

---

## Práctica 6 - Sistema de Control PID

---

Roberto Cadena Vega

24 de julio de 2014

### 1. OBJETIVOS

Implementar un sistema de control automático de tipo PID.

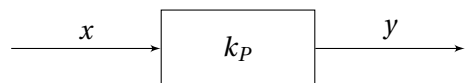
### 2. CONOCIMIENTOS PREVIOS

#### 2.1. CONTROL PID

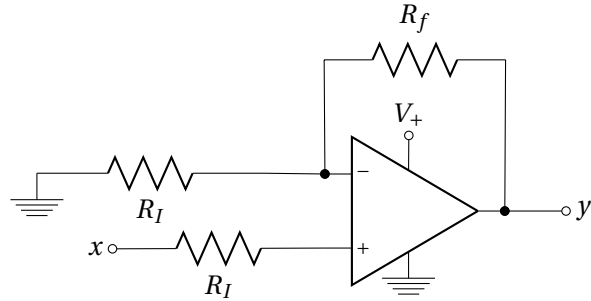
Un sistema de control tiene 3 componentes importantes:

##### 2.1.1. CONTROL P

El control Proporcional no es mas que una ganancia:



por lo que lo podemos ver simplemente como el siguiente circuito eléctrico:



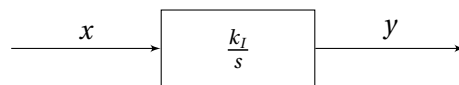
de donde podemos inferir que:

$$k_P = \frac{R_f}{R_I} + 1 \quad (2.1)$$

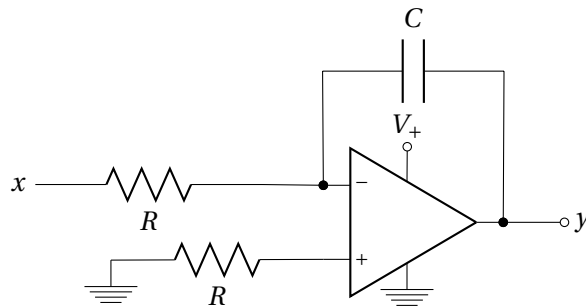
Por lo que un control P, lo podemos diseñar encontrando las resistencias correctas para la ganancia deseada.

### 2.1.2. CONTROL I

El control Integral es una ganancia con un integrador:



el cual podemos construir con el siguiente circuito eléctrico:



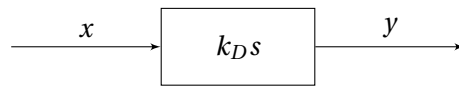
de donde podemos inferir que:

$$k_I = -\frac{1}{RC} \quad (2.2)$$

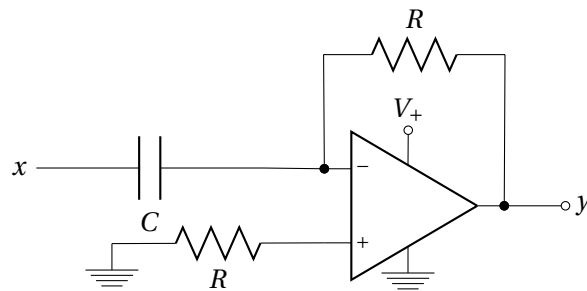
Por lo que un control I, lo podemos diseñar encontrando la resistencia y el capacitor correcto para la ganancia  $k_I$  deseada.

### 2.1.3. CONTROL D

El control Derivativo es una ganancia con un derivador:



el cual podemos construir con el siguiente circuito eléctrico:



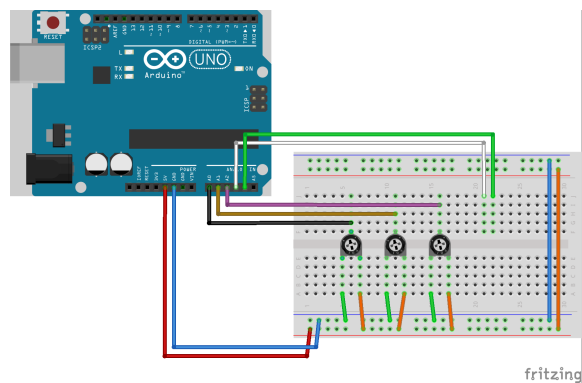
de donde podemos inferir que:

$$k_D = -RC \quad (2.3)$$

Por lo que un control D, lo podemos diseñar encontrando la resistencia y el capacitor correcto para la ganancia  $k_D$  deseada.

### 2.2. IMPLEMENTACIÓN PRÁCTICA

En la práctica un controlador PID completamente analógico tiene diversas desventajas, por lo que la implementación que utilizaremos es digital (y mas cercana a las usadas en la industria.) El profesor te proporcionará el siguiente circuito:



En el que se toma la señal de tres potenciómetros para calibrar las ganancias  $k_P$ ,  $k_I$  y  $k_D$  y el programa en el microcontrolador calcula la señal que debe de entregar. La parte importante del código es la siguiente:

```
err = ent - ref;
int j = 0;
integral = 0;
for (j = 0; j < 100; j = j + 1) {
    integral = errores[j];
}

sal = kp*err + kd*(err - errores[i]) + ki*integral;
```

Este código utiliza básicamente la siguiente ecuación:

$$V_O = k_P V_I + k_d \frac{dV_I}{dt} + k_I \int_0^t V_I dt \quad (2.4)$$

Puedes revisar el código completo en el repositorio de la clase; pero por ahora es suficiente con decir, que la entrada de la señal de referencia es el pin A3, la señal del sensor debe entrar en el pin A4. A0, A1 y A2 leen las ganancias P, I y D y la salida de la señal está en el pin 3.

### 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 Multímetro
- 1 Osciloscopio
- 1 Generador de funciones
- 3 Cable de alimentación
- 2 Cables banana - caimán
- 2 Cables coaxial - caimán
- Pinzas

## 4. MATERIALES

- Protoboard
- 1 LM35
- 1 ULN2003 (Darlington array)
- 1 Motor CD de 5V - 12V de alimentación
- 1 Rehilete
- 1 Potenciómetro  $10k\Omega$
- 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 un circuito con tu motor, que se pueda acoplar a un sistema de control PID suministrado por el profesor; utiliza el LM35 para darle la señal de retroalimentación a tu controlador y diseña un divisor de voltaje con un potenciómetro, o con un par de resistencias que te de la señal de referencia. Diseña el divisor de voltaje de tal manera que tu controlador se estabilice a las  $25^{\circ}C$
2. Sintoniza el controlador por medio de las reglas de sintonización de Ziegler - Nichols.

## 6. CONCLUSIONES

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

## 7. CUESTIONARIO - PRÁCTICA 6

Nombre del alumno:

---

1. ¿Bastaría con conectar un interruptor para implementar un sistema de control PID?
2. ¿Cuántos métodos de sintonización llevan el nombre Ziegler - Nichols?
3. Si se desea realizar un divisor de voltaje que me de como voltaje de salida  $2,5V$ , y tenga como entrada  $5V$  ¿Que resistencias se deberan utilizar?
4. Diseña un circuito eléctrico para un controlador P, que debe tener una ganancia  $k_P = 15$ .
5. Diseña un circuito eléctrico para un controlador PI, que debe tener las ganancias  $k_P = 10$  y  $k_I = 8$ .

## 8. HOJA DE ANOTACIONES

1. Dibuja el diagrama de conexiones para tu circuito y el diagrama de bloques de tu sistema.

Integrantes del equipo:

---

---

---

---

Revisó:

---