

PotencioSTATO con comunicación USB sobre LPCXpresso y FreeRTOS

Arluna, Gustavo Luis

Gómez Caamaño, Axel Lucas

Trinidad, Hernán

Contenido

❖ Introducción

- ¿Qué es un potenciostato?
- ¿Cómo funciona un potenciostato?
- Sustancia de ensayo => Ferricianuro de potasio
- Voltamperograma ideal
- Voltamperograma obtenido
- Diagrama en Bloques

❖ Hardware

- Especificaciones técnicas
- Potenciostato
- Electrodo y circuito medidor de corriente
- Adaptación de señal
- Microcontrolador LPCXpresso con FreeRTOS
- Fuente de alimentación

Contenido

- ❖ Software
 - Software: LPC y FreeRTOS
 - Software: Qt
 - Software: Protocolo de comunicación
- ❖ Metodología de trabajo
 - Metodología/Experiencia
- ❖ Próximos pasos => ya realizados
 - Próximos pasos => ya realizados
- ❖ Mediciones
- ❖ Resultados

Introducción

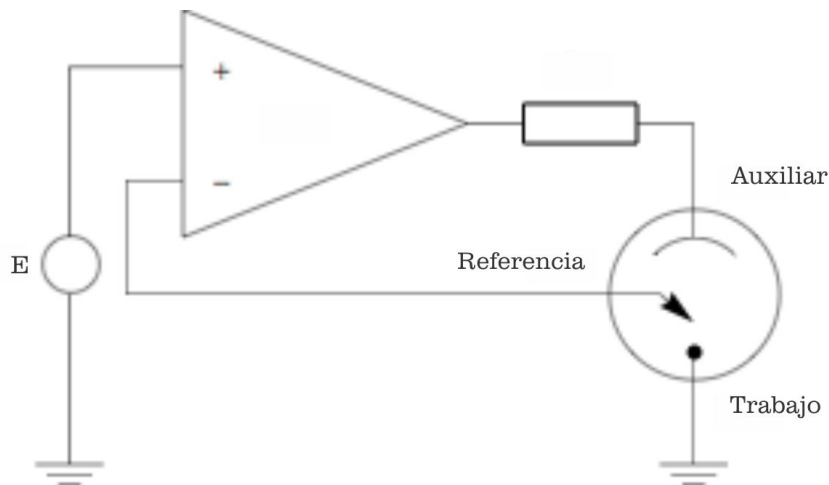
Introducción: ¿Qué es un potenciostato?

Es un dispositivo electrónico utilizado para estudios de electroquímica, entre sus usos permite:

- ❖ Investigar los mecanismos de reacción redox de una sustancia química.
- ❖ Caracterizar dicha sustancia en función a su gráfico voltamperométrico.

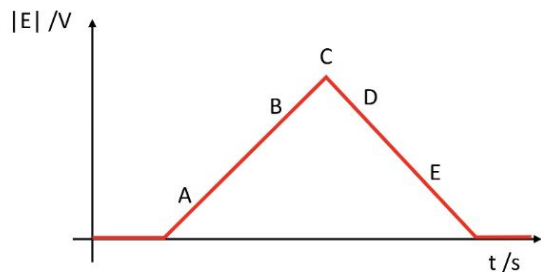
Introducción: ¿Qué es un potencioestado?

Desde el punto de vista electrónico, se trata de un generador de señales con tres electrodos que imponen una tensión variable a una sustancia y miden la corriente iónica generada a partir de una reacción redox.

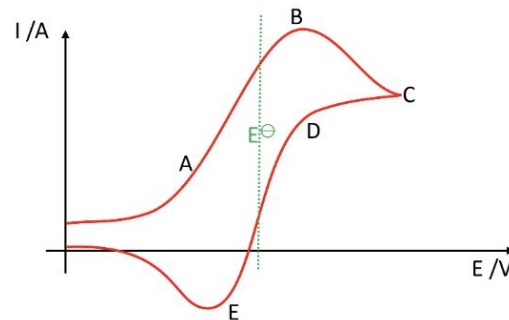


Introducción: ¿Cómo funciona un potenciostato?

Al inyectar una señal con determinada forma de onda, al electrodo auxiliar, se mide la corriente, en el electrodo de trabajo, y la tensión, en el electrodo de referencia. En base a ello, se genera el voltamperograma característico de la sustancia.



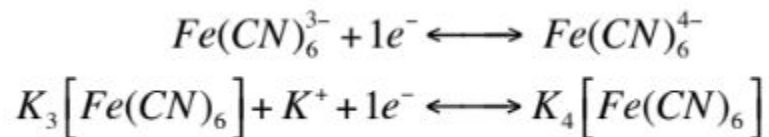
Forma de onda de la tensión



Corriente en función de la tensión aplicada

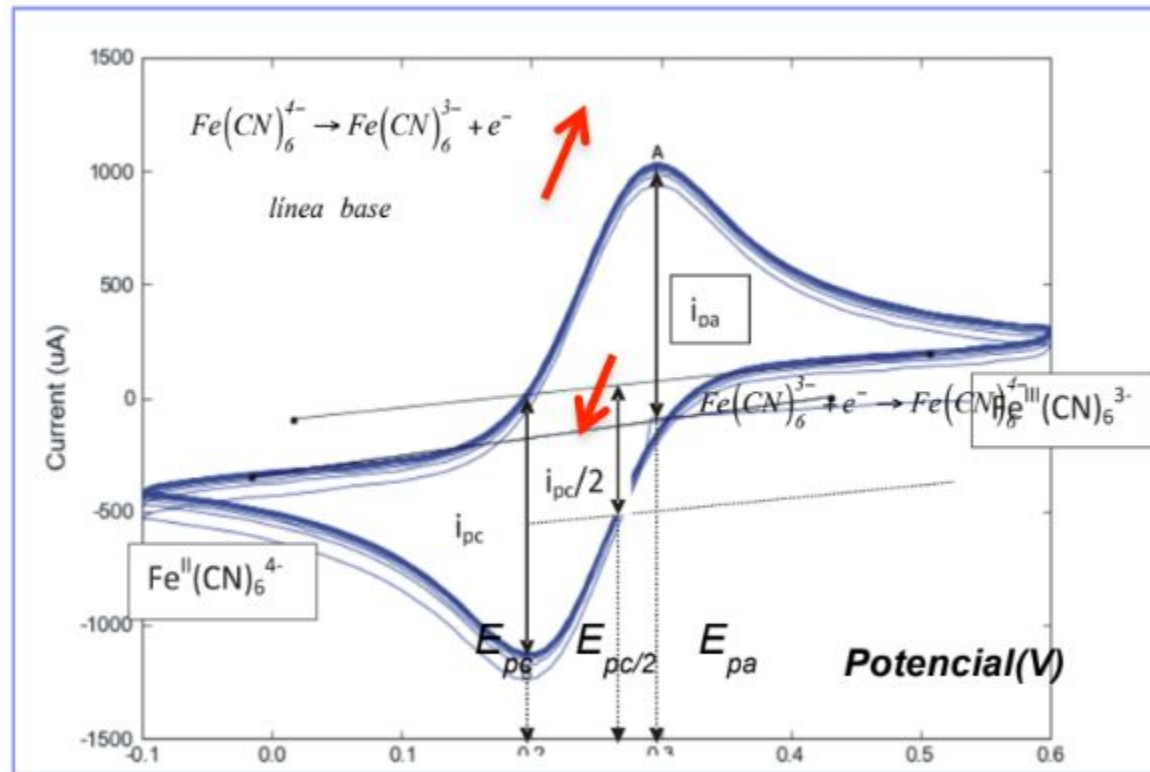
Intro: Sustancia de ensayo => Ferricianuro de potasio

Ferricianuro de potasio:

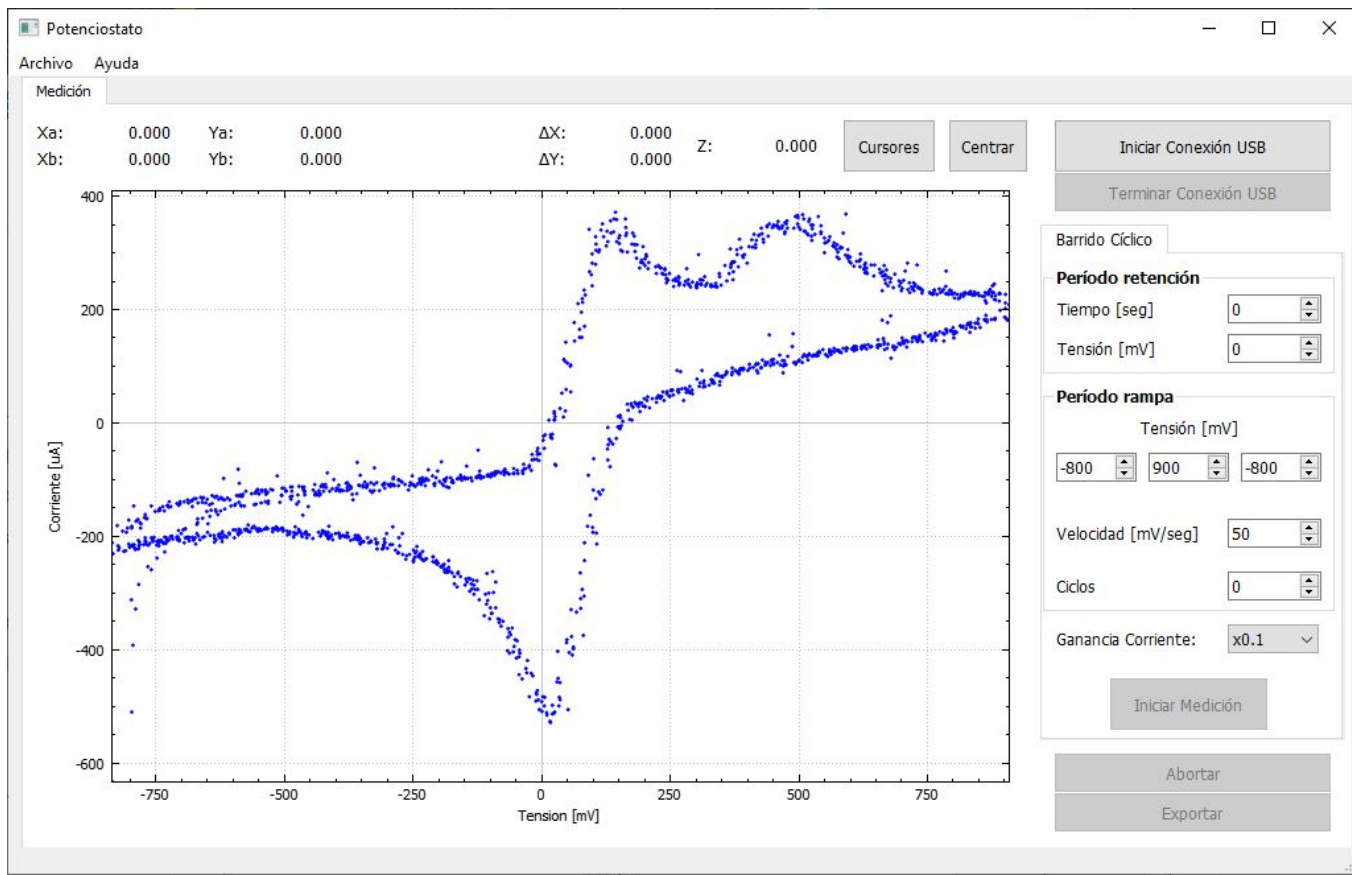


Al someter al ferricianuro de potasio (a la izquierda de la ecuación redox) al potencial de electrodo se reduce y se forma Ferrocianuro de potasio (a la derecha de la ecuación redox)

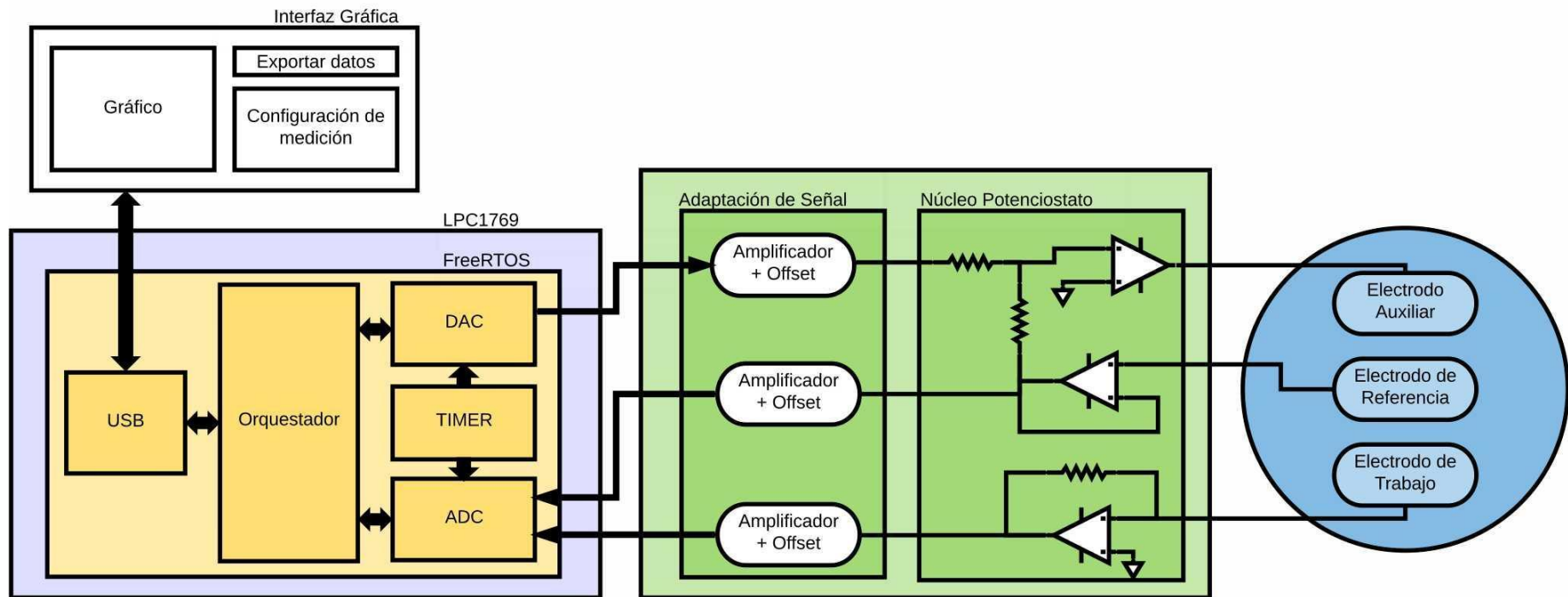
Introducción: Voltamperograma ideal



Introducción: Voltamperograma obtenido



Introducción: Diagrama en bloques

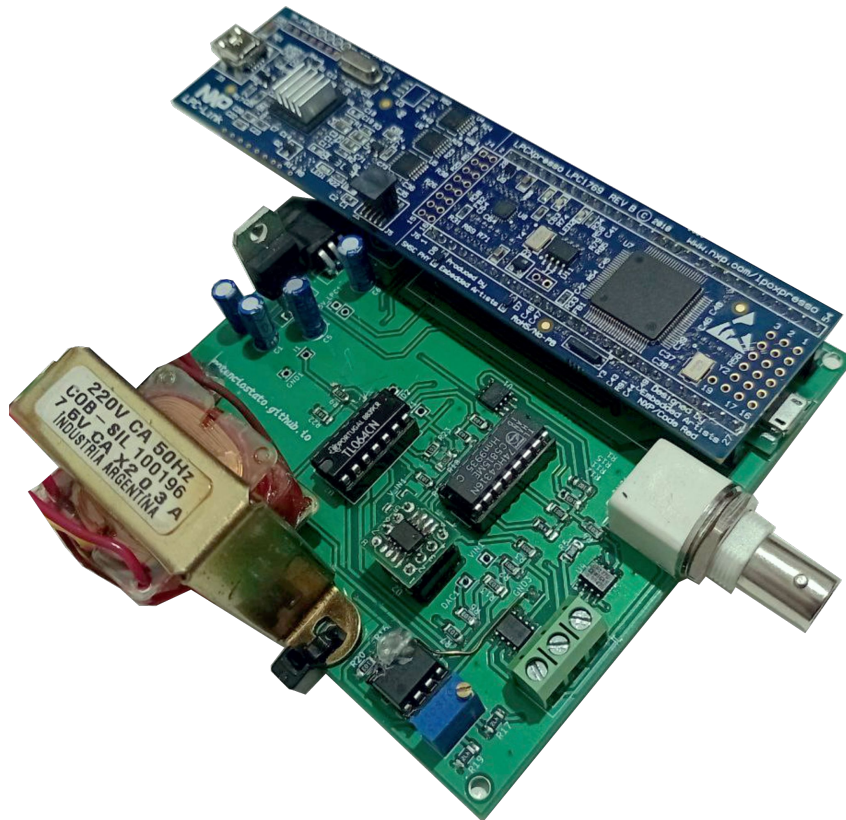


Hardware

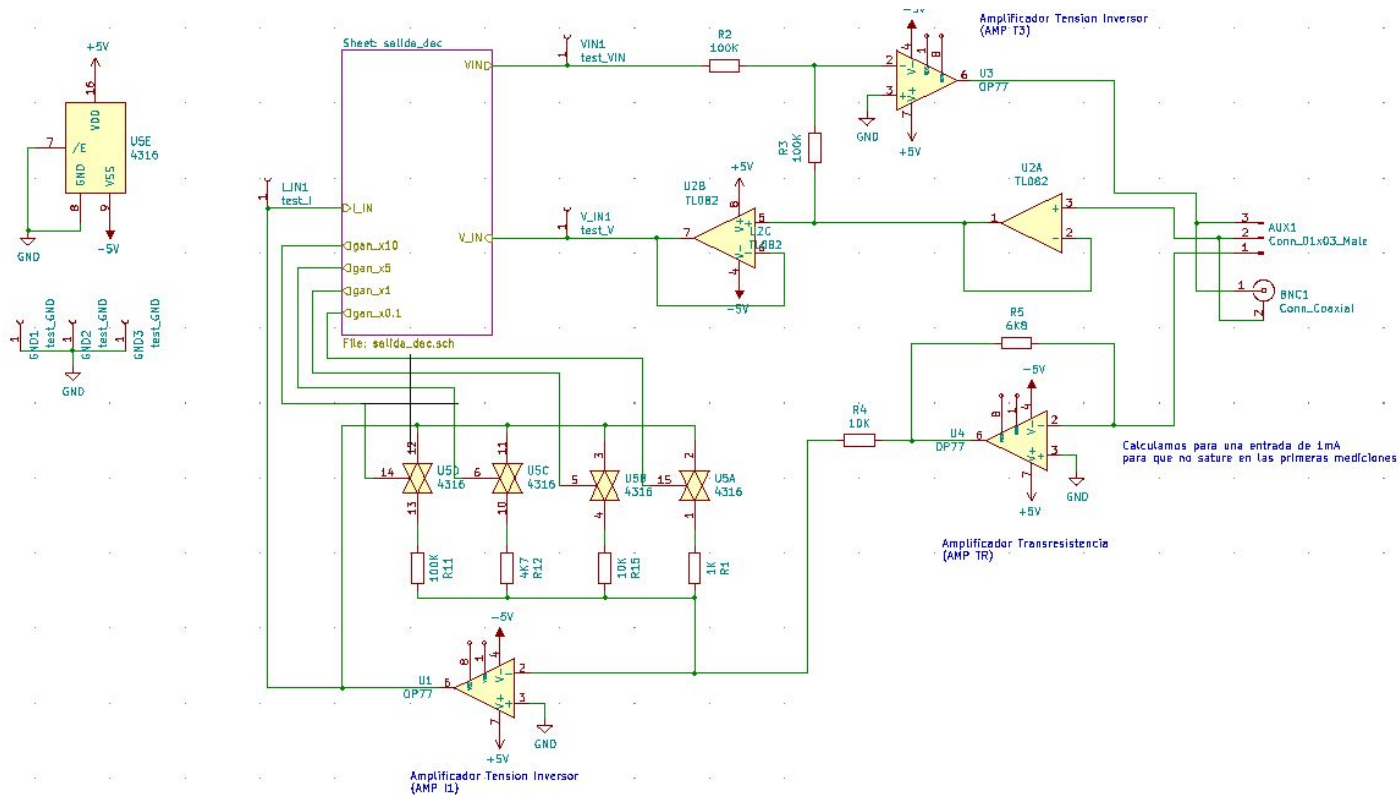
Hardware: Especificaciones técnicas

- Rango de corriente de medición: 150uA a 15mA
- Sensibilidad de corriente: 2uA (escala x0.1)
- Error de medición 2% de plena escala
- Conversor Analógico Digital (ADC) 12 bits
- Conversor Digital Analógico (DAC) 10 bits
- Amplitud de señal máxima $\pm 1400\text{mV}$
- Forma de onda triangular determinación por 3 puntos
- Exportar/Importar voltamperograma en CSV
- Tensión de alimentación: 220V
- Requisitos PC y Sistema Operativo:
 - Comunicación USB
 - Sistema operativo: Windows

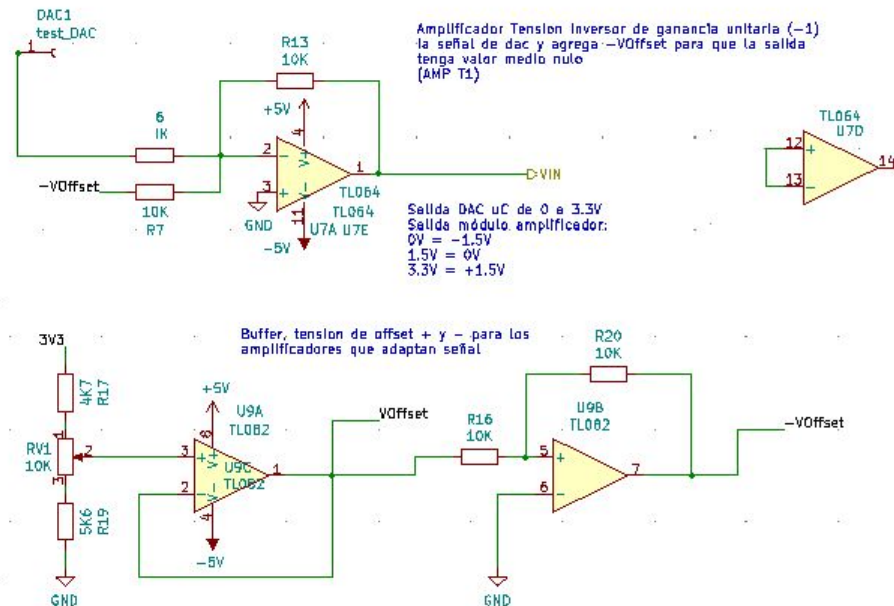
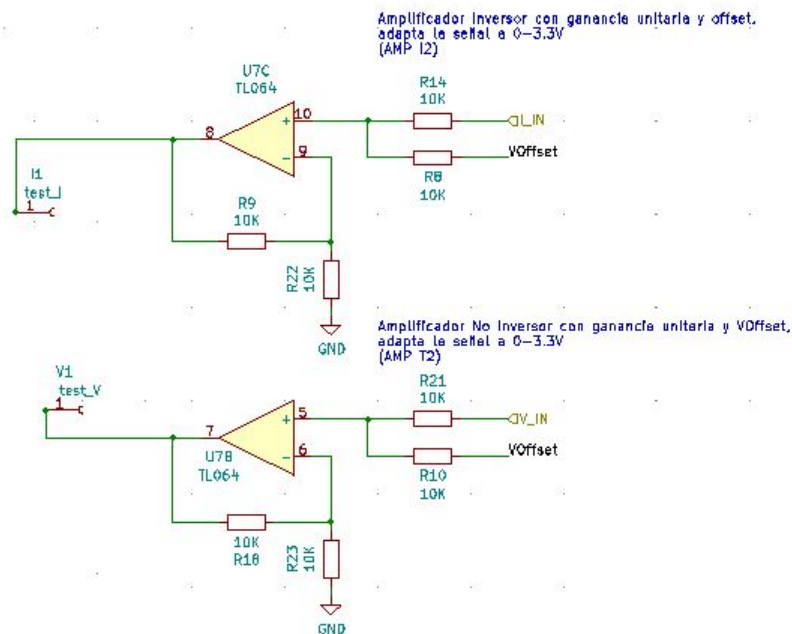
Hardware: Potenciostato



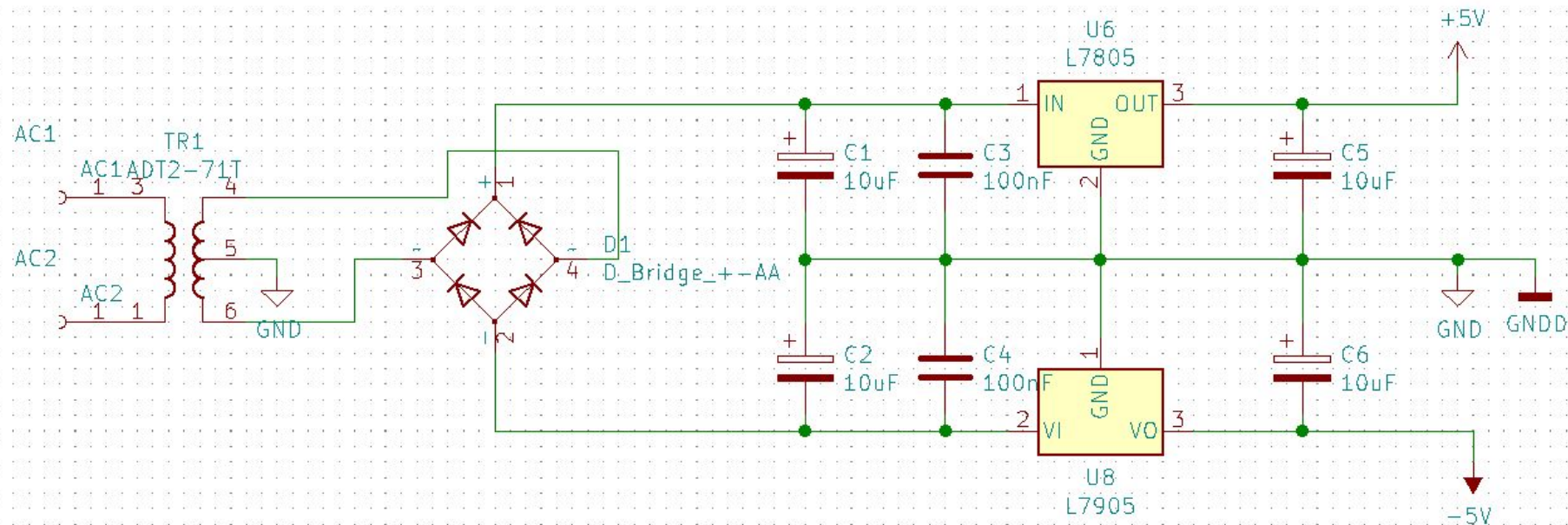
Hardware: Electrodo y circuito medidor de corriente



Hardware: Adaptación de señal



Hardware: Fuente de alimentación



Software

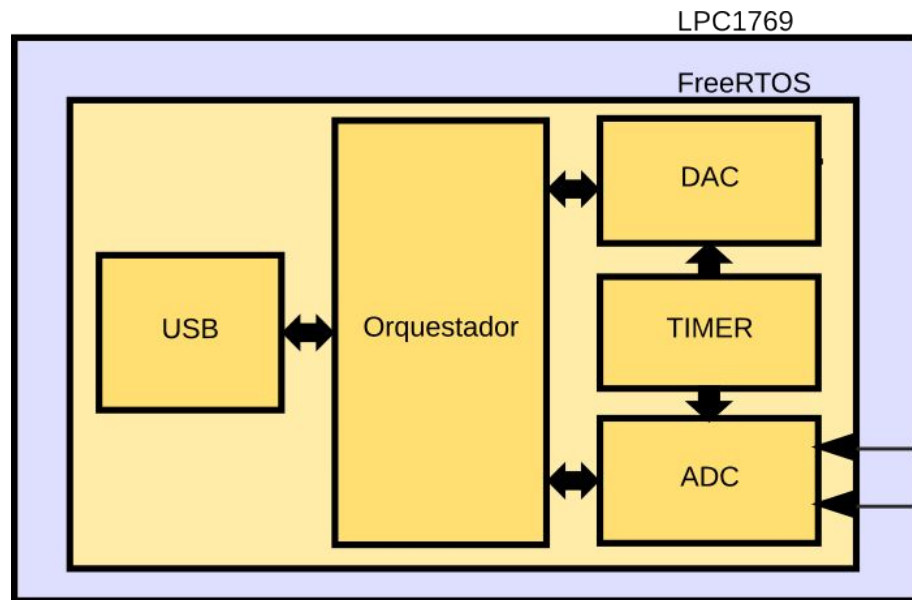
Software: LPC y FreeRTOS

Tareas

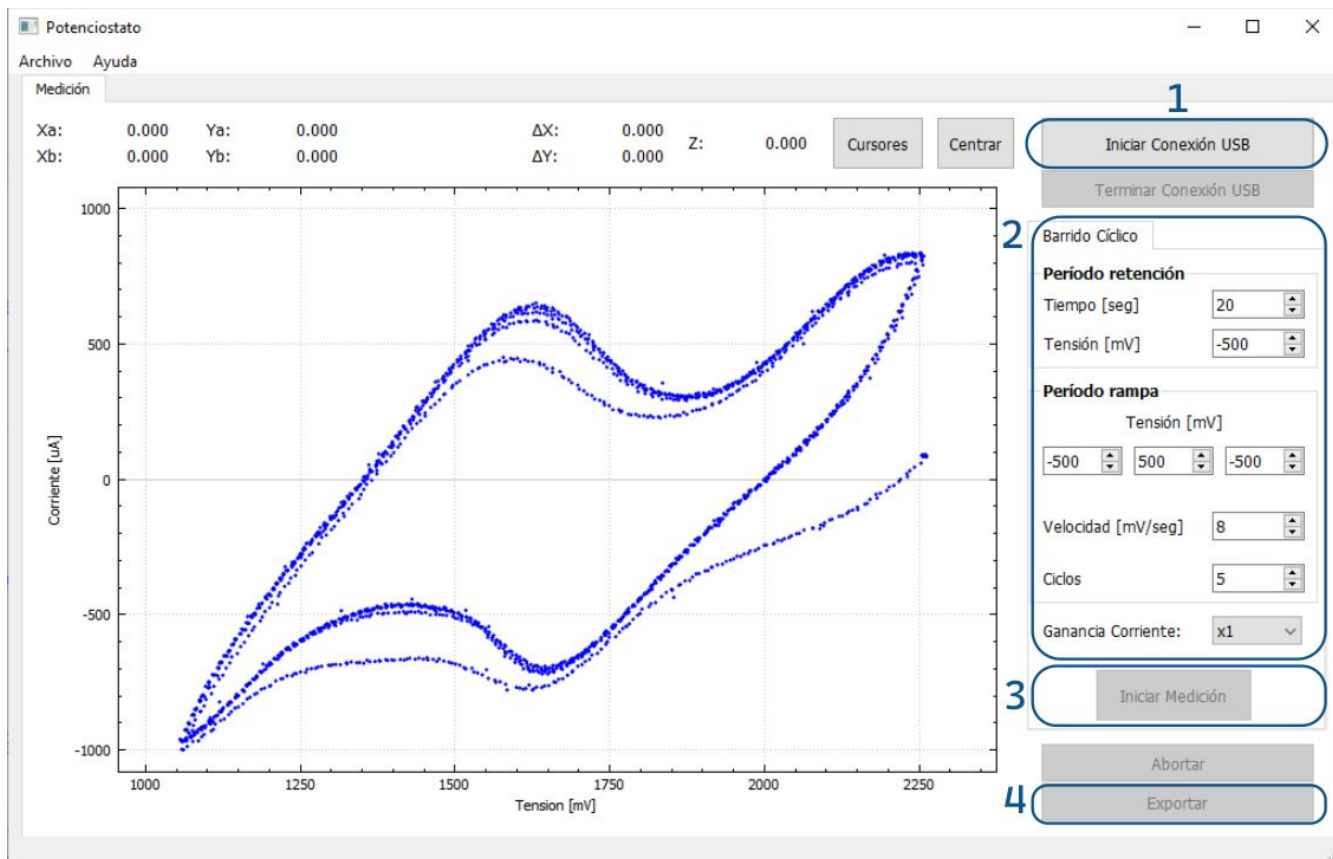
- vUSBTask
- vDACTask
- vADCTask

Interrupciones

- USB_IRQHandler
- ADC_IRQHandler
- TIMERN_IRQHandler



Software: Qt



Software: Protocolo de comunicación

Inicio de medición: Interfaz Gráfica => LPCXpresso

Trama: 13 bytes

Código Operación	Byte Libre	Tensión Inicial [mV]	Tensión pico [mV]	Tensión final [mV]	Tensión retención [mV]	Velocidad barrido [mV/s]	Cantidad ciclos	Tiempo Retención [s]	Ganancia Corriente
0xA1	0x00	14 bits	14 bits	14 bits	14 bits	8 bits	8 bits	8 bits	8 bits

La respuesta del LPCXpresso hacia la Interfaz consiste en el envío del mismo código de operación (0xA1) en el primer byte y los bytes restantes en 0 (0x00)

Metodología de trabajo

Metodología/Experiencia

- Iniciamos en 2020, debido a la pandemia la primer parte del desarrollo se realizó en reuniones de forma remota:
 - Tipo proyecto a realizar
 - Documentación: Anteproyecto, Bench, Diagrama de Gantt
 - Esquemático, simulaciones, cálculos, programación del microcontrolador
- Se utilizó un repositorio git para mantener el versionado (código, kicad, Itspice)
- En abril del 2021 se hizo la primer versión la placa
- En agosto del 2021 nos juntamos presencial por primera vez
- Las tareas se dividieron en base a los componentes del proyecto (diseño/simulación hardware, firmware sistema embebido, software pc)

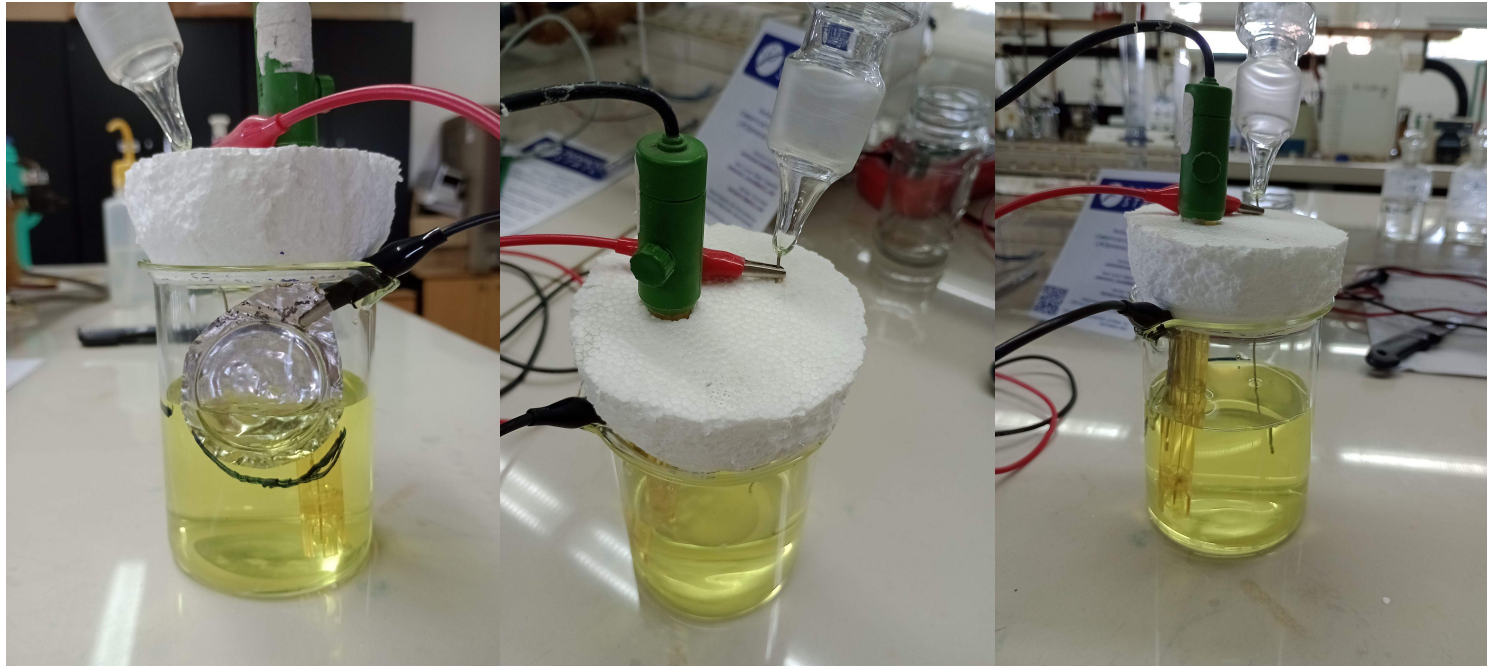
Próximos pasos => ya realizados

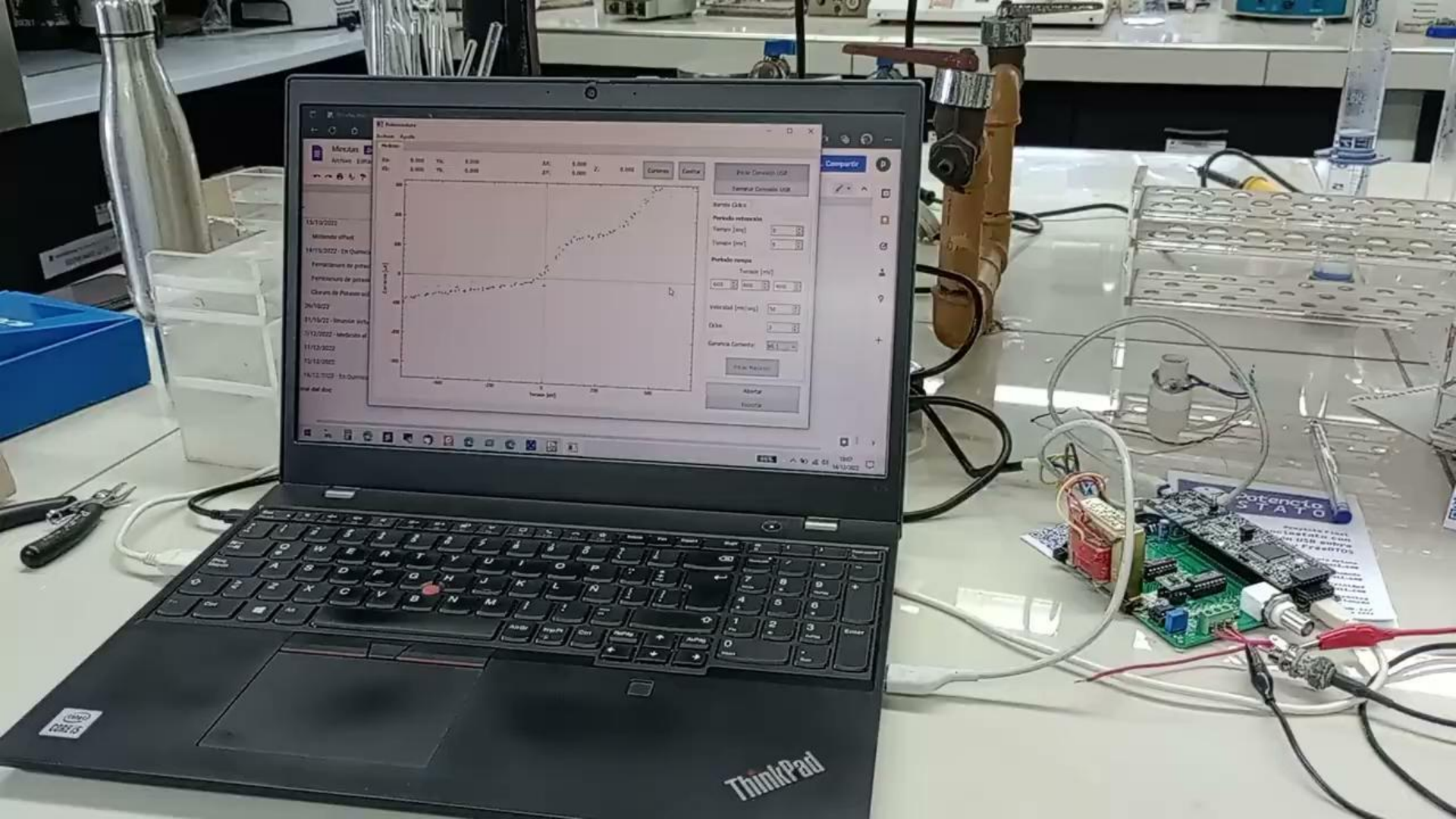
Próximos pasos => ya realizados

- Se realizó una nueva versión del circuito integrando fuente de alimentación, selección de ganancia digital y su esquemático general.
- Se midió la solución del par ferricianuro con electrodos de Platino y Plata/Cloruro de Plata para determinar la constante de difusión.

Mediciones

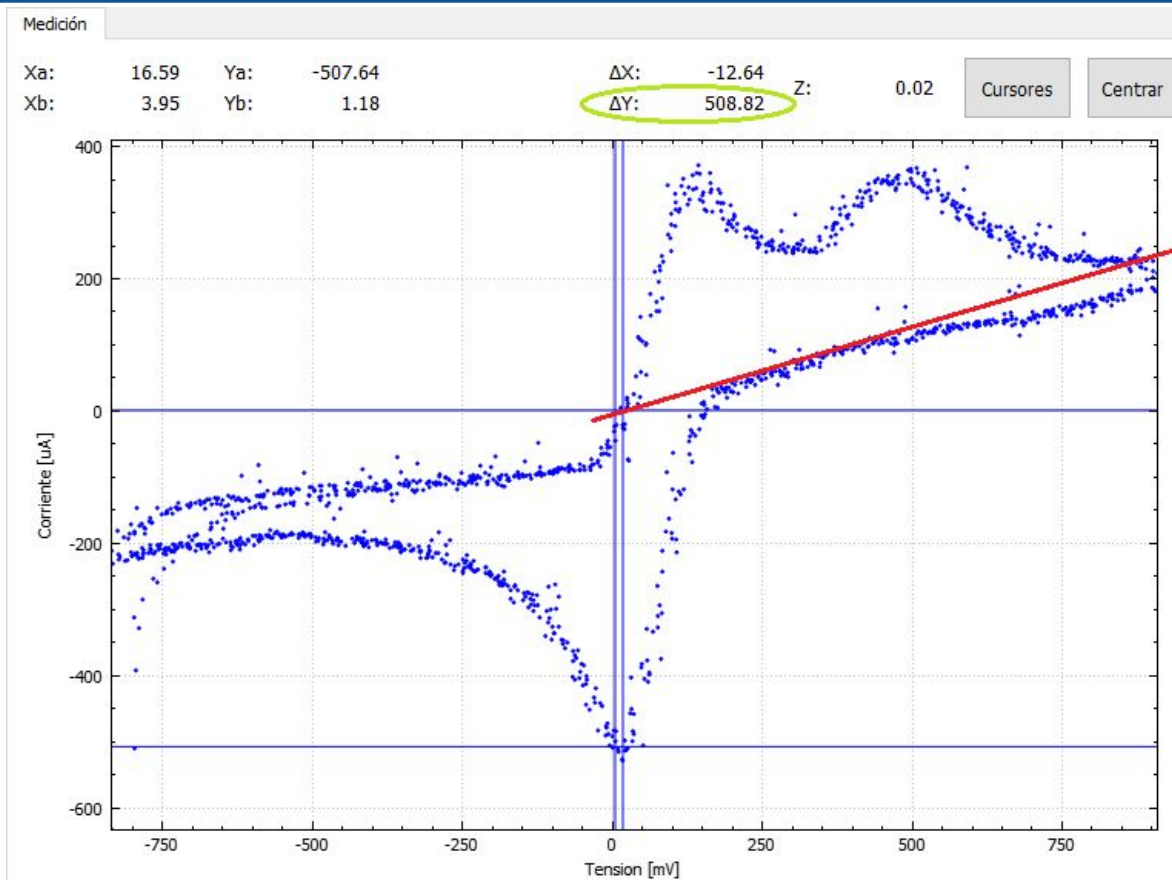
Mediciones





Resultados

Resultados



Resultados

- Se logró medir la constante de difusión con un error relativo del 1,6% con los siguientes datos:

- Radio del electrodo (Platino): **0,5mm**
- Altura del electrodo (Platino) sumergido: **2cm**
- Concentración del ferricianuro: **5mM**
- Velocidad de barrido: **50mV/s**
- Corriente medida: **508uA**

$$i_p (mA) = (2.6865 \times 10^5) A D^{1/2} c v^{1/2}$$

Ec. Randles-Sevcik

Constante de difusión obtenida: **7,11.E-06**

Constante de difusión verdadera: **7.E-06** => **Er = 1,6%**