

PRACTICA 6: Respuesta en frecuencia de un sistema de segundo orden

Objetivos:

- Realizar un experimento que permita construir el diagrama de Bode de un sistema.
- Medir la respuesta del sistema a señales senoidales de distintas frecuencias mediante un osciloscopio.
- Comprender cómo se trasladan las medidas realizadas con el osciloscopio al diagrama de Bode y cómo se interpreta la información reflejada en el diagrama.

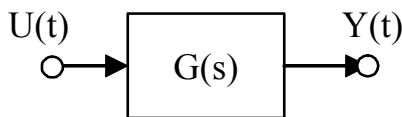
Conocimientos necesarios para realizar la práctica:

- De la materia teórica: conocer lo que es la respuesta en frecuencia de un sistema, su representación en el diagrama de Bode y su interpretación. Estar familiarizado con los parámetros de un sistema de segundo orden.
- De las prácticas anteriores: conocer el manejo del osciloscopio y del equipo de prácticas, así como la correcta conexión de las sondas y los módulos.

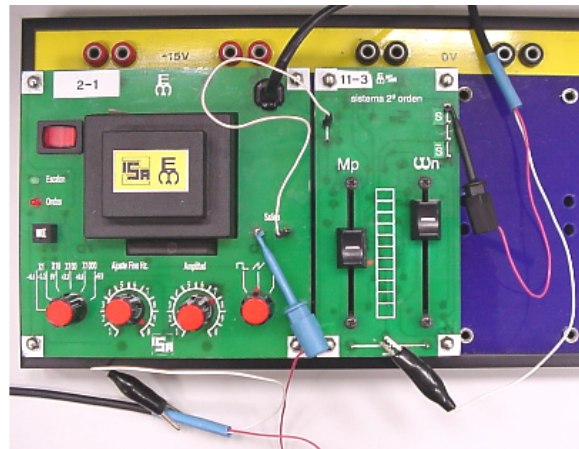
Guión de la práctica:

1. Obtener datos de la respuesta en frecuencia del sistema.

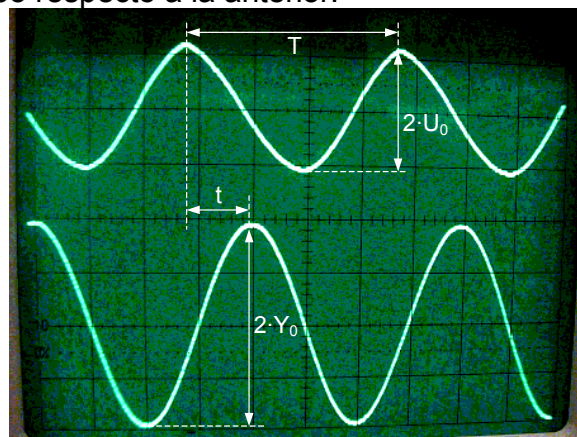
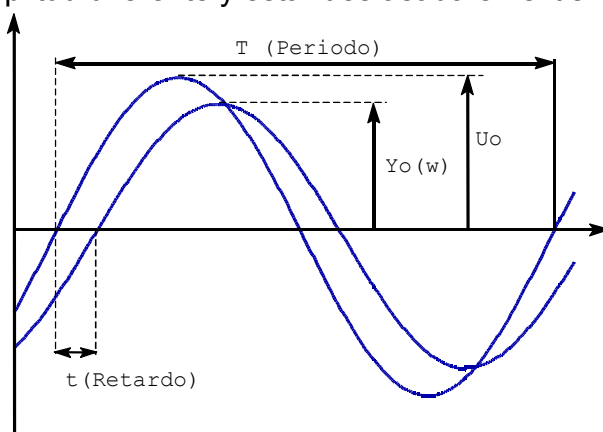
Para obtener los datos necesarios para construir el diagrama de Bode del sistema de segundo orden se sitúa una de las sondas del osciloscopio a la entrada del sistema, donde se aplica la senoidal producida por el generador de funciones, y la otra a la salida del sistema.



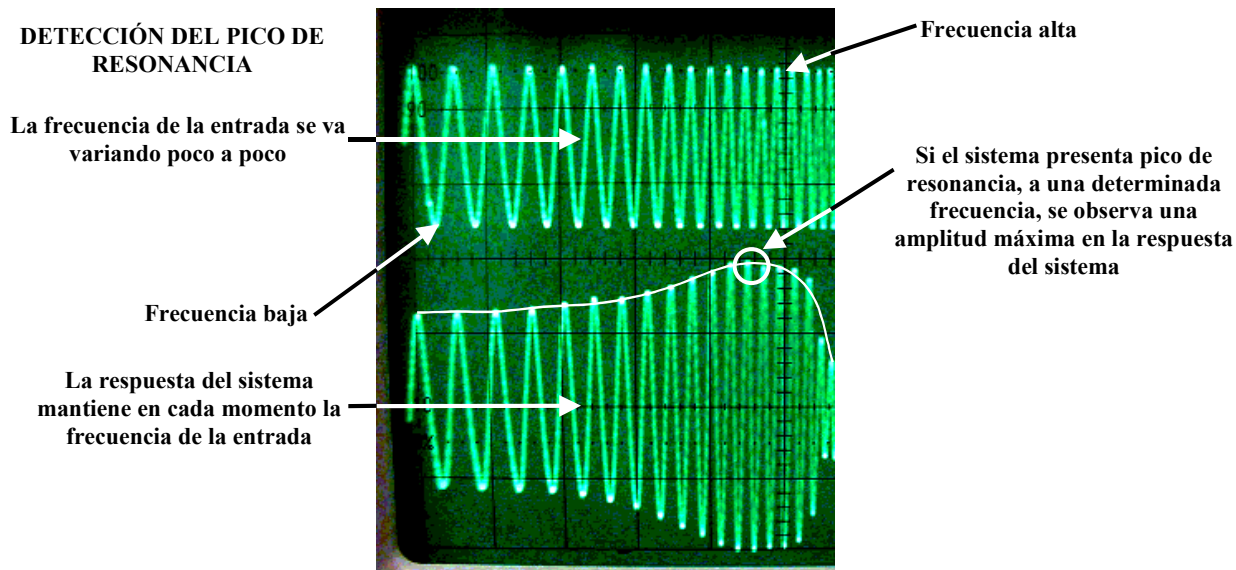
$$G(s) = \frac{K \cdot \omega_n^2}{s^2 + 2 \cdot \xi \cdot \omega_n \cdot s + \omega_n^2}$$



A la salida del sistema se tiene otra onda senoidal de la misma frecuencia que la de la entrada pero que, dependiendo de la frecuencia de la señal de entrada, puede tener una amplitud diferente y estar desfasada en el tiempo respecto a la anterior.



Con las sondas del osciloscopio aplicadas a la entrada y a la salida del sistema, se obtiene una imagen semejante a la de la anterior figura, donde U_0 representa la amplitud de la señal de entrada e $Y_0(\omega)$ la de la salida del sistema. Para poder obtener el diagrama de bode del sistema, es necesario obtener los datos T , U_0 , $Y_0(\omega)$ y t , a distintas frecuencias. A partir de ellos se obtienen los valores de $A(\omega)$ y $\psi(\omega)$, en [db] y [grados] respectivamente para trasladarlos al diagrama de Bode, teniendo en cuenta que la escala horizontal está expresada en [rad/s]. Posteriormente se unen los puntos, con lo que se obtiene una curva de módulos o relación de amplitudes que representará a $A(\omega)=20\cdot\log|G(j\omega)|$ y otra de argumentos o ángulos de desfase que representará a $\psi(\omega)=\angle G(j\omega)$



Para obtener un conjunto adecuado de puntos que permitan trazar adecuadamente las curvas del diagrama de Bode, basta con tomar entre 6 y 8 valores de frecuencia elegidos en torno a la frecuencia de resonancia. La frecuencia de resonancia se puede detectar porque es la frecuencia a la que, manteniendo fija la amplitud de la señal de entrada, la amplitud de la señal de salida es máxima.

Como un sistema de segundo orden a bajas frecuencias tiene un ángulo de desfase de valor 0° y a altas frecuencias este ángulo de desfase va a ser de -180° , se pueden buscar primero valores de frecuencia por debajo de la de resonancia hasta alcanzar la primera condición y después valores de frecuencia por encima de la resonancia hasta alcanzar la segunda.

La función de transferencia del sistema de segundo orden se puede deducir a partir de la interpretación del diagrama de Bode (ganancia a bajas frecuencias, valor del pico de resonancia y valor de la frecuencia de resonancia).

$$K = \lim_{\omega \rightarrow 0} |G(j\omega)| = \lim_{\omega \rightarrow 0} 10^{A(\omega)/20} \quad M_r = \frac{1}{2 \cdot \xi \cdot \sqrt{1 - \xi^2}} \quad \omega_r = \omega_n \cdot \sqrt{1 - 2 \cdot \xi^2}$$