

Nombre, apellidos y DNI:

El examen consta de seis preguntas. Lea detenidamente los enunciados. Si tiene cualquier duda consulte al profesor. Todas las respuestas deben razonarse. La hoja de enunciados y todas las hojas utilizadas deben entregarse. La duración del examen es de 3 horas.

**1. (2,5 puntos).**

Considere un convertor *boost* o *step-up* ideal, en el que el estado de corte o conducción del transistor se controla mediante una señal  $V_{PWM}$  de ciclo de trabajo  $D$  (figura 1):

a) Encuentre la relación entre la tensión de entrada y de salida, en estado estacionario, para un determinado ciclo de trabajo  $D$  de la señal  $V_{PWM}$ , suponiendo comportamiento ideal y funcionamiento en modo continuo.

b) Deduzca las ecuaciones que permiten evaluar los valores máximo y mínimo de la corriente de la inductancia ( $i_{LMAX}$  e  $i_{LMIN}$ ) en modo continuo y determine estos valores si  $V_{in} = 12\text{ V}$ ;  $V_{out} = 48\text{ V}$ ;  $P_{out} = 24\text{ W}$ ;  $L = 100\text{ }\mu\text{H}$  y  $f_s = 800\text{ kHz}$  (frecuencia de conmutación de la señal  $V_{PWM}$ ). Dato: En estas condiciones el convertor opera en modo continuo.

c) Explique qué se entiende por modo discontinuo y encuentre la condición general que debe cumplirse para que el convertor funcione en modo continuo. Encuentre una expresión para el valor de la corriente de salida frontera  $I_{OB}$  que marca el límite de funcionamiento entre modo continuo y discontinuo.

d) Encuentre las ecuaciones que permiten calcular la relación entre  $V_{out}$  y  $V_{in}$  en modo discontinuo (siendo conocidos los valores de los componentes,  $D$  y  $f_s$ ).

**2. (1 punto).** En la figura 2 se muestra el montaje de un convertor *buck* o *step-down* en el que se ha utilizado un transistor PMOS como interruptor del lado alto. El transistor NMOS y la resistencia de  $220\text{ }\Omega$  componen el circuito de *driver* para activar o desactivar este interruptor, partiendo de una señal de control  $V_c$  cuyos niveles bajo y alto son  $0$  y  $5\text{ V}$  con respecto a tierra. Explique el funcionamiento del *driver* (es decir, cómo se consigue activar o desactivar el transistor PMOS) y explique también qué deficiencias o limitaciones tiene este *driver*.

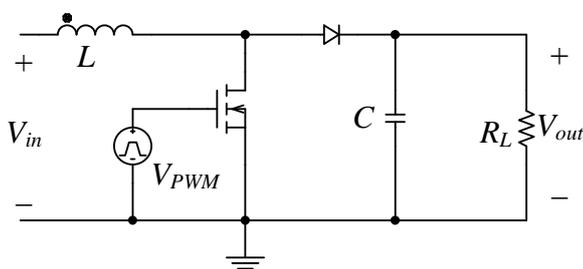
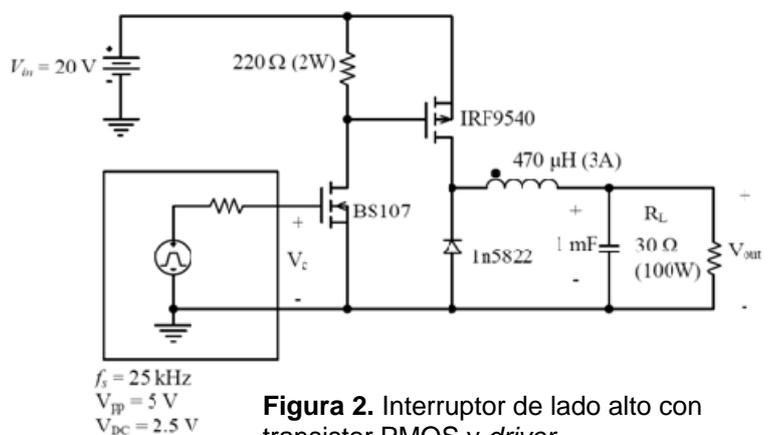


Figura 1. Convertor boost.



$f_s = 25\text{ kHz}$   
 $V_{pp} = 5\text{ V}$   
 $V_{DC} = 2.5\text{ V}$

Figura 2. Interruptor de lado alto con transistor PMOS y *driver*.

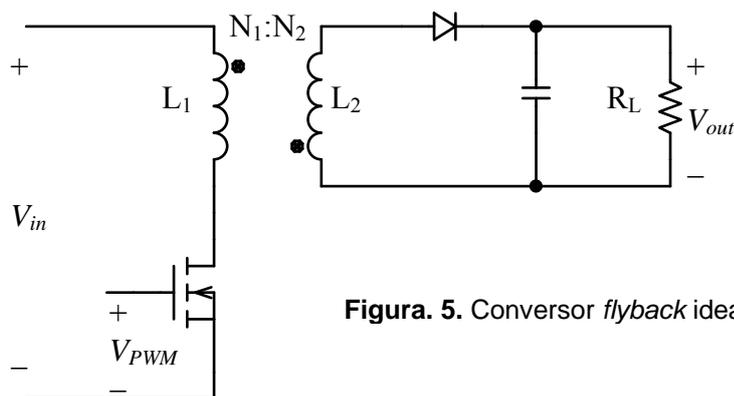
**3. (1 punto).** En un convertor DC-DC la disipación de potencia en los interruptores sería nula si estos interruptores fueran ideales. No es así cuando se utilizan como interruptores dispositivos reales. Se construye un convertor DC-DC utilizando como interruptores transistores MOSFET reales. Explique qué desviaciones de la idealidad de los transistores afectan a la disipación de potencia y cómo es ese efecto.

**4. (2 puntos).** En la figura 4 se muestra el esquema de una simulación de un bucle de control en modo de tensión para un convertor *buck* o *step-down*. Explique la función de los distintos bloques del esquema y de qué manera este circuito consigue controlar la tensión de salida del convertor. Indique cuál será la tensión de salida  $V_{out}$ . (La figura 4 está en la página 3 del examen).

**5. (2 puntos).** En la figura 5 se muestra el esquema de un convertor *flyback* ideal. Las inductancias  $L_1$  y  $L_2$  están acopladas. La señal de control del transistor  $V_{PWM}$  tiene un ciclo de trabajo  $D$  y una frecuencia de conmutación  $f_s$ .

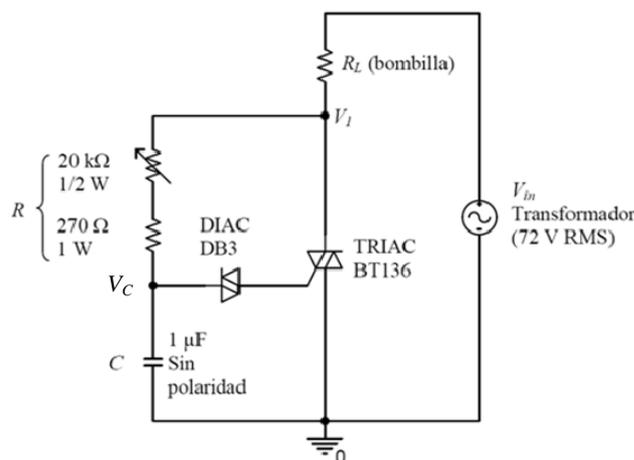
a) Explique el funcionamiento del circuito y demuestre que:  $V_{out} = \frac{N_2}{N_1} \frac{D}{1-D} V_{in}$ .

b) Si  $L_1 = 10 \mu\text{H}$ ;  $R_L = 20 \Omega$ ;  $V_{in} = 15 \text{ V}$ ;  $D = 0,75$ ;  $N_2/N_1 = 2$  (y por lo tanto  $L_2 = 40 \mu\text{H}$ );  $f_s = 1 \text{ MHz}$ , determine los valores máximos de las corrientes de  $L_1$  y  $L_2$ . Dibuje un diagrama donde se muestren las formas de estas corrientes en función del tiempo.



**Figura 5.** Convertor *flyback* ideal.

**6. (1,5 puntos).** En la figura 6 se muestra un circuito de control de la potencia entregada a una carga  $R_L$  en alterna, que utiliza un TRIAC y un DIAC. Explique el funcionamiento del circuito y represente las formas de  $V_{in}$ ,  $V_l$  y  $V_C$  en función del tiempo, suponiendo que  $R_L \ll R$ .  $V_{in}$  es una señal sinusoidal. Detalle el efecto de modificar el valor de  $R$ .



**Figura 6.** Circuito de control de potencia en AC.

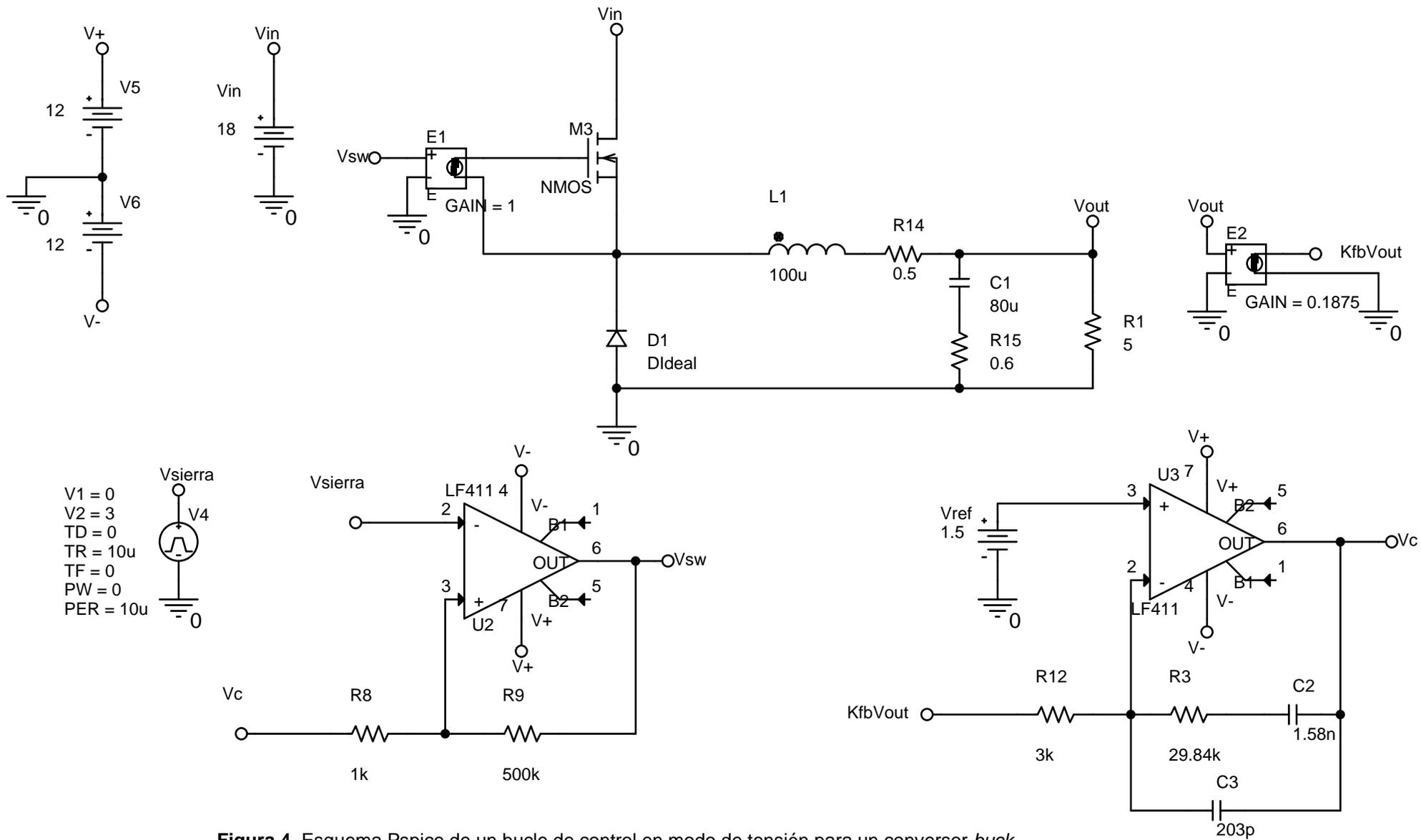


Figura 4. Esquema Pspice de un bucle de control en modo de tensión para un convertor *buck*.