

Miniproyecto Sistemas Híbridos**Código: MiniProyHibrid.02**

T-3XX Análisis IV

Licenciatura en Ciencias de la Computación

Un **ascensor** es movido por un **motor de corriente continua** comandado por un **sistema de control** muy elemental. Este **sistema** recibe pedidos del tipo “ir al piso j” y eventos provenientes de sensores que indican “el ascensor pasa por tal lugar” o bien “ascensor completamente detenido”. En base a estos eventos, el **sistema de control** activa al **motor** en un sentido o en otro de forma de cumplir con los pedidos que recibe, o activa un freno tipo traba (sólo puede activarse con el ascensor detenido) a los fines de que este permanezca en la posición alcanzada. La Figura 1 muestra un esquema simplificado de la parte mecánica del ascensor.

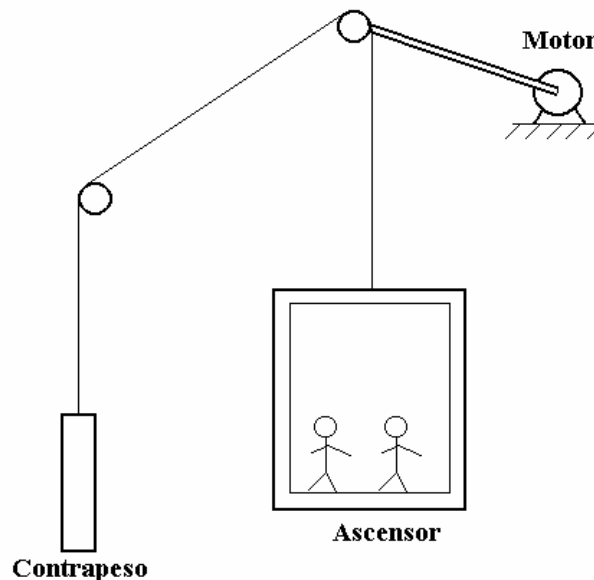


Figura 1. Esquema simplificado del ascensor

El Modelo.

Este conjunto de ecuaciones diferenciales puede modelar la dinámica del esquema. Representélas bajo la forma de **diagrama de bloques** (DB), en lo posible organizado como una cascada de izquierda a derecha, comenzando por U_m y finalizando con x_1 .

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= x_2 \\ \dot{x}_2 &= \frac{1}{m_a + m}(-b \cdot x_2 + \frac{k_m}{r} x_3 - m \cdot g) \cdot f_b \\ \dot{x}_3 &= \frac{1}{L_a}(-\frac{k_m}{r} x_2 - R_a \cdot x_3 + x_4) \\ \dot{x}_4 &= \frac{1}{\tau}(-x_4 + U_m \cdot S_w)\end{aligned}$$

Las variables. x_1 y x_2 representan la altura y velocidad del ascensor, respectivamente; x_3 y x_4 son la corriente y tensión en la armadura del motor. S_w representa la posición de la llave que conecta el motor, pudiendo tomar los valores 1, -1 y 0, en tanto que f_b representa el estado del freno, siendo 1 cuando está desactivado y 0 cuando el sistema está frenado.

Los parámetros son los siguientes:

$m_a = 1000$ kg, masa conjunta del ascensor y contrapeso.	$g = 9.8$ m/seg ² : aceleración de la gravedad
m : masa de la carga en el ascensor	$L_a = 0.003$ Hy : Inductancia de armadura del motor.
$b = 1.1$ N.m.seg : coeficiente de rozamiento.	$R_a = 0.05$ Ω : Resistencia de armadura del motor
$k_m = 6.4$ V.seg/rad : constante del motor	$t = 1/3$ seg. : Constante de tiempo de los actuadores
$r = 0.02$ m : radio equivalente de la polea	$U_m = 460$ V : Tensión de alimentación

(Las unidades están todas en S.I. por lo que no es necesario hacer ninguna conversión)

Análisis por simulación

1. Simular el modelo del ascensor (sin el freno y sin carga) para la condición $S_w = 1$ (ascenso). Observar cuanto tiempo demora en llegar a los distintos pisos y a los distintos sensores. Considerar que los pisos tienen 3m de alto y que los sensores se encuentran cada 1m.
2. Repetir el punto anterior, pero ahora comenzando como antes y luego cambiando $S_w = -1$ en cierto instante de manera tal que el ascensor llegue a tener velocidad nula exactamente en el primer piso (con no mas de 1cm de error).

Control en lazo abierto

3. En base a la simulación anterior, diseñar un sistema de control discreto (expresándolo como modelo DEVS) que reciba las órdenes “ir al piso j ”, los eventos producidos en los sensores, y la indicación de velocidad nula. Con esta información, debe producir las señales de cambio en S_w y f_b .
4. Aplicar algún tipo de discretización al sistema de ecuaciones diferenciales (Euler, Runge-Kutta, etc). Expresar el modelo resultante (de tiempo discreto) como un DEVS. Dicho modelo DEVS debe producir salidas en cada instante discreto con los valores de posición y velocidad y recibir los eventos con los cambios en S_w y f_b .
5. Construir un modelo DEVS que reciba los eventos con los valores de posición y velocidad del ascensor y envíe eventos solamente cuando el ascensor pase por un sensor o cuando la velocidad sea cero.
6. Acoplar los tres modelos con un generador de pedidos para el controlador (ver Figura 2) y programar un simulador para el modelo acoplado.

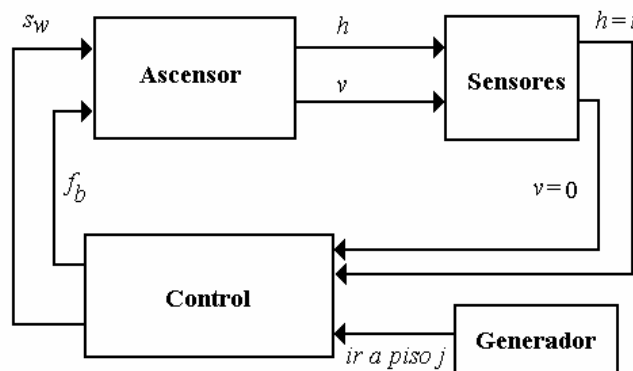


Figura 2. Esquema del sistema de control completo.

7. Estudiar si el controlador sigue funcionando bien para diferentes pedidos (o sea, con un margen de error de 1cm). Simular casos con variaciones de la carga (m) y con variaciones de la tensión de alimentación (U_m).

Control en lazo cerrado

Si bien el sistema de control utiliza sensores, desde el momento en que se invierte la alimentación del motor hasta que este frena, no hay ningún tipo de control en el sentido de verificación de lo que está pasando (vía medición de variables representativas): se dice que el sistema está a “lazo abierto”, por lo cual es muy sensible a perturbaciones (como las variaciones de tensión). Una solución clásica a este problema consiste en medir permanentemente la posición y compararla con una referencia (posición deseada), y en base al error generar una señal de corrección. En nuestro caso, la manera más simple de hacer esto es reemplazar la señal S_w por el valor: $S_w = k(h_{ref} - x_1)$, donde h_{ref} es la altura a la cual se quiere llevar el ascensor y k es una constante del controlador. Al hacer esto, se hace también innecesario utilizar el freno, por lo que no tenemos más necesidad del controlador discreto (salvo para dar la altura h_{ref})

8. Simular el sistema para diferentes valores de k (entre 0.01 y 10), de carga y de tensión de alimentación, así como para diferentes alturas de referencia. Observar la altura de salida, la velocidad y la aceleración y también la tensión de armadura (x_4).
9. Una limitación del motor es que la tensión de armadura no puede superar cierto valor. En nuestro caso este valor máximo es 460V. Como este valor se ve superado en varios casos, se puede limitar el valor de S_w para que no sea nunca mayor que 1 en valor absoluto. Simular esta nueva situación y comparar los resultados con los obtenidos en el punto anterior.
10. Elegir un juego de parámetros de control “óptimos” en el sentido de que mejor satisfagan todos los objetivos.