

SEP

TECNOLÓGICO NACIONAL MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TIJUANA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA SISTEMAS COMPUTACIONALES



INFORME TÉCNICO DE RESIDENCIA PROFESIONAL

“Sistema de Detección y Acondicionamiento de Señales
Mioeléctricas(EMG)”

PRESENTA:

Vargas Rodríguez José Joel - 16212086

Topete García Gonzalo - 14212065

BAJO LA ASESORÍA:

INTERNA: Dr. Miguel Ángel López Ramírez

EXTERNA: Dr. Gilberto Quiñonez Palacio

TIJUANA, B.C.

JULIO 2021

AGRADECIMIENTOS

A nuestros padres por todo el apoyo que nos brindaron a lo largo de todo nuestro desarrollo estudiantil y por siempre estar presentes en todos los logros y metas que ya cumplimos y seguiremos cumpliendo a lo largo de nuestras vidas.

También agradecemos a nuestros asesores el Dr. Miguel Ángel y al Dr. Gilberto Quiñonez por darnos la oportunidad de participar en este proyecto y por el apoyo que se nos otorgó en cada una de las etapas del desarrollo del proyecto para poder lograr cada uno de los objetivos que se buscaban.

RESUMEN

En el siguiente documento se presenta y se desarrolla la segunda fase del proyecto de señales mioeléctricas, la cual es acerca del tratamiento de las señales y su almacenamiento para así obtener una vista más clara de las mismas, mediante la ayuda de varias herramientas.

Otro punto que se toma en este documento es la investigación de cada uno de los conceptos relacionados con el proyecto para así brindar un conocimiento y fácil entendimiento acerca de lo que se está desarrollando.

El control mioeléctrico es probablemente el esquema de control más popular. Se basa en el concepto de que siempre que un músculo en el cuerpo se contrae o se flexiona, se produce una pequeña señal eléctrica (EMG) que es creada por la interacción química en el cuerpo.

El uso de sensores llamados electrodos que entran en contacto con la superficie de la piel permite registrar la señal EMG. Una vez registrada, esta señal se amplifica y es procesada después por un controlador.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1- INTRODUCCIÓN	1
1.1 - DESCRIPCIÓN DE LA INSTITUCIÓN O EMPRESA.....	2
1.1.1 Domicilio de la empresa	2
1.1.2 Giro.....	2
1.1.3 Organigrama	2
1.1.5 Breve descripción de la empresa	2
1.2 - OBJETIVOS	3
1.2.1 Objetivo general.....	3
1.2.2 Objetivos específicos	3
1.3 - Justificación.....	3
CAPÍTULO 2 - MARCO TEÓRICO	5
2.1 Electromiografía (EMG).....	5
2.2 Unidades EMG	6
2.2.1 Unidad Motora (UM).....	6
2.2.2 Fibras Musculares.....	6
2.2.3 Axón de la UM	6
2.3 Tipo de estudio de electromiografía.....	7
2.4 Sensores	7
2.4.1 Sensores invasivos	7
2.4.2 Sensores no invasivos	7
2.4.3 Composición de sensores no invasivos.....	8
2.4.4 Configuraciones del electrodo	8
2.4.5 Perturbación de la señal EMG	9
2.4.6 Filtrado de la señal.....	10
2.4.7 Amplificación de la señal.....	10
2.5 Herramientas utilizadas	10
2.6 Análisis del sistema	12
CAPÍTULO 3 - DESARROLLO.....	13
3 - Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.....	13
3.1 - Configuración y programación de la placa Cyton board	13
3.2 - Test y muestra de la señal con la placa Cyton	15
3.3- Diseño y creación de la base de datos	17
3.4 Amplificación de la señal.....	18
3.5 Filtración de la señal	21
3.6 Conversión y muestreo de la señal	24

3.7 Almacenamiento de la señal ya procesada	26
CAPÍTULO 4 - RESULTADOS.....	28
4.1 Interfaz de guardado de documentos.....	28
4.2 Rediseño de interfaz	29
4.3 Almacenamiento de las señales.....	29
4.4 Adquisición de diferentes muestras.....	31
CAPÍTULO 5 - CONCLUSIONES	35
CAPÍTULO 6 - COMPETENCIAS DESARROLLADAS.....	36
6.1 Automotivación	36
6.2 Creatividad	36
6.3 Adaptabilidad.....	36
6.4 Tolerancia al estrés	36
6.5 Compromiso	36
6.6 Trabajo en equipo.....	37
FUENTES DE INFORMACIÓN.....	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1.1.- Organigrama Instituto Tecnológico de Tijuana	2
Fig. 2.1.- Unidad Motora	6
Fig. 2.2.- Cyton Biosensing Board.....	11
Fig. 2.3.- Análisis del sistema.....	12
Fig. 3.1.- Cronograma de actividades.	13
Fig. 3.2.- Configuración del adaptador USB a GPIO 6.	13
Fig. 3.3.- Conexión del adaptador USB.....	14
Fig. 3.4.- Configuración de la placa Cyton a PC.....	14
Fig. 3.5.- Conexión establecida de la placa Cyton.....	14
Fig. 3.6.- Programa OpenBCI GUI conexión a la placa Cyton.	15
Fig. 3.7.- Muestra del programa con músculo en reposo.....	15
Fig. 3.8.- Muestra del programa con músculo realizando fuerza.	16
Fig. 3.9.- Diagrama de la Base de Datos actualizada con la nueva tabla “documentos”.....	17
Fig. 3.10.- Creación y habilitación del botón “guardar” para la base de datos.	17
Fig. 3.11.- Interfaz que permite guardar y abrir la documentación del paciente.....	18
Fig. 3.12.- Botones para el inicio y detención de la lectura de las señales.	18
Fig. 3.13.- Trackbar que ajusta el tamaño(amplificación) de la señal.	19
Fig. 3.14.- Señal escalada de -1V a 1V sin filtro.....	19
Fig. 3.15.- Señal escalada de -100V a 100V sin filtro.	19
Fig. 3.16.- Señal escalada de -10V a 10V sin filtro.....	20
Fig. 3.17.- Señal escalada de -1mV a 1mV sin filtro.....	20
Fig. 3.18.- Señal escalada de -100uV a 100uV sin filtro.....	20
Fig. 3.19.- Trackbar que ajusta el filtrado de la señal.	21
Fig. 3.20.- Radiobuttons que ajusta los filtros de ruido.....	21
Fig. 3.21.- Señal con filtro de 1Hz-50Hz.....	21
Fig. 3.22.- Señal con filtro de 7Hz-13Hz.....	22
Fig. 3.23.- Señal con filtro de 15Hz-50Hz.....	22
Fig. 3.24.- Señal con filtro de 5Hz-50Hz.....	22
Fig. 3.25.- Señal sin filtro de ruido.....	22
Fig. 3.26.- Señal con filtro de ruido de 50Hz.	23
Fig. 3.27.- Señal con filtro de ruido de 60Hz.	23
Fig. 3.28.- Botones para escribir y detener los datos de las señales.....	24
Fig. 3.29.- Datos recolectados del análisis de la señal tomada.	24
Fig. 3.30.- Botón para la captura de pantalla del Panel Lectura.	25
Fig. 3.31.- Captura de pantalla tomada con el botón “Tomar Captura”	25
Fig. 3.32.- Documentos relacionados al paciente José Vargas.	26
Fig. 3.33.- Documentos relacionados al paciente Bourne Pérez.	26
Fig. 3.34.- Documentos relacionados al paciente Josué Muñoz.....	27

Fig. 4.1.- Creación y habilitación del botón “guardar” para la base de datos	28
Fig. 4.2.- Interfaz que permite guardar y abrir la documentación del paciente.....	28
Fig. 4.3.- Trackbar que ajusta el filtrado de la señal.	29
Fig. 4.4.- Trackbar que ajusta el tamaño(amplificación) de la señal.	29
Fig. 4.5.- Datos recolectados del análisis de la señal tomada.	30
Fig. 4.6.- Botones para escribir y detener los datos de las señales	30
Fig. 4.7.- Guardado de las muestras al paciente José Vargas Rodríguez.	31
Fig. 4.8.- Muestra de brazo en reposo del paciente José Vargas Rodríguez.....	31
Fig.4.9.- Muestra de brazo aplicando poca fuerza del paciente José Vargas Rodríguez.	32
Fig. 4.10.- Muestra de brazo aplicando la mayor fuerza del paciente José Vargas Rodríguez. .	32
Fig. 4.11.- Guardado de las muestras a la paciente Sara Elia Rodríguez Lechuga.	33
Fig. 4.13.- Muestra de brazo aplicando poca fuerza de la paciente Sara Elia Rodríguez Lechuga.....	33
Fig. 4.14.- Muestra de brazo aplicando la mayor fuerza de la paciente Sara Elia Rodríguez Lechuga.....	34

CAPÍTULO 1- INTRODUCCIÓN

El cuerpo humano, produce diferentes tipos de señales eléctricas, dependiendo de la parte del cuerpo que las genere, estas son clasificadas en oculográficas, electroencefalográficas, electrocardiográficas y electromiográficas. Estas últimas son producidas por la contracción de los músculos del cuerpo humano, en brazos, piernas, abdomen, etc. A la detección y obtención de estas señales, se le conoce como electromiografía, y el propósito de estas es el detectar algún problema de salud físico y poder llevar un tratamiento adecuado, esto también ayuda a los médicos para poder estudiar las señales electromiográficas y detectar anomalías o irregularidades en los pacientes. De igual forma estas señales se pueden utilizar para el control de dispositivos electromecánicos como lo son las prótesis.

1.1 - DESCRIPCIÓN DE LA INSTITUCIÓN O EMPRESA

1.1.1 Domicilio de la empresa

Calzada Del Tecnológico, Fraccionamiento Tomas S/N Aquino, Tijuana, Baja California, C.P. 22414 México.

1.1.2 Giro

Servicios de Educación Superior

1.1.3 Organigrama

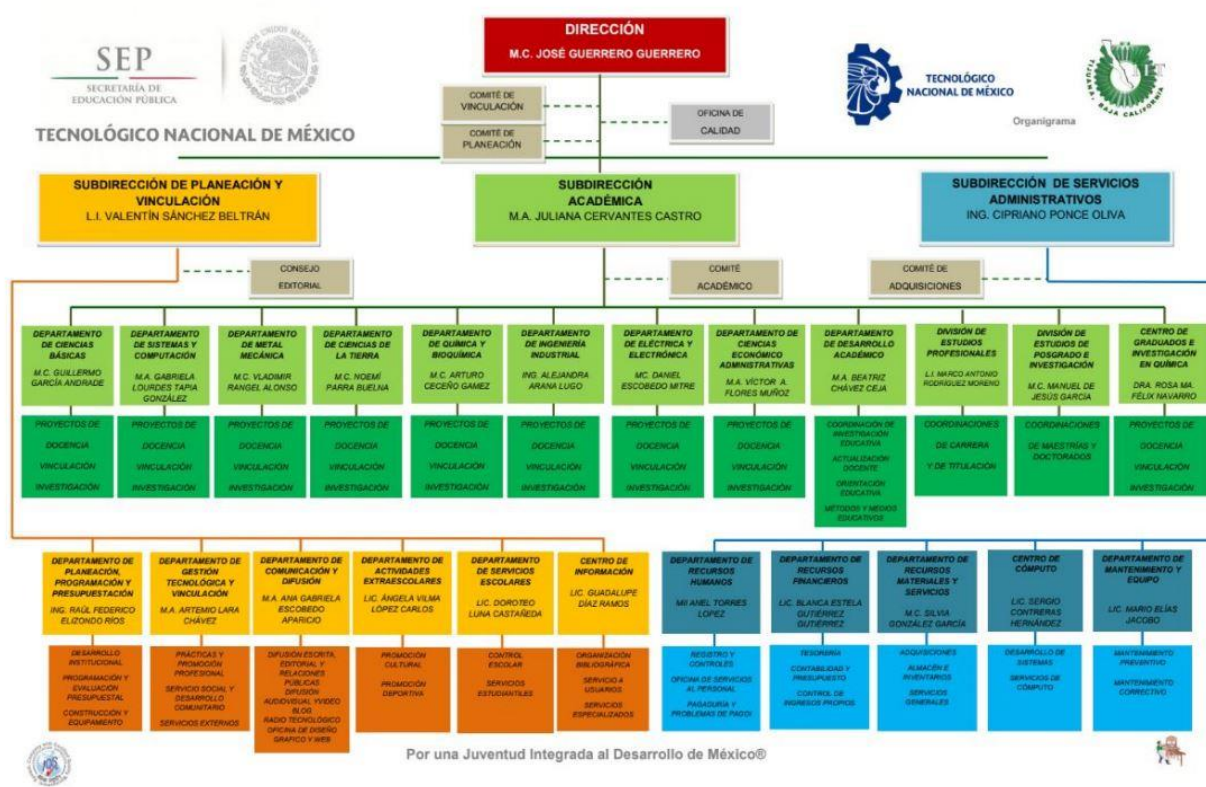


Fig. 1.1.- Organigrama Instituto Tecnológico de Tijuana

1.1.5 Breve descripción de la empresa

El Instituto Tecnológico de Tijuana es una institución de educación superior localizada en la ciudad de Tijuana, Baja California. Es dependiente, al igual que varios institutos 3 tecnológicos, orgánica y funcionalmente del Gobierno Federal a través de la Dirección General de Educación Superior Tecnológica y a la Subsecretaría de Educación Superior, ambas pertenecientes a la SEP. Su función es brindar servicios de educación superior a

nivel licenciatura, maestría y doctorado sobre la base de las necesidades de talento humano en la región.

Entre sus dos campus se ofrece un total de 21 licenciaturas e ingenierías, 4 maestrías y 3 doctorados, siendo una fuente de talento a nivel profesional y científico en la región.

1.2 - OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Desarrollar para un sistema de adquisición y visualización de señales mioeléctricas del brazo de una persona, un módulo para amplificar y filtrar la señal captada además de agregar un servicio para registrar a los usuarios en el cual las señales capturadas serán asociadas al usuario seleccionado.

1.2.2 Objetivos específicos

- Darle continuidad al proyecto en desarrollo;
- Mejorar el servicio de registro de usuarios;
- Mejorar la interfaz para la captura de las señales mioeléctricas asociadas al usuario previamente seleccionado;
- Representar visualmente la posición de los electrodos en el cuerpo humano para una toma correcta de las señales mioeléctricas;
- Desarrollar una metodología para amplificar la señal mediante el incremento de la resolución de la señal de entrada o aumento de la relación señal-ruido;
- Almacenar los datos obtenidos en una base de datos;
- Desarrollar una interfaz gráfica para la amplificación, filtración, alimentación y visualización de las señales;
- Realizar pruebas de la señal obteniendo muestras en bruto de un músculo de varios integrantes de nuestras familias.

1.3 - Justificación

El propósito de este proyecto es de registrar y representar gráficamente la lectura de las señales mioeléctricas (EMG), lo cual sirve para analizar el dolor muscular que padecen las personas en los brazos ya que estas señales son producidas por un músculo durante el proceso de contracción y relajación, debido a esto es posible conocer el estado en el que se encuentra el músculo.

El obtener un registro de estas señales EMG sirve para apoyar a los médicos a detectar dolores musculares, y que esto pueda servir para aplicaciones como lo son: prótesis, área de videojuegos, creación de brazos robóticos y el control de programas/máquinas manipulados por señales mioeléctricas.

CAPÍTULO 2 - MARCO TEÓRICO

Las señales electromiográficas (EMG) son señales eléctricas producidas por un músculo durante el proceso de contracción y relajación.

La electromiografía (EMG) consiste básicamente en la adquisición, registro y análisis de la actividad eléctrica generada en nervios y músculos a través de la utilización de electrodos (superficiales, de aguja, implantados). Las mediciones extraídas de EMG proporcionan una información valiosa acerca de la fisiología y los patrones de activación muscular.

2.1 Electromiografía (EMG)

La electromiografía es una disciplina, la cual detecta, analiza y procesa las señales eléctricas emitidas por la contracción de los músculos.

El término electromiografía (EMG), se considera adecuado su uso para el pasado, ya que la única manera de obtener dichas señales era por medio de gráficos. Sin embargo, el avance de la tecnología permite al registro por medio de dispositivos electrónicos análogos y en la actualidad digital.

EMG es sinónimo de electromiograma, que es la medición de potenciales eléctricos creados por la contracción de los músculos. Internamente, los músculos generan tensiones alrededor de 100mV cuando se contraen. Estas tensiones son muy atenuadas por el tejido interno y la piel, y son débiles pero mensurables en la superficie de la piel.

La fuerza de contracción muscular total se incrementa por medio de dos mecanismos: el reclutamiento de unidades motoras previamente inactivas y el incremento de la frecuencia de descarga de unidades ya activas. La señal Mioeléctrica es la integración temporal y espacial de todos los potenciales de acción de la unidad motora detectados utilizando uno o dos electrodos a partir de un cierto volumen de tejido. La señal Mioeléctrica, cuando se amplifica y se registra, se denomina electromiograma, y el proceso de obtención, procesamiento y análisis de señales electromiográficas (EMG) se denomina electromiografía.

2.2 Unidades EMG

2.2.1 Unidad Motora (UM)

Las neuronas motoras se originan en la corteza cerebral motora de ahí se interconectan con otras neuronas motoras del tronco cerebral y finalmente a la médula espinal, en el cuerno ventral terminando en su órgano receptor que son los músculos.

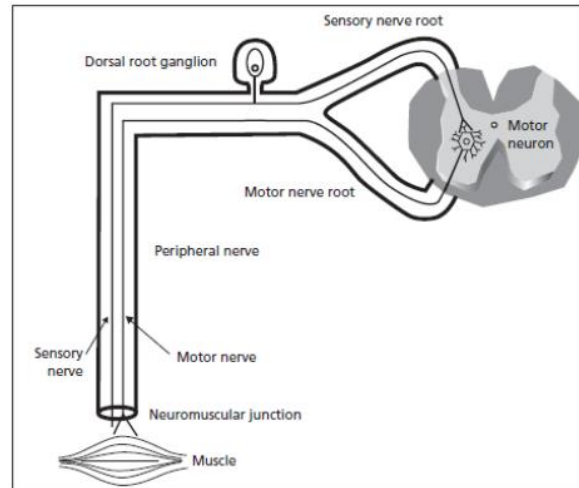


Fig. 2.1.- Unidad Motora

2.2.2 Fibras Musculares

Son las fibras individuales de un músculo los cuales están inervados por las ramificaciones de la motoneurona. Cuando se excitan, estas fibras producen una fuerza de contracción las cuales en forma consecutiva genera la fuerza tetánica. Aquella fuerza que nos permite interactuar con el medio que nos rodea.

2.2.3 Axón de la UM

La motoneurona se ramifica a las fibras musculares por medio de su axón o cuerpo de la sinapsis quien permite el envío de señales eléctricas a los músculos. Cuando se llega a conectar o unir a las fibras individuales, se llega a tomar el término de inervación.

2.3 Tipo de estudio de electromiografía

La práctica de electromiografía tiene fines médicos para el tratamiento o diagnóstico sobre los siguientes síntomas:

- Un paciente que se queja de entumecimiento;
- Paciente que se queja de hormigueo;
- Paciente con dolor;
- Paciente con debilidad;
- Paciente con cojera;
- Paciente con músculo atrofiado;
- Paciente con unos tendones con defectos;
- Paciente con fatiga.

El estudio de electromiografía está dividido por el uso de los electrodos para la captación de señales de los músculos. Los electrodos dan un enfoque definido y con un fin en común, si bien la naturaleza de los sensores es distinta, la ubicación sigue siendo la misma.

2.4 Sensores

2.4.1 Sensores invasivos

Los sensores invasivos se refieren a los electrodos que necesariamente deben penetrar la piel y estar adjunto al músculo en estudio, a pesar que este trabajo de investigación no está involucrado a este tipo de electrodos, es importante remarcar las diferencias para tener en claro el uso recomendado para este tipo de sensor.

2.4.2 Sensores no invasivos

El sensor no invasivo hace referencia a los sensores EMG que se ubican por encima de la piel, más no ingresados a través de este órgano; permitiendo un estudio sin agujas que implica un estricto uso. Eso no quita responsabilidad para el uso de los electrodos adhesivos, se debe tener en cuenta aun el riesgo eléctrico que puede tener el paciente en caso de no contar con un sistema de aislamiento o seguridad del sistema electrónico.

2.4.3 Composición de sensores no invasivos

Es el electrodo aquel dispositivo que entra en contacto con la capa superficial de la piel, para lo cual se necesita el mejor contacto y este a la vez debe tener una baja impedancia. La composición del gel conductor es por lo más común es Ag/AgCl. Sin embargo, existen patentes de unas marcas de proveedores los cuales tienen una configuración o composición únicas las cuales tienen sus ventajas sobre otras o una aplicación específica.

2.4.4 Configuraciones del electrodo

Los tipos de electrodos existen para cada función o ubicación especial, como se adjunta en la siguiente lista:

- Triodo de electrodos;
- Electrodo de cinta simple;
- Electrodos simples;
- Electrodos en bandas.

El uso del triodo de electrodos tiene una propiedad característica que aumenta la relación señal-ruido, dado que las dos potenciales diferencias y la referencia están a una corta distancia.

Los electrodos de cinta simple tienen la ventaja de ser el más adecuado para el estudio de músculos largos y delgados dado que en lo largo de la cinta se llega a adherir en paralelo al músculo.

Electrodos simples, son los estándares para el cual tiene la ventaja para la distribución y ubicación libre según el usuario, además los tamaños y electrolítico varía según fabricante.

Por último, los electrodos de banda, son electrodos ubicados en bandas que se ajustan en una extremidad humana específica, como el cráneo, mandíbula, zona del fémur, etc.

2.4.5 Perturbación de la señal EMG

Los factores que influyen en la señal EMG tiene dos clases divididas siendo por causas intrínsecas y extrínsecas, siendo el último manejable por el usuario y según la tecnología usada puede ser atenuado o relativamente eliminado.

Según los factores intrínsecos son:

- La orientación de la fibra muscular;
- Tendón;
- Borde del músculo;
- Configuración;
- Configuración del electrodo.

Los factores intrínsecos, son los elementos de perturbación que no pueden de ninguna forma ser controlados por el usuario. Entre los que más destacan es la señal que se superponen, como el EKG o electrocardiográfico, presión sanguínea, tejido subcutáneo, entre otros muchos.

Según los factores extrínsecos son:

- Ruido Fisiológico;
- Ruido del ambiente;
- Ruido línea base;
- Ruido movimiento artefacto.

El ruido fisiológico es el que se produce por la superposición de otras señales bioeléctricas que son perjudiciales dado que se encuentran dentro de las mismas frecuencias de trabajos.

El ruido del ambiente es aquel que tiene la radiación de elementos externos, siendo el más común el ruido de inducción eléctrica de 50-60Hz.

Ruido de línea base es aquel ruido que se produce por cambio electroquímicos producto natural ante excitaciones del músculo y piel.

El ruido movimiento artefacto aquel producto del movimiento inducido fuerza al momento del estudio.

2.4.6 Filtrado de la señal

Todo proceso de medida de una señal viene acompañado de variaciones aleatorias de mayor o menor intensidad a las que se les da el nombre genérico de ruido. El procedimiento para reducir o eliminar el ruido de una señal se conoce comúnmente como filtrado. En el procesamiento de señales, las técnicas de promediada digital son actualmente empleadas como procedimientos comunes para aumentar la relación señal/ruido de las medidas obtenidas mediante sistemas de adquisición de datos

2.4.7 Amplificación de la señal

El concepto de amplificación tiene que ver no solo con la capacidad para aumentar de tamaño una señal eléctrica (en forma de voltaje o corriente) sino con la capacidad entregarla a otra instancia (denominada carga) con más energía de la que tenía originalmente.

2.5 Herramientas utilizadas

Visual studio

El entorno de desarrollo integrado de Visual Studio es un panel de inicio creativo que se puede usar para editar, depurar y compilar código y, después, publicar una aplicación. Un entorno de desarrollo integrado (IDE) es un programa con numerosas características que se pueden usar para muchos aspectos del desarrollo de software.

SQL server management studio

SQL Server Management Studio (SSMS) es un entorno integrado para administrar cualquier infraestructura de SQL, desde SQL Server a Azure SQL Database. SSMS proporciona herramientas para configurar, supervisar y administrar instancias de SQL Server y bases de datos. Use SSMS para implementar, supervisar y actualizar los componentes de nivel de datos que usan las aplicaciones, además de compilar consultas y scripts.

Cyton Biosensing Board

OpenBCI Cyton Board se puede usar para tomar muestras de actividad cerebral (EEG), actividad muscular (EMG) y actividad cardíaca (ECG). La placa se comunica de forma inalámbrica a una computadora a través de la llave USB OpenBCI utilizando módulos de radio RFDuino. También se puede comunicar de forma inalámbrica a cualquier dispositivo móvil o tableta compatible con Bluetooth Low Energy (BLE).



Fig. 2.2.- Cyton Biosensing Board

Electrodos

En el campo de la medicina, los electrodos son dispositivos con una placa metálica o una aguja pequeña que conduce la electricidad desde un instrumento hasta un paciente sometido a un tratamiento o una operación quirúrgica. Los electrodos también pueden llevar las señales eléctricas de los músculos, el cerebro, el corazón, la piel u otras partes del cuerpo hasta los aparatos de registro para ayudar a diagnosticar ciertas afecciones.

UML

El Lenguaje Unificado de Modelado (UML) fue creado para forjar un lenguaje de modelado visual común y semántica y sintácticamente rico para la arquitectura, el diseño y la implementación de sistemas de software complejos, tanto en estructura como en comportamiento. UML tiene aplicaciones más allá del desarrollo de software, p. ej., en el flujo de procesos en la fabricación.

2.6 Análisis del sistema

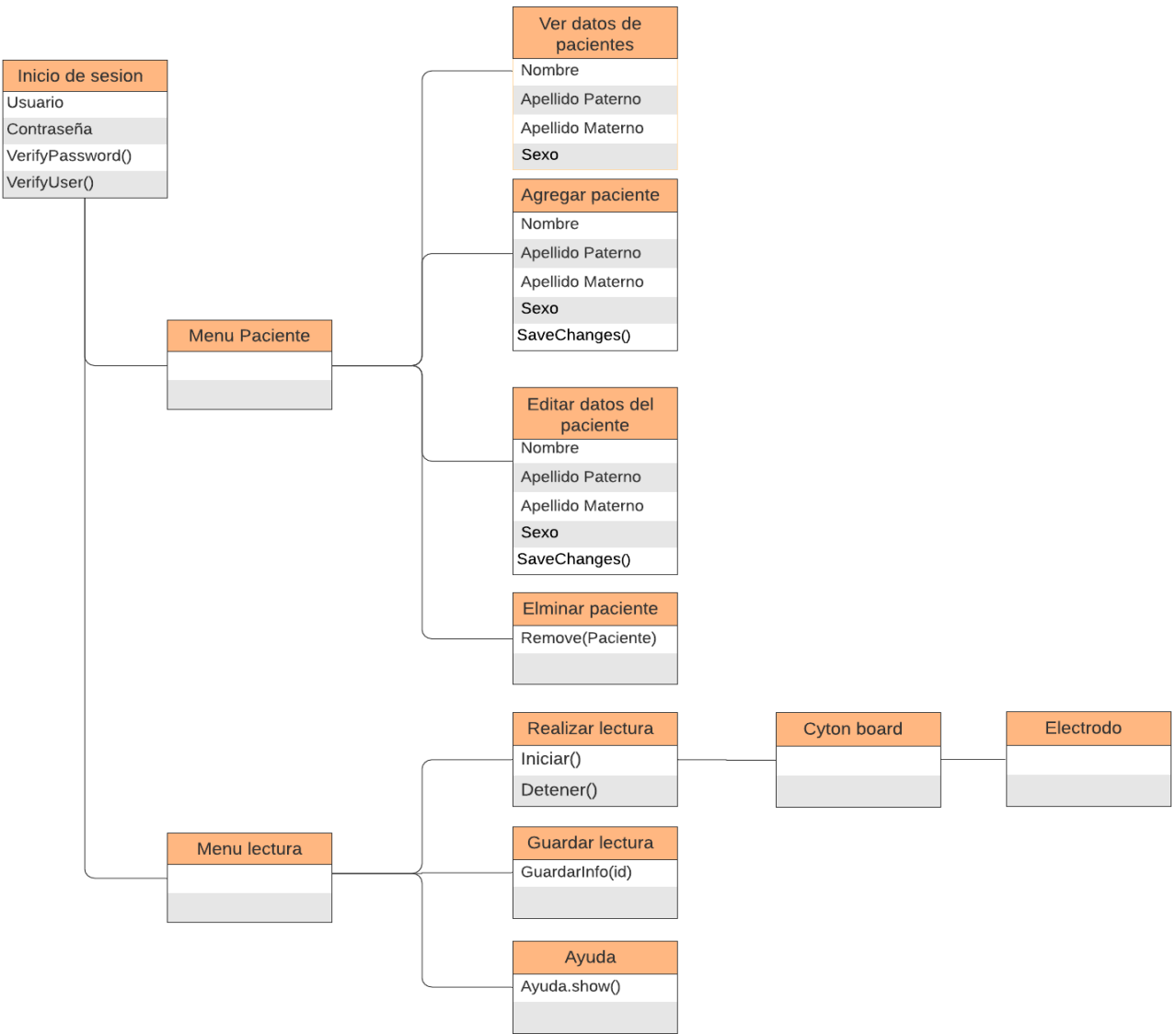


Fig. 2.3.- Análisis del sistema

CAPÍTULO 3 - DESARROLLO

3 - Procedimiento y descripción de las actividades realizadas

Actividades	Horas diarias	Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Configuración y programación de la placa Cyton board	4																				
Test y muestra de la señal con la placa Cyton	3																				
Diseño y Creación de la base de datos	4																				
Amplificación de la señal	3																				
Filtración de la señal	3																				
Conversion y muestreo de señal	3																				
Almacenamiento de la señal ya procesada	3																				
Adquisición de diferentes muestras	3																				
Reporte final	1																				

Fig. 3.1.- Cronograma de actividades.

3.1 - Configuración y programación de la placa Cyton board

Se configuró la placa Cyton Board para que solo pueda obtener señales EMG, ya que con esta placa se puede obtener muestras de actividad cerebral (EEG), actividad muscular (EMG) y actividad cardiaca (ECG).



Fig. 3.2.- Configuración del adaptador USB a GPIO 6.

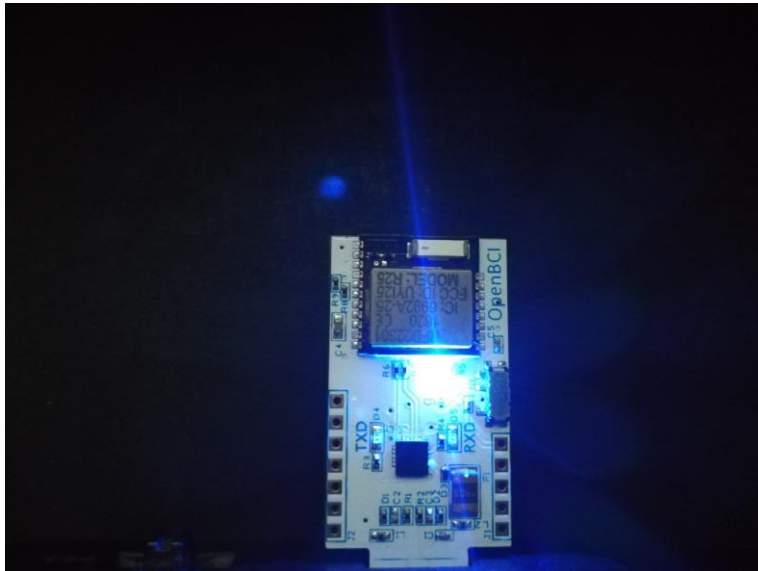


Fig. 3.3.- Conexión del adaptador USB

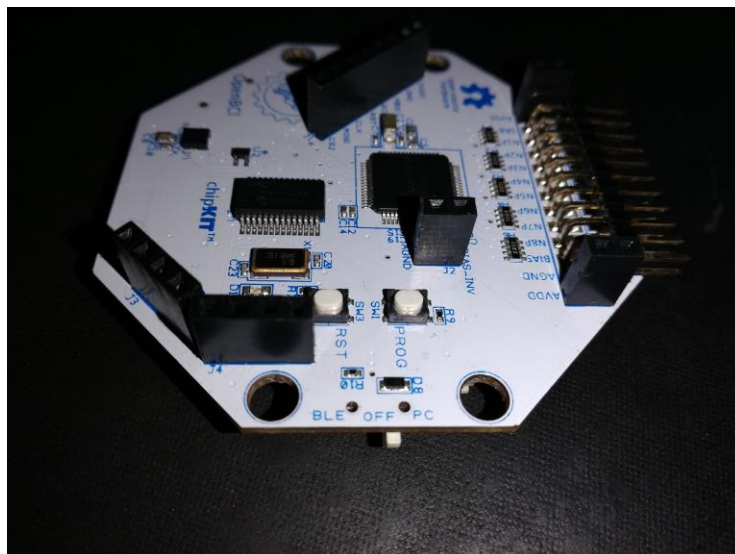


Fig. 3.4.- Configuración de la placa Cyton a PC.

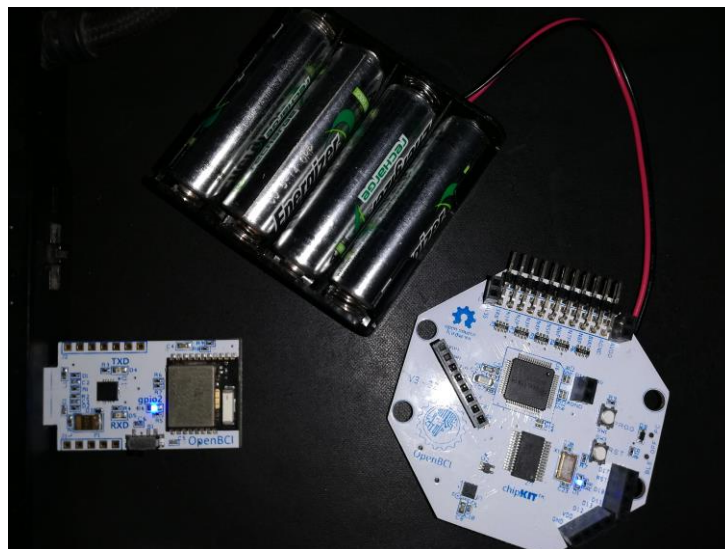


Fig. 3.5.- Conexión establecida de la placa Cyton.

3.2 - Test y muestra de la señal con la placa Cyton

Se realizaron pruebas para verificar que la placa Cyton funcionara correctamente, esto se pudo comprobar al generar señales con muestras en bruto de un músculo del brazo con la ayuda del software de los desarrolladores de OpenBCI.

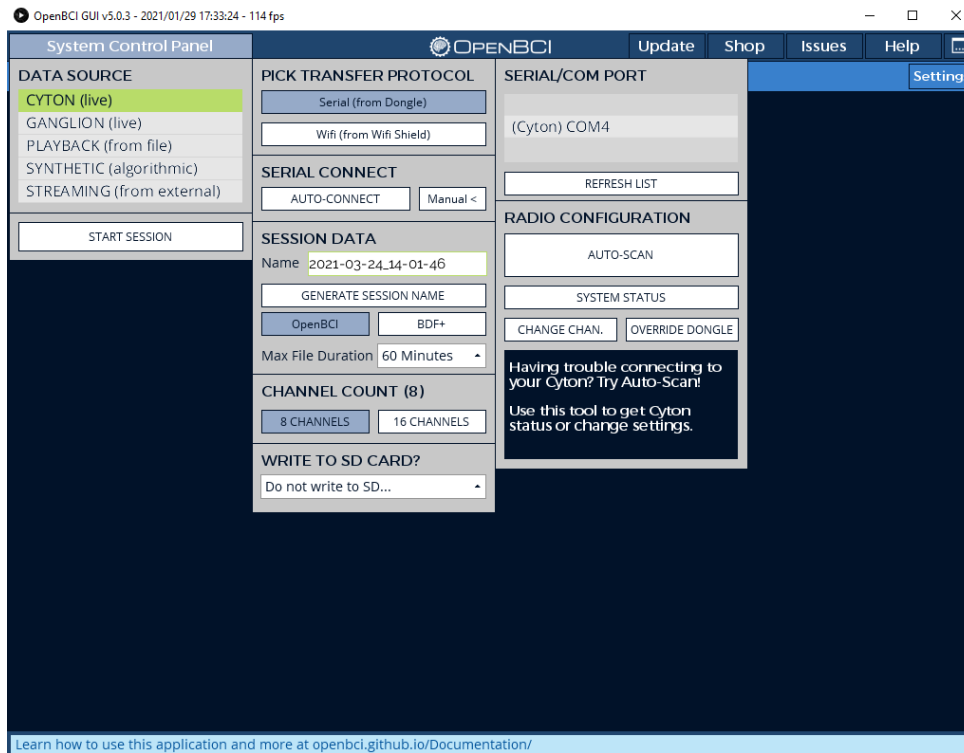


Fig. 3.6.- Programa OpenBCI GUI conexión a la placa Cyton.

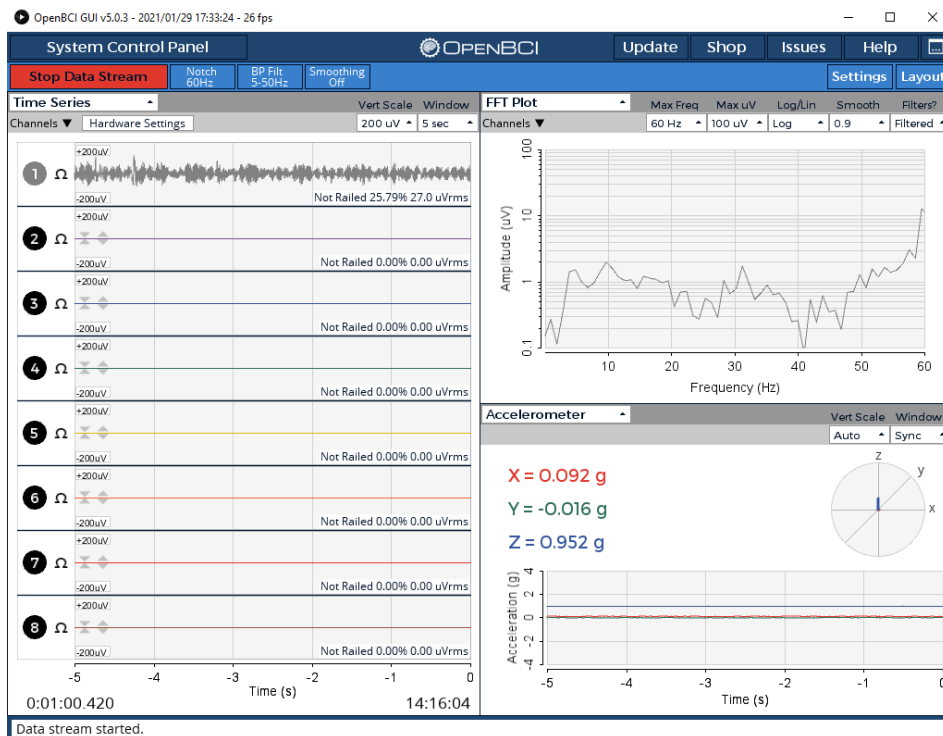


Fig. 3.7.- Muestra del programa con músculo en reposo.

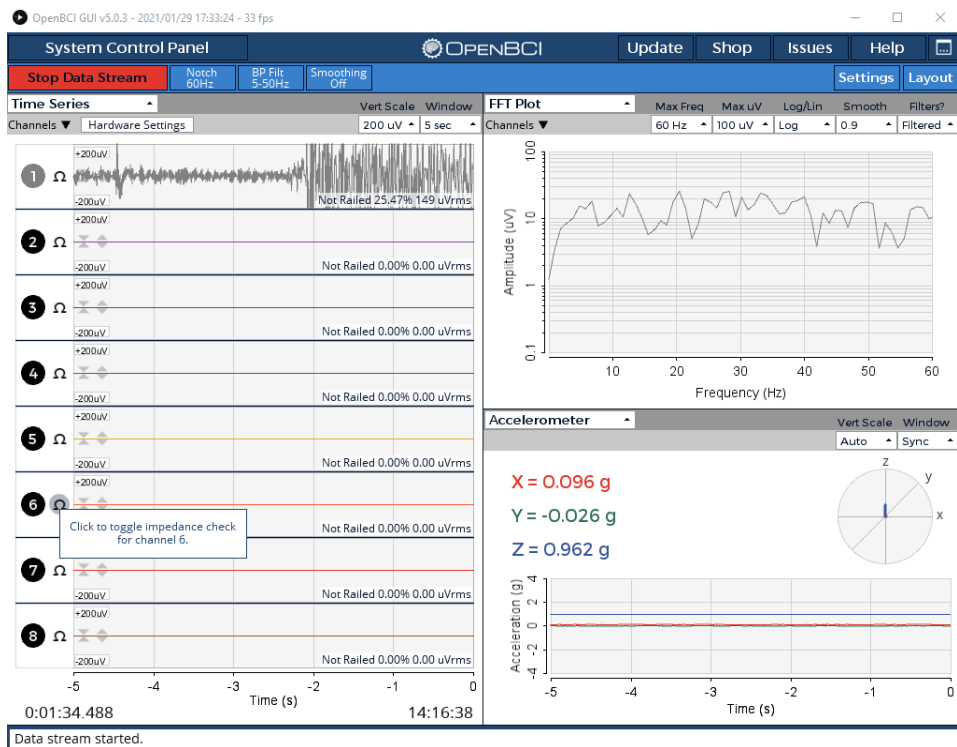


Fig. 3.8.- Muestra del programa con músculo realizando fuerza.

3.3- Diseño y creación de la base de datos

Se actualizó la base de datos que se tenía anteriormente para que pudiera guardar y abrir la documentación de los pacientes.

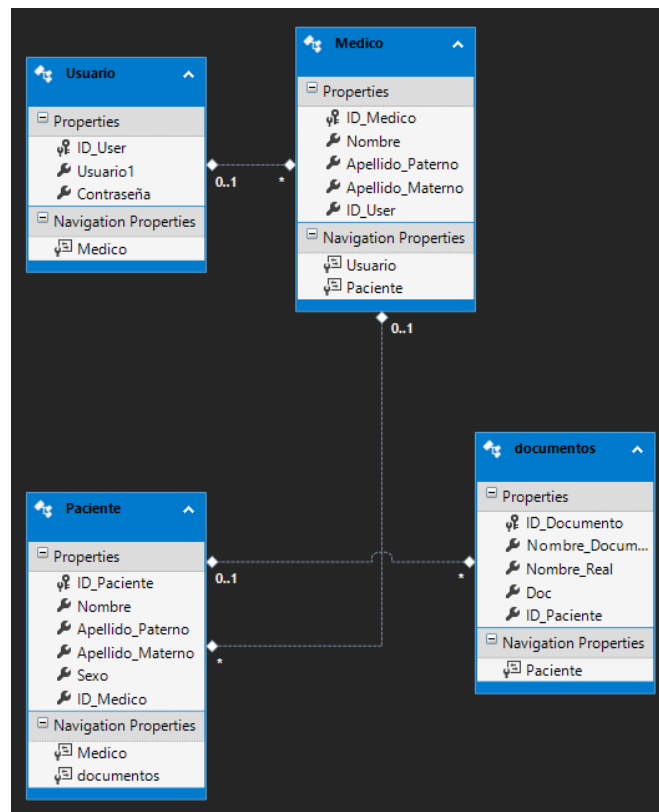


Fig. 3.9.- Diagrama de la Base de Datos actualizada con la nueva tabla “documentos”.

A su vez se creó una interfaz que permite guardar y abrir la documentación de los pacientes.

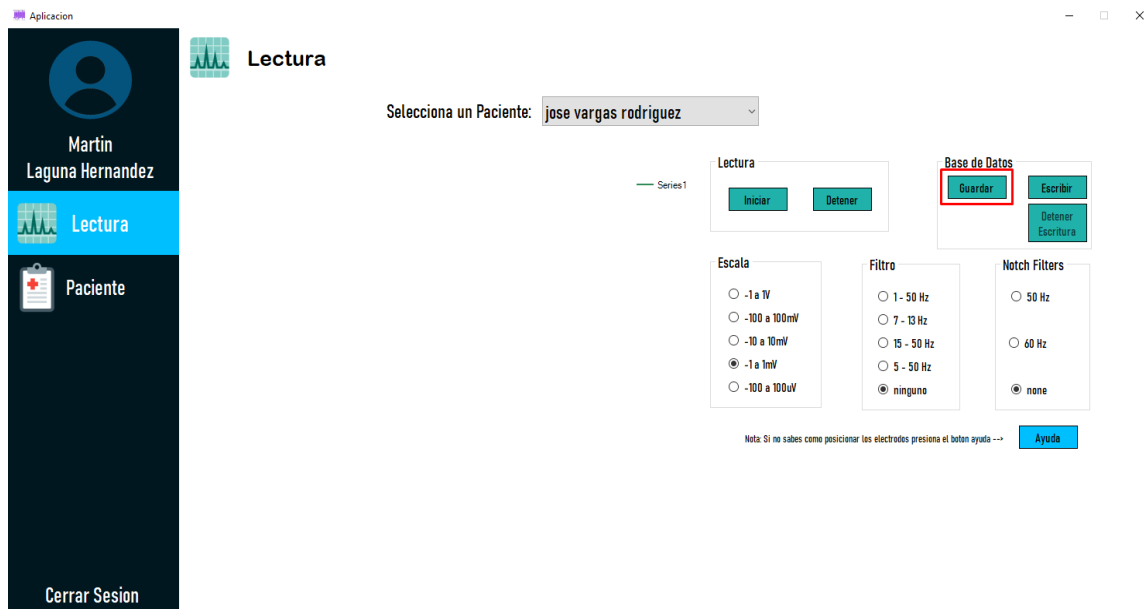


Fig. 3.10.- Creación y habilitación del botón “guardar” para la base de datos.

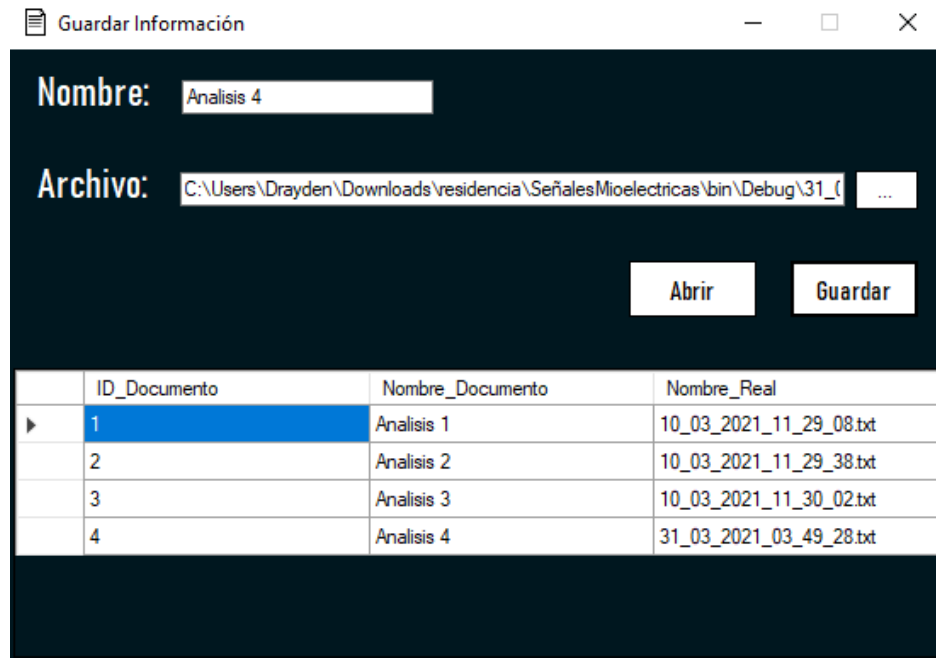


Fig. 3.11.- Interfaz que permite guardar y abrir la documentación del paciente.

3.4 Amplificación de la señal

Se habilitaron los botones para dar inicio a la lectura de las señales, así como también para detener la lectura de estas mismas.



Fig. 3.12.- Botones para el inicio y detención de la lectura de las señales.

Se cambiaron los radiobuttons de la escala de la señal por un trackbar para una mejor apariencia del programa.

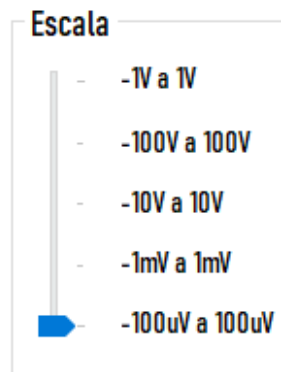


Fig. 3.13.- Trackbar que ajusta el tamaño(amplificación) de la señal.

Se realizaron pruebas para poder observar el funcionamiento de cada re-escalado de las señales.

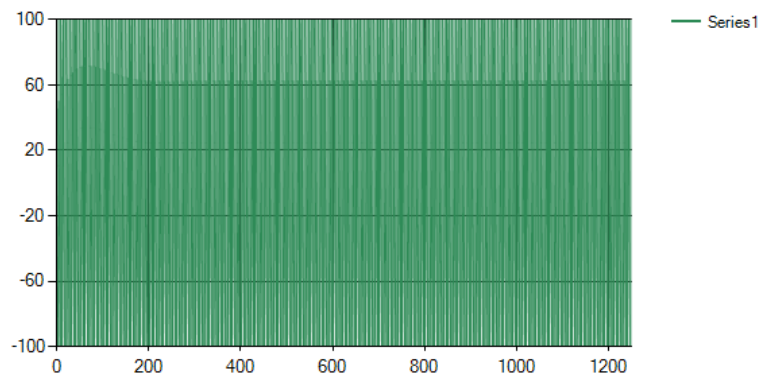


Fig. 3.14.- Señal escalada de -1V a 1V sin filtro.

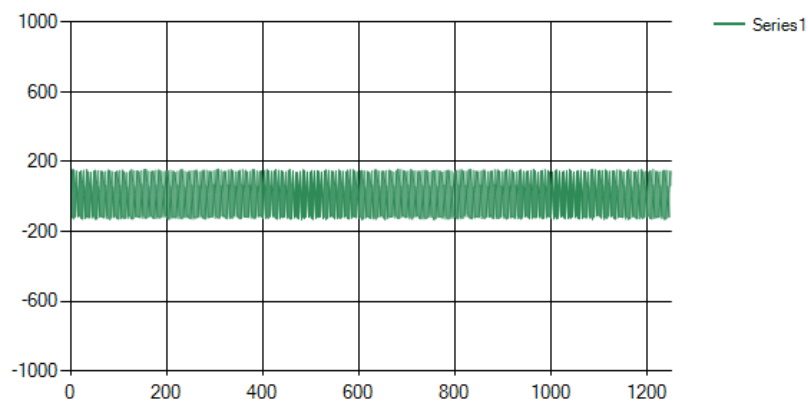


Fig. 3.15.- Señal escalada de -100V a 100V sin filtro.

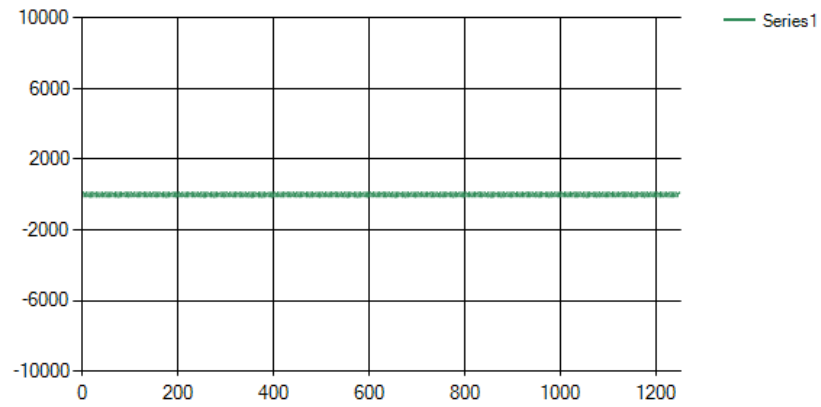


Fig. 3.16.- Señal escalada de -10V a 10V sin filtro.

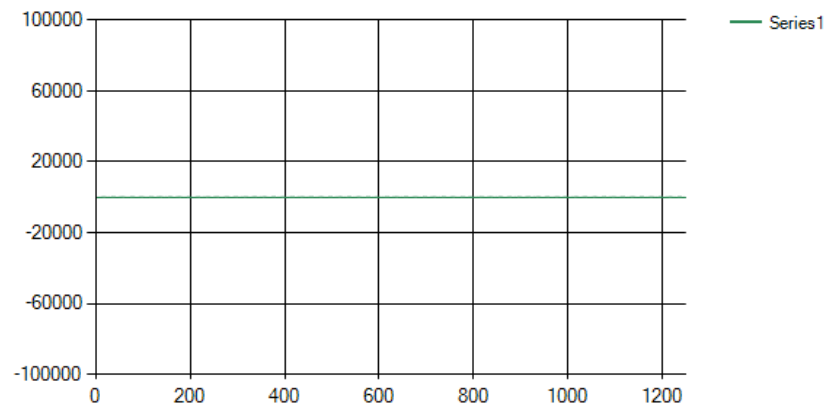


Fig. 3.17.- Señal escalada de -1mV a 1mV sin filtro.

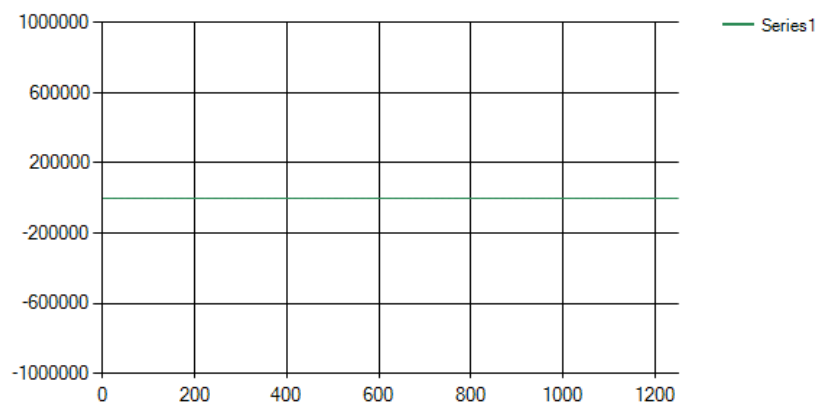


Fig. 3.18.- Señal escalada de -100uV a 100uV sin filtro.

3.5 Filtración de la señal

Se cambiaron los radiobuttons del filtro de la señal por un trackbar para una mejor apariencia del programa.

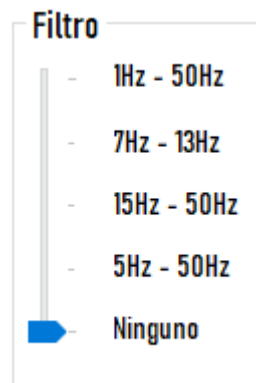


Fig. 3.19.- Trackbar que ajusta el filtrado de la señal.

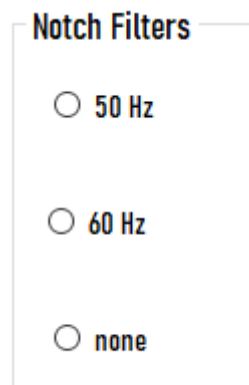


Fig. 3.20.- Radiobuttons que ajusta los filtros de ruido.

Se realizaron pruebas para poder observar el funcionamiento de cada filtro de las señales.

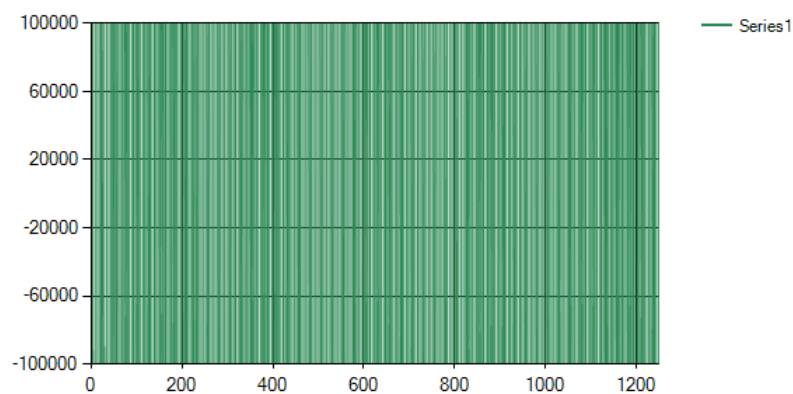


Fig. 3.21.- Señal con filtro de 1Hz-50Hz.

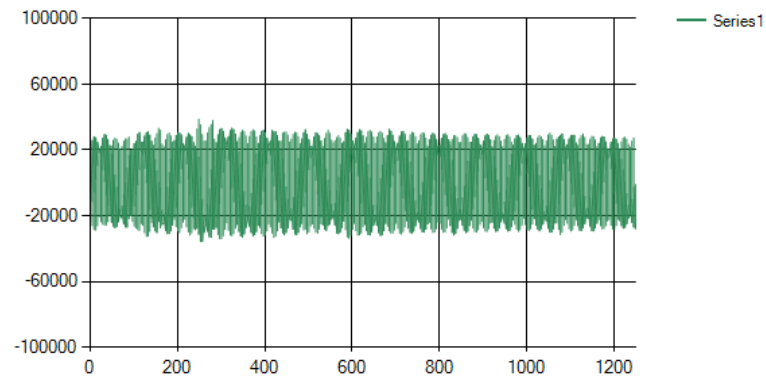


Fig. 3.22.- Señal con filtro de 7Hz-13Hz.

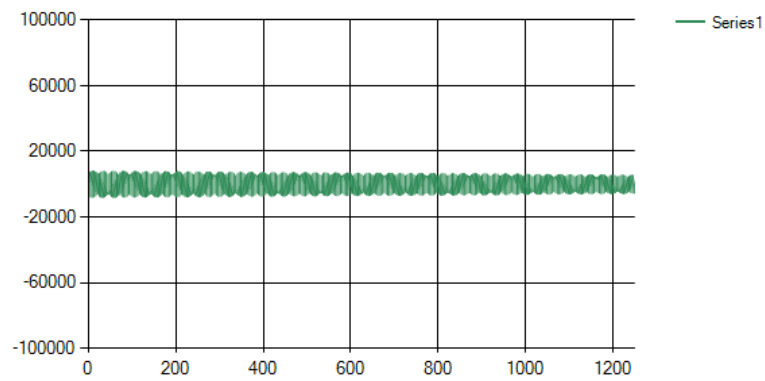


Fig. 3.23.- Señal con filtro de 15Hz-50Hz.

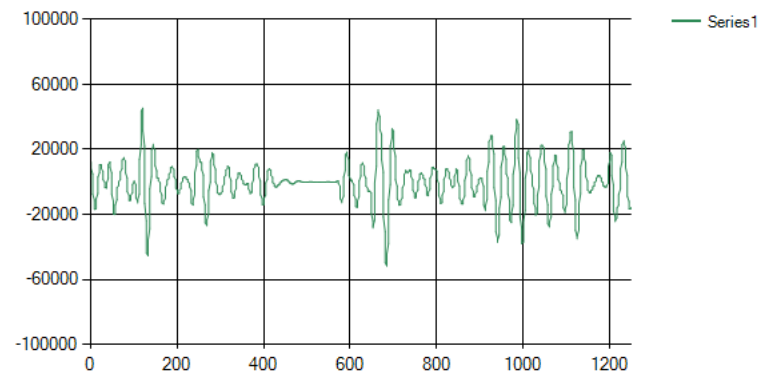


Fig. 3.24.- Señal con filtro de 5Hz-50Hz.

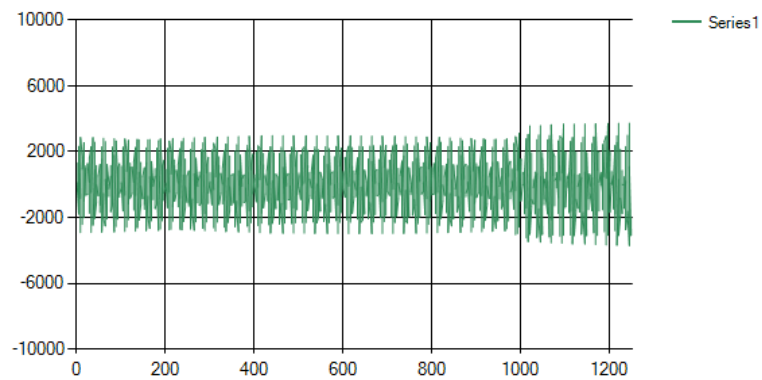


Fig. 3.25.- Señal sin filtro de ruido.

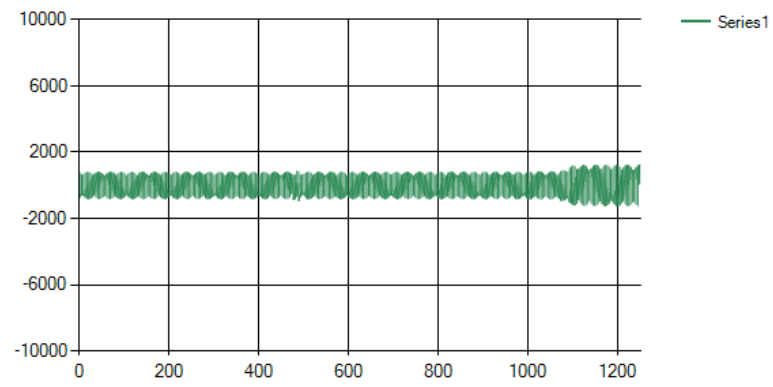


Fig. 3.26.- Señal con filtro de ruido de 50Hz.

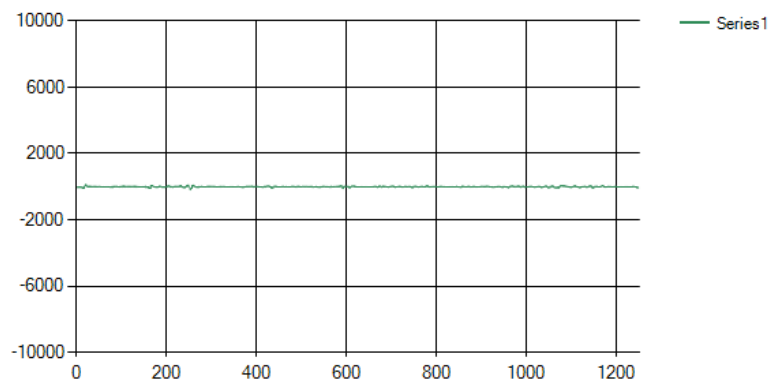


Fig. 3.27.- Señal con filtro de ruido de 60Hz.

3.6 Conversión y muestreo de la señal

Se creó un botón llamado “Escribir” el cual empieza a recolectar y escribir los datos obtenidos en un archivo .txt, y el botón llamado “Detener Escritura” el cual detiene la recolección y escritura de los datos.



Fig. 3.28.- Botones para escribir y detener los datos de las señales.

25_05_2021_06_00_22.txt - Notepad

	File	Edit	Format	View	Help
67	-176399.073171505				
68	-176689.310573257				
69	-176540.492658674				
70	-176215.654756505				
71	-176324.865379914				
72	-176644.830601791				
73	-176565.236039786				
74	-176111.339165132				
75	-176151.371139451				
76	-176758.332760135				
77	-176852.612418248				
78	-176485.216794636				
79	-176403.632927374				
80	-176701.536977474				
81	-176805.472589192				
82	-176470.509346784				
83	-176320.730307189				
84	-176592.482816277				
85	-176776.4153214				
86	-176492.928146473				
87	-176265.387387918				
88	-176479.338285844				
89	-176730.638948755				
90	-176573.997923612				
91	-176309.241510539				
92	-176356.761319251				
93	-176600.529444281				
94	-176573.215612556				
95	-176323.568978735				
96	-176275.400969434				
97	-176299.630260423				
98	-176287.247393995				
99	-176270.125957742				
100	-176282.441768937				
101	-176297.9091761				
102	-176287.247393995				
103	-176264.761539073				
104	-176268.538983886				
105	-176279.871318325				
106	-176267.890783297				
107	-176243.303864396				
108	-176242.141573684				
109	-176253.719777312				
110	-176249.405890632				
111	-176224.573102543				
112	-176216.392364072				
113	-176226.294186866				

Fig. 3.29.- Datos recolectados del análisis de la señal tomada.

A su vez se agregó un botón llamado “Tomar Captura” el cual toma una captura de pantalla del “PanelLectura” donde se encuentra la gráfica y los filtros.



Fig. 3.30.- Botón para la captura de pantalla del Panel Lectura.

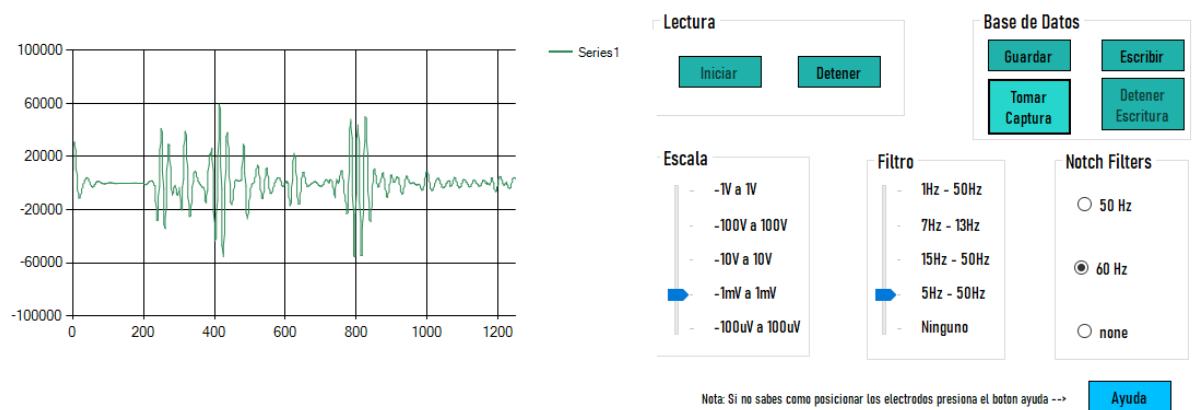


Fig. 3.31.- Captura de pantalla tomada con el botón “Tomar Captura”.

3.7 Almacenamiento de la señal ya procesada

Se almacena y muestra los datos/documentos del paciente que está seleccionado en la base de datos.

Selecciona un Paciente: jose vargas rodriguez

Guardar Información

Nombre: 12345

Archivo: C:\Users\Drayden\Downloads\Residencia 3.0\SeñalesMioelectricas\bin\Debug\ ...

Abrir Guardar

	ID_Documento	Nombre_Documento	Nombre_Real
▶	7	12345	25_05_2021_06_00_22.txt

Fig. 3.32.- Documentos relacionados al paciente José Vargas.

Selecciona un Paciente: bourne perez melero

Guardar Información

Nombre: |

Archivo: ...

Abrir Guardar

	ID_Documento	Nombre_Documento	Nombre_Real
▶	5	Analisis 5	XD.txt
	6	analisis XX	XD.txt

Fig. 3.33.- Documentos relacionados al paciente Bourne Pérez.

Selecciona un Paciente: josue munoz castro

Guardar Información

Nombre:

Archivo: ...

Abrir Guardar

	ID_Documento	Nombre_Documento	Nombre_Real
▶	1	Analisis 1	10_03_2021_11_29_08.txt
	2	Analisis 2	10_03_2021_11_29_38.txt
	3	Analisis 3	10_03_2021_11_30_02.txt
	4	Analisis 4	31_03_2021_03_49_28.txt

Fig. 3.34.- Documentos relacionados al paciente Josué Muñoz.

CAPÍTULO 4 - RESULTADOS

4.1 Interfaz de guardado de documentos

Se implementó una interfaz que permite guardar y abrir la documentación de los pacientes.

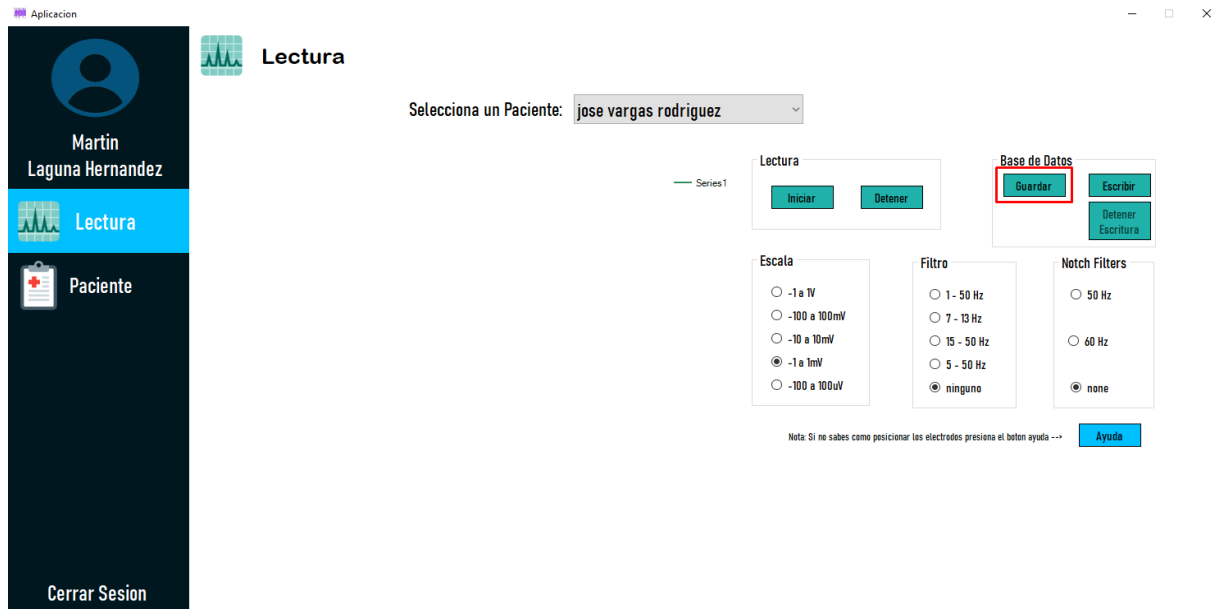


Fig. 4.1.- Creación y habilitación del botón “guardar” para la base de datos

En esta nueva interfaz permite al usuario abrir la documentación del paciente que desea.

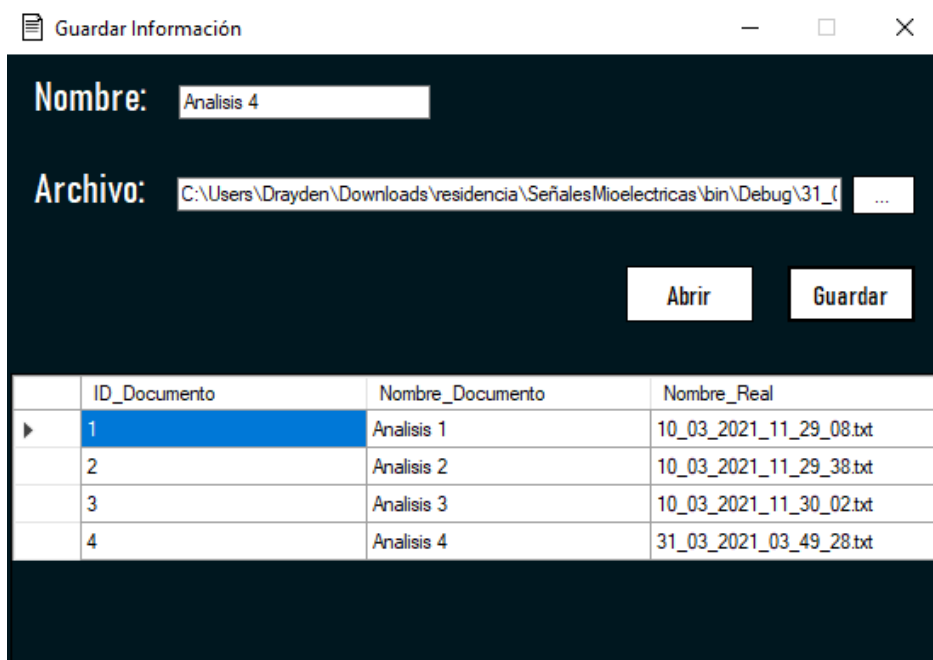


Fig. 4.2.- Interfaz que permite guardar y abrir la documentación del paciente.

4.2 Rediseño de interfaz

Se realizaron cambios a la interfaz para mejorar la apariencia del programa.

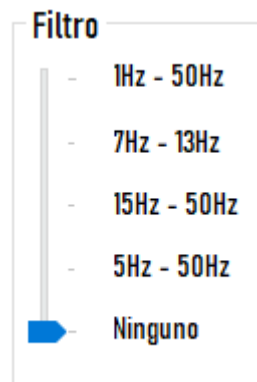


Fig. 4.3.- Trackbar que ajusta el filtrado de la señal.

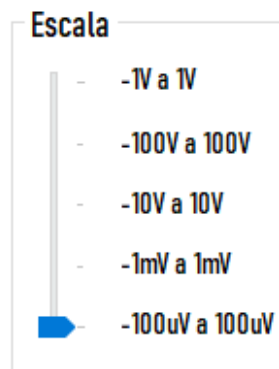


Fig. 4.4.- Trackbar que ajusta el tamaño(amplificación) de la señal.

4.3 Almacenamiento de las señales

Se creó un botón llamado “Escribir” el cual empieza a recolectar y escribir los datos obtenidos en un archivo .txt, y el botón llamado “Detener Escritura” el cual detiene la recolección y escritura de los datos.

25_05_2021_06_00_22.txt - Notepad

File	Edit	Format	View	Help
67	-176399.073171505			
68	-176689.310573257			
69	-176540.492658674			
70	-176215.654756505			
71	-176324.865379914			
72	-176644.830601791			
73	-176565.236039786			
74	-176111.339165132			
75	-176151.371139451			
76	-176758.332760135			
77	-176852.612418248			
78	-176485.216794636			
79	-176403.632927374			
80	-176701.536977474			
81	-176805.472589192			
82	-176470.509346784			
83	-176320.730307189			
84	-176592.482816277			
85	-176776.4153214			
86	-176492.928146473			
87	-176265.387387918			
88	-176479.338285844			
89	-176730.638948755			
90	-176573.997923612			
91	-176309.241510539			
92	-176356.761319251			
93	-176600.529444281			
94	-176573.215612556			
95	-176323.568978735			
96	-176275.400969434			
97	-176299.630260423			
98	-176287.247393995			
99	-176270.125957742			
100	-176282.441768937			
101	-176297.9091761			
102	-176287.247393995			
103	-176264.761539073			
104	-176268.538983886			
105	-176279.871318325			
106	-176267.890783297			
107	-176243.303864396			
108	-176242.141573684			
109	-176253.719777312			
110	-176249.405890632			
111	-176224.573102543			
112	-176216.392364072			
113	-176226.294186866			

Fig. 4.5.- Datos recolectados del análisis de la señal tomada.



Fig. 4.6.- Botones para escribir y detener los datos de las señales

4.4 Adquisición de diferentes muestras

Se realizaron pruebas a diferentes personas para poder observar el comportamiento en diferentes etapas las cuales son: Brazo en reposo, Brazo aplicando poca fuerza y Brazo la mayor fuerza que pueda.

Primera muestra.

Selecciona un Paciente: jose vargas rodriguez

Guardar Información

Nombre:

Archivo: ...

Abrir

Guardar

	ID_Documento	Nombre_Documento	Nombre_Real
	7	12345	25_05_2021_06_00_22.txt
	9	Captura 1	26_06_2021_11_31_08.bmp
	10	Captura 2	29_06_2021_10_06_02.bmp
▶	11	Brazo en reposo 1	29_06_2021_10_25_19.bmp
	12	Brazo poca fuerza 1	29_06_2021_10_25_31.bmp
	13	Brazo fuerza 1	29_06_2021_10_25_45.bmp

Fig. 4.7.- Guardado de las muestras al paciente José Vargas Rodríguez.

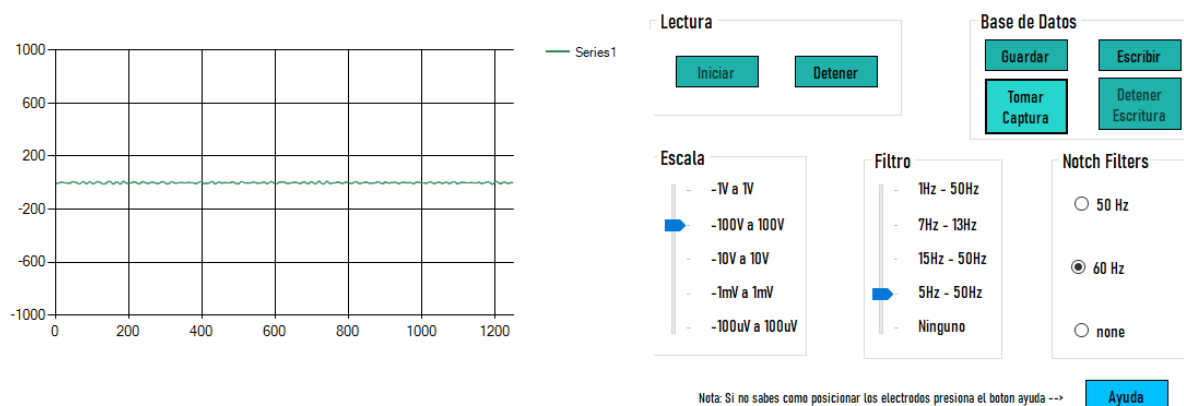


Fig. 4.8.- Muestra de brazo en reposo del paciente José Vargas Rodríguez.

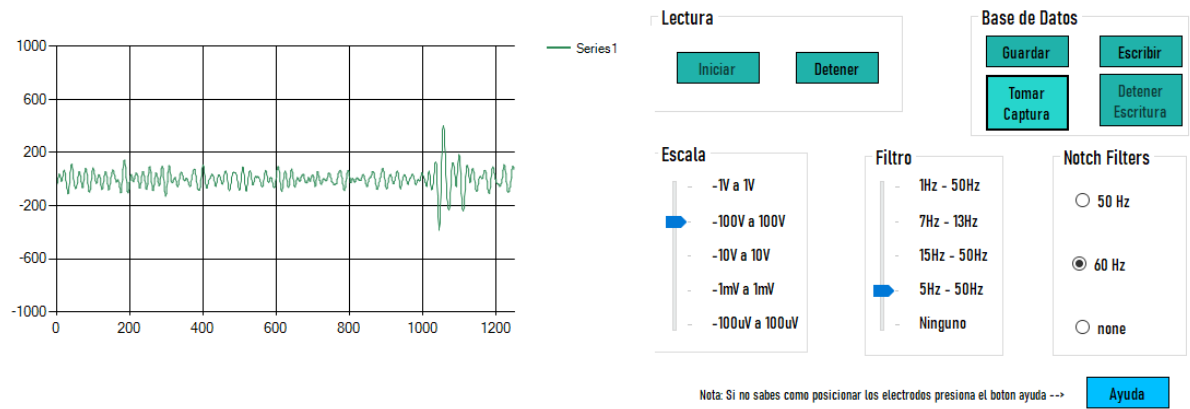


Fig.4.9.- Muestra de brazo aplicando poca fuerza del paciente José Vargas Rodríguez.

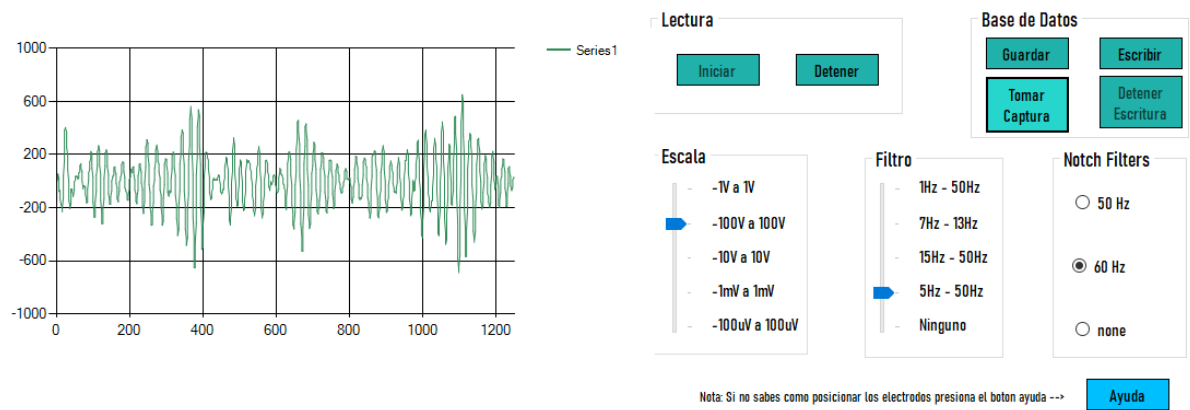


Fig. 4.10.- Muestra de brazo aplicando la mayor fuerza del paciente José Vargas Rodríguez.

Segunda muestra.

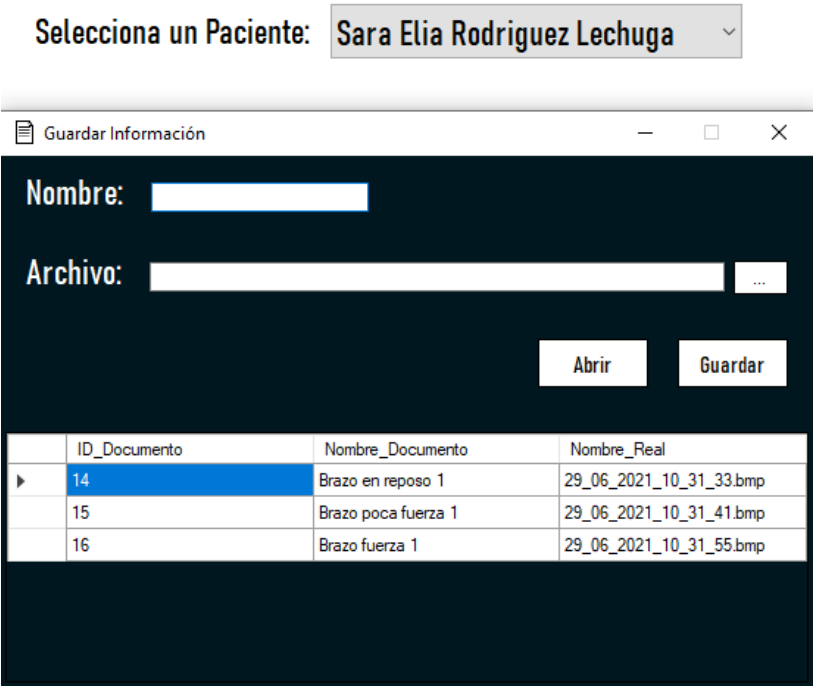


Fig. 4.11.- Guardado de las muestras a la paciente Sara Elia Rodríguez Lechuga.

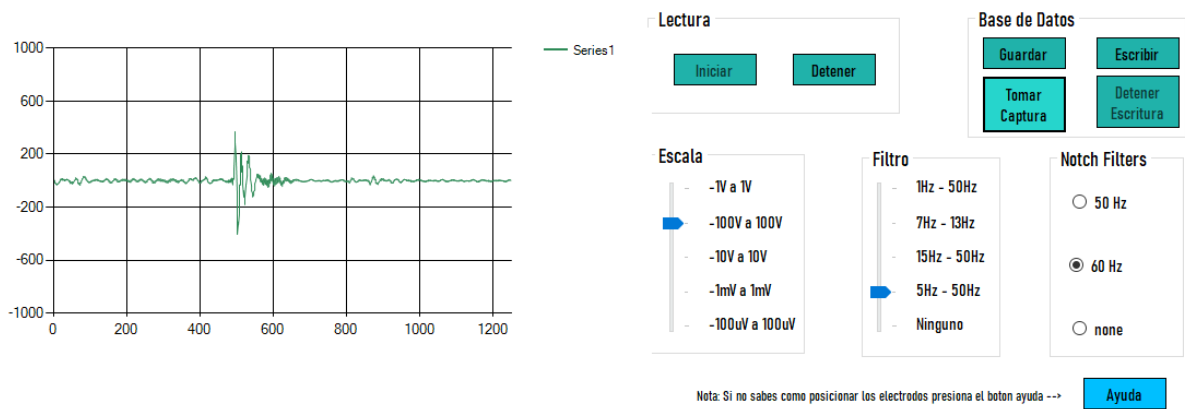


Fig. 4.12.- Muestra de brazo en reposo de la paciente Sara Elia Rodríguez Lechuga.

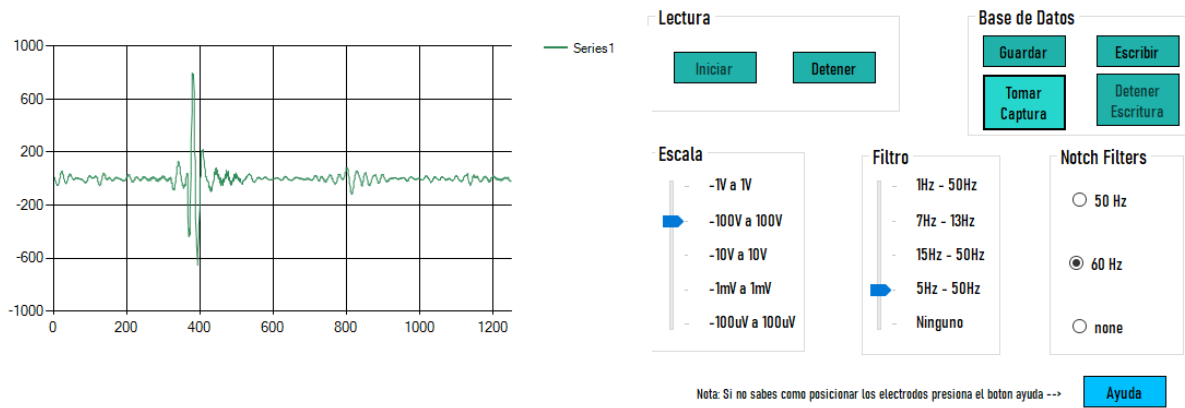


Fig. 4.13.- Muestra de brazo aplicando poca fuerza de la paciente Sara Elia Rodríguez Lechuga.

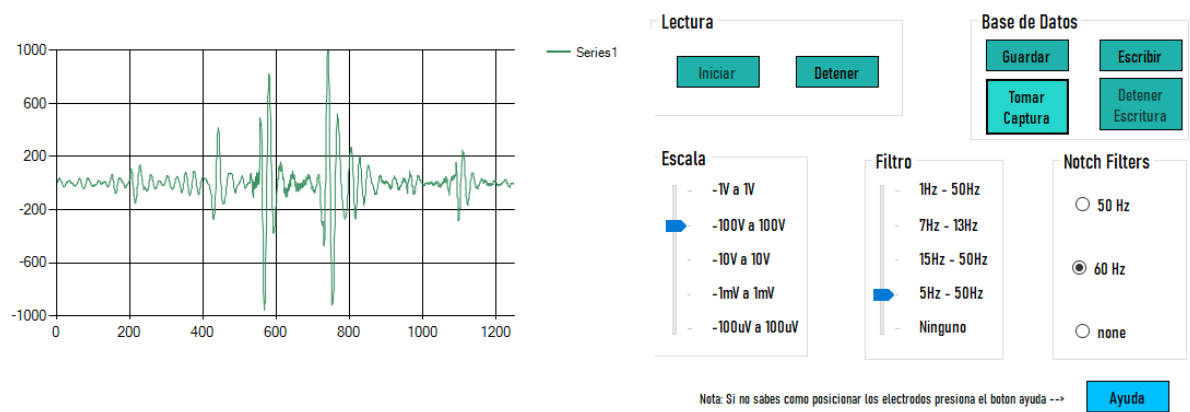


Fig. 4.14.- Muestra de brazo aplicando la mayor fuerza de la paciente Sara Elia Rodríguez Lechuga.

CAPÍTULO 5 - CONCLUSIONES

Durante el transcurso del proyecto se le dio continuidad al desarrollo del sistema de detección y acondicionamiento de señales mioeléctricas(EMG), el cual permite mostrar en tiempo real muestras de las señales EMG del brazo de una persona, además de que permite almacenarlas en una base de datos y poder analizarlas en un futuro si así se desea.

CAPÍTULO 6 - COMPETENCIAS DESARROLLADAS

Durante el desarrollo del proyecto se nos fueron presentando varios obstáculos, pero sin importar su complejidad se fueron superando con esfuerzo cada uno de ellos.

A continuación, se enlistan las competencias que fueron necesarias y desarrolladas para que este proyecto fuera realizado con éxito.

6.1 Automotivación

El proyecto fue hecho con gusto y placer personal de parte de ambos ya que el de investigación fue un área de interés para ambos, y agradecemos al que nos hayan dado la oportunidad de poder participar en este proyecto.

6.2 Creatividad

La creatividad siempre es muy importante en cualquier proyecto. El equipo tuvo la capacidad de proponer e implementar soluciones creativas para el proyecto.

6.3 Adaptabilidad

Nadie tenía contemplado estos tiempos en los que estamos viviendo de pandemia y cuarentena, pero a pesar de ello, el equipo pudo sacar adelante el proyecto con las tecnologías existentes y así poder cumplir con cada una de las metas que se tenía de este proyecto.

6.4 Tolerancia al estrés

El estrés es una de las cosas que pueden afectar más en el desarrollo de un proyecto, es por eso que sin importar la cantidad de carga de trabajo que se nos presentaba mantener un carácter firme ante el estrés fue esencial para obtener respuestas controladas y cumplir con nuestros objetivos de manera correcta.

6.5 Compromiso

El compromiso es una parte fundamental en el trabajo en equipo en un proyecto. El compromiso lleva con él un sacrificio y total dedicación para así poder completar cada una de las tareas y metas que se tenía en este proyecto.

6.6 Trabajo en equipo

Durante el proceso de desarrollo del proyecto e investigación del mismo el equipo actuó responsablemente para participar y lograr resultados eficaces en cada una de las tareas realizadas, independientemente de los intereses personales.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- [1] Guiñón, J. L. (2007). Filtrado de señales (I): Implementación y análisis del filtro de media móvil. Dialnet. (Consultado el 20 de febrero del 2021). Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2326981#:~:text=Todo%20proceso%20de%20medida%20de,se%20conoce%20com%C3%BAmente%20como%20filtrado.>
- [2] Alva, c. (2012). Procesamiento de señales de electromiografía superficial para la detección de movimiento de dos dedos de la mano. Repositorio. (Consultado el 25 de febrero del 2021). Disponible en: https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/urp/416/Alva_ca.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [3] Munguía, H. (n.d.). Amplificación. Páginas Física USON. (Consultado el 5 de marzo del 2021). Disponible en: http://paginas.fisica.uson.mx/horacio.munguia/aula_virtual/Cursos/Instrumentacion%20I/Temario/Amplificacion.htm
- [4] Téllez, J., Vistrain, S. (2010, 2 noviembre). La Neurona, los Músculos y la Unidad Motora. Postpoliomexico. (Consultado el 5 de marzo del 2021). Disponible en: <http://www.postpoliomexico.org/NeuronaMusculoUnidadMotora/NeuronaMusculoUnidadMotora.html>
- [5] OpenBCI. (2020-2020). Cyton Biosensing Board. De Cyton. (Consultado el 10 de marzo del 2021) Disponible en: <https://shop.openbci.com/products/cyton-biosensing-board-8-channel?variant=38958638542>
- [6] Tecnomedicina (2020, 22 abril). Qué son los electrodos médicos. Tecnomedicina. (Consultado el 11 de marzo del 2021). Disponible en: <https://www.tecnomedicina.mx/que-son-los-electrodos-medicos/>
- [7] Tdrobotica. (2021). Cyton Biosensing Board (8 Canales). Tienda de Robótica - Tdrobotica. (Consultado el 11 de marzo del 2021). Disponible en: <https://tienda.tdrobotica.co/home/1620-cyton-biosensing-board-8-canales.html>
- [8] Scielo. (2009-2020). Métodos de procesamiento y análisis de señales electromiográficas. De Luis Gila Users. (Consultado el 11 de marzo del 2021). Sitio Web: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272009000600003
- [9] Mecamex. (2011-2020). Detección y Acondicionamiento de señales Mioeléctricas. De Mario Ramiro Ramos. (Consultado el 11 de marzo del 2021). Sitio Web: <http://mecamex.net/anterior/cong10/trabajos/art36.pdf>
- [10] Ortosur. (2021). Cómo funciona y se ajusta una prótesis mioeléctrica. (Consultado el 11 de marzo del 2021). Sitio Web: <https://www.ortosur.es/como-funciona-protesis-mioelectrica/>