EMG

Javier frias

AGENDA

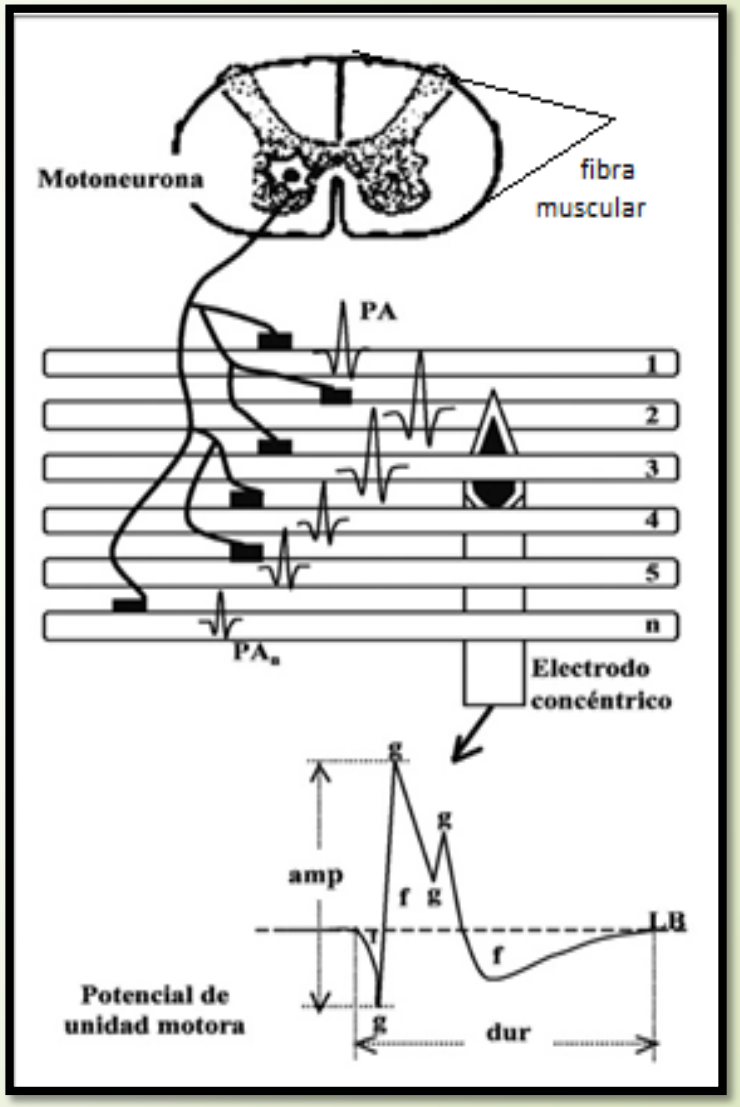
- Electromiografía.
- Principio Fisiológico.
- Técnicas de Electromiografía.
- Bluetooth.
- Diseño del Sistema.
- Pruebas y Resultados.
- Análisis Económico.
- Conclusiones.
- Recomendaciones.

Electromiografía

- La Electromiografía es una de las principales técnicas para la evaluación y registro de los potenciales eléctricos generados por los músculos esqueléticos, es decir; registra las variaciones de voltaje que generan las fibras musculares como resultado de la despolarización de las membranas celulares durante la contracción.

PRINCIPIO FISIOLÓGICO

- El movimiento y la posición del cuerpo se controlan a través de impulsos eléctricos originados en el sistema nervioso central (SNC). Dichos impulsos son conducidos por las moto neuronas hacia las fibras musculares en las denominadas "zonas de unión neuromuscular". Las uniones neuromusculares están usualmente distribuidas en una región, la Zona de Inervación, que por lo general se localiza en la mitad del músculo. Sin embargo, algunos músculos tienen varias zonas de inervación distribuidas a lo largo de toda su longitud



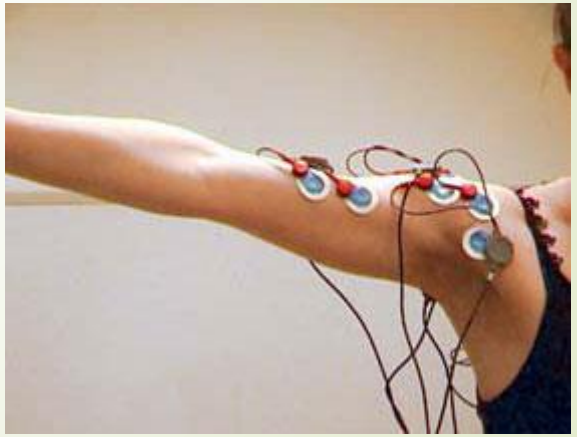
TÉCNICAS DE ELECTROMIOGRAFÍA

- Electromiografía Invasiva.

Para realizar una electromiografía invasiva, se usa una aguja electrodo, se inserta a través de la piel hasta que entre al tejido muscular.

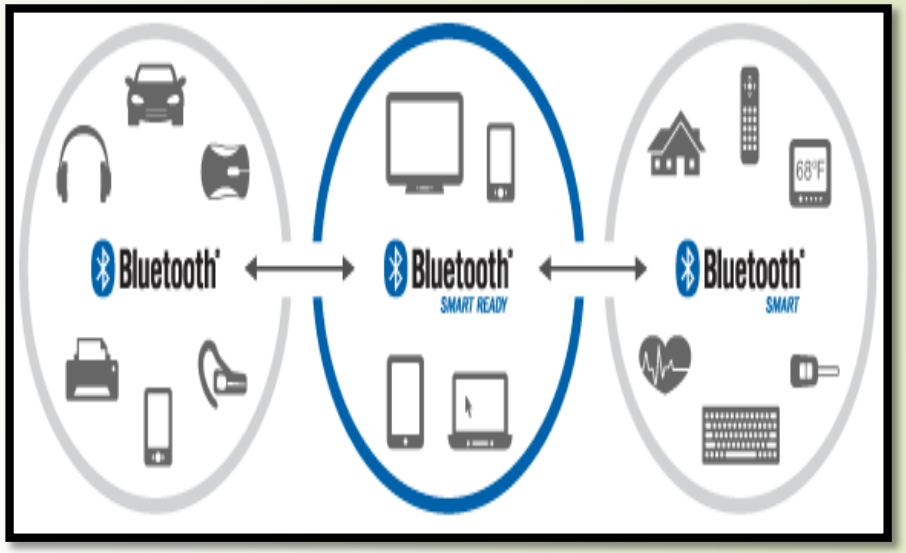
- Electromiografía No invasiva.

Para realizar una electromiografía no invasiva, se usa un electrodo de superficie en contacto con la piel.

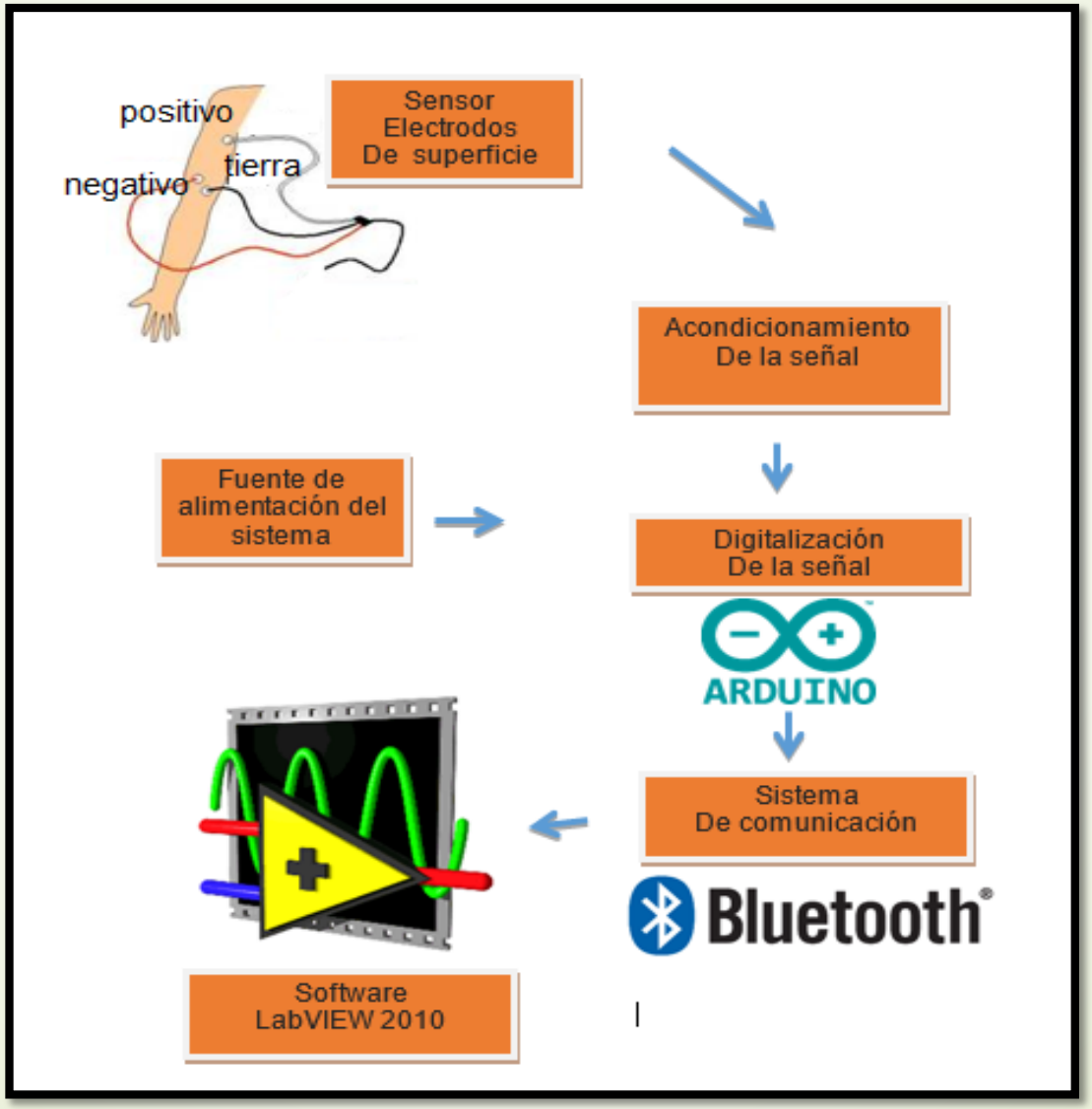


BLUETOOTH

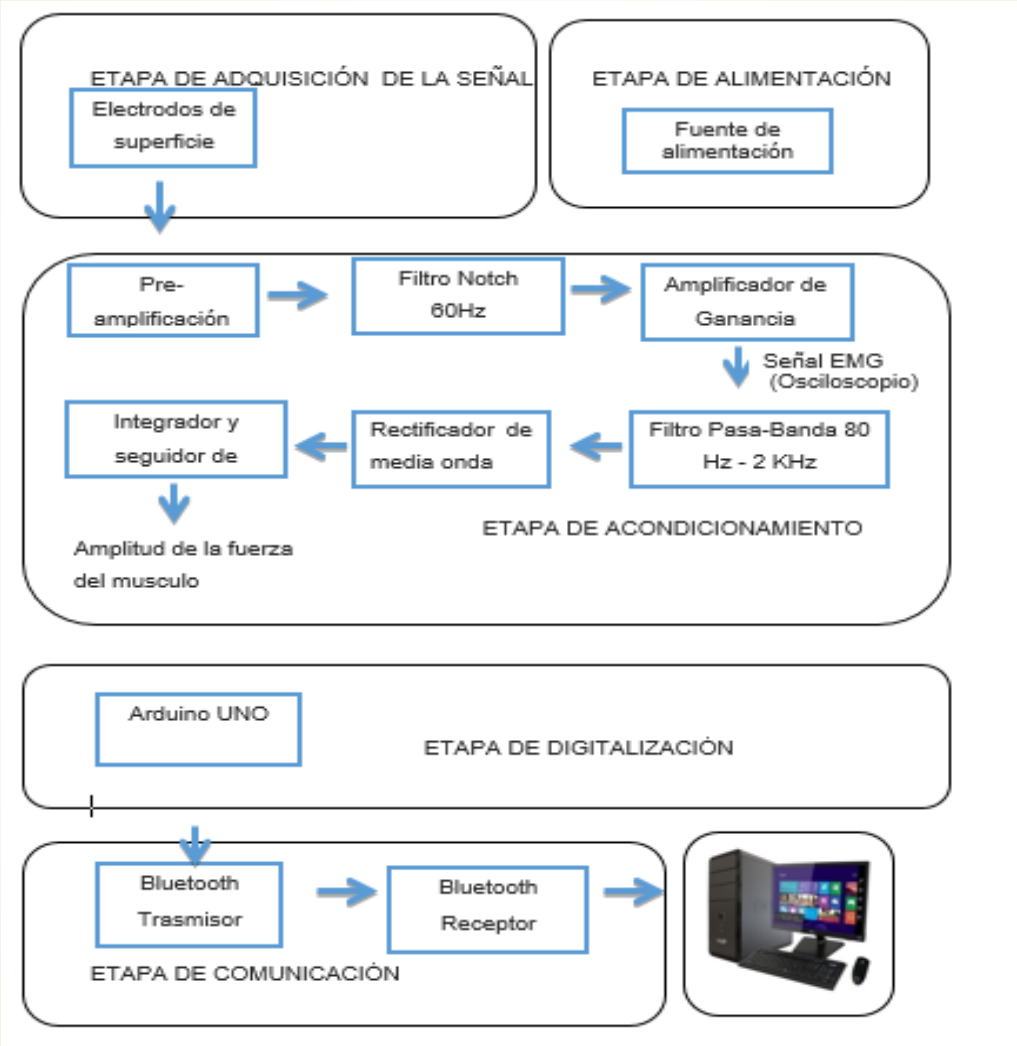
- La tecnología bluetooth permite intercambiar datos, información, voz , entre dispositivos digitales, bluetooth trabaja con especificaciones industriales IEEE 802.15.1 para redes inalámbricas de áreas personales (WPAM), la comunicación entre los dispositivos lo hacen mediante un enlace para radiofrecuencia en la banda ISM de los 2.4 GHz.
- El propósito de esta tecnología es comunicar a varios dispositivos eléctricos entre sí, sin la ayuda de cables, entre algunas aplicaciones se tienen:



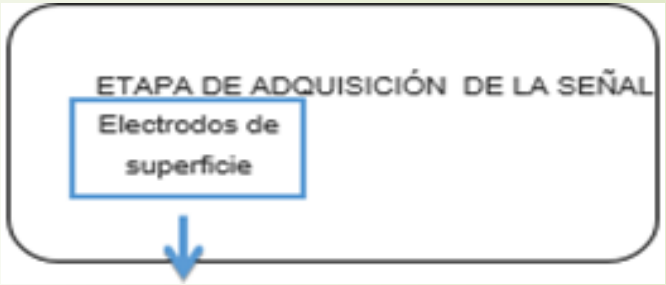
DISEÑO DEL SISTEMA.



HARDWARE Y SOFTWARE DEL SISTEMA.



DISEÑO DEL HARDWARE.

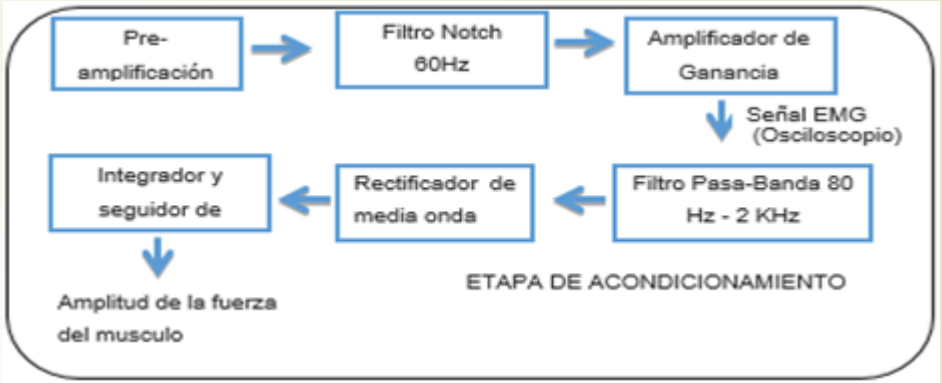


- **ETAPA DE ADQUISICIÓN DE LA SEÑAL**

  ELECTRODOS DE SUPERFICIE.

- Estos deben poderse montarse y desmontarse de una manera limpia y fácil evitando la supervisión médica.
- Los electrodos deben ser capaces de captar la señal de EMG con un nivel de ruido mínimo.
- Debido a estas características se optó por trabajar con electrodos desechables de superficie de Ag/AgCl.

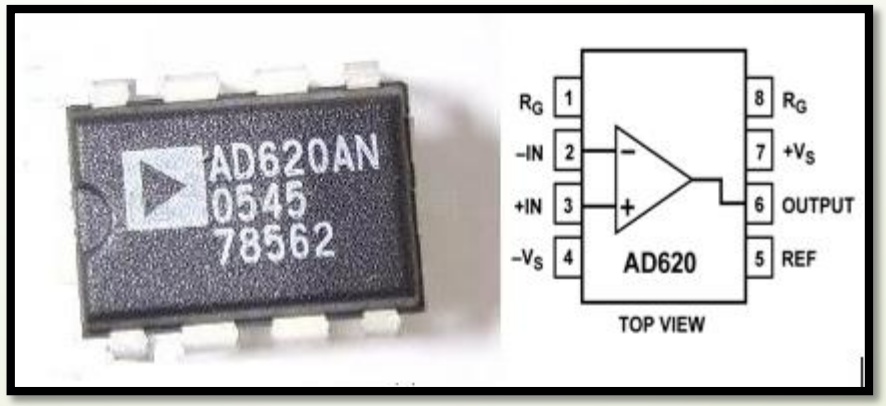
DISEÑO DEL HARDWARE.



- **ETAPA DE ACONDICIONAMIENTO DE LA SEÑAL.**

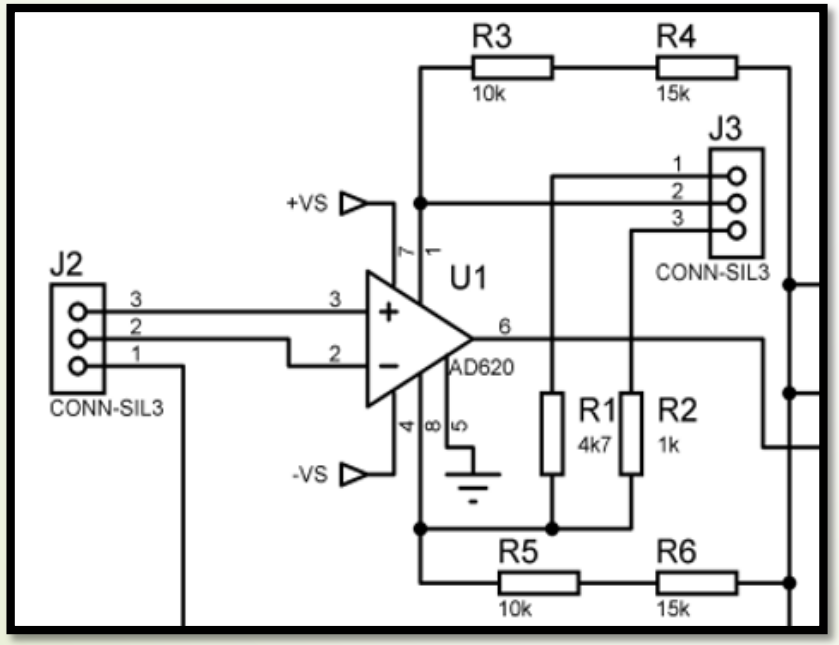
  PRE AMPLIFICADOR.

En la etapa de pre amplificación se utilizó un amplificador de instrumentación, la señal que obtiene por una unidad motora tiene una amplitud de 0 V cuando no tiene contracción y alrededor de 250 uV durante una contracción.



DISEÑO DEL HARDWARE.

- Para el circuito pre-amplificador, se lo ha implementado con una impedancia R1=4,7k y R2=1k para dos tipos de ganancia una de 10 y otra de 50 la cual está conectada entre los pines 1 y 8. Pin 6 (J4) es la señal de salida del pre-amplificador, Pin 2 y P3 (J2) son sus entradas.



$$Av = \frac{50\,K}{Z1} + 1$$ Ecuación

DISEÑO DEL HARDWARE.

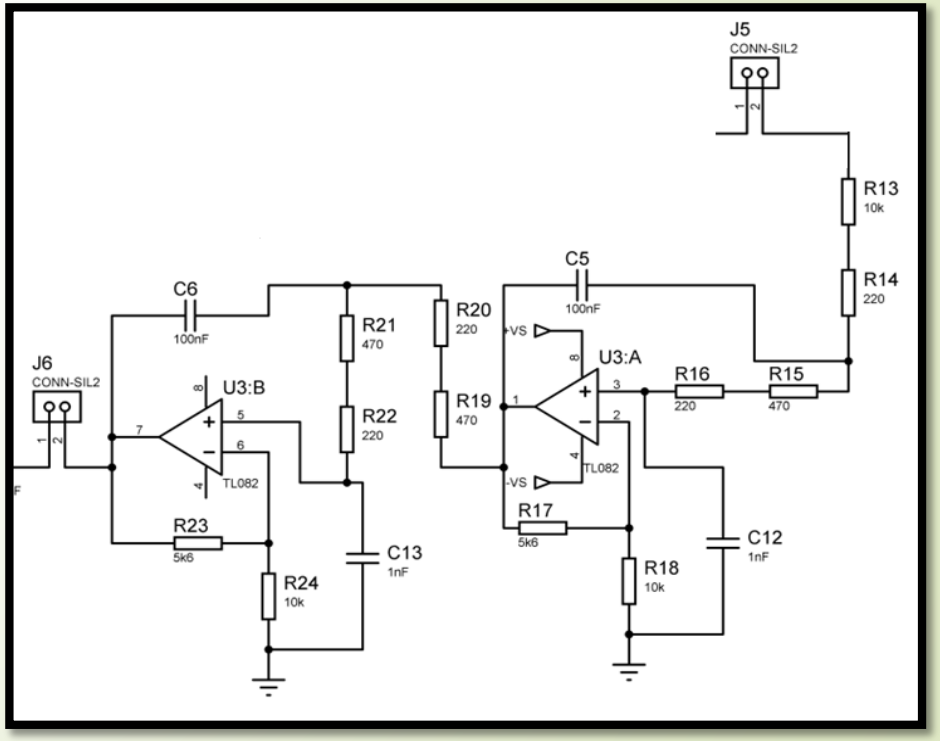
- **FILTRO PASA –BAJOS (LPF)**
- Para la etapa de filtrado se utilizó este filtro Butterworth, de cuarto orden, este tipo de filtrado presenta una banda de paso suave y un corte agudo, está construido con un Opamp TL082CN y tiene como función limitar las señales de entrada de frecuencia mayor a 2.3 KHz.

$R_a = R_b = 690k$ y $C_5 = C_{12} = 100nF$, entonces:

$$f_H = \frac{1}{2\pi\sqrt{R_a R_b C_5 C_{12}}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{(100nF)^2(690k)^2}} = 2.3\ KHz$$

Donde A_V , es la ganancia a la salida de este filtro Siendo $R_{18} = 10K$ y $R_{17} = 5.6K$, entonces:

$$Av = \frac{R_{18}+R_{17}}{R_{18}} = \frac{10K+5.6K}{10K} = 1.56$$



DISEÑO DEL HARDWARE.

FILTRO PASA –ALTOS (HPF)

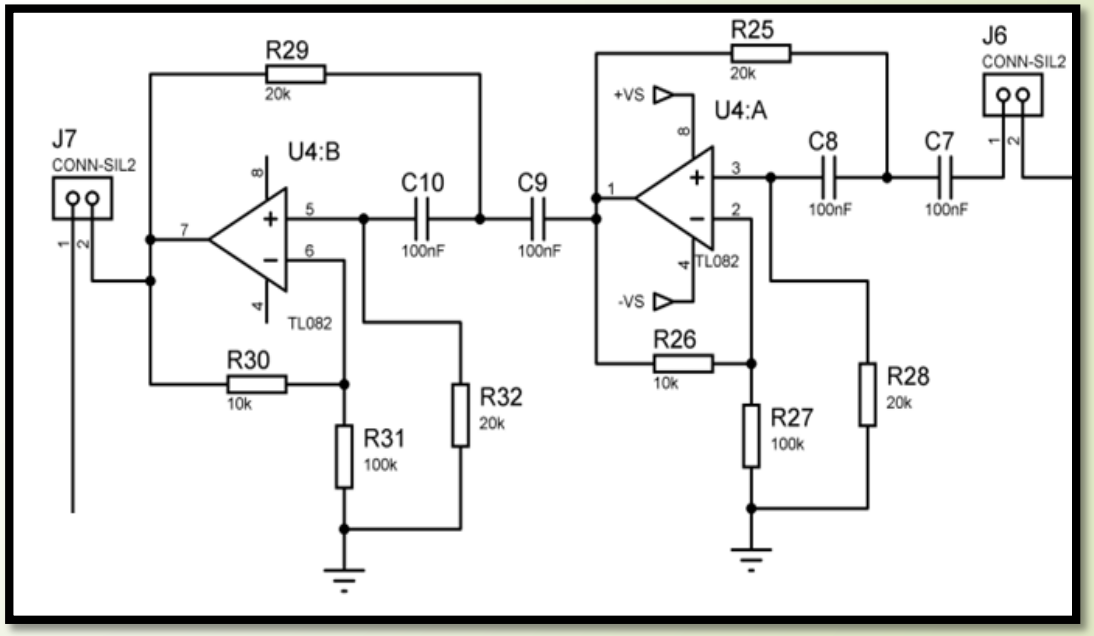
Para este filtro pasa altos (HPF) se utilizó un filtro Butteworth de cuarto orden tiene como función limitar las frecuencias menores a 79.56Hz

- Donde f_L es la frecuencia de corte del filtro y puede ser calculada mediante $R_{25} = R_{28} = 20k$ y $C_6 = C_7 = 100nF$, entonces

$$f_L = \frac{1}{2\pi\sqrt{R_{25}R_{28}C_6C_7}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{(100nF)^2(20k)^2}} = 79{,}56\ Hz$$

- Donde $R_{27} = 100K$ y $R_{26} = 10K$, entonces:

$$Av = \frac{R_{27}+R_{26}}{R_{27}} = \frac{100K+10K}{100K} = 1.1$$

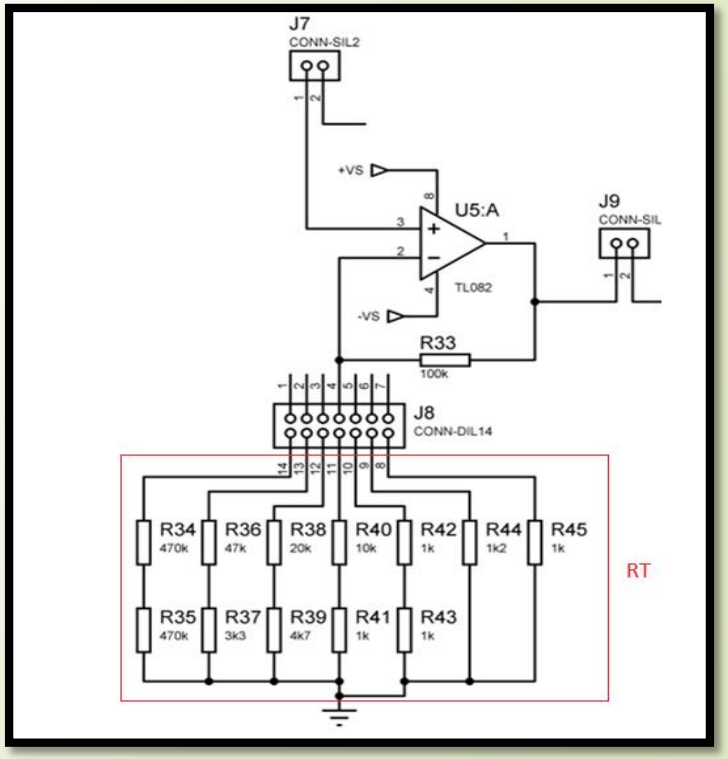


DISEÑO DEL HARDWARE.

- **AMPLIFICADOR DE GANANCIA.**
- Para esta etapa se utilizó una configuración del amplificador operacional no inversor las resistencias R_{33} y R_T permiten el ajuste de ganancia, la cual es expresada por la Ecuación 2.3:

- Donde $R_{33} = 100K$ y $R_T = 1K$, entonces:

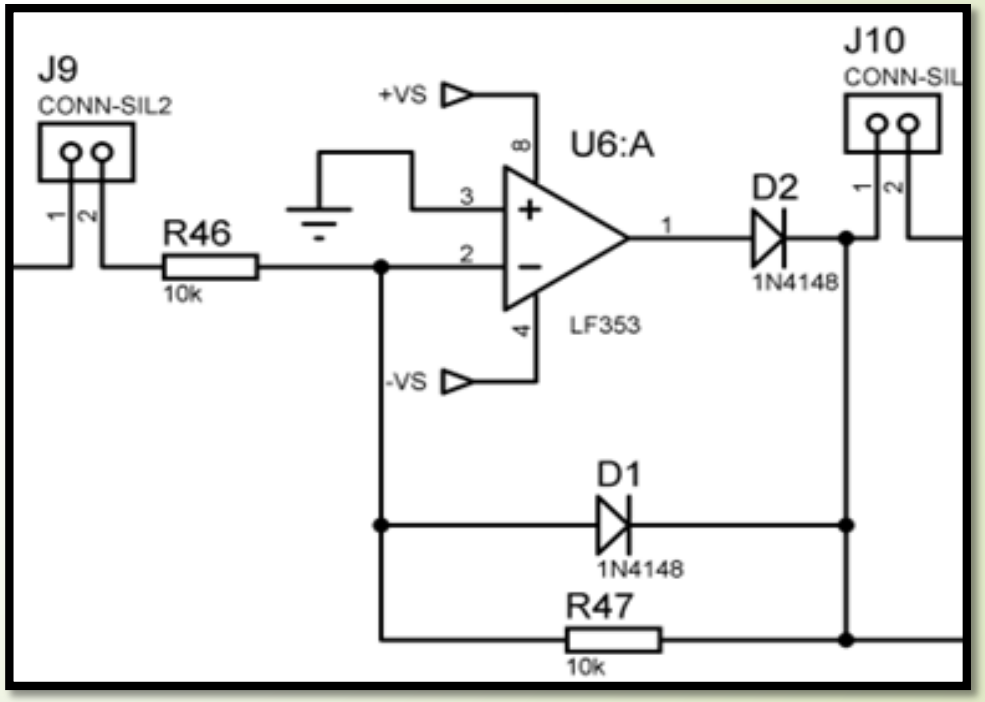
- $Av = \frac{R_T + R_{33}}{R_T} = \frac{1K + 100K}{1K} = 101$



DISEÑO DEL HARDWARE.

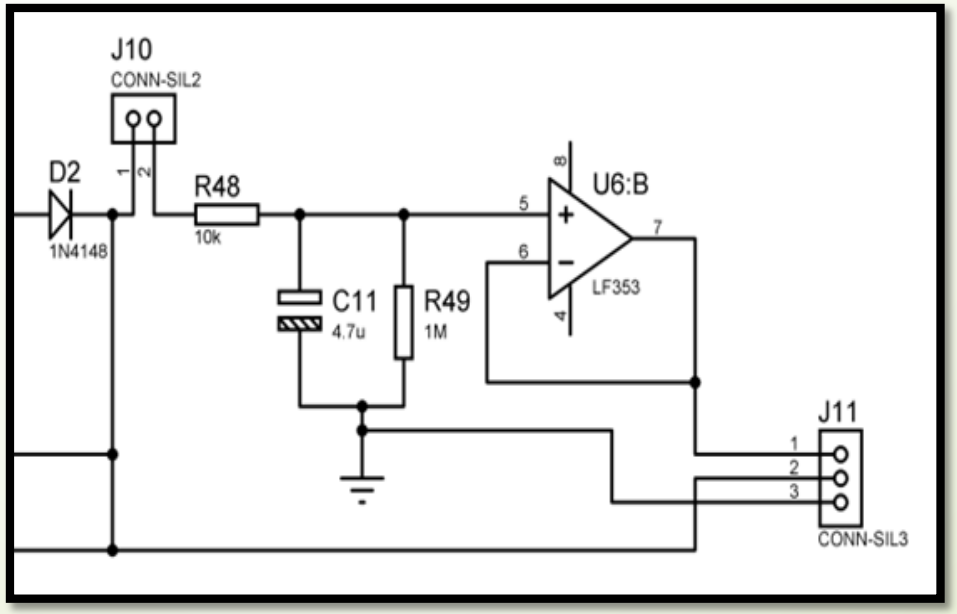
- **RECTIFICADOR DE MEDIA ONDA.**

Un solo potencial de acción está compuesto por una señal con un componente positivo y un negativo, es por esta razón que se eligió el método de rectificación de media onda, así se evita tomar los componentes negativos y solo se toma los positivos por cada potencial de acción, para el rectificador de media onda se utilizó otra configuración del amplificador operacional (LF353)



DISEÑO DEL HARDWARE.

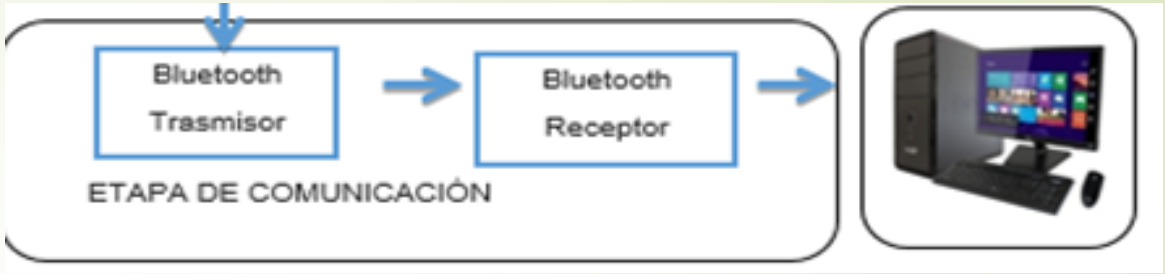
- **INTEGRADOR Y SEGUIDOR DE VOLTAJE.**
- Opamp (LF353), un capacitor y dos resistencias.
- En la entrada no inversora del amplificador, tiene como salida un voltaje proporcional al voltaje de entrada inversamente, la cual recibe la señal rectificada, para dar así la señal integrada.



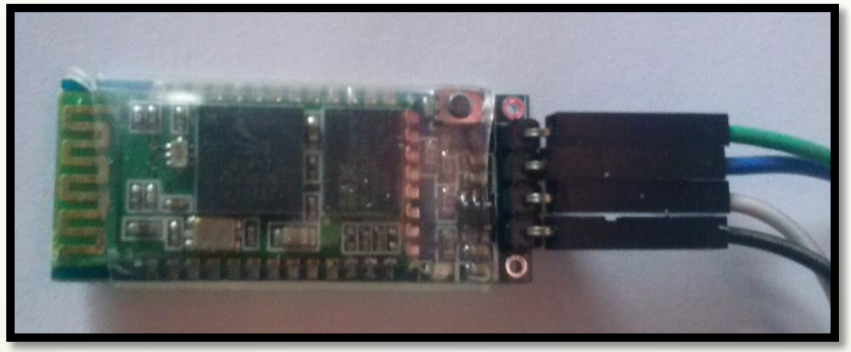
DISEÑO DEL HARDWARE.

- **ETAPA DE DIGITALIZACIÓN.**
- La señal de la etapa de acondicionamiento para ser procesada, debe ser primeramente digitalizada, es decir muestreada y cuantificada
- En esta etapa se ha recurrido a la ayuda al módulo Arduino UNO (Anexo H) que contiene un ADC de 10 bits.

DISEÑO DEL HARDWARE.



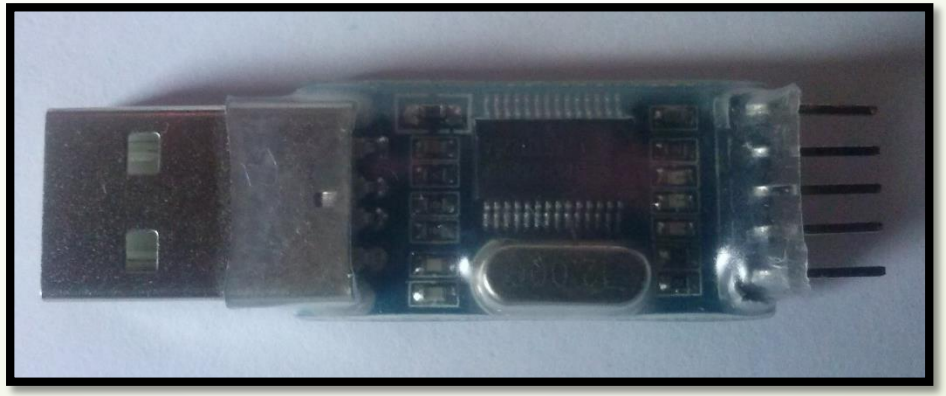
- **ETAPA DE COMUNICACIÓN.**
- **Modulo Bluetooth** HC 06.



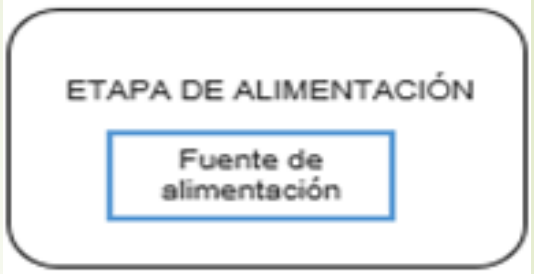
DISEÑO DEL HARDWARE.

- **Configuración módulo bluetooth.**

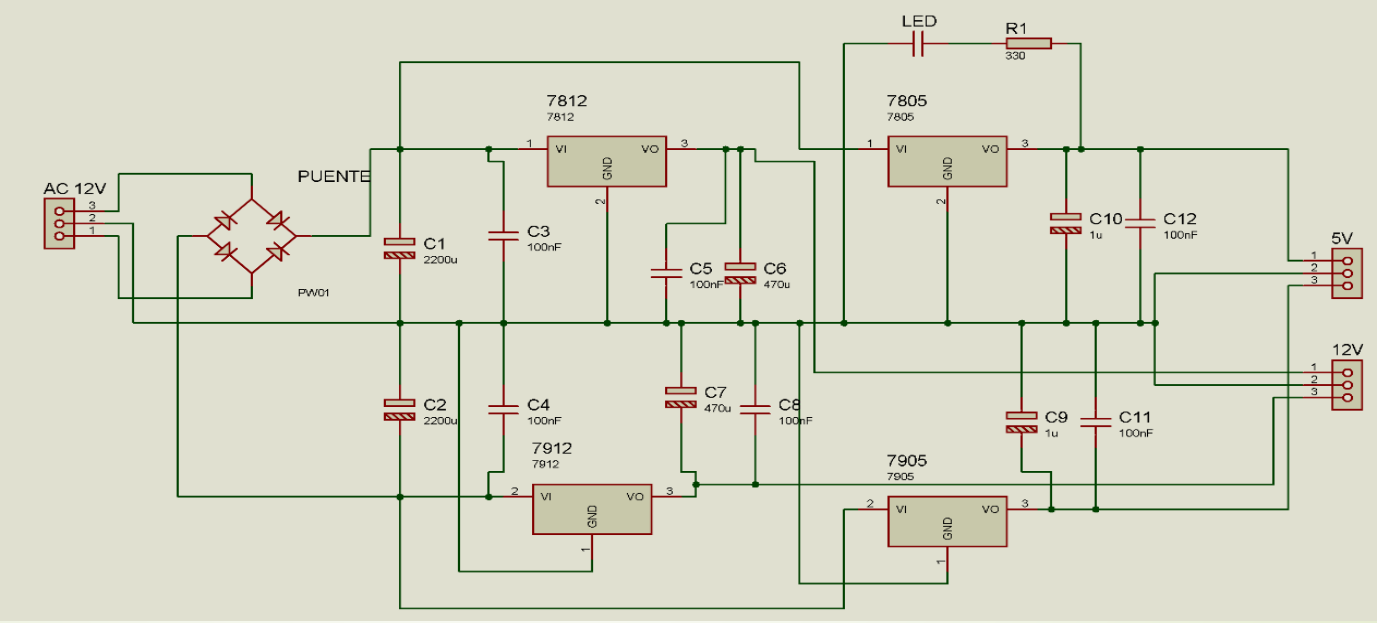
Para la configuración de este módulo se realizó mediante otro módulo de configuración para bluetooth, es decir un el MAX232, convierte el TTL en RS232 y el RS232 en TTL



DISEÑO DEL HARDWARE.

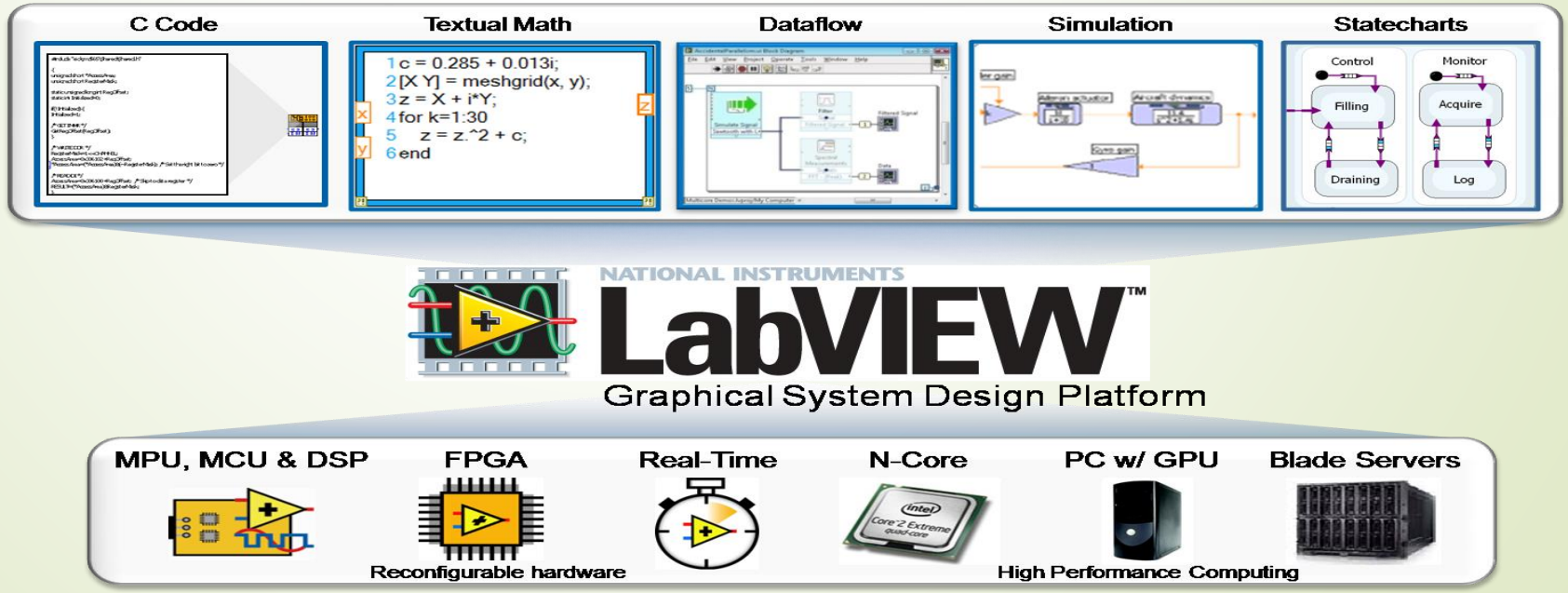


- **ETAPA DE ALIMENTACIÓN DEL CIRCUITO.**



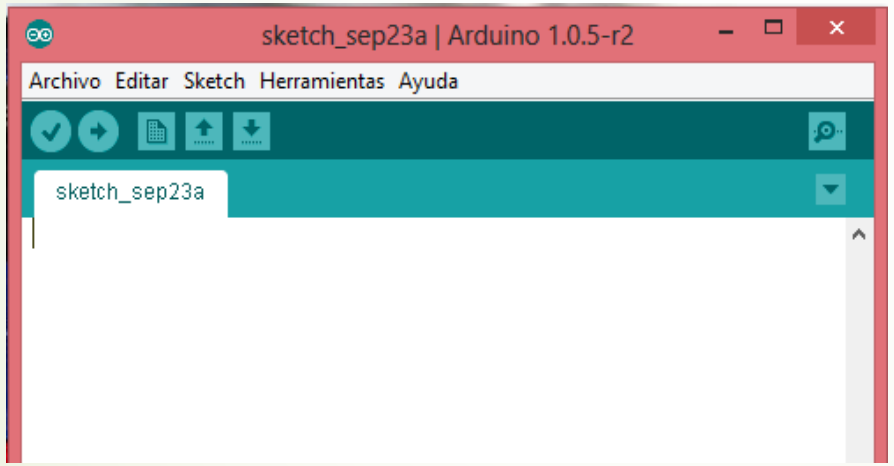
DISEÑO DEL SOFTWARE.

- Después del diseño del Hardware se procede a diseñar el software de acuerdo a las características requeridas para el sistema , para la adquisición y visualización de la señal EMG, se utilizó el puerto serial con la ayuda de Arduino Uno y nuestro programa escogido para la presentación del HMI (Labview) mediante un puerto NI VISA.



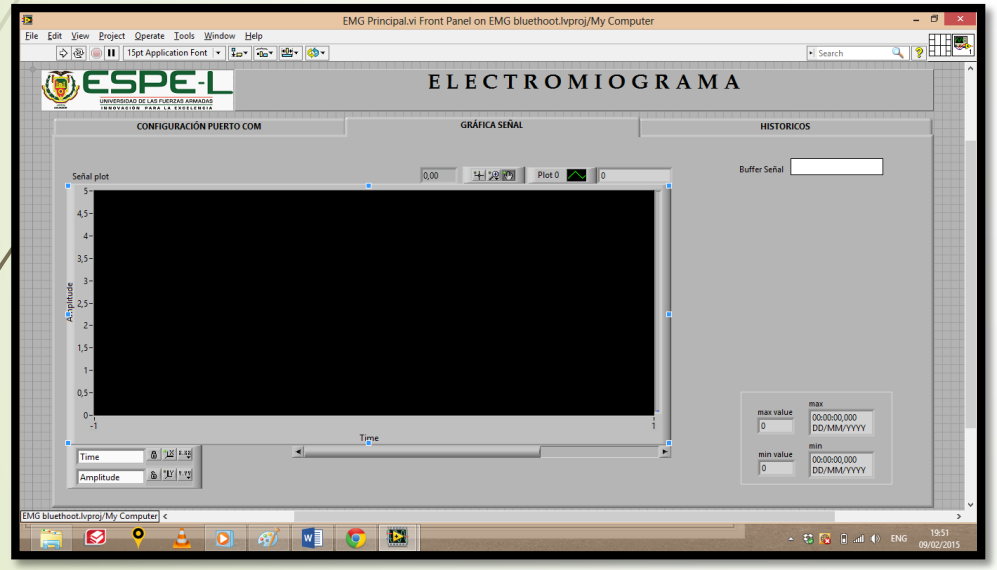
DISEÑO DEL SOFTWARE.

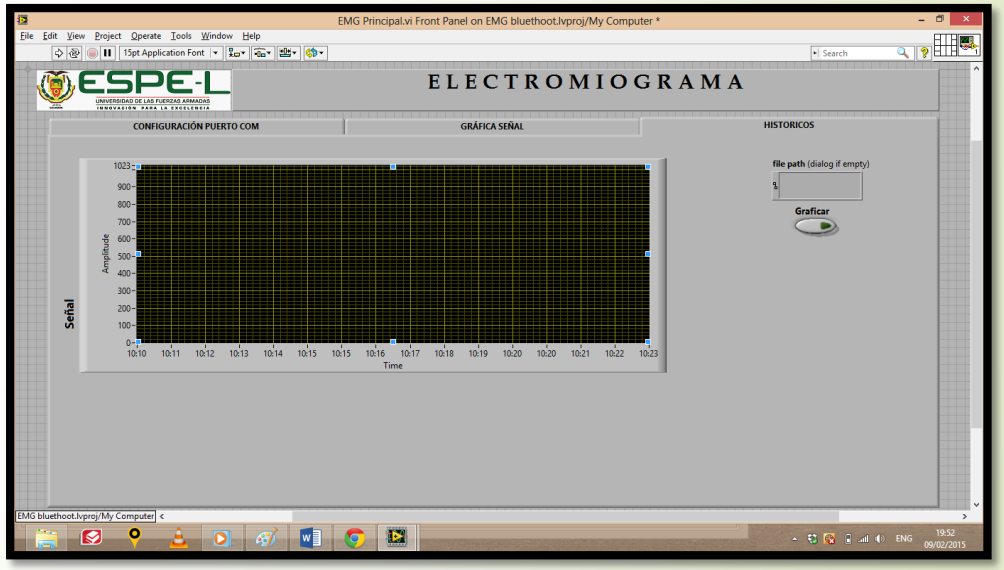
- **ENTORNO DE DESARROLLO PARA ARDUINO UNO.**



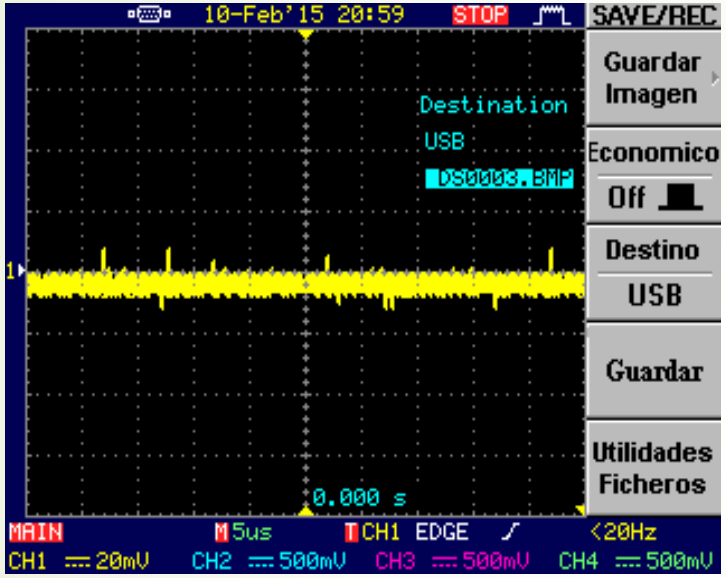
HMI (Labview)

- **HMI.**

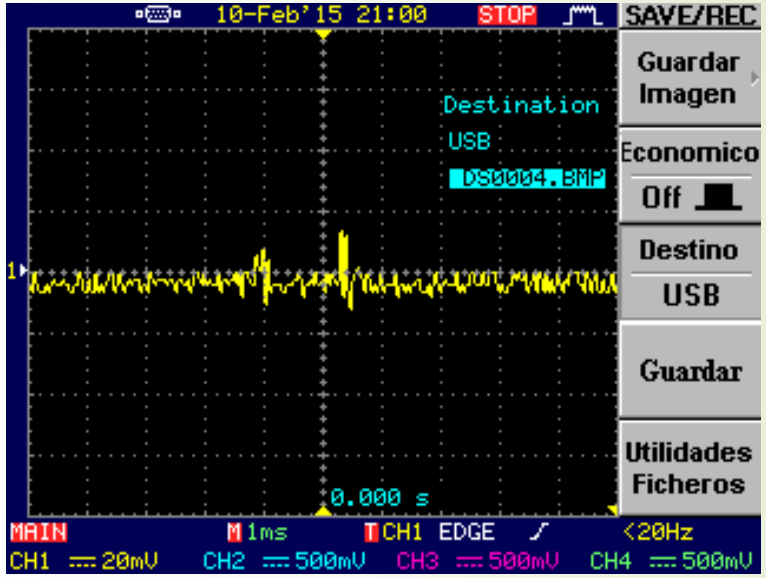




PRUEBAS Y RESULTADOS OBTENIDOS

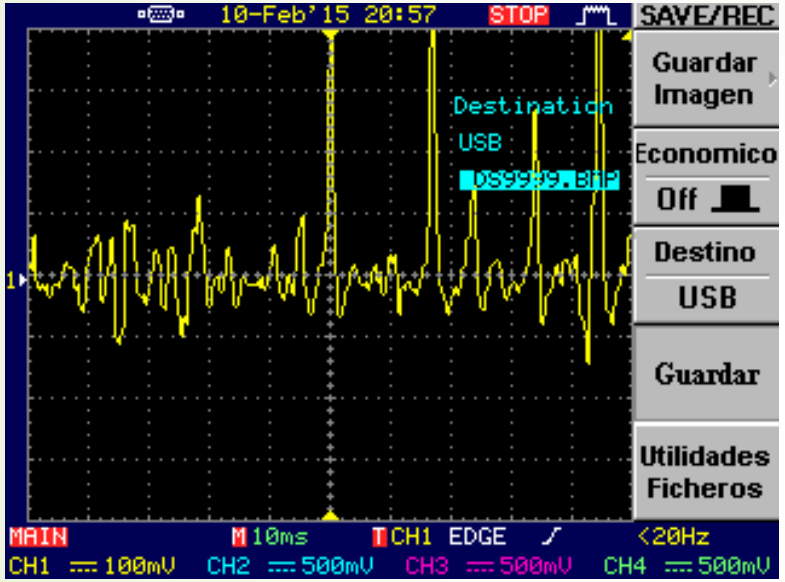


Gráfica de la etapa de pre amplificación, mostrada en un osciloscopio

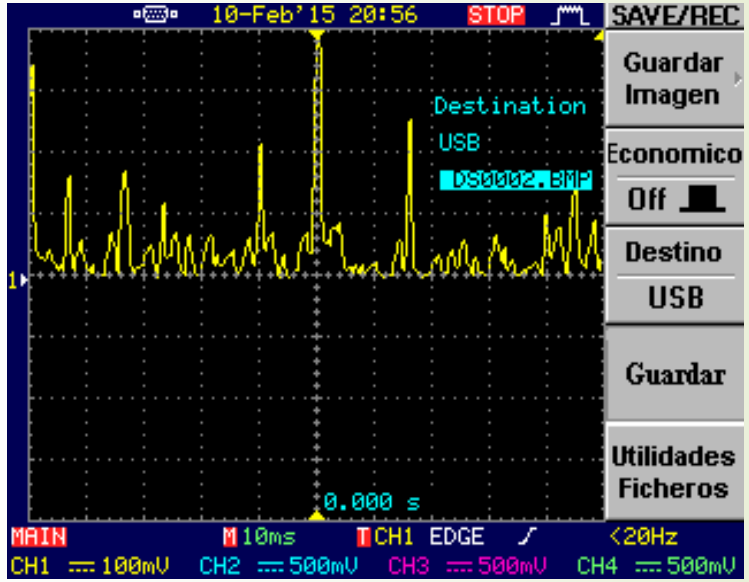


Gráfica de la etapa del Filtro Pasa-Bajo y Filtro Pasa-Alto mostrada en un osciloscopio

PRUEBAS Y RESULTADOS OBTENIDOS

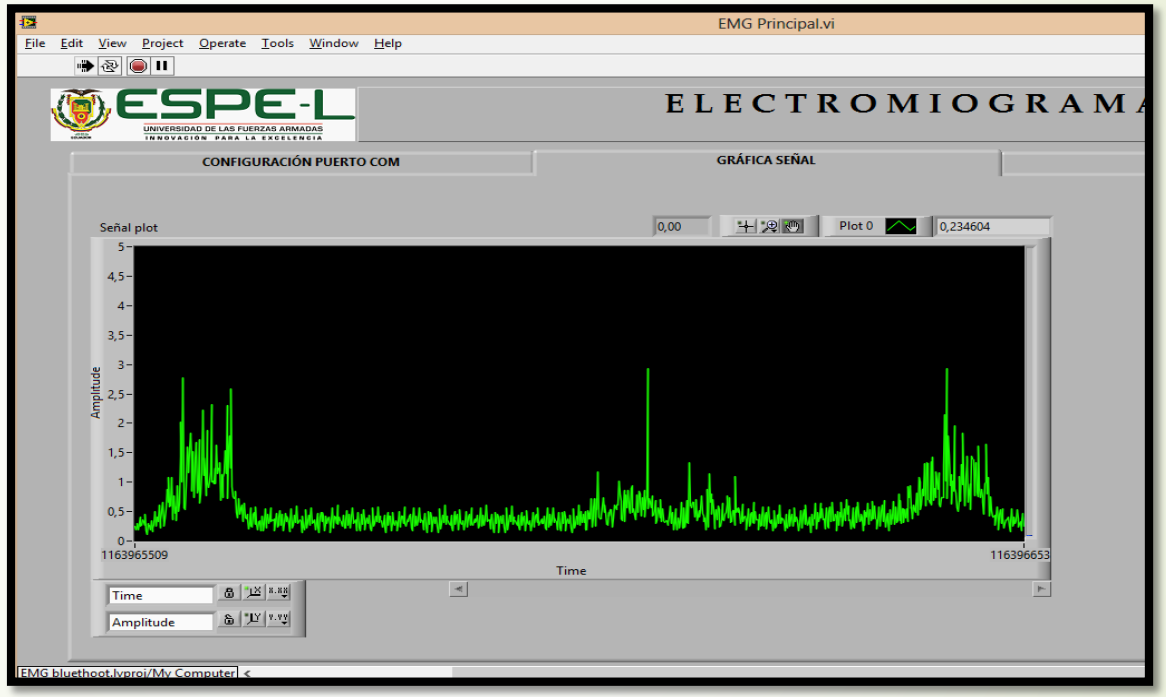


Gráfica de la etapa del Amplificador de Ganancia, mostrada en un osciloscopio.



Gráfica de la etapa del Rectificador de media Onda, mostrada en un osciloscopio

PRUEBAS Y RESULTADOS OBTENIDOS



Gráfica de la señal, mostrada en el computador HMI

ANÁLISIS ECONÓMICO.

1	**Caja de Acrílico**	**30.00**	**30.00**
8	Cable de alimentación	2.50	2.50
1	Diseño Adhesivo con nombres	5.00	5.00
	SUBTOTAL	0.00	544.51
	IVA	IVA12%	65.34
	SUBTOTAL 1		609.85
1	Otros gastos	300.00	300.00
40	Horas de Ingeniería	5	200.00
	SUBTOTAL	0.00	500.00
	IVA	IVA12%	60.00
	SUBTOTAL 2		560.00
	SUBTOTAL1		609.85
	SUBTOTAL2		560.00
	TOTAL		1169.85

CONCLUSIONES

- Se diseñó e implemento el módulo didáctico EMG, bajo las condiciones establecidas en el proyecto aprobado por la carrera.

- El uso de electrodos de tipo desechables de superficie de Ag/AgCl, permitió un registro adecuado de las señales eléctricas provenientes del musculo esquelético debido a su alta capacidad de captar la señal EMG con un nivel de ruido mínimo..

- Los amplificadores y preamplificadores del módulo fueron ajustados a ganancias de 10 a 100 para obtener la visualización de la señal adquirida, por motivo que las señales de amplitud de la electromiografía son muy bajas

- El desarrollo de la programación para la digitalización de la señal se lo realizó en la plataforma de programación para Arduino, con la ayuda del software que Arduino brinda en su sitio web y sin costo, debido a que el módulo Arduino Uno trabaja solo con estas plataformas de programación propios de su casa.

- El uso de rectificador de media onda, permitió anular la parte negativa de la señal adquirida, sin disminuir su amplitud, por lo que no hubo la necesidad de emplear otro amplificador antes de la integración

- La tarjeta Arduino permitió la digitalización de la señal, acondicionada a un rango de 0 a 5 voltios para que esta sea mostrada en el HMI.

- Se configuró el módulo bluetooth HC 06, cambiando su nombre y su velocidad de trasmisión de 9600 bps a 19200 bps, debido a que la velocidad de trasmisión viene por defecto y es necesario cambiar a 19200 bps para que la visualización en el HMI sea en tiempo real, obteniendo así una comunicación inalámbrica deseada para la trasmisión de la señal con esta tecnología Bluetooth.

- La comunicación inalámbrica entre el módulo EMG y el computador tiene una efectividad de 6 metros de alcance para la trasmisión de datos, luego esta comunicación tiende a ser interrumpida.

- Este módulo puede trasmitir la señal tanto inalámbricamente o con el cable de conexión USB.

- LabView conformó una parte importante en la visualización de la señal, tanto como el puerto VISA, ya que gracias a este software se pudo visualizar en una interfaz amigable con los requerimientos establecidos.

RECOMENDACIONES

- Para tener una señal correcta con los electrodos de tipo desechable de superficie Ag/AgCl se recomienda limpiar con alcohol la zona de la piel en donde se ubicará los electrodos para reducir la resistencia.

- Tomar las señales elctromiográficas en puntos musculares que generen mayor fuerza.

- Se recomienda tener cuidado con la posición de los cables con respecto a la persona sobre la cual se pruebe, de tal forma que no exista obstrucción o incomodidad de la persona.

- Verificar que todas las conexiones del módulo en las diferentes etapas, estén realizadas correctamente.
- Para establecer la conexión inalámbrica con un computador, se debe identificar el módulo bluetooth introduciendo la clave 1234.
- Antes de mirar la señal en el HMI es necesario configurar el puerto en el que está ubicado el módulo bluetooth en el computador.
- Tiempo de espera para la visualización de la señal en el HMI de 3 a 5 segundos hasta que se establezca la comunicación.
- Se recomienda un manejo adecuado al módulo debido a que es sensible a caídas y golpes.

GRACIAS