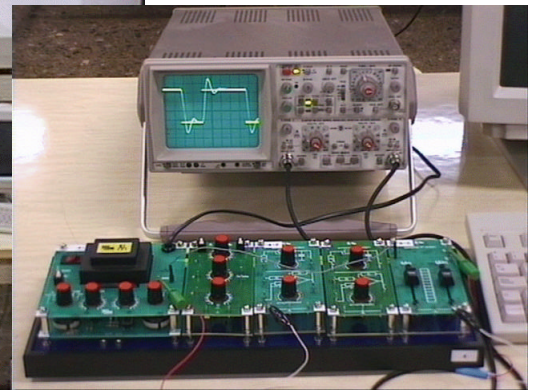
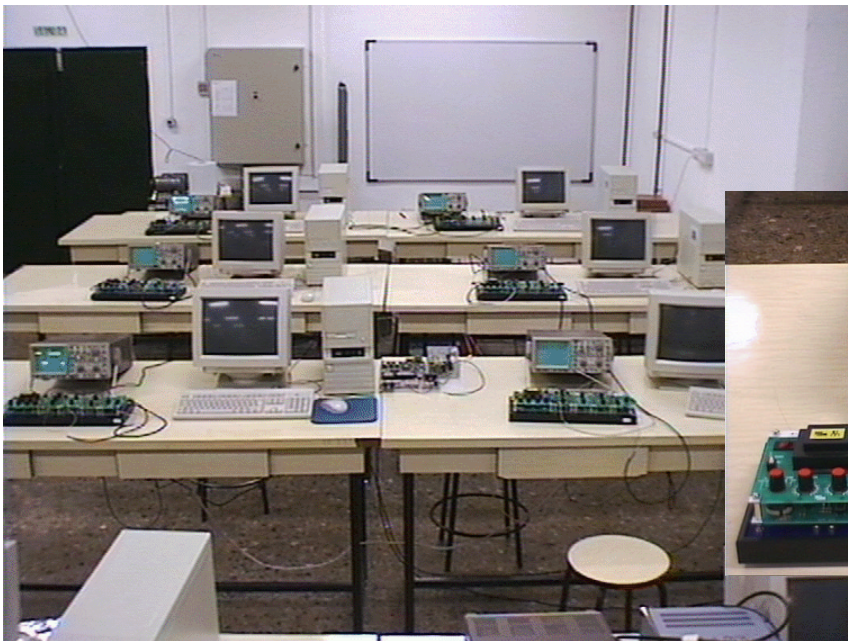




PRÁCTICAS CON LOS MÓDULOS DE CONTROL

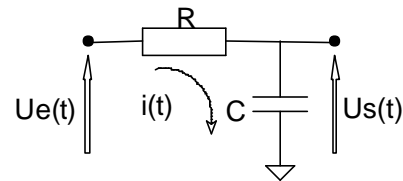
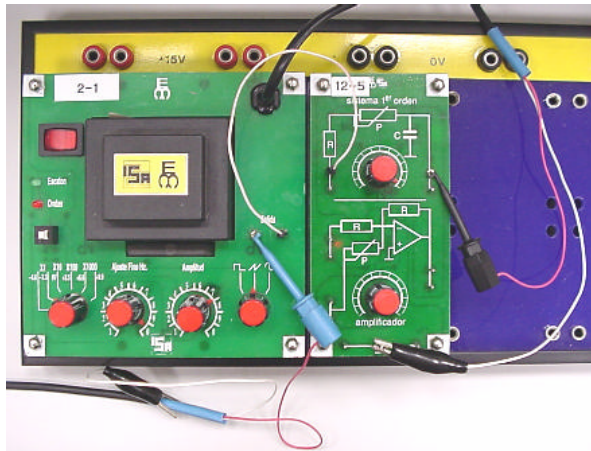


PRACTICA 1: Identificación de sistemas de primer y segundo orden a través de su respuesta en el tiempo.

OBJETIVOS: Determinar los parámetros característicos de sistemas de primer y segundo orden a partir de su respuesta ante un escalón y deducir sus funciones de transferencia. Analizar la respuesta de los sistemas ante una entrada en rampa.

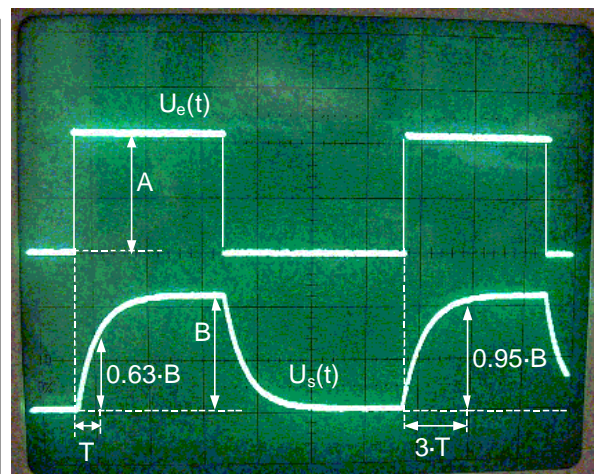
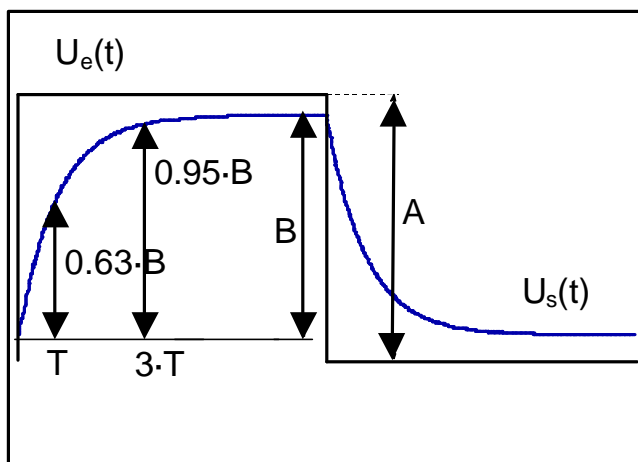
1.1. Identificación de un sistema de primer orden.

Para identificar la función de transferencia de un sistema de primer orden se observa su respuesta ante una entrada de tipo escalón que se obtiene haciendo que el módulo generador de funciones produzca una onda cuadrada. Si se sitúa una de las sondas del osciloscopio a la entrada del sistema de primer orden, donde se aplica la onda cuadrada, y la otra a la salida del mismo, en la pantalla del osciloscopio se obtiene una visualización similar a la representada en la figura:



$$\left. \begin{aligned} u_e(t) &= i(t) \cdot R + u_s(t) \\ u_s(t) &= \frac{1}{C} \int i(t) \cdot dt \end{aligned} \right\} U_e(s) = (R \cdot C \cdot s + 1) \cdot U_s(s)$$

$$G(s) = \frac{U_s(s)}{U_e(s)} = \frac{1}{1 + R \cdot C \cdot s}$$



La función de transferencia del sistema es del tipo $G(s) = K / (1 + T \cdot s)$, donde los parámetros Ganancia $K = B/A$ y Cte. de Tiempo T , se determinan fácilmente a partir de los datos medidos en la pantalla del osciloscopio.

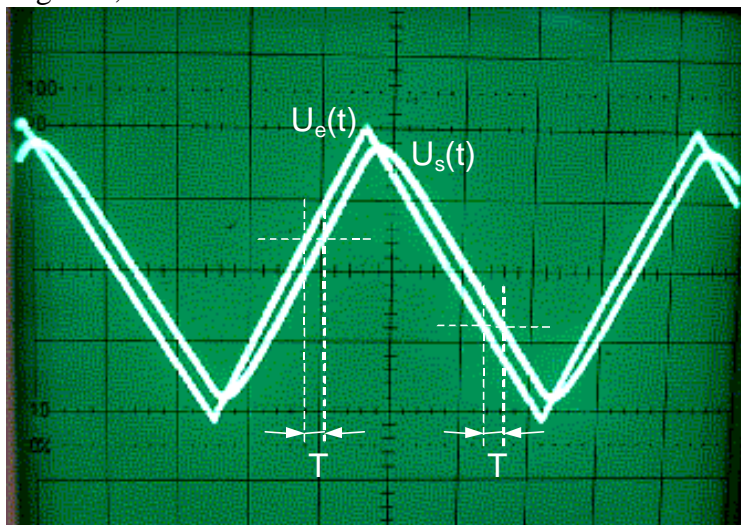
ANOTAR: Los valores de las medidas A, B y T.

El sistema de primer orden es una simple red RC, representada en la figura, de la cual se puede determinar también su función de transferencia fácilmente conociendo los valores de R (suma de los valores de la resistencia y el potenciómetro del circuito) y C:

ANOTAR: El valor del condensador C. (0.033 μ F)

1.2. Respuesta del sistema de primer orden ante una rampa.

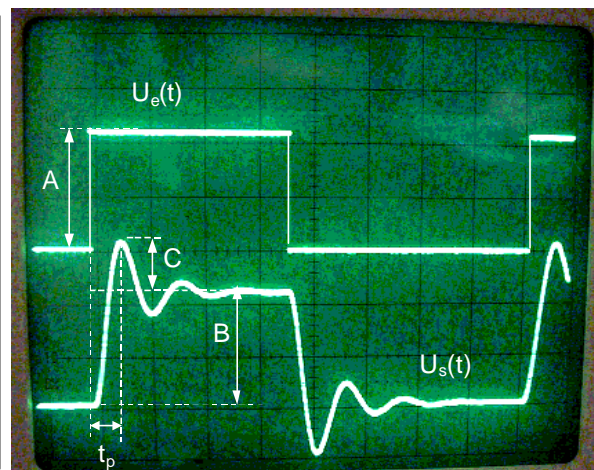
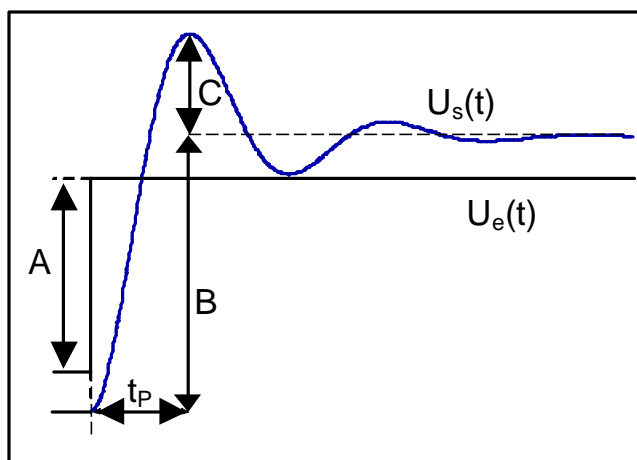
Se observa ahora la respuesta del sistema ante una entrada en rampa que se obtiene haciendo que el módulo generador de funciones produzca una onda triangular. Situando las sondas del osciloscopio como en el caso anterior se obtiene una visualización similar a la representada en la figura, siempre que la ganancia del sistema sea $K=1$. Procurando centrar las señales de entrada y salida para que la medida del tiempo T sea la misma en la rampa positiva y en la negativa, se mide el valor de T:



ANOTAR: El valor de T.

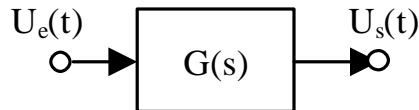
1.3. Identificación de un sistema de segundo orden.

Si se actúa de forma análoga al caso anterior con el sistema de segundo orden, en la pantalla del osciloscopio se obtendrá un resultado como el de la siguiente figura, donde se toman los valores de los parámetros A, B, C y t_p , que permitirán posteriormente determinar la función de transferencia del circuito electrónico.

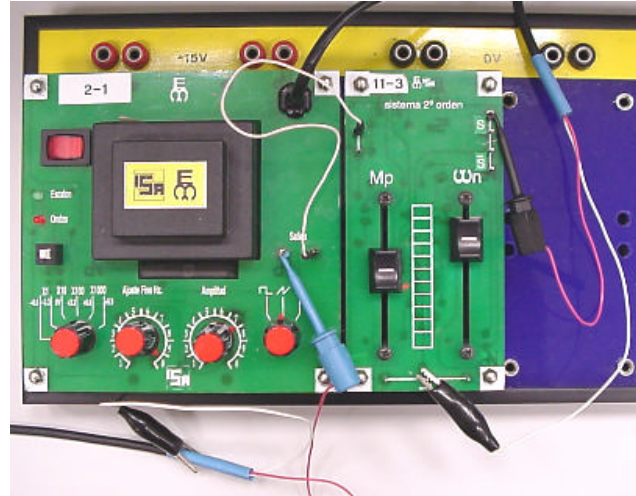


Obtener también el tiempo de subida t_r de la señal $u_s(t)$, es decir, el tiempo que pasa desde que alcanza el 10% del valor de B hasta que llega al 90% del valor de B.

Como dato se conoce que la función de transferencia es de segundo orden y no tiene ceros por lo que se puede expresar de forma genérica como:



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



Las características de la respuesta temporal se deducen de los valores medidos anteriormente, ganancia $K=B/A$, sobreoscilación $M_p=C/B$ y tiempo de pico t_p . A partir de estas se obtienen los parámetros de la función de transferencia $G(s)$ utilizando las relaciones adecuadas.

ANOTAR: Los valores de A, B, C, t_p y t_r .

1.5. Informe de la práctica (se entregará en hojas DIN A4 grapadas y sin carpetas).

Cada alumno deberá entregar un informe de la práctica en el que figuren y se desarrollen razonadamente los siguientes datos:

- El Título de la práctica y el nombre del alumno.
- Los datos obtenidos durante la realización de la práctica.
- La función de transferencia del sistema de primer orden deducida a partir de los datos obtenidos en el osciloscopio ante la entrada escalón.
- Conocida la función de transferencia del sistema de primer orden en función de los valores de R y C, compararla con la anterior y deducir el valor de R, dado que es conocido el de C.
- Comparar el valor de T obtenido ante la entrada en rampa y con el obtenido ante la entrada escalón. ¿Cuál puede ser la razón de las posibles discrepancias? ¿Qué habría ocurrido si la ganancia del sistema de primer orden no fuera "1"?
- La función de transferencia del sistema de segundo orden deducida a partir de los datos obtenidos en el osciloscopio. Incluir los cálculos realizados para deducirla.



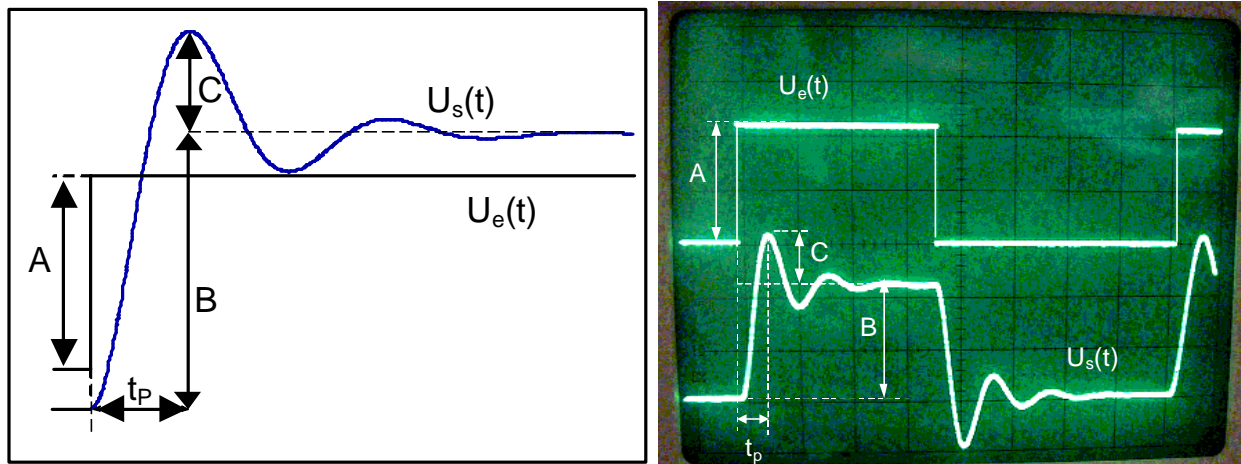
¡Los informes de las prácticas entregados no se devuelven. No es necesario incluir estas hojas!

PRACTICA 2: Análisis frecuencial de un sistema de segundo orden.

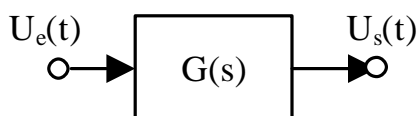
OBJETIVOS: Determinar los parámetros característicos de sistemas de segundo orden a partir de su respuesta en frecuencia y deducir su función de transferencia. Construir el diagrama de Bode del sistema por distintos métodos.

2.1. Identificación del sistema de segundo orden.

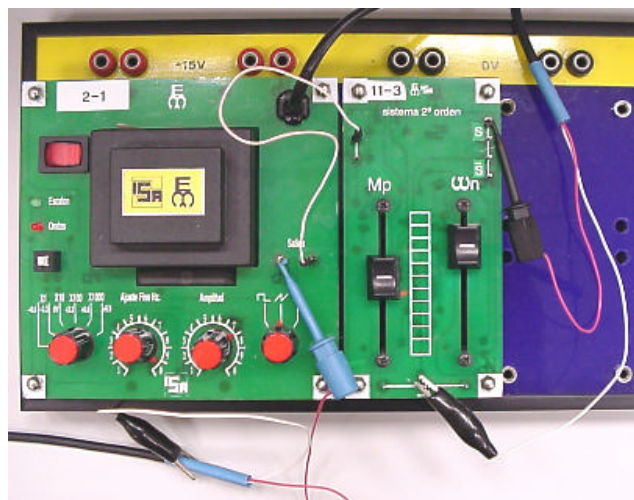
Se realiza la identificación del sistema de segundo orden de la misma manera que se hizo anteriormente.



Como dato se conoce que la función de transferencia es de segundo orden y no tiene ceros por lo que se puede expresar de forma genérica como:



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



Las características de la respuesta temporal se deducen de los valores medidos anteriormente, ganancia $K=B/A$, sobreoscilación $M_p=C/B$ y tiempo de pico t_p . A partir de estas se obtienen los parámetros de la función de transferencia $G(s)$ utilizando las relaciones adecuadas.

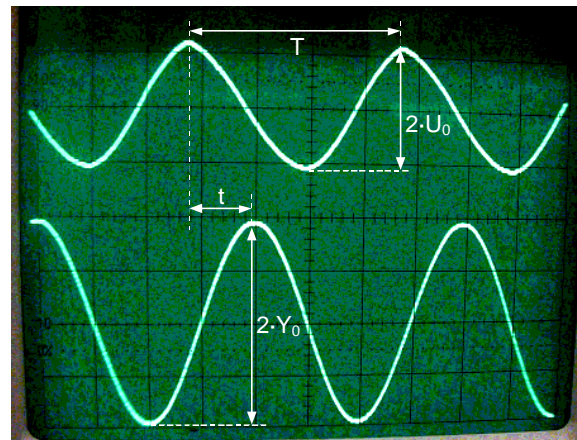
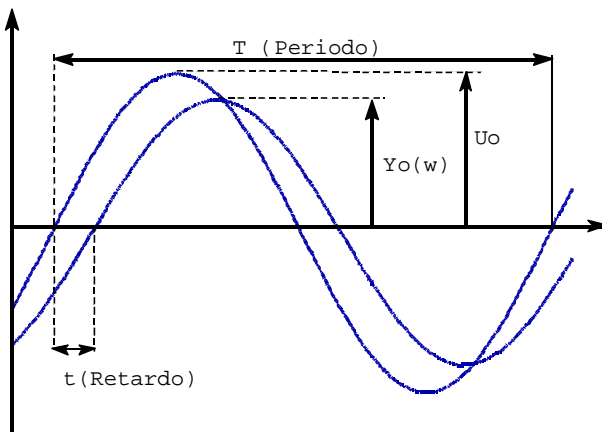
ANOTAR: Los valores de A, B, C y t_p .

2.2. Construcción del diagrama de bode experimental.

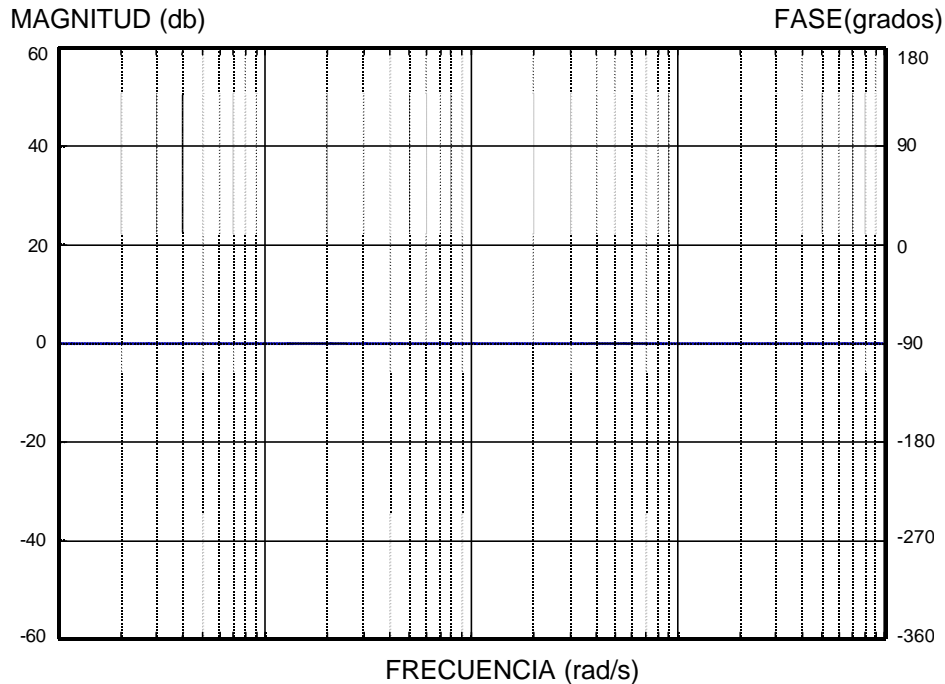
Una vez tomados los datos que permiten conocer la función de transferencia del sistema, se aplica a su entrada una señal eléctrica senoidal. A la salida del sistema se tiene otra onda senoidal de la misma frecuencia que la de la entrada pero que, dependiendo de la frecuencia de la señal de entrada, puede 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 siguiente 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, e irlos recogiendo en las columnas correspondientes (las que están sombreadas) de la tabla adjunta. Los valores correspondientes al resto de las columnas se calcularán posteriormente a partir de aquellos.

Una vez obtenidos los valores de las columnas $A(\omega)$ y $\psi(\omega)$, en [db] y [grados] respectivamente, se trasladan 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 $A(\omega)=|G(j\omega)|$ y otra de argumentos o ángulos de desfase que representará a $\psi(\omega)=\angle G(j\omega)$



T [s]	f=1/T [Hz]	$\omega=2\cdot\pi\cdot f$ [rad/s]	U_0 [V]	$Y_0(\omega)$ [V]	$A(\omega)=20\cdot\log(Y_0(\omega)/U_0)$ [db]	t [s]	$\phi(\omega)= -\omega\cdot t$ [rad]	$\psi(\omega)= -\omega\cdot t\cdot 180^\circ/\pi$ [grados]



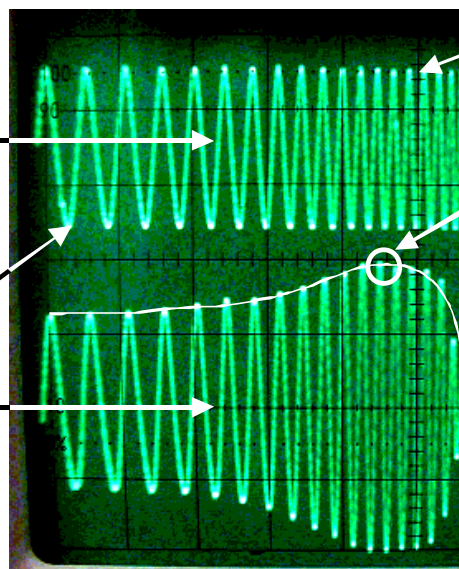
Para completar la tabla de manera que permita trazar adecuadamente las curvas del diagrama de Bode, basta con tomar entre 6 y 8 valores de frecuencia adecuados. Como un sistema de segundo orden a bajas frecuencias tiene un ángulo de desfase de valor 0° y a altas frecuencias este ángulo de desfase va a ser de -180° , se pueden determinar primero dos valores de frecuencia para los que se cumplan una y otra condición. Después se toman otros tres o cuatro valores de frecuencia distribuidos uniformemente entre los anteriores (hay que tener en cuenta que la escala de frecuencias es logarítmica) procurando que el desfase no sea ni 0° ni -180° . Se debe también determinar el valor de la frecuencia de resonancia y tomar los valores correspondientes a esa frecuencia. La frecuencia de resonancia se puede detectar por que es la frecuencia a la que, manteniendo fija la amplitud de la señal de entrada, la amplitud de la señal de salida es máxima. También se puede empezar buscando este valor y luego buscar otros a partir de él hasta alcanzar 0° de desfase por debajo de la frecuencia de resonancia y -180° por encima.

DETECCIÓN DEL PICO DE RESONANCIA

La frecuencia de la entrada se va variando poco a poco

Frecuencia baja

La respuesta del sistema mantiene en cada momento la frecuencia de la entrada



Frecuencia alta

Si el sistema presenta pico de resonancia, a una determinada frecuencia, se observa una amplitud máxima en la respuesta del sistema



2.3 Informe de la práctica (se entregará en hojas DIN A4 grapadas y sin carpetas).

Cada alumno deberá entregar un informe de la práctica en el que figuren y se desarrollen razonadamente los siguientes datos:

- a) El Título de la práctica y el nombre del alumno.
- b) La tabla de datos obtenida durante la realización de la práctica, completada con los cálculos correspondientes para el resto de las columnas.
- c) El diagrama de Bode obtenido a partir de los datos de la tabla, **trazado a mano sobre una plantilla con las escalas logarítmicas del diagrama de Bode.**
- d) La función de transferencia del sistema de segundo orden deducida a partir de la interpretación del diagrama de Bode anterior (ganancia a bajas frecuencias, valor del pico de resonancia y valor de la frecuencia de resonancia).
- e) La función de transferencia del sistema de segundo orden deducida a partir de los parámetros A , B , C , y ζ obtenidos en el punto 2.1. Incluir los cálculos realizados para deducirla. Compararla con la del apartado d). ¿Cuáles pueden ser los motivos de las posibles discrepancias?
- f) El diagrama de Bode teórico que se obtiene a partir de la función de transferencia del apartado e), **trazado a mano sobre una plantilla con las escalas logarítmicas del diagrama de Bode..** Compararlo con el obtenido en el apartado c). ¿Cuáles pueden ser los motivos de las posibles discrepancias?

¡Los informes de las prácticas entregados no se devuelven. No es necesario incluir estas hojas!