Control De Posición De Brazo Levitado Por Hélice

Champi Castro Miguel Angel, Quispe Condori Hanan Ronaldo, Sevilla Hidalgo Alfonso Alejandro

***Resumen*—En este proyecto implementaremos el control de un brazo levitado por hélice, esto se logrará modificando la velocidad de giro de la hélice con el fin de que el brazo se encuentre en una posición deseada.**

I. Modelamiento Matemático

El modelamiento de este sistema tendra dos partes, en la primera parte modelaremos el subsistema mecánico del brazo y en la segunda parte el subsistema motor-hélice [1].

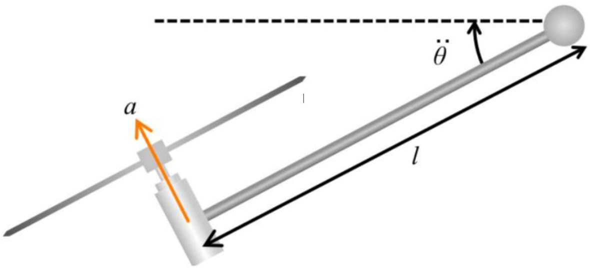

Figura 1. Diagrama del Sistema Completo.

Haciendo uso del diagrama de cuerpo libre, ecauciones difreenciales y la transformada de Laplace para el calculo de la función de transferencia.

En el subsistema del motor-hélice tendremos.

$$\begin{aligned} V_s &= R_i + L\frac{di}{dt} + e_t \\ e_t &= k_f\frac{d\theta}{dt} \end{aligned} \tag{1}$$

Torque en hélice

$$T_l = J_p\frac{d^2\theta}{dt^2} \tag{2}$$

En el torque en el motor tendremos

$$\begin{aligned} T_r &= J_1\frac{d^2\theta}{dt^2} + B\frac{d\theta}{dt} + T_l \\ T_r &= k_t i(t) \\ k_t i(t) &= J_1\frac{d^2\theta}{dt^2} + B\frac{d\theta}{dt} + J_p\frac{d^2\theta}{dt^2} \end{aligned} \tag{3}$$

En el dominio de Laplace tendremos

$$I(s) = \frac{(J_1 + J_p)s^2 + Bs}{k_t}\theta(s) \tag{4}$$

Torque en el subsistema del brazo, sustituyendo 2 tendremos.

$$\begin{aligned} T_l &= J_B\frac{d^2\theta_B}{dt^2} \\ J_p\frac{d^2\theta}{dt^2} &= J_B\frac{d^2\theta_B}{dt^2} \end{aligned} \tag{5}$$

LLevando 5 al dominio de Laplace

$$\theta(s) = \frac{J_B}{J_p}\theta_B(s) \tag{6}$$

LLevando 3 al dominio de Laplace

$$\begin{aligned} V_s(s) &= RI(s) + LSI(s) + k_f S\theta(s) \\ V_s(s) &= k_f S\theta(s) + (R + LS)\frac{(J_1 + J_p)S^2 + BS}{k_t}\theta(s) \\ V_s(s) &= \frac{k_f k_t S + (R + LS)((J_1 + J_p)S^2 + BS)}{k_t}\theta(s) \end{aligned} \tag{7}$$

Reemplazando 6 en 7 tendremos la función de transferencia

$$F(s)$$

.

$$\frac{k_t J_p}{(k_f + k_t)LS^3 J_B + J_B S^2(LB + R(J_1 + J_p)) + S(RB + k_f k_t)} \tag{8}$$

II. Espacio de Estados

Apartir de la funcion de transferencia hallada en la seccion anterior podremos calcular lo siguiente.

Considerando

$$\begin{aligned} A &= J_B L(J_p + J_1) \\ B &= J_B(LB + R(J_p + J_1)) \\ C &= J_B(RB + k_f k_t) \\ D &= J_p k_t \end{aligned} \tag{9}$$

Reemplazando 10 en 8 la función de transferencia queda de la siguiente manera.

$$\begin{aligned} \theta_B(s)[AS^3 + BS^2 + CS] &= DV_s(s) \\ A\dddot{\theta}_B + B\ddot{\theta}_B + C\dot{\theta}_B &= DV_s(s) \\ A\dddot{\theta}_B &= DV_s - B\ddot{\theta}_B - C\dot{\theta}_B \end{aligned} \tag{10}$$

Referencias

[1] O. Günel and A. Ankaralı, "Modeling of basic propeller thrust test system and thrust control using pid method," in *4th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science (ISITES2016) 3-5 Nov 2016 Alanya/Antalya-Turkey*, 2016.