

# Regulador de velocidad para motores de CC

Por P. Crowcroft

Aplicando la alimentación al motor durante un tiempo variable, se elimina el efecto de la caída de tensión

Básicamente, hay tres maneras de variar la velocidad de los motores de corriente continua:

- empleando un sistema reductor mecánico;
- empleando una resistencia serie. Medir la corriente consumida por el motor y calcular el valor de la resistencia serie necesaria para reducir la tensión aplicada al motor. Una menor tensión significa que el motor girará más lentamente. El problema con este método es que la corriente que consume el motor aumenta. Una mayor corriente significa una mayor caída de tensión en la resistencia serie y, por tanto, aún menos tensión aplicada al motor. Entonces, el motor trata de consumir más corriente, lo que da como resultado la detención del motor por falta de tensión.

- aplicando la alimentación al motor durante un tiempo variable, eliminando así el efecto de la caída de tensión. Éste es el método empleado en este montaje.

## COMO FUNCIONA

El circuito (figura 1) emplea dos temporizadores/osciladores conectados como modulador de anchura de impulsos. El circuito integrado que se utiliza es un temporizador/oscilador NE556 NMOS doble, que contiene dos temporizadores 555 en una cápsula DIL de 14 patillas.

Uno de los 555 (IC1:B) está configurado como oscilador astable. La frecuencia de salida de los impulsos de disparo viene dada por:

$$f = 1,44 / ((R_3 + 2R_4)C_2),$$

o sea, 410 kHz aproximadamente.

El período de tiempo para la salida alta viene dado por:

$$T_{\text{ALTO}} = 0,69(R_3 + R_4)C_2 \text{ segundos.}$$

Y el de la salida baja por:

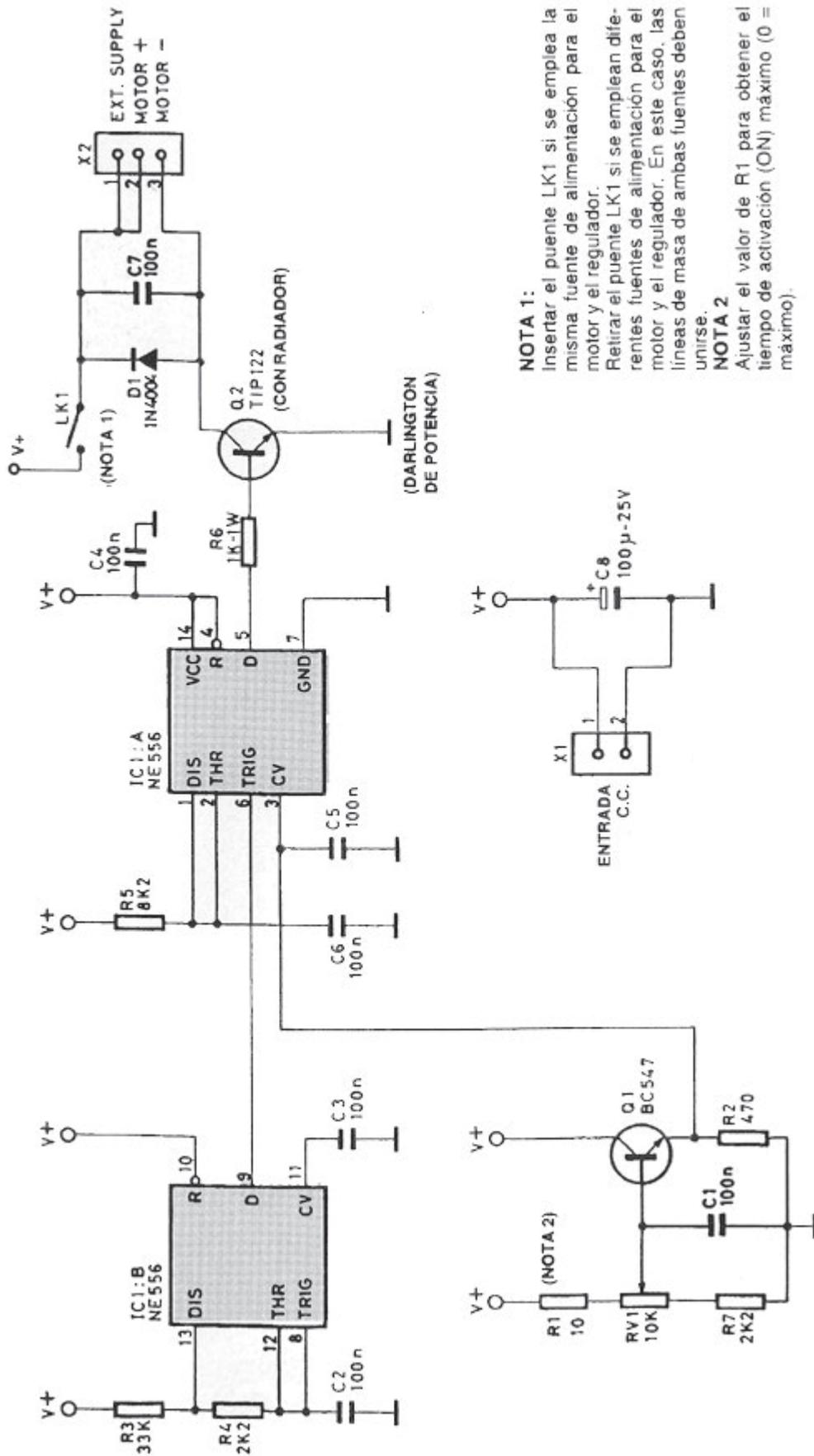
$$T_{\text{BAJO}} = 0,69R_4C_2 \text{ segundos.}$$

El segundo 555 (IC1:A) está configurado para modulación de anchura de impulsos, ajustado en el modo monoestable. Es disparado por el tren de impulsos continuo procedente del primer 555. Sin embargo, aplicando también una tensión de c.c. a la patilla 3 del comparador, los niveles de referencia se podrán cambiar de sus valores nominales de un tercio y dos tercios de la tensión de alimentación. Esto tiene como efecto modular la anchura de los impulsos al variar la tensión de control.

La tensión de control se aplica a través del transistor Q1, que está configurado como seguidor de emisor. Esto significa que la tensión de salida de emisor sigue la tensión de entrada de base (menos los 0,6 V de caída base-emisor). Esta configuración proporciona una fuente de tensión de salida de baja impedancia que se aplica a la entrada de control del temporizador, lo cual hace que la tensión de control sea menos susceptible al efecto de la carga en la entrada de control del temporizador.

La salida de este temporizador es un flujo continuo de impulsos cuya anchura es controlada por el nivel de la tensión aplicada a la entrada de tensión de control. Esta salida modulada se aplica al transistor de potencia Darlington Q2, que se emplea para conmutar la tensión aplicada al motor de c.c.

El tiempo máximo de activación del impulso de salida y, por tanto, la máxima velocidad del motor, puede



**NOTA 1:**  
 Insertar el puente LK1 si se emplea la misma fuente de alimentación para el motor y el regulador.  
 Retirar el puente LK1 si se emplean diferentes fuentes de alimentación para el motor y el regulador. En este caso, las líneas de masa de ambas fuentes deben unirse.

**NOTA 2**  
 Ajustar el valor de R1 para obtener el tiempo de activación (ON) máximo (0 = máximo).

Figura 1 - Esquema teórico del controlador.

ajustarse variando el valor de la resistencia R1. Aumentando su valor se reduce la máxima velocidad del motor. Si se desea, R1 puede sustituirse por un puente.

El motor está siempre conectado al bloque de terminales 3, patillas + y -. Si el motor es alimentado con la misma fuente de alimentación que el regulador, deberá montarse el puente LK1. Si se emplean fuentes de alimentación separadas, deberá retirarse el puente LK1 y conectar el hilo positivo de la alimentación del motor a la patilla EXT. Hay que asegurarse de que las líneas de masa de las dos alimentaciones estén unidas.

## MONTAJE

En primer lugar (figura 3), asegúrese de que las orientaciones del diodo y del condensador electrolítico sean las correctas. La banda del cuerpo del diodo es el cátodo y debe corresponder con la banda impresa en la placa del circuito impreso.

En general, es más fácil insertar y soldar primero los componentes menos altos en la placa. Después añada los componentes más altos. Tenga en cuenta que en el montaje hay dos puentes de hilo de conexión. Si el motor y el regulador utilizan la misma fuente de alimentación (5 V a 15 V), añada el tercer puente. Al montar el TIP122, doble los terminales 90° sujetándolos con unos alicates de punta fina para no plegarlos junto a la cápsula del circuito integrado. No intente doblarlos directamente con los dedos, porque podría romper la cápsula. Antes de soldar los terminales del TIP122, monte el disipador de calor debajo de él con el tornillo y la tuerca suministrados. Coloque una capa de pasta de silicona entre el TIP122 y el disipador.

El potenciómetro de 10 kohmios debe montarse por la parte de las pistas de cobre a través del agujero de la derecha de la placa y se fijará con la tuerca. Utilice algunos de los terminales cortados de las resistencias para conectar los tres terminales del

potenciómetro a los tres topes marcados con un círculo de la placa

Lista de componentes	
R1	= 10 $\Omega$
R2	= 470 $\Omega$
R3	= 33 k $\Omega$
R4	= R7 = 2,2 k $\Omega$
R5	= 8,3 k $\Omega$
R6	= 1 k $\Omega$ , 1 W
Salvo indicación, todas de 1/4 W, 5%	
RV1	= 1 k $\Omega$ , potenciómetro lineal
C1 a C7	= 100 nF
C8	= 100 $\mu$ F/25 V, electrolítico
IC1	= NE556 NMOS
Q1	= BC547
Q2	= TIP122 Darlington
1 Disipador de calor para Q2	
1 Interruptor monopolar	
1 Regleta de tres terminales	
1 Regleta de dos terminales	
1 Zócalo DIL para IC de 14 patillas	
1 Juego de tornillos y tuercas	
1 Placa de circuito impreso	

## ESPECIFICACIONES DE FUNCIONAMIENTO

$V_{CC}$ : 5 V a 16 V, la gama operativa del circuito integrado 556.

Motor de c.c.: hasta 100 V a un máximo de 5 A. Estos valores están fijados por las especificaciones del transistor de conmutación TIP122.

Si el motor se hace funcionar en la misma gama que  $V_{CC}$ , el regulador de velocidad y el motor pueden funcionar con la la misma fuente de alimentación. En este caso, montar el puente LK1. Si el motor funciona a una mayor tensión, no conectar este puente, conectar la alimentación externa del motor a la regleta de terminales y unir las dos líneas de masa.

## QUE HAY QUE HACER SI NO FUNCIONA

Compruebe la orientación del diodo, de los circuitos integrados y del condensador electrolítico. ¿Ha realizado las tres conexiones de los terminales del potenciómetro? ¿Ha montado los dos o tres puentes de hilo según si emplea la misma fuente de alimentación o no para el

regulador y el motor? Si dispone de un osciloscopio o de un frecuencímetro, compruebe la salida de la patilla 9 del 556.

## PROBLEMAS CON COMPONENTES

Al desarrollar este proyecto tropezamos con dos problemas interesantes, que pudimos resolver porque encontramos otras soluciones. Sin embargo, los comentamos a continuación por si el lector desea ampliar este circuito o experimentar con él.

**556 NMOS/CMOS.** Cuando tratamos de emplear circuitos integrados 556 CMOS en este circuito (porque son fáciles de adquirir y baratos), obtuvimos unos resultados poco satisfactorios. Los 556 CMOS de diferentes fabricantes se comportaban de manera diferente. Algunos de ellos no variaban uniformemente la salida pulsante en toda la gama de regulación; presentaban dos gamas de salida con una vuelta completa del potenciómetro. En cambio, los 556 NMOS de distinta procedencia siempre funcionaron como se esperaba, por lo que adoptamos esta versión NMOS. También podría ser una solución el empleo de dos 556 CMOS separados, pero esta posibilidad no la hemos ensayado.

### Conmutador FET/Darlington:

Los FET de potencia fue la primera elección para este proyecto. Sin embargo, pudimos comprobar que algunos FET no trabajaban correctamente con algunos motores de c.c. que probamos. Concretamente, un kit comercial que empleaba un FET MTP3055 no funcionaba con algunos motores pequeños de juguetería, mientras que se comportaba perfectamente con otros motores más grandes. No nos preocupamos en averiguar la razón. Sin embargo, comprobamos que el Darlington TIP22 resultaba totalmente fiable con todos los motores que probamos, por lo que nos decidimos a adoptarlo como definitivo.