

Modelamiento e identificación de un sistema con poleas, fluido, y medición de posición con sensor de efecto Hall.

Galvis. David. Restrepo. Camilo.

{u1802584,u1802556}@unimilitar.edu.co

Universidad Militar Nueva Granada

RESUMEN

En el laboratorio 2 se va a realizar primeramente el modelado de un sistema masa - resorte en el que la masa está impulsada por un motor DC y esta misma está introducida dentro de un fluido. El funcionamiento de la planta descrita será a través de un circuito push-pull para el movimiento del motor. Para la segunda parte del laboratorio se desarrolló la identificación de la planta, para esto fue necesario introducir un sensor de efecto hall con el fin de medir la posición de la masa que para este caso contiene un imán. Los datos que entrega el sensor son de voltaje entonces mediante el osciloscopio se grafica el comportamiento de la planta para así poder realizar la identificación mediante el método gráfico y también mediante MATLAB con "ident".

Abstract---

In the laboratory 2, the modeling of a mass-spring system in which the mass is driven by a DC motor is introduced and is introduced into a fluid. The operation of the described plant will be through a push-pull circuit for the movement of the motor. For the second part of the laboratory the identification of the plant was developed, for this it was necessary to introduce a hall effect sensor in order to measure the position of the mass that in this case contains a magnet. The data that the sensor delivers are voltage, then the oscilloscope graphs the behavior of the plant in order to be able to perform the identification

through the graphical method and also through MATLAB with ident..

Palabras clave--- Identificación, modelado, ident, método gráfico

OBJETIVOS

Objetivo General--- Identificar y simular una planta masa-resorte.

Objetivos específicos--

- * Identificar y modelar una planta masa-resorte.
- * Simular la respuesta de cada uno de los modelos identificados y compararla, además de identificar las correspondientes correlaciones del modelo con los datos medidos de entrada y salida.

INTRODUCCIÓN

Se entiende por identificación de sistemas a la obtención de forma experimental de un modelo que reproduzca con suficiente exactitud, para los fines deseados, las características dinámicas del proceso objeto de estudio.

En términos generales, el proceso de identificación comprende los siguientes pasos:

Obtención de datos de entrada – salida: Para ello se debe excitar el sistema mediante la aplicación de una

señal de entrada y registrar la evolución de sus entradas y salidas durante un intervalo de tiempo.

Tratamiento previo de los datos registrados: Los datos registrados están generalmente acompañados de ruidos indeseados u otro tipo de imperfecciones que puede ser necesario corregir antes de iniciar la identificación del modelo. Se trata, por tanto, de ‘preparar’ los datos para facilitar y mejorar el proceso de identificación.

Elección de la estructura del modelo: Si el modelo que se desea obtener es un modelo paramétrico, el primer paso es determinar la estructura deseada para dicho modelo. Este punto se facilita en gran medida si se tiene un cierto conocimiento sobre las leyes físicas que rigen el proceso.

Obtención de los parámetros del modelo: A continuación, se procede a la estimación de los parámetros de la estructura que mejor ajustan la respuesta del modelo a los datos de entrada-salida obtenidos experimentalmente.

MARCO TEÓRICO

Método de Strejc.

Este método se emplea para la identificación de sistemas de polos múltiples, mediante los parámetros T_u y T_a obtenidos sobre la respuesta del sistema. Emplea una línea recta de pendiente máxima superpuesta sobre la zona de pendiente, de modo que el valor del parámetro T_u se obtiene con el corte del eje de abscisas y el valor del parámetro T_a se obtiene con el corte de una paralela al eje de abscisas en el punto donde la respuesta está estable. [1]

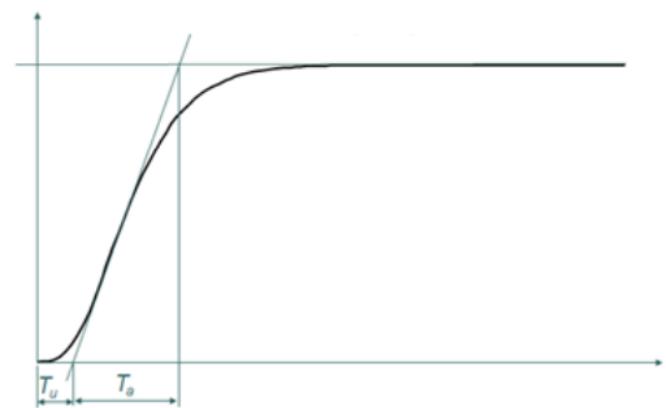


Figura 1: Parámetros de Strejc..

Tras obtener el valor de las variables T_u y T_a , se obtiene el valor de T_u/T_a . Con este valor se va a la tabla de Strejc y se toma el valor más próximo, que determina el número de polos múltiples “n”.

Tabla 1: Número de polos múltiples.

n	Ta/τ	Tu/τ	Tu/Ta
1	1	0	0
2	2.7	0.28	0.104
3	3.7	0.8	0.22
4	4.46	1.42	0.32
5	5.12	2.1	0.41

1. MATERIALES

* Software: MATLAB ®

* Bata blanca.

* Motor DC

* Fluido (Aceite de coco)

* Masa (Fragmento de platina)

* Resorte

* Montaje (MDF) con poleas

* Sensor de efecto hall

2. PROCEDIMIENTO

Se debe modelar y luego construir la planta ilustrada en la figura 2.

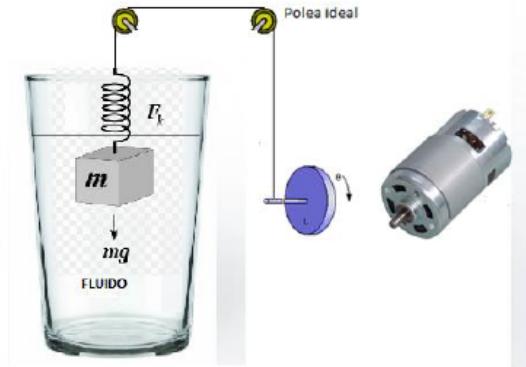


Figura 2: Sistema masa-resorte guía.

2.1 Modelado

Para el modelado se tiene en cuenta un modelo para el motor, y otro modelo para el sistema masa - resorte. La entrada es el voltaje de la fuente que se muestra en la malla del motor, y la salida es la posición de la masa. La gravedad se considera como una perturbación.

2.1.1 Modelo del motor

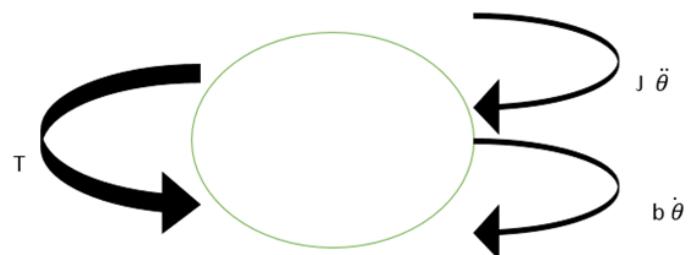
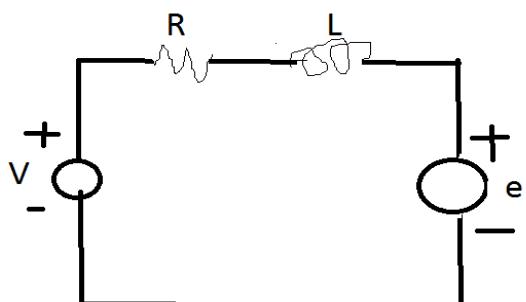


Figura 3: Malla y DCL de torques para el motor.

$$T = j\theta + b\dot{\theta}$$

$$T = i \cdot kt$$

$$j\ddot{\theta} = i \cdot kt - b\dot{\theta}$$

$$\ddot{\theta} = i \left(\frac{kt}{j} \right) - \dot{\theta} \left(\frac{b}{j} \right) \quad (1)$$

$$V = Ri + L\dot{i} + e$$

$$e = ke\dot{\theta}$$

$$L\dot{i} = V - Ri - ke\dot{\theta}$$

$$\dot{i} = V \left(\frac{1}{L} \right) - i \left(\frac{R}{L} \right) - \dot{\theta} \left(\frac{ke}{L} \right) \quad (2)$$

2.1.2 Modelo de la masa

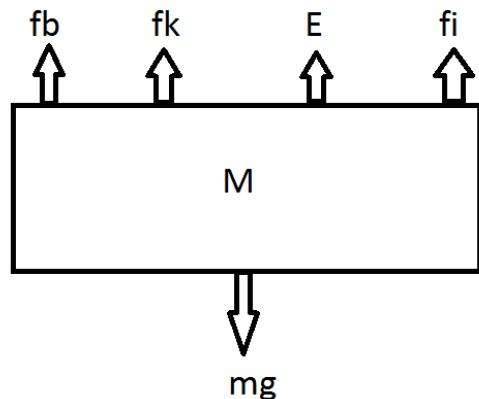


Figura 4: DCL de la masa.

$$\begin{aligned}
 kx + bx + mx + \rho g V_{sum} &= mg \\
 m\ddot{x} &= mg - bx - kx - \rho g V_{sum} \\
 \ddot{x} &= -x\left(\frac{b}{m}\right) - x\left(\frac{k}{m}\right) + g\left(1 - \frac{\rho V_{sum}}{m}\right) \quad (3) \\
 v &= x \quad (4)
 \end{aligned}$$

Ahora se va a mostrar la representación en espacio de estados.

$$\begin{bmatrix} \ddot{\theta} \\ \dot{i} \\ \dot{x} \\ \dot{x} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -b & kt & 0 & 0 \\ \frac{j}{L} & \frac{j}{L} & 0 & 0 \\ -ke & -R & 0 & 0 \\ L & L & -b & -k \\ 0 & 0 & \frac{m}{m} & \frac{m}{m} \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{\theta} \\ i \\ x \\ x \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} V + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 - \frac{\rho V_{sum}}{m} \\ 0 \end{bmatrix} g$$

$$y = [0 \ 0 \ 0 \ 1] \begin{bmatrix} \dot{\theta} \\ i \\ \dot{x} \\ x \end{bmatrix}$$

2.2 Construcción de la planta

Se realiza primero un montaje en solidworks el cual, permite que se soporte un motor y que se puedan ubicar las 2 poleas tal como se indica en la figura 5.

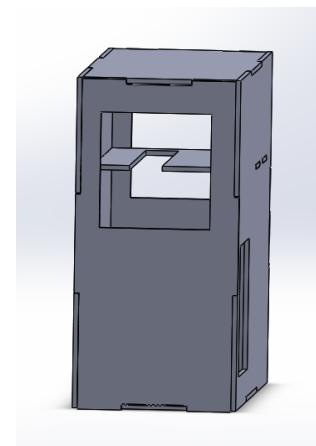


Figura 5: Ensamblaje de planta a construir.

Se decide crear una planta con una altura de aproximadamente 20cm con el fin de que la masa se pueda desplazar aproximadamente 6 cm hacia arriba o hacia abajo, aparte se tiene en cuenta que el resorte no se debe sumergir y que la polea debe mantenerse en lo más alto sobre el recipiente que contiene el fluido. Se usan dos poleas, aceite de coco, motor DC y el circuito push pull DC para el motor, ya que este permite controlar mejor la corriente del motor y el sentido hacia ambos lados.

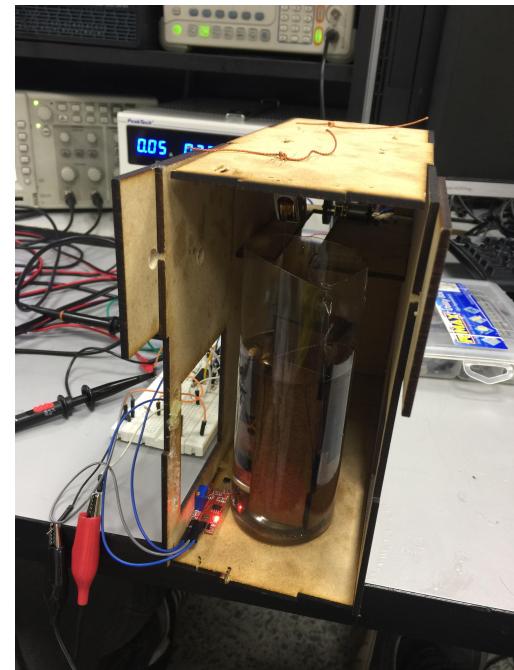


Figura 6: Montaje físico de la planta.

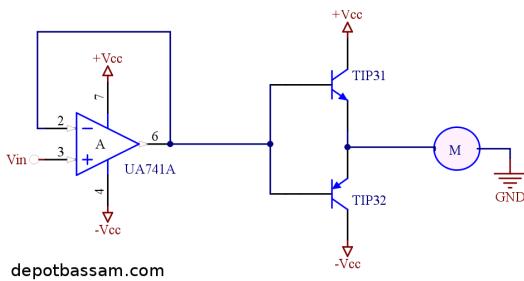


Figura 7: Circuito push-pull

Este circuito push-pull permite al motor un mejor control de la corriente que se necesita para desplazar la masa dentro del fluido.

El sensor que se decidió utilizar es un sensor de efecto hall el cual al probarlo con el desplazamiento de la masa, varía entre 2,5v y 4v Por lo tanto se debió acondicionar mediante un circuito el cual permite una medición desde 0v hasta un voltaje positivo, que en este caso se toma como 2v.

Usando el software ident se toman la señal obtenida del osciloscopio y se pueden hacer modificaciones sobre la señal, como filtrar y recortar para que obtenga los datos más óptimos.

Seguido de esto se prueban diferentes identificaciones con el sistema de diferente orden para observar con cual se obtiene una mejor similitud. Además del método gráfico con el que se puede comparar.

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Luego de utilizar la herramienta ident de matlab se introducen los datos de entrada y salida para iniciar la identificación.

Del osciloscopio se obtiene una respuesta como se observa en la figura 8.



Figura 8: Respuesta en el osciloscopio real

En la figura 8 la señal amarilla representa la entrada, obtenida por el generador, y la señal azul es la señal de salida, o la posición de la masa obtenida gracias al sensor de efecto hall. También se aprecia que la señal de salida se estabiliza al final del escalón y esto en lazo abierto, por lo que el sistema es estable, debido a los factores como la masa, torque del motor y la fuerza de empuje del fluido viscoso.

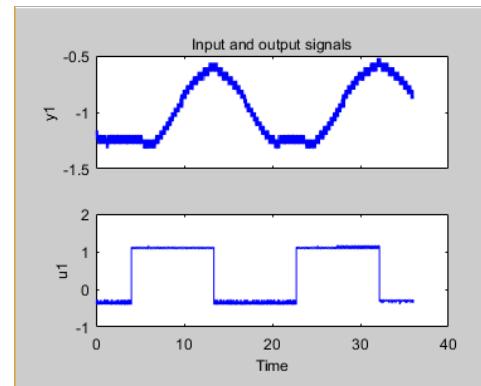


Figura 9: Señales del osciloscopio como variables en matlab.

Se introduce todo el segmento de la señal que se obtuvo del osciloscopio, para luego seleccionar un rango de tiempo el cual al analizar tendría una mejor respuesta.

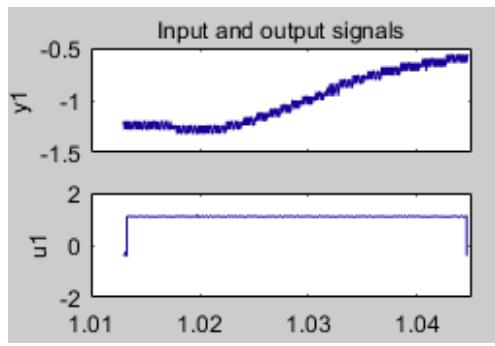


Figura 10: Segmento seleccionado.

En base al segmento de la figura 10 se realizan todas las estimaciones de planta, observando las diferentes respuestas y cuál se acerca más a la experimental.

Primero analizando en primer orden claramente se ve que el sistema no puede estimarse con un orden 1 como se observa en la figura 11.

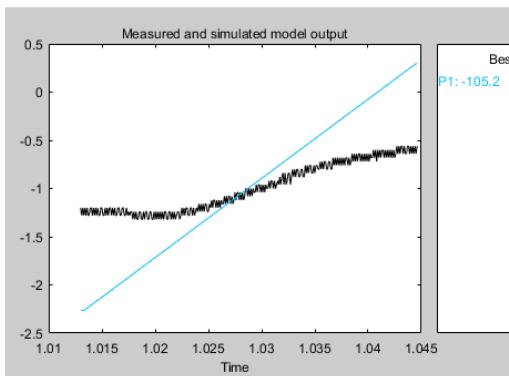


Figura 11: Estimación sistema primer orden.

Luego en vista de no tener similitud con una estimación de primer orden, se sigue a una de segundo orden.

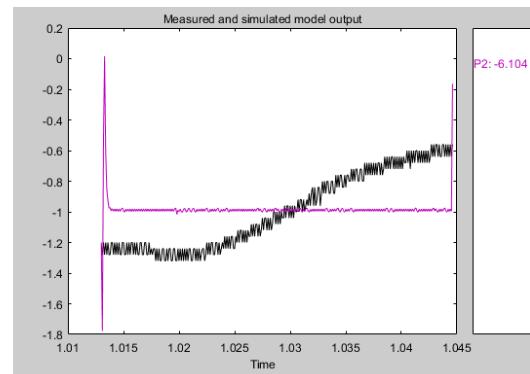


Figura 12: Estimación sistema segundo orden.

En la estimación del segundo orden tampoco se observa la similitud con los datos obtenidos por lo tanto se sigue a estimar una planta de tercer orden.

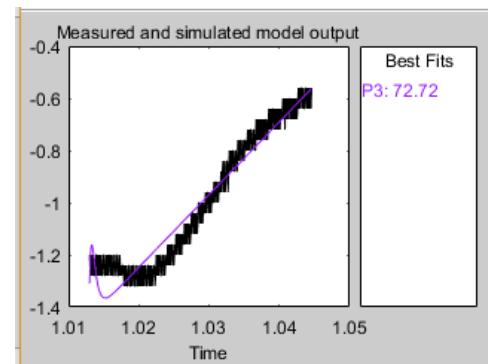


Figura 13: Estimación sistema tercer orden.

Con una estimación de 3er orden, la planta logra una similitud del 72.72 % con respecto a la experimental, sin embargo se desea un mejor ajuste.

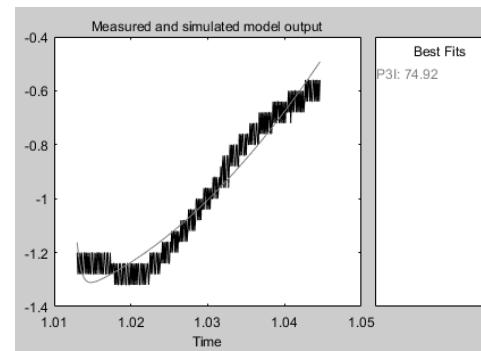


Figura 14: Estimación sistema tercer orden con integrador.

La representación de un sistema de tercer orden tipo 1, con el fin de hacer que se obtenga una mejor similitud de la señal experimental.

$$\begin{array}{r} -0.0008023 \\ \hline s^4 + 1795 s^3 + 0.1891 s^2 + 9.6e-07 s \end{array}$$

Siendo así la función de transferencia que más se acerca a la respuesta experimental

Método gráfico:

El tiempo de establecimiento medido es de 1.044 segundos, y se sabe que τ_{ao} es el 63% del tiempo en que tarda en estabilizarse una señal entonces:

$$\tau = 0.63(4s)$$

$$\tau = 2.52s$$

$$Tu = 1s$$

$$Ta = 3.05s$$

$$\frac{Tu}{Ta} = \frac{1}{3.05} = 0.327$$

Según la tabla 1, se tiene un sistema de cuarto orden, el cual queda de la siguiente manera:

$$G(s) = \frac{K}{(1+\tau s)^n} = \frac{K}{(1+2.52s)^4}$$

$$G(s) = \frac{K}{40.33s^4 + 64.01s^3 + 38.1s^2 + 10.08s + 1}$$

4. CONCLUSIONES

Luego de estimar diferentes modelos de plantas para aproximarse más a la experimental, se llega a una planta de 3er orden y a una planta de 3er orden tipo 1 que se asemejan a la deseada, sin embargo se precisa filtrar la señal para obtener un señal sin tanto ruido, en vista de que el sensor es lineal pero no cuenta con un filtro ante el ruido por los movimientos de fricción de la masa al ascender o al descender.

El método gráfico generó una buena aproximación del sistema puesto que gráficamente se obtuvo un sistema de cuarto orden y el mejor modelo estimado en ident fue de cuarto orden.

5. REFERENCIAS

[1] Identificación experimental de sistemas, Ángel Martínez Bueno, Universidad de Alicante, Método de Strejc.

[2] System Identification Toolbox Matlab. Disponible en:

<https://www.mathworks.com/products/sysid/features.html#linear-model-identification>