

Préparation Mines Telecom

Réplique de la mission InSIGHT ★ –

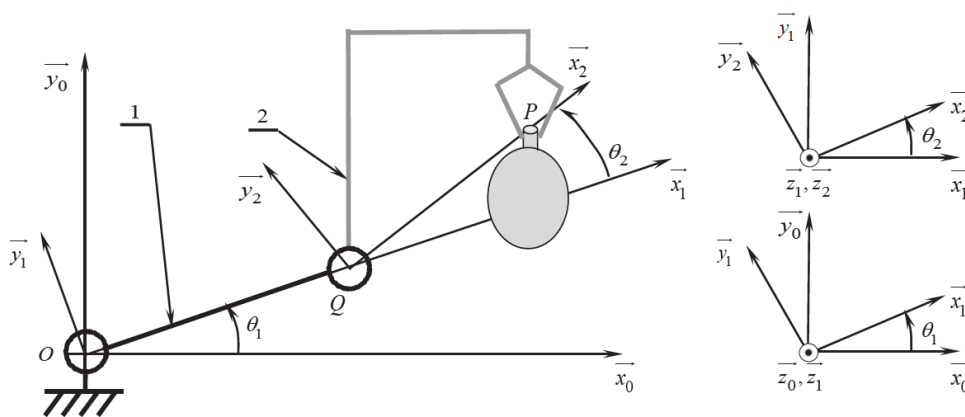
Sujet

On s'intéresse ici au système de déploiement du sous-système SEIS. Il est basé sur un instrument hybride composé :

- ▶ d'un système de déploiement (DPL);
- ▶ d'une sphère (SEIS) comportant trois capteurs sismiques à très larges bandes et leurs capteurs de température;
- ▶ d'une boîte électronique d'acquisition dont la structure est donnée par le diagramme de définition des blocs.

On donne figure 4 le diagramme partiel des exigences.

La figure 2 représente la structure du système de déploiement DPL.



D'après concours Commun INP 2019 – MP.

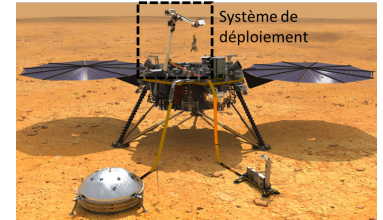


FIGURE 1 – Sous-système SEIS

FIGURE 2 – Schématisation cinématique du bras de déploiement

Bâti 0 Le bâti 0 est doté du repère $\mathcal{R}_0 (O; \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$.

Bras 1 Le bras 1 est doté du repère $\mathcal{R}_1 (O; \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$. Le mouvement de 1 par rapport à 0 est une rotation d'axe (O, \vec{z}_0) et d'angle $\theta_1 = (\vec{x}_0, \vec{x}_1) = (\vec{y}_0, \vec{y}_1)$. Le centre d'inertie G_1 est paramétré par $\vec{OG}_1 = \frac{L}{2} \vec{x}_1$. De plus $\vec{OQ} = L \vec{x}_1$. Enfin, $m_1 = 352 \text{ g}$ et $L = 0,5 \text{ m}$.

La figure 3 présente le modèle volumique du bras 1. Les plans $(G_1, \vec{x}_1, \vec{y}_1)$ et $(G_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$ sont des plans de symétrie matérielle du bras 1.

Le mouvement de 1 par rapport à 0 est commandé par un actionneur M_{01} , constitué d'un moteur pas à pas et d'un réducteur de vitesse à couronne dentée flexible de rapport de transmission $\lambda = 82$, d'encombrement et de masse très faibles en regard des autres solides, logés à l'intérieur de la liaison (0/1).

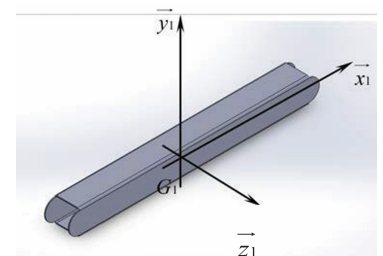


FIGURE 3 – Bras 1

Avant-bras 2 L'avant-bras 2 est doté du repère $\mathcal{R}_2 (Q; \vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z}_2)$. Le mouvement de 2 par rapport à 0 est une rotation d'axe (Q, \vec{z}_1) et d'angle $\theta_2 = (\vec{x}_1, \vec{x}_2) = (\vec{y}_1, \vec{y}_2)$. Le centre d'inertie G_2 est paramétré par $\vec{QG}_2 = \frac{L}{2} \vec{x}_2$. De plus $\vec{QP} = L \vec{x}_2$. Enfin, $m_2 = 352 \text{ g}$ et $L = 0,5 \text{ m}$.

L'extrémité en P est équipée d'une pince de masse négligeable qui saisit la sphère SEIS. On note K_{O2} le moment d'inertie de l'avant-bras 2 par rapport à l'axe (O, \vec{z}_0) dans la position la plus défavorable. Le mouvement de 2 par rapport à 1 est commandé par un actionneur M_{12} , constitué d'un moteur pas à pas et d'un réducteur de vitesse à couronne dentée flexible de rapport de transmission $\lambda = 82$, d'encombrement et de masse très faibles en regard des autres solides, logés à l'intérieur de la liaison (1/2).

Sphère du SEIS : S On considère que l'amplitude du mouvement (S/2) est très faible. La position (S/0) repérée par $\vec{OP} = X_P(t)\vec{x}_0 + Y_P(t)\vec{y}_0$. La masse $m_s = 1,2 \text{ kg}$ est considérée comme ponctuelle en son centre d'inertie G_S par rapport aux autres mouvements. G_S est tel que $\vec{PG}_S = -R\vec{y}_0$ (R est une constante positive).

On note K_{O5} le moment d'inertie de la sphère S par rapport à l'axe (O, \vec{z}_0) dans la position $\theta_1 = \theta_2 = 0$.

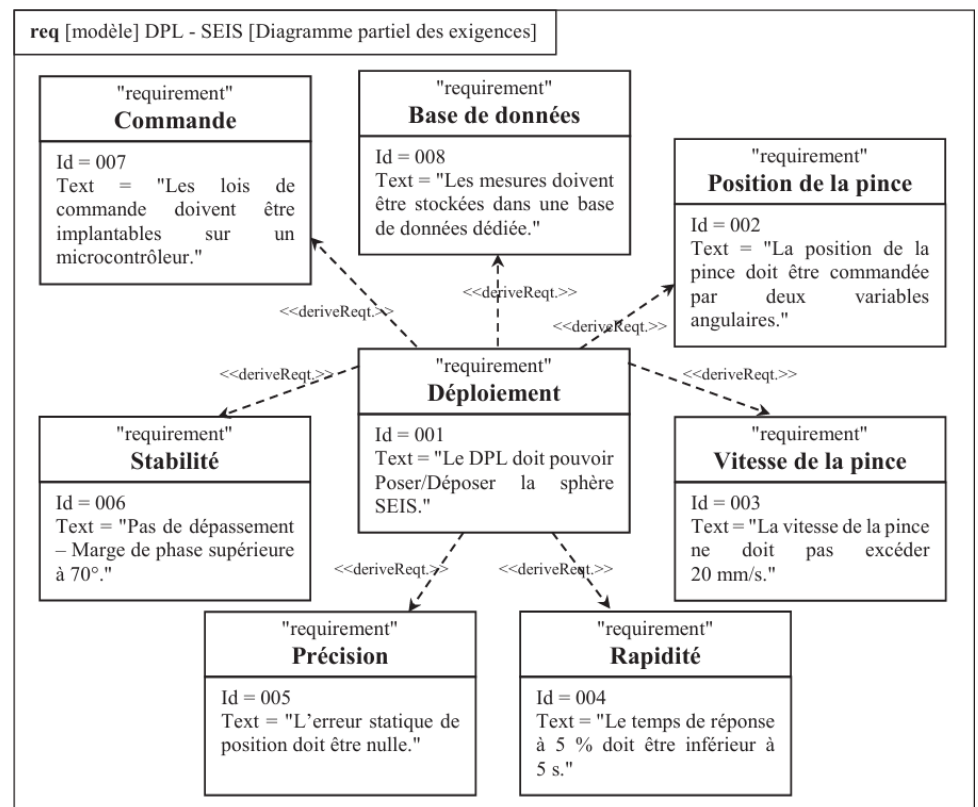


FIGURE 4 – Diagramme partiel des exigences

0.1 Validation de la capacité statique du système de déploiement

Objectif

Déterminer le couple statique du moto-réducteur M_{01} qui permet l'équilibre du système de déploiement.

On note $\vec{g} = -g\vec{y}_0$ l'accélération du champ de pesanteur terrestre avec $g = 9,81 \text{ ms}^{-2}$.

Question 1 Exprimer puis calculer le couple statique, noté C_{01} , que doit exercer le moto-réducteur M_{01} dans la position du système de déploiement la plus défavorable. Préciser clairement le système isolé ainsi que le principe/théorème utilisé.

Question 2 En déduire la valeur minimale du couple de maintien, noté C_{m1min} , dont doit disposer le moteur pas à pas.

0.2 Validation des capacités dynamiques du système de déploiement

Objectif

Déterminer le couple du moto-réducteur M_{01} qui permet la manipulation de la sphère SEIS par le système de déploiement.

La figure 2 présente la schématisation du bras de déploiement, noté $\Sigma = \{1, 2, S\}$.

Question 3 Exprimer le moment d'inertie K_{O1} du bras 1 au point O suivant \vec{z}_0 en fonction des paramètres cinétiques.

Question 4 Exprimer le moment d'inertie $K_{O\Sigma}$ de l'ensemble Σ au point O suivant \vec{z}_0 en fonction des paramètres cinétiques.

On considère, pour la suite, que le moteur M_{02} est à l'arrêt dans la position $\theta_2 = 0$ et que seul le moteur M_{01} est en fonctionnement.

Question 5 Pour effectuer une modélisation dynamique du système, établir l'équation donnant le couple, noté C_{01} , du moteur M_{01} en fonction des paramètres cinétiques du système de déploiement. Préciser clairement le système isolé ainsi que le principe/-théorème utilisé.

Des calculs amènent à considérer que la valeur de $K_{O\Sigma}$ est très faible et donc pratiquement négligeable.

Question 6 Donner l'expression de l'équation précédente limitée au voisinage de la position du système de déploiement la plus défavorable.