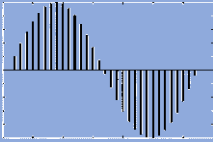




Nombre: _____ Grupo: _____

Tecnológico de Estudios Superiores de Huixquilucan
Curso 2022 - 1



Laboratorio de Control Digital

Práctica 2

Convertidor Analógico Digital Discreto



Tema

- 1.6. Efectos de cuantización y muestreo
- 2.1. Discretización de sistemas continuos

Objetivos

- El alumno construirá un convertidor analógico digital de aproximaciones sucesivas con elementos discretos.
- El alumno analizará las características de funcionamiento y verificará los cálculos teóricos con mediciones sobre el circuito.
- El alumno generará la curva de cuantización práctica.

Introducción

El primer proceso que se realiza dentro de un sistema de control digital es el proceso de muestreo, el cual nos permite obtener los valores discretos de la señal analógica de entrada en los diferentes instantes definidos por el periodo de muestreo, pero dichos valores son aún valores analógicos en amplitud aunque discretos en tiempo y no son directamente utilizables por una computadora digital, por lo tanto es necesario cuantizar dichos valores analógicos a través de convertidores analógico digitales que transforman el valor analógico de entrada a un código binario compatible con los sistemas digitales.

Un convertidor analógico digital (CAD) procesa un voltaje analógico de entrada y después de cierta cantidad de tiempo, denominado tiempo de conversión, produce un código digital de salida con un determinado número de bits como se muestra en la figura 2.1.

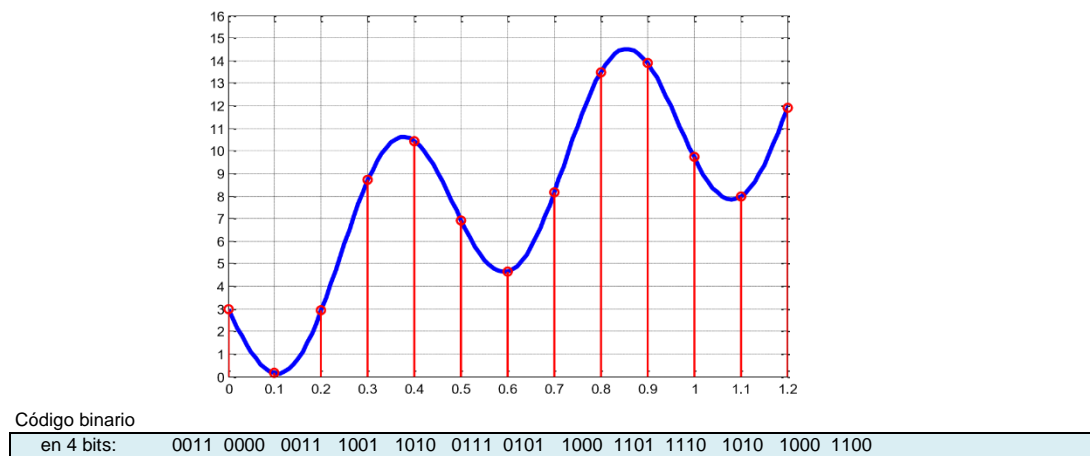


Figura 2.1

Este proceso está sujeto a errores debido al método de conversión, a los componentes empleados y a otras fuentes externas al proceso.

El proceso de conversión analógico digital generalmente es más complejo y tardado que el proceso de conversión digital analógico y para realizarlo se emplean varios métodos entre los que podemos nombrar: aproximaciones sucesivas, rampa digital, rampa analógica, de ráfaga y doble rampa como los más usuales.

El circuito implementado en la práctica realiza la conversión por el método de aproximaciones sucesivas en forma analógica, empleando para ello circuitos comparadores de voltaje, mallas de resistencias e inversores lógicos.

Material

- 1 C.I. LM339 Comparadores de voltaje
- 1 C.I. CD4069 (CMOS) Inversor Lógico
- 1 Transistor BC547
- 2 Resistencias de $39\text{ K}\Omega$ a $\frac{1}{2}\text{ W}$.
- 3 Resistencias de $22\text{ K}\Omega$ a $\frac{1}{2}\text{ W}$.
- 4 Resistencias de $10\text{ K}\Omega$ a $\frac{1}{2}\text{ W}$.
- 1 Resistencia de $5.6\text{ K}\Omega$ a $\frac{1}{2}\text{ W}$. 8 Resistencias de $1\text{ K}\Omega$ a $\frac{1}{2}\text{ W}$.
- 2 Potenciómetros de $50\text{ K}\Omega$
- 4 Leds

Equipo

- 1 Fuente de voltaje
- 1 Multímetro
- 1 Osciloscopio

Actividades previas a la realización de la práctica

1. El alumno deberá realizar la lectura de la práctica.
2. El alumno realizará el cálculo de los voltajes en cada una de las dos entradas de los cuatro comparadores del circuito de la figura 2.2 así como el código binario de salida para un voltaje de entrada de 3.3 V. Considere que el voltaje máximo de entrada es de 8 V.
3. Adjunte todos los cálculos realizados para el análisis y entréguelo a su profesor de laboratorio.

Procedimiento Experimental

1. Simule el circuito de la figura 2.2 alimentándolo con un voltaje **aproximado de $V_{CC} = 10\text{ V}$** . Dicho valor será modificado posteriormente a través del procedimiento del inciso 3.
2. Varíe el voltaje de entrada analógico $V_e(t)$, a través del potenciómetro P2, para que encienda alguno de los leds. Reajuste el nivel de la fuente de voltaje V_{CC} hasta obtener 8V en la salida del inversor que tienen encendido el led.
3. El reajuste de la fuente de voltaje V_{CC} es muy importante debido a que representa el valor de voltaje máximo de conversión y debido a ello, **este valor deberá mantenerse fijo durante el desarrollo de la práctica**, pues las mediciones y ajustes posteriores serían incorrectos si dicha fuente tuviera una variación.

4. Ajuste el voltaje de referencia **Vref** en el emisor del transistor BC547, a través del potenciómetro P1, hasta obtener 4 V, lo que representa la mitad del voltaje máximo de conversión.
5. Ajuste el potenciómetro P2 hasta obtener un voltaje de 3.3 V en la entrada $V_e(t)$ y compruebe que el código binario en las 4 salidas del circuito es (0110), también compruebe que los voltajes en las entradas positivas de los comparadores son 4 V, 6 V, 7 V y 6.5 V, respectivamente a partir del comparador U1A.
6. Anote las posibles variaciones de los niveles de voltaje, si las variaciones son grandes entonces existe un error en el armado del circuito.
7. Genere la curva de cuantización ($V_e(t)$ contra código binario) empleando 16 niveles, variando el potenciómetro P2 desde 0 V hasta 8 V, indicando en una tabla el nivel de voltaje analógico de entrada $V_e(t)$ y el correspondiente código binario proporcionado por el circuito.
8. Dibuje las gráficas de cuantización real, obtenida del circuito de prueba y la gráfica de cuantización ideal, en la misma gráfica y con el mismo sistema de coordenadas.
9. Compare ambas gráficas y comente acerca de los errores que presenta el circuito con respecto a linealidad, exactitud y errores en el proceso de conversión.

Cuestionario

1. Calcule el rango de cuantización (q) promedio del convertidor implementado.
2. Qué tiempo total requiere este sistema para realizar la conversión. Consultar manuales y anotar los tiempos de respuesta de cada uno de los circuitos que intervienen en el proceso, calculando posteriormente el tiempo total de conversión.
3. Qué tiempo requeriría un circuito similar al implementado si la conversión se realizara en 8 bits y compárelo con el tiempo de conversión de 2 convertidores analógico digitales comerciales de 8 bits. Anote sus comentarios con respecto a esta comparación, incluya la hoja de datos de los convertidores consultados señalando el parámetro de tiempo de conversión sobre la hoja.
4. Son iguales o diferentes los tiempos de conversión necesarios para convertir los voltajes de 2.8 V. y de 5.4 V. en el circuito de prueba de la práctica, justifique su respuesta.
5. Explique a través de una tabla de verdad la forma en que el método de aproximaciones sucesivas realiza la conversión a código binario empleando como voltaje de entrada $V_e = 6.3$ V.

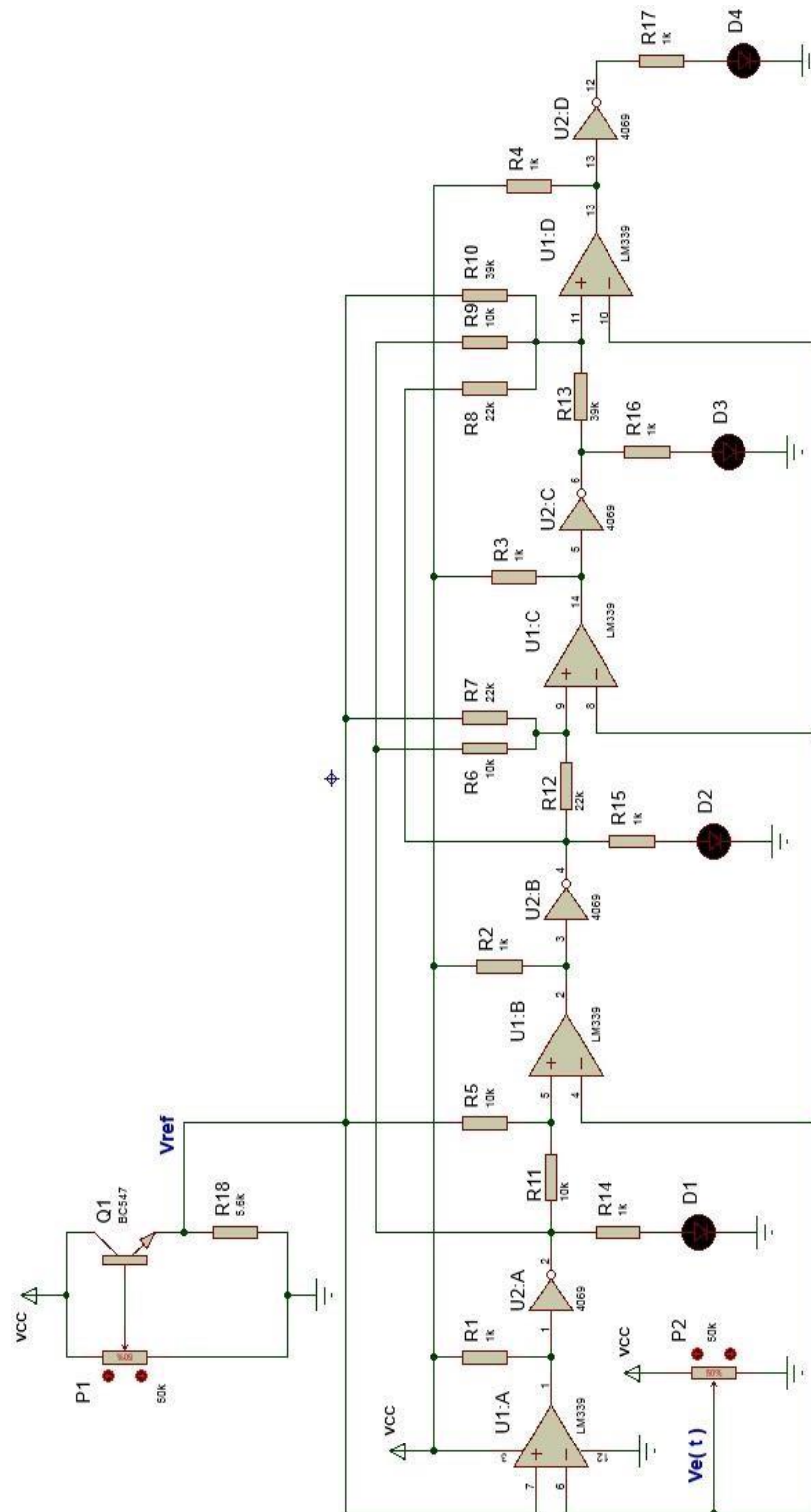


Figura 2.2