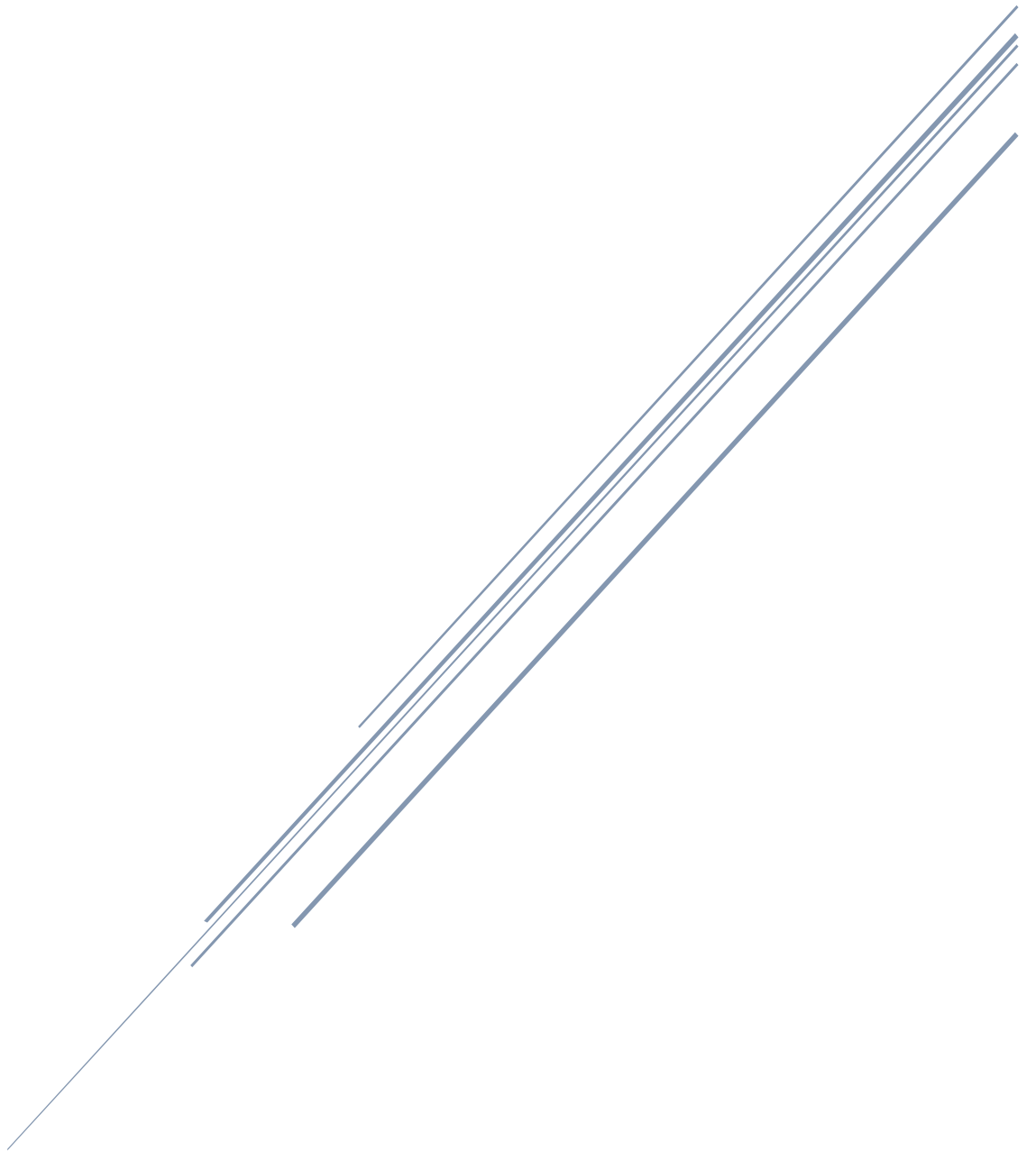


INFORME PREVIO SESIÓN 5

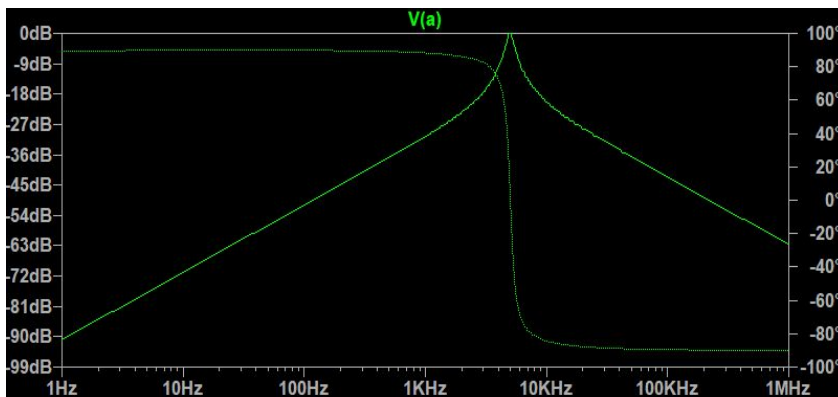
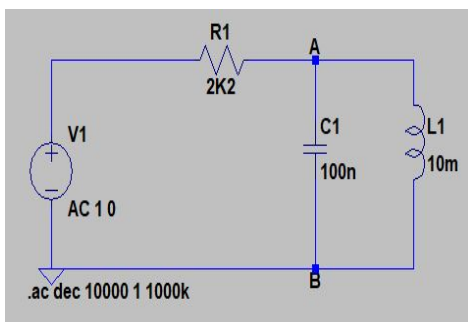
CIRCUITOS ELECTRÓNICOS



MEDIDAS DE SIMULACIÓN. Caracterización de un filtro RCL

1. Crear un perfil de simulación de análisis en alterna, y realizar un barrido en frecuencias desde 1Hz hasta 1MHz. Dado que la amplitud de la tensión sinusoidal es de 1V, la traza generada automáticamente por LTspice en el nodo A coincide con la función ganancia de tensión. Comparar para una serie discreta de frecuencias (por ejemplo, 10, 100, 1.000, 10.000 y 100.000Hz) los resultados mostrados para la ganancia expresada en decibelios ($20\log|V(A)|$) y para la fase de la señal ($V(A)$) con los obtenidos teóricamente de la ganancia en tensión y de la diferencia de fase entre la tensión de salida y la de entrada.

¿A qué tipo de filtro se asemeja el comportamiento en alterna observado en nuestro circuito?



● Cálculos teóricos:

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{Z_C \parallel Z_L}{R1 + (Z_C \parallel Z_L)} = \frac{(j\omega C + \frac{1}{j\omega L})^{-1}}{R1 + (j\omega C + \frac{1}{j\omega L})^{-1}}$$

Simplificando la expresión anterior:

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{1}{1 + j(R1)(2\pi fC - \frac{1}{2\pi fL})} = \frac{1}{1 + j2200(2 \times 10^{-7}\pi f - \frac{1}{0.02\pi f})}$$

Obteniendo que el módulo de la ganancia y la fase son:

$$|A_v| = -20 \log_{10} \left(\sqrt{1 + \left(2200 \left(2 \times 10^{-7} \pi f - \frac{1}{0.02 \pi f} \right) \right)^2} \right) \text{dB};$$

$$\varphi(A_v) = -\arctan \left(2200 \left(2 \times 10^{-7} \pi f - \frac{1}{0.02 \pi f} \right) \right) \text{rad}$$

Valores experimentales:

Frecuencia(Hz)	Va(dB)	Fase(°)
1	-90.881	89.436
10	-70.885	89.676
100	-50.862	89.837
1.000	-30.548	88.288
10.000	-20.317	-84.466
100.000	-42.735	-89.584
1.000.000	-62.810	-89.960

Valores teóricos:

$$f = 1\text{Hz} \Rightarrow |A_v| = -90.885; \quad \varphi(A_v) = 1.688 \text{ rad}$$

$$f = 10\text{Hz} \Rightarrow |A_v| = -70.884; \quad \varphi(A_v) = 1.571 \text{ rad}$$

$$f = 100\text{Hz} \Rightarrow |A_v| = -50.881; \quad \varphi(A_v) = 1.568 \text{ rad}$$

$$f = 1.000\text{Hz} \Rightarrow |A_v| = -30.539; \quad \varphi(A_v) = 1.541 \text{ rad}$$

$$f = 10.000\text{Hz} \Rightarrow |A_v| = -20.316; \quad \varphi(A_v) = -1.474 \text{ rad}$$

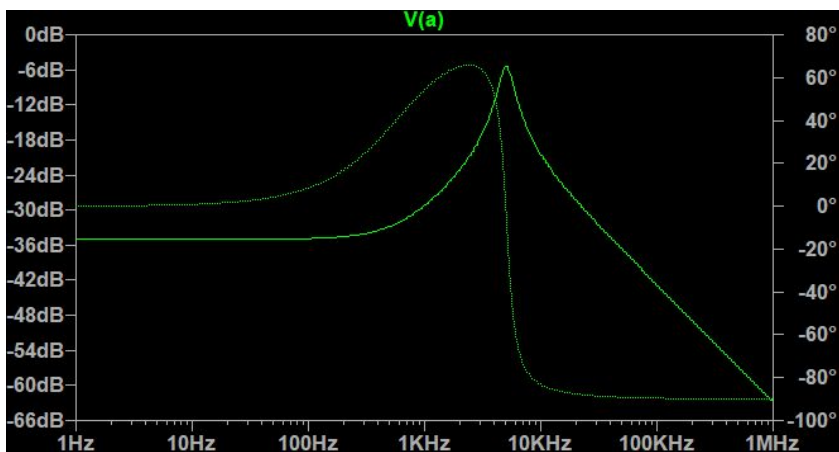
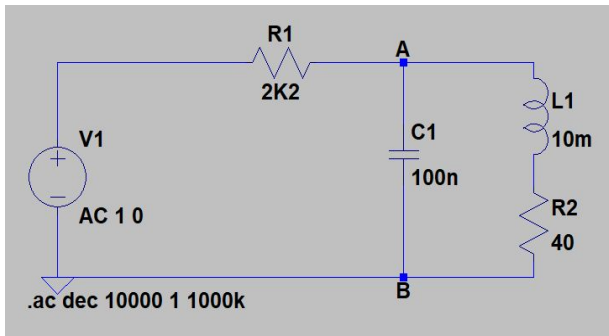
$$f = 100.000\text{Hz} \Rightarrow |A_v| = -42.79; \quad \varphi(A_v) = -1.564 \text{ rad}$$

$$f = 1\text{MHz} \Rightarrow |A_v| = -62.812; \quad \varphi(A_v) = -1.57 \text{ rad}$$

- 2. Dado que en el montaje experimental utilizaremos elementos reales, y no ideales, deberemos tener en cuenta el efecto de las desviaciones en su comportamiento para predecir su influencia en la respuesta del circuito. En concreto, junto con las tolerancias de los valores nominales de los componentes pasivos, uno de los efectos más evidentes será el de la resistencia que presenta la bobina al paso de una corriente continua, y que en nuestro caso puede tomar un valor máximo de unos 40 (en serie).**

Para estudiar el efecto de la resistencia de la bobina en nuestro filtro experimental, modificad el esquema anterior. La resistencia R2 se ha conectado en serie con la inductancia ideal L1 para modelizar su comportamiento real.

Repetir la simulación anterior (apartado a) y comparar los resultados obtenidos en cada caso.



Frecuencia(Hz)	Va(dB)	Fase(°)
1	-29.633	-15.408
10	-29.051	-14.840
100	-25.400	-17.296
1.000	-29.241	-9.576
10.000	-20.343	-83.269
100.000	-42.789	-89.584
1.000.000	-62.812	-89.971

¿Por qué se observa en la curva de la ganancia un plateau a unos -35dB en la región de bajas frecuencias, y no en la de altas?

Pistas: $20 \cdot \log(40/2240) = -34,96\text{dB}$. Reflexionad sobre los comportamientos de las impedancias del circuito a muy bajas y muy altas frecuencias.

Aunque visto a rasgos generales el resultado es el mismo que en el apartado A, hay una diferencia importante, sobre todo cuando las frecuencias son pequeñas. Para valores de f muy pequeños, la ganancia no decrece indefinidamente sino que se estabiliza en un valor entorno a -35dB (se produce plateau, es decir, una zona llana en la gráfica). Esto ocurre porque sin R_1 , a bajas frecuencias, la rama de la bobina actúa como un cable y la del condensador como un circuito abierto: así, la ganancia es 0 ($-\infty\text{dB}$). Añadiendo R_1 en serie con la bobina conseguimos que, si f tiende a 0, la impedancia en esa rama no sea 0 sino que tienda a 40Ω . La ganancia en este caso se estabiliza en -35dB porque el circuito actúa como un divisor de tensión (la impedancia capacitiva tiende a infinito (cortocircuito), por tanto su rama es despreciable), la ganancia es $40/2240$ y, en decibelios, $20 \cdot \log(40/2240) = -34,96\text{dB}$.