



## TP6 - Control de Velocidad para motor de CC, lazo abierto

### 1. Introducción

El motor de corriente continua es una máquina que convierte la **energía eléctrica** en mecánica, principalmente mediante el movimiento rotatorio. En la actualidad existen nuevas aplicaciones con **motores eléctricos** que no producen movimiento rotatorio, sino que con algunas modificaciones, ejercen tracción sobre un riel. Estos motores se conocen como motores lineales.

Esta máquina de **corriente continua** es una de las más versátiles en la industria. Su fácil control de posición, par y velocidad la han convertido en una de las mejores opciones en aplicaciones de control y automatización de procesos. Pero con la llegada de la electrónica su uso ha disminuido en gran medida, pues los motores de corriente alterna, del tipo **asíncrono**, pueden ser controlados de igual forma a precios más accesibles para el consumidor medio de la industria. A pesar de esto los motores de corriente continua se siguen utilizando en muchas aplicaciones de potencia (trenes y tranvías) o de precisión (máquinas, micro motores, etc.)

La principal característica del motor de corriente continua es la posibilidad de regular la velocidad desde vacío a plena carga.

El sistema será a lazo abierto debido a que no presenta ningún tipo de realimentación desde su salida.

El circuito está constituido por un modulador de ancho de pulso (**PWM**) que permitirá controlar el **Puente H**, previo paso a través del circuito de **Tiempo Muerto y Lógica de Control**.

El puente H son 4 transistores de potencia que conmutan a una frecuencia fija, pero gracias al PWM, es posible variar el ancho de pulso o ciclo de trabajo de la frecuencia de conmutación, con lo cual se puede de esta forma variar la tensión en el inducido o bornes del **Motor de CC** de manera que su velocidad también varíe. Notar que la tensión en el

Motor de CC será variable, pero su corriente se mantendrá constante, de tal forma que el par motor no se modifique.

El tiempo muerto y la lógica de control, permiten establecer el tiempo que deben esperar 2 transistores del puente H antes de activarse para evitar ser destruidos. La lógica de control permite según el ancho de pulso del PWM determinar el sentido de giro del Motor.

### 2. Generador PWM

El TL494 incorpora todas las funciones requeridas en la construcción de un PWM en un solo integrado. Diseñado en principio para el control de fuentes de alimentación, éste dispositivo ofrece la flexibilidad para adaptar en diferentes aplicaciones específicas.

El TL494 contiene dos amplificadores de error, un oscilador ajustable interno, un comparador de control de tiempo muerto (DTC), un flip-flop que controla la dirección del pulso y un circuito de control de salida. A continuación se dispone el esquema interno del TL494 obtenido de la documentación proporcionada por el fabricante.

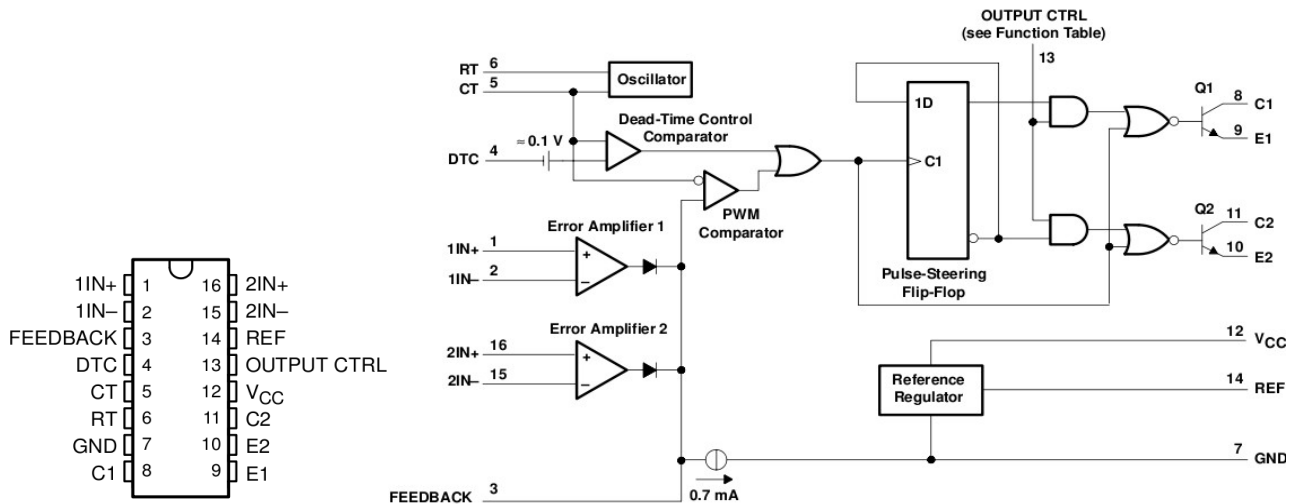


Ilustración 2: Pin-out TL494

Ilustración 1: Circuito interno del TL494

Con las características proporcionadas por el fabricante se diseñó el circuito PWM que se puede observar en la ilustración 3. Este modulador se encuentra a la frecuencia de 15 KHz, donde su frecuencia se rige por la ecuación siguiente.

$$F_{(osc)} = \frac{1.1}{R_T \cdot C_T}$$

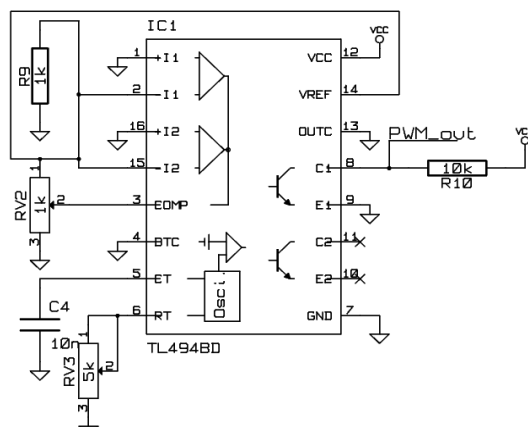


Ilustración 3: Circuito implementado, PWM.

### 3. Lógica de control

Debido a los tiempos de apagado de los transistores de potencia que controlarán nuestro motor, se debe diseñar un circuito que genere tiempos entre apagado de ambos grupos de transistores. Para ellos se implementa retardos en el flanco de subida de la salida del PWM, a la vez, se obtiene otra señal que será complementaria a la señal original del modulador. El retardo generado o también llamado “tiempo muerto” se estipula en base a las características del transistor de potencia; en el caso de los IRF530 el tiempo de apagado es de 20nseg. Por lo tanto se puede considerar un retardo de 10 veces el tiempo de apagado, entonces

$$T_{retardo} = \frac{2.2}{RC} = 220nseg$$

En los tiempos muertos todos los transistores de potencia se encuentran apagados y listos para poder conmutar sin que el circuito corra algún riesgo, el circuito a continuación es el implementado en el presente práctico.

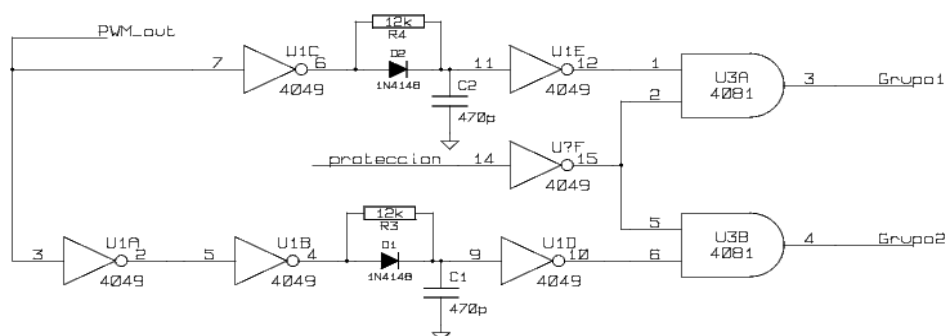


Ilustración 4: Circuito lógico retardador

#### 4. Circuito de potencia

Para el apartado B se modifica la frecuencia del PWM de 10 a 80 Khz. Y se utiliza como driver un transformador, el MOSFET utilizado es el IRF840. En los transistores MOSFET, al no tener un flujo de cargas mino

#### 5. Conclusiones

En este práctico se incursionó en el área de los transistores de potencia, teniendo que dar solución a los inconvenientes que estos plantean operando en conmutación.

En la primera etapa, con el BJT, se observó el funcionamiento de la etapa excitadora. En esta primera parte se advirtieron las variaciones que producía la tensión negativa a la base, pero no era tan notable el funcionamiento de la red antisaturadora o "Baker Clamp" ya que no se consideró que la carga es dinámica.

Con reducción de la corriente en un 50% del valor de régimen, se pudo observar diferencias en los tiempos de retardo con y sin Baker Clamp.

Además, debería utilizarse diodos ultrarrápidos en la red enclavadora.

Se calcularon potencias y temperaturas de juntura de ambos transistores, comprobando los valores con las hojas de datos.

En la parte B para el armado del transformador se tuvo en cuenta:

- La tensión de salida se utilizará para excitar un MOSFET en el TP5.
- Los tiempos de conmutación son aceptables.
- La relación del transformador es 1:1, entonces lo que hay en el secundario es lo que está aplicado al primario.

Aquí la medición de los tiempos de conmutación no fue problema, el único inconveniente que se presentó fue la construcción del transformador aislador. Eso es debido a que se contaban con pocos datos en especial de las características ferromagnéticas del núcleo.

En base a éste práctico se podrá continuar con el diseño de la fuente conmutada, que es el práctico siguiente.