

Trabajo de laboratorio N°1

Federico Verstraeten

Ezequiel Ignacio Pepe

20 de Marzo de 2017

Índice

A) Amplificador de tensión o multiplicador por una constante	1
1. Obtener el valor de la tensión pico de salida del circuito y su forma de variación temporal para una entrada senoidal de 1 kHz y $V_{i1} = 0.2\text{ V}$, con los siguientes valores de R_1 , R_2 : y $R_L = 1\text{ k}\Omega$.	2
a) $R_1 = 1\text{ k}\Omega$ y $R_2 = 10\text{ k}\Omega$	2
b) $R_1 = 1\text{ M}\Omega$ y $R_2 = 10\text{ M}\Omega$	4
c) $R_1 = 1\text{ k}\Omega$ y $R_2 = 1\text{ M}\Omega$	6
2. Respuesta en frecuencia	6
Simulación:	6
Medición	8
B) Circuito Integrador	11
Simulación	11
Medición	12

F) Circuitos Rectificadores	12
------------------------------------	-----------

Objetivo: Presentar a través de mediciones en laboratorio, la utilización de circuitos integrados analógicos y componentes asociados para la realización de distintas funciones. Observar las limitaciones que presenta el uso de los modelos representativos del funcionamiento de dichos circuitos integrados para predecir su comportamiento, como así también la influencia de las características del instrumental utilizado en la medición, en los valores obtenidos.

A) Amplificador de tensión o multiplicador por una constante

Se comienza el trabajo con la medición de un amplificador en configuración de multiplicador por una constante. Según el caso ideal se espera que $v_o = \frac{-R_2}{R_1} v_i$.

1. Obtener el valor de la tensión pico de salida del circuito y su forma de variación temporal para una entrada senoidal de 1 kHz y $V_{i1} = 0.2\text{ V}$, con los siguientes valores de R_1 , R_2 : y $R_L = 1\text{ k}\Omega$.

a) $R_1 = 1\text{ k}\Omega$ y $R_2 = 10\text{ k}\Omega$

El calculo teórico nos da que $\frac{v_o}{v_i} = -10$ por lo que debería tener una salida de $\hat{V}_o = 2\text{ V}$.

Simulación

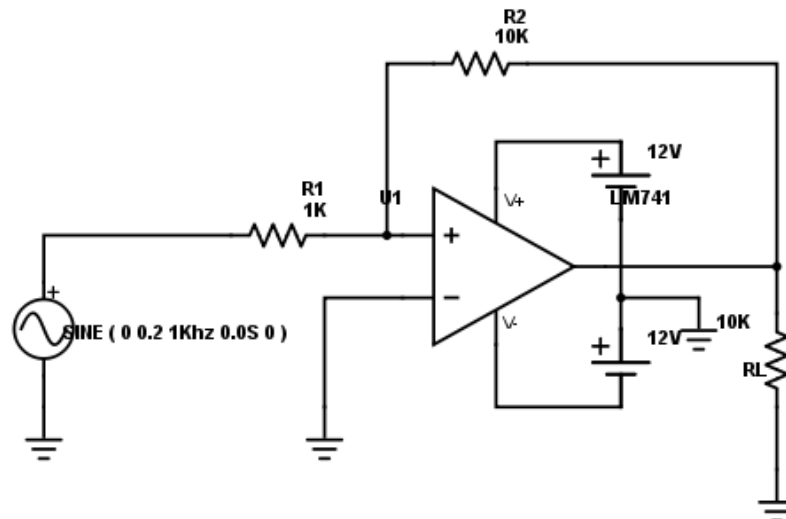


Figura 1: Circuito a simular

En la simulación se ve una salida similar a lo previsto por el modelo ideal. Con una señal de salida 10 veces mayor a la señal de entrada.

Medición

Se usaron los 2 canales del osciloscopio para medir simultaneamente la señal de entrada y salida del operacional.

Usando una señal con $\hat{V}_i = 0.2\text{ V}$ medimos $\hat{V}_o = 2\text{ V}$.

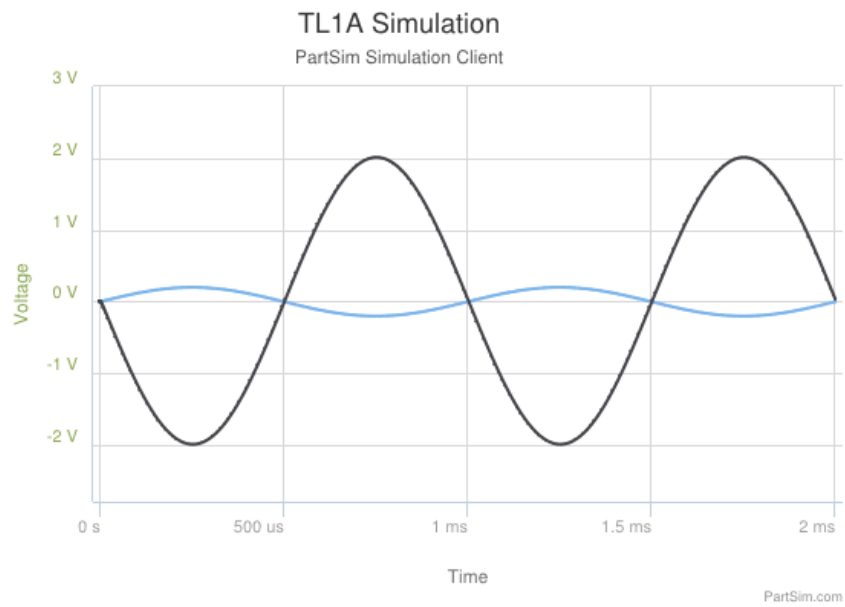


Figura 2: Resultado de la simulación A.1a

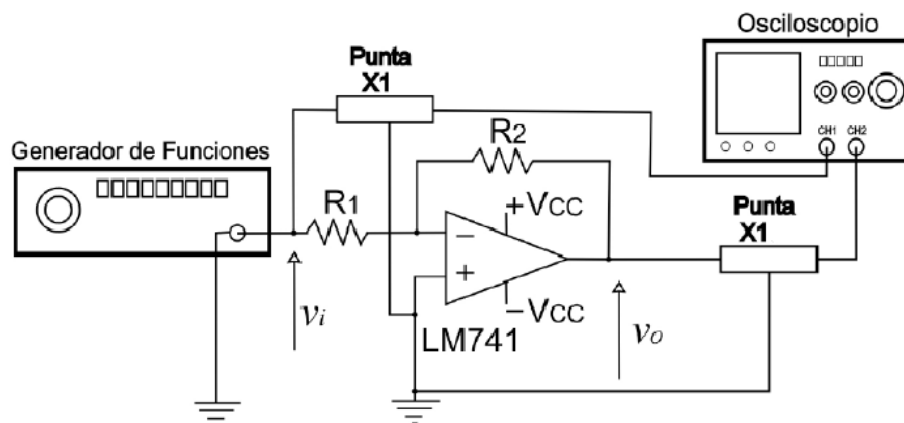


Figura 3: Banco de medición

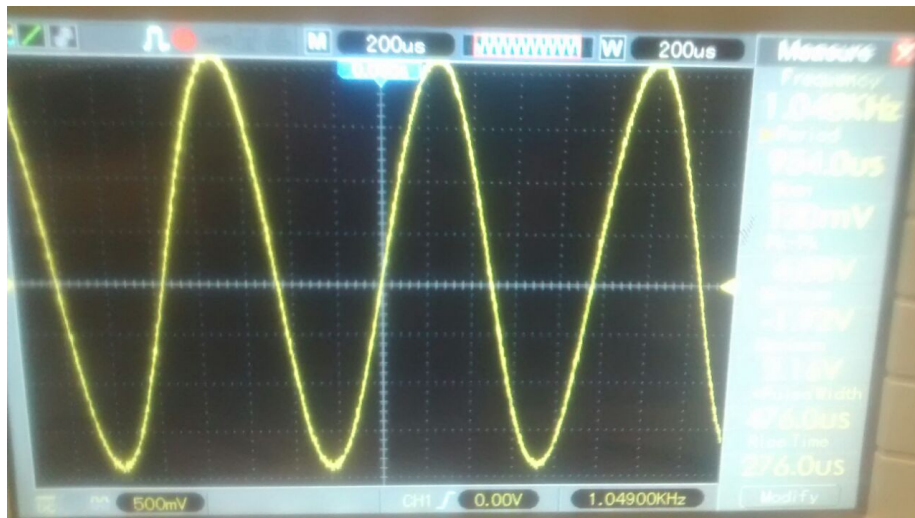


Figura 4: Medición A.1a

Esto es consistente con los simulado. Además las señales de entrada y salida tenían un cambio de fase de π radianes por el cambio de signo del amplificador.

Reemplazar R_L por una resistencia de 10Ω

En este caso se ve que la señal se recorta. Viendo la simulación de corriente por la resistencia de carga se ve que circulan por ella 25 mA lo cual coincide con I_{CS} . Se aleja del modelo ideal porque al no poder entregar más corriente que la de cortocircuito se **limita por corriente**.

b) $R_1 = 1\text{ M}\Omega$ y $R_2 = 10\text{ M}\Omega$

El calculo teórico nos da que $\frac{v_o}{v_i} = -10$ por lo que $\hat{V}_o = 2\text{ V}$.

Al simular esta señal el software reportó errores de convergencia.

Medición

$$\hat{V}_o = 2\text{ V}$$

Se volvió a medir una señal de $\hat{V}_o = 2\text{ V}$.

Observar que en el caso b) su valor se aparta más que en a) del predicho por el modelo ideal, al comenzar a influir el valor de la R i del AO. Para el caso b), modificar la base de tiempo hasta determinar cuál es la fuente de ruido que enmascara el valor útil a medir.

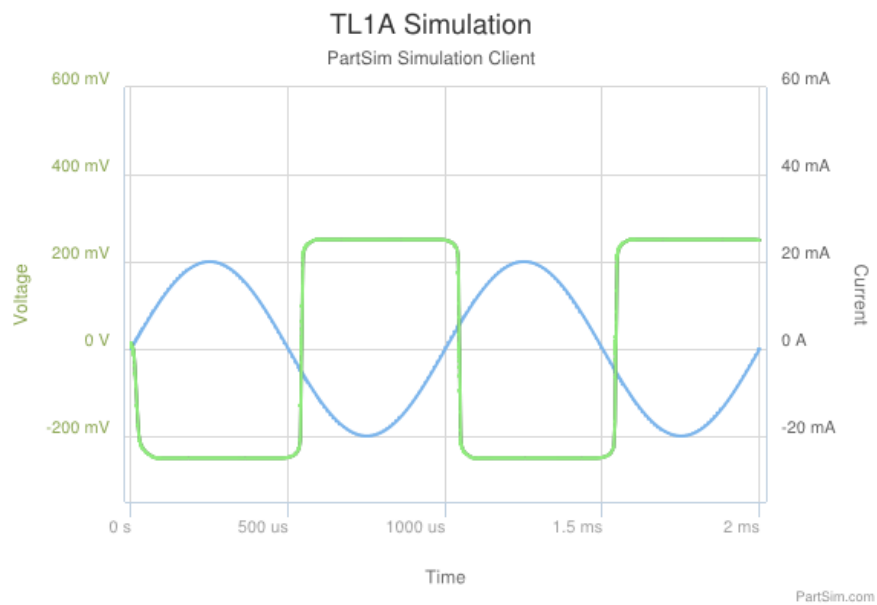


Figura 5: Simulación con $R_L = 10 \text{ A}$

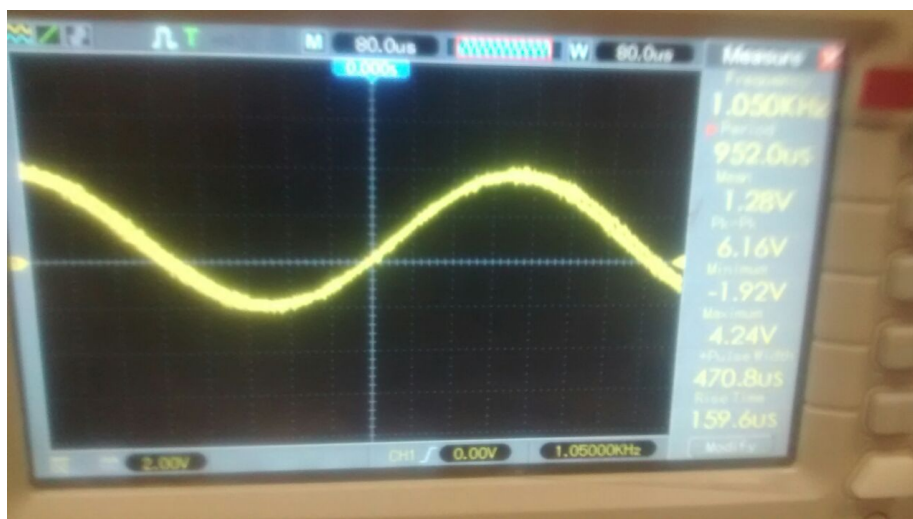


Figura 6: Medición A1b

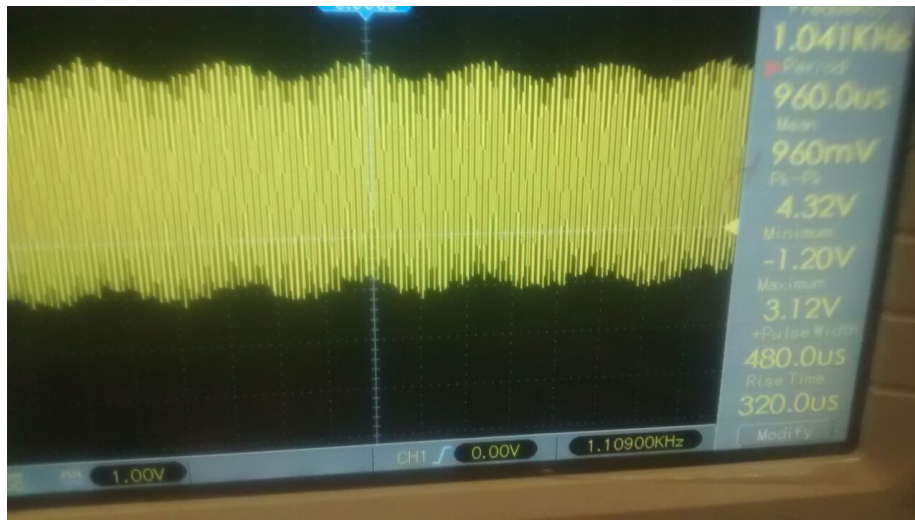


Figura 7: Medición de la señal de ruido

Se vio que la señal medida tiene mucho ruido, incluyendo una gran señal de ruido de 50 Hz. Se especula que esto se debe a que al haber resistencias tan altas a la entrada (comparables con los $2\text{ M}\Omega$ de entrada) cualquier fuente de ruido electromagnético se ve amplificada.

c) $R_1 = 1\text{ k}\Omega$ y $R_2 = 1\text{ M}\Omega$

El calculo teórico nos da que $\frac{v_o}{v_i} = -1000$ por lo que $\hat{V}_o = 2000\text{ V}$.

Observar que en el caso c) es imposible amplificar la señal a los valores que predice el modelo ideal, al alcanzarse los niveles de tensión máximos de funcionamiento, determinados por los valores de las tensiones de alimentación.

Se ve en este caso que la señal se *limita por tensión* dado que las fuentes de alimentación entregan sólo hasta $\pm 12\text{ V}$.

$$\hat{V}_o = 10.55\text{ V}$$

Tanto la simulación como la medición mostraron lo mismo. un recorte a una tensión límite de $\pm 10.7\text{ V}$. La diferencia con lo que entrega la fuente la atribuimos a caídas de tensión en los elementos que componen el circuito interno del AO.

2. Respuesta en frecuencia

Simulación:

En la simulación se ve una $f_c = 93.3\text{ kHz}$.

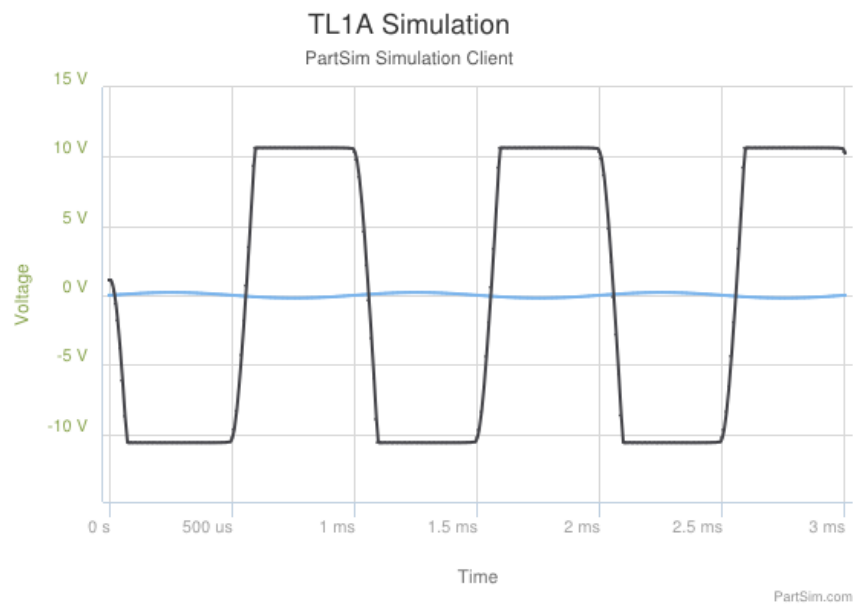


Figura 8: Resultado de la simulación A1c

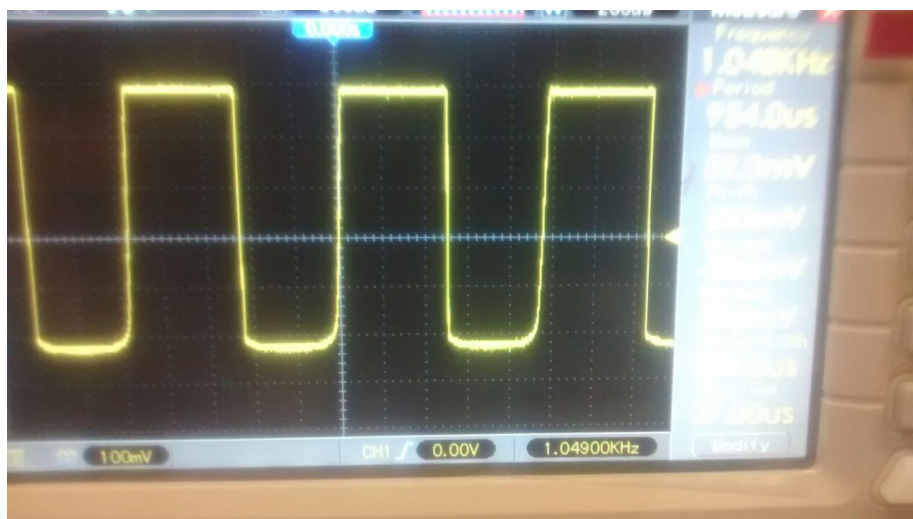


Figura 9: Medición A1c

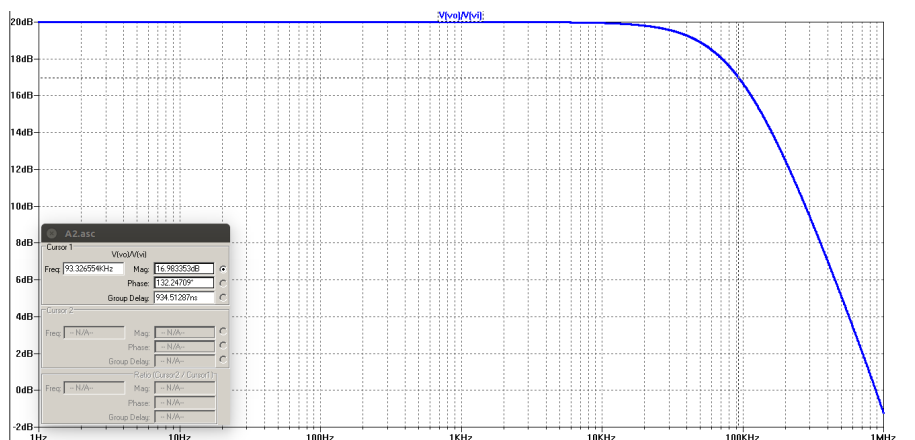


Figura 10: Simulación de la respuesta en frecuencia

Medición

Valor de tensión pico en vacío: 52 mV ($R_1 = 1 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$ y punta 10X).

f	\hat{V}_O
1 Hz	520 mV
10 Hz	520 mV
100 Hz	520 mV
1 kHz	520 mV
10 kHz	520 mV
20 kHz	520 mV
50 kHz	500 mV
94 kHz	368 mV(V_c)
100 kHz	348 mV
200 kHz	188 mV
500 kHz	80 mV
1 MHz	48 mV
2 MHz	20 mV
5 MHz	4 mV
10 MHz	1 mV

Donde se ve que $f_c = 94 \text{ kHz}$

¿Se esperaría medir el mismo valor de f_c , de utilizar la punta de prueba directa (1X)? ¿Y si se mide con un tester digital?

Si se utilizara una punta de medición X1 no se esperarían distorsiones nuevas ya que el filtro que se introduce al conectar la punta tiene un ancho de banda de más de 1 MHz. Si se usara un multímetro digital, debería verificarse que el ancho de banda de operación del instrumento sea adecuado para 100kHz, el cual generalmente no es soportado para mediciones AC. Suponemos que los resultados obtenidos al medir con un tester digital no representarían de manera confiable el comportamiento del circuito medido.

8

Aumentar la tensión de entrada a más de 0.4 V. Verificar que a partir de una frecuencia dada, cambia la forma de la señal de salida. Es decir que para esos niveles de tensión de entrada y frecuencia, el modelo del amplificador dejaría de predecir correctamente la forma de la tensión de salida (Slew rate).

Tanto al simular como al medir encontramos que para 100 kHz la forma de onda de salida se asemeja más a una señal triangular que a la señal senoidal de la entrada.

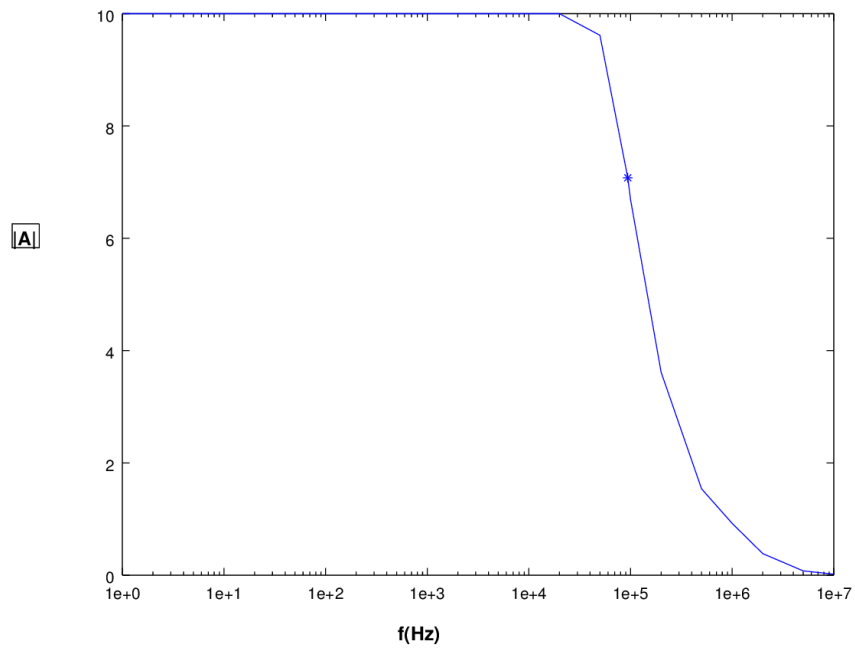


Figura 11: Amplificación de tensión en función de la frecuencia

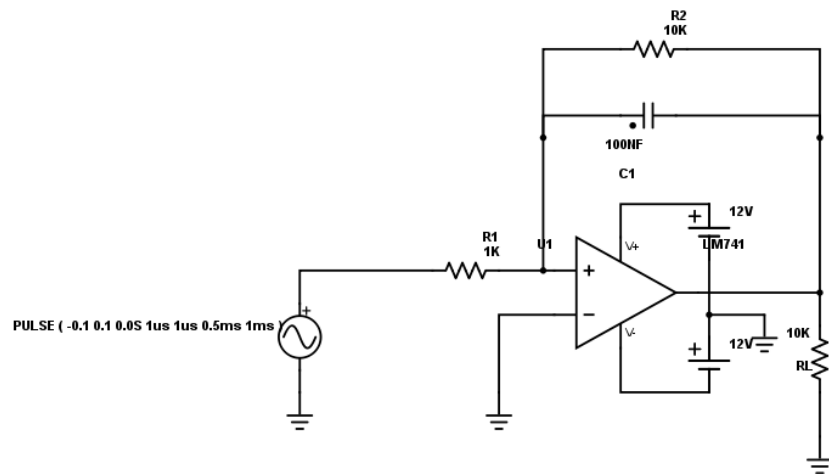


Figura 12: Circuito equivalente al banco de medición

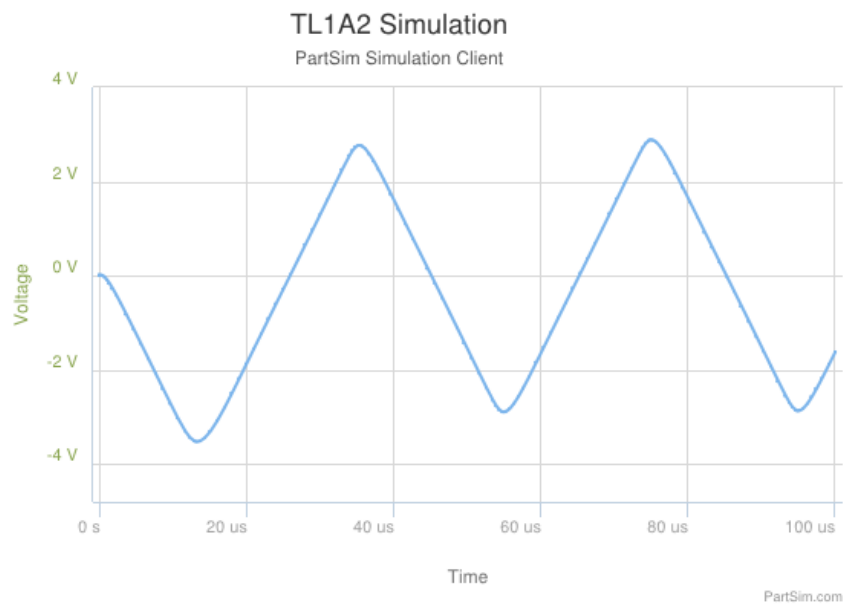


Figura 13: Simulación de la forma de onda distorsionada

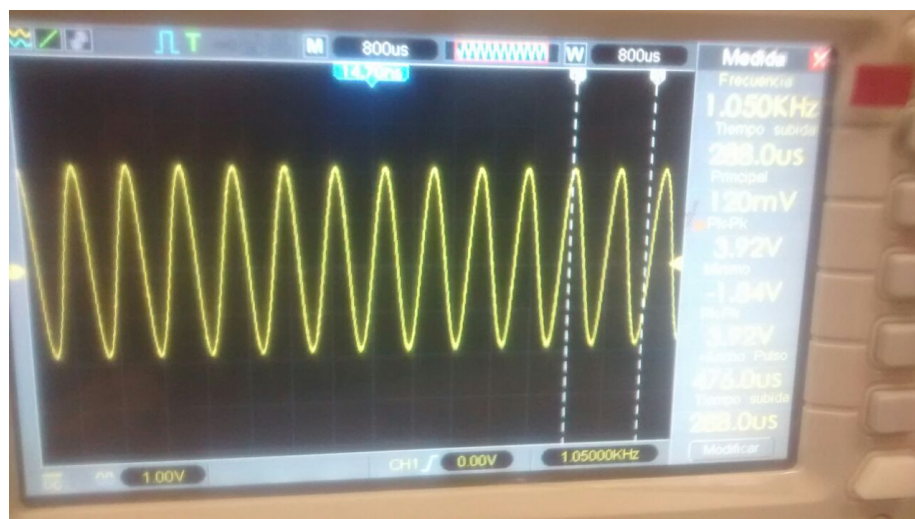


Figura 14: Medición de la forma de onda distorsionada

B) Circuito Integrador

Circuito a medir

Observar la forma de la señal de salida y medir su tiempo de crecimiento si se aplica una señal de entrada cuadrada de $f = \frac{1}{10\tau}$ y amplitud de 0.2 V, con $R_1 = 1\text{ k}\Omega$ y $C_1 = 100\text{ nF}$. Comparar con la obtenida al considerar el AO ideal de la expresión:

$$v_o = \frac{-1}{R_1 C_2} \int v_{i1} dt = \frac{-1}{\tau} \int v_{i1} dt$$

Trabajamos con una señal de entrada cuadrada de $f = \frac{1}{10RC} = 1\text{ kHz}$ de $A=0.2\text{ V}$, con $R_1 = 1\text{ k}\Omega$ y $C_1 = 100\text{ nF}$

Simulación

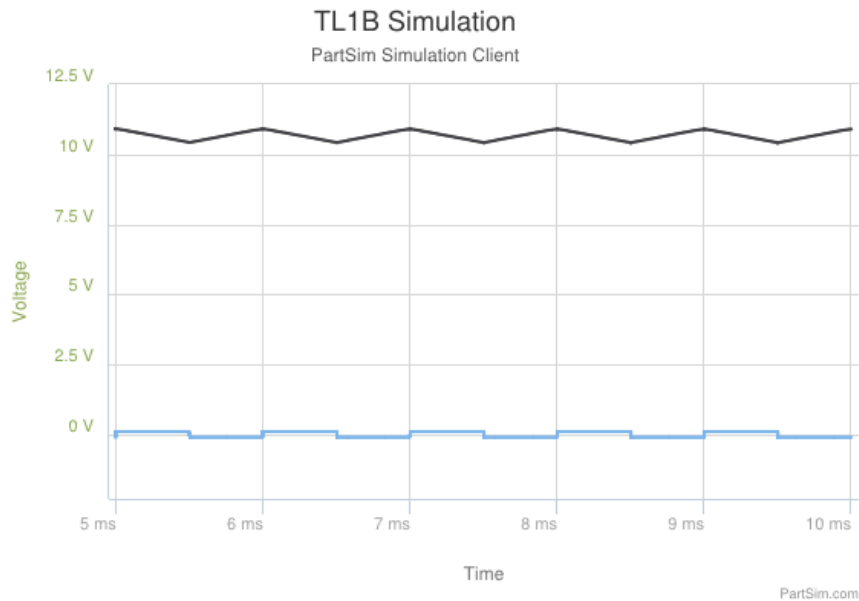


Figura 15: Simulación sin R2

Observar que la integración se ve limitada por los niveles máximos de funcionamiento dados por las tensiones de alimentación. Agregar un resistor $R_2 = 10\text{ }\Omega$ en paralelo con C_2 y observar que la descarga de C_2 a través de R_2 permite un funcionamiento cercano al predicho en el modelo ideal, evitando alcanzar los límites de niveles de tensión de funcionamiento.

Se ve que al integrar el valor medio con el circuito la señal crece indefinidamente. Es por esta integración llega a un límite rápidamente al alcanzar la tensión de alimentación.

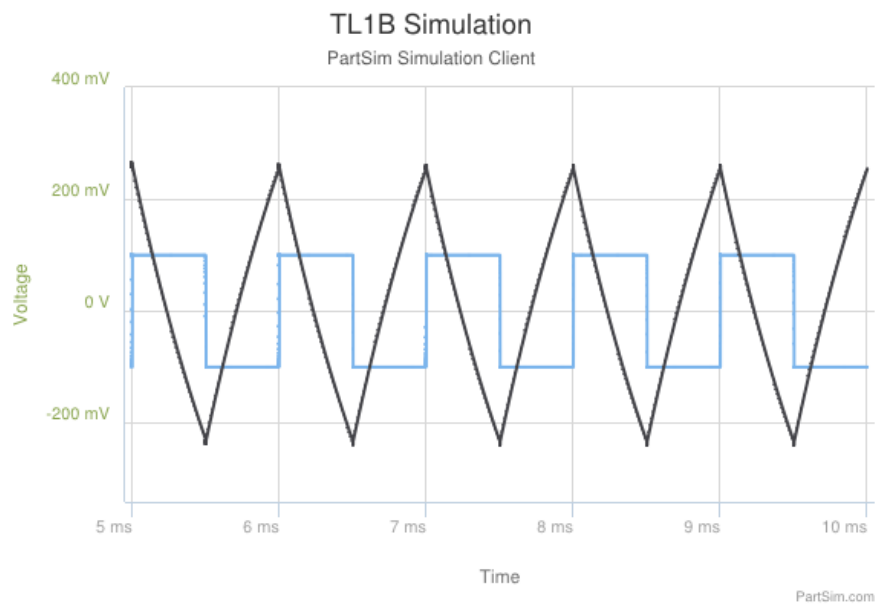


Figura 16: Simulación con R2

Medición

F) Circuitos Rectificadores

{sacar foto de $v_o(t)$ }

$$\hat{V}_o =$$

$$\bar{V}_o =$$

Con un capacitor de 47 μF en paralelo y una señal de $f = 50 \text{ Hz}$ y $A=5 \text{ V}$

$R_L(\Omega)$	$V_{ripple(ef)}$	\bar{V}_o	%
10K			
4,7K			
1K			

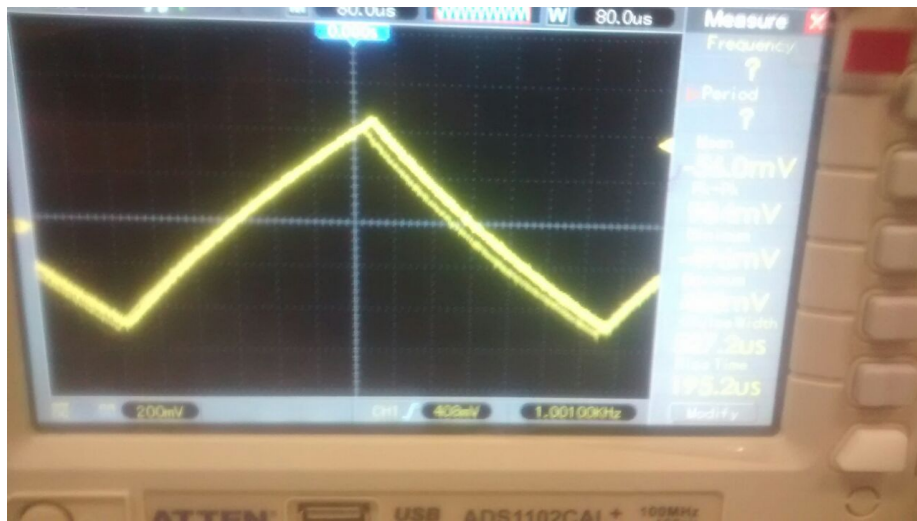


Figura 17: Medición B