



Trabajo Previo

Experiencia 3: Osciloscopio Avanzado

Matías Moreno
Santiago Larraín

1. Investigación

1. Especificación de sonda del laboratorio.

Tabla 1: Sondas en X10

Característica / Sonda	GTP-070B-4	GTP-100B-4
Impedancia entrada	$10M\Omega + 15.5pF$	$10M\Omega + 15.5pF$
Ancho de banda	$[0, 70MHz]$	$[0, 100MHz]$

Tabla 2: Sondas en X1

Característica / Sonda	GTP-070B-4	GTP-100B-4
Impedancia entrada	$1M\Omega + 100pF$	$1M\Omega + 100pF$
Ancho de banda	$[0, 10MHz]$	$[0, 10MHz]$

2. Simulación

1. Mediciones transcientes:

Diagrama 1: circuito RC

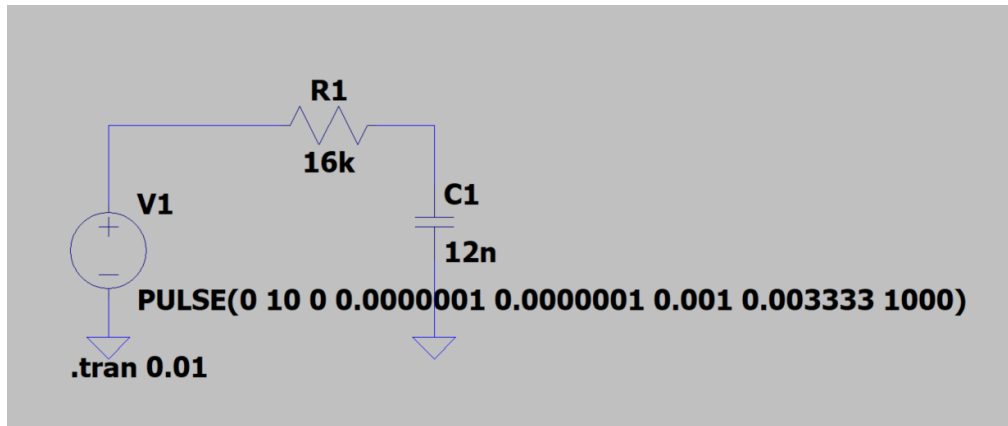
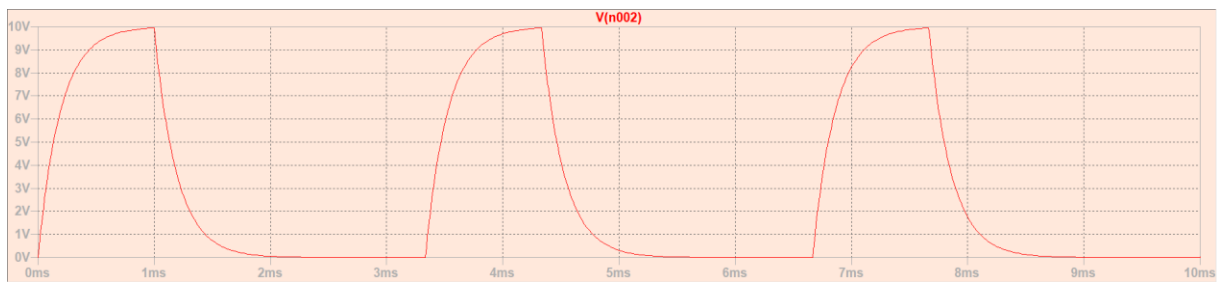


Gráfico 1: VC vs tiempo



La constante de tiempo a partir del gráfico es: $\tau = 192.12762\mu s$

2. Circuito RLC

- a. En el circuito RLC se tiene el siguiente polinomio característico al cual le podemos aplicar la transformada de Laplace y considerar que previo al tiempo 0 no había carga acumulada en el capacitor ni corriente:

$$\frac{d^2}{dt^2}V_C(t) + \frac{R}{L} \cdot \frac{d}{dt}V_C(t) + \frac{1}{LC} \cdot V_C(t) = \frac{1}{LC} \cdot V_{in}(t)$$

$$s^2 \cdot V_C + \frac{R}{L} \cdot s \cdot V_C + \frac{1}{LC} \cdot V_C - \left(s \cdot V_C(0) + \frac{d}{dt}V_C(0) + V_C(0) \right) = \frac{1}{LC} \cdot V_{in}$$

$$V_C \left(s^2 + s \cdot \frac{R}{L} + \frac{1}{LC} \right) = \frac{1}{LC} \cdot V_{in}$$

$$\frac{V_C}{V_{in}} = \frac{1}{LC} \cdot \frac{1}{\left(s^2 + s \cdot \frac{R}{L} + \frac{1}{LC}\right)}$$

$$\frac{V_C}{V_{in}} = \frac{1}{LC} \cdot \frac{1}{\left(s^2 + 2 \cdot s \cdot \left(\frac{R}{2L}\right) + \left(\sqrt{\frac{1}{LC}}\right)^2\right)}$$

Finalmente se puede observar en el denominador que los valores de α y ω_0 :

$\alpha = \frac{R}{2L}$	$\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC}}$
-------------------------	----------------------------------

b. Simulación en LTSpice y la señal de VC:

Diagrama 2: Circuito RLC

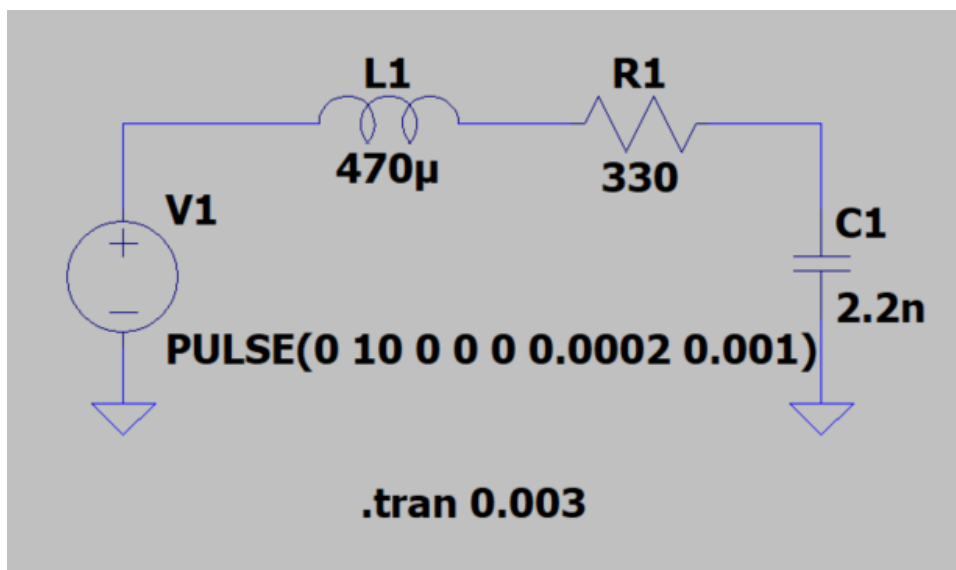


Gráfico 2: VC vs tiempo



- Tiempo de subida, se calcula en el primer ciclo: $t_{10\%} = 3.0490018\mu\text{s}$ y $t_{90\%} = 18.729583\mu\text{s}$. $t_{subida} = t_{90\%} - t_{10\%} = 15.68\mu\text{s}$.

- Amplitud del overshoot: $A_{m\acute{a}x} = 10.24078v$ y $A_{se\tilde{n}al} = 10v$. $A_{overshoot} = A_{m\acute{a}x} - A_{se\tilde{n}al} = 0.24078v$.
- Frecuencia natural del sistema subamortiguado: $\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC}} = \sqrt{\frac{1}{470 \times 10^{-6} \cdot 2.2 \times 10^{-9}}} = 983.42 \text{ kHz}$.
- Como el overshoot no supera al 1.05% de la se\~{n}al de entrada, el tiempo de establecimiento ocurre antes, en $V_c = 9.5v$. Luego, el tiempo de establecimiento de al 95% del sistema es de $19.73\mu s$.

- c. Para que el sistema est\~{e} cr\~{i}ticamente amortiguado, se tiene que cumplir la siguiente condici\~{o}n: $\zeta = \frac{\alpha}{\omega_0} = 1$, es decir: $\alpha = \omega_0 \rightarrow \frac{R}{2L} = \sqrt{\frac{1}{LC}} \rightarrow R = 2\sqrt{\frac{L}{C}}$.
Reemplazando nuestros valores de inductancia y capacitancia, se tiene que la resistencia para tener un sistema cr\~{i}ticamente amortiguado es:

$$R = 2\sqrt{\frac{L}{C}} = 2\sqrt{\frac{470 \times 10^{-6}}{2.2 \times 10^{-9}}} = 924.4\Omega$$

3. Amplificador inversor

Diagrama 3: Circuito amplificador inversor

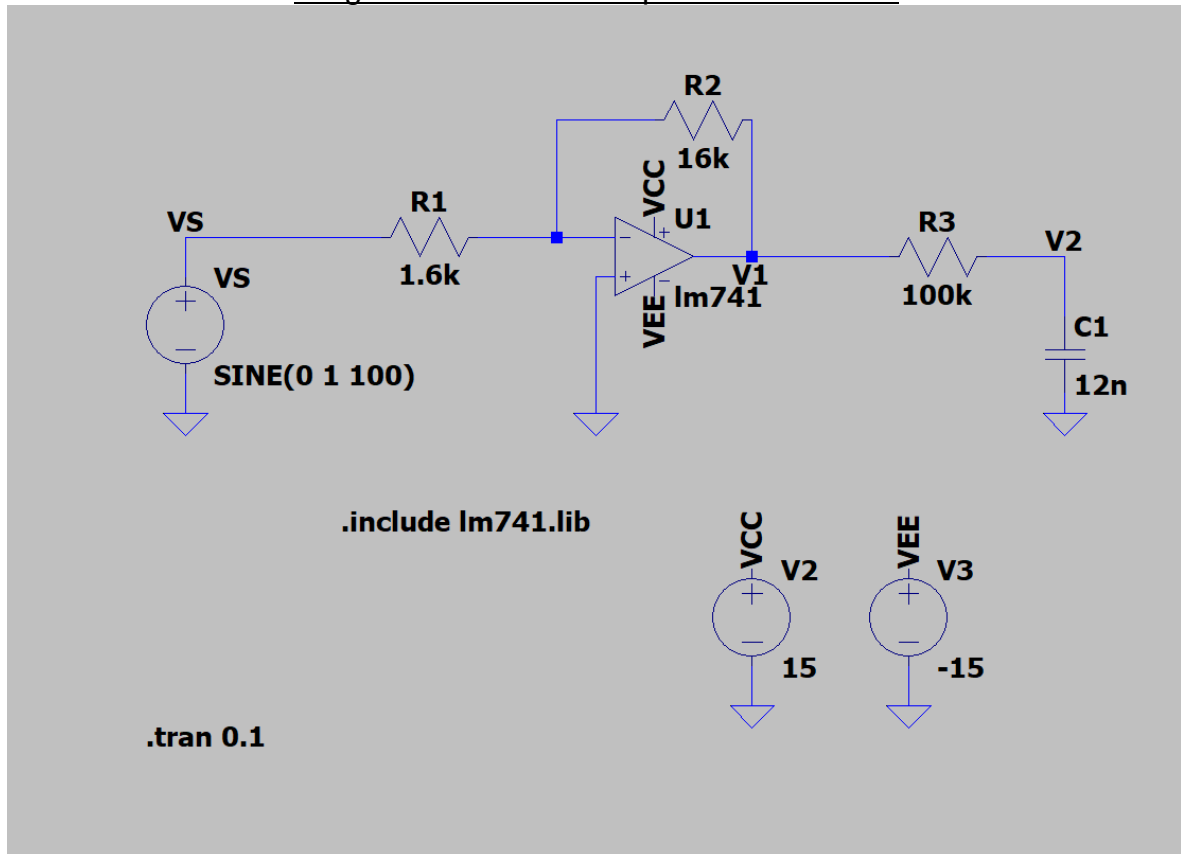
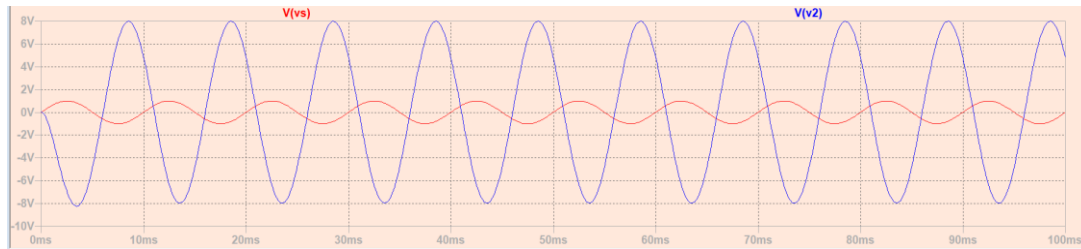


Gráfico 3: V2 vs VS



Según el gráfico, el valor de A es 10V, y el valor de B es 16V. Por lo tanto, el valor de la magnitud del desfase es igual a $\sin(|\phi|) = 0.625$. Por lo tanto, el desfase es igual a $|\phi| = 38.68^\circ$. Se sabe que V_s adelanta a V_2 según el gráfico de Voltaje v/s tiempo.

Gráfico 4: VS y V2 vs tiempo



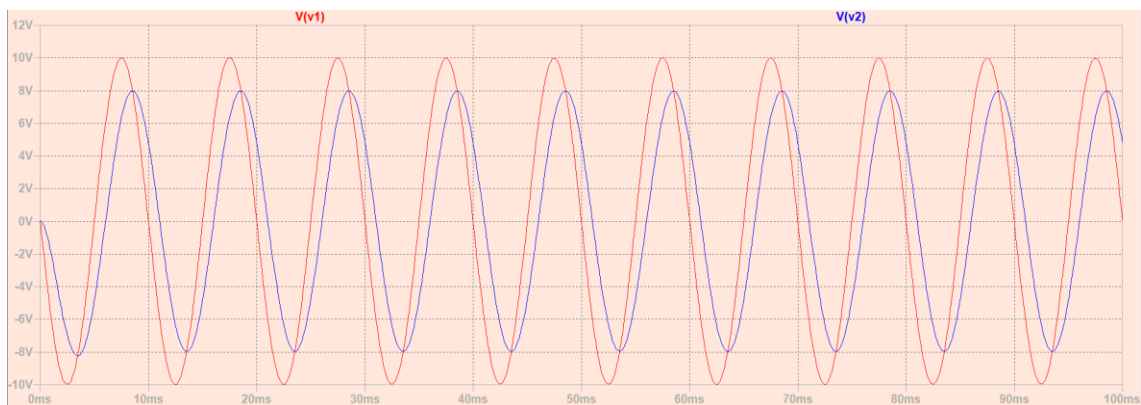
En base a lo anterior, es posible decir que el desfase es negativo, ya que el desfase de V_s es 0, y la ecuación de desfase sería igual a $\phi = \phi_{V_s} - \phi_{V_2}$, por lo tanto, el desfase es igual a $\phi = -38.68^\circ$.

Gráfico 5: V2 vs V1



Se observa que los valores de A y B son los mismos, por lo tanto, la magnitud del desfase será la misma que la anterior. Sin embargo, el signo puede ser distinto, para analizarlo se grafican los voltajes en función del tiempo.

Gráfico 6: V1 y V2 vs tiempo



Se observa que V_1 adelanta a V_2 , por lo tanto, se cumple que $\phi = \phi_{V_1} - \phi_{V_2}$ es mayor a cero, ya que V_1 es mayor a V_2 . En base a esto es posible decir que el desfase sería positivo en este caso, y sería igual a $\phi = 38.68^\circ$.