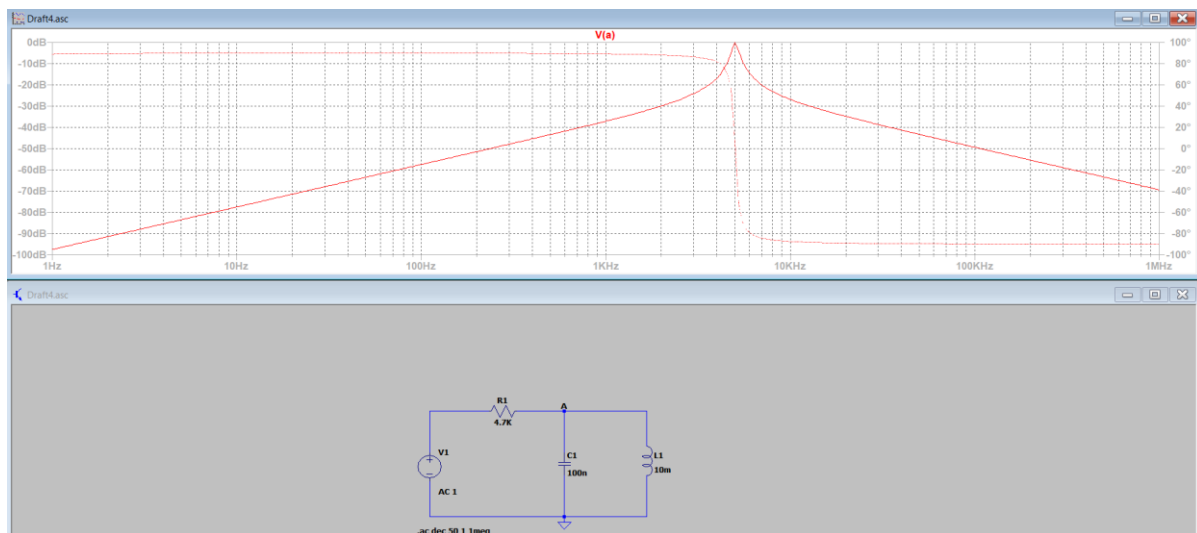


Sesión 5: Caracterización de un filtro RCL

TRABAJO PREVIO (Simulación LTSpice y cálculos teóricos)

a. Dibuje el circuito 1 con los valores de componentes mostrados en la figura. Fije una amplitud de 1V en el análisis de pequeña señal AC.

b. Cree un perfil de simulación de análisis en alterna, y realice un barrido en frecuencias desde 1Hz hasta 1MHz. Represente la señal en el nodo A. 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.



c. C

Compare los valores de la ganancia expresada en decibelios ($20 \log |V(A)|$) y la fase de la señal obtenidos mediante la simulación con los obtenidos teóricamente. Haga esta comparación para una serie discreta de frecuencias (por ejemplo, $10, 10^2, 10^3, 10^4$ y 10^5 Hz)

$$v_a = \frac{Z_t}{Z_t + R_1} * V_i$$

$$Z_t = \frac{1}{\frac{1}{Z_c} + \frac{1}{Z_L}} = \frac{j\omega L}{1 - \omega^2 CL}$$

$$A = \frac{\frac{j\omega L}{1 - \omega^2 CL}}{\frac{j\omega L}{1 - \omega^2 CL} + R_1}$$

$$A = \frac{j\omega L}{R_1(1 - \omega^2 CL) + j\omega L}$$

$$|A| = \frac{\omega L}{\sqrt{(R_1(1 - \omega^2 CL))^2 + (\omega L)^2}}$$

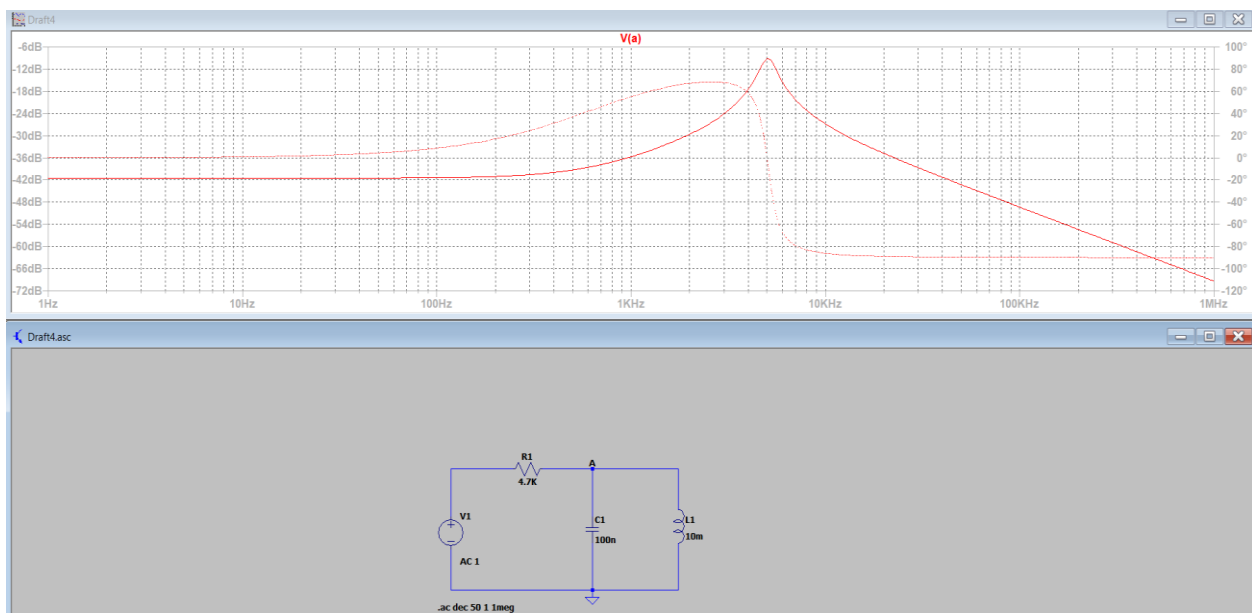
$$\varphi = \frac{\pi}{2} - \arctan\left(\frac{\omega L}{R_1(1 - \omega^2 CL)}\right)$$

Frecuencia (Hz)	$20 \cdot \log \Delta v $ (dB)	Angulo de desfase (º)	$20 \cdot \log \Delta v $ (dB) Teórica	Angulo de desfase teórico
1	-97.47726	89.08742	-97.478.359	89.9992340425
10	-77.47832	89.90115	-77.478.326	89.9923403953
100	-57.47494	89.91425	-57.474.938	89.9233740503
1000	-37.12935	89.20166	-37.128.586	89.2026124046
10000	-26.87737	-87.20166	-26.869.336	92.5053988193
100000	-49.38358	-89.80549	-49.383.530	90.1853923388
1000000	-69.40534	-89.98060	-69.405.335	90.0184905289

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

Podemos observar que los resultados obtenidos con los cálculos teóricos son prácticamente iguales a los obtenidos en la simulación. Además hemos observado que al realizar los cálculos teóricos a altas frecuencias nos daba un desfase de π con respecto a la simulación. Este filtro se corresponde a un filtro paso-banda, ya que aumenta su ganancia hasta los 0 dB a unos 5 kHz y después vuelve a disminuir la ganancia.

d. En la descripción de los parámetros de la bobina (click con el botón derecho sobre el elemento) se puede modificar esa resistencia en continua por medio del parámetro R_{RS} , como se muestra en el Circuito 2. Introduzca el valor de 40Ω en para la resistencia serie.



e. Repita la simulación anterior y compare los resultados obtenidos anteriormente al suponer una inductancia ideal ¿Por qué se observa en la curva de la ganancia un *plateau* a unos -40dB en la región de bajas frecuencias, y no en la de altas? Observe: $20\log(40/4740) = -41.96\text{dB}$. Reflexione sobre los comportamientos de las impedancias del circuito a muy bajas y a muy altas frecuencias.

$$Z_i = \frac{j\omega L + 40}{- \omega^2 CL + j\omega C 40 + 1}$$

$$j\omega L + R_1 \quad \omega \rightarrow 0 = R_1$$

$$j\omega L + R_1 \quad \omega \rightarrow \infty = \infty$$

$$A = \frac{j\omega L + 40}{j\omega L + 40 + R_1(-\omega^2 CL + j\omega C 40 + 1)}$$

$$|A| = \frac{\sqrt{(\omega L)^2 + 40^2}}{\sqrt{(40 + R_1 - \omega^2 R_1 CL)^2 + (\omega * CL + 40 R_1 C)^2}}$$

$$\varphi = \arctg\left(\frac{\omega L}{40}\right) - \arctg\left(\frac{\omega(L + 40 R_1 C)}{40 + R_1 - \omega^2 R_1 CL}\right)$$

Frecuencia (Hz)	20*log A _x (dB)	Angulo de desfase (º)	20*log A _x (dB) Teórico	Angulo de desfase (º) Teórico
1	-41,47436	0,08781	-41,474356	0,087812584
10	-41,47326	0,87805	-41,473262	0,878052487
100	-41,36517	8,70824	-41,365172	8,708236098
1000	-35,73433	55,24311	-35,734331	55,24310597
10000	-26,89965	-86,18017	-26,899646	93,81983176
100000	-49,38358	-89,80456	-49,383576	90,19543746
1000000	-69,40534	-89,98060	-69,40534	90,01940334

Como se puede deducir de los cálculos teóricos, cuando $\omega=0$, $j\omega L + 40 = 40 \Omega$, entonces, $|A_v| = 40/(40+R_1*(1))$ entonces $20\log|40/4740| = -41.96 \text{ dB}$, por lo que aparecerá un *plateau* a bajas frecuencias, sin embargo, cuando ω tiende a ∞ , $j\omega L + 40 = \infty \Omega$, entonces, $|A_v| = 0$ y $20\log|A_v| = -\infty \text{ dB}$, por lo que no varía cómo se comporta el circuito a frecuencias altas. Además hemos observado que al realizar los cálculos teóricos a altas frecuencias nos daba un desfase de π con respecto a la simulación.