

PS2323. Laboratorio 2.

Laboratorio de Control

Departamento de Procesos y Sistemas

Universidad Simón Bolívar

**Profesor**: Alexander Hoyos

**Nombre**: Jorge Cedeño **Carnet**: 08-10212 **Grupo:** 3 y 4

Sara Jiménez 10-11103

Adrián González 14-10433

Daniela Rivas 14-10914

**DISEÑO DE CONTROLADORES USANDO LUGAR GEOMÉTRICO DE LAS RAÍCES**

1. Objetivo

En el primer caso (sistema de la figura 1), el objetivo de control es mantener el nivel del segundo tanque lo más cercano posible al valor de referencia . Cualquier perturbación que afecte al sistema se refleja en el nivel de ambos tanques ( y ), por esto, interesa monitorear estas variables. Se desea diseñar controladores a través del lugar geométrico de las raíces y confrontar los resultados con lo observado al emplear métodos empíricos.

En la segunda parte, se desea controlar la velocidad de giro de un motor DC, manipulando el voltaje de alimentación Para ello se implementará un sistema de control donde la variable controlada es la velocidad angular del motor y la referencia es la velocidad deseada en rpm (valores a lazo cerrado). La función de transferencia representa la función de transferencia de la planta, como se puede apreciar en la figura 2.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Figura 1.** Sistema de tanques en cascada | |  |  | | --- | --- | |  |  |   **Figura 2.** Esquema del motor |

2. Información y Diseño

En la preparación del laboratorio, se diseñaron unos controladores para cada una de las especificaciones requeridas. A continuación, se presentan estos resultados:

*2.1* *Diseño de los Controladores*

1. Sistema de Tanques

El modelo no lineal del sistema en ecuaciones diferenciales es el siguiente:

Donde y .

1. Sistema del Motor

La función de transferencia correspondiente a la planta es la siguiente:

A partir de esta, y de los valores asignados, se calculó el siguiente controlador:

3. Resultados y Discusión

*3.1* *Implementación de los Controladores em el Primer Sistema*

En la figura 1 se muestra la gráfica obtenida a la salida del sistema sin compensador:

*3.2* *Implementación del Segundo Controlador*

La simulación del sistema de motores a lazo abierto dio como resultado la siguiente gráfica (figura j):



**Figura j.** Simulación de la respuesta a lazo abierto del motor.

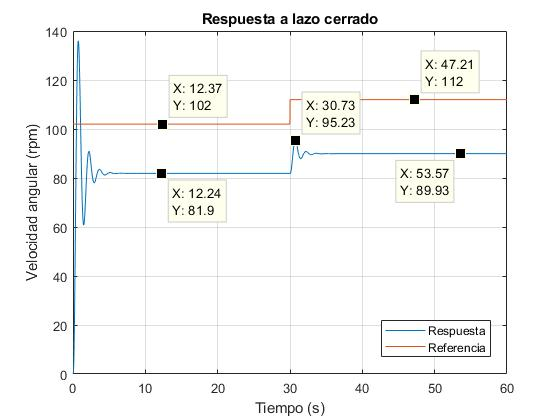
A continuación, en la figura n se muestra la gráfica obtenida a la salida del sistema real sin compensador (a lazo abierto):

****

**Figura n.** Respuesta Temporal del Sistema sin Compensador

Tal como se observa en la figura n, la respuesta del sistema que se obtuvo se establece en un valor aproximado a 120 revoluciones por minuto (*rpm*), resultado que también se obtuvo en la simulación de este sistema (figura j). Además, el máximo pico y el tiempo de establecimiento también se aproximan en gran medida a lo planteado en la preparación de la práctica, en particular el Mp, que presenta un error de menos del 0,9%. No obstante, un detalle importante a resaltar, es que la gráfica del sistema real presenta oscilaciones bastante irregulares, lo cual es probablemente una indicación de la calidad del sistema. Es posible que las irregularidades se deban al deterioro por antigüedad del equipo con el cual se trabajó.

Al simular el controlador diseñado, se obtuvo la siguiente respuesta:



**Figura m.** Respuesta del Sistema Controlado

En el sistema real, al introducir el controlador diseñado, se obtuvo la siguiente respuesta:



**Figura k.** Respuesta Temporal del Sistema con Compensador de tipo Proporcional

Tal como se observa en la figura k, si se compara con la figura m, obtenemos que el máximo pico es incluso menor (0,47% de Mp), y el tiempo en estado estacionario también se mantiene dentro de los requerimientos de ambos controladores solicitados. Sin embargo, existe una gran diferencia entre la simulación y el sistema real, y esta es el error en estado estacionario. El sistema simulado se establece en 89.93rpm, mientras el sistema real en 79.05rpm. Es posible que esta discrepancia se origine debido a que, como se notó anteriormente, el sistema real es presenta irregularidades que pueden ocasionar los problemas descritos.

A pesar de esta diferencia, también cabe acotar que el sistema real parece haber mejorado las irregularidades en comparación al sistema a lazo abierto, y este cambio probablemente se debe a la realimentación.

* Cambio en el punto de operación

Debido a algunos problemas presentados en el laboratorio (principalmente, la falta de tiempo), esta parte de la práctica no se pudo completar. Sin embargo, se puede esperar que un cambio en el punto de operación afecte en menor medida al sistema controlado, debido a que presenta una respuesta estable y regular. Además, el controlador cumple con su propósito principal, y es probable que esto no cambie producto de un pequeño cambio en el punto de operación.

* Método Empírico vs. LGR

La primera diferencia notable entre ambos métodos es que LGR permite introducir un PD, o control en adelanto, mientras un diseño por método empírico no permite esto. Además, un diseño por método de lugar geométrico de las raíces también permite tener mayor control sobre el resultado deseado. Es decir, es más preciso debido a que se pueden establecer condiciones previo al diseño del controlador, dependiendo de lo que se quiera obtener en la salida. Sin embargo, el método empírico permite un resultado más directo, y más fácil de obtener en el campo.

Con respecto a los resultados de la práctica anterior, se obtuvieron resultados adecuados en caso del PID principalmente, de igual manera que en esta práctica. Las diferencias del diseño, y de la precisión son principalmente las expresadas.

4. Conclusión

Durante la práctica, se tuvieron varios percances relacionados al estado de los equipos empleados. En general, estos presentaban cierto desgaste que se manifestaba en las señales emitidas con irregularidades (ruido, inestabilidad). Sin embargo, en los resultados obtenidos se puede apreciar las razones por las cuales se exponen los análisis registrados anteriormente.