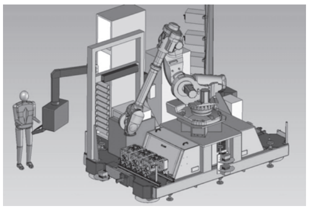
TD 02



Cellule d'assemblage pour avion Falcon

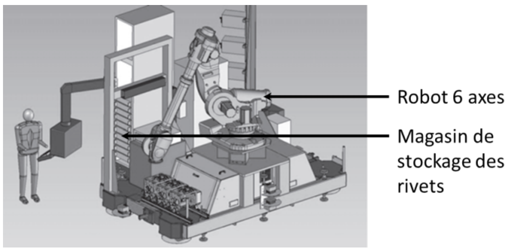
D'après concours E3A – PSI 2015.

Savoirs et compétences :

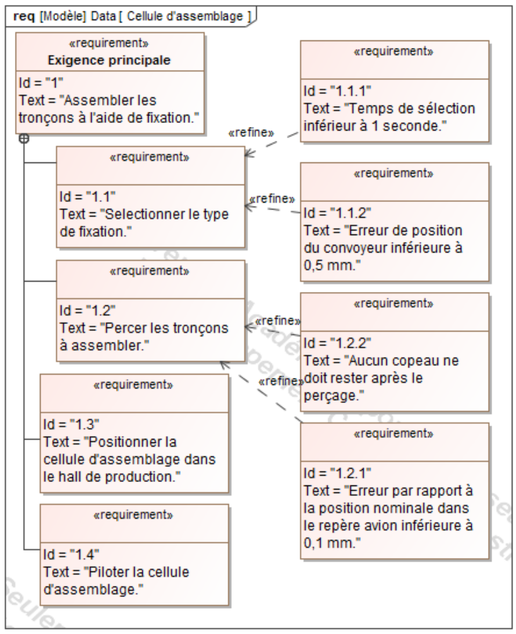
Mise en situation

Présentation

Le tronçon central du fuselage du Falcon 7X est assemblé par rivetage grâce à un robot 6 axes. Les rivets sont stockés dans des cassettes rangées verticalement. Un chariot de sélection se déplace verticalement pour déplacer une buse d'aspiration qui permettra d'acheminer les rivets contenus dans la cassette vers l'effecteur (robot). Le chariot fait l'objet de cette étude.

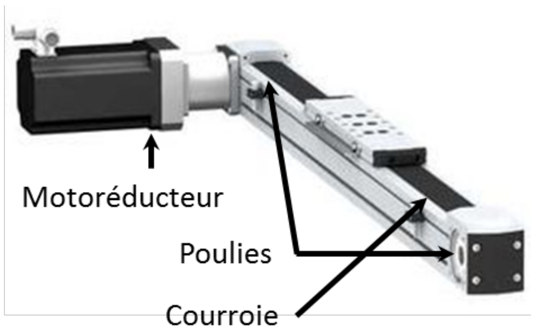


L'objectif de cette partie est de valider les choix effectués par la société pour le sous ensemble de sélection des fixations de la cellule (exigence 1.1).

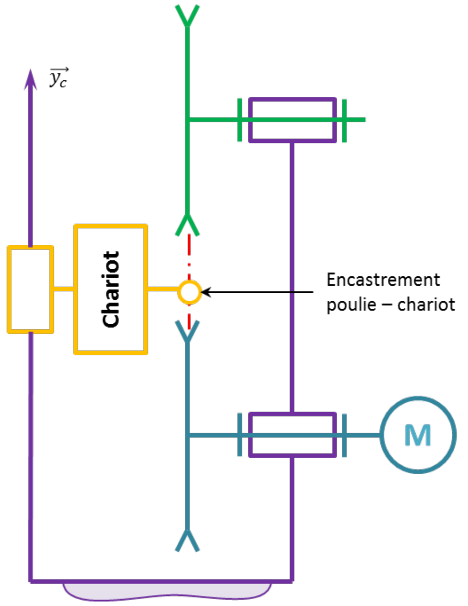


Axe chariot

Le déplacement du chariot est assuré par un axe numérique asservi en vitesse et en position. Cet axe est composé d'un moteur à courant continu, d'un système de transmission de puissance de type poulies / courroie et d'un rail.



Modélisation du système de déplacement du chariot



Sélectionner les fixations – Exigence 1.1

Afin de sélectionner le type de fixation, la buse d'aspiration doit être déplacée en face de la cassette avec une erreur inférieure à 0.5 mm (voir exigences fonctionnelles). Cependant le fabricant du système poulie-courroie du rail indique déjà une erreur de ±0.25 mm due notamment à l'élasticité de la courroie. Par conséquent, l'erreur en position de la commande doit être nulle. De plus, afin de ne pas perdre de temps lors de la production, le temps maximal de déplacement lors de la sélection est imposé à une seconde.

L'étude se fera dans le cas le plus défavorable c'est-à-dire un déplacement du chariot vers le haut entre les deux cassettes de rivets les plus éloignées. L'axe de déplacement est appelé $\overrightarrow{y_c}$

Notations domaine temporel – domaine de Laplace

Les notations entre le domaine temporel et celui de Laplace sont données dans la suite. Ainsi, si la fonction $f(t)$ possède une transformée de Laplace, elle sera notée : $F(p)=\mathscr{L}[f(t)]$. Les équations caractéristiques du moteur à courant continu sont rappelées ci-dessous (les conditions de Heaviside sont respectées) :

- $u(t)=e(t)+L\dfrac{di(t)}{dt}+Ri(t)$;
- $e(t)=K_E\omega_m(t)$;
- $C_M(t)=K_C i(t)$;
- $J_{eq}\dfrac{d\omega_m)}{dt}+f\omega_m(t)=C_M(t)-C_R(t)$.

Avec :

- $u(t)$: tension moteur ;
- $i(t)$: courant moteur ;
- $e(t)$: force contre-électromotrice ;
- $\omega_m(t)$: vitesse de rotation moteur ;
- $C_M(t)$: couple moteur ;
- $C_R(t)$: couple résistant modélisant l'action de pesanteur.

Critères à respecter pour l'exigence 1.2

Exigence	Critères	Niveaux
Déplacer le chariot	Précision : erreur statique par rapport à une consigne de vitesse constante	NULLE
	Rapidité : temps de réponse à 5% en réponse à une consigne échelon	$Tr_{5\%}=0.1$ s maxi
	Stabilité : Marge de gain Marge de gain	 6 dB mini 45° mini

Choix d'une architecture de la chaine de transmission

Question 1 *Proposer sous la forme d'un schéma une autre solution permettant le déplacement du chariot. La conversion de l'énergie électrique en énergie mécanique par un moteur doit être conservée.*

Compte tenu des vitesses de translation importantes, le système retenu est de type poulie-courroie.

Détermination de l'inertie équivalente

Les grandeurs caractéristiques (notations et valeurs) des éléments de l'axe du chariot sont données dans le tableau ci-dessous :

Moment d'inertie du rotor du moteur autour de son axe	J_m	140×10^{-6} kg m^2
Moment d'inertie du réducteur ramené à l'arbre moteur	J_{rd}	60×10^{-4} kg m^2
Moment d'inertie de la poulie motrice autour de son axe	J_{PM}	38×10^{-4} kg m^2
Moment d'inertie de la poulie réceptrice autour de son axe	J_{PR}	38×10^{-4} kg m^2
Masse totale du chariot	M	5 kg
Vitesse de rotation de l'arbre moteur	ω_m	
Vitesse de rotation de l'arbre de sortie du réducteur	ω_r	
Rayon d'une poulie motrice ou réceptrice	R_P	45 mm
Rapport de réduction réducteur (ω_r/ω_m)	λ	1/5

Question 2 *À partir des grandeurs définies déterminer l'expression littérale de l'inertie équivalente J_{eq} de l'ensemble $\Sigma=\{moteur+rducteur+poulies+chariot\}$ ramenée sur l'arbre moteur. Cette inertie équivalente est définie par $E_c(\Sigma)=1/2J_{eq}\omega_m^2$.*

Question 3 *Déterminer la valeur numérique de l'expression précédente.*

Modèle de connaissance du moteur à courant continu

Objectif L'objectif de cette partie est d'établir un modèle de la motorisation de l'axe afin de simuler un déplacement.

Question 4 *À partir des équations du moteur à courant continu, réaliser le schéma bloc du moteur à courant continu.*

Question 5 *En considérant que $C_R(p)=0$, déterminer la fonction de transfert $H_M(p)=\dfrac{\Omega_m(p)}{U(p)}$ sous sa forme canonique.*

Question 6 *Montrer que la fonction de transfert $H_M(p)$ peut se mettre sous la forme $H_M(p)=\dfrac{K_C}{K_CK_e+RJ_{eq}p+LJ_{eq}p^2}$. Justifier la réponse. Pour cette question, la valeur numérique de J_{eq} considérée sera $J_{eq}=7\times10^{-3}$ kg m^2 indépendamment du résultat numérique calculé précédemment.*