

Lab 2: Implementación de Controladores Digitales usando la Tiva C TM4C123G

Objetivo

- Implementar los controladores digitales diseñados en la práctica anterior.

Duración: 2 sesiones

En esta práctica implementarán los controladores digitales diseñados en la práctica 1. Usarán los DACs SPI que usaron en el curso de Sistemas de Control 1 (DAC MCP4921).

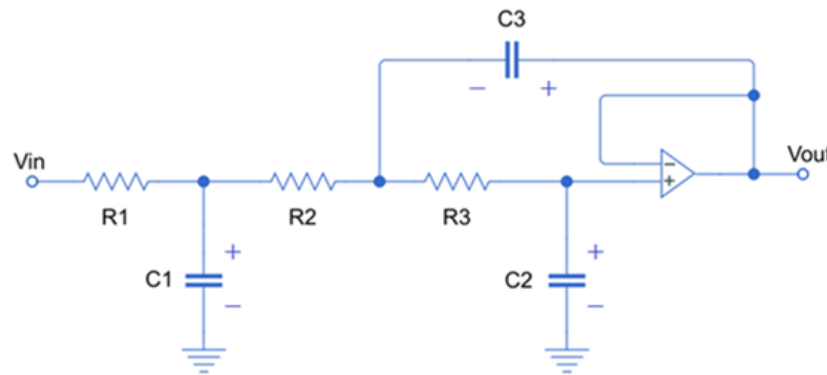


Figura 1. Planta a controlar en el laboratorio 2.

Primera Parte: Verificación preliminar

Como vieron en el laboratorio de Sistemas de Control 1, para implementar controladores digitales, necesitamos de conversión analógico-digital (ADC) y digital-analógico (DAC). Para verificar que el circuito esté bien armado, que la Tiva C esté bien, y que las conversiones funcionen adecuadamente, hagan lo siguiente:

1. Armen el circuito de la Figura 1.
2. Conecten al circuito una señal cuadrada de entre 1 V y 2 V de una frecuencia baja. Observen la salida en el osciloscopio. Ajusten la escala temporal para mostrar **entre 3 y 4 transiciones (flancos)**. Salvo por la escala vertical, la salida deberá ser como la observada en el laboratorio 1.
3. Creen un programa en la Tiva C que tome una señal de entrada, haga la conversión ADC, y mande los datos al DAC SPI. El muestreo debe ser periódico, usando un *timer*.

Nota: En el laboratorio de Sistemas de Control 1 crearon un programa así. Pueden reciclar dicho programa. No tienen que crearlo desde cero.

- Conecten la salida del circuito (inciso 2) a la Tiva C, y observen la salida del DAC en el osciloscopio. Usen la misma escala temporal que antes. La salida del DAC debe ser la “reconstrucción” de la señal proveniente del circuito. **En el reporte deberán incluir una imagen que muestre tanto la señal que entra a la Tiva C como la señal que sale del DAC.** **Nota:** deberán usar un período de muestreo adecuado en su programa.

Segunda Parte: Implementación de los Controladores Digitales

- Creen un programa para la Tiva C que implemente los controladores digitales.** Pueden usar como punto de partida el programa creado en el laboratorio 7 de Sistemas de Control 1. También pueden tomar como base programas creados en Procesamiento de Señales, en donde implementaron los algoritmos correspondientes a algunas ecuaciones de diferencias. El algoritmo que deben implementar es esencialmente el pseudocódigo mostrado en las páginas 2 y 3 de la Lección 15 de teoría de Sistemas de Control 1.

El programa debe tener código/variables correspondientes a todos los métodos de discretización usados en la práctica 1. A la hora de compilar, comenten/descomenten lo necesario para dejar el método deseado. Noten que las diferencias entre métodos serán los valores de los coeficientes según las ecuaciones de diferencias, y los períodos de muestreo. El algoritmo de control en sí es el mismo.

Importante: al igual que en el programa del laboratorio 7 del curso anterior, la resta para obtener el error se hace por *software*. Es decir, la Tiva C deberá muestrear tanto la señal de referencia como la salida de la planta (dos canales ADC). También necesitarán hacer la acotación de los valores calculados de control (u_k). Esto se hace después de hacer el cálculo y la actualización de las variables e_{k-2} , u_{k-2} , e_{k-1} , etc.

Para evitar problemas numéricos, se recomienda transformar las lecturas del ADC a escala de “voltios”, antes de hacer los cálculos. Al final, deberán mapear el valor de u_k acotado al intervalo 0 – 4095, y hacer una conversión de variables de tipo punto flotante a tipo entero, para poder enviar el valor de control al DAC. Todo lo anterior lo realizaron para el proyecto final de Control 1.

- Armen el sistema completo, incluyendo el controlador (lazo cerrado). Consideren la imagen mostrada en la Figura 2.

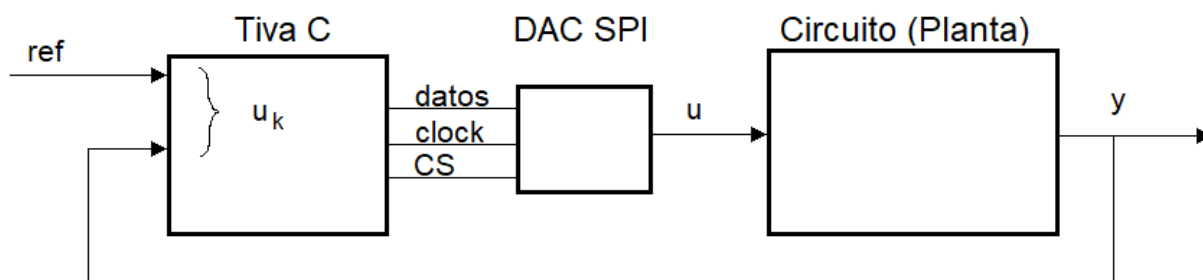


Figura 2. Conexión en lazo cerrado, retroalimentación de la salida.

3. **Para cada método de discretización**, conecten al sistema la señal cuadrada de **entre 1 V y 2 V**. **Observen en el osciloscopio tanto la entrada como la salida controlada**. Ajusten la frecuencia de la señal de entrada y la escala temporal del osciloscopio para **mostrar aproximadamente 0.25 s de las señales, a partir de un flanco de subida de la señal cuadrada** (tal que se vean como en las simulaciones del laboratorio 1).

¿Funcionaron todos los métodos? **Es posible que para unos métodos funcione bien un período de muestreo, y para otros métodos funcione mejor otro período de muestreo. Es por ello que en el laboratorio 1 se pidió encontrar las ecuaciones de diferencias correspondientes a dos períodos de muestreo distintos. Si algún método no funciona con ninguno de los períodos de muestreo usados en el laboratorio 1, prueben otros períodos. Recuerden recalcular los coeficientes de las ecuaciones de diferencias, y ajustar el programa, según corresponda.** En el reporte, **indiquen el período de muestreo que mejor haya funcionado para cada método. Sólo necesitan incluir las imágenes correspondientes a los períodos de muestreo que mejor hayan funcionado. Indiquen claramente si alguno de los métodos no es exitoso.**

Evaluación:

Antes de la sesión del laboratorio 3 deberán **demostrar el funcionamiento de sus controladores (por lo menos de uno de los métodos de discretización)**. Esto podrá ser en las sesiones regulares del laboratorio o en las sesiones de atención a estudiantes. Además, deberán **subir un reporte y su programa de la Tiva C a Canvas** (una entrega por grupo).

El reporte deberá incluir:

- 1) **Identificación**: sus nombres, carnés, nombre del curso, sección de laboratorio (11, 12 o 21), número y título del laboratorio, fecha.
- 2) Un **Resumen** de la práctica, incluyendo los objetivos y lo más destacado de sus resultados obtenidos (máximo media página).
- 3) Una sección de **Resultados**, en la que incluyan todas las imágenes, períodos e indicaciones que se solicitan. Como siempre, **se verificará que esté todo lo indicado en color azul**. Asegúrense de numerar y titular todas las imágenes. **Organicen los resultados según las Partes y los incisos de la guía, como se explicó en la guía del laboratorio 1.**

Suban únicamente la versión final de su programa. No es necesario que suban el archivo “*startup*”. Comenten su código e incluyan sus nombres, carnés, nombre del curso y número de laboratorio en la parte superior.

Asistencia, trabajo en el lab y demostración:	50%
Reporte (.pdf):	40%
Código (.c):	10%

