**Desafío 1**

Esteban García López

Juan Camilo Agudelo Giraldo

Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia

Informática 2

2024

1. **Análisis del problema.**

Se necesita desarrollar un sistema que permita la adquisición y análisis de una señal analógica, con el objetivo de identificar sus características principales, como la frecuencia, la amplitud y la forma de onda.

1. **Descripción del problema principal**

* **Adquisición y procesamiento de señales:** Se requiere un sistema que capture y procese señales analógicas provenientes de un generador de señales. Esta señal debe ser medida y analizada para obtener su frecuencia, amplitud, y forma de onda.
* **Visualización de resultados:** La información sobre las características de la señal debe ser mostrada en una pantalla LCD. Además, la adquisición de datos debe iniciarse o detenerse a través de un pulsador, lo que introduce un componente de interacción física.

1. **Requisitos funcionales**

* **Inicio y pausa de adquisición de datos:** La adquisición de datos debe activarse mediante un pulsador. El sistema de permitir pausar la captura cuando sea necesario procesar la información.
* **Consulta de información en cualquier momento:** Se debe poder solicitar en cualquier momento la información sobre la señal capturada. El procesamiento de los datos debe pausar la adquisición temporalmente
* **Reanudación automática:** Una vez que el procesamiento de la información ha terminado y los resultados han sido mostrados, la adquisición de datos debe reanudarse automáticamente.
* **Visualización de resultados en una pantalla LCD:** Las características clave de la señal, como la frecuencia, amplitud y forma de la onda, deben ser mostrado en un display LCD.

1. **Retos técnicos**

* **Medición de frecuencia y amplitud:** El algoritmo debe ser capaz de medir la frecuencia en Hertz (Hz) y la amplitud en Voltios (V) de la señal de entrada. Esto requiere interpretar los datos y calcular estos parámetros con precisión a partir de las señales generadas.
* **Identificación de la forma de onda:** La señal de entrada puede adoptar varias formas de onda (senoidal, cuadrada, triangular), y el sistema debe ser capaz de identificar correctamente la forma de onda entre las posibles que genera el simulador de Tinkercad. Si no corresponde a ninguna forma específica, debe clasificarla como “señal desconocida”.
* **Gestión de interrupciones:** La adquisición de datos debe poder pausarse y reanudarse de forma precisa para evitar pérdida de datos o inconsistencias durante el procesamiento. Esto implica una adecuada gestión de los pulsadores y un control eficiente del flujo del programa.

1. **Consideraciones para la solución**

* **Uso de Tinkercad y Arduino:** La solución debe implementarse en el entorno de simulación Tinkercad, lo que implica utilizar hardware virtual como pulsadores, generadores de señales y pantallas LCD. La programación del sistema se debe realizar en el lenguaje C++y Arduino, utilizando bibliotecas como **Adafruit\_LiquidCrystal.h** para controlar la pantalla LCD.
* **Optimización del procesamiento de la señal:** Dado que el sistema debe estar en modo adquisición continua, pero con la capacidad de detenerse para el procesamiento, el diseño del algoritmo debe ser eficiente para no comprometer el rendimiento general del sistema.

1. **Soluciones propuestas**

* **Calculo de la frecuencia:** Dado que la frecuencia es dada por la ecuación F = 1/T, se debe hallar principalmente el periodo (T) en segundos; Este se calcula con la medición del tiempo que se demora la onda en ir de un pico a otro pico, siendo el pico el valor máximo de la onda, por ende, encontrar la frecuencia solo se requiere de los valores máximos que entrega el generador de señales y contar el tiempo entre esto.
* **Calculo de la amplitud:** La forma de calcular la amplitud será según el voltaje y para ello se requiere hallar la diferencia entre el valor máximo y mínimo que entrega el generador; como la amplitud máxima que puede se puede configurar en el generador es de 10V y 1023 es el valor máximo que entrega, entonces se convierte la diferencia a voltios con la relación de que 1023 equivale a 10V, para obtener la amplitud en voltaje.
* **Identificación de la onda:** Para determinar el tipo de onda a partir de una serie de datos, se deben evaluar varias características de las ondas. Cada tipo de onda tiene propiedades distintivas que pueden ser verificadas mediante la evaluación de los cambios en la derivada discreta de los datos. La función **calculateTypeOfWave** utiliza estas propiedades para identificar si la onda es cuadrada, triangular, sinusoidal o desconocida.
  + 1. **Onda Cuadrada:** La onda cuadrada se caracteriza por tener cambios abruptos entre los valores altos y bajos. En la función **checkSquareWave**, se verifica que cada valor no sea igual a sus vecinos inmediatos. Si la condición se cumple, se asume que la onda es cuadrada.
    2. **Onda Triangular:** La onda triangular se caracteriza por cambios en la pendiente que son abruptos. La función **checkTriangularWave** calcula la derivada discreta de los datos y cuenta cuántas veces la pendiente cambia abruptamente. Si el número de cambios abruptos supera un umbral, se considera que la onda es triangular.
    3. **Onda Sinusoidal:** La onda sinusoidal presenta cambios suaves en la pendiente. La función **checkSinusoidalWave** también calcula la derivada discreta, pero verifica que los cambios en la pendiente sean suaves. Si la mayoría de los cambios son suaves, se asume que la onda es sinusoidal.

1. **Esquema de las tareas**

LECTURA PIN PULSADOR 2

LECTURA PIN PULSADOR 1

CALCULO DE LA AMPLITUD TIPO DE ONDA

RECOLECCION DE DATOS CALCULO DEL PERIODO Y FRECUENCIA

Si es onda

VERIFICACION DE ONDA

No es onda

IMPRIMIR FRECUENCIA, AMPLITUD, TIPO DE ONDA

IMPRIMIR “NO SE RECONOCE LA ONDA”

FIN

1. **Algoritmos implementados**

* **Recolección de datos:** Este es un algoritmo que consta de dos sentencias de control que se ejecutan de acuerdo a la pulsación de un pulsador u otro, el primer pulsador ejecutara el bloque de código en donde se encuentra la lectura del generador de señales y a su vez se llena un array con estos datos. Cuando se pulsa el segundo pulsador, termina la recolección de datos e inicia otro bloque de código.
* **Calculo del periodo:** En este algoritmo se utiliza la función micros(), para obtener el tiempo en microsegundos; el algoritmo calcula cuando el valor máximo de una variable que contiene el dato del sensor es mayor que el dato del sensor, esto quiere decir que el pico comenzó, asignando el tiempo a una variable hasta que el pico vuelve a subir para hallar la diferencia entre los dos tiempo y obtener el periodo.
* **Calculo amplitud:** En este algoritmo básicamente se itera el array lleno con los datos del generador y se obtiene el valor máximo y el valor mínimo de todos los datos, se restan estos dos valores y se dividen por 2, luego se hace la conversión de este valor a voltios multiplicando por 10.0 y dividiendo por 1023.0.
* **Verificación de Onda Cuadrada**: Este algoritmo está diseñado para identificar si los datos representan una onda cuadrada. Recorre el arreglo de datos y verifica si cada valor es diferente de sus vecinos inmediatos. Si un valor no es igual a ambos vecinos adyacentes, se considera que los datos no forman una onda cuadrada. Si todos los valores cumplen con esta condición, se concluye que la onda es cuadrada. Este método es simple pero efectivo para detectar ondas cuadradas basadas en la naturaleza discreta de los datos.
* **Verificación de Onda Triangular:** Este algoritmo determina si los datos corresponden a una onda triangular mediante el análisis de la derivada discreta. Primero, calcula la derivada discreta de los datos para obtener las pendientes entre puntos consecutivos. Luego, cuenta el número de cambios abruptos en estas pendientes. Si el número de cambios abruptos excede un umbral específico (definido como una fracción del tamaño total de los datos), se considera que la onda es triangular.
* **Verificación de Onda Sinusoidal:** Este algoritmo verifica si los datos representan una onda sinusoidal mediante el análisis de la derivada discreta. Calcula la derivada discreta de los datos para obtener las pendientes entre puntos consecutivos. Luego, cuenta el número de cambios suaves en estas pendientes, donde un cambio suave es definido como una diferencia pequeña entre pendientes sucesivas. Si el número de cambios suaves supera un umbral específico (también definido como una fracción del tamaño total de los datos), se concluye que la onda es sinusoidal.

1. **Problemas de desarrollo**

* **Tinkercad:** Debido a que no se tenía conocimiento de las limitaciones de tinkercard sucedía muchas veces que el software dejaba de funcionar o se ponía demasiado lento al intentar probar frecuencias muy altas en el generador de señales, restando tiempo de desarrollo.
* **Precisión en la Identificación de Onda:** Uno de los problemas encontrados fue la dificultad para identificar con precisión el tipo de onda cuando los datos de entrada tienen ruido o fluctuaciones inesperadas. Las funciones de detección de ondas cuadradas, triangulares y sinusoidales a menudo se ven afectadas por la variabilidad en los datos muestreados, lo que puede llevar a una clasificación incorrecta de la onda.