

Apellidos, Nombre, DNI: Profesor de Sistemas Automáticos

Resuelva las siguientes cuestiones. **Justifique** y explique con claridad sus respuestas. Indique en qué figuras se apoya para sus razonamientos, y acote donde haga mediciones.

Aparte de la corrección en las respuestas se valorará la presentación del documento (legibilidad, ortografía, expresión, etc.).

Utilice esta hoja para responder. Puede usar los márgenes para cálculos y planteamientos.

1. Utilizando un motor de corriente continua del laboratorio 2.2.19 y el programa de control digital empleados en las sesiones de prácticas, se han obtenido con el osciloscopio las respuestas que se muestran en la figura 1. En ellas se muestra en el canal 1 la velocidad del motor (en unidades del sensor - voltios), y en el canal 2 la tensión de entrada al motor (acción de control del regulador), siendo la referencia introducida por teclado un escalón de 2 V. La referencia para ambas señales está situada en la línea inferior de la pantalla. Sabiendo que en los tres casos se ha utilizado el mismo regulador proporcional, conteste **razonadamente** a las siguientes preguntas:

- (a) Determine la ganancia del regulador proporcional.

$$v(t) = K_p e(t) \rightarrow K_p = \frac{v(t)}{e(t)} = \frac{U_0}{r_0 - y_0} = \frac{U_0}{2 - 0} \approx \frac{4}{2} = 2$$

Otra forma  $K_p = \frac{U_{\infty}}{r_0 - y_{\infty}} = \frac{1,6}{2 - 1,25} = 2,13$  (Las diferencias se deben a la precisión al medir)

- (b) Determine la ganancia estática de la planta.

$$G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} \rightarrow G(0) = \frac{y_{\infty}}{U_{\infty}} = \frac{1,25}{1,6} = 0,78$$

- (c) Determine el tipo de la planta y sus errores en régimen permanente.

La salida toma el valor 1,25 en régimen permanente, siendo 2 la referencia, por tanto existe error de posición. Por tanto, el sistema es de tipo 0.

$$e_p = \frac{r_0 - y_{\infty}}{r_0} = \frac{2 - 1,25}{2} = 0,375, \quad e_v = \infty, \quad e_a = \infty$$

- (d) Indique el periodo de muestreo utilizado en cada caso ( $T_1$ ,  $T_2$  y  $T_3$ ).

$$T_1: 2 \text{ escalones en } 50 \text{ ms} \rightarrow 25 \text{ ms}$$

$$T_2: 4 \text{ escalones en } 50 \text{ ms} \rightarrow 12,5 \text{ ms}$$

$$T_3: 1 \text{ escalón en } 50 \text{ ms} \rightarrow 50 \text{ ms}$$

La acción de control presenta escalones debidos a la reconstrucción de digital a analógico.

- (e) Explique, si las hubiere, las diferencias en la respuesta de velocidad en los tres casos. Justifique, si es aplicable, el origen de esas diferencias.

Las respuestas a) y b) son muy similares. La respuesta c) presenta sobreesoscilación. Puesto que el regulador es el mismo, las diferencias se deben al tiempo de muestreo. La reconstrucción de la señal digital (acción de control) lleva aparejado un retardo puro de  $T_m/2$ , esto produce una disminución del margen de fase que en el caso c) se hace patente. En el caso a) el retardo, frente al caso b), no produce una disminución del margen de fase significativa, y por eso no se aprecian diferencias.

- (f) Explique, si las hubiere, las diferencias en la acción de control en los tres casos. Justifique, si es aplicable, el origen de esas diferencias.

Al aumentar el tiempo de muestreo, la acción de control se actualiza menos veces por unidad de tiempo. Esto hace que se produzcan cambios más bruscos en las actualizaciones de la misma, como se puede ver al comparar c) con a), o a) con b). En los casos a) y b), puede verse que la acción de control disminuye desde el instante inicial de forma similar hasta llegar al régimen permanente. Sin embargo, en el caso c) la acción de control presenta cierta oscilación (figura 1c) para compensar la sobreesoscilación de la salida.

$u(t)$  acción de control  
 $y(t)$  velocidad del motor  
 (en unidades del sensor)  
 $r(t)$  referencia

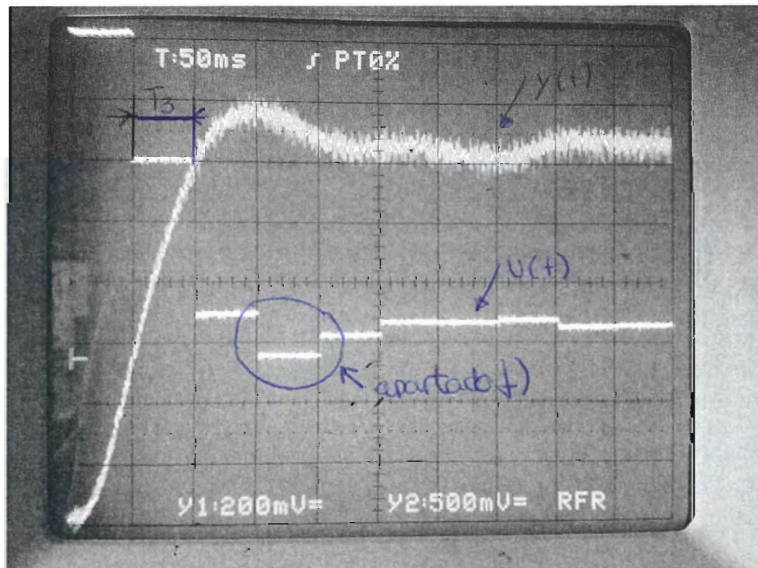
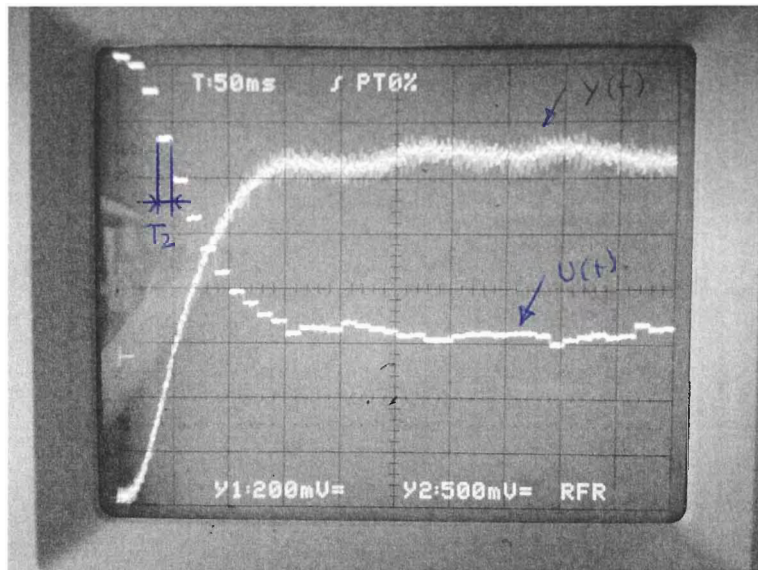
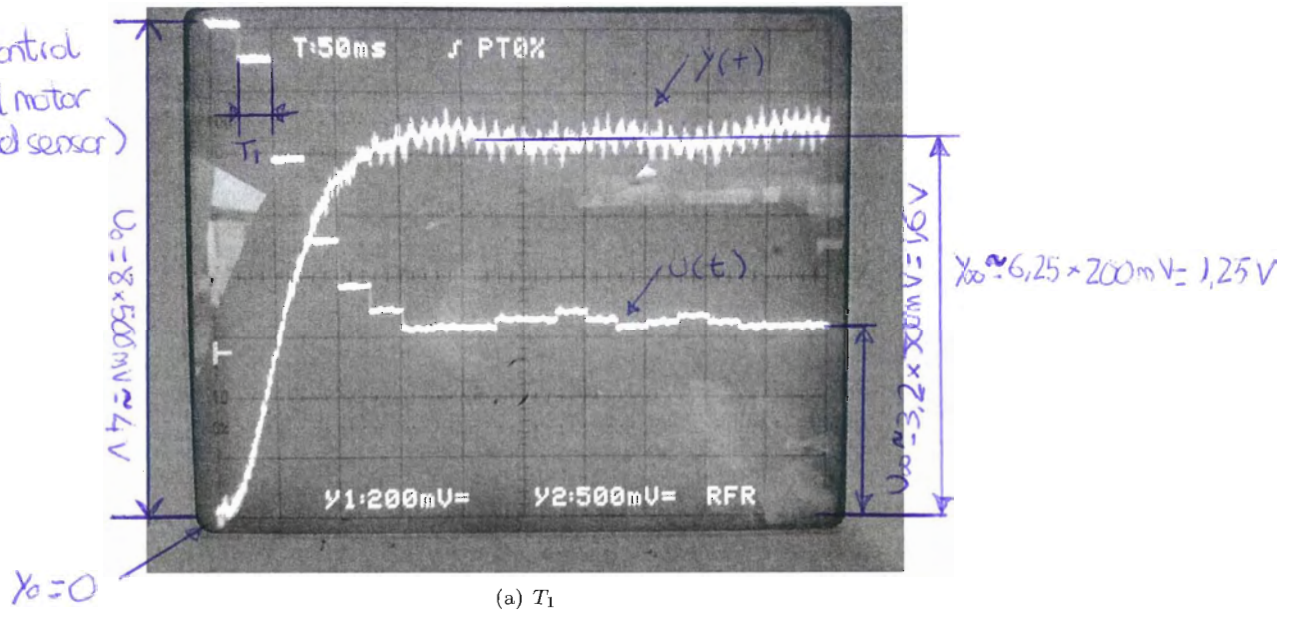


Figura 1: Respuesta del sistema con referencia de 2V en escalón con tres periodos de muestreo.

No olvide escribir el nombre y apellidos antes de entregar.