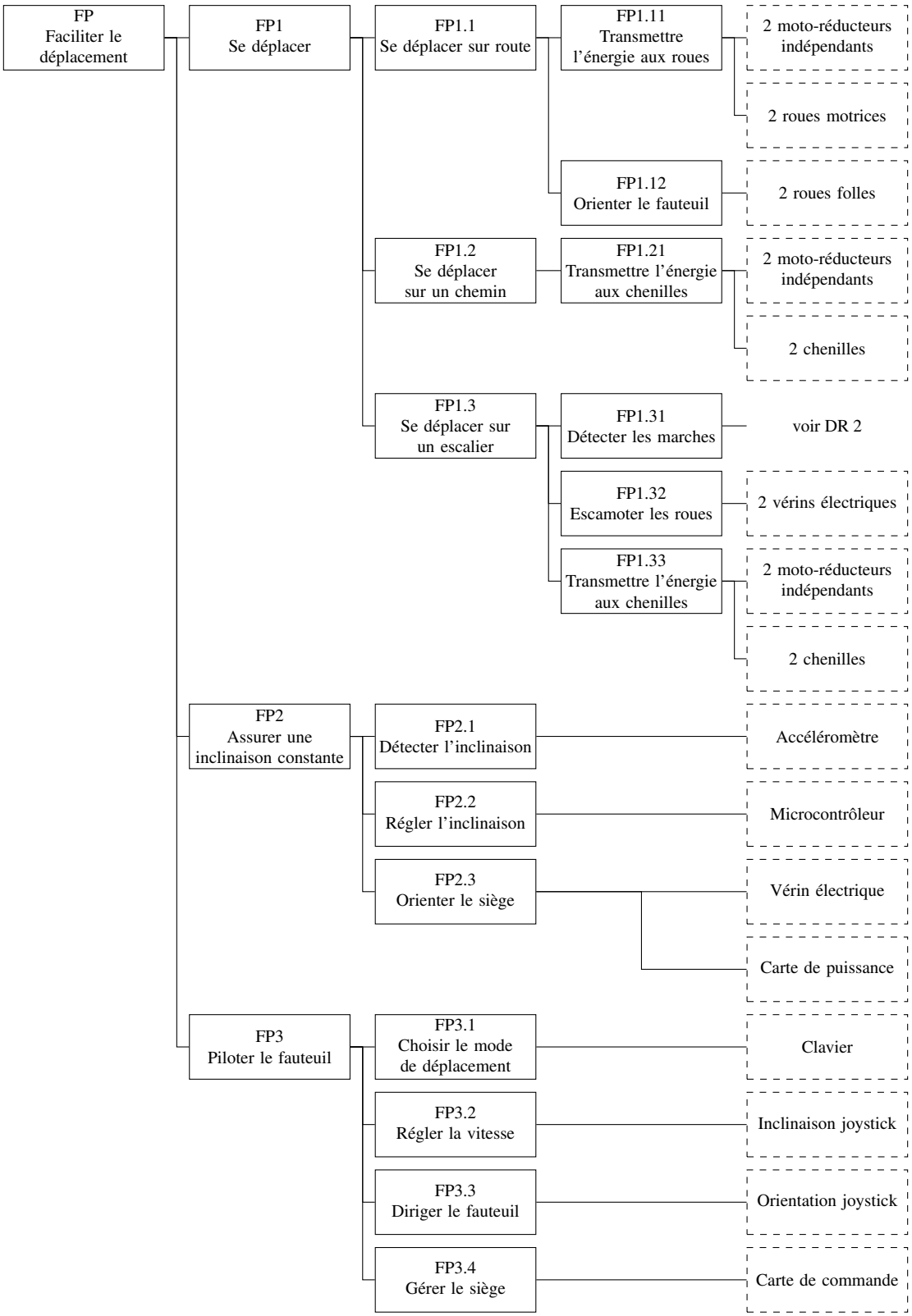


FIGURE 8 : décomposition fonctionnelle

A- 2 Disposition des capteurs de distance

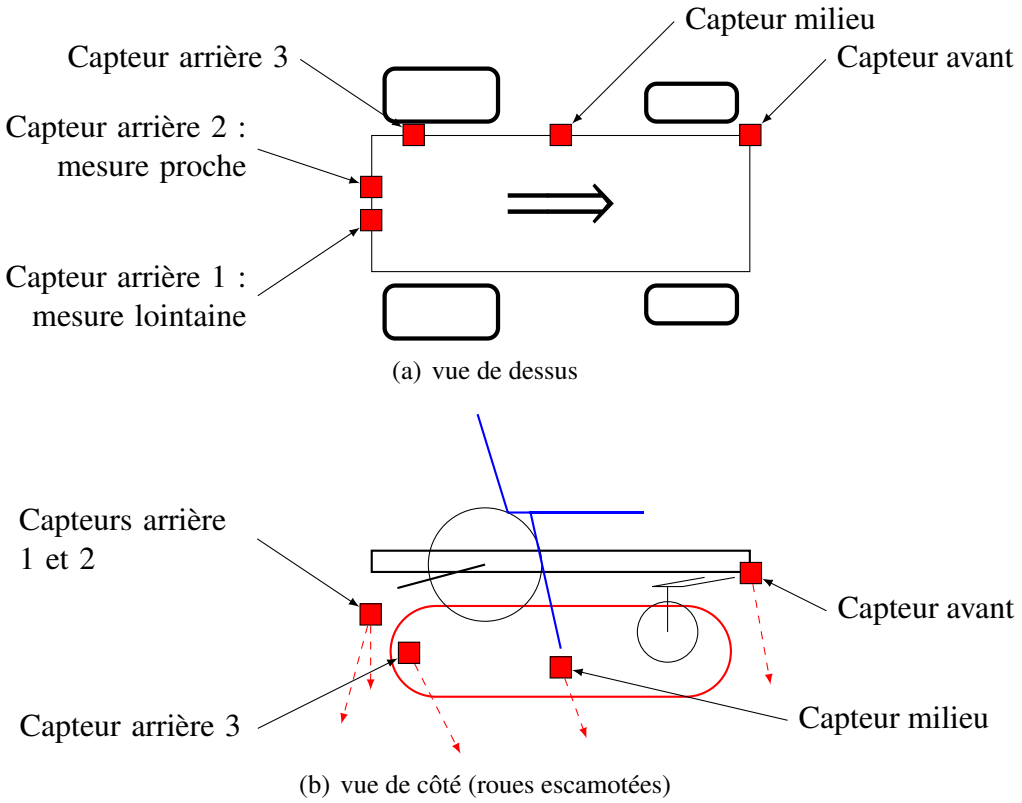


FIGURE 9 : disposition des capteurs de distance

A- 3 Principe de la détection du début et de la fin d'un escalier

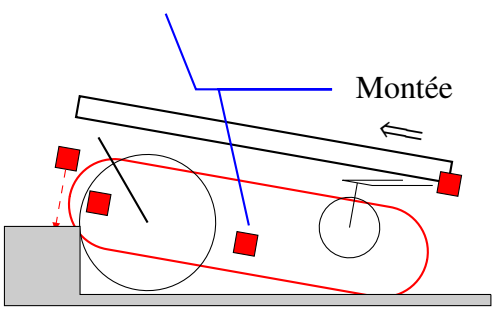
La description ci-dessous se rapporte à la figure 10 page suivante.

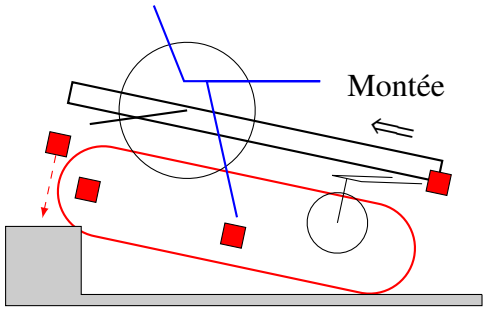
Détection de la première marche à la montée : le capteur arrière 2 permet de détecter le nez de la première marche à la montée. Lorsque le capteur détecte une distance plus faible qu'un seuil programmé (30 cm), le train arrière rentre.

Détection de la dernière marche à la montée : les capteurs arrière 1 et 2 permettent de détecter la fin de l'escalier à la montée. On compare les mesures de ces 2 capteurs avec des seuils qui dépendent de l'angle du châssis.

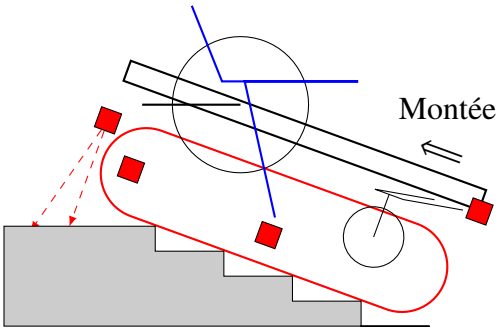
Détection de la première marche à la descente : le seul capteur du milieu permet de détecter l'entrée dans un escalier par le haut, le capteur détecte le nez de marche. On compare la valeur mesurée avec un seuil programmé (10 cm).

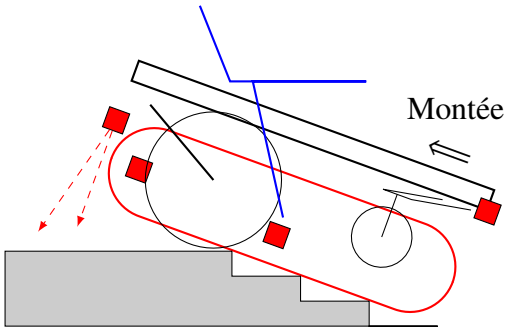
Détection de la dernière marche à la descente : les capteurs arrière 3 et milieu permettent de détecter la fin de l'escalier à la descente. On compare les mesures de ces 2 capteurs avec des seuils qui dépendent de l'angle du châssis.



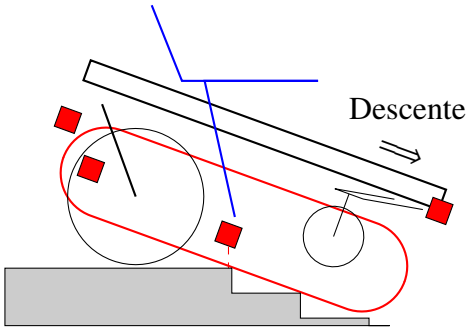


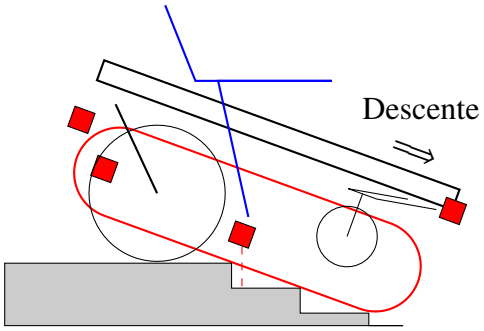
(a) détection de la première marche à la montée



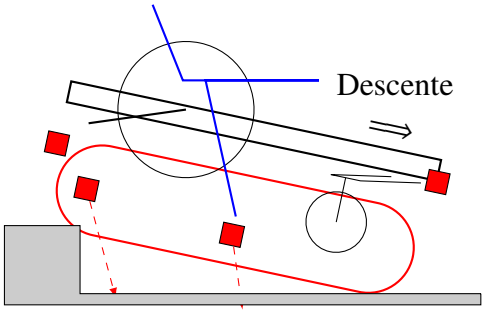


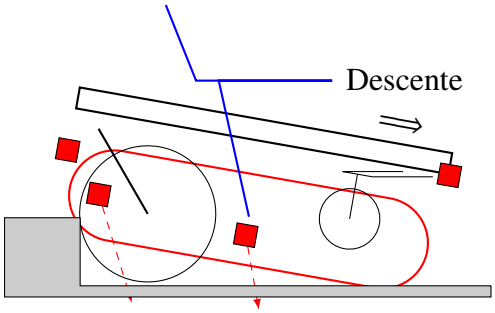
(b) détection de la dernière marche à la montée





(c) détection de la première marche à la descente

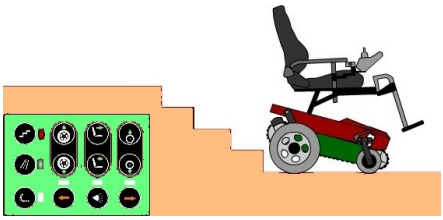




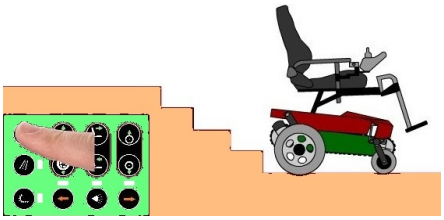
(d) détection de la dernière marche à la descente

FIGURE 10 : principe de la détection des marches

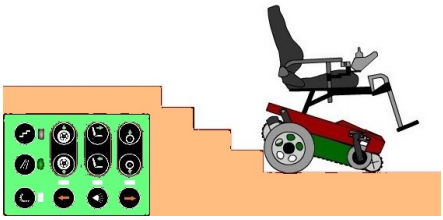
A- 4 Principe de la montée des marches



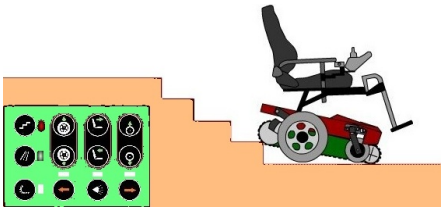
(a) approche de l'escalier



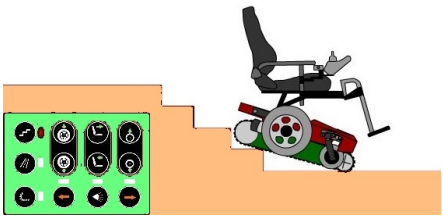
(b) choix du mode « marches »



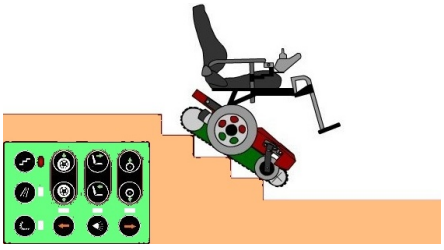
(c) escamotage des roues avant



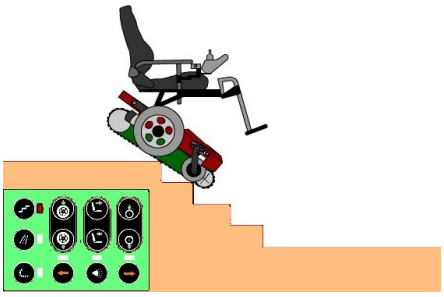
(d) escamotage des roues arrière



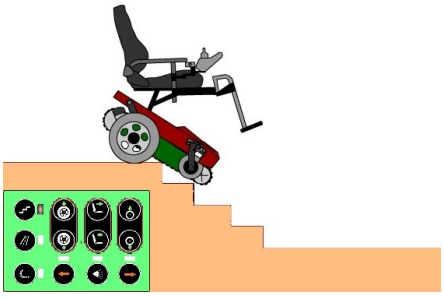
(e) début de la montée



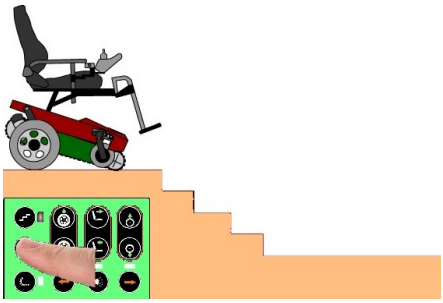
(f) dans l'escalier



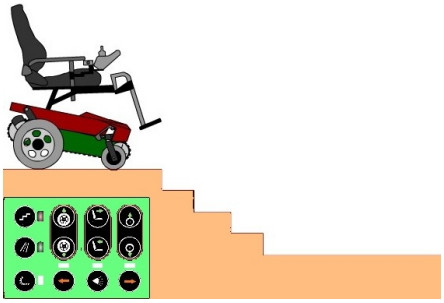
(g) détection dernière marche



(h) sortie des roues arrière



(i) choix du mode « route »



(j) sortie des roues avant

FIGURE 11 : montée des marches

A- 5 Organigramme de détection des marches

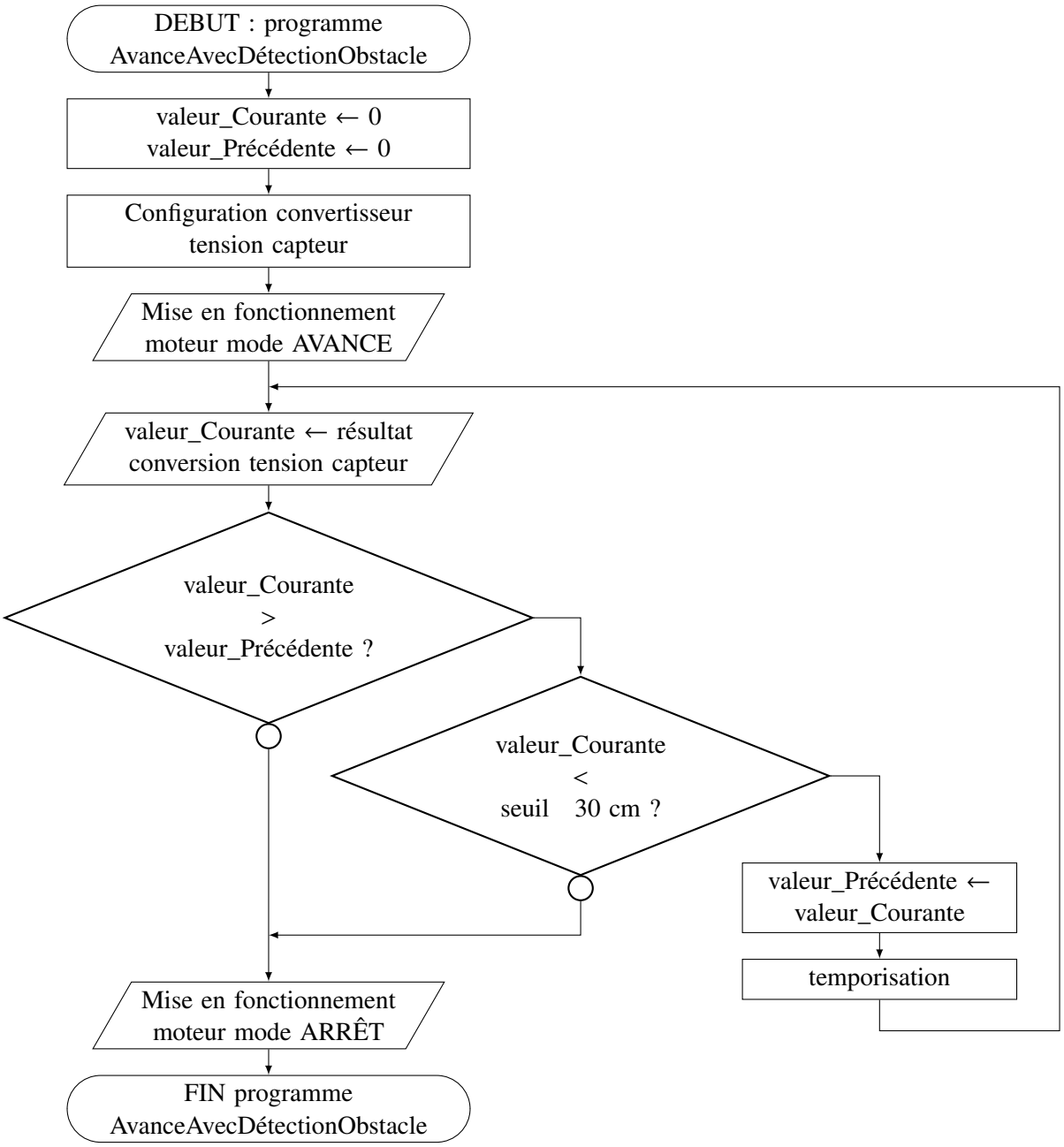


FIGURE 12 : organigramme de détection d'obstacle

.

A- 6 Modèle cinématique du mode « route »

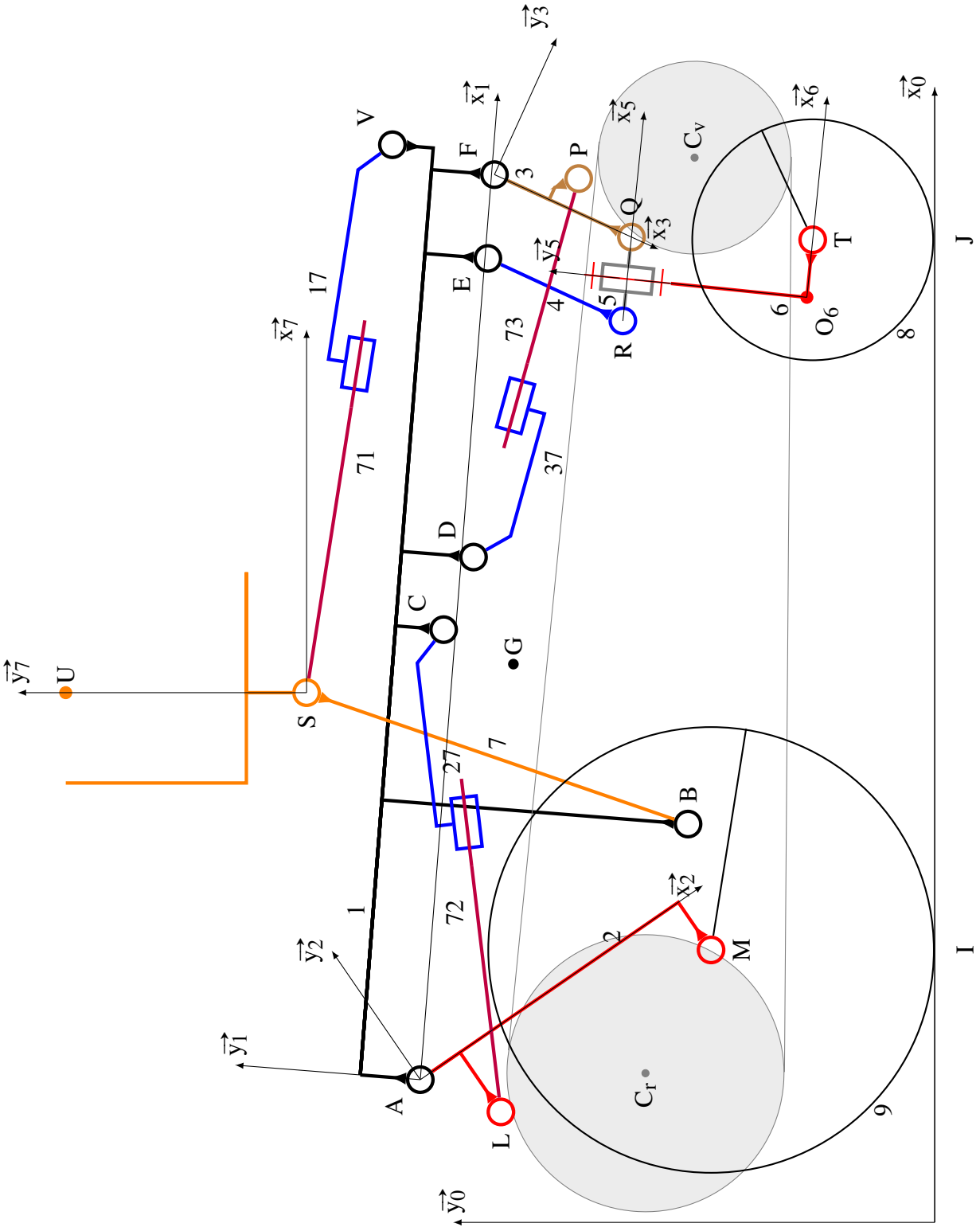
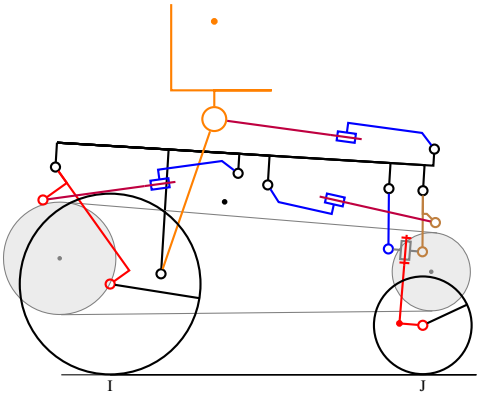
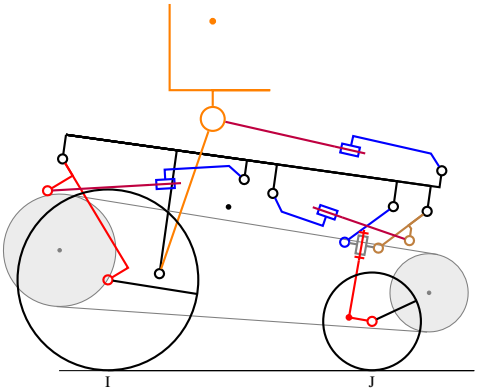


FIGURE 13 : schéma cinématique simplifié du mode « route »

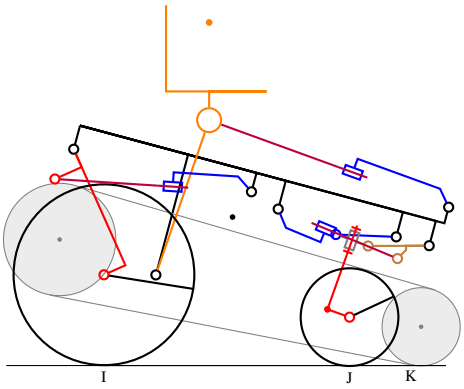
A- 7 Principe de l'escamotage des roues



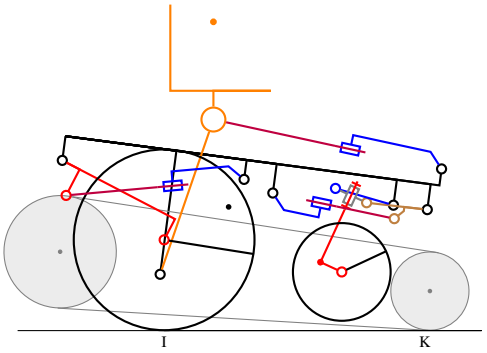
(a) position route
$\beta = -51°$, $\psi = -87°$, $\alpha = 3{,}5°$, $x_I = 136$ mm, $x_J = 785$ mm, $x_U = 358$ mm, $x_G = 372$ mm



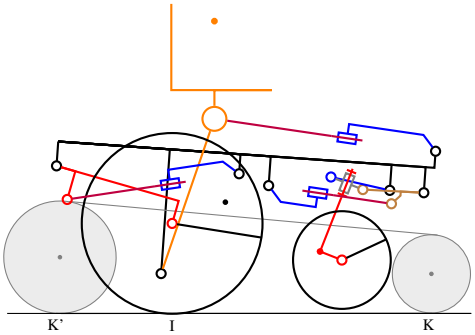
(b) basculement du train avant
$\beta = -51°$, $-87° \geq \psi \geq -165°$, $-3{,}5° \geq \alpha \geq -15°$, 136 mm $\geq x_I \geq$ 101 mm, 785 mm $\geq x_J \geq$ 614 mm



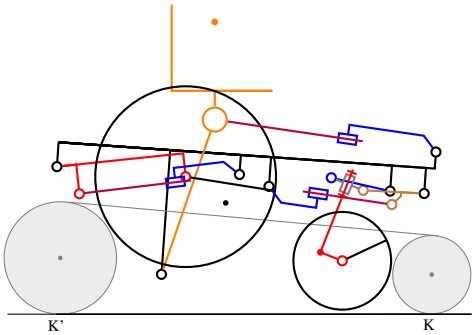
(c) position limite (le point de contact avec le sol passe du point J au point K de la chenille)
$\beta = -51°$, $\psi = -165°$, $\alpha = -15°$, $x_I = 62$ mm, $x_K = 711$ mm, $x_U = 276$ mm, $x_G = 325$ mm



(d) basculement du train arrière
$-51° \leq \beta \leq -12°$, $\psi = -179°$, $-15° \leq \alpha \leq -4°$, 101 mm $\leq x_I \leq$ 236 mm, 750 mm $\leq x_K \leq$ 767 mm



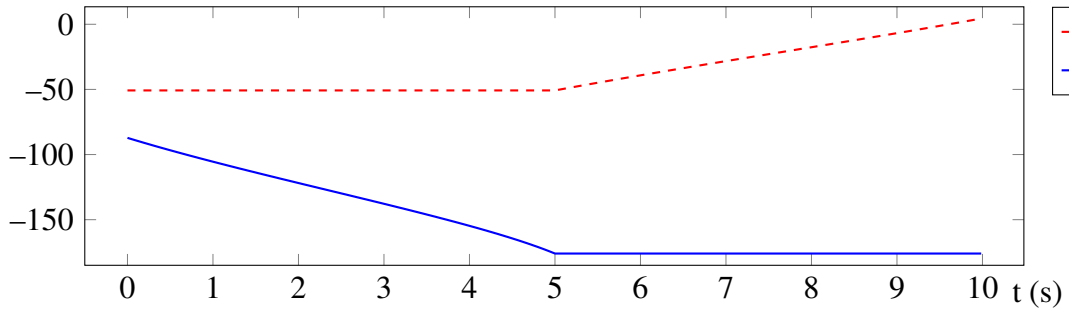
(e) position limite
$\beta = -12°$, $\psi = -179°$, $\alpha = -4°$, $x_I = 236$ mm, $x_K = 767$ mm, $x_U = 332$ mm, $x_G = 345$ mm



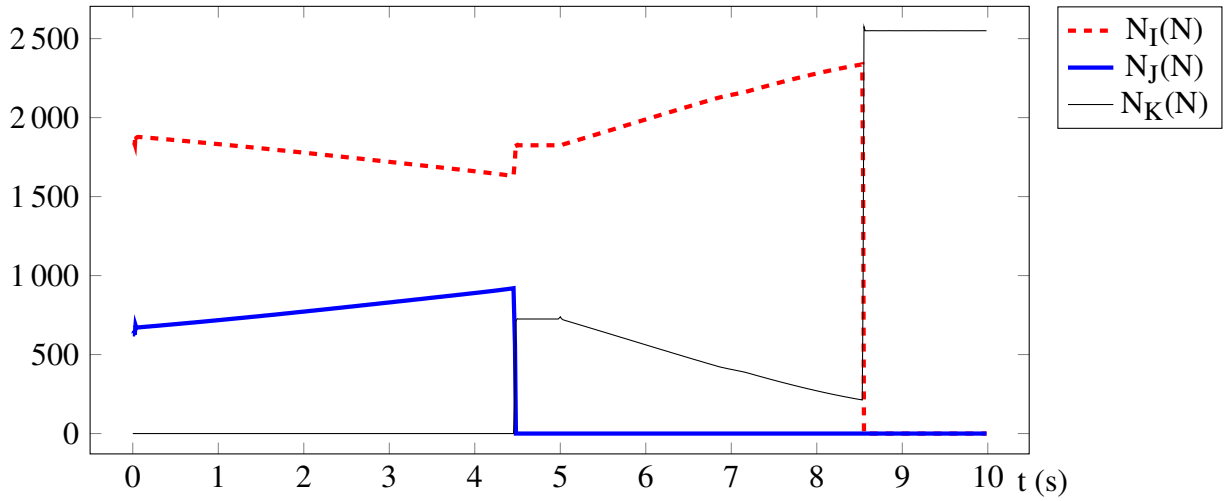
(f) fin du basculement
les deux trains sont escamotés, le siège est sur les chenilles

FIGURE 14 : cycle d'escamotage

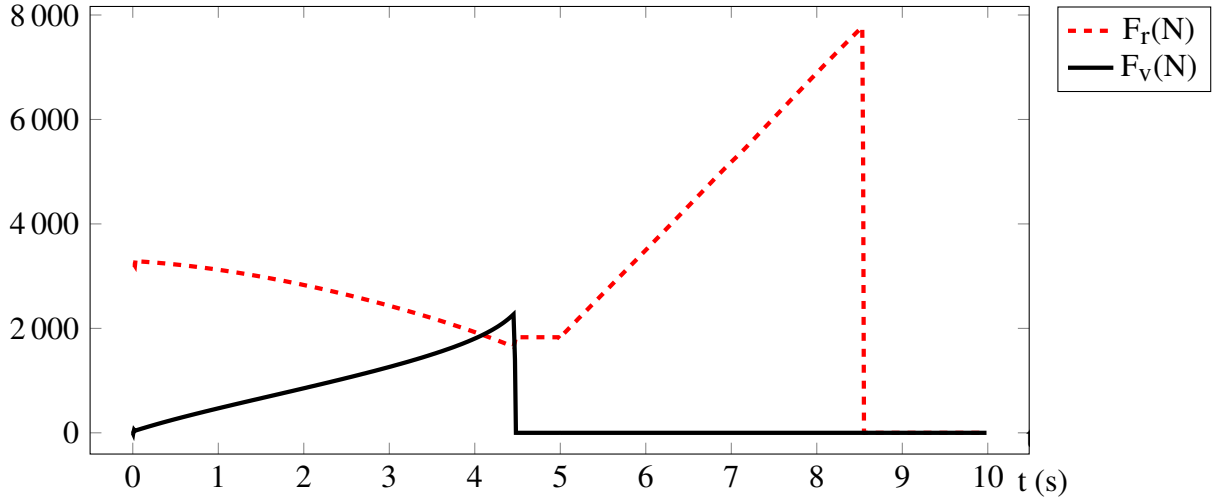
A- 8 Évolution des actions mécaniques pendant le cycle d'escamotage



(a) évolution des angles β et ψ



(b) actions mécaniques en I, J et K



(c) actions mécaniques dans les vérins

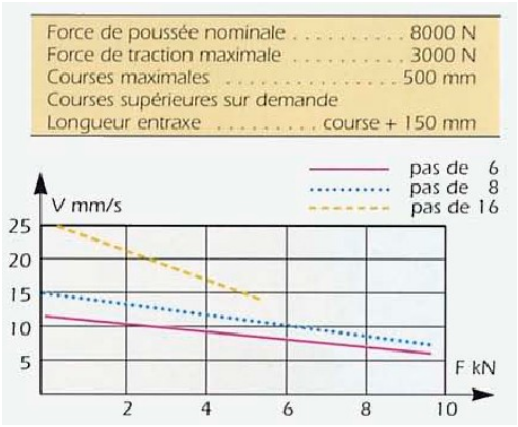
FIGURE 15 : évolution des actions mécaniques pendant le cycle d'escamotage

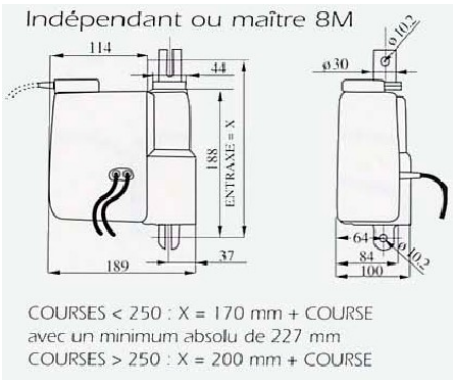
A- 9 Constituants

A- 9.1 Vérin de basculement du train de roues arrière

Fabricant : SEUD-C (France)
Caractéristiques du modèle installé :
– modèle V8 E2/0350-0150 PT 24VDC,
– vis à filet trapézoïdal, pas de 4 mm, course 150 mm,
– poussée nominale 8 000 N, traction maxi 3 000 N.







A- 9.2 Vérin de basculement du train avant et vérin d'inclinaison du siège

Fabricant LINAK

– Modèle LA30 - 302200-40250125
– Entraxe : 439 mm,
– course : 250 mm,
– effort : 2 500 N,
– pas : p_a = 6 mm,
– alimentation : 24 V DC, intensité moyenne à pleine charge : 7 A,
– moteur à courant continu à aimants permanents 24 V,
– tige Inox,
– encombrement réduit et construction robuste,
– indice de protection : IPx0 / IP66,
– couleur : noir,
– vitesse max : 32 mm · s^{-1} pour un pas de 6 mm,
– faible niveau sonore,
– transmission entre moto-réducteur et vis par engrenages coniques acier.



A- 9.3 Capteurs de distance : SHARP GP2Y0A21YK0F

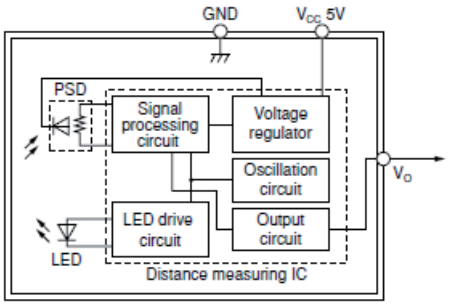
Caractéristiques

- lumière non visible : infrarouge ;
- faible influence de la couleur de l'objet et de sa réflectivité grâce à la méthode de mesure ;
- grande amplitude de mesure ;
- aucun circuit de contrôle nécessaire, la sortie peut être reliée directement à un micro-processeur.

Applications

- utilisable aussi bien pour la détection de personnes que d'objets variés.

Schémas blocs



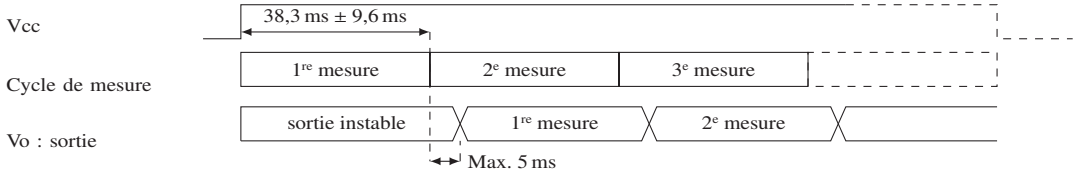
Caractéristiques électro-optique mesurées par réflexion sur une feuille blanche

Paramètre	Symbole	Conditions	Min.	Typ.	Max	Unité
Distance de mesure	ΔL		20	-	150	cm
Tension de sortie	Vo	pour L = 150 cm	0,25	0,4	0,55	V
Variation de la tension de sortie	ΔVo	Pour une distance variant de L = 150 cm à 20 cm	1,8	2,05	2,3	V
Dissipation moyenne de courant	Icc	-	-	33	50	mA

Conditions de fonctionnement

Tension d'alimentation conseillée	Vcc	4,5 à 5	V
Tension de sortie	Vo	–0,3 à Vcc + 0,3	V
Température de fonctionnement	T_{op}	–10 à +60	°C

Chronogramme



Tension de sortie Vo en fonction de la distance L

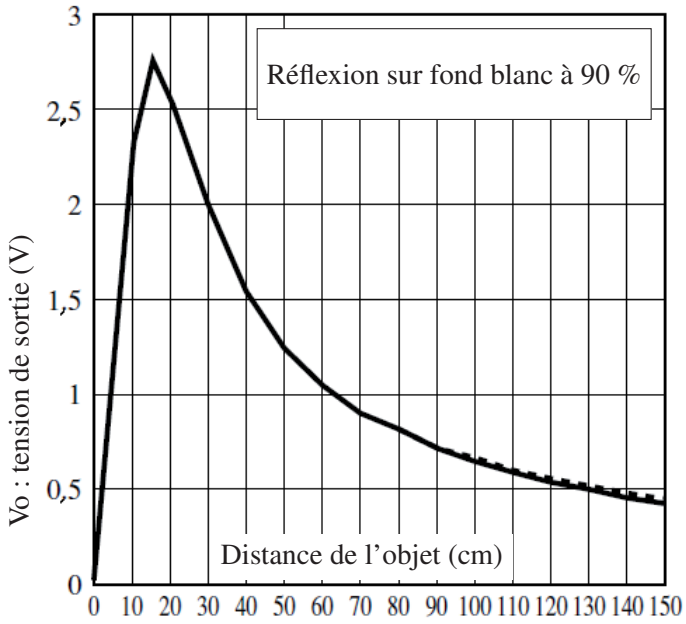


FIGURE 16 : tension de sortie Vo en fonction de la distance L

A- 9.4 Microcontrôleur Motorola MC9S12DP256

Vue d'ensemble

Ce convertisseur A/N est un module pour la famille du microcontrôleur modulaire MC9S12DP256.

L'architecture du convertisseur est une architecture à approximations successives qui est utilisée depuis de nombreuses années sur les unités microcontrôleurs (MCU). Il est robuste, l'architecture est éprouvée et capable d'une conversion sur 10 bits.

Caractéristiques

- 8 ou 10 bits de résolution,
- temps de conversion : 7 ms,
- temps d'échantillonnage programmable,
- résultat justifié à Gauche / Droite, Signé / non Signés,
- contrôle de déclenchement externe,
- mode de conversion en continu,
- scan simultané de plusieurs voies,
- génération d'interruption sur l'achèvement de conversion,
- multiplexeur d'entrées analogiques pour 8 canaux d'entrée analogiques,
- multiplexage des Entrées / Sorties analogiques,
- 1 à 8 longueurs de séquence de conversion.

Registre de contrôle 5 (ATDCTL5)

Le registre de contrôle ATDCTL5 détermine le type de séquence de conversion et les canaux d'entrée analogiques échantillonnées.

Constitution du registre Offset : $0005 par rapport à l'adresse de base (voir tableau adressage de la page suivante)

	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
	DJM	DSGN	SCAN	MULT	0	CC	CB	CA
Reset :	0	0	0	0	0	0	0	0

DJM Result Register Data Justification Mode / Registre du mode de justification des données

- 1 = Right justified mode / justifié à droite.
- 0 = Left justified mode / justifié à gauche.

Ce bit détermine l'organisation des données. Cette organisation dépend du réglage de la résolution du convertisseur N/A. Pour la résolution 10-bit, avec justification à gauche, les données sont réparties sur les bits 6 à 15, le bit 15 est le poids fort (MSB). Pour la justification à droite, le MSB est le bit 9.

DSGN Signed/Unsigned Result Data Mode / choix du mode signé ou non signé

- 1 = Signed result register data select / résultat signé.
- 0 = Unsigned result register data select / résultat non signé.

Ce bit précise si le résultat de la conversion doit être signé ou non signé. Les données signées sont représentées en complément à 2. Ce mode n'est pas disponible en mode justification à droite.

SCAN Continuous Conversion Sequence Mode / mode de conversion continue

- 1 = Perform conversion sequences continuously / execute la séquence de conversion en continu.
- 0 = Perform a conversion sequence and return to idle mode / effectue une séquence de conversion et retourne au mode de veille.

Ce bit contrôle la séquence de numérisation.

Si le bit de contôle est à 0, la séquence de conversion sera exécutée dès une écriture dans le registre 4 ou 5. À la fin de la conversion, un drapeau (SCF) est mis à 1. Le module retourne en veille et attend la prochaine demande de conversion.

Si le bit de contrôle est à 1, la conversion est réalisée en continu. À la fin de la conversion, le drapeau (SCF) est mis à 1 et la séquence recommence immédiatement.

MULT Multi-Channel Sample Mode / acquisition multi canaux
- 1 = Sample across many channels / acquisition multi canaux.
- 0 = Sample only the specified channel / acquisition uniquement sur le canal spécifié.

Lorsque MULT est à 0, la séquence de conversion est exécutée uniquement pour le canal sélectionné par le code constitué des bits CC/CB/CA .

Lorsque Mult est à 1, le premier canal analogique examiné est déterminé par le code constitué des bits CC/CB/CA, les suivants sont déterminés par incrémentation.

CC, CB, CA Analog Input Channel Select Code / choix du canal d'entrée analogique

Ces bits permettent de sélectionner le canal dont les signaux sont échantillonnés et convertis. Le tableau ci-contre donne la liste des codes utilisés pour sélectionner le canal. Si MULT = 0 seul ce canal est converti, si MULT = 1, la séquence de conversion multi-canaux commence par ce canal.

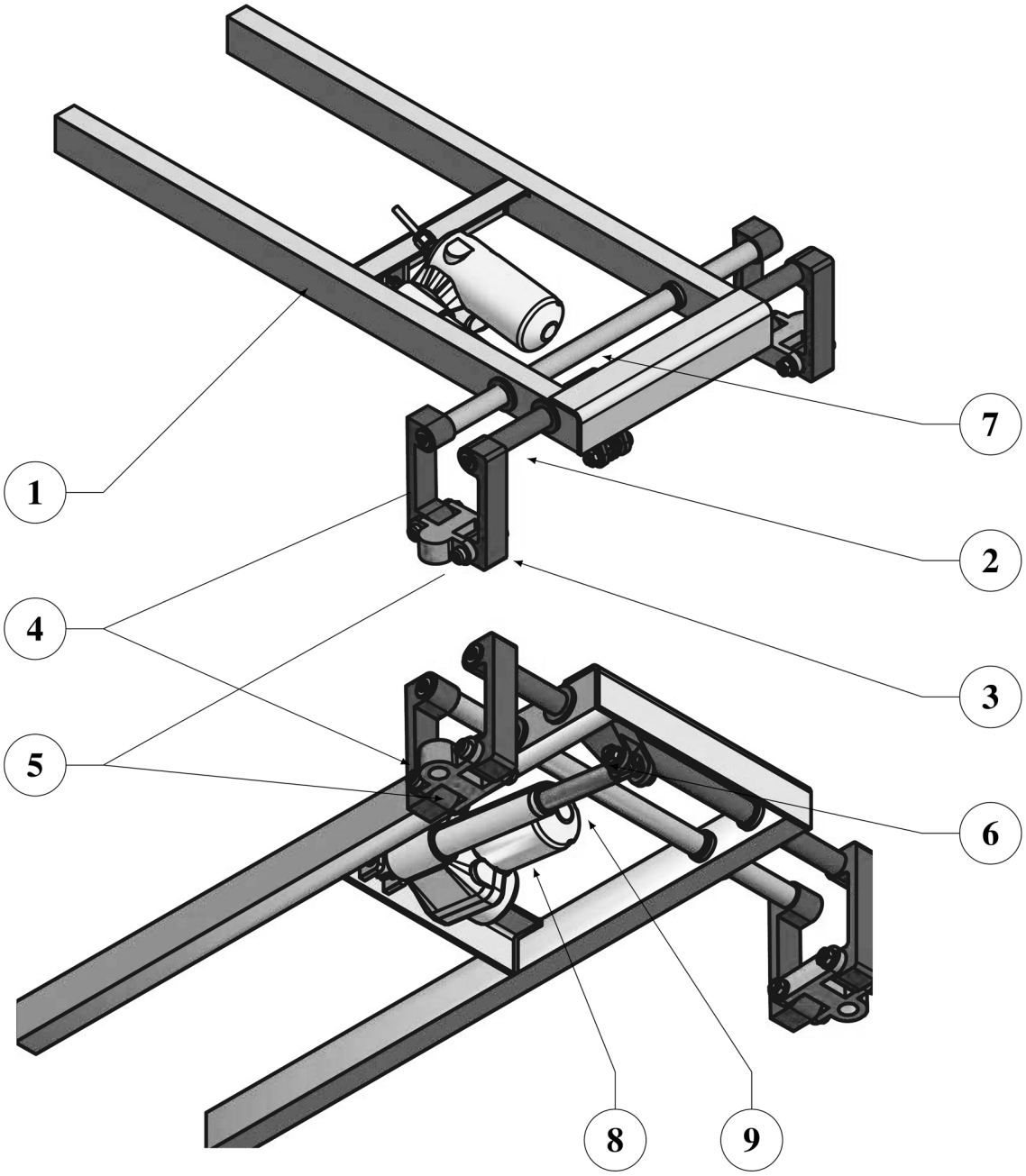
CC	CB	CA	Canaux d'entrée analogique
0	0	0	AD0
0	0	1	AD1
0	1	0	AD2
0	1	1	AD3
1	0	0	AD4
1	0	1	AD5
1	1	0	AD6
1	1	1	AD7

Adressage

L'adresse d'un registre est obtenue en ajoutant à l'adresse de base l'offset correspondant.

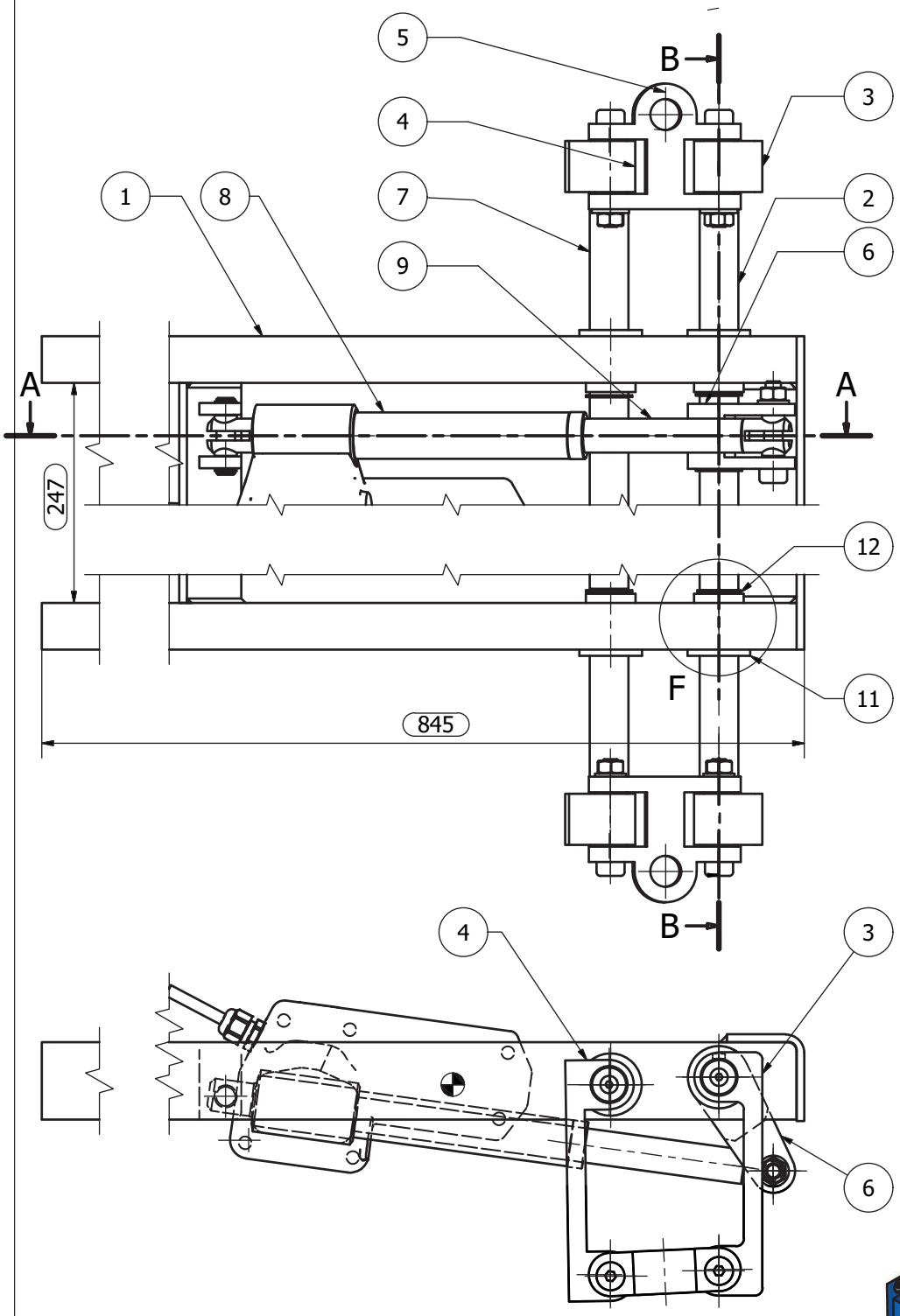
		Offset depuis l'adresse de base	Register Name Nom du registre
ATDCTL0	ATDCTL1	$00, $01	reserved / réservé
ATDCTL2	ATDCTL3	$02, $03	ATD Control Register / Registre de Contôle 2&3
ATDCTL4	ATDCTL5	$04,$05	ATD Control Register / Registre de Contôle 4&5
ATDSTAT0	ATDSTAT1	$06, $07	ATD Status Register / Registre de Contôle 0&1
ATDTEST0	ATDTEST1	$08, $09	ATD Test Register 0 & 1 / Registre de Test 0&1
-	-	$0A, $0B, $0C	reserved / réservé
-	ATDDIEN	$0D	ATD Input Enable Mask Register /Masque d'entrée 0
-	-	$0E	reserved / réservé
-	PORTAD1	$0F	PORTAD Register / Registre
ATDDR0H	ATDDR0L	$10, $11	ATD Result Register 0 / Registre résultat 0 (ATDDR0)
ATDDR1H	ATDDR1L	$12, $13	ATD Result Register 1 / Registre résultat 1(ATDDR1)
ATDDR2H	ATDDR2L	$14, $15	ATD Result Register 2 / Registre résultat 2 (ATDDR2)
ATDDR3H	ATDDR3L	$16, $17	ATD Result Register 3 / Registre résultat 3 (ATDDR3)
ATDDR4H	ATDDR4L	$18, $19	ATD Result Register 4 / Registre résultat 4 (ATDDR4)
ATDDR5H	ATDDR5L	$1A, $1B	ATD Result Register 5 / Registre résultat 5 (ATDDR5)
ATDDR6H	ATDDR6L	$1C, $1D	ATD Result Register 6 / Registre résultat 6 (ATDDR6)
ATDDR7H	ATDDR7L	$1E, $1F	ATD Result Register 7 / Registre résultat 7 (ATDDR7)

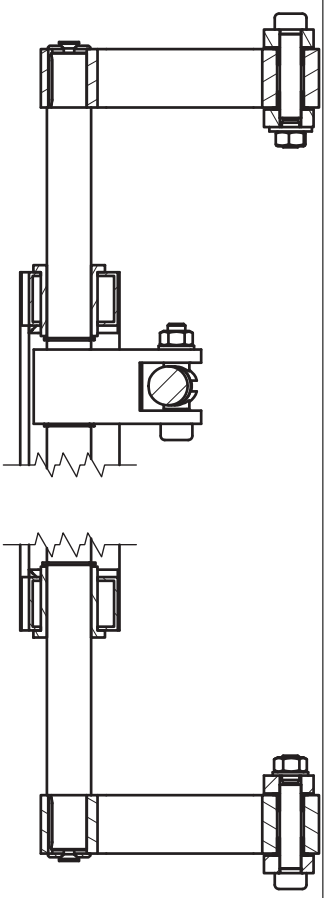
A- 10 Mécanisme de basculement du train avant - vue 3D

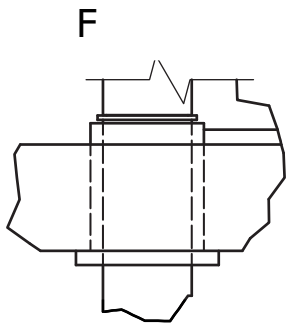


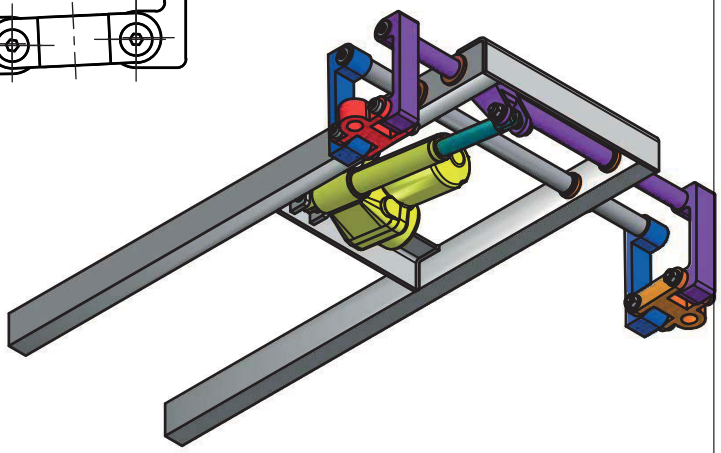
Nomenclature sur la page 15.

FIGURE 17 : mécanisme de basculement du train avant – vue 3D









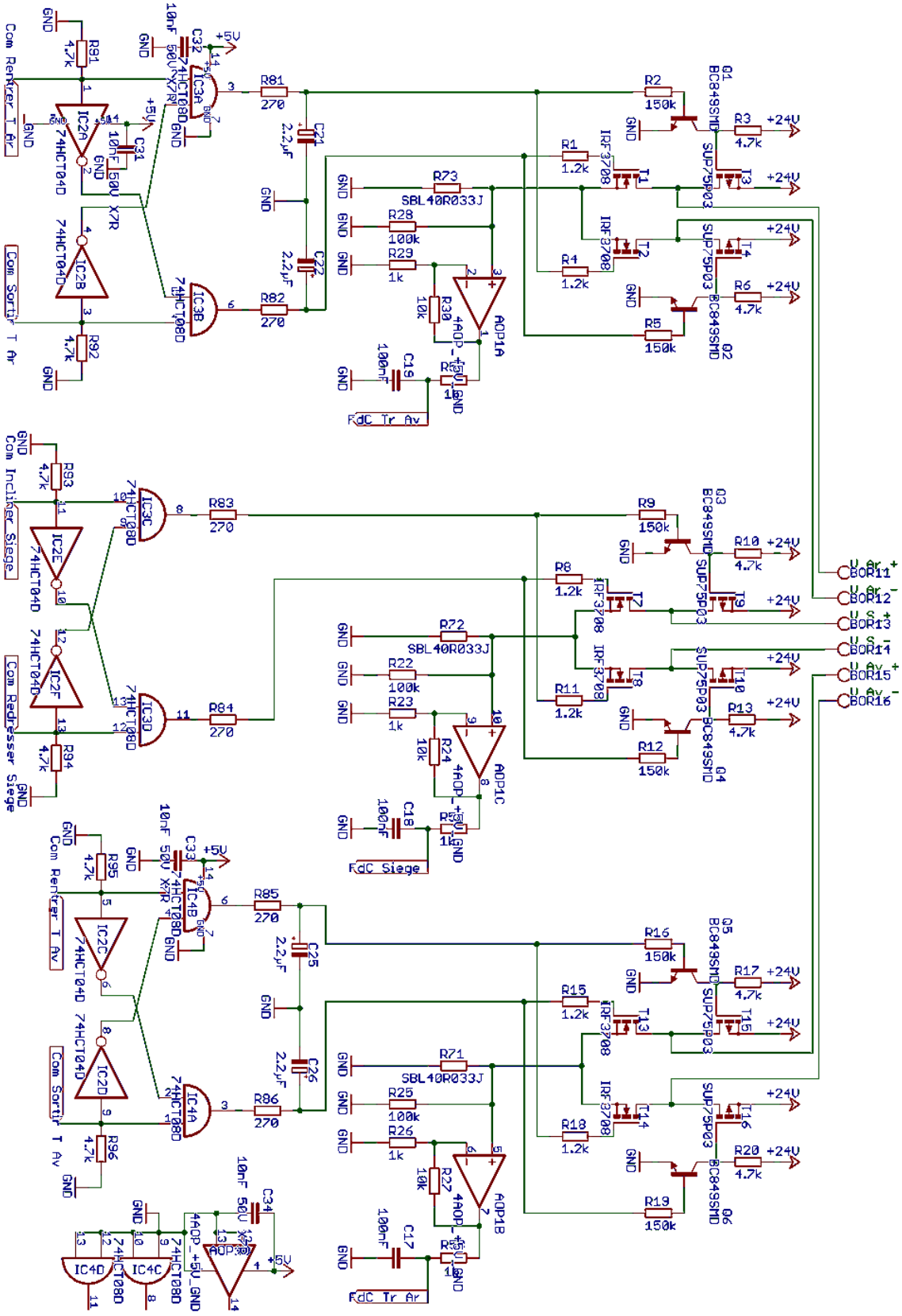
1	1	Châssis	Mécano-soudé
2	1	Arbre de basculement	
3	2	Bras avant	
4	2	Bras arrière	
5	2	Support axe roue folle	
6	1	Levier	
7	1	Arbre arrière	
8	1	Corps du vérin LA30	
9	1	Tige du vérin LA30	
10			(voir figure 3 page 10)
11	4	Bague bronze autolubrifiante	
12	4	Circlips	
Réf.	Qté.	Désignation	Observation

Mécanisme d'escamotage avant

topchair3d-1

A- 10.1 Mise en plan

A- 11 Schéma de commande des vérins du siège et de basculement des trains



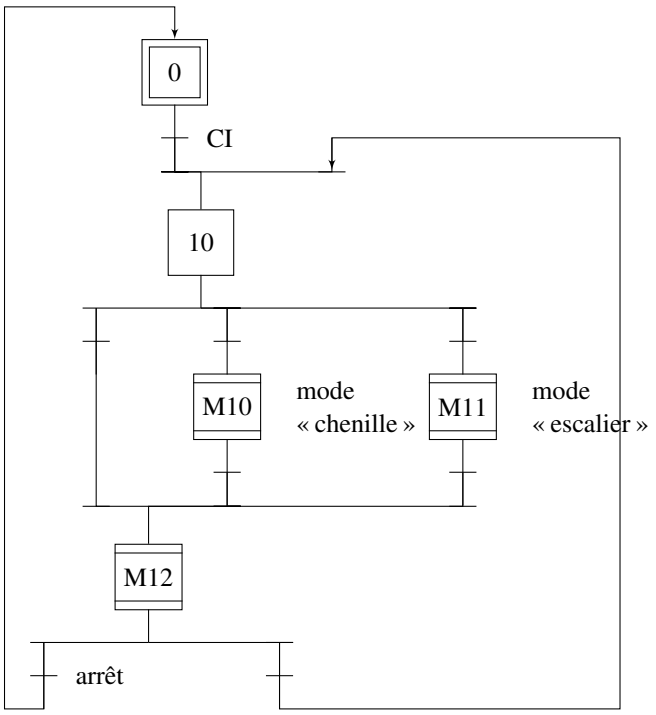
Documents réponses

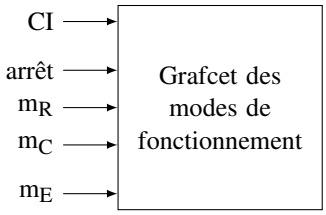
Sommaire des documents réponses

DR 1 Grafcet des modes de fonctionnement 2
DR 2 Fast 2
DR 3 Codage binaire 3
DR 4 Registre ATDCTL5 3
DR 5 Algorithme à compléter 4
DR 6 Mécanisme de basculement 4
DR 7 Liaison arbre / bielle 5
DR 8 Chaînes d'information et d'énergie 6
DR 9 Table de vérité du pilotage du moteur 6
DR 10 Chronogrammes de la tension moteur 6
DR 11 Diagrammes de Bode 7

C

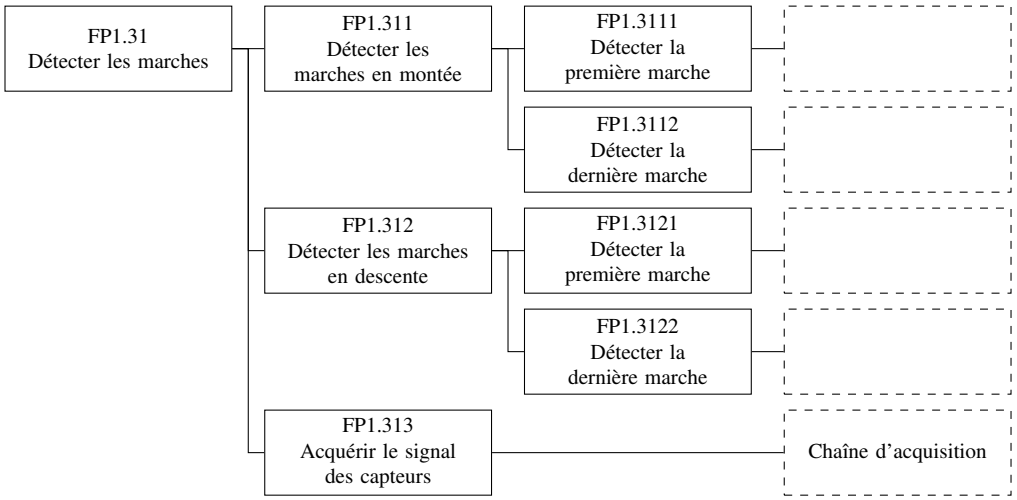
DR 1 Grafcet des modes de fonctionnement





Avec :
- CI : conditions initiales de démarrage remplies,
- arrêt : mise en repos du siège,
- m_R : choix du mode « route »,
- m_C : choix du mode « chenille »,
- m_E : choix du mode « escalier ».

DR 2 Fast



DR 3 Codage binaire

distance	signal capteur	8 bits	10 bits
≈ 150 cm	0,4 V	14	1 400
≈ 30 cm	2 V	64	6 400
≈ 20 cm	2,55 V		

quantum : . . . . . .

principe du calcul : . . . . . .

précision : . . . . . .

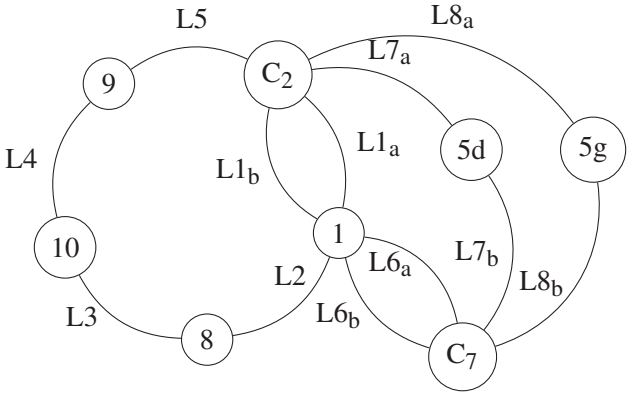
DR 4 Registre ATDCTL5

Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
DJM	DSGN	SCAN	MULT	0	CC	CB	CA
0	0	1	0	0	0	0	0

DR 5 Algorithme à compléter

```
1    AvanceAvecDetectionObstacle (néant) : néant ;
2    Variables : valeur_Courante : entier non signé ;
3            valeur_Précédente : entier non signé ;
4   DEBUT
5   |   // initialisations des variables.
6   |   valeur_Courante <- 0 ;
7   |   valeur_Précédente <-0 ;
8   |   // configuration de ATDCTL5
9   |   écrire_Octet( __________, __________) ;
10  |   // mise en fonctionnement moteur mode Avance
11  |   écrire_Octet( 600h , 01h) ;
12  |   // lecture de la donnée du convertisseur
13  |   valeur_Courante <- lire_2_Octets(____________________) ;
14  |   //début de la détection
15  |   Tant que ((valeur_Courante < __________) ET valeur_Courante > valeur_Précédente))
16  |   faire
17  |   Début
18  |   |    // affectation de la valeur précédente ;
19  |   |    ____________________________________;
20  |   |    //temporisation entre 2 lectures
21  |   |    temporisation(50ms) ;
22  |   |    // lecture de la donnée du convertisseur
23  |   |    ____________________________________;
24  |   Fin (du tant que)
25  |   // mise en fonctionnement moteur mode ARRET
26  |   écrire_Octet( 600h , 00h) ;
27  FIN (du programme)
```

DR 6 Mécanisme de basculement



L6a : Rotule de centre F_1 ;

L6b : Linéaire annulaire de centre F_2 et d'axe $(F_2, \vec{z_1})$;

L7a : Pivot d'axe $(Q_1, \vec{z_1})$

L7b : Pivot d'axe $(Q_1, \vec{z_1})$

L8a : Pivot d'axe $(Q_2, \vec{z_1})$

L8b : Pivot d'axe $(Q_2, \vec{z_1})$

– Identification des liaisons

L1a : .....

L1b : .....

L2 : .....

L3 : .....

L4 : Hélicoïdale d'axe $(D, \vec{x_7})$

L5 : .....

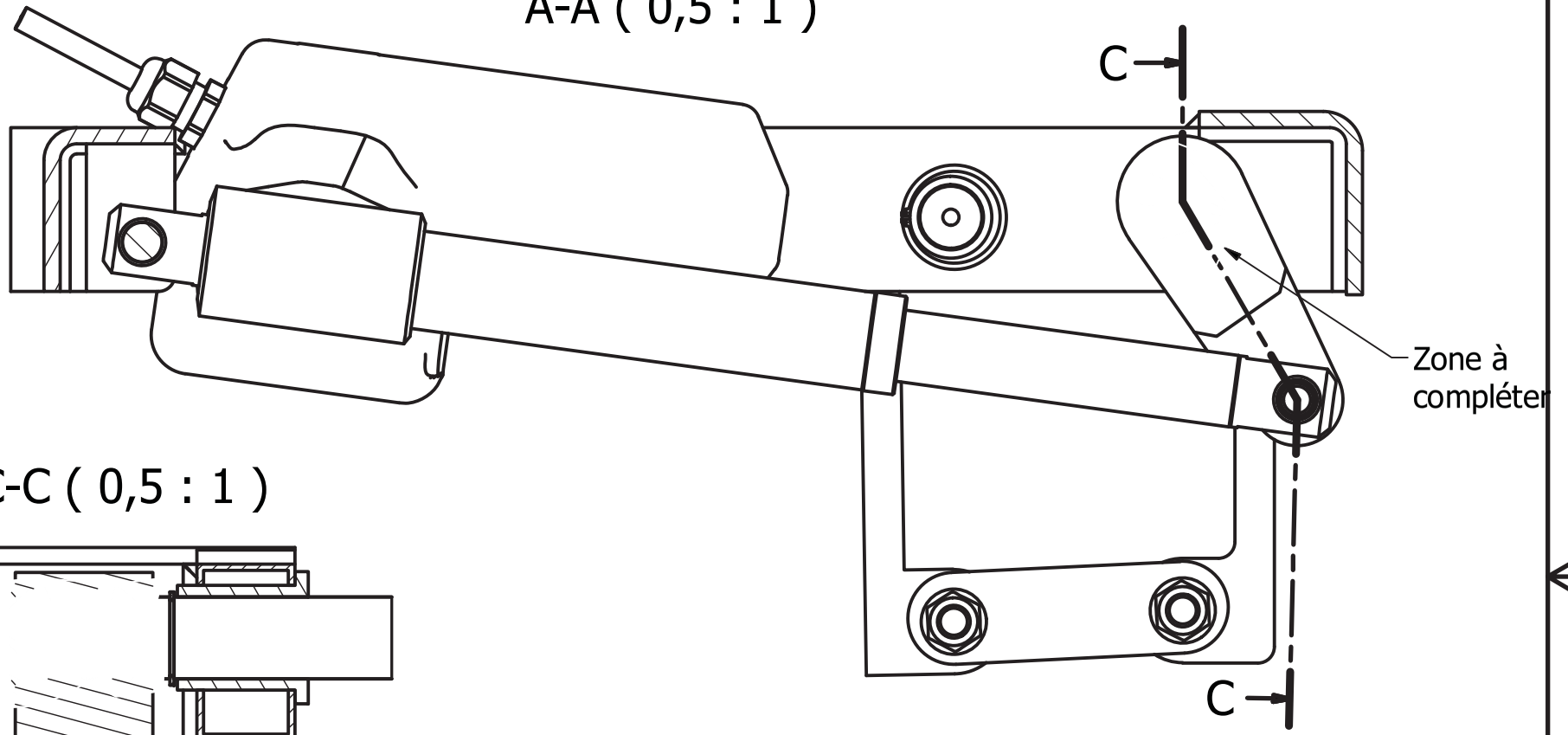
– Nombre cyclomatique μ :

.....

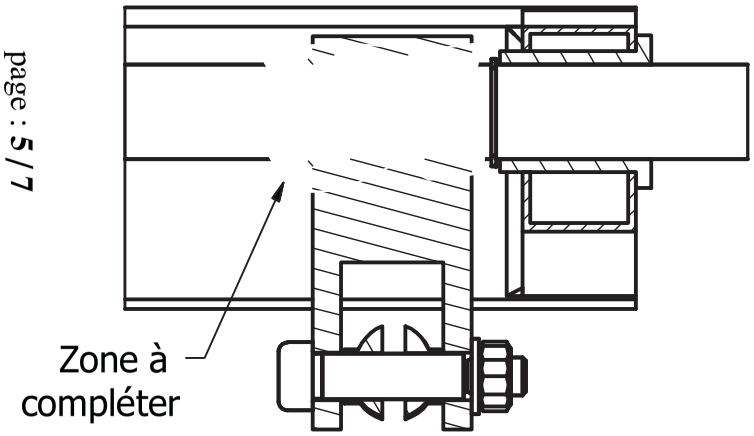
.....

DR 7 Liaison arbre / bielle

A-A (0,5 : 1)



G C-C (0,5 : 1)



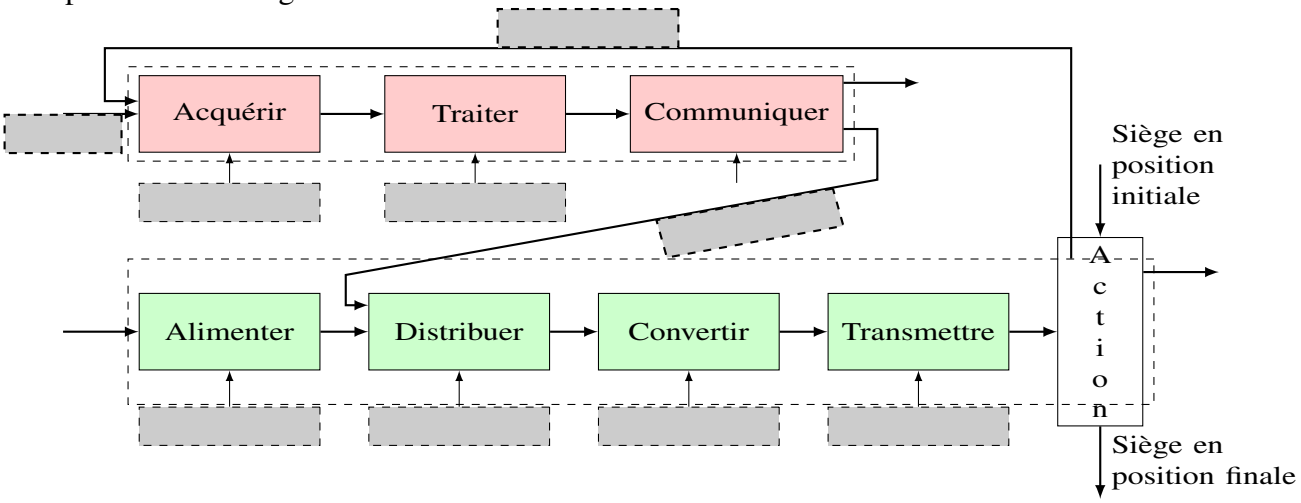
Vue G arbre moteur seul

Conçu par	Vérifié par	Approuvé par	Date		Date	
R P						

Document réponse à compléter	Mécanisme d'escamotage avant		
	topchair3d-1	Modification	Feuille

DR 8 Chaînes d'information et d'énergie

Compléter les cadres grisés



DR 9 Table de vérité du pilotage du moteur

Incliner siège	Redresser siège	V_1	V_2
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		
z	z		

Justification niveau logique : .....

.....

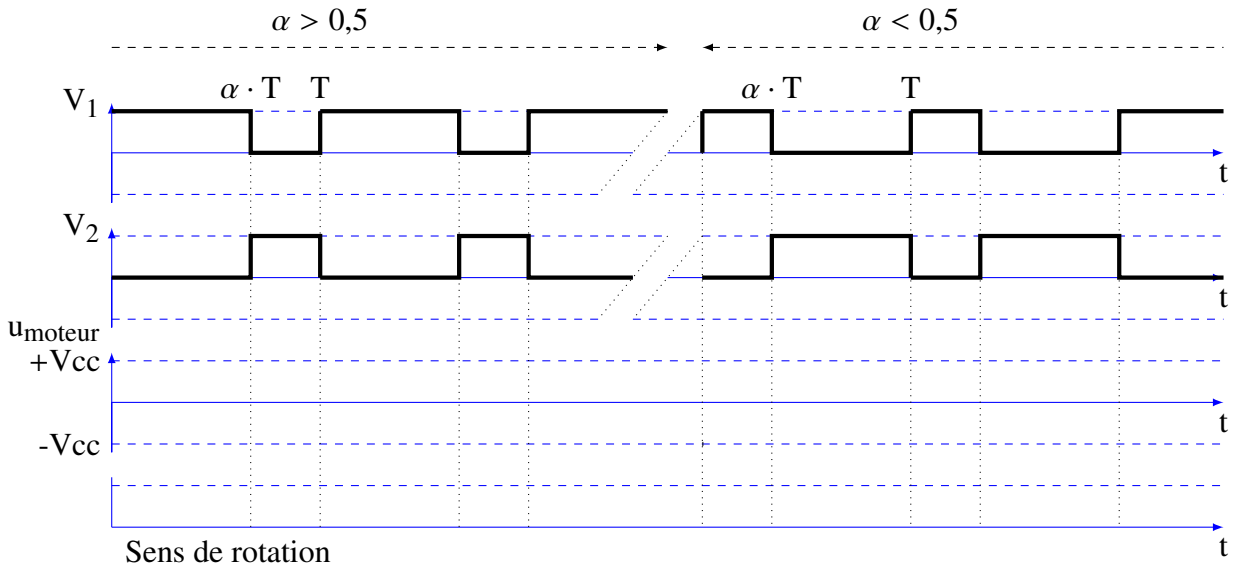
.....

Utilité de la structure : .....

.....

.....

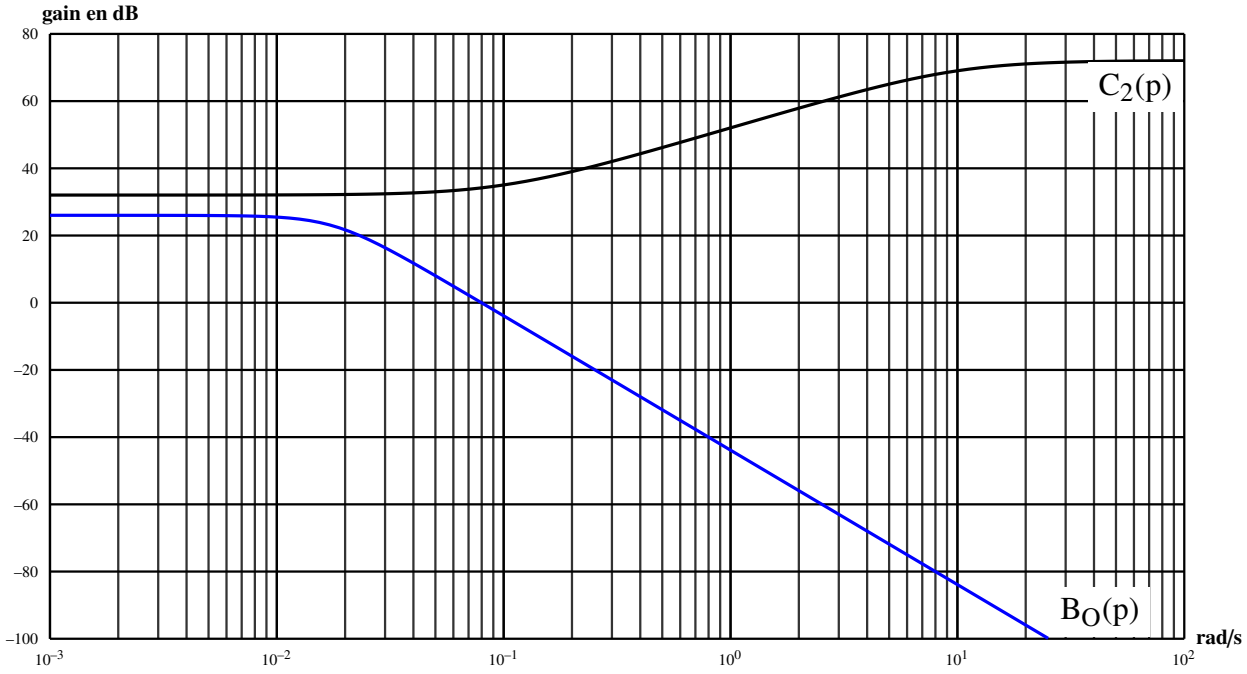
DR 10 Chronogrammes de la tension moteur

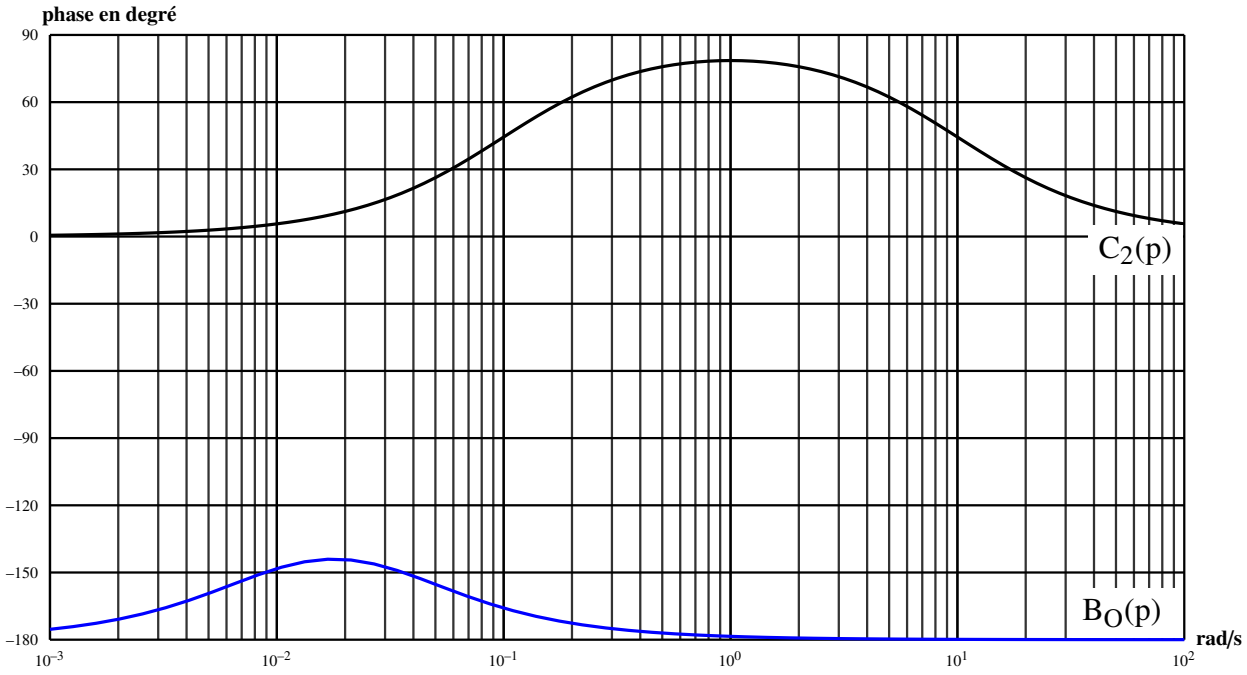


Calcul de $< u_{moteur} >$ **:** .....

.....

DR 11 Diagrammes de Bode





N°

...

Travailler les chapitres de ce sujet

Prepa Help suit le programme de TSI chapitre par chapitre : cours détaillé, méthodes, pièges, exercices et problèmes corrigés pas à pas, tirés des concours. L'essai gratuit donne accès aux chapitres offerts de ta filière, sans carte bancaire.

Chapitres liés à ce sujet

- Ingénierie système : besoin, exigences et diagrammes SysML
- Architecture de l'ordinateur et représentation des nombres
- Architecture fonctionnelle et structurelle : chaînes d'information et de puissance
- Électronique numérique
- Statique des solides : principe fondamental et stratégie d'isolement
- Chaînes de solides : liaisons équivalentes, mobilité et hyperstatisme
- Modélisation des liaisons, graphe des liaisons et schéma cinématique
- Énergétique : puissances, théorème de l'énergie cinétique, rendement

Ouvrir l'essai gratuit

Scanne le code ou clique sur le bouton.

prepahelp.com/#essai

Une question sur le concours ou sur ta filière : **écrire sur WhatsApp**

Les autres années et épreuves : prepahelp.com/annales/ccinp/tsi