



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Diseño de un dispositivo HID mejorado con *datalogger* y pulsómetro

Autor: Juan Domingo Jiménez Jerez
Director: Miguel Ángel Mateo Plá

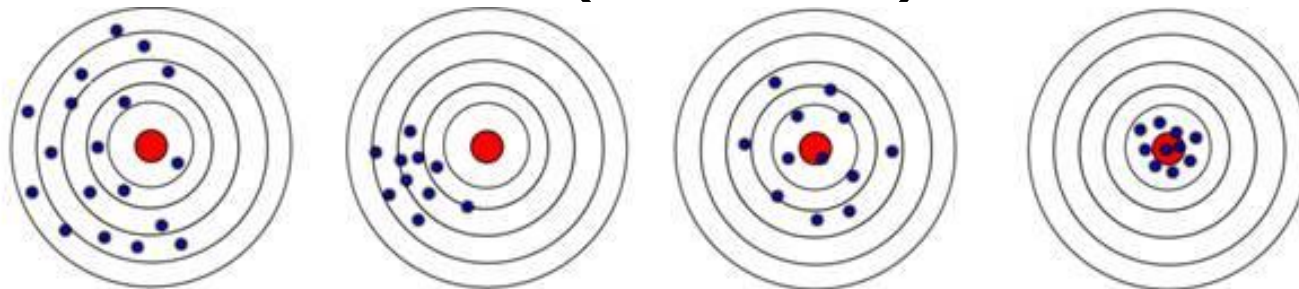


ÍNDICE

1. Introducción
2. Objetivos
3. Diseño: background y USB HID
4. Flujograma
5. Pruebas del dispositivo HID
6. Pulsometría: teoría, desarrollo y pruebas
7. Conclusiones

Introducción

- ⌘ Dispositivo para experimentos psicológicos con computadores
 - ☑ Como método de análisis y diagnóstico.
- ⌘ Registrar el tiempo en que ocurren diferentes eventos (Precisión)
- ⌘ Corregir el retardo producido por el Hardware de E/S (Exactitud)

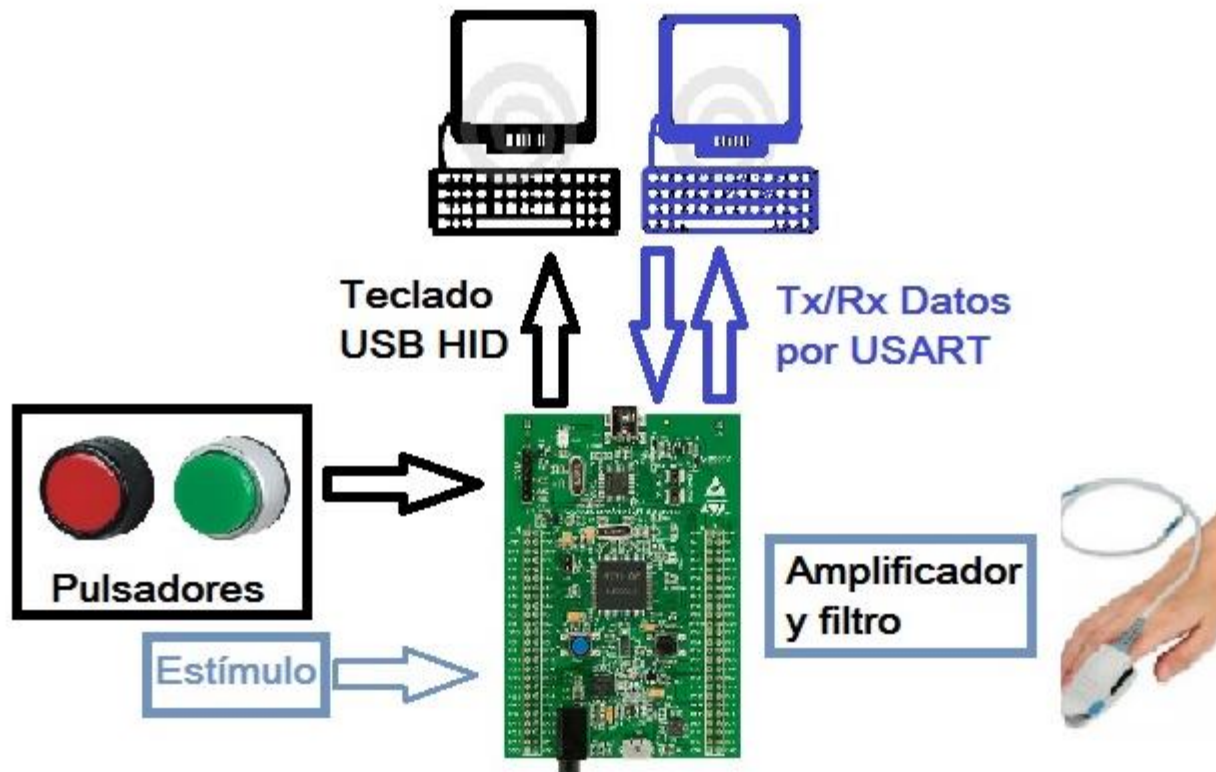




Objetivos

- ⌘ Implementar teclado USB HID
 - ☑ Con al menos dos teclas programables (pulsadores)
 - ☑ Capaz de registrar eventos
- ⌘ Almacenar, leer y borrar información de eventos en la memoria Flash (Datalogger).
- ⌘ Sincronizar relojes.
- ⌘ Diseñar una consola de control por puerto serie.
- ⌘ Implementar un pulsioxímetro.

Background





USB background

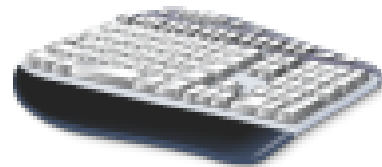
⌘ Arquitectura maestro / esclavo.

☑ PC : es el host

☑ Todas las comunicaciones las inicia el HOST.

⌘ Múltiples Velocidades: Low=1.5Mbps, Full=12 Mbps, High=480Mbps, Super=5Gbps

⌘ Identificador único: *Vendor Id, Product Id, serial number*



USB HID device
in FS mode



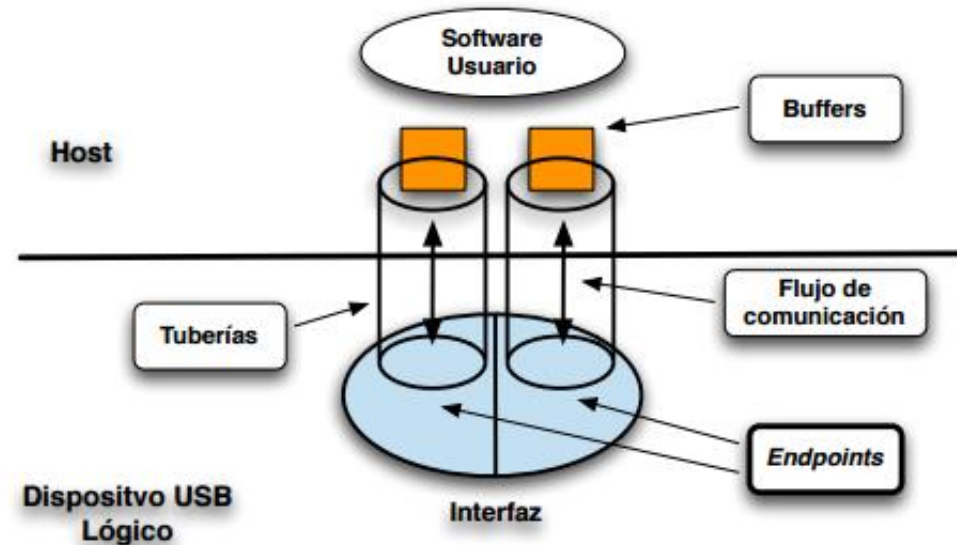
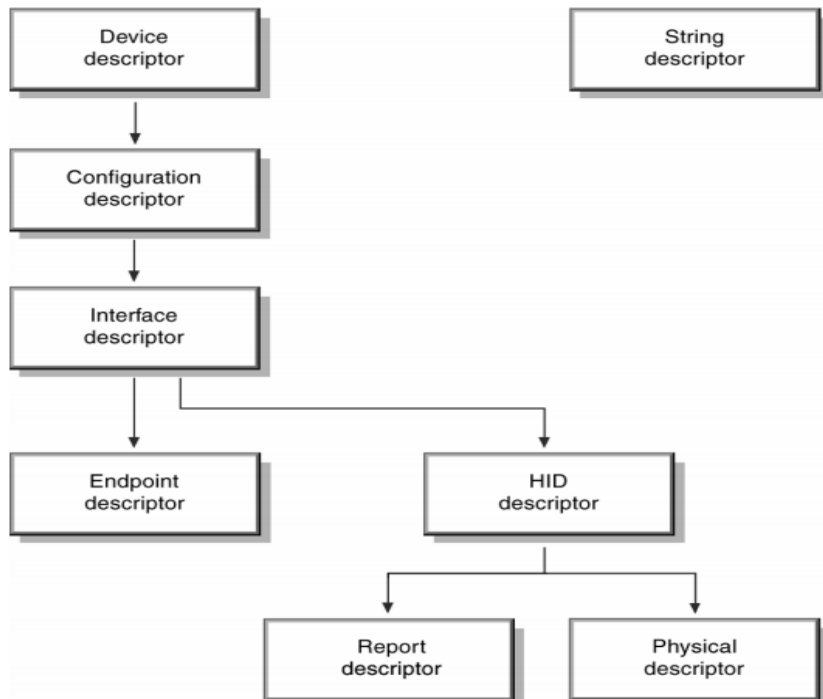
Enumeración

1. Se conecta el dispositivo al puerto USB.
2. El hub detecta al dispositivo.
3. El Host es notificado del nuevo dispositivo.
4. El hub detecta si el dispositivo es Low speed o Full Speed.
5. El hub resetea el dispositivo.
6. Se notifica al Host y los dispositivos FS soportan HS.
7. El hub establece un camino de señal entre dispositivo y bus.
8. El Host envía un *request* GetDescriptor para conocer el tamaño máximo de paquete de la tubería por defecto.
9. **El Host asigna una dirección al dispositivo (Set Address Request).**
10. **Lee los descriptores del dispositivo (Get Descriptor Request).**
11. **El Host asigna y carga los drivers del dispositivo.**
12. El driver del Host selecciona una configuración.

USB Background

Endpoints

- El Host los usa para obtener info a través de los descriptores.
- De control y de datos
- Endpoint 0: bidireccional. Los de datos: Unidireccionales



Descriptores

- Permite al host tomar información del dispositivo y como comunicarse con él.

Interface

- Representa a un dispositivo lógico USB



USB: Clase HID

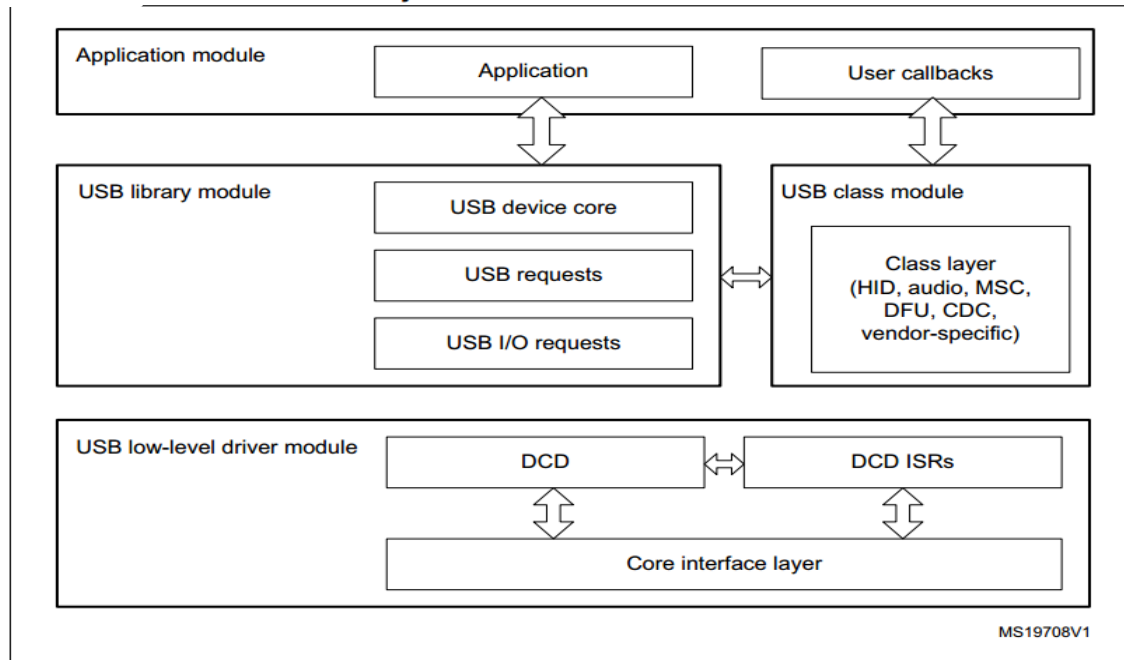
- ⌘ Clases de dispositivos: definen el comportamiento y protocolos comunes para dispositivos con funciones similares.
- ⌘ Clase HID: "Human Interface Device"
 - ☑ Dispositivos usados por humanos para controlar operaciones en sistemas informáticos.
 - ☑ Típicos: ratón, teclado, joystick, pads...
- ⌘ Requisitos de los dispositivos de clase HID:
 - ☑ Todos los datos transferidos → *reports*
 - ☑ Deben responder a los *request* (estándar y de clase HID).
 - ☒ "Get Report" y "Set Report" requests.
 - ☒ Get Report: Devuelve todos los descriptores no opcionales



Librería USB Device de STM



USB device library architecture

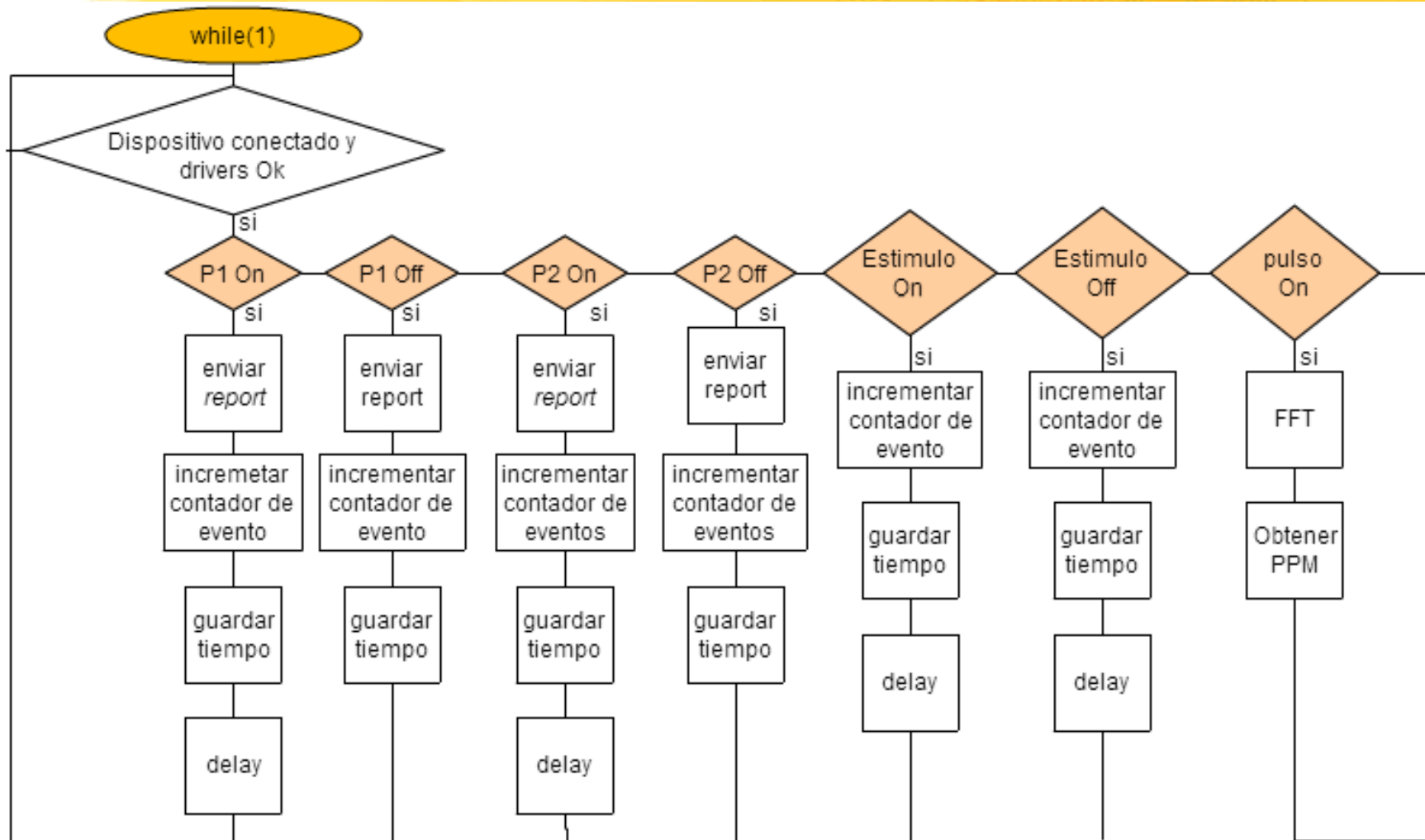


Discovery STM32F407D

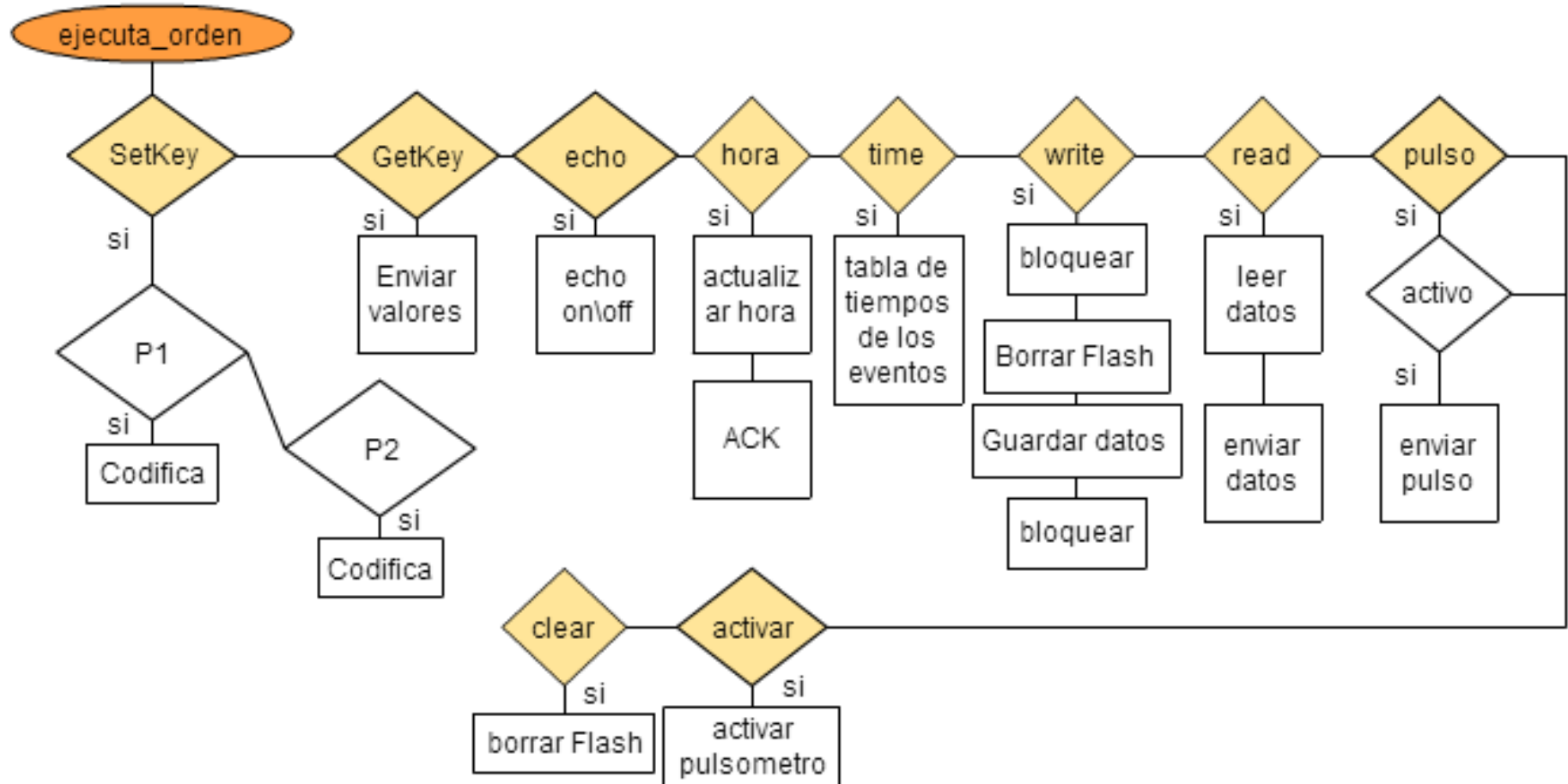
- ☒ Cmsis
 - ☒ Core_cm4.h
 - ☒ Core_cm4_simd.h
 - ☒ Core_cmFunc.h
 - ☒ Core_cmInstr.h
- ☒ User
 - ☒ Stm32f4_usb_hid_device
 - ☒ Defines.h
 - ☒ Main.c
 - ☒ Usb_bsp.c
 - ☒ Usb_conf.h
 - ☒ Usbd_conf.h
 - ☒ Usbd_desc.c
 - ☒ Usbd_desc.h
 - ☒ Usbd_usr.c
- ☒ Usb_Hid_Device
 - ☒ Usb_bsp.h
 - ☒ Usb_core.c
 - ☒ Usb_dcd.c
 - ☒ Usb_dcd_int.c
 - ☒ Usb_defines.h
 - ☒ Usbd_core.c
 - ☒ Usbd_ioreq.c
 - ☒ Usbd_req.c
 - ☒ Usbd_usr.h
 - ☒ Usbd_hid_core.c
 - ☒ Usbd_hid_core.h

Archivo	Descripción
usbd_core (.c, .h)	Contiene las funciones para manejar todas las comunicaciones USB y máquinas de estado.
usbd_req(.c, .h)	Incluye las implementaciones de solicitudes (request)
usbd_ioreq (.c, .h)	Manejalos resultados de las transacciones USB.
usbd_conf.h	Contiene la configuración del dispositivo: ID de proveedor, Id de producto, Strings, etc....
usbd_hid (.c, .h)	Contiene las devoluciones de llamada de la clase HID (driver) y los descriptores de configuración de clase.

Flujograma: Registro eventos



Flujograma: Consola de control en UART





Prueba del dispositivo USB HID



COMPUTER

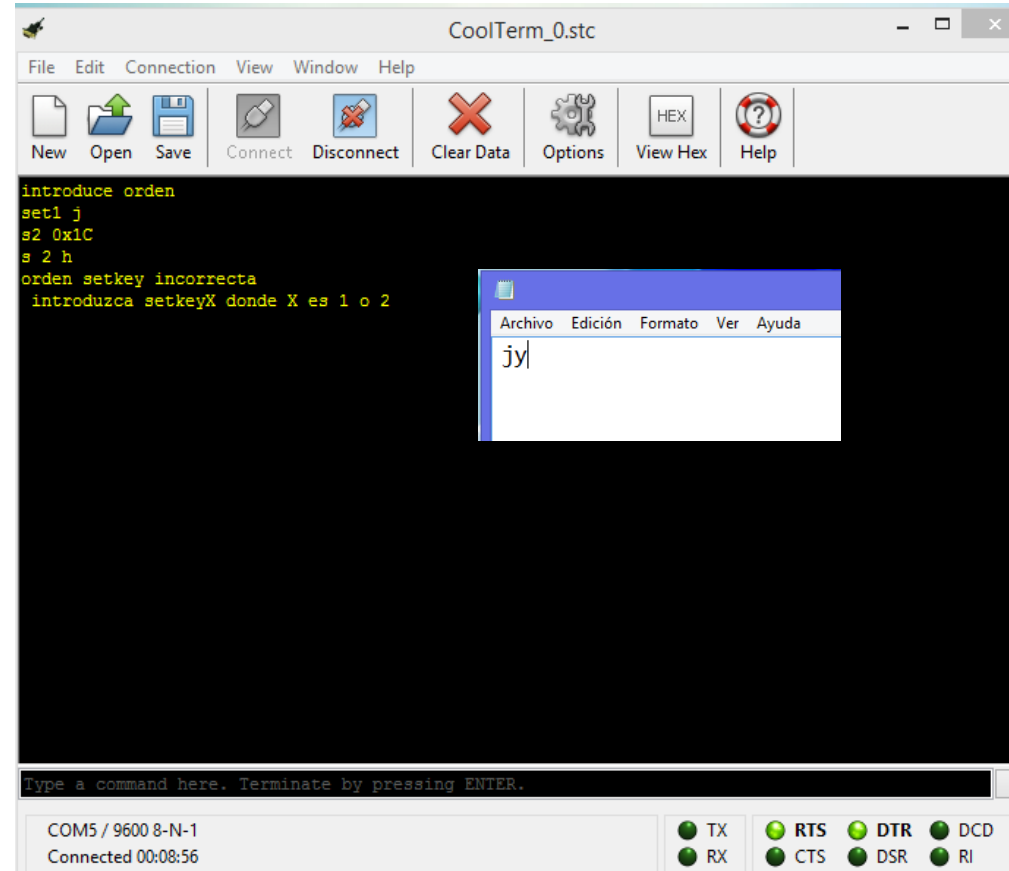


USB HID device
in FS mode



USB Optical
Mouse

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
Byte 0	Report ID = 0x01							
Byte 1	Right GUI	Right ALT	Right SHIFT	Right CTRL	Left GUI	Left ALT	Left SHIFT	Left CTRL
Byte 2	Padding = siempre 0x00							
Byte 3	Key 1							
Byte 4	Key 2							
Byte 5	Key 3							
Byte 6	Key 4							
Byte 7	Key 5							
Byte 8	Key 6							



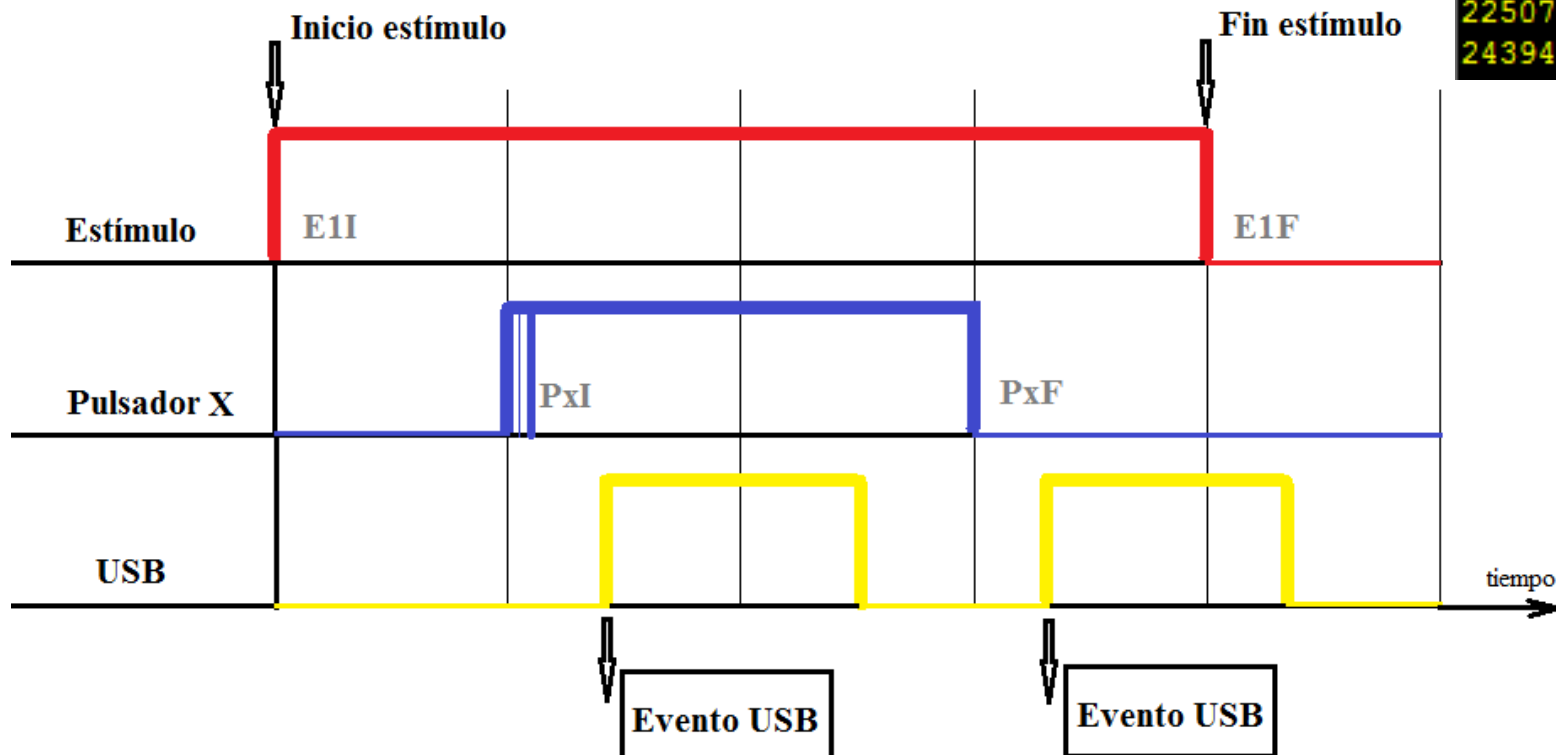
```
get
el valor de la tecla 1 es: j
el valor de la tecla 2 es: y
```



Prueba del dispositivo USB HID: orden *time*



Tabla de eventos

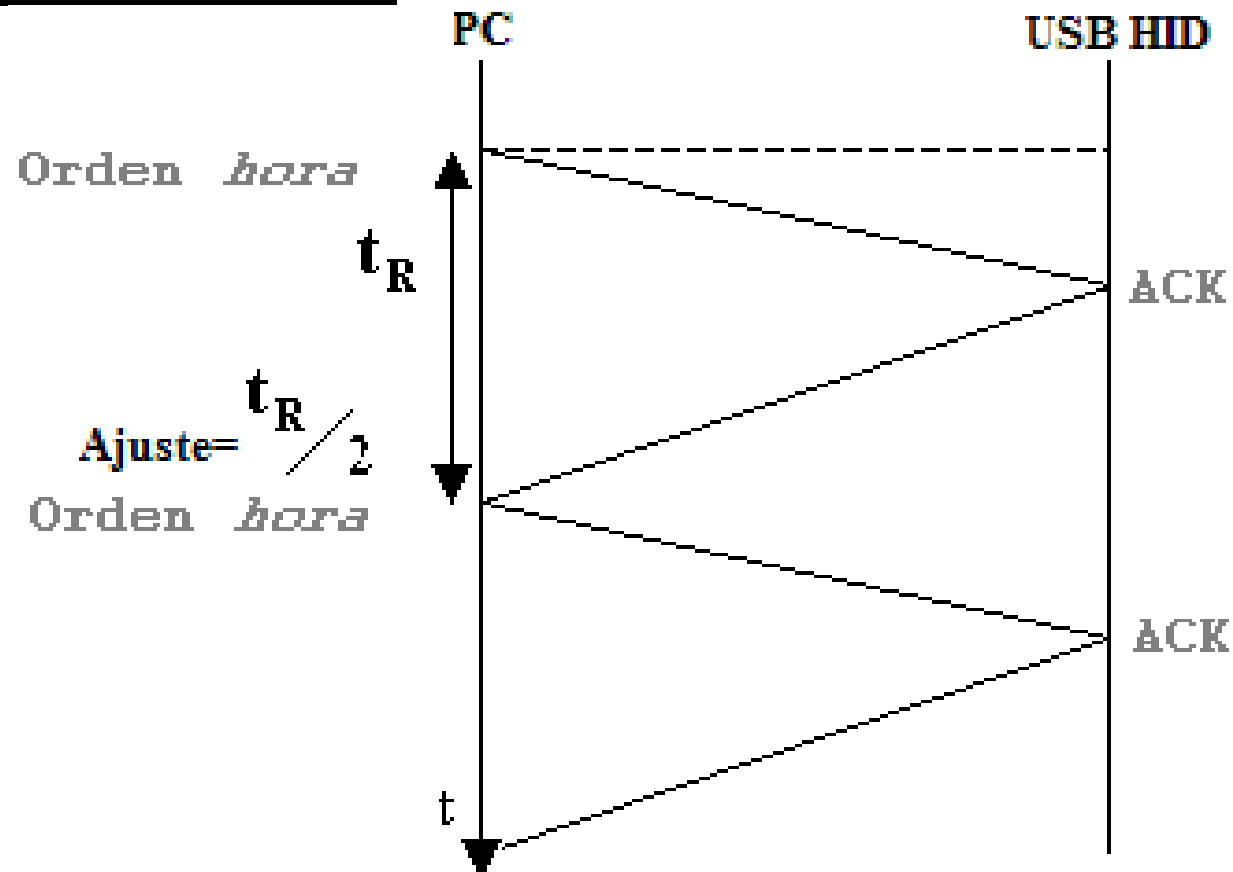


```
t
270138 ms/10
182723ms/10 -- P1I1
184823ms/10 -- P1F1
190019ms/10 -- P2I1
192017ms/10 -- P2F1
225073ms/10 -- E1I
243949ms/10 -- E1F
```



Prueba del dispositivo USB HID: orden *hora*

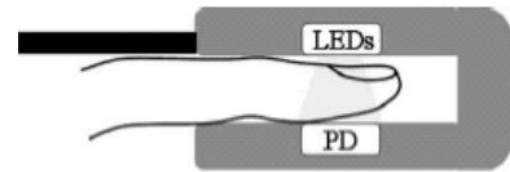
h 3102545
ACK



Pulsometría

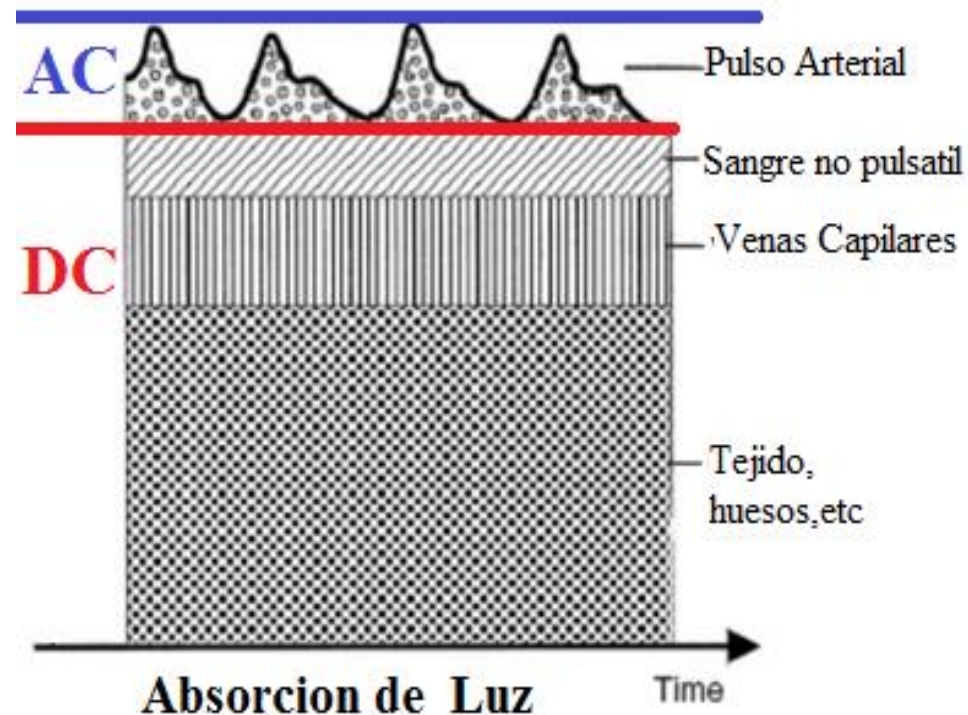
⌘ Pletismografía

- ☑ Cambios de volumen producidos por variaciones del flujo sanguíneo



⌘ Fotopletismografía

- ☑ Se emite luz sobre la piel
- ☑ Luz es absorbida en mayor o menor cantidad dependiendo de la cantidad del flujo sanguíneo.

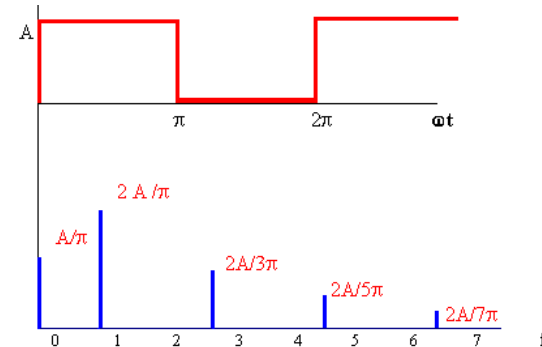




Obtención de la Frecuencia Cardíaca mediante FFT



⌘ **FFT:** “Fast Fourier Transform”



⌘ **Frecuencia de Nyquist:** Es la frecuencia más alta que puede ser capturada por el analizador.

$$250\text{ppm} \rightarrow 4,16\text{Hz} = F_{max}$$

$$F_s > 2F_{max} \rightarrow F_s > 8,33\text{Hz}$$

⌘ **Frecuencia de Muestreo**

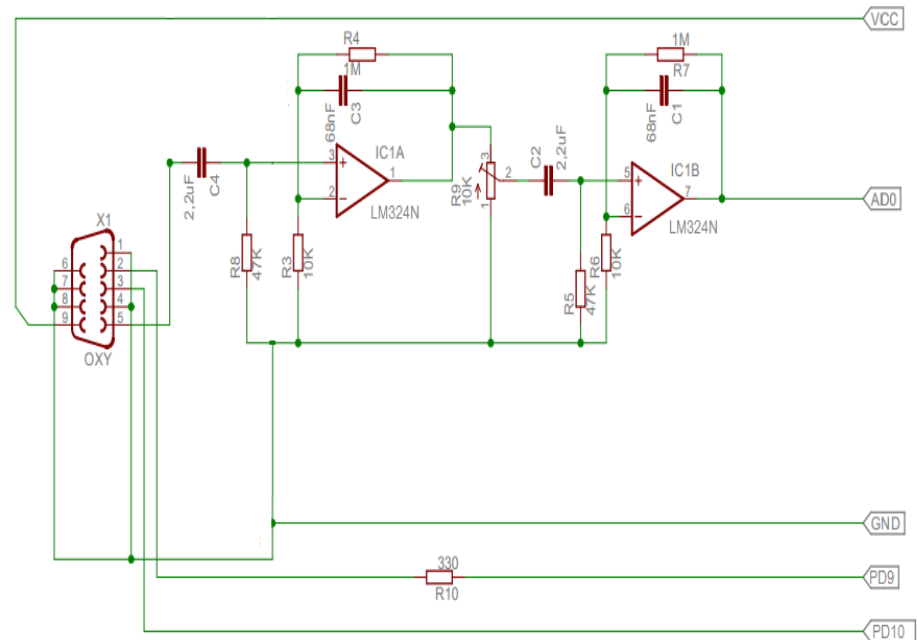
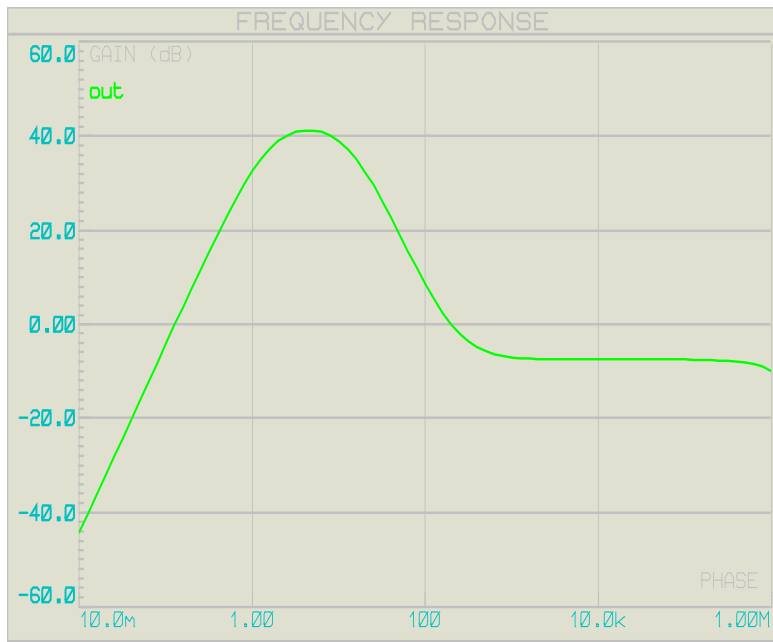
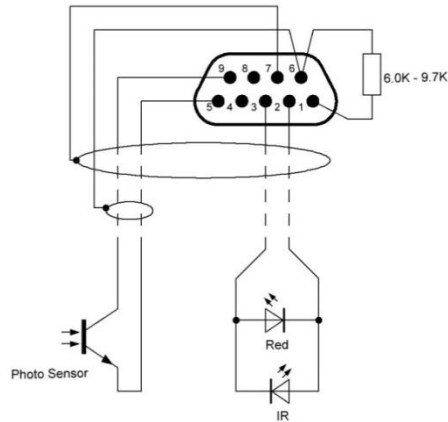
$$\text{Finalmente } F_s = 100\text{Hz}$$

⌘ **Tamaño de FFT**

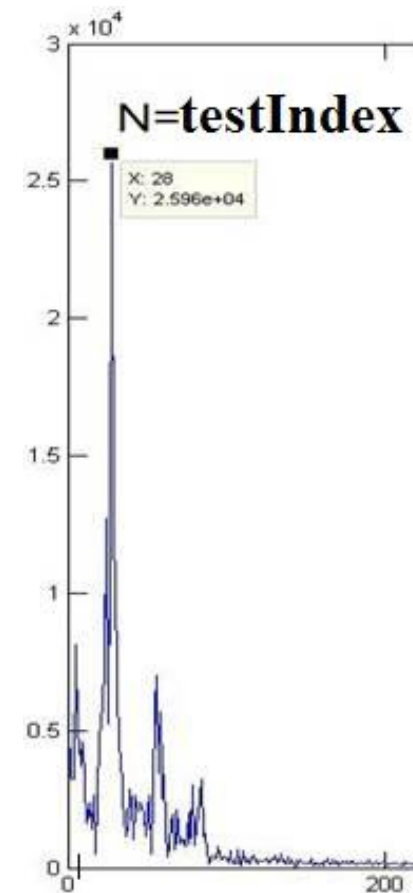
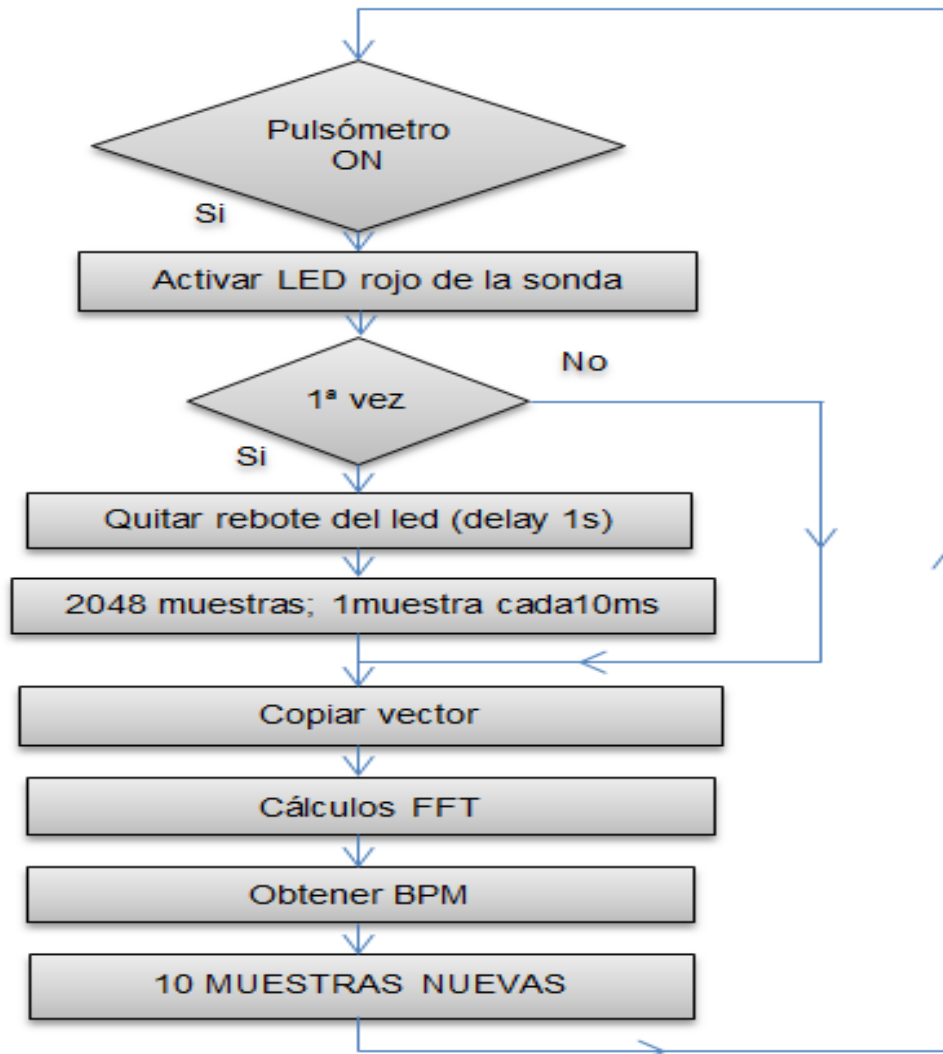
⌘ **Resolución en frecuencia**

$$\Delta f = \frac{f_s}{N} = \frac{100}{2048} = 0.04883 \text{ Hz}$$

Sonda, filtrado y amplificación



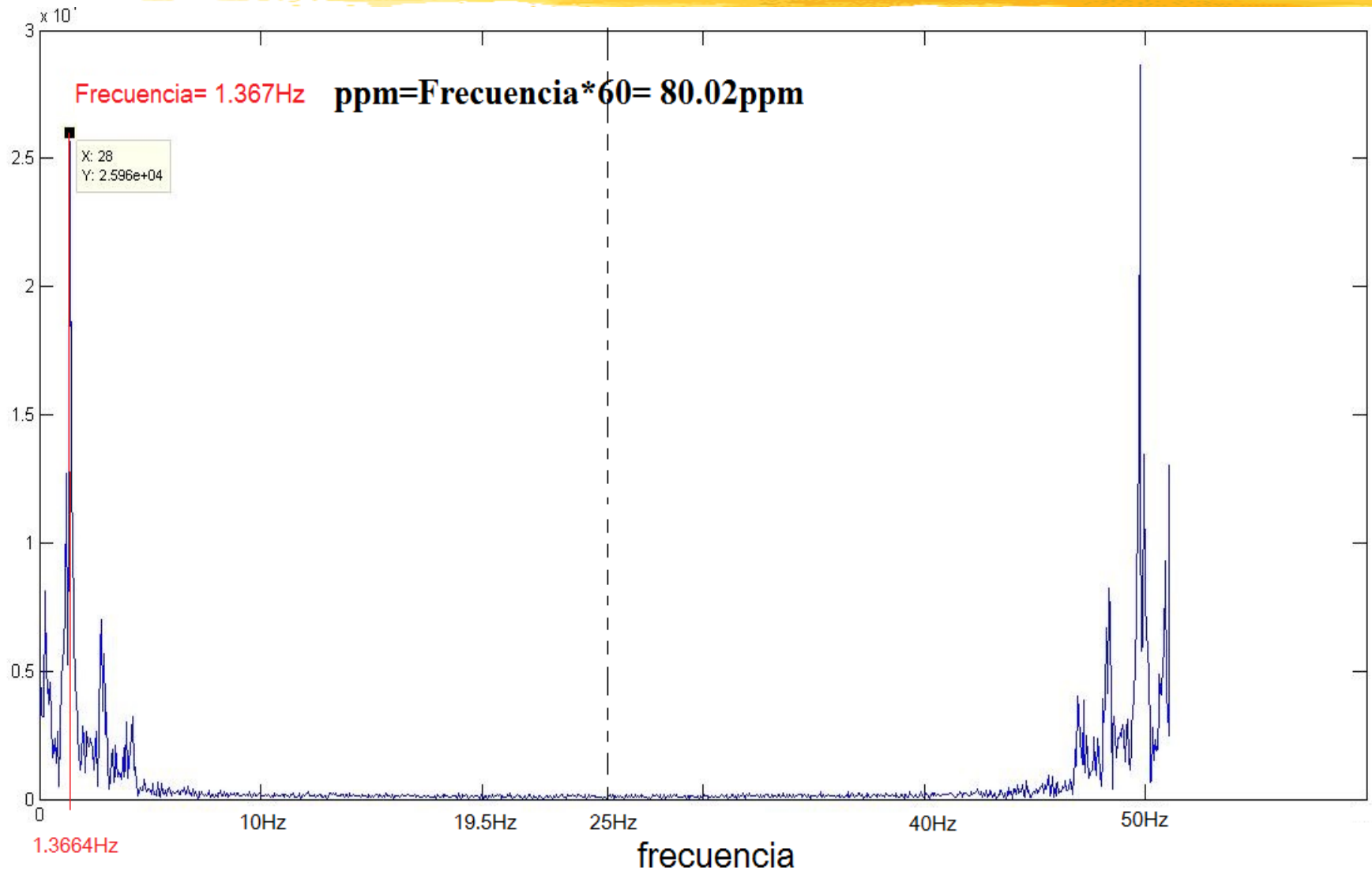
Implementación del pulsómetro



$$\text{ppm} = \Delta f \cdot \text{testIndex} \cdot 60$$



Prueba del pulsómetro





Conclusiones Técnicas

⌘ Todos los objetivos cumplido exceto:

☑ Oxímetro:

☑ Sin posibilidad de comprobar el resultado

☑ Objetivo secundario sin tiempo para cumplir

⌘ Qué más se podría hacer...

☑ Pruebas de funcionamiento más exhaustivas para el pulsómetro

☑ Primer resultado de ppm más rápido

☑ Circuito impreso encapsulado



Conclusiones Personales



⌘ Objetivos personales.

- ☑ Realizar un PFC elaborado.
- ☑ Poner a prueba conceptos aprendidos a lo largo de la titulación



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Diseño de un dispositivo HID mejorado con *data-logger* y pulsómetro

Autor: Juan Domingo Jiménez Jerez
Director: Miguel Ángel Mateo Plá