



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE  
**CHIHUAHUA**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA

Facultad de Ingeniería



Ingeniería en Ciencias de la Computación

## **SIMULACIÓN DE SISTEMAS**

### **Tarea 10. Obtención de parámetros para el modelo del motor de DC**

*Trabajo de:* ADRIAN (ADORA) GONZÁLEZ DOMÍNGUEZ [359834]

*Asesor:* OSCAR RAMSES RUIZ VARELA

*26 de noviembre de 2024*

$$G(s) = \frac{58737.82}{s^2 + 8069.07s + 4633.67}$$

$$\frac{X(s)}{F(s)} = \frac{K\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}$$

## Frecuencia natural del sistema

$$\omega_n^2 = 4633.67$$

$$\omega_n = \sqrt{4633.67} = 68.0710$$

La frecuencia natural determina qué tan rápido responde el sistema a cambios o perturbaciones. Representa la rapidez intrínseca del sistema sin considerar el amortiguamiento. Está directamente relacionada con el tiempo que tarda el motor en alcanzar la velocidad deseada después de un cambio en la entrada.

- Si  $\omega_n$  es mayor, el motor tiene una respuesta natural más rápida, sin embargo, esta seguiría limitada por el sobreamortiguamiento elevado, por lo cual, la mejora es mínima.
- Si  $\omega_n$  es menor, el motor tendrá una respuesta todavía más lenta.

## Ganancia estática del sistema

$$K\omega_n^2 = 58737.82$$

$$K = \frac{58737.82}{\omega_n^2} = \frac{58737.82}{4633.67} = 12.6763$$

La ganancia estática representa la relación entre la entrada y la salida en el estado estable. Indica la sensibilidad del sistema a las señales de entrada. No cambia con el factor de amortiguamiento, pero afecta directamente el estado estacionario del motor.

- Si  $K$  fuese muy grande, el motor responde con mayor intensidad, logrando mayor salida por la misma entrada, implicando que el motor puede alcanzar la velocidad deseada a pesar de la lentitud del sistema. No obstante, esto llega a amplificar ruido o errores de la entrada, lo cual puede provocar inestabilidad.
- Si  $K$  es menor, se reduce la sensibilidad al ruido de la entrada, pero el sistema responde débilmente a las entradas, implicando que no llegue a alcanzar la velocidad esperada debido a una prolongación en la respuesta del motor.

## Factor de amortiguamiento

$$2\zeta\omega_n = 8069.07$$

$$\zeta = \frac{8069.07}{2\omega_n} = \frac{8069.07}{2(68.0710)} = 59.2695$$

**El sistema no es oscilatorio, es *sobreamortiguado*.**

El factor de amortiguamiento determina si el sistema oscila o se estabiliza rápidamente. También afecta la rapidez con la que el sistema alcanza su estado estable después de un cambio.

En este caso, el motor tarda más tiempo en alcanzar la velocidad deseada porque no hay oscilaciones, sin embargo, esto implica que es muy estable.

Un motor lento es inconveniente cuando requerimos cambios rápidos de velocidad.

- Si  $\zeta$  es mayor tendremos un motor más lento, no obstante, seguiría siendo estable, lo cual es útil en sistemas de precisión.
- Si  $\zeta$  es menor el motor responderá más rápidamente, aún sin oscilar, logrando un mayor balance entre rapidez y estabilidad.
- Si  $\zeta$  es menor a 1 el motor responderá aún más rápido, pero empezará a oscilar, lo que le hace perder estabilidad a costa de ganar velocidad.

## Código

```
import math

def calc_system_params(K_w2, double_zeta_w, w2):
    # Frecuencia natural
    omega_n = math.sqrt(w2)

    # Factor de amortiguamiento
    zeta = double_zeta_w / (2 * omega_n)

    # Ganancia estática
    ganancia_estatica = K_w2 / w2

    # Determinación oscilatorio
    if zeta < 1:
        comportamiento = "Oscilatorio"
    elif zeta == 1:
        comportamiento = "Amortiguamiento crítico"
    else:
        comportamiento = "Sobreamortiguado (no oscilatorio)"

    # Resultados
    return omega_n, zeta, ganancia_estatica, comportamiento

K_w2 = 58737.82
double_zeta_w = 8069.07
w2 = 4633.67

omega_n, zeta, ganancia_estatica, comportamiento =
calc_system_params(K_w2, double_zeta_w, w2)
```

```
# Resultados
print(f"Frecuencia natural ( $\omega_n$ ): {omega_n:.2f} rad/s")
print(f"Factor de amortiguamiento ( $\zeta$ ): {zeta:.4f}")
print(f"Ganancia estática (K): {ganancia_estatica:.2f}")
print(f"Comportamiento: {comportamiento}")
```

## Resultado

```
thead@adrigondo MINGW64 ~/Documents/UACH/Seventh Semester/Systems Simulation
$ C:/Users/thead/AppData/Local/Programs/Python/Python312/python.exe "c:/Users/
ems Simulation/code/SS. November 26, 2024.py"
Frecuencia natural ( $\omega_n$ ): 68.07 rad/s
Factor de amortiguamiento ( $\zeta$ ): 59.2695
Ganancia estática (K): 12.68
Comportamiento: Sobreamortiguado (no oscilatorio)
```

## Referencias APA

Sergio A. Castaño Giraldo. (2020, May 4). *Sistemas de SEGUNDO ORDEN Control* ►

*Explicación COMPLETA* 🔗 #011 [Video]. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=YhJF1v5cEfw>

Ustundag, Dursun & Serteller, Necibe Fusun. (2017). Analysis of Dynamic Behavior of Direct Current Motor with Electrical Braking Techniques.