

# Electrocardiografo Digital: Manual de Servicio Tecnico

Manual de servicio técnico del proyecto desarrollado  
como trabajo final de la materia Medidas  
Electrónicas I

**Profesor:** Pablo De Cesare

**Auxiliar/es Docente/es:** Franco Zaccra, Ramiro German Rodriguez Colmeiro

**Integrantes:**

Apellido y nombre	Legajo	Correo Electrónico
Glecer Bruno	168.715-3	bglecer@frba.utn.edu.ar
Yujra Jonathan	163.647-9	jonathany@frba.utn.edu.ar

Etapas	3
Secciones del electrocardiógrafo	3
Áreas de Interés de la Etapa Analógica	4
Diagrama en Bloques del Electrocardiógrafo	4
<b>Test Points</b>	<b>5</b>
Descripción de los Test Points	5
Señales Típicas en Test Points	6
<b>Reparaciones Básicas</b>	<b>7</b>
Demasiado ruido en la visualización	7
No hay una señal ECG presente en el graficador	7
No se visualiza nada en el gráfico	7
No se conecta/detecta el dispositivo serie	7
No enciende el LED de encendido del STM32 Nucleo	8

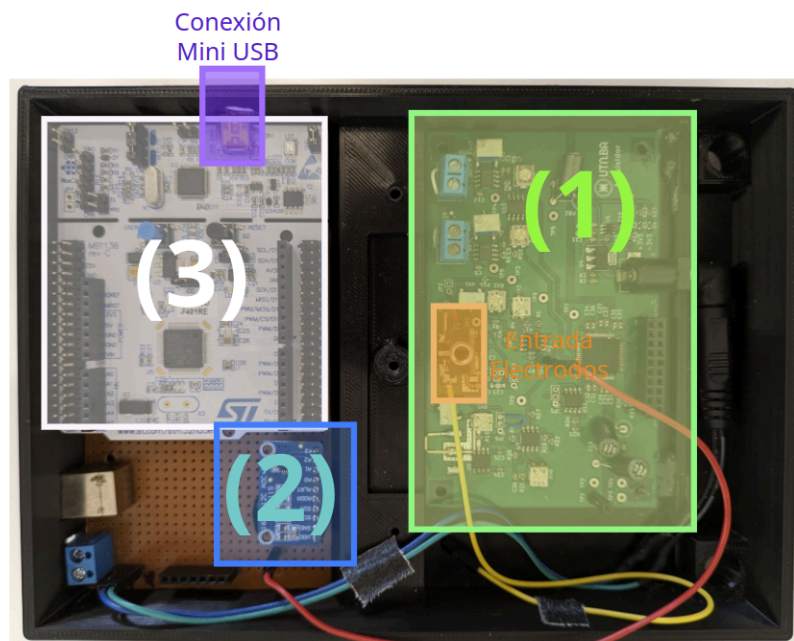
# Funcionamiento Interno

## Etapas

El ECG cuenta con tres partes principales:

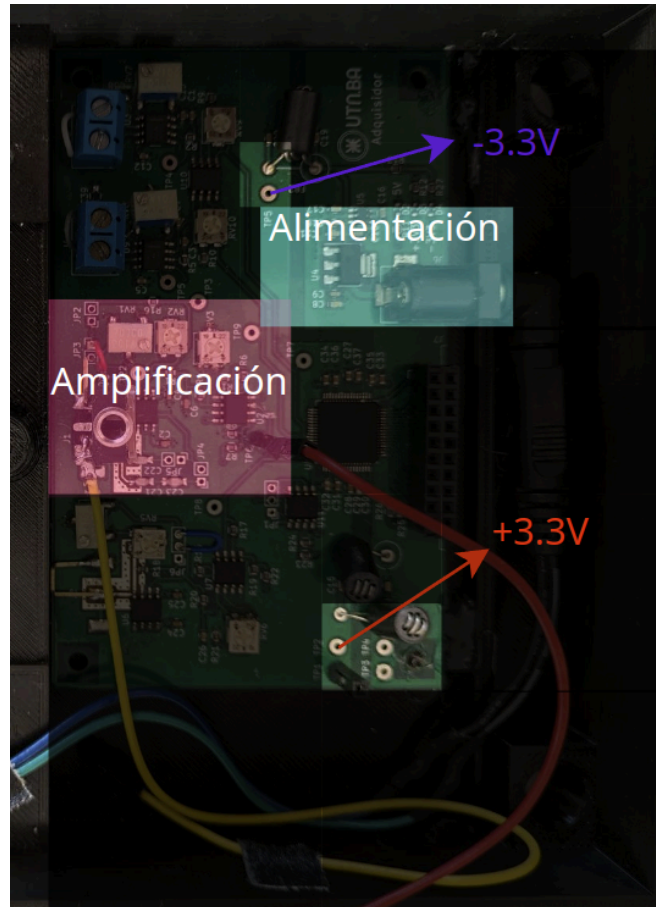
- 1) **Etapa Analógica:** Este módulo contiene toda la electrónica necesaria para acondicionar analógicamente la señal para que pueda ser muestreada por el ADC. Consiste de varias etapas internas de amplificación y filtrado.  
La entrada de la señal a este módulo se realiza por el jack de 3.5mm colocado en la parte superior del PCB. La salida es el test point "TP6" del PCB, del cual internamente se conecta con un cable a la siguiente etapa (ADC). Este módulo se alimenta por 5V a través de un conector al costado de la placa, recibe su alimentación de la salida de 5V de la STM32 Nucelo. Internamente esta placa regula los 5V a +3.3V y -3.3V para el uso de los amplificadores operacionales.
- 2) **Convertor Analógico a Digital:** Este módulo consiste simplemente de un circuito integrado ADS 1115 por Texas Instruments, montado en un PCB con algunos componentes pasivos para su funcionamiento. Este módulo está alimentado por los 5V de salida de la placa de desarrollo de STM y se comunica con ella mediante I2C.
- 3) **STM32 Nucleo F401RE:** Es una placa de desarrollo de ST Microelectronics. Realiza la configuración del ADS 1115 cuando se inicia, y realiza una lectura del ADC cada 2ms (500Hz). Cada lectura consiste de un valor de 16 bits. Este valor es convertido a su representación decimal y enviado en caracteres ASCII por puerto serie.

## Secciones del electrocardiógrafo



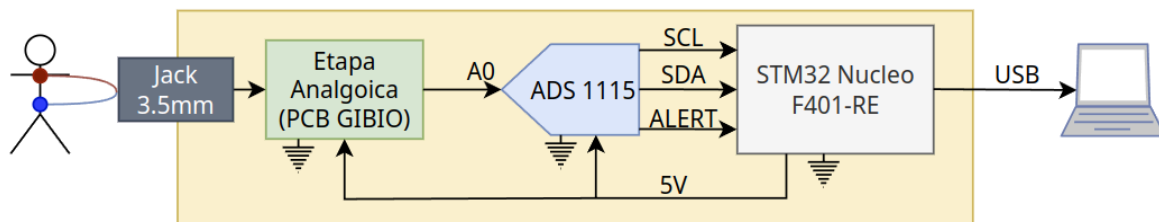
## Áreas de Interés de la Etapa Analógica

Debido a que el PCB de la etapa analógica no fue diseñado por el grupo, esta placa contiene electrónica que queda en desuso. En la siguiente imagen se señalan las dos áreas de interés de la placa



La etapa de alimentación regula los 5V para generar los +3.3V y -3.3V para los amplificadores operacionales ubicados en la etapa de amplificación.

## Diagrama en Bloques del Electrocardiógrafo



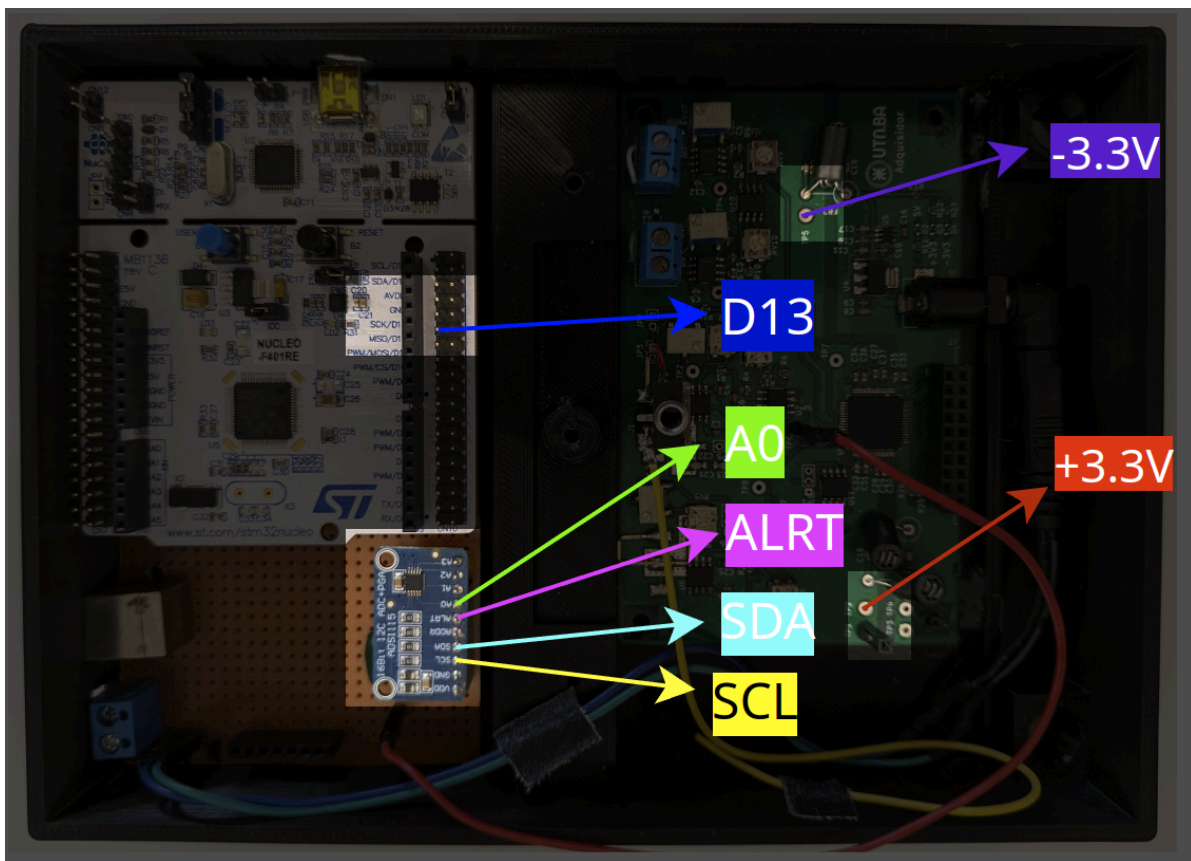
# Test Points

## Descripción de los Test Points

Se identifican 5 puntos de señales claves del circuito y 2 de alimentación:

- **SCL y SDA**: Son los pines de comunicación I<sup>2</sup>C entre el ADC y el microcontrolador.
- **ALRT**: Es el pin de finalización de conversión del ADC. (Activo en 1)
- **D13**: Esta salida se encuentra activa cuando el microcontrolador le envía el pedido de conversión al ADC.
- **A0**: Este es el punto de entrada de la señal amplificada al ADC.
- **+3.3V y -3.3V**. Son las tensiones reguladas por la sección de alimentación de la placa analógica, se utilizan para alimentar los amplificadores operacionales.

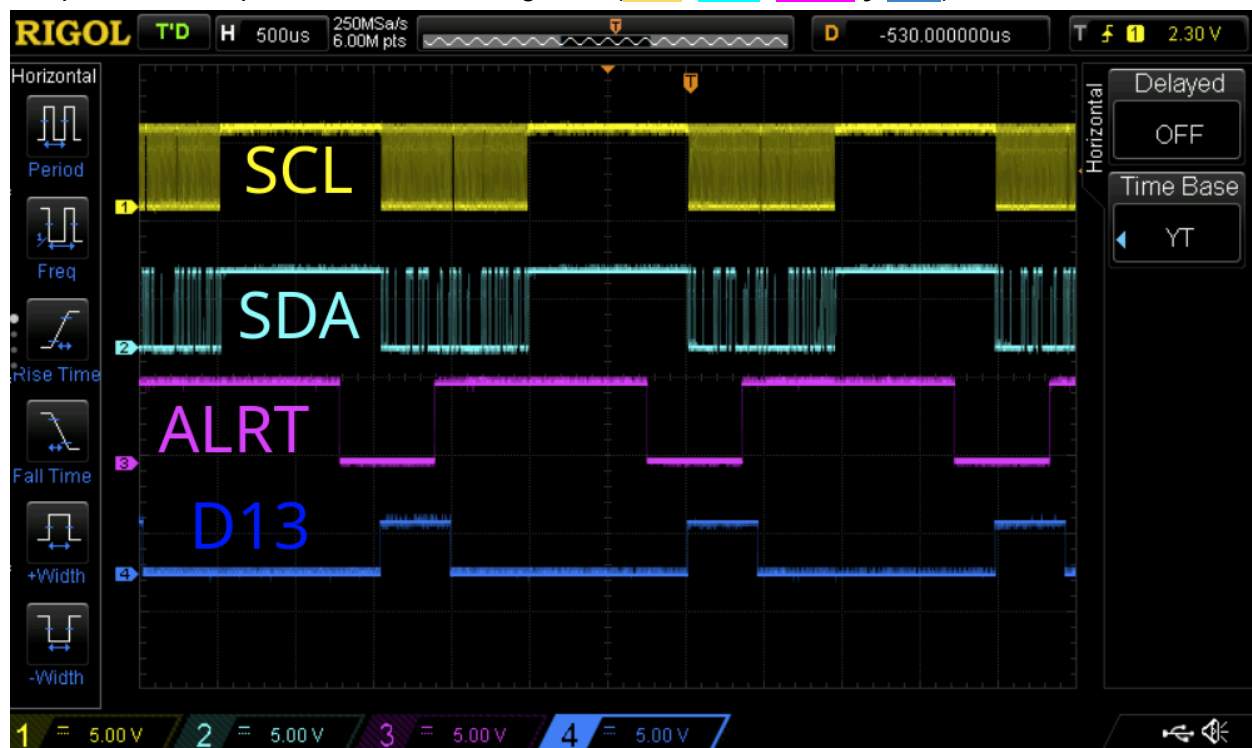
A continuación se muestra la ubicación de los test points



## Señales Típicas en Test Points

- **SCL**: Se espera ver el clock de la comunicación I<sup>2</sup>C en modo "Fast" (400kHz)
- **SDA**: Se espera ver el canal de datos en sincronía con SCL.
- **ALRT**: Se espera ver una señal cuadrada, con el flanco ascendente unos cientos de microsegundos luego de que se inicia la trama de I<sup>2</sup>C. Debe tener una frecuencia de 500Hz.
- **D13**: Se esperan pulsos con una frecuencia de 500Hz.
- **A0**: Si se le coloca una señal en la entrada del ECG, en este punto debería verse esa señal, desplazada 1.65V y amplificada por la ganancia de la etapa analógica.
- **+3.3V** y **-3.3V**. Se esperan +3.3V y -3.3V respectivamente.

A continuación se muestra una captura de pantalla de un osciloscopio visualizando el comportamiento típico de las señales digitales (**SCL**, **SDA**, **ALRT** y **D13**)



# Reparaciones Básicas

## Demasiado ruido en el visualización

Medidas que se pueden tomar para disminuir el ruido son:

- Utilizar el ECG conectado a un dispositivo portátil alimentado por baterías.
- Mejorar el aislamiento eléctrico del paciente con tierra: Evitando que el paciente toque el piso con los pies, colocando al paciente sobre una cama, etc.
- Asegurar la calibración correcta del dispositivo, en particular la base de tiempo. Esto es importante para el correcto funcionamiento de los filtros, en particular para la eliminación de 50Hz.

## No hay una señal ECG presente en el graficador

- Asegurar que exista una conexión entre los electrodos y las conexiones del conector 3.5mm
- Revisar la alimentación de la etapa analógica (5V) y sus reguladores internos (+3.3V y -3.3V)
- Revisar que la etapa analógica tenga una ganancia de mínimo 5 veces.

## No se visualiza nada en el gráfico

- Verificar que la señal en D13 esté presente. En caso de no estar, el microcontrolador no está ejecutando el programa.
- Verificar que la señal ALERT esté presente. En caso de no estar, el ADC no está convirtiendo la señal, debe ser reemplazado o estudiar si recibe las instrucciones de I<sup>2</sup>C por las señales de SCL y SDA
- Verificar que el puerto se encuentre correctamente seleccionado. Puede haber más de un puerto serie disponible a pesar de no haber múltiples dispositivos conectados a la PC.

## No se conecta/detecta el dispositivo serie

- Verificar que el cable USB tenga capacidad para transmitir datos
- Verificar que el STM32 Nucleo se encuentre en la configuración correcta para admitir comunicación por el puerto USB
- Verificar cómo el sistema operativo reconoce al STM32 Nucleo, esto varía entre distintos sistemas operativos.

## No enciende el LED de encendido del STM32 Nucleo

- Verificar que el puerto USB al que se encuentra conectado tenga la capacidad de alimentar el dispositivo.

- Verificar que no existan cortocircuitos entre 5V y GND en ninguna de las placas.