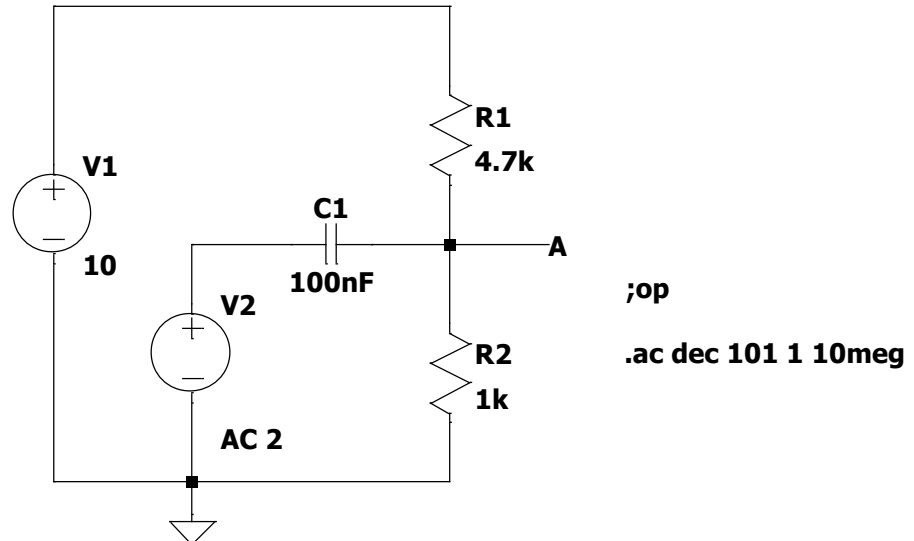


Sesión 4: Superposición de señales DC y AC TRABAJO PREVIO (Simulación LTSpice y cálculos teóricos)

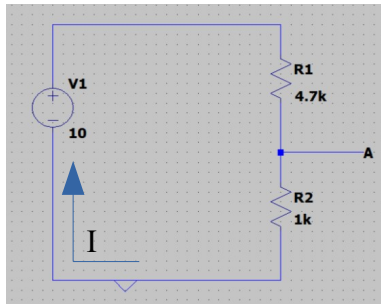
PABLO CUESTA SIERRA. GRUPO 1251.

a. Dibuje el circuito mostrado en la figura usando los siguientes valores de componentes:
 $R_1=4.7k\Omega$, $R_2=1K\Omega$ y $C_1=100nF$. Utilice para V1 una fuente de tensión continua de 10V, y para V2 una fuente de tensión sinusoidal de amplitud 2V y frecuencia variable.



Cálculos teóricos:

En continua (anulando la fuente de corriente variable en el tiempo), el condensador actúa como un interruptor abierto, por lo que el circuito es equivalente al de la siguiente imagen:



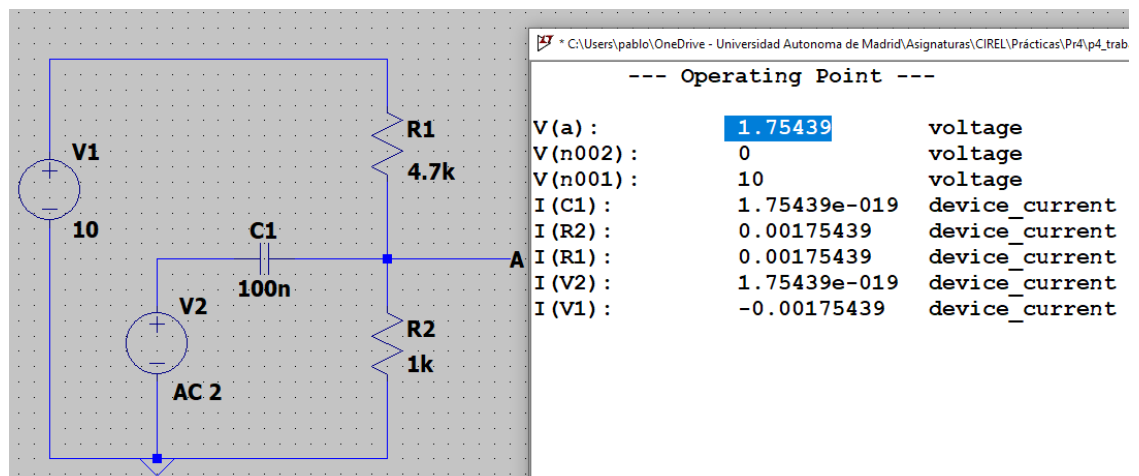
Sea I la intensidad que recorre la malla:

$$I = \frac{V_1}{R_1 + R_2}, V_A = IR_2$$

$$\Rightarrow V_A = \frac{V_1}{R_1 + R_2} \times R_2 = \frac{10V}{5700\Omega} \times 1000\Omega = 1,754V$$

b. Cree un perfil de simulación de punto de operación en continua y obtenga la tensión en el nodo A del circuito. Compárela con la tensión esperada teóricamente.

Es igual que
obtenida en
simulación:



c. Cree un nuevo perfil de simulación para análisis en alterna, y realice un barrido en frecuencias desde 10Hz hasta 10MHz. Puesto que la amplitud de la tensión sinusoidal es distinta de 1 V, represente gráficamente la ganancia en el nodo A añadiendo al dibujo la traza de $V(A)/2$ (siendo 2 la amplitud en voltios de la fuente de alterna, V_2) y eliminando, si es preciso, la traza generada automáticamente por LTspice (y que corresponde a $V(A)$) Incluya también la representación de la fase de $V(A)/2$. Compare los resultados obtenidos a unas pocas frecuencias con los valores teóricos para la ganancia de voltaje en dBs. Como estamos analizando el comportamiento AC del circuito para este apartado, podemos en este caso asumir que la fuente V_1 se comporta como un cortocircuito para el cálculo teórico ¿A qué tipo de filtro se asemeja el comportamiento espectral observado en nuestro circuito?

Resultados teóricos:

$$Z_{eq} = Z_c + R_{eq} = Z_c + \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)^{-1}$$

$$= \frac{-j}{\omega C} + 824,56 \, \Omega$$

Si $V_2(t) = 2\sin(\omega t) \Rightarrow V = 2, v_2(t) = \text{Im}(V \cdot e^{j\omega t})$

Fase intensidad: $I = \frac{V}{Z_{eq}} = \frac{2V}{\frac{-j}{\omega C} + 824,56 \, \Omega}$

$V_A = I \cdot R_{eq} = \frac{2V \cdot 824,56 \, \Omega}{\frac{-j}{\omega C} + 824,56 \, \Omega} = 2V \cdot \frac{R_{eq}}{\frac{-j}{\omega C} + R_{eq}}$ Ganancia de tensión:

$|A_v| = \frac{|V_A|}{|V_2|} = \left| \frac{R_{eq}}{\frac{-j}{\omega C} + R_{eq}} \right| = \frac{R_{eq}}{\sqrt{R_{eq}^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}} = \frac{R_{eq}}{\sqrt{R_{eq}^2 + \left(\frac{1}{2\pi f \cdot C}\right)^2}} \quad (1)$

Fase de V_A : $\frac{e^{j0}}{e^{\arctan\left(\frac{1}{\omega C R_{eq}}\right)}} = e^{j\varphi} = e^{-j\arctan\left(\frac{1}{\omega C R_{eq}}\right)}$

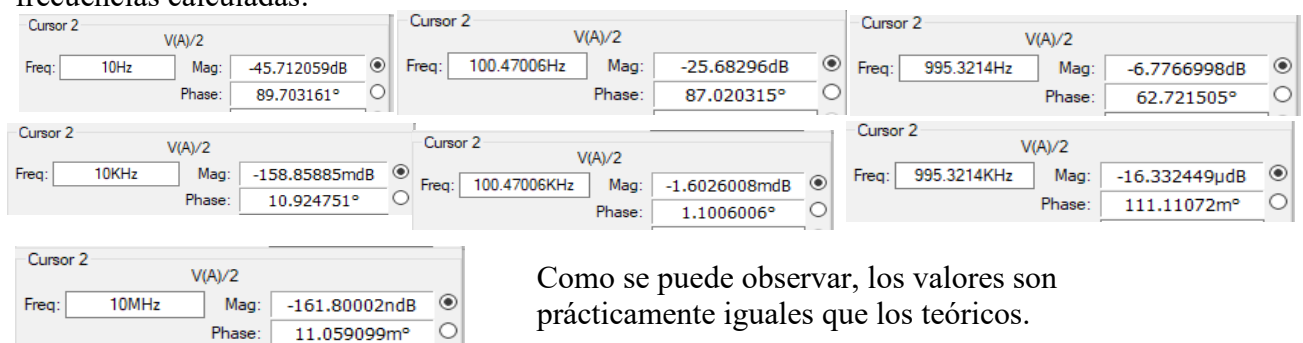
$\hookrightarrow \varphi = -\arctan\left(\frac{1}{2\pi f \cdot C \cdot R_{eq}}\right) \quad (2) \quad A_v = |A_v| e^{j\varphi}$

fase de A_v

De esta manera podemos calcular $|A_v|$ (por resultado 1), la norma de la ganancia y su fase (por resultado 2). Sabiendo que $R_{eq}=824,56\Omega$, $C=100\text{nF}$. Y en función de la frecuencia. En la siguiente tabla, calculamos ambos valores para distintas frecuencias f :

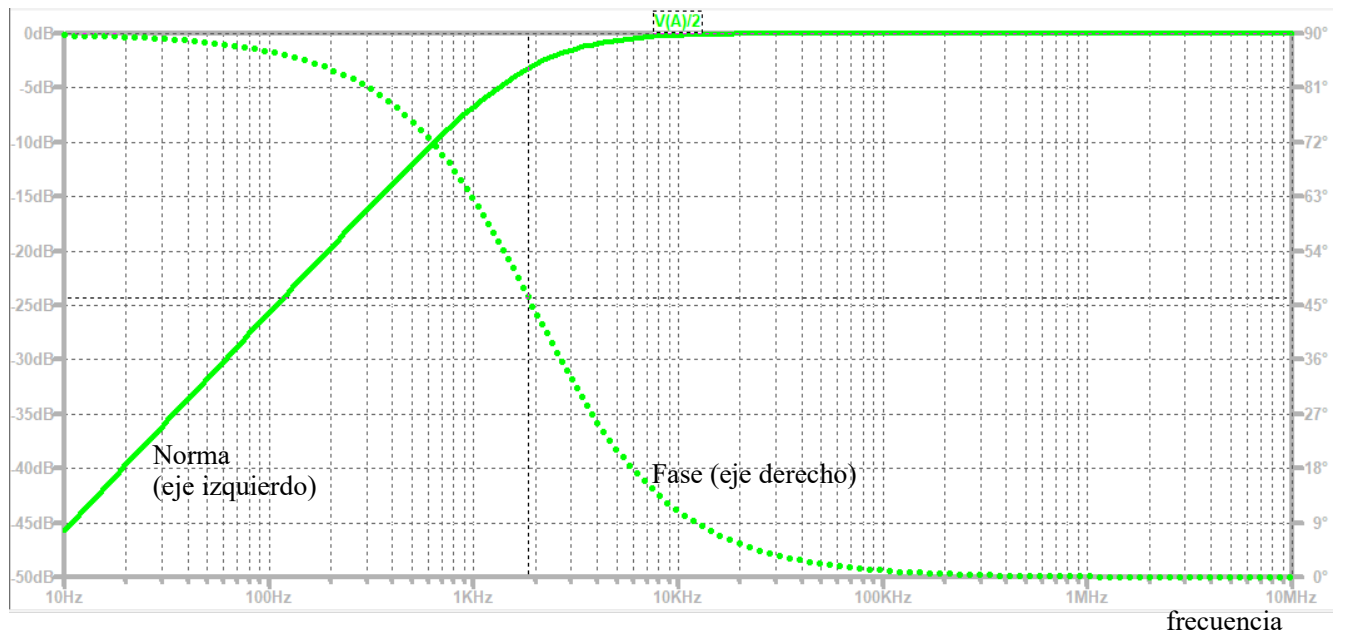
Frecuencia: (Hz)	Ganancia de voltaje en dB = $20 \cdot \log(A_v)$	Fase de A_v en grados
10	-45,71207394	89,70316106
100	-25,7235988	87,03423561
1000	-6,744565733	62,6119437
10000	-0,1588593816	10,92476951
100000	-0,001617704378	1,105774514
1000000	-0,00001618002691	0,110591045
10000000	-0,0000001618005669	0,01105911809

Adjunto a continuación las capturas de las medidas en la gráfica obtenida de los valores para las frecuencias calculadas:



Como se puede observar, los valores son prácticamente iguales que los teóricos.

Gráfica representando $V(A)/2$ frente a la frecuencia (escala logarítmica), de esta gráfica se han tomado los valores anteriores:



El comportamiento espectral observado en el circuito se asemeja a un filtro de pase alto.