# Práctica 4. LABORATORIO

Electrónica de Potencia

Convertidor DC/DC Cúk

## 1. Diagrama de Bloques

En esta práctica, el alumnado debe implementar un convertidor DC/DC tipo «Cúk». En la Fig1 se muestra el diagrama de bloques del circuito completo, incluyendo el circuito generador de PWM, el acoplamiento con aislamiento galvánico, el «driver» para controlar el interruptor, y el circuito de potencia. Puesto que el circuito tiene bastantes componentes, sea ordenado al colocar los

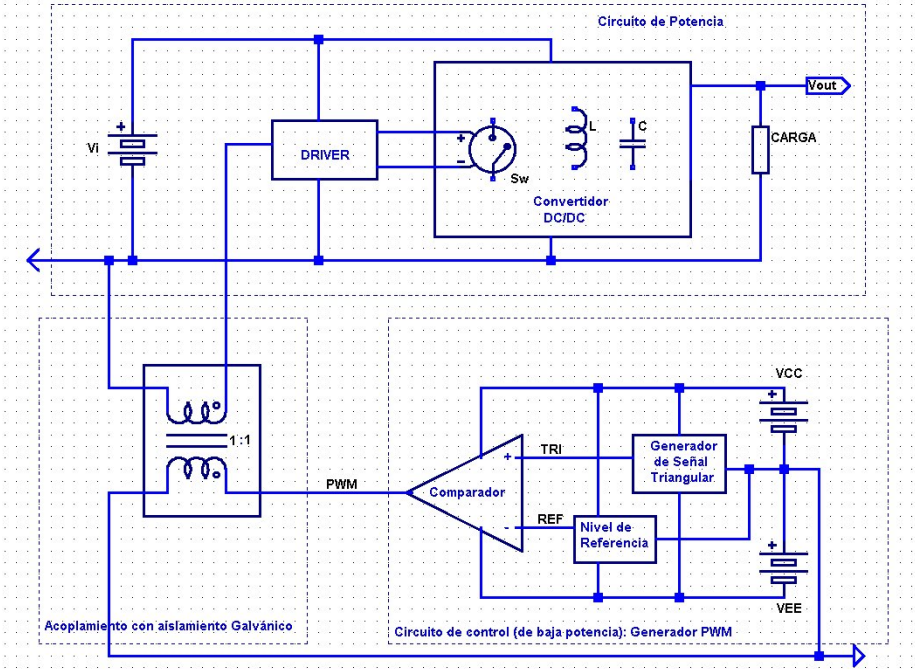


Figura 1: Diagrama de bloques del circuito completo

diferentes elementos en la «proto-board». Es muy importante que siga el orden descrito en este documento, y hasta que no verifique el correcto funcionamiento de un bloque, no monte el siguiente.

# 2. Generador de PWM (Pulse Whidth Modulation)

El generador de PWM se compone de tres bloques: generador de señal triangular, generador de nivel de referencia y comparador.

## 2.1. Generador de señal triangular

Consiste en un oscilador seguido de un integrador. Este circuito ha sido visto en la asignatura Instrumentación Electrónica, donde se describe con detalle su funcionamiento. Siga el siguiente orden para su implementación:

- Usando dos de los cuatro operacionales del integrado TL084, monte el circuito de la Figura 2

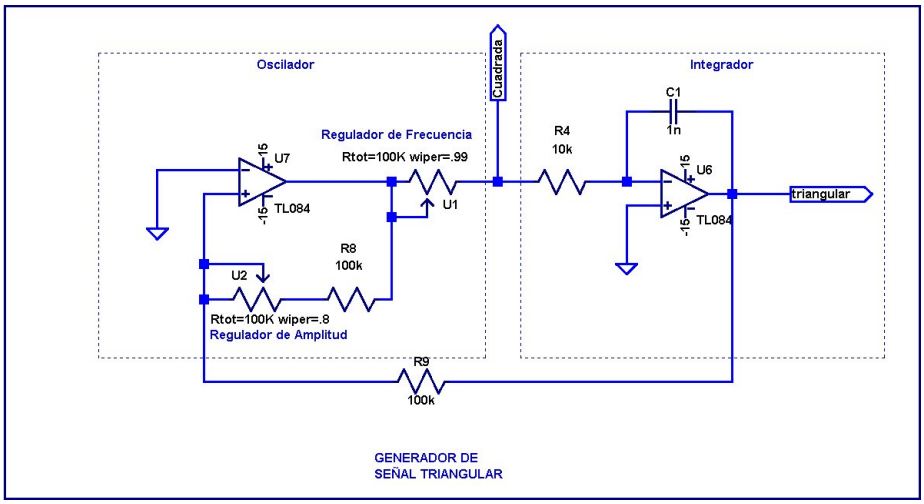


Figura 2: Generador de señal triangular.

Alimente los operacionales con ±15V.

- Visualice la tensión $V_{TRI}$ en el osciloscopio. Regule los potenciómetros hasta conseguir que la señal triangular tenga una amplitud de ±10V y una frecuencia de unos 30kHz. Tenga en cuenta que cuando modifica el potenciómetro que regula la amplitud también se modifica un poco la frecuencia.

## 2.2. Generador de tensión de referencia

Este circuito consta de un divisor de tensión y un seguidor de tensión. La misión del seguidor de tensión es mantener a cero la corriente del cursor del potenciómetro, y por lo tanto, poder actuar como divisor de tensión. Las resistencias limitadoras de 47kΩ determinan los valores máximo y mínimo de tensión, que son ±7.73V.

Usando el tercer operacional del integrado TL084, monte el circuito de la Figura 3. Debido a la tolerancia de las resistencias limitadoras, es posible que

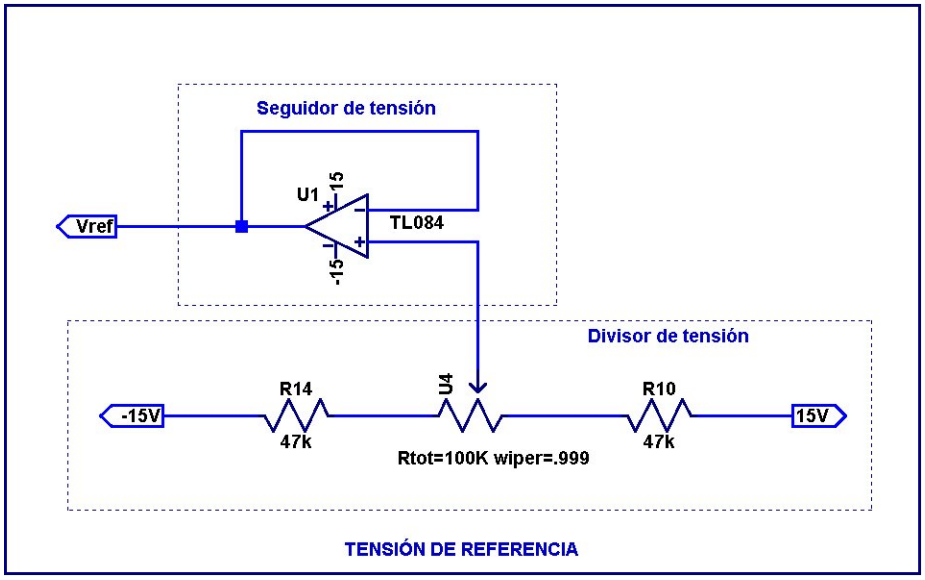


Figura 3: Generador de tensión de referencia

los valores de tensión máxima y tensión mínima varíen un poco. Una vez implementado el circuito lleve el potenciómetro a los extremos y anote los valores límite de $V_{ref}$:

- $V_{\text{máx}} =$
- $V_{\text{mín}} =$

Verifique los valores anteriores son inferiores a ±8V.

## 2.3. Comparador

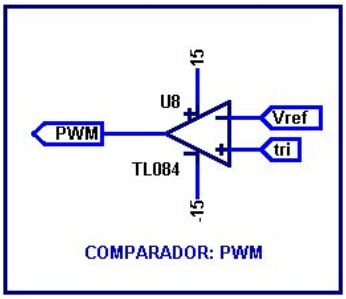


Figura 4: Comparador

En este circuito se usa el cuarto operacional del integrado TL084. Directamente se conecta la señal triangular a la entrada no inversora del operacional, y la tensión de referencia a la entrada inversora. La salida del operacional, puesto que no está realimentada, será la diferencia entre las tensiones de entrada multiplicada por la ganancia del operacional. La ganancia del TL084 es $2x10^5$, así que, cuando la diferencia de tensiones en las entradas sea negativa, la salida del operacional estará saturada a la tensión de alimentación negativa (en realidad -14V). Cuando la diferencia de tensión en las entradas sea positiva, la salida del operacional estará saturada a la tensión de alimentación positiva (en realidad +14V).

- Visualice la salida PWM del operacional en el osciloscopio.

- Gire el cursor del potenciómetro totalmente hacia un lado, y mida en el osciloscopio $T_{ON}$ y T.

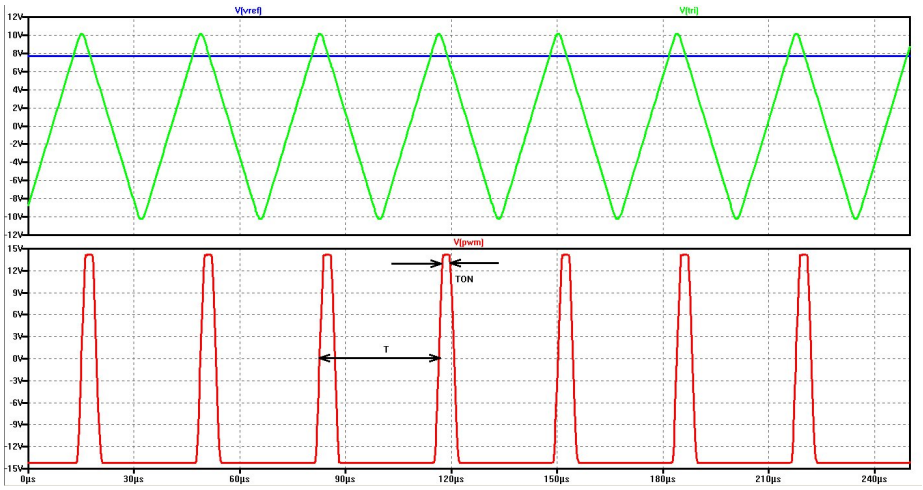


Figura 5: $D_{min} = \frac{T_{ON}}{T}$.

Anote el valor $D_{min} =$ _____

- Gire el cursor del potenciómetro totalmente hacia el otro lado. Repita la operación anterior.

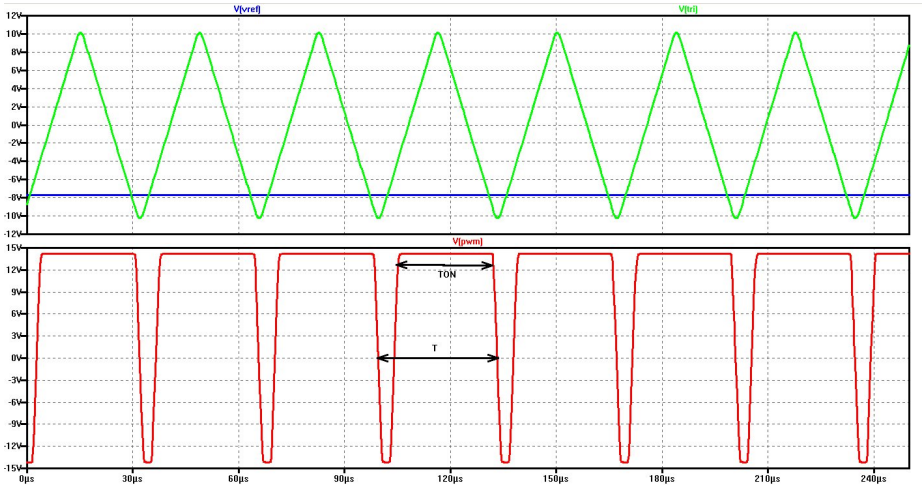


Figura 6: $D_{max} = \frac{T_{ON}}{T}$

Anote el valor $D_{max} =$ _____

Verifique los valores anteriores estén entre $0{,}1 < D < 0{,}88$.

# 3. Acoplamiento y Driver

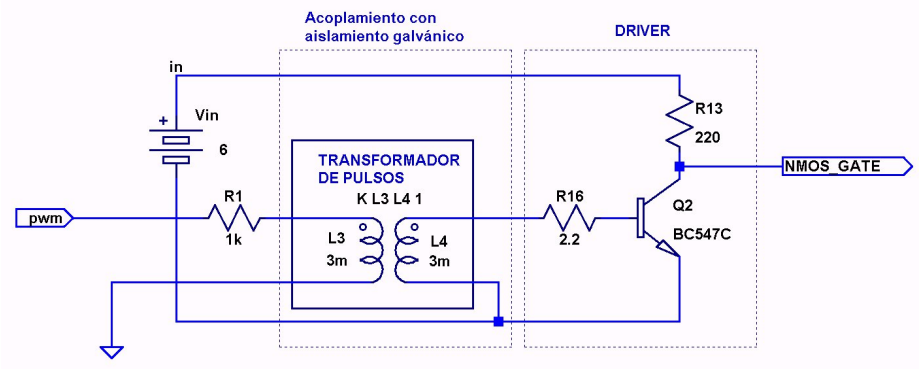


Figura 7: Acoplamiento y Driver

El acoplamiento de la señal de control hacia el circuito de potencia se realiza mediante un transformador de impulsos. El interruptor del convertidor «Cúk» es un nmos IRF530, que tiene una $V_t$=4V, por lo tanto, necesitamos convertir la señal PWM en una señal cuadrada entre 0V (nmos OFF) y 6V (nmos ON). Esta conversión la realizamos con el «driver» configurado por una resistencia de 220Ω y un BJT tipo npn, tal y como se muestra en la Figura 7. La resistencia de base de 2.2Ω se encarga de limitar la corriente máxima de entrada al BJT.

Monte el circuito de la Figura 7. Use una fuente alimentación de 6V diferente a la que utiliza para alimentar el circuito generador de PWM. Visualice en el osciloscopio la señal `NNMOS_GATE` a la salida del driver. Si todo ha ido bien, debería ver algo parecido a la Figura 8

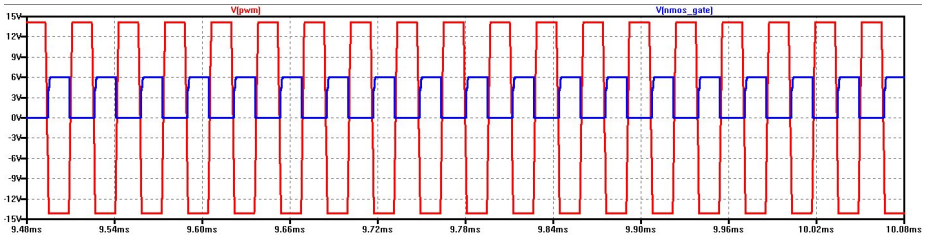


Figura 8: PWM y NMOS-GATE

# 4. Convertidor DC/DC Cúk

Monte el circuito de la Figura9. Visualice en el osciloscopio la tensión de salida del convertidor, recuerde que en este convertidor la polaridad de la tensión de salida es opuesta a la polaridad de la tensión de entrada. ¡LAS TIERRAS DEL CIRCUITO DE CONTROL Y DEL CIRCUITO DE POTENCIA ESTÁN AISLADAS. NO DEBE VISUALIZAR LOS DOS CIRCUITOS AL MISMO TIEMPO EN EL OSCILOSCOPIO!

Realice las siguientes medidas:

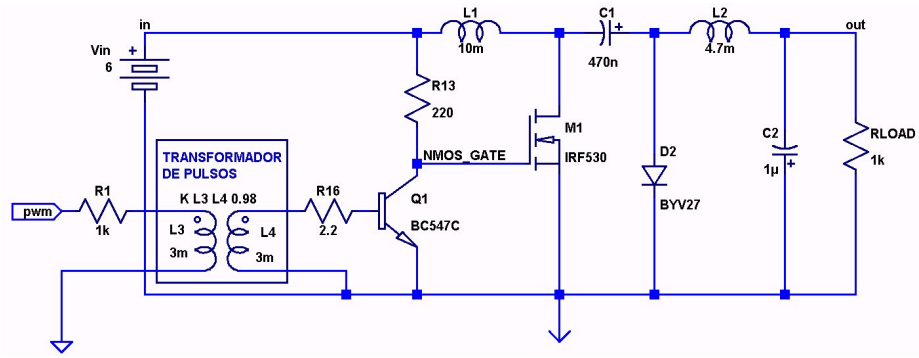


Figura 9: Circuito de potencia: convertidor DC/DC Cúk.

- Gire el potenciómetro del nivel de referencia al mínimo. Mida la tensión de salida del convertidor.
  - $V_{out} =$
  - $V_{rizado} =$
- Gire ahora el potenciómetro del nivel de referencia completamente al otro lado. Repita las medidas.
  - $V_{out} =$
  - $V_{rizado} =$
- Regule el potenciómetro del nivel de referencia hasta que la tensión de salida del convertidor sea -6V. Anote los valores.
  - $V_{out} =$
  - $V_{rizado} =$
- Ahora, regule el potenciómetro que controla la frecuencia de la triangular mientras visualiza en el osciloscopio la salida del convertidor. Disminuya la frecuencia hasta que la tensión del convertidor sea igual a la máxima tensión negativa que obtuvo en el primer apartado. Anote los valores.
  - $V_{out} =$
  - $V_{rizado} =$

  ¿Por cree que se incrementa la tensión de salida al disminuir la frecuencia?

---

**Listado de componentes:**

| COMPONENTE | VALOR | U |
|---|---|---|
| IC | TL084 | x 1 |
| Diodo | BYV27 | x 1 |
| Potenciómetro | 100kΩ (multivuelta) | x 3 |
| Resistor | 100KΩ (250mW) | x 2 |
| Resistor | 47kΩ (250mW) | x 2 |
| Resistor | 10kΩ (250mW) | x 2 |
| Resistor | 1kΩ (250mW) | x 1 |
| Resistor | 1kΩ (1W) | x 1 |
| Resistor | 2.2Ω (250mW) | x 1 |
| Resistor | 220Ω (250mW) | x 1 |
| Bobina | 10mHr | x 1 |
| Bobina | 4.7mHr | x 1 |
| Capacitor | 1nF | x 1 |
| Capacitor | 470nF | x 1 |
| Capacitor | 1$\mu$F | x 1 |
| NMOS | IRF530 | x 1 |
| NPN | BC547C | x 1 |
| Transformador de Impulsos | ?? | x 1 |

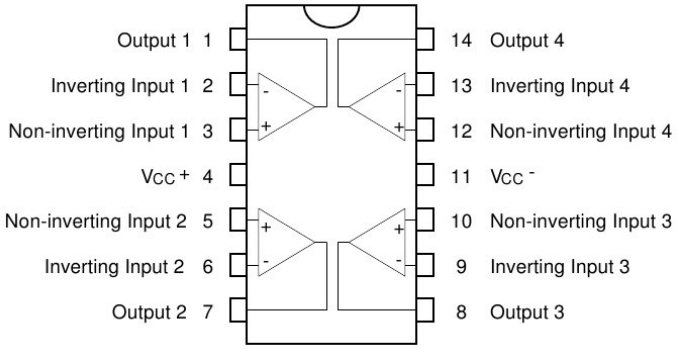


Figura 10: TL084

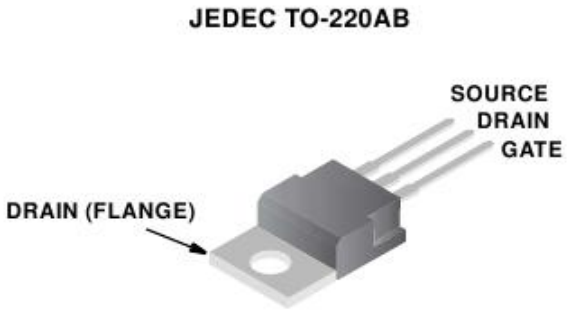


Figura 11: IRF530

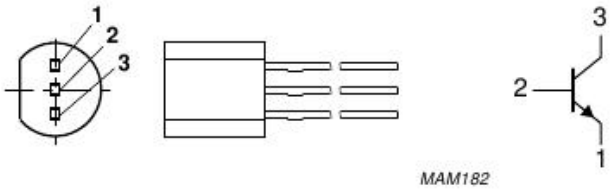


Figura 12: BC547