

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BUENOS AIRES

22.42 LABORATORIO DE ELECTRÓNICA

TRABAJO PRÁCTICO N° 1

Osciloscopios/ Analizador de Impedancias/ Circuitos RC

Grupo 5:

Nicolás DE LEÓN

Leg. 57232

Tomás VIGÓN

Leg. 57327

Benjamín LIN

Leg. 57242

Lucero Guadalupe FERNANDEZ

Leg. 57485

Profesor:

Pablo COSSUTTA

Alejandra WEILL

Matías SALVATI

Entregado: 28 de Agosto de 2018

1. Análisis de circuito RC

Se armó el circuito de la figura inferior con los valores nominales de $R = 3,9k\Omega$ y $C = 1,8nF$.

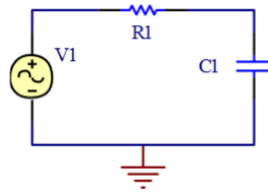


Figura 1.1: Circuito RC armado.

1.1. Cálculo de Frecuencia de Corte

La frecuencia de corte es aquella en la que la salida V_{out} atenúa la entrada V_{in} en $-3dB$ y la primera desfasa a la segunda en 45° ; de esta manera se buscó experimentalmente su respectiva frecuencia de corte que resultó ser $f_{medido} = 21,8kHz$. Se tuvo en cuenta la resistencia interna del generador (50Ω), y se la sumó a la $R_{teorica}$.

A continuación, sabiendo que $C_{cal} = \frac{1}{2\pi f R}$ se completó la siguiente tabla:

$ V_{in} [V]$	$ V_{out} [V]$	$R[k\Omega]$	$C_{calculado}[nF]$	$C_{medido}[nF]$	$Error\%$
4.97	3.46	3.95	1.775	1.848	3.95
4.97	3.46	3.93	1.784	1.848	3.46

Cuadro 1.1: Tensiones y valores de componentes del circuito.

1.2. Medición de ángulo de fase entre I y V_C

Para el cálculo de la corriente se utilizó $I = \frac{V_R}{R}$, asumiendo que la tensión y la corriente de la resistencia estaban en fase. Luego con el uso de la opción math del osciloscopio, se restó la caída en el capacitor a la tensión de entrada y se midieron las fases y amplitudes de las mismas, siendo la resultante de la resta V_R . Una vez que se obtuvo, se la dividió por el valor de la resistencia, obteniendo así, el valor vectorial de la corriente. De esta manera se obtuvo que $|V_R| = 3,51V$ y $|V_C| = 3,48V$.

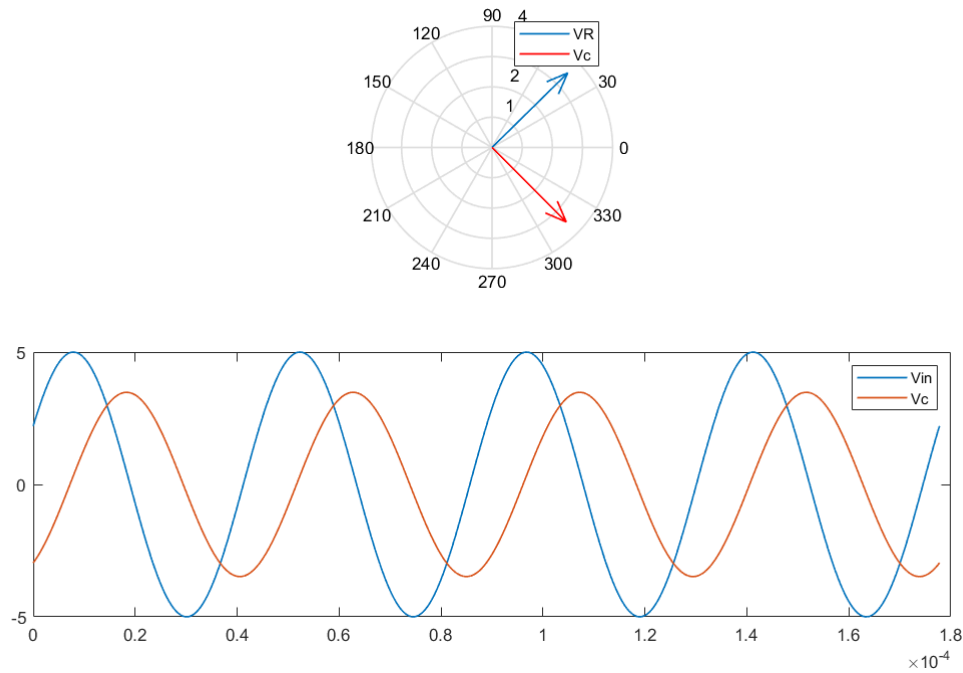


Figura 1.2: Diagrama fasorial y representación de las señales VR y VC.

De la figura 1.2 observamos que la corriente se adelanta a la tensión del capacitor 90° . Además, la suma fasorial de V_R y V_C es de 4.97V en vez de los 5V, esto puede ser por la resistencia del generador que aún siendo pequeña genera una caída de tensión en el circuito.

1.3. Cálculo analítico de la función transferencia

Teniendo en cuenta la fuga ??; con V_{out} la tensión del capacitor y V_{in} como la tensión de entrada que fue una senoidal de $5 V_{pp}$, se halló analíticamente la función transferencia planteando un divisor resistivo, que resultó ser:

$$H(s) = \frac{1}{sRC + 1} \quad (1.1)$$

siendo $s = j\omega$ y $R = R_{medida} + R_{generador}$.

La frecuencia de corte resulta ser el polo de la función, es decir, cuando $\omega_c = \frac{1}{RC}$. Entonces, teniendo en cuenta que $\omega = 2\pi f$, se deduce que la frecuencia de corte es $f_{calculado} = 22,75 kHz$. Se puede ver que la función obtenida es un pasabajos con un polo simple en $\frac{1}{2\pi RC}$. Se diagramó el Bode de magnitud y fase, que se muestra a continuación.

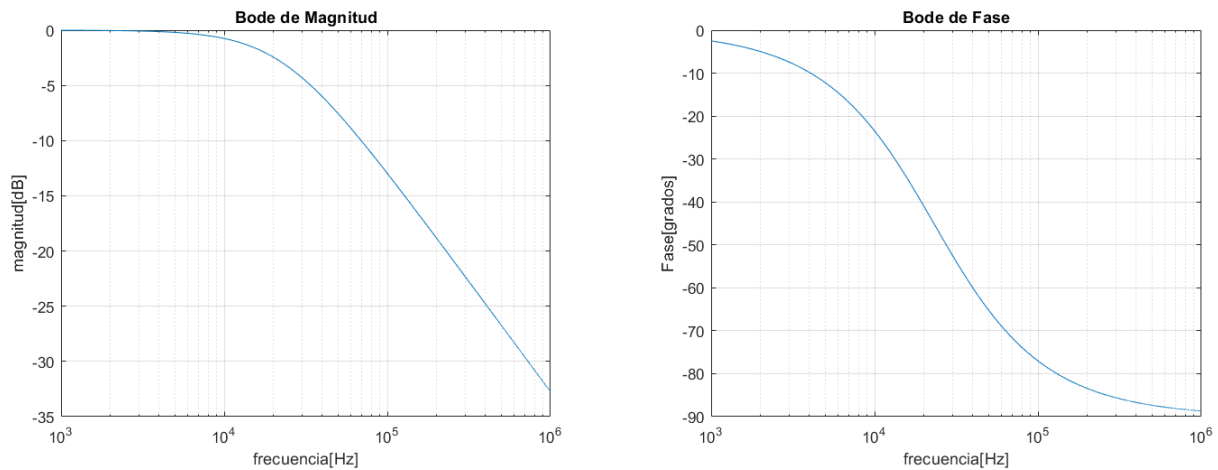


Figura 1.3: Bode de magnitud y fase para los valores medidos de R y C.

En la figura 1.5 puede verse que la frecuencia en la que la ganancia del circuito es $-3dB$ y el desfase es de 45° es la frecuencia de corte, que ronda los 22.7kHz.

1.4. Función transferencia a distintas frecuencias

Se midieron valores de tensión y fase a distintas frecuencias entre 10Hz y 1MHz, completando la siguiente tabla. Donde el ángulo φ_1 fue medido en el modo Δt del osciloscopio; y el ángulo φ_2 , en el modo XY del osciloscopio. //VALOR DE TENSION? La diferencia entre ambos φ se debe a errores de apreciación al medir y de cálculo al realizar $\arcsin(\frac{\Delta X}{\Delta Y})$, siendo ΔX el ancho mínimo entre 2 extremos de la elipse y ΔY el ancho máximo entre dos de ellos.

1.5. Bode teórico y empírico

Se graficó lo obtenido de la tabla 1.4 y se lo superpuso con el diagrama de Bode teórico de la función transferencia (ecuación 1.2).

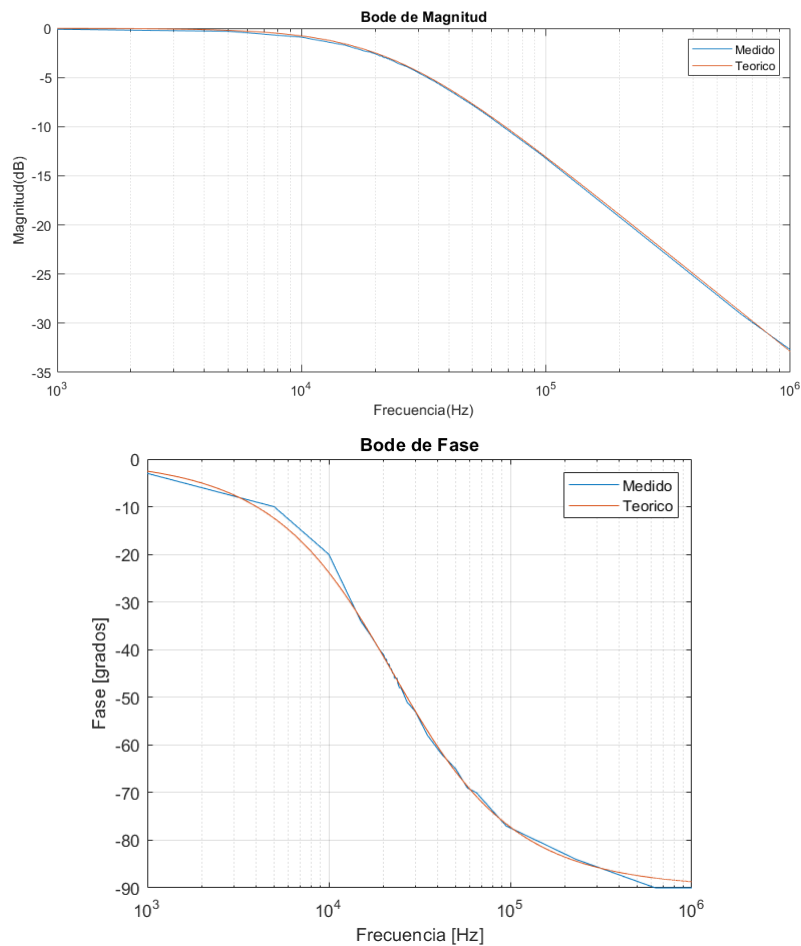


Figura 1.4: Bode de magnitud y fase medido y teórico.

Se puede observar que para el diagrama de amplitud las mediciones a distintas frecuencias se corresponden a lo calculado teóricamente. En el diagrama de fase, las variaciones se deben a errores de medición y en el rango de frecuencias altas, donde la señal es atenuada, se encuentra un mayor error ya que el ruido se hace comparable con la magnitud de la señal.

1.6. Respuesta al escalón

Se excitó al circuito con una señal cuadrada de $5 V_{pp}$ en un rango de frecuencias entre $500 Hz$ y $500 kHz$. Se destacaron las frecuencias $1 kHz$, $15 kHz$ y $200 kHz$. Las mismas se muestran a continuación.

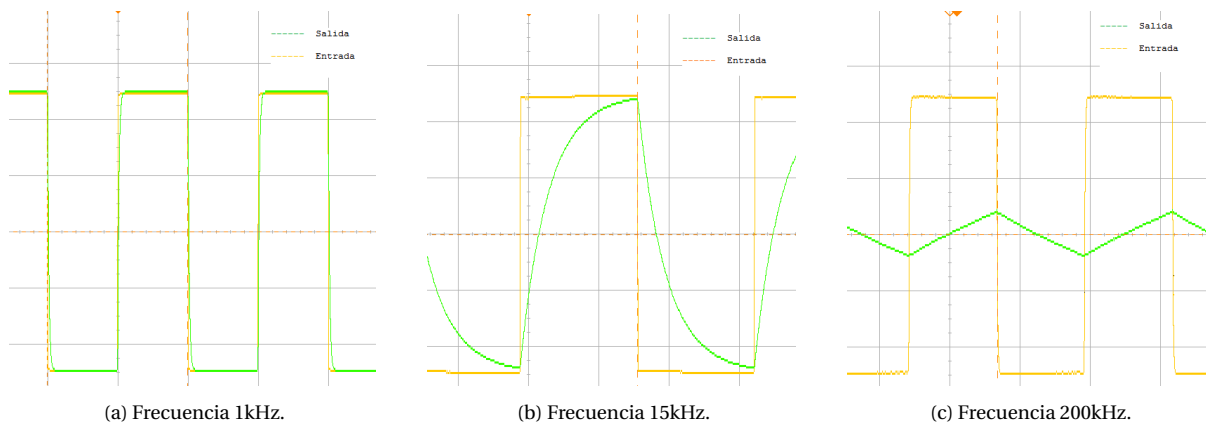


Figura 1.5: Respuesta al escalón.

Si antitransformamos la función transferencia para obtener la respuesta en el tiempo, ésta resulta:

$$h(t) = V_i - V_i * e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (1.2)$$

con $\tau = RC$. Cuando la frecuencia es de 1 kHz ; como se ve en la figura 1.5 (a), debido a la baja frecuencia, el circuito logra llegar a un estado estacionario en lo que dura el período de la excitación cuadrada. Esto se debe a que el tiempo característico del circuito $\tau = RC = 6,84\mu\text{s}$, que es mucho menor al período de la señal de entrada $T = 1\text{ ms}$. Al excitar el circuito con una frecuencia de 15 kHz , cuyo período es de $T \approx 66,67\mu\text{s}$, que ya es comparable con el tiempo característico del circuito, se llega a apreciar el estado transitorio del mismo. Esto se puede apreciar en la figura 1.5 (b). En el último caso, en la figura 1.5 (c), con una frecuencia de 200 kHz , no se llega al estado estacionario, sino que se observa una fracción del transitorio, que se debe a que el período de la excitación cuadrada se vuelve menor al tiempo característico del circuito ($T \approx 5\mu\text{s}$). Lo que se está viendo es la pendiente de la exponencial, que se asemeja con una recta. De este análisis se deriva, que a altas frecuencias el circuito integra.

1.8 //1.7 //imagenes 1.8

1.9 Conclusiones

De esto se concluye, de ahí que a altas frecuencias el circuito integra.

2. parte2

3. Respuesta en frecuencia con barrido automático

3.1. Modo normal del osciloscopio

El barrido automático se realizó con el generador en donde se barrió de 100 Hz a 2 MHz en un lapso de 100 mili segundos con una senoidal de 20 V_{pp} . El output del generador se utilizó para excitar al circuito RC y se conectó el sync al osciloscopio para poder triggerear la señal, además se aprovechó el marker del sweep del generador para que la cuadrada entregada por el sync tenga un ancho de $22,6\text{ KHz}$ para que coincida con la frecuencia de corte calculada de nuestro circuito. Cabe mencionar que el barrido automático estaba configurado en escala logarítmica. Se obtuvo la siguiente imagen:

Figura 3.1: Respuesta en frecuencia con barrido automatico en modo normal

La figura evidencia claramente el efecto del filtro pasa bajos sobre el circuito, mientras que la señal amarilla que es la entrada se mantiene constante en amplitud a lo largo de todo el barrido, la salida que es la senial verde tiene ganancia unitaria en las bajas frecuencias y luego se atenúa a medida que esta aumenta. La senial cuadrada violeta marca la frecuencia de corte del circuito donde se espera una caída de 3dB. En veces equivale aproximadamente a una atenuación de $\sqrt{2}$, es decir, $V_0 = \sqrt{2}V_i$ y en nuestro caso como V_i tiene una amplitud de 10 V, V_0 debería tener una amplitud aproximada de 7,1 V, esto se puede observar claramente en el gráfico.

3.2. Modo XY del osciloscopio

Se intento de siumular el barrido en el modo XY bajo ciertas características. Se colocó un generador realizando un sweep barriendo nuevamente frecuencias de 100Hz a 2MHz esta vez lineal cada 10ms con una senoidal 20Vpp y bajo estas condiciones se lo conectó a la entrada del circuito. Luego se sincronizó el trigger del generador de sweep con el flanco descendente de la señal del generador 2, en el cual se colocó una rampa de 10Vp a una periodo de 11ms y se la conectó en la entrada X del osciloscopio. Se conectó la salida del circuito a la entrada Y del osciloscopio. Por consecuente, tomando en cuenta las consideraciones establecidas, se esperaba ver como en el modo XY el eje Y iba a presentar las senoidales en modo sweep desde la frecuencia inicial a la final y en la componente X un desplazamiento de 0 a 10V estableciendo la relación 0V a $t = 0$ y en 10V $t = 11ms$ dejando entrar un poco mas de un barrido en pantalla.



Agilent Technologies

1 1.00V/ 2 5.00V/



7

Horizontal Menu

Normal

Zoom



XY



Se puede observar como las configuraciones previas permitieron el análisis en frecuencia del circuito, dando una imagen relacionada directamente con la obtenida en el modo normal del osciloscopio bajo el mismo sweep. Es importante notar como se configuró la escala en X y en Y para poder formar correctamente la imagen en pantalla del barrido en frecuencia.

4. Respuesta en frecuencia del osciloscopio

Para medir la respuesta en frecuencia del osciloscopio se utilizaron dos puntas de osciloscopio y un generador, por un lado se conectaron ambas puntas con el generador de seniales entre sí y por el otro las masas de estos tres elementos también entre sí. El bode del circuito se realizó con los filtros AC y el BW del osciloscopio activados y se lo excitó con una senoidal de $10 V_{pp}$. Los resultados obtenidos de las mediciones se graficaron en la siguiente figura:

Figura 4.1: Respuesta en frecuencia del osciloscopio

Se puede observar que la forma de la respuesta en frecuencia es la de un filtro pasa banda ya que atenúa las frecuencias menores a 12Hz y las frecuencias mayores a 5MHz. Esto se debe a que el filtro AC del osciloscopio filtra las seniales continuas con un capacitor formando un pasa altos que posee una frecuencia de corte muy pequeña; y el filtro BW disminuye el ancho de banda atenuando las altas frecuencias mediante un filtro pasa bajo, la combinación de ambos actúan como el pasa banda representado en la figura 1.