

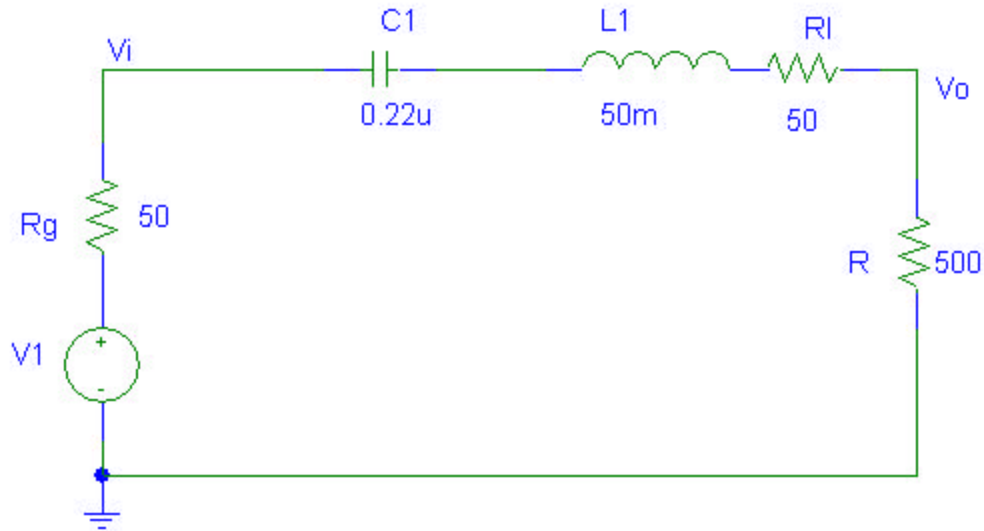
Resonancia

Objetivo

Familiarizar al alumno con el concepto de resonancia en un circuito eléctrico.

Experimento 1 Circuito resonante serie

Se arma el circuito resonante en Pspice, el cual se muestra en la siguiente figura



En un circuito resonante serie, la frecuencia de resonancia está expresada como

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

y el factor de calidad

$$Q = \frac{f_o}{AB} = \frac{\omega_0 L}{R}$$

y el ancho de banda es

$$AB = f_2 - f_1 = \omega_2 - \omega_1$$

en donde se puede expresar la frecuencia de resonancia en términos de las frecuencias de corte

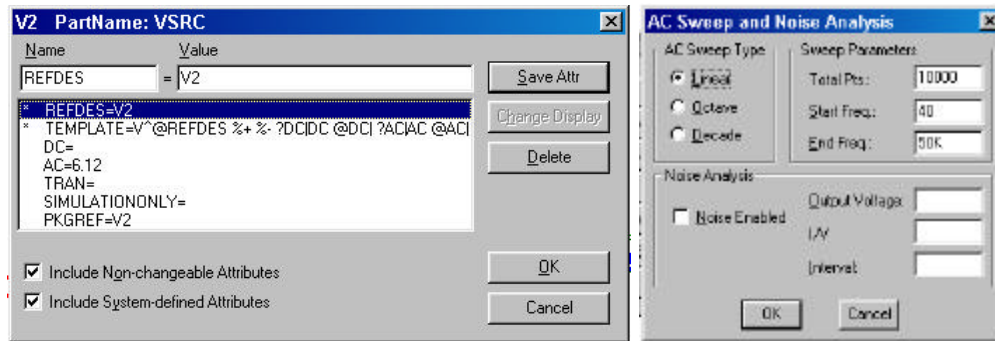
$$\omega_0 = \sqrt{\omega_1 \omega_2}$$

o bien

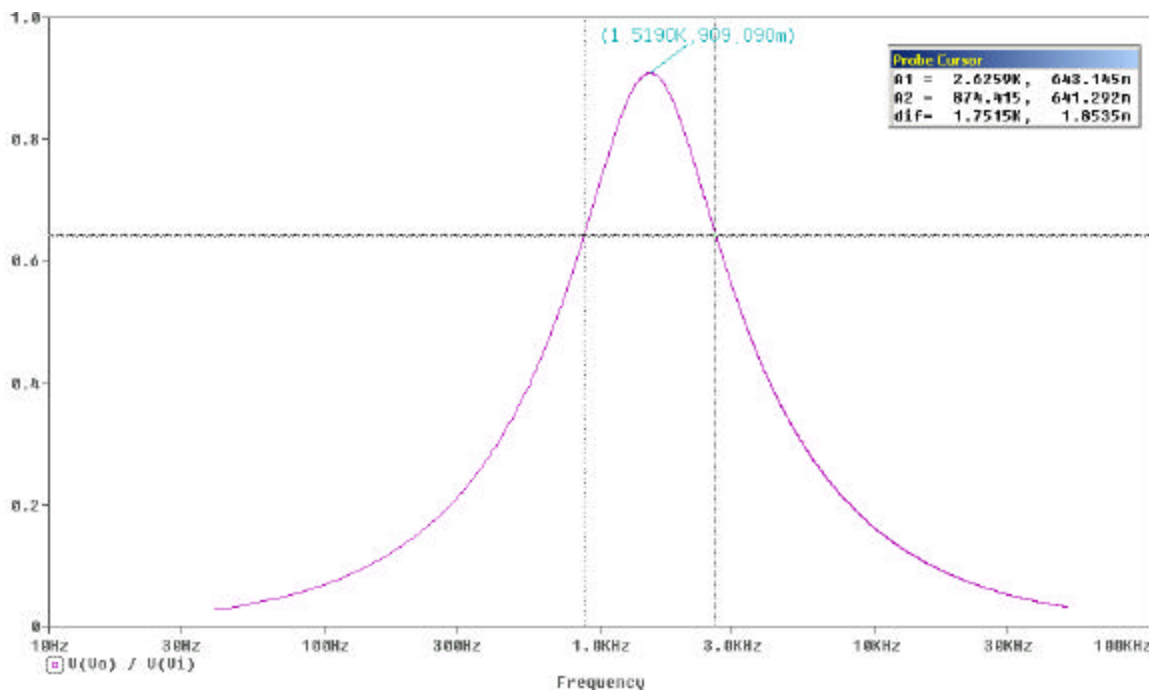
$$f_0 = \sqrt{f_1 f_2}$$

Estos parámetros se determinarán mediante la simulación del circuito.

Para la simulación se consideró una fuente **VSRC** con un voltaje de **AC=6.12** y ahora se habilita en el **Setup** un barrido en frecuencia, especificado con los siguientes parámetros



Se simula el circuito con **(F11)** y se observa que el eje horizontal ahora es de frecuencia. En la figura se gráfica $V(o)/V(i)$ que corresponde a la magnitud de la función de transferencia, obteniendo la frecuencia de resonancia ω_0 y el ancho de banda AB , a partir de los cuales se obtiene el factor de calidad Q .



A partir de los resultados de la simulación se obtiene la frecuencia de resonancia

$$f_0 = 1519 \text{ Hz}$$

$$\omega_0 = 9544.16 \text{ rad/s}$$

el ancho de banda se obtuvo a una amplitud que corresponde a 3 dB de atenuación con respecto a la magnitud del voltaje correspondiente a la frecuencia de resonancia., es decir,

$$V_{\max} / \sqrt{2}.$$

$$AB = 1751.5 \text{ Hz}$$

$$AB = 11005 \text{ rad/s}$$

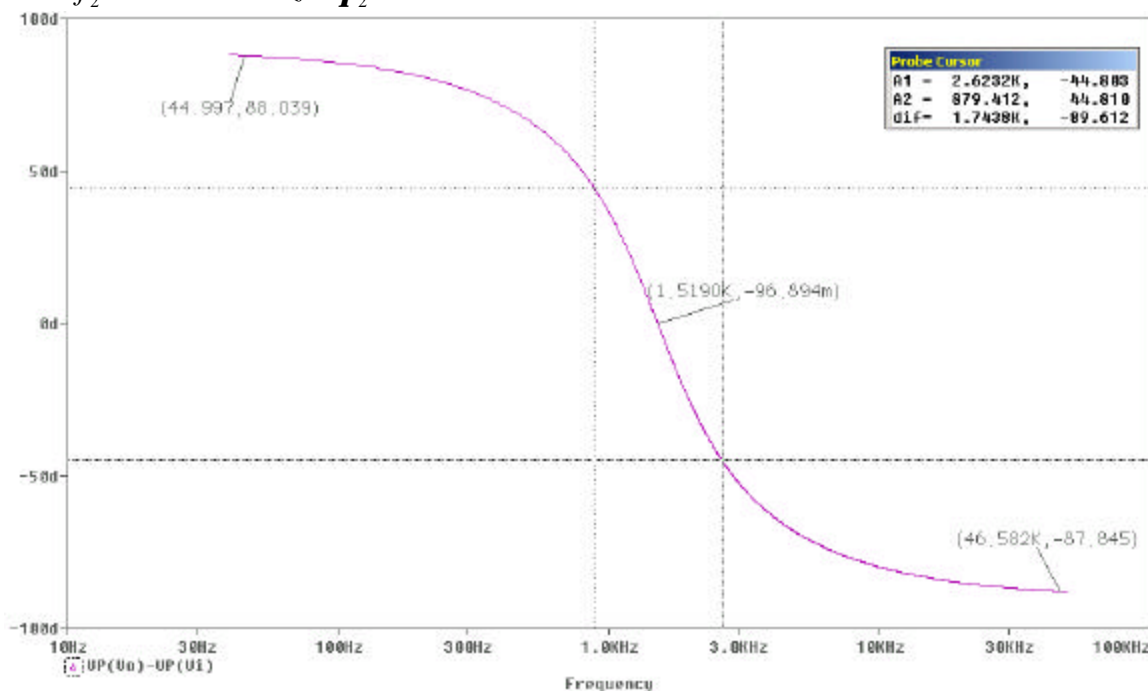
a partir de los cuales se determina el factor de calidad

$$Q = \frac{\omega_0}{AB} = \frac{1519}{1751.5} = .867$$

En la gráfica de fase se observa un defasamiento aproximado de 0° a la frecuencia de 1519 Hz. Mientras que para frecuencias menores a ω_0 el ángulo es positivo, y para frecuencias mayores a ω_0 el ángulo es negativo. También se indican los ángulos a las frecuencias del ancho de banda, estos son

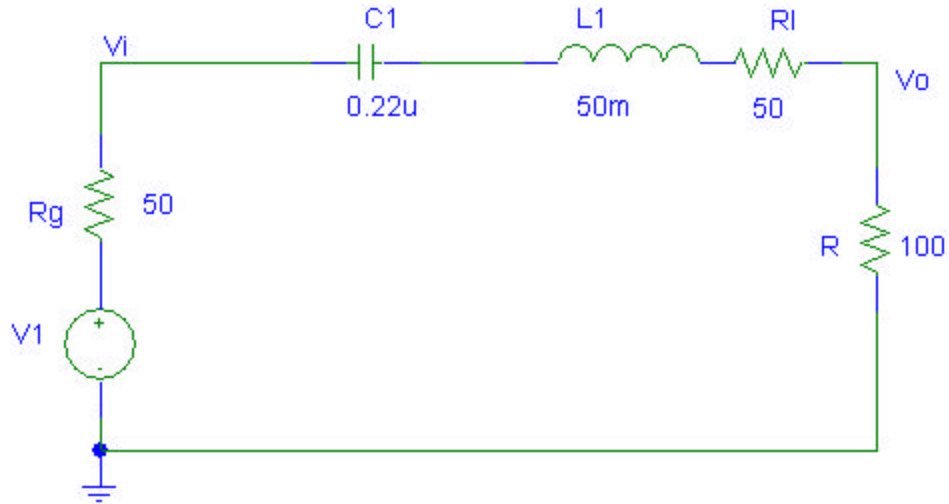
$$f_1 = 879.412 \text{ Hz} \quad \mathbf{q}_1 = 44.81^\circ \text{ rad/s}$$

$$f_2 = 2623.2 \text{ Hz} \quad \mathbf{q}_2 = -44.803^\circ \text{ rad/s}$$

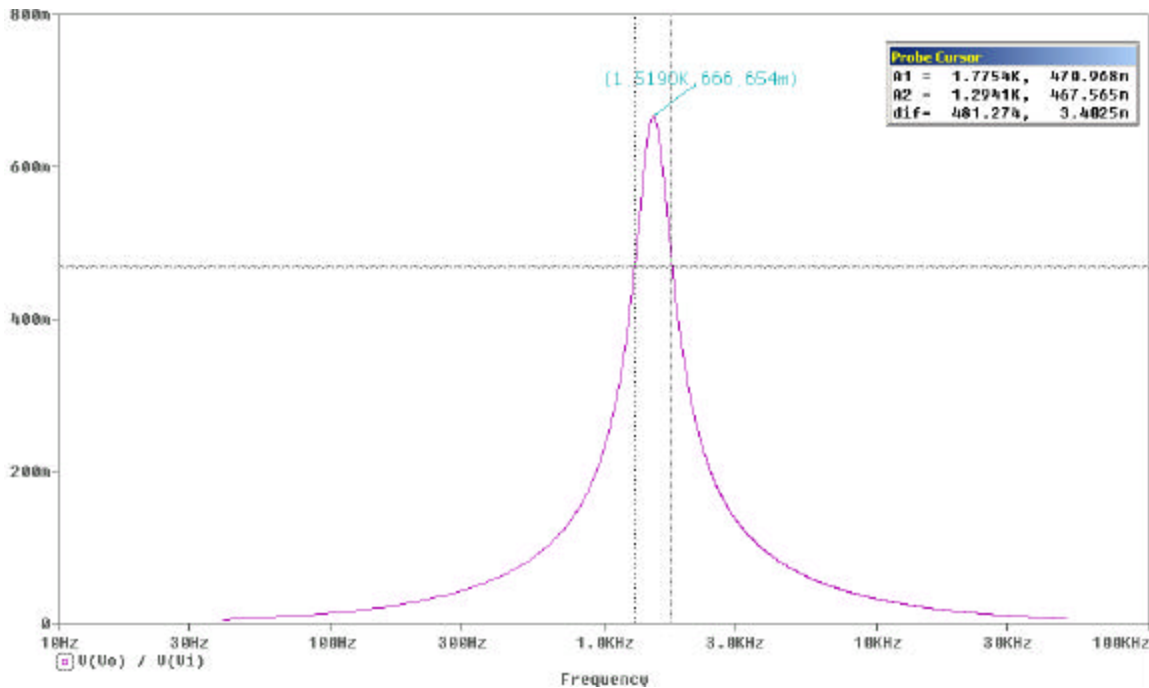


Experimento 2 Circuito resonante serie

Se armó un circuito similar al del experimento 1, con la excepción de que sólo se cambió la resistencia de 500Ω por una resistencia de 100Ω como se muestra en el siguiente diagrama



Los resultados después de haber simulado son los que se presentan en la gráfica, en donde se observa que la frecuencia de resonancia sigue siendo la misma y notoriamente disminuyó el ancho de banda, aunque también disminuyó la amplitud.



Los datos obtenidos en este caso son

$$f_0 = 1519 \text{ Hz}$$

$$\omega_0 = 9544.16 \text{ rad / s}$$

el ancho de banda

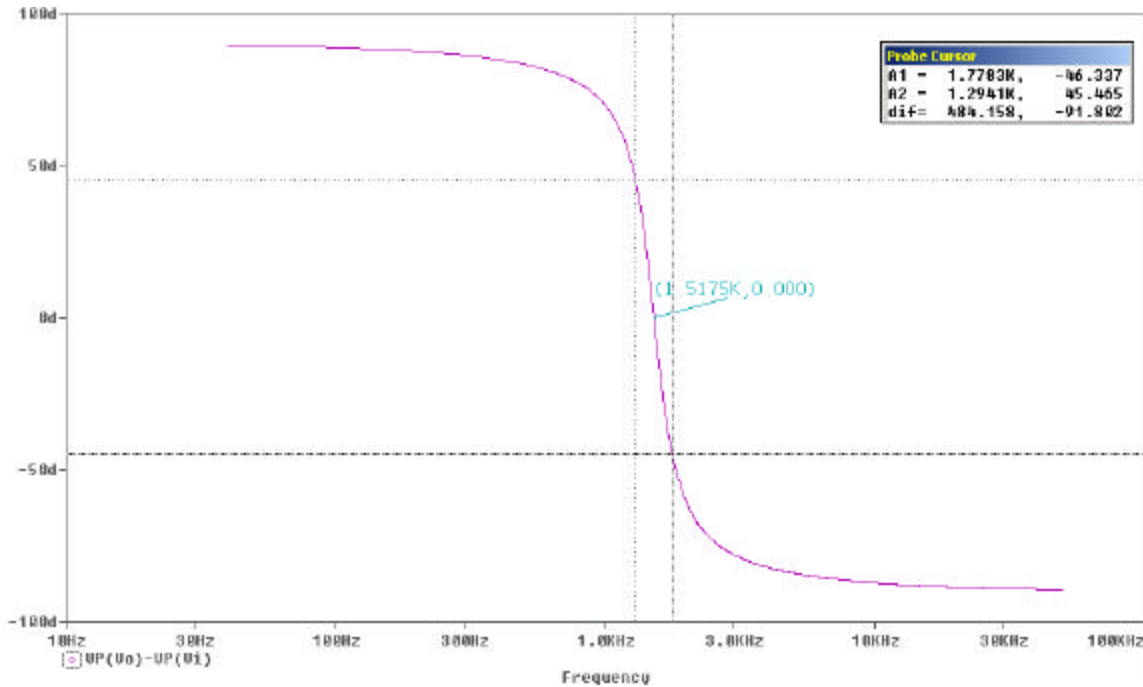
$$AB = 481.274 \text{ Hz}$$

$$AB = 3023.93 \text{ rad / s}$$

a partir de los cuales se determina el factor de calidad

$$Q = \frac{\omega_0}{AB} = \frac{1519}{3023.93} = 3.15$$

Para la fase se obtiene la siguiente gráfica obteniendo los valores de la pantalla del cursor



$$f_1 = 1294.1 \text{ Hz} \quad \mathbf{q}_1 = 45.46^\circ \text{ rad / s}$$

$$f_2 = 1770.3 \text{ Hz} \quad \mathbf{q}_2 = -46.33^\circ \text{ rad / s}$$

Experimento 3 Circuito resonante RC de 2° orden

Se armó con Pspice el circuito RC de segundo orden. En este caso la frecuencia de resonancia es

$$\omega_0 = \frac{1}{RC}$$

y el factor de calidad sigue siendo

$$Q = \frac{f_o}{AB} = \frac{\omega_0 L}{R}$$

así como el ancho de banda e

$$AB = f_2 - f_1 = \omega_2 - \omega_1$$

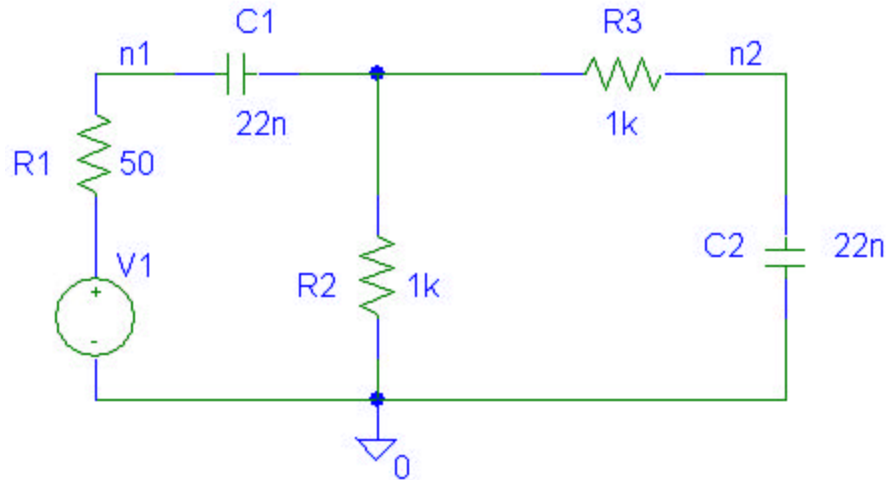
en donde igualmente se puede expresar la frecuencia de resonancia en términos de las frecuencias de corte

$$\omega_0 = \sqrt{\omega_1 \omega_2}$$

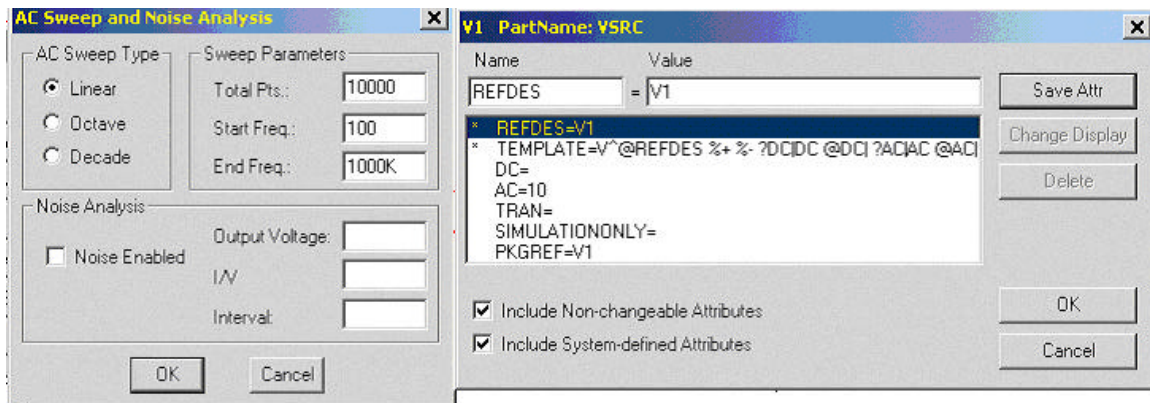
o bien

$$f_0 = \sqrt{f_1 f_2}$$

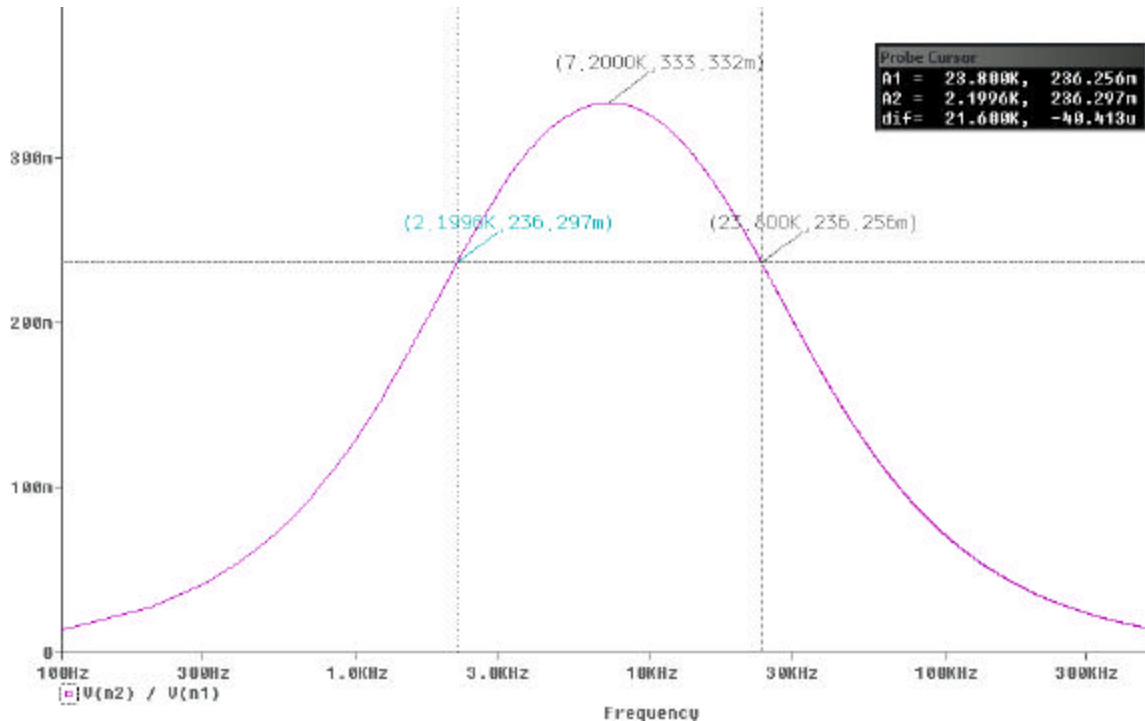
Estos parámetros del circuito se determinarán mediante la simulación del circuito.



Los parámetros del barrido en frecuencia y de la fuente los son los siguientes



Al simular con (*FII*) se obtiene la siguiente gráfica de la magnitud de la función de transferencia, identificada como $V(n2)/V(n1)$



La frecuencia de resonancia es

$$f_0 = 7200 \text{ Hz}$$

$$\omega_0 = 45238.9 \text{ rad/s}$$

el ancho de banda

$$AB = 21600 \text{ Hz}$$

$$AB = 137717 \text{ rad/s}$$

a partir de los cuales se determina el factor de calidad

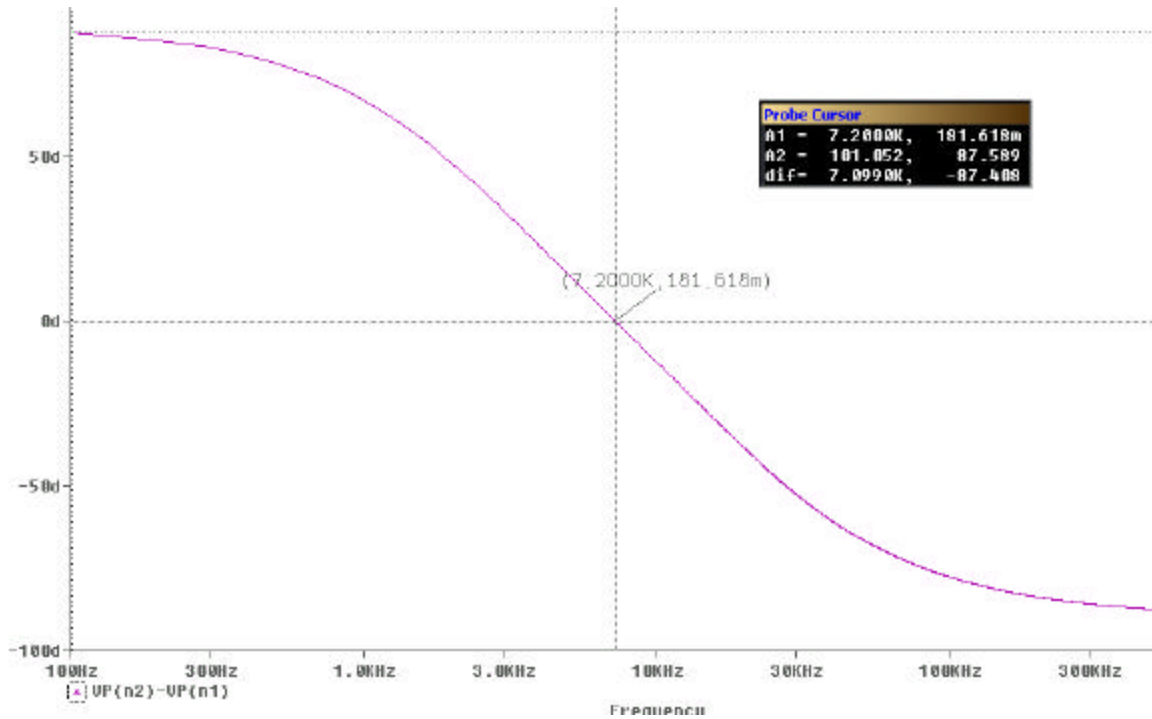
$$Q = \frac{\omega_0}{AB} = \frac{7200}{21600} = .333$$

Para la fase se obtiene la siguiente gráfica obteniendo los valores de la pantalla del cursor

$$f_0 = 7200 \text{ Hz}$$

$$\omega_0 = 45238.9 \text{ rad/s}$$

que corresponde a un ángulo de 0° a la frecuencia de resonancia. El ancho de banda es similar al anterior.



Comentarios

Se recomienda comparar todos los resultados con los respectivos teóricos para tenerlos de referencia con respecto a los prácticos.

En esta práctica se incluyó una nueva forma de análisis, esta fue el barrido en frecuencia. Así mismo se presentó la forma de medir el defasamiento de una señal directamente en grados($^{\circ}$).