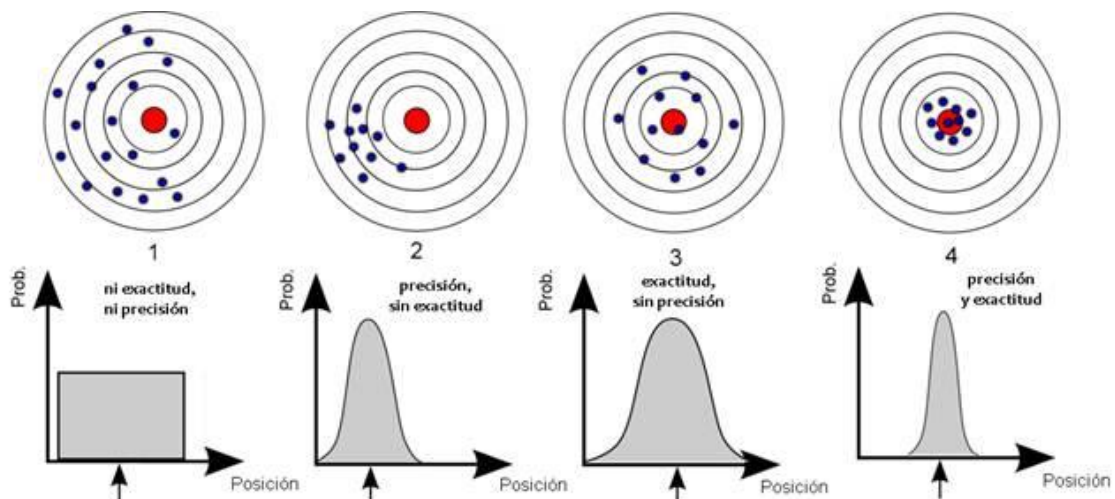


1 Introducción.

El objeto principal del presente proyecto es el desarrollo de un dispositivo para experimentos psicológicos, este dispositivo está dirigido a psicólogos o neurólogos que realizan análisis a pacientes y necesitan registrar el tiempo en que ocurren diferentes eventos con una gran exactitud (milisegundos o incluso decimas de milisegundo) para realizar un análisis correcto. Para el desarrollo de estos experimentos la precisión y la exactitud son factores críticos.

El Hardware de las computadoras modernas puede ser cada vez más rápido, pero la precisión de milisegundos es muy difícil de lograr. Un error común es decir que "precisión en milisegundos" es igual a "exactitud en milisegundos" (1). Precisión significa simplemente que los tiempos se toman y se indican en unidades de una milésima de segundo, pero esto no quiere decir que sean exactos. La precisión depende únicamente de la distribución de los resultados y no está relacionada con el valor convencionalmente "verdadero" de la medición. Por su parte, la exactitud viene definida como la proximidad entre el valor medido y el valor "verdadero" del mensurando. Así pues, una medición es más exacta cuanto más pequeño es el error de medida (2).



Por ejemplo, todos los monitores TFT y proyectores tienen retardos de entrada. Cada vez que se quiere presentar una imagen se necesita más tiempo para que aparezca en la pantalla de lo que se piensa. En algunos modelos esto puede ser más de 100 milisegundos. En cualquier experimento que se utilice, sólo es posible saber cuándo se solicitó que una imagen de estímulo se mostrará y no el momento en que apareció físicamente esto conduce a errores de exactitud.

Muchos psicólogo, neurólogo y otros investigadores usan ordenadores para ejecutar experimentos y necesitan ser informados con exactitud del momento en que se producen los eventos (en milésimas de segundo), como se ha dicho anteriormente si solo usan un ordenador es probable que sus tiempos sean incorrectos. Esto puede conducir a errores de replicación, resultados espurios y conclusiones cuestionables. Actualmente existen en el mercado dispositivos (*pad* USB) muy costosos con precisión en milisegundos como el que se puede encontrar en la web (3). El objeto del presente proyecto es la realización de un dispositivo HID con dos botones que mejore la precisión (en decimas de milisegundo) de los dispositivos ya existentes, además de añadir un pulsioxímetro para que el especialista disponga de más información para la realización de su análisis, esto es, el especialista también podrá saber la pulsación del paciente y el porcentaje de oxígeno en sangre del mismo en cada instante del test.

No es objeto del presente proyecto la realización de circuito impreso y encapsulado así como la realización de un software informático que sirva de interfaz entre el dispositivo y el especialista ya que se trata de un proyecto final de carrera en el que el director determinó que el objetivo principal era realizar un dispositivo USB HID con *data-logger* al que se le podría añadir un pulsioxímetro como suplemento.

El interfaz entre el usuario y el dispositivo que ofrece el presente proyecto es el proporcionado por cualquier programa que tenga acceso al puerto serie del PC (Matlab, programas de terminal, etc.). Se entiende que este no es un interfaz ideal para un psicólogo o neurólogo normal que no tendría por qué saber utilizar estos programas, pero como ya se ha comentado en el párrafo anterior, no es objeto de este proyecto.

Finalmente se decidió medir únicamente la pulsación ya que se carecía de los medios necesarios para verificar si la medida del oxígeno en sangre era correcta, no obstante, en la memoria se indicarán tanto la teoría como la implementación que se debería usar en el microcontrolador para la obtención de esta medida, pero no habrá nada en el apartado de prueba ya que finalmente se decidió no incluirlo en el proyecto.

1.1 Objetivos concreto:

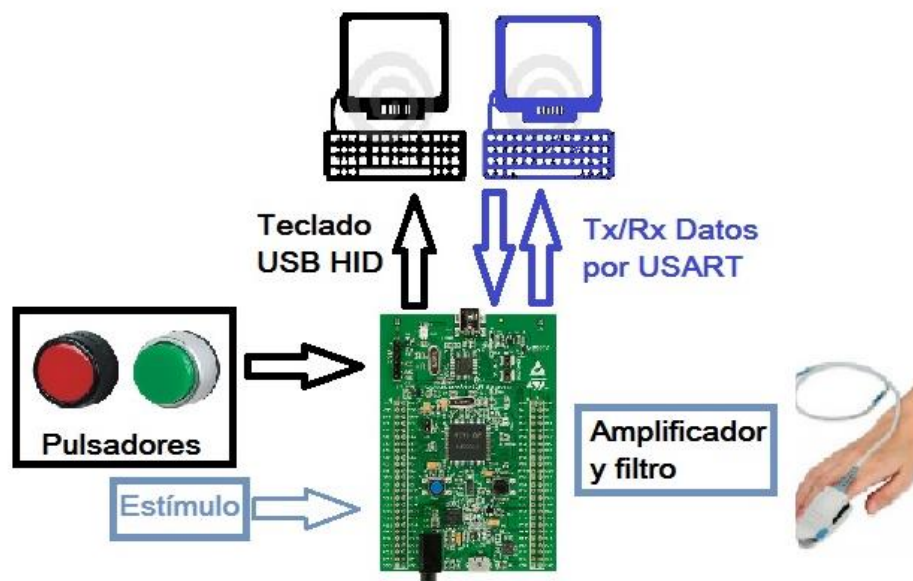
- Implementar el microcontrolador como teclado USB HID.
- Añadir dos pulsadores externos a la placa de pruebas que envíen un determinado carácter al ser pulsados.
- Implementar una consola de control en el microcontrolador con la que se pueda trabajar mediante puerto serie.
- Almacenar, leer y borrar la información de los eventos en la memoria Flash del microcontrolador.
- Sincronizar relojes.
- Adecuar la señal procedente de una sonda estándar de pulsioxímetro a los niveles de tensión y corriente del de la placa Discovery STM32F407D.
- Muestrear la señal procedente de la sonda de pulsioxímetro después de ser filtrada y amplificada.
- Realizar la FFT (transformada rápida de Fourier) de la señal muestreada y obtener la frecuencia cardíaca.

2 Background

El objeto del presente proyecto, como ya se ha comentado en el apartado de introducción, es la realización de un dispositivo HID con dos botones que mejore la precisión de los dispositivos para análisis psicológicos ya existentes, además de añadir un pulsioxímetro para que el especialista disponga de más información para la realización de su análisis.

Para ello se utiliza un microcontrolador STM32-F407 de ARM, ya que es un dispositivo de bajo coste y gran precisión con el que incluso se podría conseguir una precisión mayor a decimas de milisegundo.

Con esta información ya podemos ir modelando a grandes rasgos cómo será nuestro proyecto (en su hardware) y representarlo en un diagrama de bloques:



Teclado USB HID y pulsadores

La placa se conecta al PC mediante USB HID Device como *keyboard*.

Se han incluido dos pulsadores:

- Botón1 en PD14
- Botón2 en PA0

El microcontrolador testea los pulsadores mediante *polling*.

Al pulsar se envía un *keyboard report* USB con la tecla que esté asignada en ese momento en el pulsador, se ha añadido un retardo de 0.1s para quitar el “rebote” del pulsador, 0.1s es el tiempo que se ha considerado apropiado para el correcto funcionamiento después de testearse.

Cuando se deja de pulsar se envía un *keyboard report* con el valor 0x00 (no key).

Consola de control USART

Las órdenes de la consola están programadas en el microcontrolador y podemos usar cualquier tipo de programa que trabaje con puerto serie (Matlab, programas de terminal, etc.) como interfaz para interactuar con la consola.

Se han implementado las siguientes órdenes que se explicaran con detalle en el apartado de diseño e implementación:

-SetKeyX

-GetKey

-echo

-h: Para sincronizar relojes.

-t: Muestra tabla de eventos.

-write: Guarda datos en la flash.

-clear: Borra la memoria flash.

-read: Lee la memoria flash.

-a: Activa pulsímetro.

-p: Muestra la frecuencia cardiaca actual.

-s: Para pulsímetro.

Amplificador y filtro

La señal proporcionada por el foto-transistor es muy pequeña por lo que debemos filtrarla y amplificarla. En el proceso de filtrado se quitan las frecuencias que no nos interesan y que pueden interferir en la medición, por ejemplo, la frecuencia generada por la red eléctrica. En el proceso de amplificado la señal se aumenta a los niveles en los que el microcontrolador pueda trabajar con la señal.

Sonda Pulsioxímetro

Para tomar las medidas se decide usar una sonda de medición Nellcor desechable con el fin de abaratar los costes de desarrollo del proyecto, ya que la conexión y pinout siguen un estándar seguido por la gran mayoría de fabricantes, el usuario final podrá usar cualquier tipo de sonda de pulsioxímetro que solo tendrá que conectar a el conector DB-9 del dispositivo. Esta sonda contiene en su interior dos diodos LED, uno trabaja en 660 nanómetros (luz roja visible) y otro a 920 nanómetros (Infrarrojos). También dispone de un foto-transistor el cual es saturado en su base mediante luz, produciendo en su emisor una señal semejante a la de la base.