

---

## Práctica 4 - Actuación I

---

Roberto Cadena Vega

18 de julio de 2014

### 1. OBJETIVOS

Implementar un sistema eléctrico simple, que sea capaz de controlar el brillo de un LED y la velocidad de un motor de corriente directa.

### 2. CONOCIMIENTOS PREVIOS

#### 2.1. SEÑAL ELÉCTRICA

Una señal eléctrica tiene varias características importantes, de las cuales depende en gran medida la acción de salida. El voltaje aplicado es uno de los parámetros más importantes, mientras más voltaje, mayor la velocidad con la que girará un motor, mayor el brillo de un LED, etc.

Otro de los parámetros importantes es la corriente, y ésta es la que completa la potencia de un elemento; es decir, que el voltaje  $V$ , por la corriente  $I$  es igual a la potencia de un elemento eléctrico.

$$P = VI \tag{2.1}$$

Y en general, obtenemos que la potencia de un elemento eléctrico es constante. Es decir, que mientras más voltaje le metamos, menos corriente consumirá, y mientras menos voltaje le demos,

más corriente consumirá. Por lo general, no es buena idea dejar que los elementos eléctricos tomen más corriente de la que deben, ya que como el voltaje suministrado es constante, si empieza a consumir más corriente, sube la potencia de trabajo del elemento, y se quema.

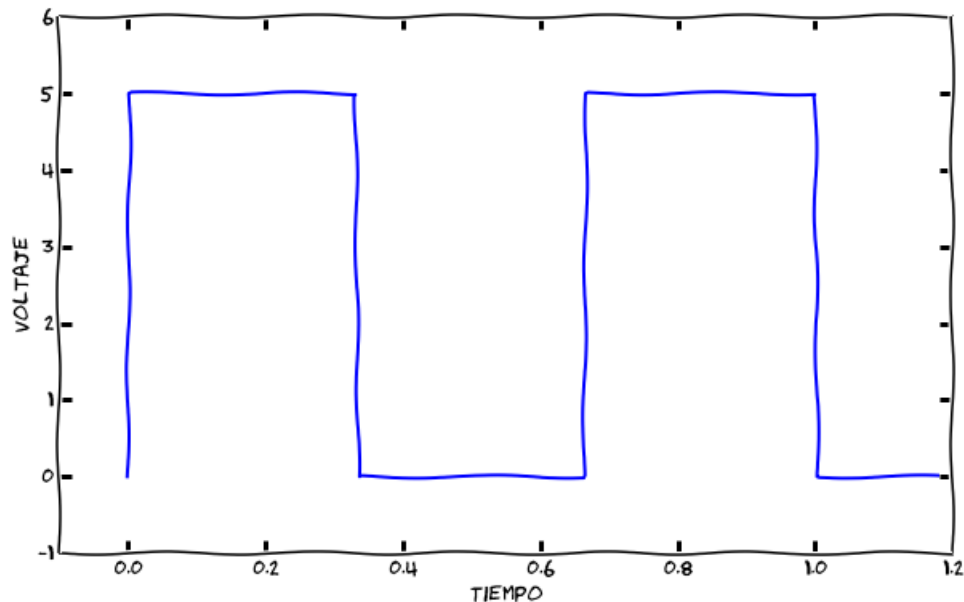
Pues resulta que tenemos que controlar el voltaje dado a un motor eléctrico ¿Cómo podemos variar el voltaje suministrado a un elemento eléctrico?

La manera más fácil de hacerlo, es lo que realizaste para dar un voltaje de referencia en la práctica pasada, eso se llama divisor de voltaje.

## 2.2. PWM

Otra manera de controlar el voltaje suministrado a un elemento de actuación, es utilizar un PWM<sup>1</sup>. Básicamente, lo que tratamos de hacer es apagar y prender rápidamente el elemento eléctrico a controlar, de manera que el voltaje que alcance a ver el elemento eléctrico no sea completamente el que le suministremos, sino uno proporcional al tiempo en que lo dejamos prendido.

Veamos una gráfica:



Como puedes ver le estamos suministrando un pulso de 5V, pero no es constante, digamos que está prendido el 50% del tiempo. En dado caso, decimos que el  $DC^2$  es de 50%, y la fórmula para el voltaje aparente en el elemento eléctrico conectado es:

$$V_{PWM} = V_{pico} \cdot DC \quad (2.2)$$

<sup>1</sup>Pulse Width Modulation (Modulación por Ancho de Pulso).

<sup>2</sup>Duty Cycle (Ciclo de Trabajo).

Así pues, en nuestro ejemplo, el voltaje sería:

$$V_{PWM} = 5V \cdot 0,50 = 2,5V \quad (2.3)$$

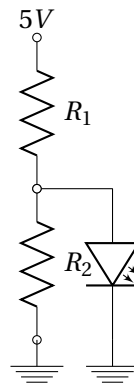
Este tipo de señal es cuadrada, y a parte del  $DC$ , tiene un parámetro muy importante, la frecuencia  $f$ . Por lo general utilizamos  $f$ , que estén por encima de los  $20kHz$ , debido a que el sistema eléctrico va a oscilar, y estas oscilaciones pudieran ser audibles, dependiendo de los elementos eléctrico involucrados, y el oído humano solo es capaz de oír frecuencias entre los  $20Hz$  y  $20kHz$ . Sin embargo, también tenemos que considerar los tiempos de respuesta de los elementos eléctricos más complejos, por lo que pudiera ser necesario utilizar una frecuencia menor.

Esta señal cuadrada puede ser generada por el generador de funciones, y debes estar atento para cuando se describa su funcionamiento en el momento de la práctica.

### 2.3. LED

Los LED's son elementos eléctricos con una resistencia<sup>3</sup> muy parecida a la de las resistencias comerciales, y con una potencia de trabajo muy baja, por lo que son ideales para controlarlos a través de resistencias.

Podemos hacer un divisor de voltaje, que alimente un LED y por lo tanto varíe el voltaje suministrado al LED; cambiando así la intensidad luminosa del LED.



Este divisor de voltaje es constante, debido a que las resistencias no se pueden variar, pero conocemos un elemento resistivo variable. El potenciómetro.

### 2.4. POTENCIÓMETRO

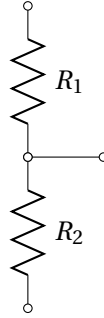
Un potenciómetro es una resistencia que tiene una sonda a la que se le puede modificar su posición. Cuando se modifica su posición, puede dar una resistencia menor al máximo para

---

<sup>3</sup>Un LED no tiene resistencia, como pudimos confirmar en la práctica 1, pero sabemos que gasta energía, y por lo tanto, al estar conectado al circuito tiene propiedades parecidas a las de una resistencia.

el que está construido, así pues si el potenciómetro está marcado como de  $10k\Omega$ , la mayor resistencia que te podrá dar es de  $10k\Omega$  y la menor de  $0\Omega$ .

Básicamente un potenciómetro es un divisor de voltaje, construido de tal manera que las dos resistencias dependan de la posición de la sonda.



Si el dial del potenciómetro está al 50 % del final,  $R_1 = R_2$ , si está al 66.6 %,  $R_1 = 2R_2$ , y así.

## 2.5. MOTORES

Los motores eléctricos de CD pueden llegar a tomar una corriente de  $\frac{1}{2}A$ , sin tener temor a que se queme, aunque si pudiera quemar otros elementos eléctricos.

Calculemos la potencia del motor si le suministramos  $5V$  y toma una corriente de  $\frac{1}{2}A$ .

$$P_M = (5V) \left( \frac{1}{2}A \right) = 2,5W \quad (2.4)$$

Pero si calculamos la potencia que debe tener una resistencia conectada en serie con el motor.

$$P_R = (algoV) \left( \frac{1}{2}A \right) \quad (2.5)$$

Si sabemos que la resistencia<sup>4</sup> de un motor es de alrededor de los  $10\Omega$ , y nuestra resistencia es de  $100\Omega$ , podemos deducir que el voltaje que recibirá la resistencia es:

$$V_R = \frac{100\Omega}{100\Omega + 10\Omega} 5V = 4,54V \quad (2.6)$$

Eso quiere decir, que por muy pequeña que sea nuestra resistencia, el motor tiene una resistencia aún menor, y por lo tanto tendrá el menor voltaje en él, y la resistencia tendrá el mayor voltaje, y la misma corriente:

$$P_R = V_R I_R = (4,54V) \left( \frac{1}{2}A \right) = 2,27W \quad (2.7)$$

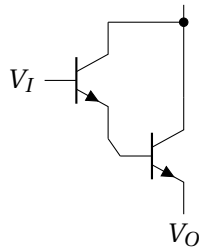
<sup>4</sup>Un motor no tiene resistencia, tiene impedancia, pero por el momento puedes pensar en la impedancia, como la resistencia de un motor.

Y para los que recuerden el valor de potencia de las resistencias comerciales, se venden en  $\frac{1}{4} W$  y  $\frac{1}{2} W$ , lo que quiere decir que cualquier resistencia que compremos, terminará quemada si la conectamos a un motor.

## 2.6. ETAPA DE POTENCIA

Nuestro PWM ya puede darle voltaje a nuestro motor, pero aún va a demandar una gran cantidad de corriente, por lo que tenemos que aislar nuestro equipo de laboratorio, de nuestro motor. Una manera muy fácil de aislar una gran demanda de corriente es con un relevador, desafortunadamente no es una buena idea hacer esto cuando la señal de control es PWM.

Otra manera, también muy fácil es con un Darlington Array. Un Darlington Array es básicamente lo siguiente:



Y por ahora no tienes que saber qué significa, tan solo que te servirá como un interruptor, el cual puedes alimentar con un mayor voltaje y una mucho mayor corriente.

## 3. EQUIPO

El siguiente equipo será proporcionado por el laboratorio, siempre y cuando lleguen en los primeros 15 minutos de la práctica, y hagan el vale conteniendo el siguiente equipo (exceptuando las pinzas).

- 1 Fuente de Alimentación
- 1 Generador de Funciones
- 1 Osciloscopio
- 1 Multímetro
- 3 Cable de alimentación
- 2 Cables banana - caimán
- 3 Cables coaxial - caimán
- Pinzas

## 4. MATERIALES

- Protoboard
- 1 LED
- Potenciómetro de  $10k\Omega$  (o cualquier otro que consigas)
- 1 ULN2003 (Darlington Array)
- 1 Motor CD de 5V - 12V de alimentación
- Resistencias
  - $180\Omega$
  - $220\Omega$
  - $330\Omega$
  - $470\Omega$
  - $1k\Omega$
  - $2,2k\Omega$
  - $3,3k\Omega$
  - $4,7k\Omega$
  - $10k\Omega$
- Cables

## 5. DESARROLLO

1. Diseña divisores de voltaje para suministrar una alimentación de 2V, 2,5V y 3V. Toma como voltaje de alimentación general 5V.
2. Diseña un divisor de voltaje variable con un potenciómetro. Recuerda que al LED no le puedes suministrar más de 3V sin que se queme.
3. Diseña una señal de PWM que nos suministre voltajes aparentes de 2V, 2,5V y 3V. Toma como voltaje pico 5V.
4. Diseña un circuito con tu motor, que se pueda acoplar al generador de funciones, aislándolo de cualquier interacción con el Motor (utiliza un Darlington array para asegurarte de que la corriente tome el motor provenga de la fuente de alimentación y no del generador de funciones).

## 6. CONCLUSIONES

El alumno deberá describir sus conclusiones al final de su reporte de práctica.

## 7. CUESTIONARIO - PRÁCTICA 4

Nombre del alumno:

---

1. ¿A qué se refieren las iniciales CD y CA?
2. ¿Qué otro ejemplo en donde se utilice un PWM conoces?
3. ¿Puedo conectar directamente un motor a un divisor de voltaje?
4. ¿Cuál será la potencia de un motor monofásico que demanda una corriente de  $\frac{3}{4} A$ ?
5. Si tenemos un motor de CD y su potencia de trabajo es de  $2W$  ¿Cuál será la corriente que demande cuando se le suministren  $12V$ ?



## 8. HOJA DE ANOTACIONES

1. ¿Cuáles son los valores de las resistencias utilizadas para el divisor de voltaje de  $2V$ ?
2. ¿Cuáles son los valores de las resistencias utilizadas para el divisor de voltaje de  $2,5V$ ?
3. ¿Cuáles son los valores de las resistencias utilizadas para el divisor de voltaje de  $3V$ ?
4. Si quiero que el divisor de voltaje variable me suministre  $2V$  y está conectado a una diferencia de potencial de  $5V$  ¿A qué porcentaje de la posición final lo obtendré?
5. Si quiero que el divisor de voltaje variable me suministre  $2,5V$  y está conectado a una diferencia de potencial de  $5V$  ¿A qué porcentaje de la posición final lo obtendré?
6. Si quiero que el divisor de voltaje variable me suministre  $3V$  y está conectado a una diferencia de potencial de  $5V$  ¿A qué porcentaje de la posición final lo obtendré?
7. Si tengo una señal PWM de  $5V$  de  $V_{pico}$  ¿Cuál será el  $DC$  que me dé un voltaje aparente de  $2,2V$ ?
8. Dibuja los diagramas para todos los sistemas que diseñaste en la parte posterior de esta hoja (Divisores de voltaje fijos a  $2V$ ,  $2,5V$  y  $3V$ , divisor de voltaje variable, conexión con generador de funciones).

Integrantes del equipo:

---

---

---

---

Revisó:

---