

## Microchip Tips & Tricks

Por el Departamento de Ingeniería de Electrónica Elemon S.A.

### Soluciones y Diseños de Fuentes Inteligentes

Tip 104 – Control de velocidad de motor DC sin escobillas para Ventiladores.

Hay varios métodos para controlar la velocidad del un ventilador "DC brushless".

En este tipo de ventilador, el consumo de potencia permitido y el tipo de control deseado son factores a tener en cuenta para elegir el tipo apropiado.

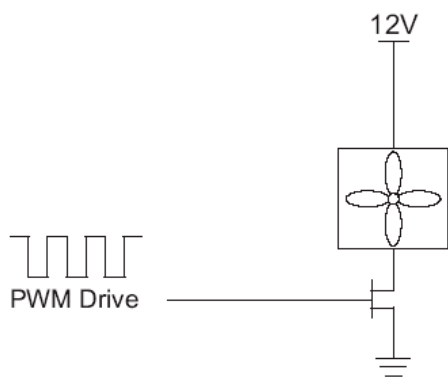


Fig. 104 – 1 – Control PWM por masa de un motor DC.

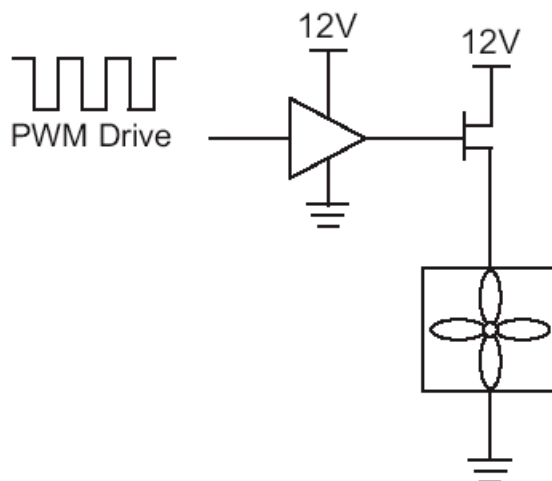


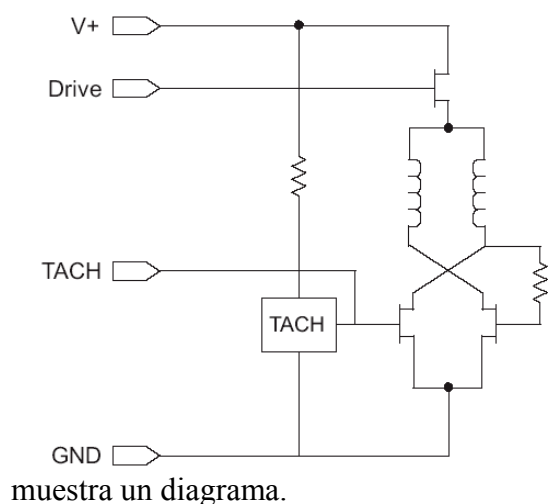
Fig. 104 – 2 – Control PWM por Positivo de un motor DC.

#### Método 1 – Modulación Por Ancho de Pulso – PWM.

Como se muestra en la **Figura 104-1 y 104-2**, un simple drive PWM puede ser usado para encender o apagar un ventilador "two-wire". Mientras que es posible usar el circuito de la **Figura 104-1** sin un driver con MOSFET, algunos de los fabricantes establecen que el "switching" en el "low-side" del ventilador iría en contra de la durabilidad del ventilador.

Debido a esto, es necesario alternar el "**high side**" del ventilador para controlar la velocidad. La manera más fácil de controlar la velocidad es encendiendo o apagando. Sin embargo, si se requiere de un grado de control mayor, se puede usar un PWM para variar la velocidad del ventilador.

Para ventiladores "3-wire" (3 hilos), la salida del tacómetro no va a ser precisa si se usa la técnica de PWM. El sensor que provee la salida del tacómetro en un ventilador "3-wire" es alimentado de la misma fuente que las bobinas del ventilador, en consecuencia, usar un PWM para controlar la velocidad del ventilador transformaría el tacómetro en impreciso. Una solución es usar un ventilador "4-wire" que incluye tanto el tacómetro como la entrada para el "drive". La **figura 104-3**

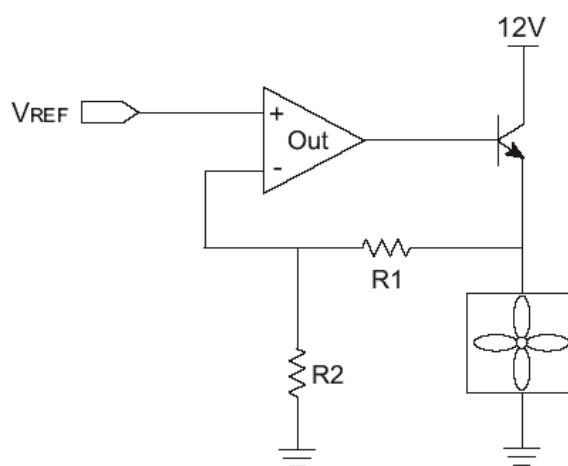


**Figura 104 – 3 .- Circuito Eléctrico típico de un ventilador tipo “4 – Wire”.**

Un ventilador "4-wire" permite que la velocidad sea controlada usando PWM via "Drive line". Como la potencia del sensor del tacómetro no es interrumpida, va a continuar entregando la velocidad correcta.

## Método 2 – Control Lineal

Cuando se usa la técnica de PWM, la tensión va a variar entre el máximo y el mínimo, sin embargo, es posible usar un método lineal para controlar la velocidad del ventilador como se muestra en la **Figura 104-4**.



**Figura 104 – 4.- Control lineal de la velocidad del motor de ventilador.**

La tensión aplicada en el terminal no inversor del amplificador operacional es usado para variar la tensión a través del OA. La tensión del terminal no inversor puede ser producida por un convertor (DAC) o por el método mostrado en el **Tip #101**.

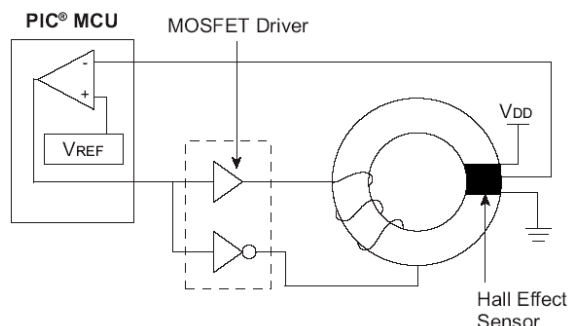
Cuando se usa este método, se debe tener cuidado para asegurarse que la tensión del ventilador no sea baja o el ventilador dejará de girar. Una ventaja de este método sobre la técnica de PWM es que la salida del tacómetro va a funcionar correctamente en ventiladores "3-wires". La desventaja, sin embargo, es que usualmente ofrecen menos velocidad en el control. Por ejemplo, un ventilador de 12V no va a girar debajo de los 8V, así que un rango de solo 4V está disponible para el control de velocidad.

Un ventilador de 5V no va a girar por debajo de los 4V, así que el rango de control se reduce a solo 1V, que es inaceptable.

Otra desventaja es el consumo del circuito. El transistor va a disipar más potencia que en el método del PWM.

### Tip 105 – Medición de alta corriente basado en ADC Delta Sigma y Toróide de ferrite con Gap.

Muchos sensores de corriente se basan en núcleos de ferrito. La alinealidad de este último puede llevar a resultados poco precisos, especialmente con corrientes altas. Una manera de evitar las alinealidades es mantener el flujo neto en el ferrito cerca de cero. Considere el circuito de la **Figura 105-1**.

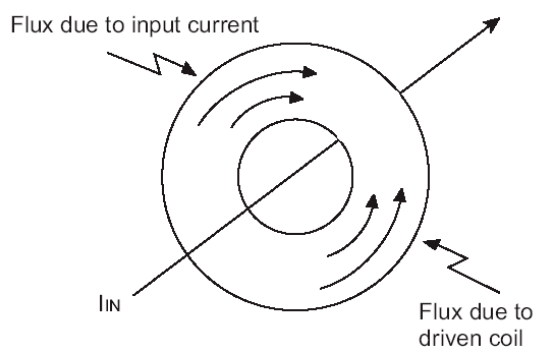


**Figura 105.1- Medición de alta corriente**

La salida de los sensores de efecto "Hall" son proporcionales a la corriente que se mide. Cuando  $I_{in}=0$  amps, la salida del sensor va a ser de  $V_{dd}/2$ .

Una corriente pasando por el sensor en una dirección va a incrementar la salida del sensor, y una corriente en la otra dirección va a decrementar la salida del sensor.

La salida del comparador es usado para impulsar una bobina de alambre alrededor del núcleo de ferrito. Esta bobina va a ser usada para crear un flujo en dirección contraria al flujo impuesto en el núcleo.



**Figura 105-2: Direcciones del flujo**

El flujo neto en el núcleo debe ser aproximadamente cero. Como el flujo va a estar siempre cerca de cero, el núcleo va a ser bastante lineal en un rango pequeño.

Cuando  $I_{in}=0$ , la salida del comparador va a tener un 50% de "duty cycle" aproximadamente. A medida que la corriente se mueve en una dirección, el "duty cycle" va a incrementar. A medida que la corriente se mueva en la otra dirección, el "duty cycle" va a decrementar.

Midiendo el "duty cycle" de la salida del comparador, se puede determinar el valor de  $I_{in}$ . Finalmente, un "Delta-Sigma" ADC puede ser usado para llevar a cabo mediciones.

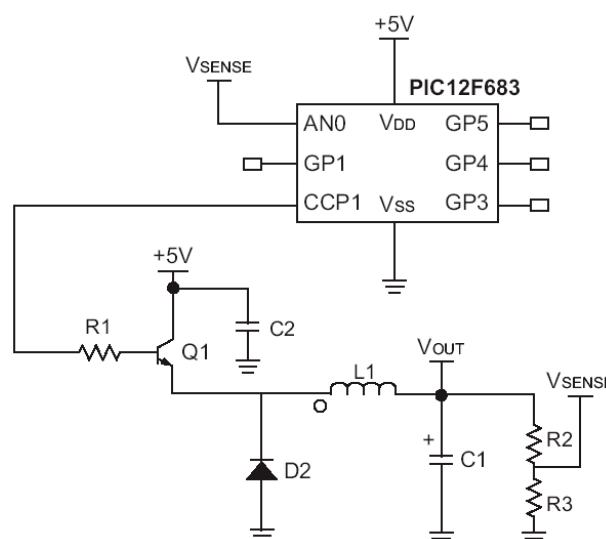
Características como el **syn** del comparador y la compuerta del **Timer1** permiten a la conversión "Delta-Sigma" sea realizada enteramente por hardware. Sacando 65536( $2^{16}$ ) muestras y contando el número de muestras que la salida del comparador estuvo "low" o "high", se puede obtener un resultado de 16 bits del A/D.

Se brindan esquemáticos y software para el PIC12F683 para C y Assembler.

Para mas información de como usar un PIC® MCU para implemetnar un conversor "Delta-Sigma" vea AN700, *"Make a Delta-Sigma Converter Using a Microcontroller's Analog Comparator Module"* (DS00700), que incluye ejemplo de software.

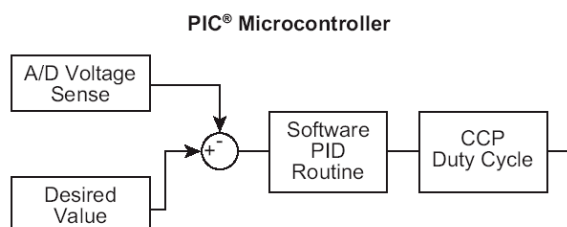
## Tip 106 – Implementación de un control PID realimentado en una fuente SMPS con un PIC12F683.

Las fuentes "switching" simples de alimentación pueden ser controladas digitalmente usando un algoritmo **Proporcional Integrador Derivador (PID)** en vez de un amplificador de error analógico sensando la tensión usando el conversor ADC.



**Figura 106 – 1.- Fuente de Alimentación controlada por PID.**

El diseño de la **Figura 106-1** utiliza un PIC12F683 MCU de 8 pines en una topología "buck". El PIC12F683 tiene los bloques básicos necesarios para implementar este tipo de fuente de alimentación; un conversor A/D y un módulo CCP.



**Figura 106 – 2.- Diagrama en Bloques PID.**

El convertor A/D es usado para sensar la salida de una aplicación en particular. V<sub>dd</sub> es usado como referencia para el convertor A/D. Si se quiere, se puede usar una referencia más precisa. La tensión de salida se resta al valor deseado, creando un valor de error.

Este error se convierte en la entrada de la rutina del PID. Ésta usa el error para determinar el "duty cycle" apropiado para el "drive". Las constantes del PID son pesadas de manera que la mayor parte del control sea proporcional e integrativa.

El componente diferencial no es esencial a este sistema y no es usado. Además, las constantes PID pueden ser optimizadas si se requiere una respuesta transitoria en particular, o si una carga transitoria conocida va a ser conectada.

Finalmente, el módulo CCP es usado para crear la señal de PWM en la frecuencia elegida con el "duty cycle" apropiado.

Se brindan ejemplos de software para el PIC12F683 usando el esquemático de la **Figura 106-1.**

Las siguientes notas de aplicación se relacionan con el control PID y todas incluyen ejemplos de software:

- AN258, “*Low Cost USB Microcontroller Programmer The Building of the PICKit® 1 Flash Starter Kit*” (DS00258)
- AN937, “*Implementing a PID Controller Using a PIC18 MCU*” (DS00937)
- AN964, “*Software PID Control of an Inverted Pendulum Using the PIC16F684*” (DS00937)



ELECTRONICA ELEMON S.A.  
Capdevila 2707, Villa Urquiza  
C. A. de Buenos Aires, C1431FKA  
Argentina

[capacitacion@elemon.com.ar](mailto:capacitacion@elemon.com.ar)  
[soporte@elemon.com.ar](mailto:soporte@elemon.com.ar)  
[ventas@elemon.com.ar](mailto:ventas@elemon.com.ar)

Encontranos en FACEBOOK:  
<https://www.facebook.com/pages/Electronica-Elemon/119727961396798>