

DETECCION DE DEFASAMIENTO ENTRE DOS SEÑALES ASÍNCRONAS TTL CON TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS Y LABVIEW

Rafael León Torres (1), M.I. Rogelio Castro Sánchez (2)

1 [Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica] | r.leontorres@ugto.mx

2 [Departamento de Ingeniería Electrónica, División de Ingenierías Campus Irapuato - Salamanca, Universidad de Guanajuato] | castro@ugto.mx

Resumen

Este trabajo es una alternativa para el manejo de control de fase de dos señales del tipo TTL asíncronas utilizando un comparador de fase y una tarjeta de adquisición de datos. Para la tarjeta de adquisición de datos (NI USB-6210) se utilizó el programa LabVIEW para el diseño del programa en el cual se diseñó el procesamiento de la diferencia de fase entre las señales para posteriormente ser visualizadas en un osciloscopio las señales.

Abstract

This work allows handling and phase control of two asynchronous TTL signals using a phase comparator and a data acquisition card. For the acquisition card (NI USB-6210), we used LabView software to design the program for the processing of the phase difference between the signals to subsequently view the signals in an oscilloscope.

Palabras Clave

Palabras Clave: Detector de fase, señales asíncronas, tarjeta de adquisición de datos.

INTRODUCCIÓN

Cuando existen dos formas de onda de dos fuentes de señal diferente, no sincronizadas entre sí, existe un batimiento [1] entre dichas señales por lo cual se pueden obtener puntos de referencia entre ambas señales para detectar de manera programada el desfase en diferentes instantes de tiempo.

El batimiento ha sido estudiado ampliamente en la literatura en moduladores analógicos [2] como por ejemplo en la detección superheterodina. En señales digitales los detectores de fase (DF) son implementados [3] de formas variadas como:

a) Compuertas "XOR" como se muestra en la Fig. 1.

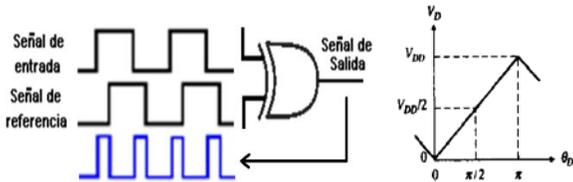


FIGURA 1. Detector de fase con compuerta XOR y el promedio de la salida en función de la diferencia de fase.

Para este detector de fase las señales de entrada deben tener un ciclo de trabajo del 50% y la detección de fase es en el intervalo de 0 a π radianes.

b) Flip flop (FF) el cual detecta la fase a partir de los flancos de las señales digitales de entrada como se muestra en la Fig. 2 y 3.

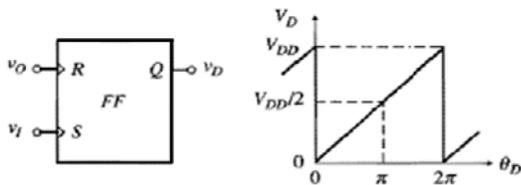


FIGURA 2. Detector de fase basado en flip flop y su salida promedio en función de la diferencia de fase de la entrada.

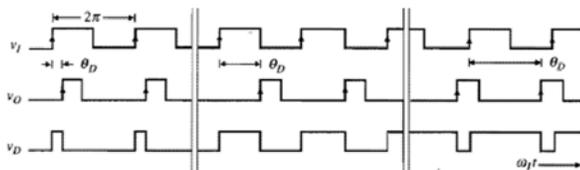


FIGURA 3. Formas de onda del comparador de fase con FF.

Como se puede observar, este detector de fase tiene un intervalo de detección de fase entre de 0 y 2π radianes.

c) por medio de un lazo de amarre de fase (PLL por sus siglas en inglés) el cual es un circuito selectivo de frecuencia diseñado para sintonizarse con una señal de entrada y para mantener la sincronización a pesar del ruido o las variaciones en la frecuencia de la señal de entrada. El diagrama básico del PLL se muestra en la Fig. 4 y comprende un detector de fase, un filtro de lazo y un oscilador controlado por voltaje (VCO).

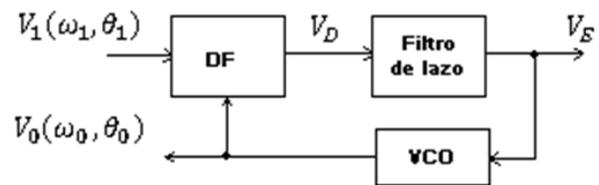


FIGURA 4. Diagrama básico de un lazo por amarre de fase.

La salida del filtro de lazo tiene un comportamiento similar al de la salida promediada de la Fig. 2 donde la transición de la señal diente de sierra es el punto de referencia adecuado para detectar la fase.

d) circuitos con la función específica de realizar la detección de la fase y frecuencia [4].

Este trabajo explora la posibilidad de utilizar la técnica descrita en el inciso d) por medio de un circuito integrado detector de fase/frecuencia para detectar el desfase de dos señales digitales TTL asíncronas y con frecuencias muy cercanas para obtener una señal de salida de corta duración que permita observar de manera repetitiva en una pantalla de un osciloscopio, la diferencia de fase en la que se encuentran las dos señales asíncronas en un tiempo específico por medio de una tarjeta de adquisición de datos (TAD) y un programa en LabView.

MATERIALES Y MÉTODOS

A continuación, se proporciona la descripción de los materiales utilizados y del método utilizado para lograr el objetivo de éste trabajo.

Detector de fase-frecuencia

El detector de fase-frecuencia MC4044 [5] consiste de dos detectores digitales de fase, una bomba de carga, y un amplificador. El circuito acepta señales TTL en las entradas R (referencia) y V (variable) y genera un voltaje de error que es proporcional a la diferencia de fase y/o frecuencia de las señales de entrada. Un detector de fase está diseñado para sistemas que requieren la detección de diferencia de fase o frecuencia cero. El detector de fase número dos es usado si se desea el uso de la cerradura de cuadratura. El segundo detector de fase puede ser utilizado cuando se requiere detección de fase en cuadratura.

Las características importantes de éste circuito es que puede operar hasta frecuencias de 8 MHz, un tiempo de propagación de 9 ns y una disipación de potencia de 85 mW. Su diagrama a bloque se muestra en la Fig. 5.

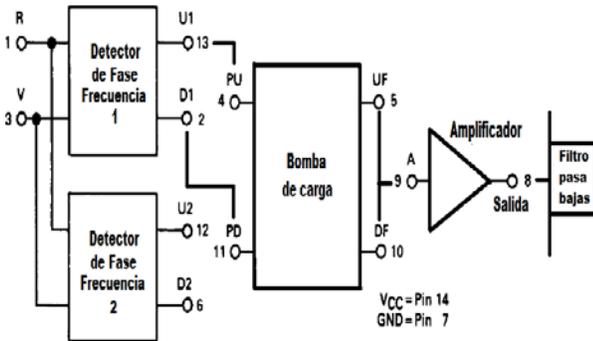


FIGURA 5. Diagrama a bloques del MC4044.

Cuando se incluye un filtro pasa bajas en la salida del MC4044 se obtiene una salida diente de sierra proporcional a la diferencia de frecuencias en el batimiento. La pendiente es de 0.12 V/radian como se muestra en la Fig. 6.

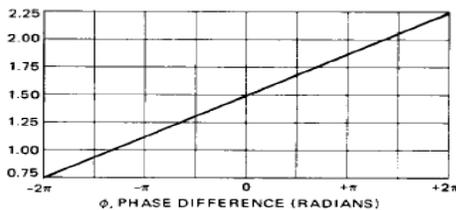


FIGURA 6. Señal de salida del MC4044.

La transición de 2.25 V a 0.75 V de la Fig. 6 es un punto de referencia en el tiempo que es detectado y procesado por una TAD para la generación de

un pulso que nos detecta el desfase en tiempo real de las dos señales TTL que entran al detector de fase.

Tarjeta NI USB-6210

La Fig. 7 muestra la tarjeta de adquisición de datos de la firma National Instruments [6] de la serie M de bajo costo, energizada por bus que nos ofrece una precisión para velocidades de muestreo altas. Esta tarjeta posee 16 entradas analógicas, una velocidad de muestreo de 250 kS/s, cuatro líneas de entrada digital, cuatro líneas de salida digital, 4 rangos de entrada por canal, disparo digital y dos contadores/ temporizadores.



FIGURA 7. Tarjeta NI USB-6210.

Osciloscopio TDS 2024B

El osciloscopio digital [7] de cuatro canales (Fig. 8) es una herramienta útil para comprobar los resultados de este proyecto.



FIGURA 8. Osciloscopio TDS2024B.

Las características principales son las siguientes: Ancho de Banda de 200 MHz, Velocidad de Muestreo de 2 GS/s en Tiempo Real, 4 Canales, Pantalla LCD a Color, Almacenamiento por medio de un puerto USB y capacidad de obtener imágenes de las mediciones realizadas por medio del software proporcionado por el fabricante.

Programación en LabView

Para la implementación del programa en LabView en la TAD de National Instruments se realizaron programas básicos como la adquisición de una señal analógica, detección de flancos de una señal digital y la generación de una señal digital.

Diseño del programa en labVIEW

En el diagrama de la Fig. 9 se muestra la secuencia que utilizamos para el diseño del programa en LabView para detectar la transición en la salida del DF y posteriormente generar un retardo para sincronizarse con la diferencia de fase entre las dos señales TTL que entran al DF para la generación de un pulso de sincronización para el osciloscopio.



FIGURA 9. Diagrama de flujo del programa en LabView

En el diagrama de flujo de la Fig. 10 se muestran los pasos que se siguieron para la conexión de entre la TAD, el DF y el osciloscopio.



FIGURA 10. Diagrama de implementación.

En la siguiente sección se darán los resultados obtenidos de la implementación de los componentes de este proyecto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las señales de prueba fueron generadas con dos circuitos basados en osciladores de cristal. Las características de las señales TTL a la entrada del DF son las siguientes:

$$f_1 = 5.0043 \text{ KHz} \quad f_2 = 5.013 \text{ KHz}$$

La salida del DF es una señal diente de sierra y con esta señal se detectó, por medio del programa en LabView, la transición del valor máximo al mínimo que se muestra en la Fig. 11. A partir de esta señal se detectaron y midieron varios puntos de la parte lineal de la forma de onda para comparar con la gráfica de la Fig. 6 proporcionada por el fabricante del DF.

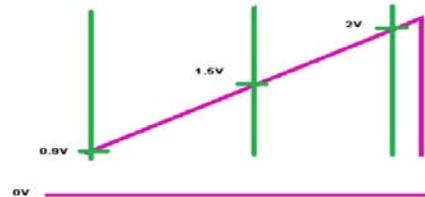


FIGURA 11. Características de la señal generada por el detector de fase (rosa) y el pulso generado (verde).

Gráficas obtenidas en el osciloscopio

En la figura 12 (izquierda) se muestra el pulso generado por medio del programa en LabView en la transición de la señal diente de sierra. Esta transición corresponde a un desfase de cero grados entre las dos señales TTL mostrada en la Fig. 12 (derecha). En la Fig. 12 (izquierda) el osciloscopio no muestra las señales TTL debido a que son de alta frecuencia y la señal diente de sierra es de baja frecuencia (diferencia de las frecuencias de las dos señales TTL)

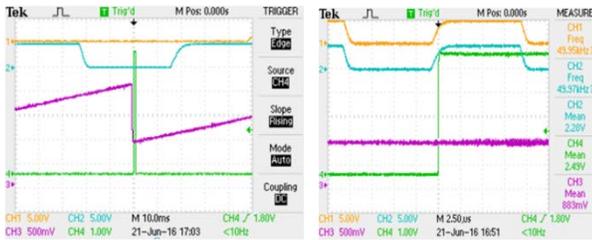


FIGURA 12. Generación del pulso al inicio de la señal diente de sierra y diferencia de fase de cero grados en las señales TTL.

En la Fig. 13 (izquierda) se muestra el pulso que corresponde a un desfase de 180° en la señal diente de sierra. En la Fig. 13 (derecha) se muestra la transición del pulso cuando las señales TTL tienen también un desfase de 180° .

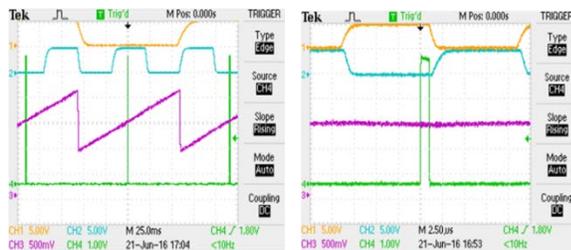


FIGURA 13. Diferencia de fase de 180° entre señales TTL.

En las figuras 19 y 20 mostraremos como se observa el desfase de 270° entre las señales, además de donde queda situado el pulso generado por la tarjeta de adquisición.

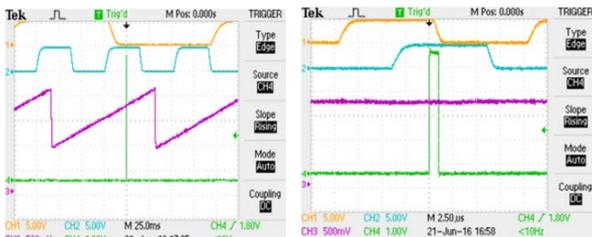


FIGURA 14. Diferencia de fase de 270° entre señales TTL.

Las gráficas mostradas permiten ver cómo las señales están estáticas y sincronizadas en puntos que no solo corresponden a un desfase de 0° . También podemos mencionar que el intervalo de control de la diferencia de fase de estas dos señales es de alrededor de 350° .

CONCLUSIONES

En este proyecto se trabaja con dos fuentes de señal digitales asincrónicas. Además, se demuestra

que con las herramientas adecuadas es posible detectar un punto de referencia para que a partir de esto se puede generar una señal que permita que cuatro señales en el osciloscopio se vean estáticas. La señal de sincronización generada por la TAD es seleccionada como el disparo (trigger) para el canal del osciloscopio. Por ahora, esto puede ser aprovechado cuando eventos asociados a esta sincronización tienen una diferencia de frecuencia menor a 10 Hz.

La sincronización de las dos señales que proceden de dos fuentes independientes se logró debido a que se implementó un detector de la diferencia de fase entre estas y así se logró generar un pulso que sincroniza estas señales, además de que logramos controlar la diferencia de fase entre ambas señales entre un intervalo de 0° a 350° .

AGRADECIMIENTOS

El autor Rafael León Torres agradece a la Dirección de Apoyo a la Investigación y al Posgrado de la Universidad de Guanajuato, a la División de Ingenierías Campus Irapuato-Salamanca por su apoyo en la infraestructura brindada y al profesor M.I. Rogelio Castro Sánchez por su apoyo teórico-técnico en el desarrollo de este trabajo de investigación.

REFERENCIAS

- [1] Schwartz M, (1983), Transmisión de información, Modulación y Ruido, McGraw-Hill.
- [2] Lathi B.P. (1998), Modern Digital and Analog Communications Systems (3rd ed) New York: Oxford University Press
- [3] Franco S. (2002), Diseño con amplificadores operacionales y circuitos integrados analógicos (3a ed.) Mc-Graw Hill, Inc.
- [4] Berlin H. M. (1981) Design of Phase-Locked loop Circuits, (1st ed) E & L Instruments Inc.
- [5] Motorola (1981), MC4044 Phase-Frequency detector Technical Note.
- [6] NI (2009), NI USB-6210 User Manual, National Instruments.
- [7] TK (2005), TDS2024B User Digital Storage Oscilloscope. Tektronix