

TP N °3: Dispositivos de potencia

Funes, Pablo N
94894
funestunes@hotmail.com

Vazquez, Matias F
91523
mfvazquez@gmail.com

Luizaga, Ricardo
87528
riluizaga@gmail.com

1. Resumen

En el siguiente trabajo práctico nos enfocaremos en los dispositivos de potencia, específicamente en los igbt y los tiristores. En el caso del igbt se analizara su funcionamiento, variando el circuito del colector con el propósito de verificar su funcionamiento bajo diversas situaciones.

Posteriormente se analizara el funcionamiento de los tiristores, variando la fuente de disparo y el circuito correspondiente.

2. IGBT

2.1. Analisis preliminar

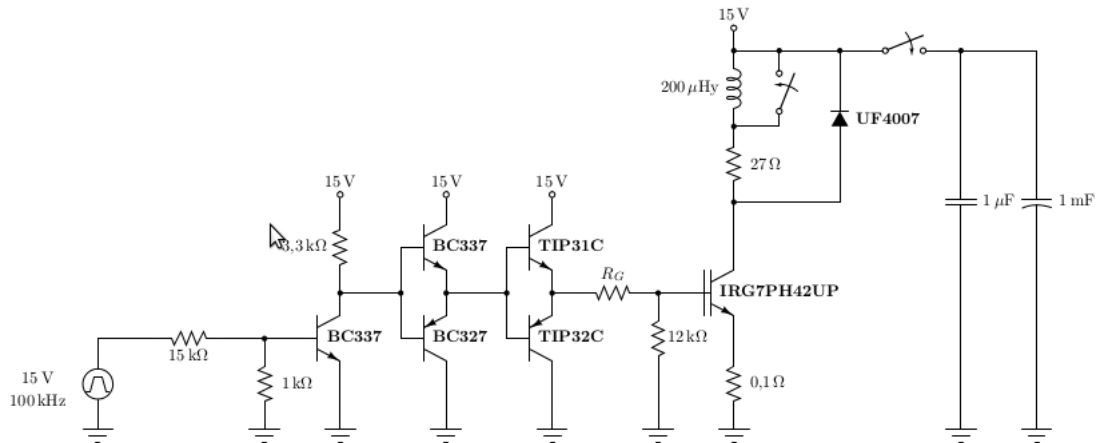


Figura 1: Circuito simplificado de disparo de un IGBT.

- Explicar por qué los transistores ocupan el lugar que ocupan, es decir, por qué es necesario que cada etapa tenga la capacidad de manejar cada vez mas corriente.
- Identificar qué función cumple R_G en el circuito. ¿Que sucede si $R_G = 18\Omega$ o $R_G = 1k\Omega$? Estime la corriente que puede circular por la misma, y calcule en forma aproximada el tiempo que tarda la tensión de Gate del IGBT en establecerse.

La función que cumple R_G en el circuito es la de descargar mas rápido el capacitor asociado al IGBT mientras mas chico sea mas rápido se descargara el capacitor.

$$V_{med} = 7,5V \quad (1)$$

$$I_{med} = \frac{V_{med}}{R_G} \quad (2)$$

para $R_G = 18\Omega$

$$I_{med} = 624,06\mu A \quad (3)$$

para $R_G = 1k\Omega$

$$I_{med} = 576,92\mu A \quad (4)$$

- ¿Que función cumple el diodo UF4007?

El diodo UF4007 cumple la función de proteger al transistor ya que limita la tensión en el transistor durante el paso de saturación a corte, proporcionando a través de los diodos un camino para la circulación de la corriente inductiva de la carga.

2.2. Mediciones del circuito

2.2.1. Caída de tensión y corriente en el resistor R_G

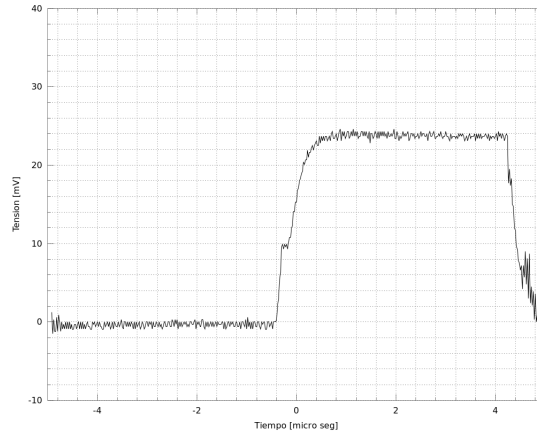


Figura 2: Caída de tensión V_G para $R_G = 18\Omega$

$$I_{med} = \frac{1}{T} \sum_{n=0}^N \frac{V_n}{R_g} \Delta t \quad (5)$$

$$I_{med} = 592,13\mu A \quad (6)$$

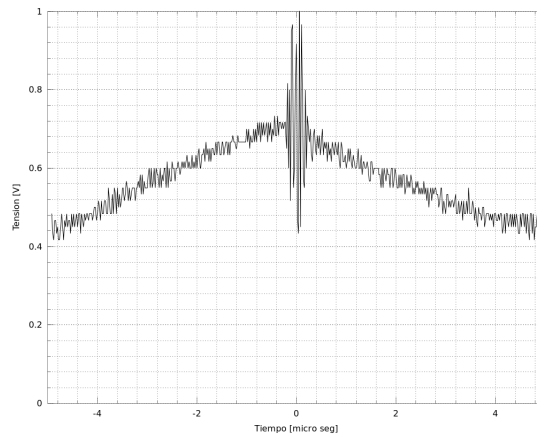


Figura 3: Caída de tensión V_G para $R_G = 1k\Omega$

$$I_{med} = 574,9\mu A \quad (7)$$

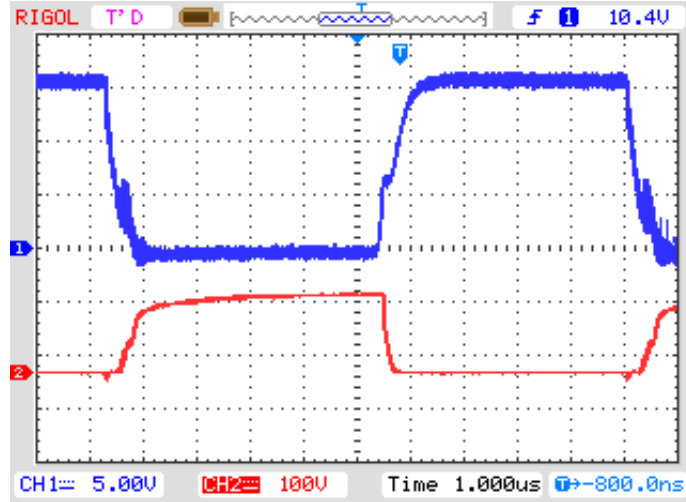


Figura 4: Caída de tension V_G para $R_G = 18\Omega$

Se puede observar en la medición que el transistor logra conmutar su estado esto se debe a que R_G es chica por lo cual el capacitor asociado al transistor logra descargarse.

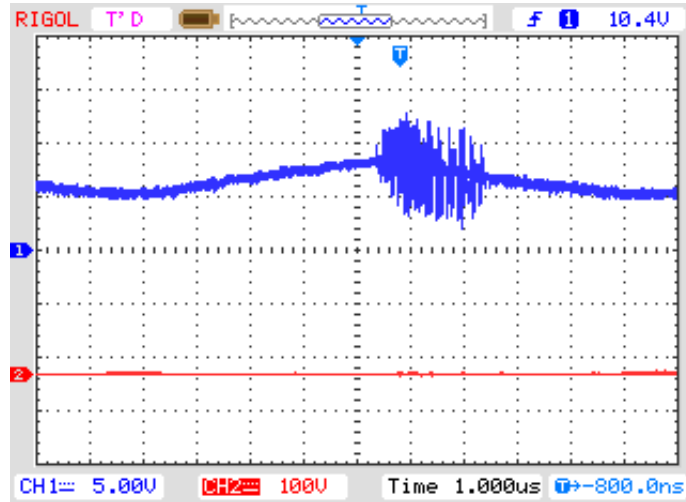


Figura 5: Caída de tension V_G para $R_G = 1k\Omega$

Se puede observar en la medición que el transistor no logra conmutar su estado esto se debe a que R_G es grande y no da tiempo a que el capacitor asociado al transistor logre descargarse. Si la frecuencia de la señal de entrada fuera mas chica el transistor podría llegar a conmutar

2.2.2. Capacidad de entrada

Para calcular el valor de la capacidad de entrada obtuvimos dV/dt mediante cálculos numéricos y obtuvimos la capacidad mediante la siguiente ecuación:

$$C = i \frac{dV}{dt} \quad (8)$$

y obtuvimos:

$$C = 0,137nF \quad (9)$$

Segun la hoja de datos la capacidad de entrada debería ser de 3,338nF.

2.2.3. Con el inductor cortocircuitado y los capacitores de salida conectados
Corriente que circula por el IGBT durante las transiciones

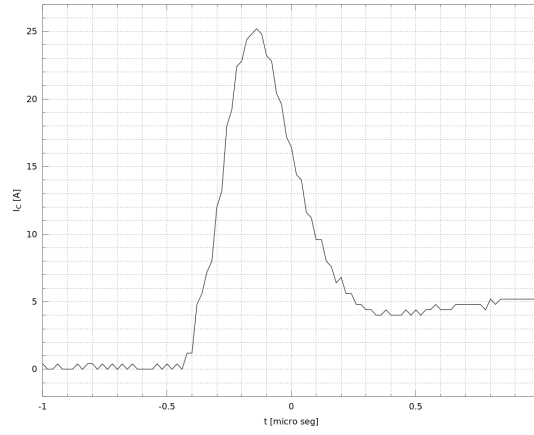


Figura 6: Corriente de colector

Energía consumida durante cada transición

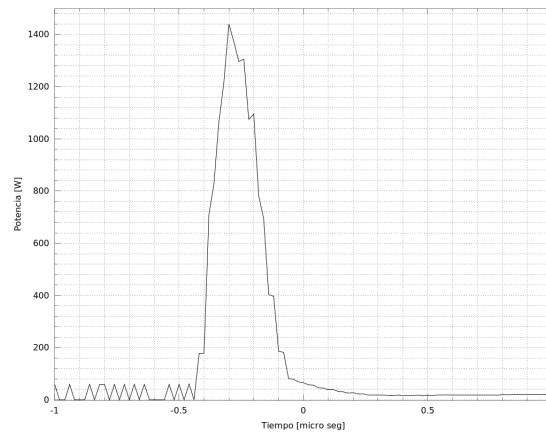


Figura 7: Potencia instantanea

En la figura anterior se puede observar la potencia instantánea. La energía disipada en el transistor durante la transición está dada por la integral de la potencia. La integral numérica viene dada por:

$$W = \sum_{n=0}^N P_n \Delta t \quad (10)$$

$$W = 247,32 \mu\text{J} \quad (11)$$

Potencia disipada

La potencia media viene dada por:

$$P_{med} = \frac{1}{T} \int_0^T p(t) dt \quad (12)$$

T es el período de conmutación, nosotros estábamos trabajando con $f = 100\text{kHz}$.

Pero dado que estamos haciendo cálculos discretos hay que convertir la integral a una sumatoria quedando:

$$P_{med} = \frac{1}{T} \sum_{n=0}^N p_n \Delta t \quad (13)$$

$$P = 24,732W \quad (14)$$

2.2.4. Con el inductor conectado y los capacitores de salida conectados

Corriente que circula por el IGBT durante las transiciones

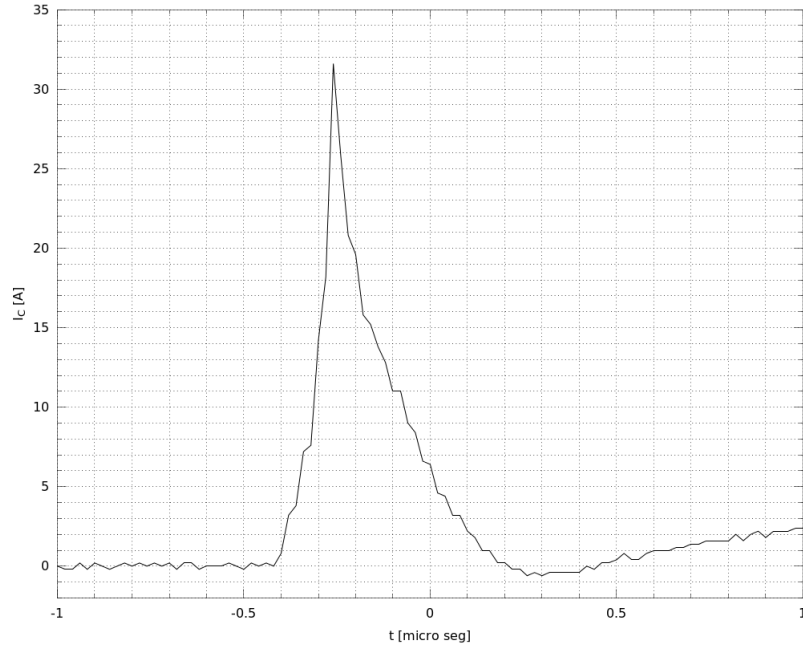


Figura 8: Corriente de colector

Energía consumida durante cada transición

$$W = \sum_{n=0}^N P_n \Delta t \quad (15)$$

$$W = 266,35 \mu J \quad (16)$$

Potencia disipada

La potencia media viene dada por:

$$P_{med} = \frac{1}{T} \sum_{n=0}^N p_n \Delta t \quad (17)$$

$$P = 26,635W \quad (18)$$

2.2.5. Con el inductor conectado y los capacitores de salida desconectados

Corriente que circula por el IGBT durante las transiciones

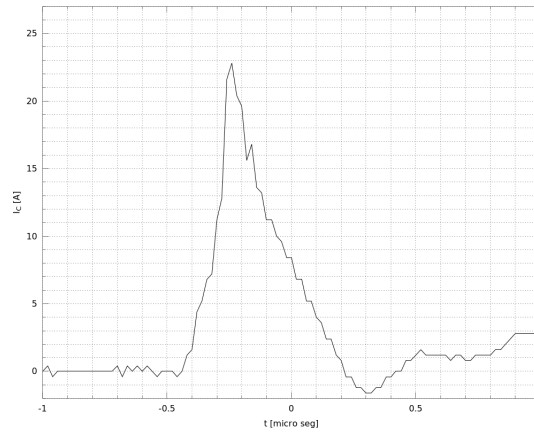


Figura 9: Corriente de colector

Energía consumida durante cada transición

$$W = \sum_{n=0}^N P_n \Delta t \quad (19)$$

$$W = 387,52 \mu\text{J} \quad (20)$$

Potencia disipada

La potencia media viene dada por:

$$P_{med} = \frac{1}{T} \sum_{n=0}^N p_n \Delta t \quad (21)$$

$$P = 38,752 \text{W} \quad (22)$$

2.3. Análisis de mediciones

- ¿Por qué es necesario entregar mucha corriente al gate del IGBT? ¿Que importancia tiene la resistencia serie del circuito que se encarga de controlar el Gate de este dispositivo?

Es necesario entregar mucha corriente al gate del IGBT ya que se debe superar una tensión para lograr que conmute. La resistencia R_G es encargada de descargar el capacitor asociado al IGBT

- ¿Que ocurre si se desea controlar al IGBT con una salida digital típica de un microcontrolador, donde la máxima corriente que se puede entregar es de algunos pocos miliAmperes?

Como la corriente que maneja un microcontrolador es muy chica este no alcanzaría para hacer conmutar el IGBT

- A partir de la estimación de potencia disipada y de los datos térmicos de las hojas de datos realizar el análisis térmico del IGBT y calcular la temperatura de juntura.
- ¿Por qué varía la corriente del IGBT con y sin el inductor conectado?

3. Tiristores

3.1. Analisis preliminar

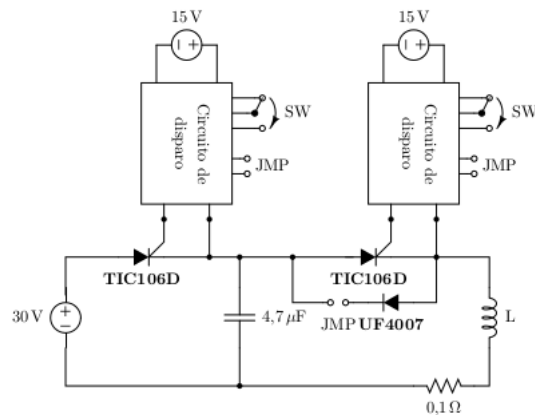


Figura 10: Circuito esquemático simplificado de disparo de dos Tiristores.

El circuito es un RLC oscilatorio amortiguado por lo cual se espera ver una tension senoidal amortiguada en la resistencia. Si el diodo esta conectado la corriente podrá circular por este por lo cual se podrá ver el semiciclo negativo de la senoidal. Si el diodo no esta conectado solo se podrá ver el semiciclo positivo

3.2. Mediciones del circuito

3.2.1. Diodo desconectado y disparo corto

Tensión en el inductor y la resistencia respecto del terminal negativo de la fuente

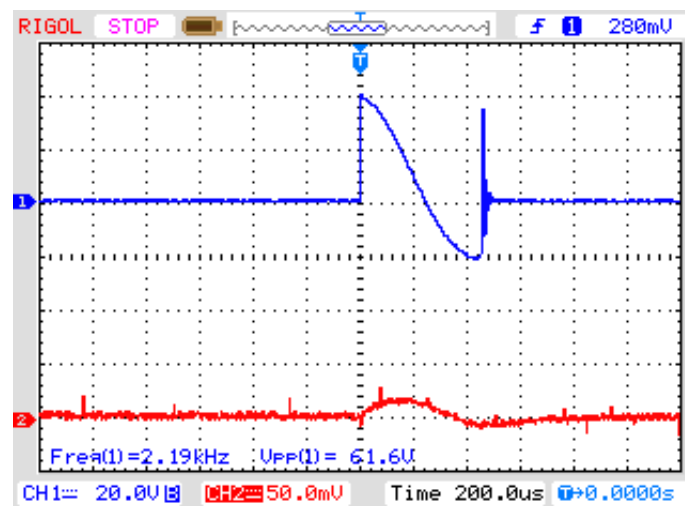


Figura 11: Medición de tensión sobre el inductor y la resistencia respecto al terminal negativo de la fuente

Corriente

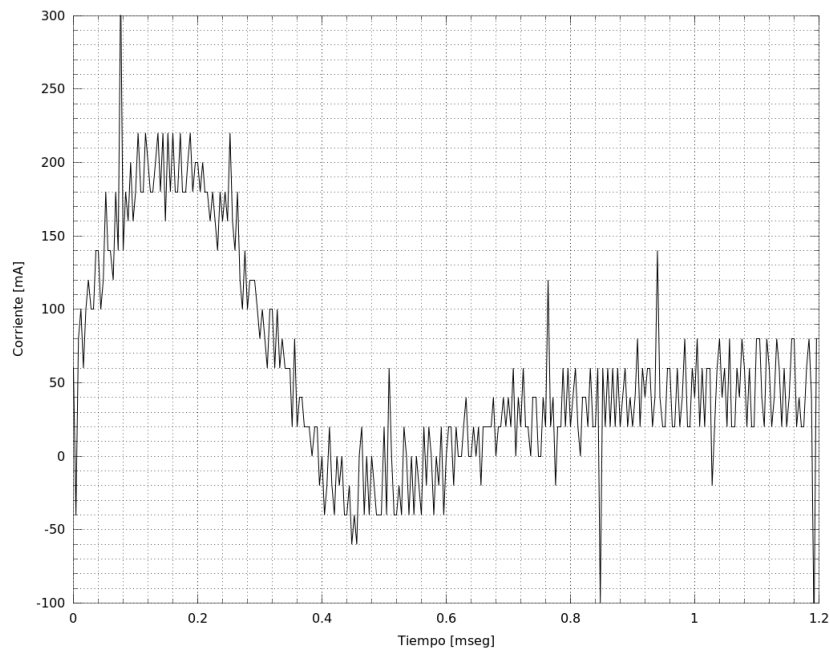


Figura 12: Corriente que circula por el circuito

3.2.2. Diodo conectado y disparo corto

Tensión en el inductor y la resistencia respecto del terminal negativo de la fuente

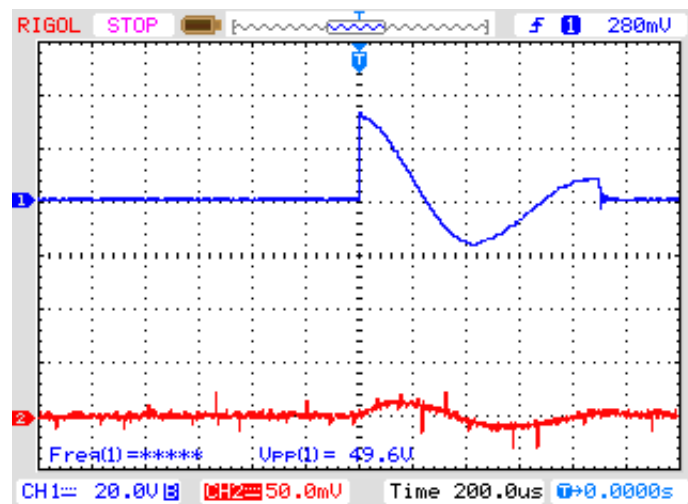


Figura 13: Medición de tensión sobre el inductor y la resistencia respecto al terminal negativo de la fuente

Tensión en el inductor y la resistencia respecto del terminal negativo de la fuente

Corriente

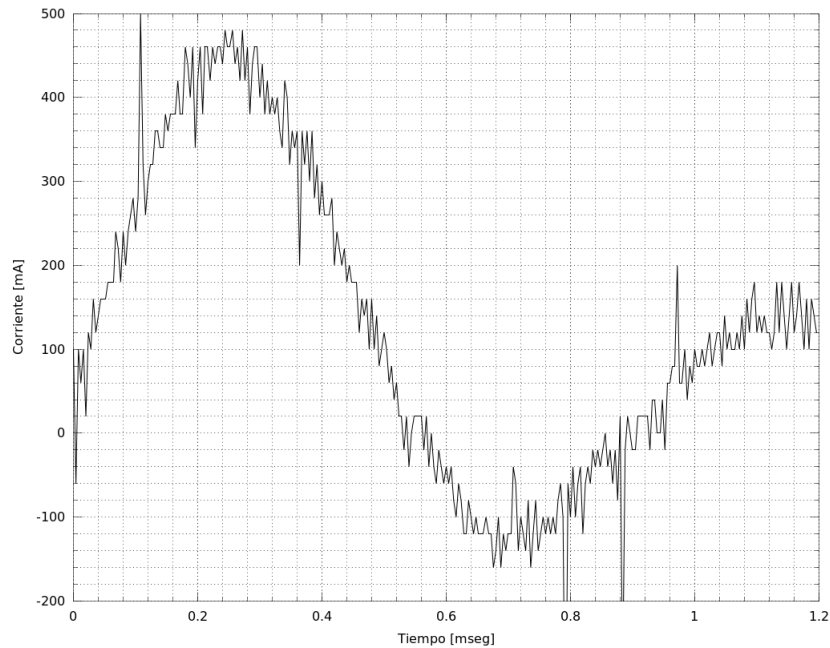


Figura 16: Corriente que circula por el circuito

4. Análisis de las mediciones

- ¿Por qué se producen distintas formas de onda para cada una de las configuraciones medidas?
Se obtienen resultados distintos ya que estamos realizando cambios en el circuito.
- ¿Por qué para cargar el capacitor de $4,7\mu\text{F}$ alcanza para realizar un disparo corto?
El circuito solo está conformado por la fuente, el tiristor y el capacitor, y solo circula corriente hasta que el tiristor se apague. Esto solo pasa cuando el capacitor está cargado.

5. Conclusión

Al utilizar dispositivos de potencia es necesario conocer el objetivo del dispositivo de manera de elegir los dispositivos más acordes. Se deben tener en cuenta los mecanismos de protección y bajo que circunstancias se alcanzan resultados óptimos. Por ejemplo al momento de simular un circuito se utiliza una carga inductiva en lugar de una resistiva.