

## Práctica 1: Control Discreto de un Motor

En esta práctica se va a utilizar el motor de corriente continua.

A continuación se describen los pasos a seguir en la práctica.

1º) Hacer una copia de los ficheros requeridos para la realización de la práctica. Estos ficheros se encuentran en la carpeta \\vmisalabos\practicass\CCO\Prac1 (hay un acceso directo al servidor de prácticas en el escritorio)

2º) Abrir el programa *Matlab*, acceso directo disponible en el escritorio. Seleccionar en Matlab el directorio donde está vuestro material de prácticas

3º) Desde el *Matlab* y con la fuente de alimentación del motor apagada, ejecutar el programa *EJECUTAR\_AL\_PRINCIPIO.m*

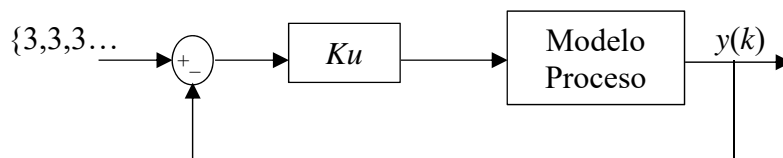
4º) Ejecutar el fichero *Simul\_mot.m* que devuelve los dos parámetros  $a$  y  $b$ , que faltan en la ecuación en diferencia siguiente,

$$y(k) + a \cdot y(k - 1) = b \cdot u(k - 1); \quad T=0.01 \text{ seg}$$

La ecuación en diferencia anterior se comporta (lo simula) como el motor de prácticas.

5º) OSCILACIÓN MANTENIDA del método de sintonización de *Ziegler-Nichols*

Ejecutar el programa “*Obtener\_Ku.m*”. Se trata de un programa incompleto. Al principio hay que asignar valor a los parámetros  $a$  y  $b$  (con los resultados obtenidos en el apartado anterior).



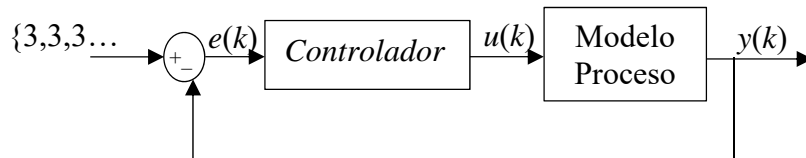
El método de la oscilación mantenida consiste en ver para qué valor de  $Ku$  la salida del sistema,  $y(k)$ , oscila sin estabilizarse ni hacerse inestable. El valor de  $Ku$  se irá cambiando, siguiendo la técnica de prueba/error, hasta dar con el comportamiento descrito. El programa “*Obtener\_Ku.m*” termina mostrando la salida del modelo para el valor de  $Ku$  considerado.

Si para un valor de  $Ku$  la salida es estable, el valor de  $Ku$  que buscamos será mayor. Por el contrario, si la salida es inestable, entonces, el valor de  $Ku$  que buscamos será menor.

Una vez hayamos encontrado el valor  $Ku$ , que hace que la salida no sea ni estable, ni inestable, mediremos sobre la gráfica de la respuesta el valor de  $Tu$  (periodo de la oscilación mantenida)

## 6º) DISEÑO Y SIMULACIÓN DE CONTROLADORES P, PI Y PID de Ziegler-Nichols

Teniendo en cuenta el siguiente bucle cerrado de control, simular el comportamiento del motor cuando sea controlado por un controlador, P, PI y PID



Los controladores P, PI y PID de partida por Ziegler-Nichols son:

$$P \rightarrow u(k) = Kc \cdot e(k) ; \quad \text{con } Kc = 0.5Ku$$

$$PI \rightarrow u(k) = u(k-1) + Kc \cdot e(k) - Kc(1 - (T/Ti))e(k-1) ;$$

$$\text{con } Kc = 0.45Ku ; \quad Ti = Tu/1.2$$

$$PID \rightarrow u(k) = u(k-1) + c_0 e(k) + c_1 e(k-1) + c_2 e(k-2)$$

$$\text{con } c_0 = K_c \left(1 + \frac{T_d}{T}\right) ; \quad c_1 = K_c \left(-1 + \frac{T}{T_i} - \frac{2T_d}{T}\right) ; \quad c_2 = K_c \frac{T_d}{T}$$

$$y \quad Kc = 0.6Ku ; Ti = Tu/2 ; Td = Tu/8$$

Simular el sistema anterior para cada uno de los controles (P, PI, PID), para ello diseñar respectivamente los programas “Simul\_P.m”, “Simul\_PI.m” y “Simul\_PID.m”. Sólo se dispone del programa “Simul\_PI.m”. Este programa está incompleto, ya que hay que introducir los parámetros correspondientes al regulador PI, así como los parámetros  $a$  y  $b$  que describen el modelo del motor. Los programas “Simul\_P.m” y “Simul\_PID.m” no están implementados (hacerlos a partir del “Simul\_PI.m”).

Cada código visualizará la salida,  $y(k)$ , y la acción de control (salida del controlador),  $u(k)$ . Observa especialmente la gráfica de la acción de control (salida del controlador) de cara a la realización del siguiente apartado.

## 7º) DISEÑO DE CONTROLADORES P, PI y PID con acción de control limitada

La acción de control,  $u(k)$ , va a ser la entrada (tensión) al motor. El motor sólo puede recibir como entrada una tensión limitada entre 0 y 10V, por lo que, la acción de control debe estar, en todo momento, entre 0 y 10.

En este apartado de la práctica, se utilizará los códigos anteriores. En cada caso, se modificarán los parámetros de los controladores para diseñar respectivamente un controlador P, PI y PID cuyas salidas,  $u(k)$  cumpla  $u(k) \in [0,10]$ .

## Control por Computador (Escuela Técnica Superior de Informática)

### Pasos para la Práctica 1

---

#### 8º) IMPLEMENTACIÓN DE LOS CONTROLADORES anteriores

En los ficheros *Prac61.m* (implementará controlador P que actuará sobre el motor eléctrico) y *Prac62.m* (implementará controlador PI que actuará sobre el motor eléctrico) hay que introducir:

- Ecuación del error:  $\text{error}(i) = \text{Ref}(i) - \text{Vel}(i)$
- Ecuación en diferencias del controlador P ó PI según corresponda

Partiendo de *Prac61.m* y *Prac62.m*, se diseñará un programa *Prac63.m* que implemente el controlador PID diseñado en el apartado anterior.

#### 9º) DISEÑO Y SIMULACIÓN DE OTROS CONTROLADORES P, PI Y PID

En este apartado se modificarán los parámetros de los controladores encontrados en el apartado 7º) para conseguir que la velocidad del motor tenga otras características:

P: Diseñar y simula un controlador P que, manteniendo la condición  $u(k) \in [0,10]$ , haga que la velocidad del motor se establezca más pronto. *Compara respuesta, velocidad del motor, obtenida ahora con la que dio el P en el apartado 7º).*

PI: Diseñar y simula un controlador PI que, manteniendo la condición  $u(k) \in [0,10]$ , haga que la velocidad de motor tenga menor oscilación. *Compara respuesta, velocidad del motor, obtenida ahora con la que dio el PI en el apartado 7º).*

PID: Diseñar y simula un controlador PI que, manteniendo la condición  $u(k) \in [0,10]$ , haga que la velocidad de motor tenga más oscilación. *Compara respuesta, velocidad del motor, obtenida ahora con la que dio el PID en el apartado 7º).*

Para realizar este apartado, utilícense, como punto de partida, los mismos programas de simulación realizados en el apartado anterior (*Simul\_P.m*, *Simul\_PI.m* y *Simul\_PID.m*), simplemente se tendrá que ir modificando los parámetros de los correspondientes controladores para conseguir los comportamientos indicados.

#### EVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA:

La evaluación se realizará en el mismo laboratorio, por lo que, se deberá enseñar al profesor el resultado de cada apartado.