

---

## Práctica 4 - Actuación I

---

Roberto Cadena Vega

13 de marzo de 2014

### 1 OBJETIVOS

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

### 2 CONOCIMIENTOS PREVIOS

#### 2.1 CONTROL

Le llamaremos control, a todas las acciones que podemos tomar, para modificar las variables que queremos regular en nuestro sistema.

Comunmente el control, lo aplicamos en las señales eléctricas, ya que son el tipo de señales que nos da la mayoría de nuestros sensores, y es el tipo de señal que toman como entrada los elementos de actuación. Digamos que es una manera cómoda de manejar nuestras señales.

#### 2.2 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 parametros mas importantes, mientras mas voltaje, mayor la velocidad con la que girará un motor, mayor el brillo de un LED, etc.

Otro de los parametros importantes es la corriente, y esta 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.

$$P = VI \quad (2.1)$$

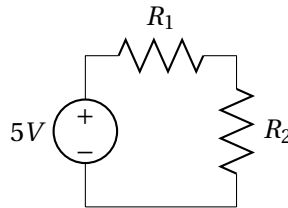
Y en general, obtenemos que la potencia de un elemento eléctrico es constante. Es decir, que mientras mas voltaje le metamos, menos corriente consumirá, y mientras menos voltaje le demos, mas corriente consumirá. Por lo general, no es buena idea dejar que los elementos eléctricos tomen mas corriente 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 ¿Como podemos variar el voltaje suministrado a un elemento eléctrico?

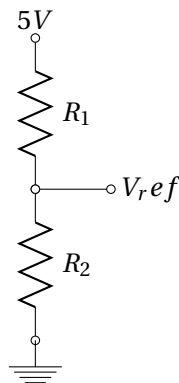
La manera mas facil de hacerlo, es lo que realizaste para dar un voltaje de referencia en la práctica pasada, eso se llama divisor de voltaje.

### 2.3 DIVISOR DE VOLTAJE

Cuando tenemos dos resistencias en serie conectadas a una diferencia de potencial eléctrico (voltaje), decimos que estan dividiendo el voltaje, ya que cuando tomamos en cuenta la proporción que guardan, podemos decir el voltaje que se puede medir en el nodo ubicado entre las dos resistencias.



Como ya te habrás dado cuenta en la práctica pasada, este circuito es equivalente a:



Si analizamos por un momento su comportamiento, podremos deducir el  $V_{ref}$  ¿Que hay del voltaje total? ¿Podemos calcularlo?

$$V_T = I_T R_T \quad (2.2)$$

siendo  $R_T = R_1 + R_2$ . Pero sabemos que la corriente total es la misma que pasa por todo el circuito (esta en serie!), por lo que podemos despejarla y usarla como una constante mas.

$$I_T = \frac{V_T}{R_T} = I_1 = I_2 \quad (2.3)$$

Si ahora nos fijamos en la resistencia  $R_2$  solamente ¿Cual sera el voltaje  $V_2$  en esta resistencia?

$$V_2 = I_2 R_2 \quad (2.4)$$

pero sabemos que  $I_2 = \frac{V_T}{R_1 + R_2}$ , por lo que podemos expresarla asi:

$$V_2 = \frac{V_T}{R_1 + R_2} R_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_T \quad (2.5)$$

Esta manera de controlar el voltaje no es la óptima para controlar elementos eléctricos como los motores, debido a la baja impedancia de los motores, y su alto consumo de corriente eléctrica. A continuación veremos una manera mas de controlar el voltaje.

## 2.4 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 rapidamente 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 esta 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:

$$V_{PWM} = V_{pico} \cdot DC \quad (2.6)$$

Así pues, en nuestro ejemplo, el voltaje sería:

$$V_{PWM} = 5V \cdot 0.50 = 2.5V \quad (2.7)$$

Este tipo de señal es cuadrada, y a parte del  $DC$ , tiene un parametro muy importante, la frecuencia  $f$ . Por lo general utilizamos  $f$ , que esten por encima de los  $20kHz$ , debido a que el

---

<sup>1</sup>Pulse Width Modulation

<sup>2</sup>Duty Cycle

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.

## 2.5 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  $\frac{1}{2}A$ .

$$P_M = (5V) \left( \frac{1}{2}A \right) = 2.5W \quad (2.8)$$

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

$$P_R = (algoV) \left( \frac{1}{2}A \right) \quad (2.9)$$

Si sabemos que la resistencia<sup>3</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:

$$V_R = \frac{100\Omega}{100\Omega + 10\Omega} 5V = 4.54V \quad (2.10)$$

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

$$P_R = V_R I_R = (4.54V) \left( \frac{1}{2}A \right) = 2.27W \quad (2.11)$$

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 LED

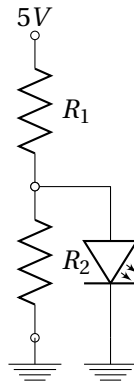
Los LED's son elementos eléctricos con una resistencia<sup>4</sup> muy parecida a la de las resistencias comerciales, y con una potencia de trabajo muy baja, por lo que son ideales para controlarlos a

<sup>3</sup>Un motor no tiene resistencia, tiene impedancia, pero por el momento puedes pensar en la impedancia, como la resistencia de un motor.

<sup>4</sup>Tampoco es una 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

traves de resistencias.

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

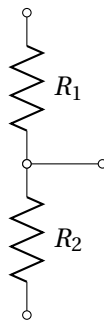


Este divisor de voltaje es constante, debido a que las resistencias no se pueden variar, pero conocemos un elemento resistivo variable. El potenciómetro.

## 2.7 POTENCIOMETRO

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 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  $0\Omega$ .

Basicamente un potenciómetro es un divisor de voltaje, construido de tal manera que las dos resistencias dependen 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.

### 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
- 1 Cable de alimentación
- 2 Cables banana - caimán
- 3 Cables coaxial - caimán
- Pinzas

### 4 MATERIALES

- Protoboard
- Potenciometro de  $10k\Omega$  (o cualquier otro que consigas)
- Resistencias
  - $180\Omega$
  - $220\Omega$
  - $330\Omega$
  - $1k\Omega$
  - $3.3k\Omega$
  - $10k\Omega$
- 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 mas 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  $5V$ .

## 6 CONCLUSIONES

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

## 7 HOJA DE ANOTACIONES

1. ¿Cuales son los valores de las resistencias utilizadas para el divisor de voltaje de 2V?
2. ¿Cuál es el valor del voltaje medido en la fotorresistencia cuando no hay luz sobre ella?
3. ¿Cuál es el valor del voltaje medido en la fotorresistencia cuando está completamente cubierta?
4. ¿Qué valor elegirás como  $V_{ref}$ ?
5. ¿Qué valores de resistencia elegirás para que el divisor de voltaje te dé  $V_{ref}$ ?
6. Dibuja los diagramas para todos los sistemas que diseñaste.

Integrantes del equipo:

---

---

---

---

Revisó:

---