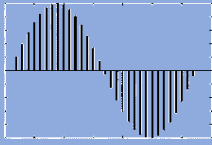




Nombre: _____ Grupo: _____

Tecnológico de Estudios Superiores de Huixquilucan
Curso 2022 - 1



Laboratorio de Control Digital

Práctica 8

Filtros Digitales



Tema

- 4.1. Terminología de filtros digitales.
- 4.2. Ventajas y desventajas de los filtros digitales

Objetivos

- El alumno entenderá los fundamentos de los filtros digitales además de su funcionamiento básico.
- El alumno identificará los tipos de filtros digitales básicos además de determinar el orden los mismos.

Introducción

Un filtro se puede definir como un elemento o sistema que, de acuerdo con una característica definida, permite o no el paso de lo que se encuentra en su entrada hacia su salida. En términos de sistemas electrónicos, una señal eléctrica aplicada a la entrada del filtro solo podrá atravesarlo si cumple con una característica deseada, por ejemplo, una frecuencia determinada, de lo contrario dicha señal no podrá atravesar al filtro.



Figura 8.1. Estructura básica de un filtro.

Al tratarse de filtros que discriminan las señales de entrada en función de sus características frecuenciales, éstos se pueden clasificar en dos tipos básicos de acuerdo con la forma de su respuesta, filtros pasa bajas cuya respuesta se muestra en la figura 8.2(a) y filtros pasa altas con respuesta como la que se ve en la figura 8.2(b). A partir de estos dos filtros se pueden obtener otros de mayor complejidad con otro tipo de características.

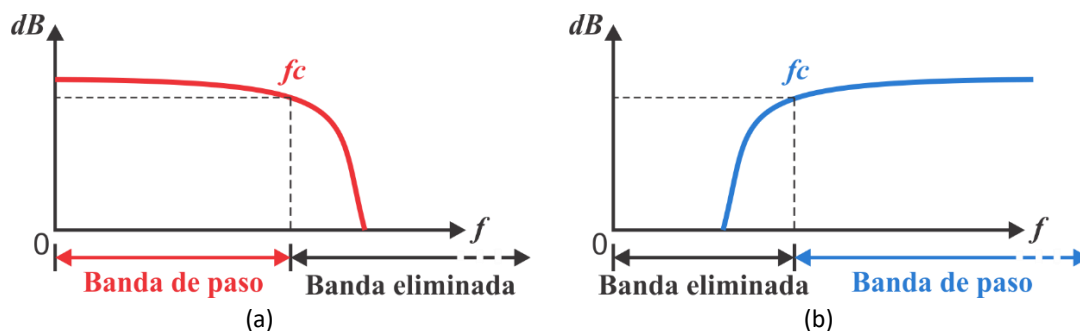


Figura 8.2. Respuesta frecuencial de filtros básicos.

Un filtro digital es un algoritmo, normalmente un programa en una computadora, que se aplica a una señal de entrada, dicha señal puede ser de naturaleza analógica pero que se debe transformar a una versión digital de la misma para poder ser tratada por el algoritmo del filtro, es decir, una señal discreta en el tiempo y en

amplitud que además ha sido cuantificada. El filtro digital genera una salida, también de tipo digital, de acuerdo con los valores numéricos correspondientes a las muestras de la señal analógica de entrada que fueron digitalizadas. Tanto los valores de las muestras de entrada como los de la salida del filtro digital pueden ser almacenados en la memoria de la computadora como un conjunto de valores definidos o ser enviados hacia el exterior para ser usados en el mundo físico. Lo anterior indica que un filtro digital normalmente está acompañado de elementos que permitan realizar las conversiones de las señales con las que trabaja, es decir, convertidores de tipo analógico-digital (ADC) en su entrada y convertidores digital-analógicos (DAC) en su salida, como se observa en el diagrama de bloques de la figura 8.3.

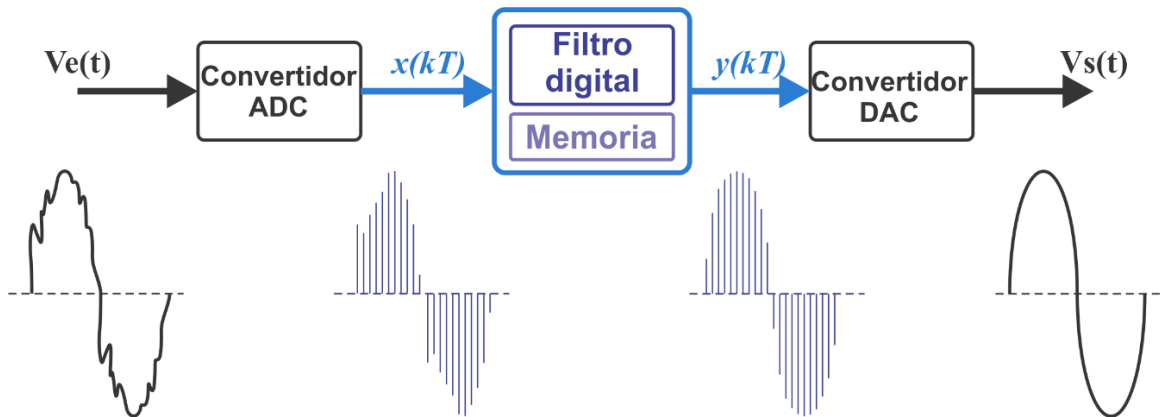


Figura 8.3. Diagrama de bloques de un sistema de filtro digital.

Material

- 1 Microcontrolador PIC16F887
- 1 C.I. DAC0800 Convertidor Digital Analógico.
- 2 C.I. LM741.
- 1 Resistencia de 5.6 K Ω a ½ W.
- 5 Resistencias de 10 K Ω a ½ W.
- 3 Resistencias de 1 K Ω a ½ W.
- 1 Potenciómetro de 50 K Ω .
- 1 Capacitor de 1 nF.

NOTA: El C.I. DAC0800 puede ser sustituido por el MC1408, que tiene el mismo funcionamiento y distribución de terminales.

Equipo

- 1 Fuente bipolar.
- 1 Generador de funciones
- 1 Osciloscopio.

Actividades previas a la realización de la práctica

1. El alumno realizará la lectura de la práctica.
2. Investigue las ecuaciones que representan a los algoritmos de los filtros digitales de retardo, promedio de dos términos y promedio de tres términos.

- En el simulador arme el circuito que se presenta en la figura 8.4, teniendo cuidado de polarizar de manera correcta los componentes.
- Basándose en el código en lenguaje C para el microcontrolador PIC16F887 mostrado en la figura 8.5(a) y 8.5(b), incorpore los algoritmos para que el microcontrolador funcione como un filtro digital pasa bajas.

Procedimiento Experimental

- Una vez armado el circuito de la figura 8.4, calibre los generadores de señales senoidales para obtener la señal $V1 = 2.25 \sin 3141.59t + 2.5V_{CD}$ y la señal $V2 = 0.25 \sin 31415.92t$. Esto también se puede lograr usando el generador de funciones del menú de instrumentos virtuales, pero será necesario utilizar dos, uno para cada señal.
- Pruebe el funcionamiento del circuito comenzando con los selectores en la posición 00 para el filtro de retardo.
- Ajuste el potenciómetro hasta obtener a la salida del circuito una señal V_s aproximadamente de 5Vpp.
- Obtenga la gráfica de las señales de entrada (V_e) y salida (V_s) del sistema, recuerde que el osciloscopio debe estar ajustado en acoplo de CD.

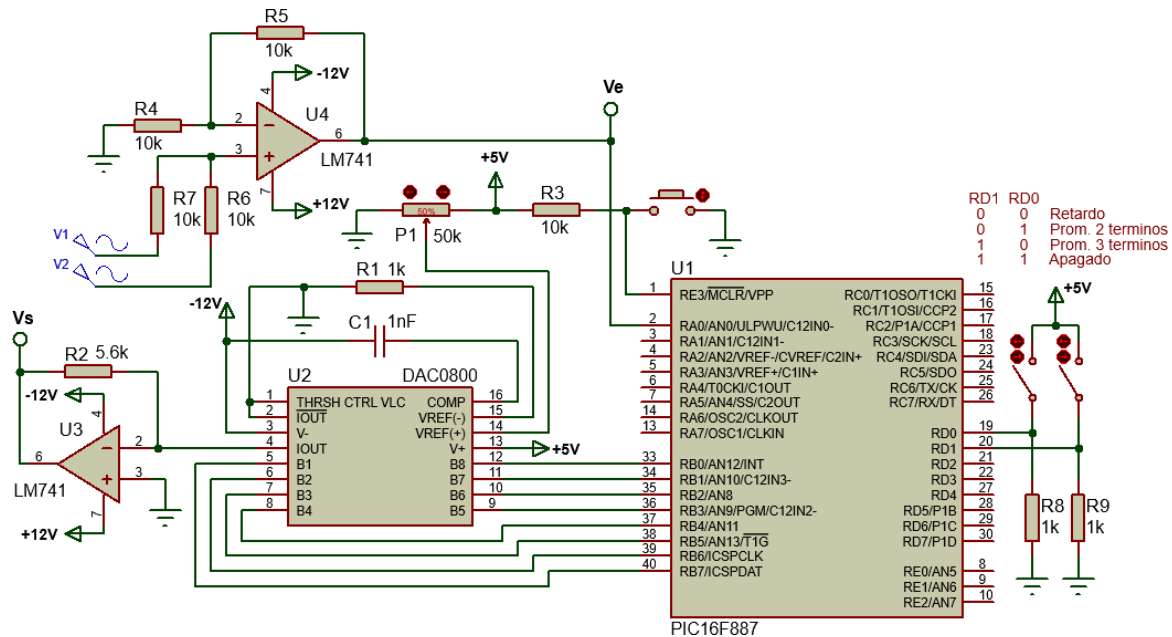


Figura 8.4. Circuito del sistema de filtro digital.

- Con ayuda de los cursores mida la diferencia de fase entre ambas señales.
- Cambien la posición de los interruptores para probar el funcionamiento de cada uno de los filtros programados dentro del microcontrolador. Recuerde proporcionar un pulso en la terminal MCLR para cambiar entre cada tipo de filtro.
- Obtenga las gráficas correspondientes a cada uno de los tipos de filtro y anote sus observaciones sobre el comportamiento de la señal de salida para cada caso.
- Modifique la señal de entrada $V1$ para que tenga una forma triangular mientras que $V2$ se mantiene sin cambios.
- Repita las mediciones realizadas para cada tipo de filtro, obteniendo sus respectivas gráficas y anote sus comentarios.

```

// *** Filtros digitales – Pasa bajas *** //
/*Directivas de pre-procesado*/
#include <16F887.h> //Definición del PIC.
#define device adc=8 //Especificar el convertidor.
#define fuses INTRC_IO,FCMEN,IESO //Fuse del oscilador.
#define fuses NOWDT,NOBROWNOUT,PUT,MCLR,NODEBUG,NOLVP //Fuses de reset.
#define fuses NOPROTECT,NOCPD,NOWRT //Fuses de seguridad.

/*Directivas de control*/
#define use delay(clock=8M) //Directiva que define la Frec. CLK.
#define use fast_io(B)
#define use fast_io(C)
#include <lcd.c> //Driver de control del display LCD.

/*Programa principal*/
void main(){
    long conv=0; //Variable de 16 bits para la conversión.
    long salida=0; //Variable de salida del filtro (y).
    long muestra=0; //Muestra almacenada del tiempo -T.
    long muestra2=0; //Muestra almacenada del tiempo -2T.

    set_tris_B(0); //Configuración de puertos.
    set_tris_D(255);
    output_B(0);
    output_D(0);

    /*Configuración del módulo convertidor*/
    setup_adc_ports(sAN0); //Configura el canal analógico 0
    setup_adc(ADC_CLOCK_INTERNAL); //Reloj de conversión interno

    /***** FILTRO CON RETARDO *****/
    if(input(PIN_D0)==0 && input(PIN_D1)==0)
    {

        Área donde se especifica el algoritmo del filtro con retardo.

    }
}

```

Figura 8.5(b). Código para el microcontrolador.

```

/***** FILTRO PROMEDIO DE DOS TERMINOS *****/
if(input(PIN_D0)==1 && input(PIN_D1)==0)
{

    Área donde se especifica el algoritmo del promedio de dos términos.

}

/***** FILTRO PROMEDIO DE TRES TERMINOS *****/
if(input(PIN_D0)==0 && input(PIN_D1)==1)
{

    Área donde se especifica el algoritmo del promedio de tres términos.

}

/***** SISTEMA APAGADO *****/
if(input(PIN_D0)==1 && input(PIN_D1)==1)
{

    Área donde se especifica el algoritmo que mantiene en espera al  $\mu$ C.

}
}

```

Figura 8.5(b). Código para el microcontrolador.

Cuestionario

5. Determine el orden de cada uno de los filtros digitales revisados durante la práctica.
6. Para las expresiones de los tres filtros determine los coeficientes de cada uno.
7. ¿Cuál es la diferencia entre un filtro digital recursivo y un filtro digital no recursivo? ¿A qué categoría corresponden los filtros de la práctica?