UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Faculté de génie

Département de génie électrique et génie informatique

**Modélisation analytique du système**

PROJET S4

Présenté à

Équipe professorale de la session S4

Présenté par

Équipe P10

Sherbrooke – 9 juin 2016

**Table des matières**

[**Premier cas d’équilibre : Sphère présente** 3](#_Toc453162695)

[**Deuxième cas d’équilibre : Sans sphère** 10](#_Toc453162696)

**Équations d’équilibre**

Un système est à l’équilibre lorsque toutes les dérivées des variables d’états sont nulles :

Il y a deux équilibres possibles :

1. La sphère est présente, la plaque est donc horizontale et à une distance spécifiée.
2. La sphère est absente, la plaque est à un angle et spécifié et une distance spécifiée.

## **Premier cas d’équilibre : Sphère présente**

D’après les spécifications techniques, ces équations permettront de fixer 10 des 13 variables d’états, mais les valeurs de (), () et () pourront prendre des valeurs quelconques.

Note : est le vecteur des variables d’états à l’équilibre, mais qui exclu évidemment cette notation d’équilibre pour , et qui peuvent prendre n’importe quelle valeur.

En développant les équations, cinq variables d’états à l’équilibre se trouvent immédiatement :

Ensuite, les équations de et permettent de trouver et :

Les trois dernières équations permettent de lier les courants aux tensions d’entrée :

Même principe pour les deux autres courants :

Les courants peuvent être trouvées grâce à , et :

Cela donne donc un système à trois équations et trois inconnus :

Note : et , la position de la sphère spécifiée

La matrice des coefficients :

La matrice des résultats :

Le système d’équation peut être représenté sous la forme :

Où

Il se résout :

La force est donc constante et dépend de la position des actionneurs, de la position de la sphère ainsi que des masses de la plaque et de la sphère sans oublier la constante de gravitation.

De manière à simplifier la notation, ces résultats seront notés , puisque ces résultats sont des constantes.

est donc la valeur de la force de l’actionneur K à l’équilibre. Cependant, ces forces ne sont pas des variables d’état ou des entrées, il faut donc l’exploser :

Si

Il faut isoler :

Il y a donc une parabole avec négatif à gauche de l’axe vertical et une parabole avec positif à droite de l’axe vertical. Les paramètres , et de la parabole est :

Si le paramètre , la parabole à droite de l’axe est assurée d’avoir un zéro, car son ordonnée à l’origine () est négatif. À l’inverse, si est positif, c’est la parabole à gauche de l’axe qui est assurée d’avoir un zéro.

Ainsi, le signe de dépend du signe de :

Il reste à résoudre l’équation quadratique avec la formule du discriminant :

Le discriminant est nécessairement positif. Dans le cas où est positif, est négatif, donc le terme est négatif. Puisque le zéro recherché est celui qui est le plus à gauche, il faut donc ajouter le discriminant. Dans le cas où est négatif, le courant est positif, donc et il faut rechercer le zéro le plus à droite. Il faut donc encore une fois ajouter le discriminant. Ainsi, la formule se réécrit :

Avec les équations d’équilibre liant les courants et les tensions :

Où

Dans ce cas d’équilibre , puisque

Où est la distance de la plaque spécifiée

## **Deuxième cas d’équilibre : Sans sphère**

Dans ce cas, puisqu’il n’y a pas de sphère, il est possible que les angles de la plaque ne soient pas nuls.

Ainsi :

De plus, puisque la sphère est absente.

En appliquant ces modifications, toutes les formules trouvées s’appliquent.

Où

Par souci de simplification, il est possible d’assumer