Modelisation du sac à charge suspendue et construction du schéma blocs

Le système sera modelisé ici en n'utilisant que des fonctions linéaires, afin de pouvoir en construire le schéma blocs.
Les équations sont présentées dans l'ordre du schéma blocs, de gauche à droite, de haut en bas.
La simplicité des équations permettra de donner celles-ci directement dans le domaine de Laplace, en considèrant les conditions initiales comme étant toutes nulles.
Le rail du sac est supposé vertical.
Le poids de la charge suspendue est compensé par une compression statique du ressort. C'est pourquoi le poids sera ignoré, et la position de référence du systeme sera prise à l'équilibre dans le champ de pesanteur terrestre.
La masse des différentes pièces sera négligée devant la masse de la charge suspendue, nous prendront néanmoins en compte le moment d'inertie de la génératrice.

Géometriquement, on trouve :

$$Z_{\varepsilon} = Z_{dos} - Z_{sac}$$

Le roulement sans glissement de la roue dentée, de rayon R_{roue} sur la crémaillère permet d'affirmer :

$$\Theta_{roue} = \frac{1}{R_{roue}} \cdot Z_{\varepsilon}$$

d'où, par dérivation par rapport au temps :

$$\Omega_{roue} = \frac{p}{R_{roue}} \cdot Z_{\varepsilon}$$

Le réducteur, de rapport de réduction C_r , agit par définition de sorte que :

$$\Omega_{gen} = \frac{1}{C_r} \cdot \Omega_{roue}$$

L'équation de fém de la génératrice à courant continu, de flux propre Φ_0 donne :

$$E = \Phi_0 \cdot \Omega_{gen}$$

La loi des mailles appliquée au circuit électrique donne :

$$I = \frac{E}{R + R_{ch} + L \cdot p}$$

La loi d'Ohm appliquée à la charge de résistance R_{ch} permet d'affirmer :

$$E_{ut} = R_{ch} \cdot I$$

L'équations du ressort, ici supposé linéaire de raideur k , est :

$$F_{ressort} = k \cdot Z_{\varepsilon}$$

L'équation modélisant le frottement, supposé fluide de coefficient f , existant entre le rail et la charge suspendue montre que :

$$F_{fluide} = f \cdot p \cdot Z_{\varepsilon}$$

Le bâti exerce donc, en projection selon $\vec{u_z}$, la force totale :

$$F_{bati} = (k + f \cdot p) Z_{\varepsilon}$$

La loi des moments du principe fondamental de la dynamique, appliquée au rotor de la génératrice, en projection selon l'axe de rotation, donne, en posant C_{acc} le couple dû à l'acceleration de la rotation du rotor :

$$C_{acc} = J \cdot p \cdot \Omega_{gen}$$

Le théorème de la résultante, appliqué à la charge suspendue, en posant m la masse de la charge et F_{ext} la somme des forces extérieures appliquées à celle ci, donne en projection selon $\vec{u_z}$:

$$Z_{sac} = \frac{1}{m \cdot p^2} \cdot F_{ext}$$

En posant F_{roue} la valeur de la force exercée par la roue dentée sur l'ensemble suspendu, un bilan des forces appliqué à la charge suspendue permet d'écrire, en projection selon $\vec{u_z}$:

$$F_{ext} = F_{bati} + F_{roue}$$

La loi des moments du principe fondamental de la dynamique, appliquée à la roue dentée en son centre permet d'écrire :

$$F_{roue} = \frac{1}{R_{roue}} \cdot C_{roue}$$

En supposant le rendement du réducteur égal à 1, la conservation de la puissance des efforts transmis par celui-ci permet d'écrire :

$$C_{roue} = \frac{1}{C_r} \cdot C_{gen}$$

Un bilan des moments appliqués au rotor de la génératrice donne :

$$C_{gen} = C_{elec} + C_{acc}$$

L'équation de couple de la génératrice donne enfin :

$$C_{gen} = \Phi_0 \cdot I$$