

Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Cuyo TRABAJO PRÁCTICO	
Asignatura:	Microcontroladores y Electrónica de Potencia
Carrera:	Ingeniería Mecatrónica
Año: 2021	UNIDAD 2: PRINCIPIOS DE ELECTRÓNICA DE POTENCIA

1. Explique el efecto Miller que se da en los transistores mosfet.
2. Explique la diferencia entre los IGBT y los Mosfet. Dé ejemplos en los que se debe utilizar uno o el otro y justifique.
3. Realice el cálculo térmico para un mosfet IRFZ44N que deberá funcionar con un motor de CC de 1KW a 40V. La frecuencia de conmutación es de 500KHz y se dispone de un disipador ZD-23. Tomar una temperatura ambiente de 50° en todos los casos.
4. Analice el caso en que en vez de funcionar el circuito del problema anterior a una frecuencia de conmutación de 500KHz funciona a 1KHz y comente conclusiones.
5. Se impone ahora como condición que el semiconductor no supere los 80°C con el disipador ZD-18, elija un mosfet capaz de cumplir esta condición con una frecuencia de conmutación de 500KHz, realice el cálculo térmico.

Las partes 6 y 7 debe ir respondiéndolas siguiendo el siguiente formulario, que incluye videos demostrativos:

https://docs.google.com/forms/d/1m94lCo22gw7neTVqOOcg61seKqJU_ZZ4c00gmwQfQt8

6. DISPOSITIVOS DE POTENCIA – Mosfet

- 6.1. Analice el circuito que se le presenta, coloque el transistor mosfet IRFZ44N en la bornera del transistor, tenga especial atención en la disposición de Gate, Drain y Source.
- 6.2. Analice y comente el funcionamiento del circuito PWM que se le presenta. Conecte la fuente del PWM en la bornera indicada como PWM del circuito del transistor.
- 6.3. Coloque la carga resistiva a la bornera de salida y observe con el osciloscopio la señal entre Vg y masa. Describa la curva.
- 6.4. Anote los valores de ton-toff observados y anote la temperatura del semiconductor
- 6.5. Varíe el ton-toff del PWM, anote los respectivos valores y los valores de la temperatura
- 6.6. Ante un mismo ton-off varíe la frecuencia de conmutación, anote las frecuencia y los valores de temperatura
- 6.7. Quite la carga resistiva y coloque una carga inductiva. Observe las repercusiones en Vgs y comente.
- 6.8. Coloque un diodo PN de protección, observe el resultado y comente.

Coloque un diodo schottky de protección y comente las diferencias con el diodo anterior.

6.9. Coloque entre el circuito generador de PWM el circuito del drive de mosfet del IR2110 que se le provee. Observe V_{gs} , anote los ton-toff y comente conclusiones.

7. DISPOSITIVOS DE POTENCIA - IGBT

7.1. En el lugar donde estaba el mosfet coloque el IGBT XXXXX, prestar especial atención a Gate, colector y emisor.

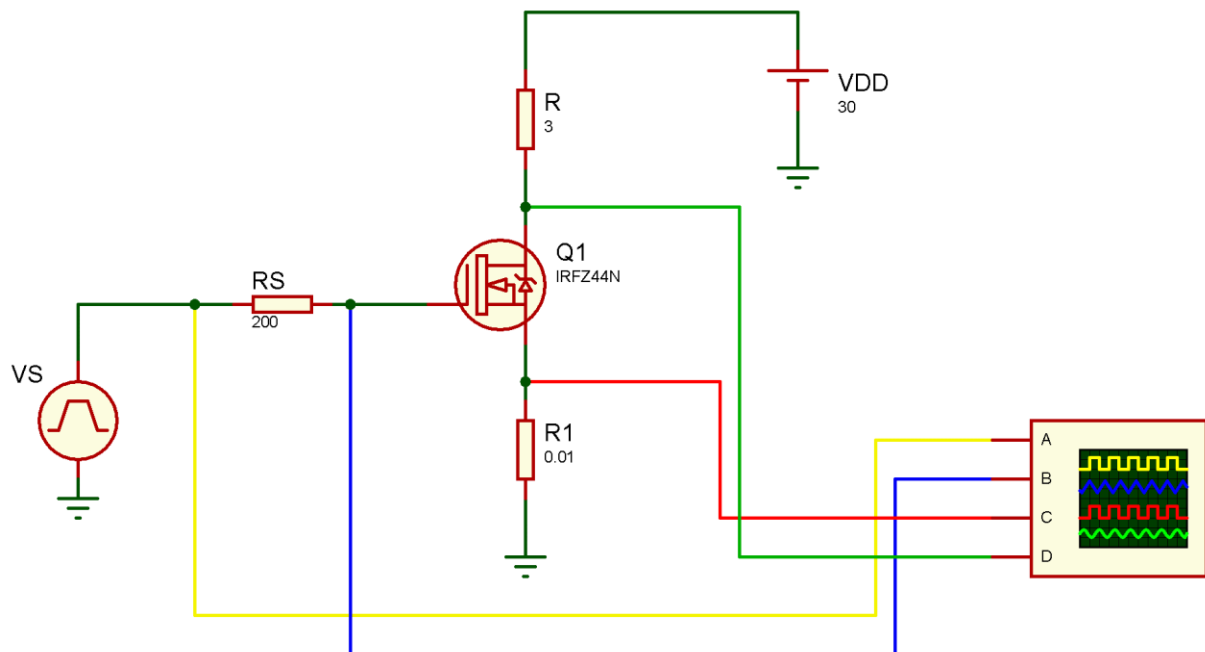
7.2. Observe con el osciloscopio V_{ge} y V_{ce} . Describa ambas curvas.

La parte 8 debe responderla utilizando un simulador de circuitos

8. ANÁLISIS DE MOSFET EN SIMULADOR

El objetivo de estos ejercicios es realizar una práctica integral de análisis de circuitos con instrumentos, visualización y determinación de parámetros de interés, con la ayuda del simulador.

8.1. MOSFET con carga R



Q1 es un IRFZ44N

V_s es una señal rectangular de 10 volts, 1kHz y duty cycle 50%. R_s representa la limitación en la capacidad de entregar corriente de la V_s . Por ejemplo una I_{Gmax} de 50mA a 10 volts se representa con una $R_s = 10/0,05 = 200$ ohms.

R_1 es muy pequeña (0,01 ohms) y permite medir $I_s = I_D$ con mínima influencia en la excitación de Q1

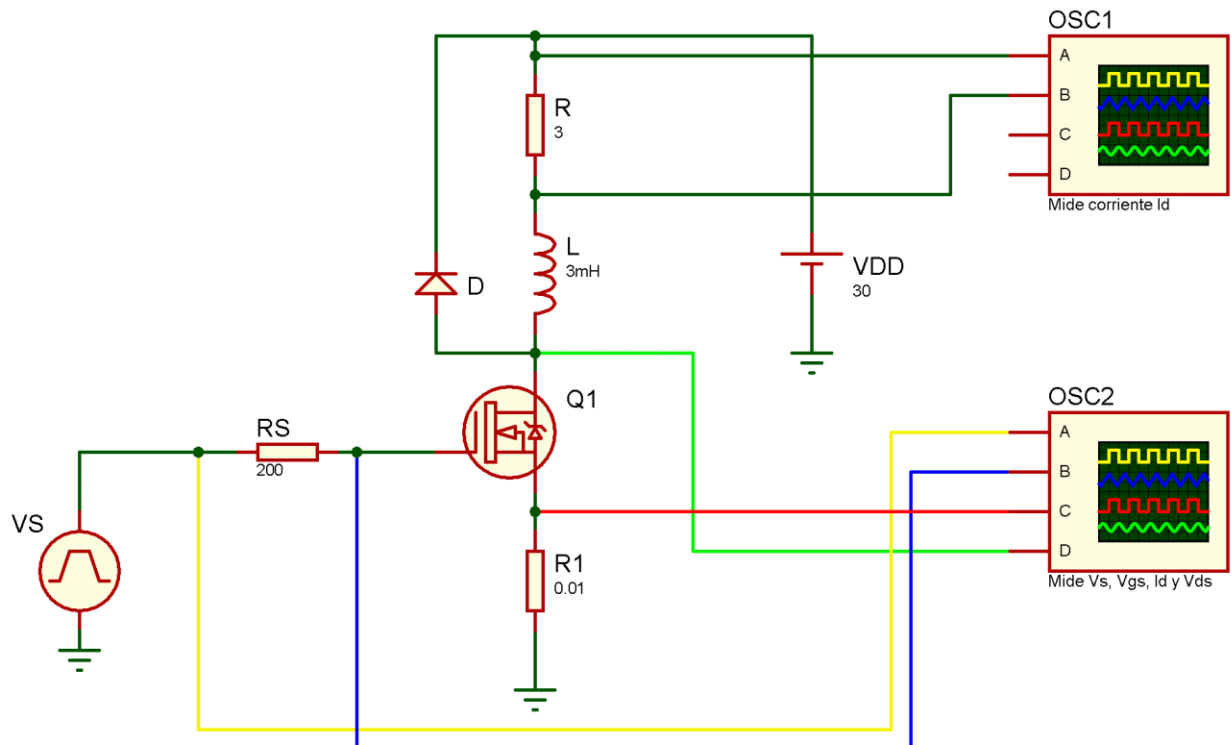
R es la carga puramente resistiva. Midiendo la caída de tensión en R y dividiendo por R determinamos la corriente en la carga I_R , que en este caso es coincidente con I_D e I_s .

El osciloscopio mide la V_s , la V_{GS} , la $I_s = I_D$ mediante R_1 , y la V_{DS} .

Consignas:

- 1- Construir el circuito de la figura. Para V_s puede utilizar V_{pulse} (del menú general de componentes) o $PULSE$ (de la paleta de GENERATORS).
- 2- Medir la corriente en la carga $I_R = I_D = I_s$.
- 3- **Pérdidas de conducción:** Determine la V_{DS} durante la conducción (debe poner canal D del osciloscopio en un rango bajo para observar). En este intervalo mida V_{DS_ON} (debe descontar la caída en R_1). Estime la R_{DS_ON} del MOSFET y las pérdidas de conducción $(I_{D_ON})^2 \times R_{DS_ON}$. ¿Qué comentario tiene respecto a la R_{DS_ON} del modelo provisto en el simulador?
- 4- **Pérdidas de conmutación:** Determine los tiempos de subida y bajada de V_{DS} . Observe la forma de la corriente en esos intervalos. Utilice una aproximación adecuada para estimar las pérdidas de conmutación.
- 5- **Cálculo térmico:** Determinar la R_{TH} de disipador máxima admisible para una $T_{Jmax}=140^\circ\text{C}$ y una $T_{amb} = 60^\circ\text{C}$.
- 6- Repetir pasos 2 a 6 (que denominaremos caso "A") variando los siguientes parámetros:
 - B:** $R_s = 1000$ ohms (representa una I_{Gmax} de 10mA).
 - C:** duty cycle del 95%. (volver R_s a 200 ohms)
 - D:** Frecuencia de 10kHz (volver duty cycle a 50%).
- 7- Compare los casos A a D y obtenga conclusiones.

8.2. MOSFET con carga RL



En este circuito, similar al anterior, se ha reemplazado la carga resistiva pura por una carga RL, representada por una R de 3 ohms y una L de 3 mHy. Se ha agregado

además un diodo de recirculación D (genérico). V_s rectangular de 10 volts, 1kHz y duty cycle 50%. $R_s = 200$ ohms.

R1 es para medir $I_s = I_D$ con mínima influencia en la excitación de Q1

R es la parte resistiva de la carga. Midiendo la caída de tensión en R y dividiendo por R determinamos la corriente en la carga $I_R = I_L$. Para eso el osciloscopio OSC1 tiene los canales A y B a los extremos superior e inferior de R respectivamente, y se coloca en modo A+B con canal B invertido, de modo tal que se obtiene A-B, es decir la caída de tensión en R, para determinar la corriente. Cuidar de que ambos canales estén en el mismo rango para que sea válida la medición (V_R obtenida en canal A), y calcular $I_R = V_R/R$. Observar que si R es la parte resistiva de la carga, indivisible de L, y realmente no será posible determinar V_R aislada ni la corriente. En la práctica se utilizaría una R de muy bajo valor (similar a R1) en serie con la carga y un amplificador de instrumentación, o un sensor Hall.

El osciloscopio OSC2 mide la V_s , la V_{GS} , la $I_s = I_D$ mediante R1, y la V_{DS} .

Consignas:

- 1- Construir el circuito de la figura. Para V_s puede utilizar V_{pulse} (del menú general de componentes) o PULSE (de la paleta de GENERATORS).
- 2- Medir la corriente en la carga, y determinar el valor máximo, mínimo y medio.
- 3- Comparar con la forma de la corriente en el transistor (I_s) (poner ambos osciloscopios en la misma escala de tiempo) y explique lo observado.
- 4- **Pérdidas de conducción:** Determine la V_{DS} durante la conducción (debe poner canal D de OSC2 en un rango bajo para observar). En este intervalo mida V_{DS_ON} mínima y V_{DS_ON} máxima (coincidente con I_D mínima y máxima). Estime la R_{DS_ON} del MOSFET y las pérdidas de conducción $(I_D)^2 \times R_{DS_ON}$
- 5- **Pérdidas de conmutación:** Determine los tiempos de subida y bajada de V_{DS} . Observe la forma de la corriente en esos intervalos. Utilice una aproximación adecuada para estimar las pérdidas de conmutación.
- 6- **Cálculo térmico:** Determinar la R_{TH} de disipador máxima admisible para una $T_{Jmax} = 140^\circ C$ y una $T_{amb} = 60^\circ C$.
- 7- Repetir pasos 2 a 6 (que denominaremos caso "A") variando los siguientes parámetros:
 - B:** $R_s = 1000$ ohms (representa una I_{Gmax} de 10mA).
 - C:** duty cycle del 95%. (volver R_s a 200 ohms)
 - D:** Frecuencia de 10kHz (volver duty cycle a 50%).
- 8- Compare los casos A a D y obtenga conclusiones.
- 9- Compare con el ejercicio 8.1 y comente.
- 10- Coloque una llave SPST en serie con el diodo de recirculación, observe el efecto que tiene abrir y cerrar dicha llave sobre I_L , I_D y V_{DS} . Comente y explique lo observado.