

Préparation Mines Telecom

Train d'atterrissage d'hélicoptère ★ –

Sujet

Le train d'atterrissage étudié est celui du NH 90, fondé sur un train à roues munies d'amortisseurs. Le train principal constitué de deux roues simples est installé dans le fuselage central et le train auxiliaire constitué de deux roues jumelées de direction dans la partie avant du fuselage figure 1. Des caissons permettent d'escamoter les trains d'atterrissage lors du vol.

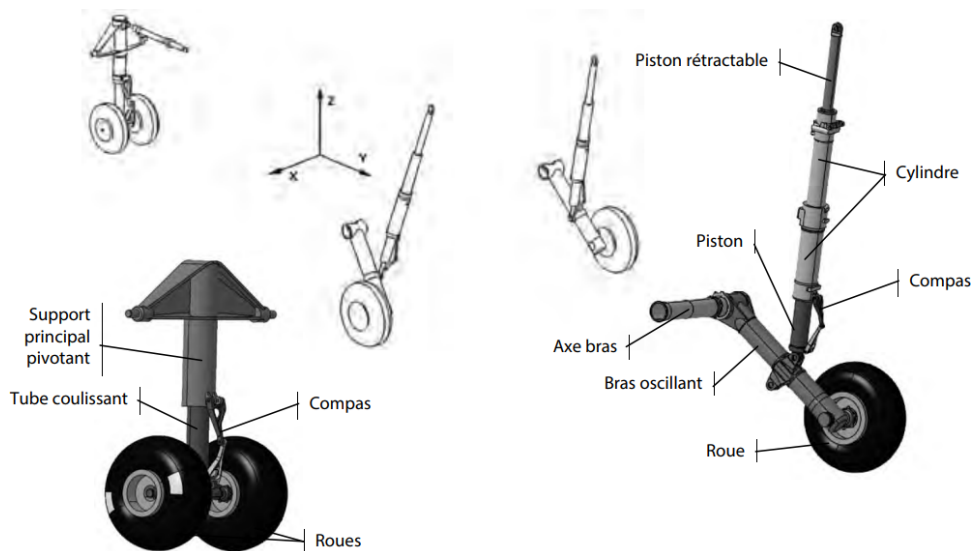
Une jambe du train principal est constituée de (figure 2) :

- ▶ une roue avec un pneumatique;
- ▶ un bras oscillant;
- ▶ un vérin amortisseur : piston – cylindre;
- ▶ un triangle anti-vrillage ou compas;
- ▶ un vérin de rétraction : piston rétractable.

table – cylindre.

Le train auxiliaire situé à l'avant est constitué de (figure 2) :

- ▶ deux roues jumelées;
- ▶ un tube coulissant amortisseur;
- ▶ un triangle anti-vrillage ou compas;
- ▶ un support principal pivotant autour de l'axe vertical.



D'après concours Banque PT – SIA – 2014.



FIGURE 1 – Appontage NH 90

FIGURE 2 – Maquette numérique des éléments du train d'atterrissage

0.1 Analyse structurale

Objectif

Cette partie a pour objectif d'analyser la structure du train d'atterrissage et de déterminer la variation d'inclinaison du vérin amortisseur.

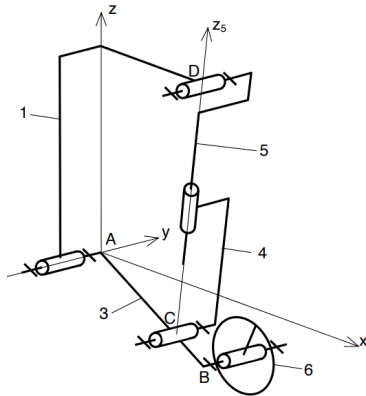
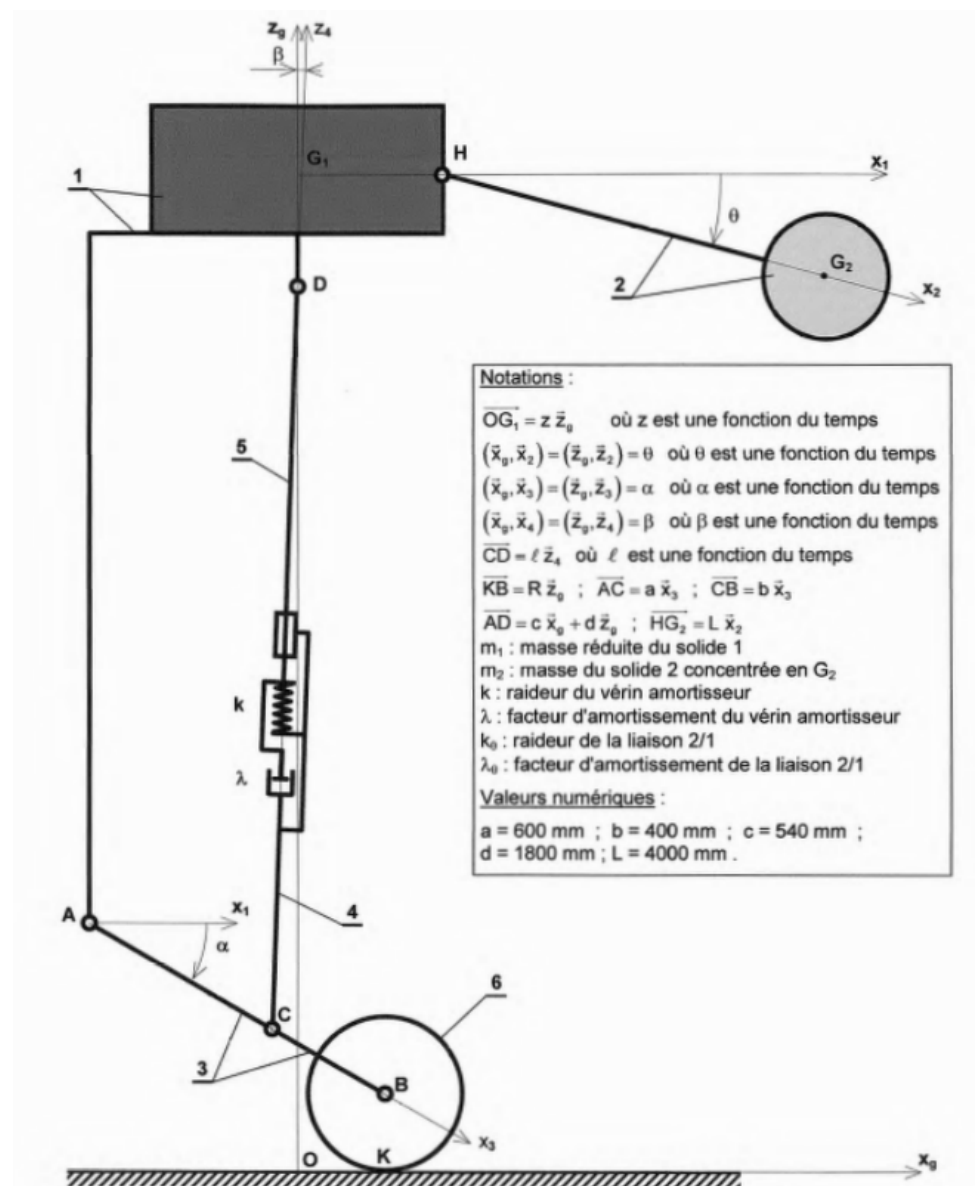


FIGURE 3 – Structure de la jambe du train principal

On considère que l'hélicoptère est en phase d'approche. Le train n'est donc pas en contact avec le sol. Le solide 1 est solidaire du châssis de l'hélicoptère.

Question 1 Déterminer le degré d'hyperstisme du modèle. Le cas échéant proposer un modèle isostatique.

On donne le schéma cinématique de la structure du train principal (figure 4).



Question 2 Déterminer la variation $\Delta\beta$ de l'angle β quand α varie de 0 à 45°. Conclure.

FIGURE
la struc

0.2 Modèle de comportement du solide

Objectif

Il s'agit de déterminer une équation différentielle permettant de modéliser le comportement du fuselage 1.

Notations et hypothèses

- ▶ Les notations sont fournies sur la figure 3.
- ▶ Le repère $R_g : (O; \vec{x}_g, \vec{y}_g, \vec{z}_g)$ est un repère galiléen.
- ▶ Le problème est plan dans le plan de symétrie géométrique $(O, \vec{z}_g, \vec{x}_g)$. En conséquence les solides 4 et 5 représentent deux vérins amortisseurs avec des caractéristiques k et λ doubles des caractéristiques d'un seul vérin amortisseur.
- ▶ L'hypothèse faite sur l'angle β conduit à considérer que \vec{CD} est constamment colinéaire à \vec{z}_g , soit $\vec{CD} = \ell \vec{z}_g$.
- ▶ Le mouvement du solide 1 est réduit à un mouvement de translation vertical. En conséquence la roue 6 est fixe dans le repère galiléen.
- ▶ On rappelle que la masse des solides 3, 4, 5, 6 est négligée devant la masse des solides 1 et 2.
- ▶ On suppose toutes les liaisons énergétiquement parfaites.
- ▶ La liaison pivot entre 1 et 2 aussi bien que la liaison pivot glissant entre 4 et 5 sont actionnées par des ressorts de raideurs respectives k_θ et k et amorties en parallèle aux ressorts avec des facteurs d'amortissement λ_θ et λ .
Dans ces conditions, pour la liaison pivot entre 1 et 2, on note le couple de rappel élastique $\vec{C}_r(1 \rightarrow 2) = C_r \vec{y}_g$ avec $C_r = -k_\theta \theta$, et le couple d'amortissement $\vec{C}_v(1 \rightarrow 2) = C_v \vec{y}_g$ avec $C_v = -\lambda_\theta \dot{\theta}$.
De même pour la liaison pivot glissant entre 4 et 5, on note la force de rappel élastique $\vec{F}_r(4 \rightarrow 5) = F_r \vec{z}_g$ avec $F_r = -k(\ell - \ell_0)$ où ℓ_0 est la valeur de ℓ quand le ressort est à vide, et la force d'amortissement $\vec{F}_v(4 \rightarrow 5) = F_v \vec{z}_g$ avec $F_v = -\lambda \dot{\ell}$.

Question 3 Déterminer l'équation du mouvement du système.

0.3 Structure de la commande asservie de l'amortisseur semi-actif

Objectif

Valider le choix du constructeur de contrôler les accélérations du pylône de queue par la maîtrise du mouvement de la cabine.

L'équation de comportement de la cabine est donnée par l'équation suivante :

$$m_2 L^2 \ddot{\theta}^* + \lambda_\theta \dot{\theta}^* + k_\theta \theta^* = m_2 L \ddot{z}.$$

On rappelle si nécessaire que dans cette relation, $\theta^* = \theta - \theta_0$ représente la variation angulaire de la queue par rapport à sa position à l'équilibre θ_0 . $\dot{\theta}^*$ et $\ddot{\theta}^*$ sont ses dérivées successives par rapport au temps, et \ddot{z} est l'accélération absolue de la cabine (voir figure 4).

Question 4 Montrer qu'à décélération constante de la cabine, l'accélération de la queue tend vers zéro en régime établi.

Question 5 En admettant que l'accélération de la queue est maximale à l'instant initial, déterminer son expression notée $\ddot{\theta}_{\max}$ en fonction de A_0 , et L . Conclure sur le choix du constructeur de contrôler la décélération de la cabine.

Question 6 On donne la réponse indicielle du système. Proposer un modèle de comportement du système.

