

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BUENOS AIRES

22.42 LABORATORIO DE ELECTRÓNICA

TRABAJO PRÁCTICO N° 3

Fuentes Conmutadas

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 Septiembre de 2018

1 Introducción

Se armó el siguiente circuito con una inductancia $L = 1mH$, un capacitor electrolítico de $C = 1\mu F$, una resistencia fija de $R = 150\Omega$ y una resistencia de alambre bobinado de $5W$ de potencia y $R = 1k\Omega$ excitando el circuito con una señal cuadrada $V = 3V_{pp}$ de 50 % duty cycle:

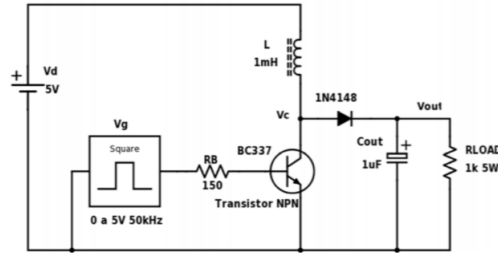


Figura 1: Circuito de Fuente Conmutadas

1.1 Barrido en Frecuencia

Al circuito mencionado se le realizó un barrido de frecuencia de $10kHz$ a $200kHz$, en pasos de a $10kHz$. Observando a $10kHz$ la tensión de salida tiene un ripple de entre $17,3V$ y $19,1V$, con un promedio de $V_o = 18,2V$:

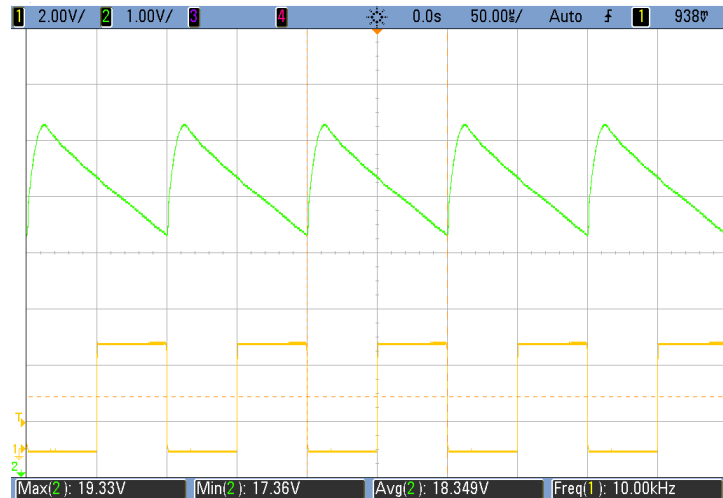


Figura 2: Respuesta del Circuito a 10kHz.

A $50kHz$ la tensión es atenuada teniendo un menor ripple y además en promedio la tensión de salida es $V_o = 10,5V$.

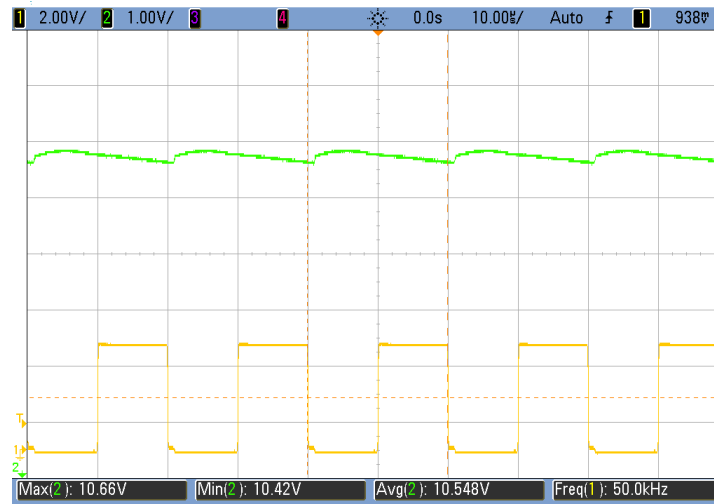


Figura 3: Respuesta del Circuito a 50kHz

Luego a $200kHz$ la señal es prácticamente continua con una tensión de $V_o = 10,5V$

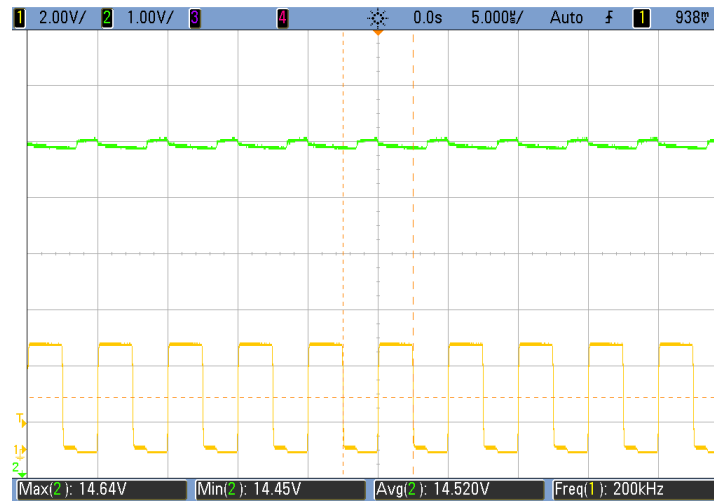
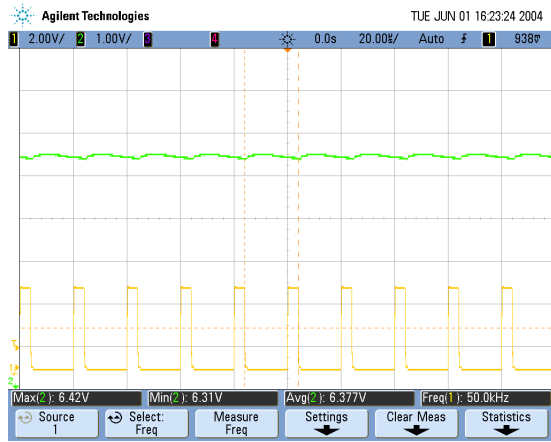


Figura 4: Respuesta del Circuito a 200kHz

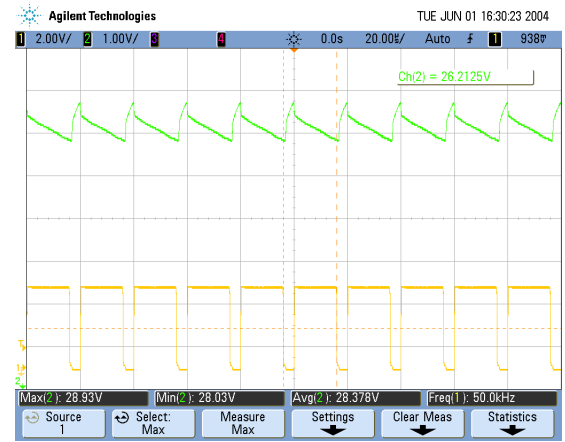
Por lo que a frecuencias más altas se encuentra la salida más estable. Notamos de esta manera que la fuente switching tiene su funcionamiento gracias a la diferencia de tensión generada por el inductor debido a su propiedad $V_L = -L \frac{di}{dt}$, en el cual el cambio abrupto de corriente; también para mantener la tensión de salida constante, ya que una vez que la corriente es estabilizada la tensión de la bobina disminuye, se utiliza un capacitor en paralelo a la resistencia de carga para el caso donde la tensión del inductor disminuya esta se carga estabilizando la tensión de salida. Sin embargo el uso de un capacitor produce un ripple en cuanto se descarga el capacitor, por lo que en frecuencias bajas esta es más notoria porque tendrá más tiempo de descargarse mientras que en frecuencias altas el capacitor tendrá menos tiempo de descarga.

1.2 Variación de Duty Cycle

Variando el duty cycle de la señal de entrada de 20% al 80% a pasos de 10% manteniendo la frecuencia a $50kHz$ notamos que la tensión de salida subió periódicamente de $V_{20} = 6,2V$ a $V_{80} = 23,5V$.



(a) Tension de Salida a 20%



(b) Tension de Salida a 80%

Figura 5: Respuesta del Circuito variando Duty Cycle

Esto ocurre porque cuando el transistor se encuentra en modo activo, la corriente en el inductor aumenta. A mayor duty cycle, la corriente alcanzará un valor más grande, por otro lado, al momento del corte del transistor, el circuito tendrá un cambio más grande en la corriente, es decir a mayor duty cycle, mayor es la tensión de salida.

La aproximación teórica de la corriente en el inductor es $\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{1}{1-D}$, siendo D el duty cycle, y V_{in} la amplitud de la señal de entrada. Con esto se comparó la aproximación teórica con las mediciones variando el duty cycle.

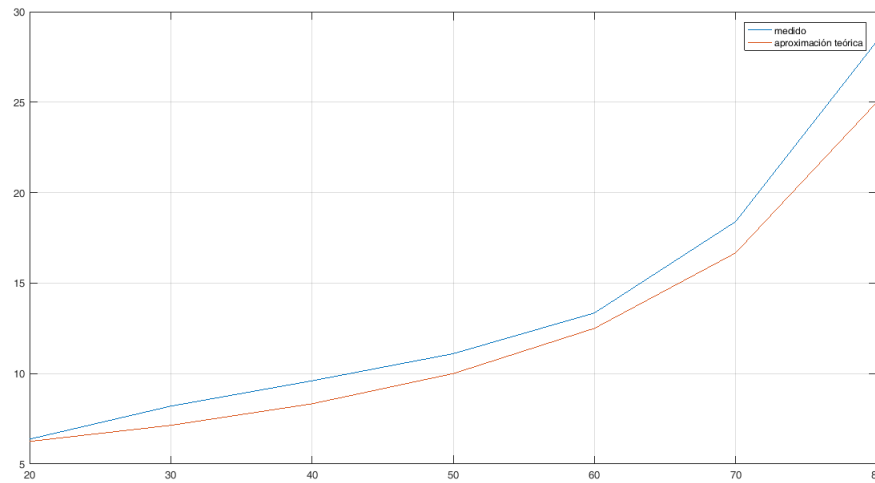


Figura 6: Tensión de salida en función del duty cycle.

1.3 Encendido y apagado de la fuente

Para realizar la medición pertinente se utilizó la función single del osciloscopio. En el caso del encendido, se triggereó con flanco ascendente y de manera análoga para el caso del apagado de la fuente se lo hizo con flanco descendente.

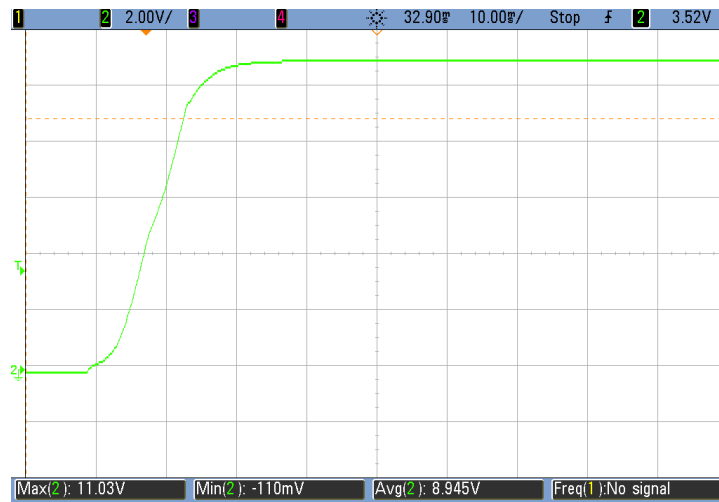


Figura 7: Tensión al encender la fuente.



Figura 8: Tensión al apagar la fuente.

Se midió un falltime de aproximadamente 200ms que se pensó en un principio era la descarga del capacitor, sin embargo al hacer el análisis analítico el falltime debería ser de aproximadamente 5ms, por lo que se concluyó que este tiempo se debe a componentes intrínsecos de la fuente.

1.4 Salida con capacitor en paralelo agregado

Al medir la salida con el capacitor electrolítico de $1\mu F$ se observó la salida típica, que se muestra a continuación. Luego se colocó un capacitor cerámico de $0,1\mu F$ y no se notó diferencia en la amplitud de salida, aunque si resultaba más constante y presentaba menos saltos.

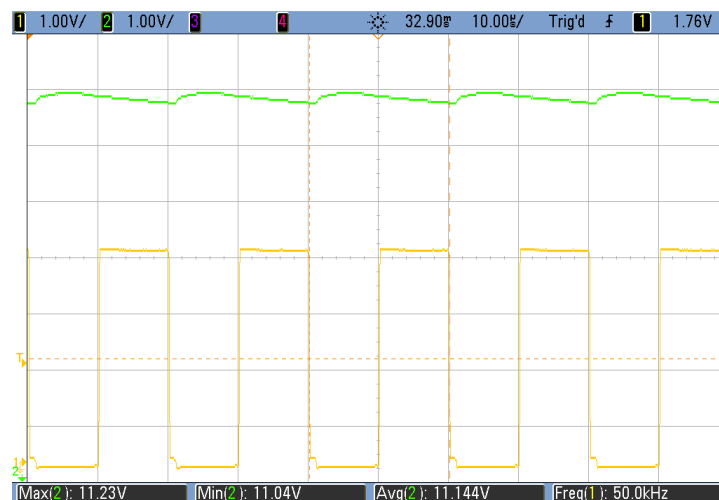


Figura 9: Salida con el capacitor agregado en paralelo.

Al medirse en el analizador de impedancias, la resistencia del electrolítico fue de $3,9\Omega$, y la del cerámico de $1,2\Omega$, si bien la capacidad equivalente no varía de manera relevante, la resistencia disminuyó, lo que obliga a que haya más energía para compensar los saltos de tensión a la salida.

1.5 Tensión en el colector y base del transistor

Se midió la tensión de la base del transistor utilizando la señal cuadrada como entrada (canal amarillo), observando que la salida oscila entre 0 y 0.8V (tensión necesaria para saturar entre base y emisor), con la misma frecuencia que la señal cuadrada, y manteniendo los valores altos de la entrada con los de la salida, igual que los bajos.

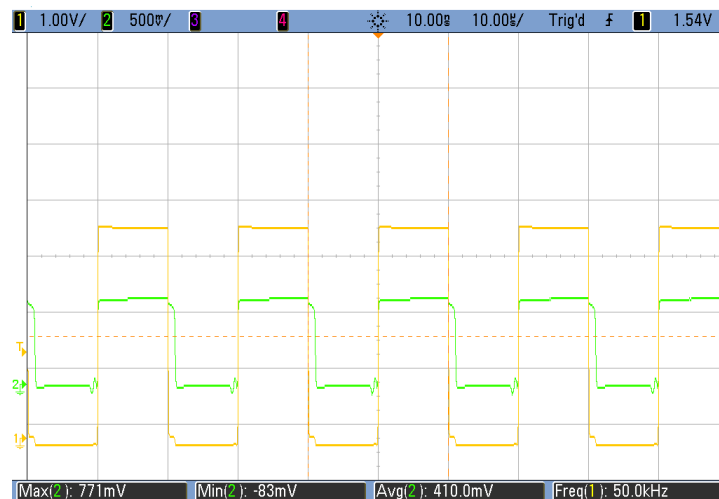


Figura 10: Tensión en la base del transistor.

Luego se midió la tensión en el colector, y se observó que la salida tenía máximos de 12V. En este caso, de manera contraria al caso anterior, la salida está invertida, es decir tiene valores altos cuando la entrada está baja, y viceversa.

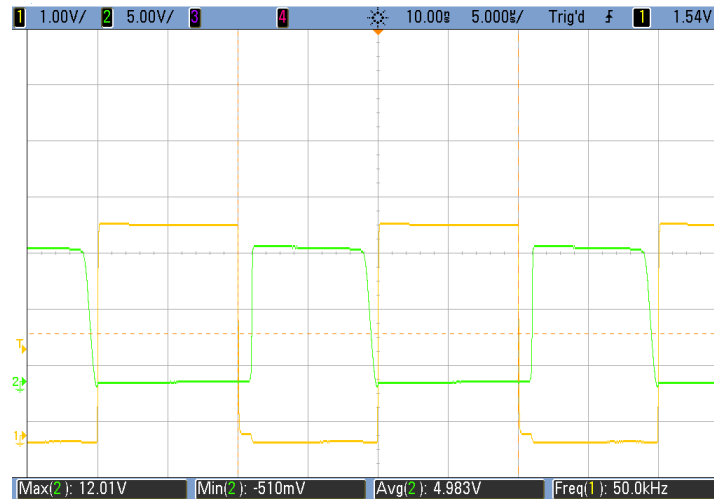


Figura 11: Tensión en el colector del transistor.

1.6 Tensión y corriente sobre la bobina

En primer lugar se colocó una resistencia en serie con la inductancia para medir la corriente. La caída de tensión sobre la resistencia es $I_r = \frac{V_d - V_r}{R}$ siendo V_r el potencial entre la resistencia y la bobina. Se utilizó una resistencia de bajo valor, en este caso 1Ω para que la diferencia de potencial coincidiera con la corriente de la resistencia. Las tensiones V_d y V_1 se obtuvieron con las puntas del osciloscopio entre los bornes de la resistencia y colocando las tierras a la masa del circuito. La importancia de la corriente sobre la resistencia radica en que coincide con el de la bobina $I_L = I_r$ ya que están en serie.

Teniendo en cuenta que la tensión en la bobina cumple $V_L = -L \frac{di}{dt}$ se midió la caída sobre la bobina de la misma manera que la descrita anteriormente para la resistencia. Se observó una rampa cuya pendiente estaba dada por la derivada de corriente presente en la fórmula de la tensión. Entonces se aproximó mediante segmentos pequeños de Δt y Δi para finalmente despejar $L = -\frac{V_L \Delta t}{\Delta i} = 1,12mH$. El valor calculado presenta un error relativo equivalente al 12%.

1.7 Medición utilizando el accesorio resorte

Se midió de manera convencional utilizando el cable a masa común de las puntas, colocando esta masa en la misma del circuito. A continuación, se realizó la misma medición reemplazando el cable de masa por el resorte colocándolo en el emisor del transistor. Se esperaba que disminuyera el ruido, pero no se observó mejoría considerable.