



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**TRABAJO DE TITULACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE:**

**INGENIERA EN ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN**

**Autora:**

**Rocío Ibeth Pastuña Doicela**



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO DE BAJO COSTO, BASADO EN INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL PARA LA REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS DE ELECTRÓNICA GENERAL EN EL COLEGIO TÉCNICO DE BACHILLERATO DR. TRAJANO NARANJO I.”.**



# Contenidos

- Introducción
- Marco Teórico
- Diseño del Módulo Didáctico
- Implementación del Módulo Didáctico
- Pruebas y Resultados
- Conclusiones y Recomendaciones

# Antecedentes

Bajos Recursos destinados al establecimiento.

Actualización constante de nuevas tecnologías en el laboratorio.

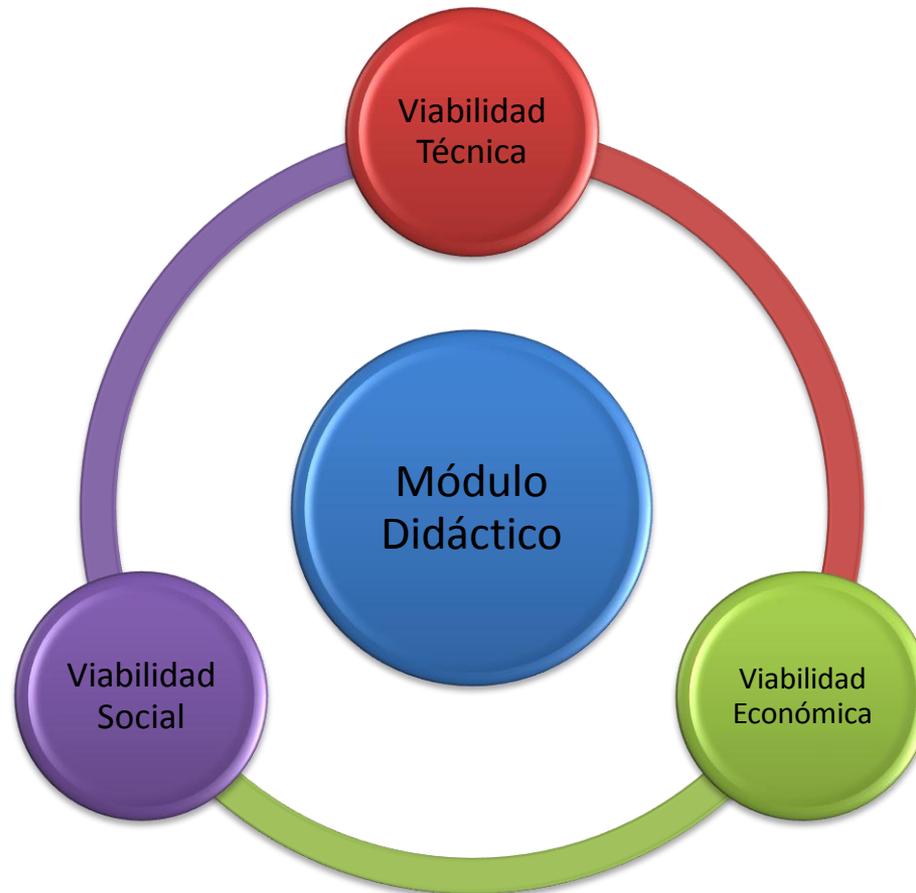
# Definición del Problema

Recursos propios del estudiante

Prácticas de temas limitados

Mayor tiempo de ejecución en prácticas

# Justificación e Importancia



# OBJETIVOS

Diseñar y construir un módulo didáctico de bajo costo, basado en Instrumentación Virtual para la realización de prácticas de Electrónica General en el Colegio Técnico de Bachillerato Dr. Trajano Naranjo I”.

Diseñar y construir fuentes de voltaje fijas y variables

Diseñar e implementar un Multímetro digital(Óhmetro, voltímetro y amperímetro)

Diseñar e implementar un generador de señales( senoidal, cuadrada, PWM, Triangular y rampa)

Realizar un Osciloscopio Virtual

Implementar una interfaz gráfica simple e intuitiva que permita al usuario utilizar fácilmente el módulo.

Validar la implementación realizada del módulo mediante pruebas experimentales para verificar su funcionamiento correcto.

# Alcance del Proyecto



Entradas analógicas  
y digitales  
Acondicionamiento  
de señales

Sistema de  
adquisición de datos

Interfaz Gráfica

# Marco Teórico



## **INTRODUCCIÓN**

En la actualidad existe en el mercado muchos módulos didácticos para ensayos de Electrónica Básica, siendo el principal inconveniente los costos elevados, que salen del presupuesto de las Instituciones educativas públicas, razón por la cual muchas veces se hace imposible su adquisición, lo que genera una práctica deficiente de los estudiantes que posteriormente se verá afectada en el ámbito laboral. Mediante el diseño, construcción e implementación del módulo didáctico para el Laboratorio de Eléctrica y Electrónica del Colegio Técnico Dr. Trajano Naranjo, con la utilización de una tarjeta Arduino se ha conseguido agrupar funciones tales como: Multímetro, Osciloscopio, Entradas Digitales, Entradas analógicas, Fuentes AC/DC y Generador de Funciones; las mismas que están ligadas a una interfaz gráfica visualizadas en una PC con software libre.

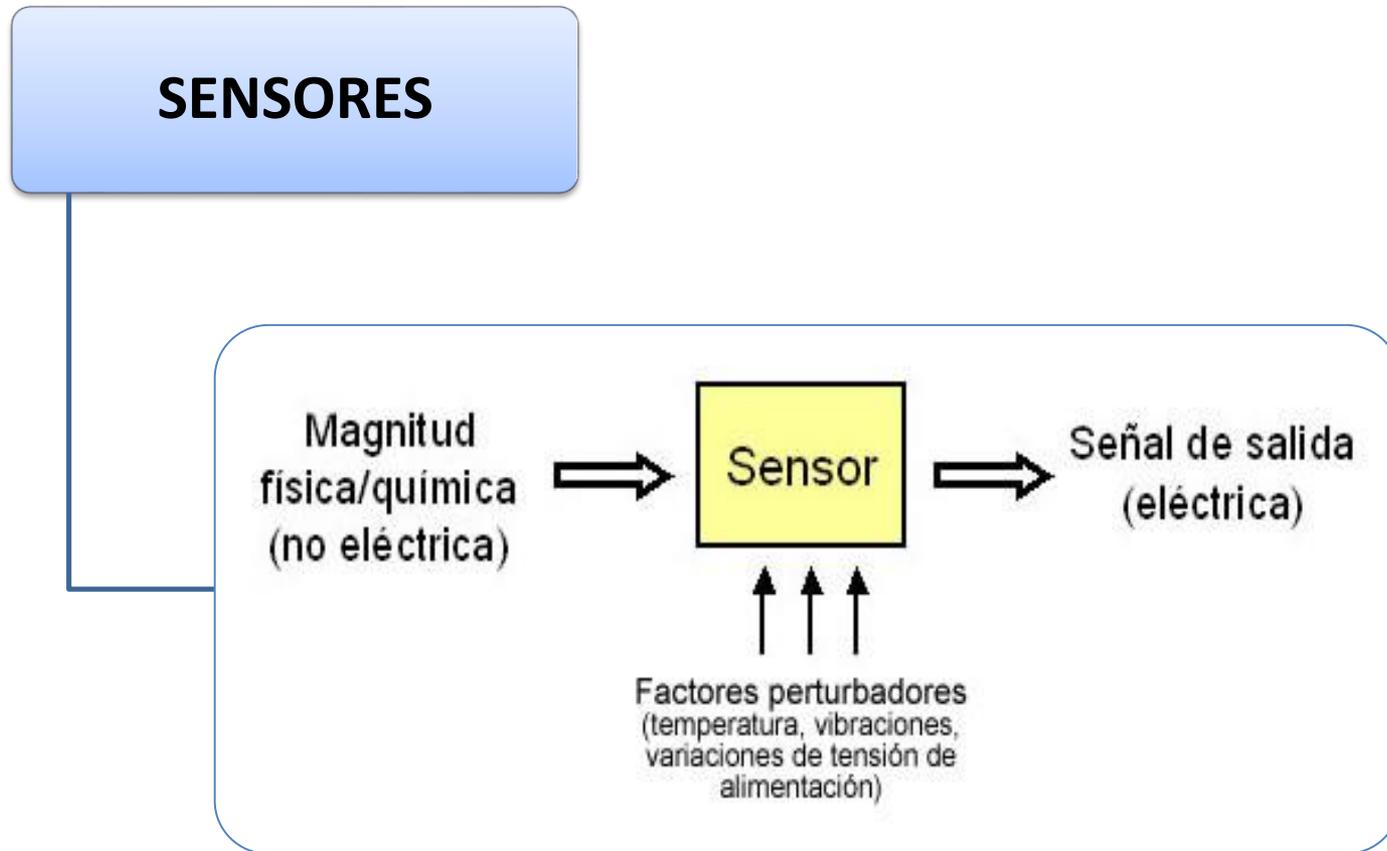
## MÓDULO DIDÁCTICO

Conjunto de materiales y recursos asociados a un contenido, constituido de tal forma que facilite el aprendizaje e ilustre claramente las partes más importantes del tema en estudio.

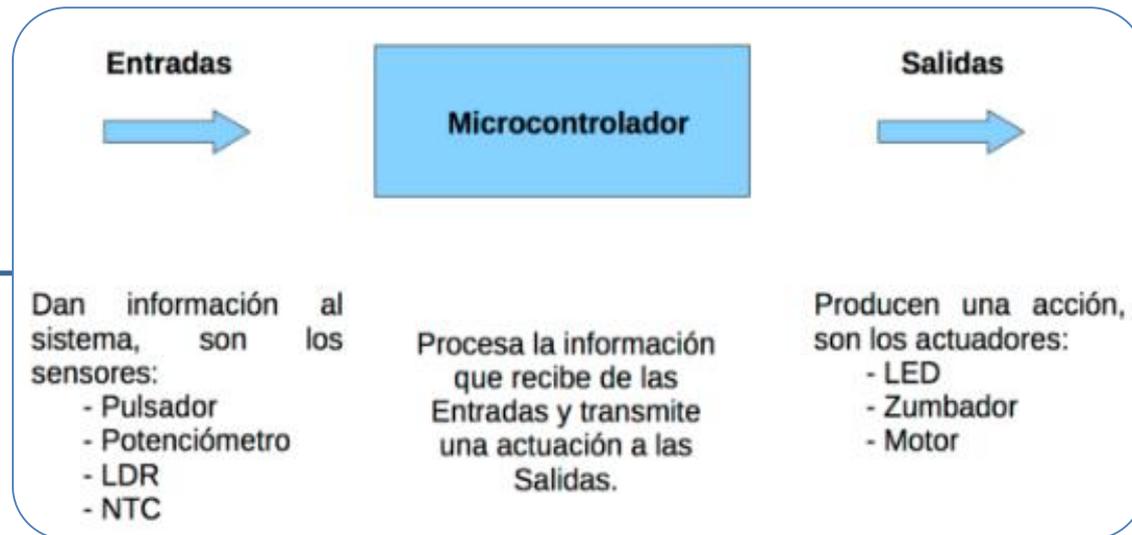
### Características

- Facilitar el aprendizaje
- Interrelacionar el conocimiento teórico con el práctico.
- Visualizar.

# MÓDULO DIDÁCTICO DE BAJO COSTO BASADO EN INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL PARA LA REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS DE ELECTRÓNICA GENERAL

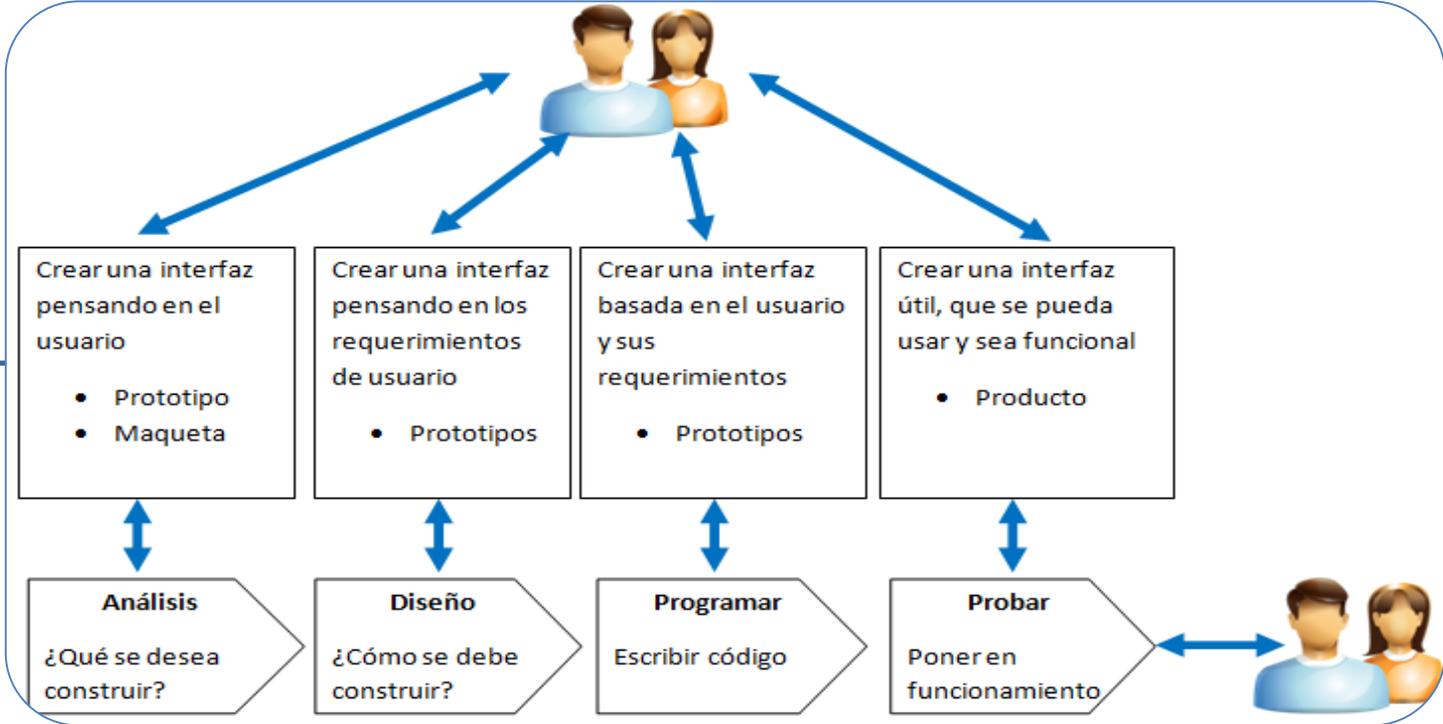


## TARJETAS ARDUINO

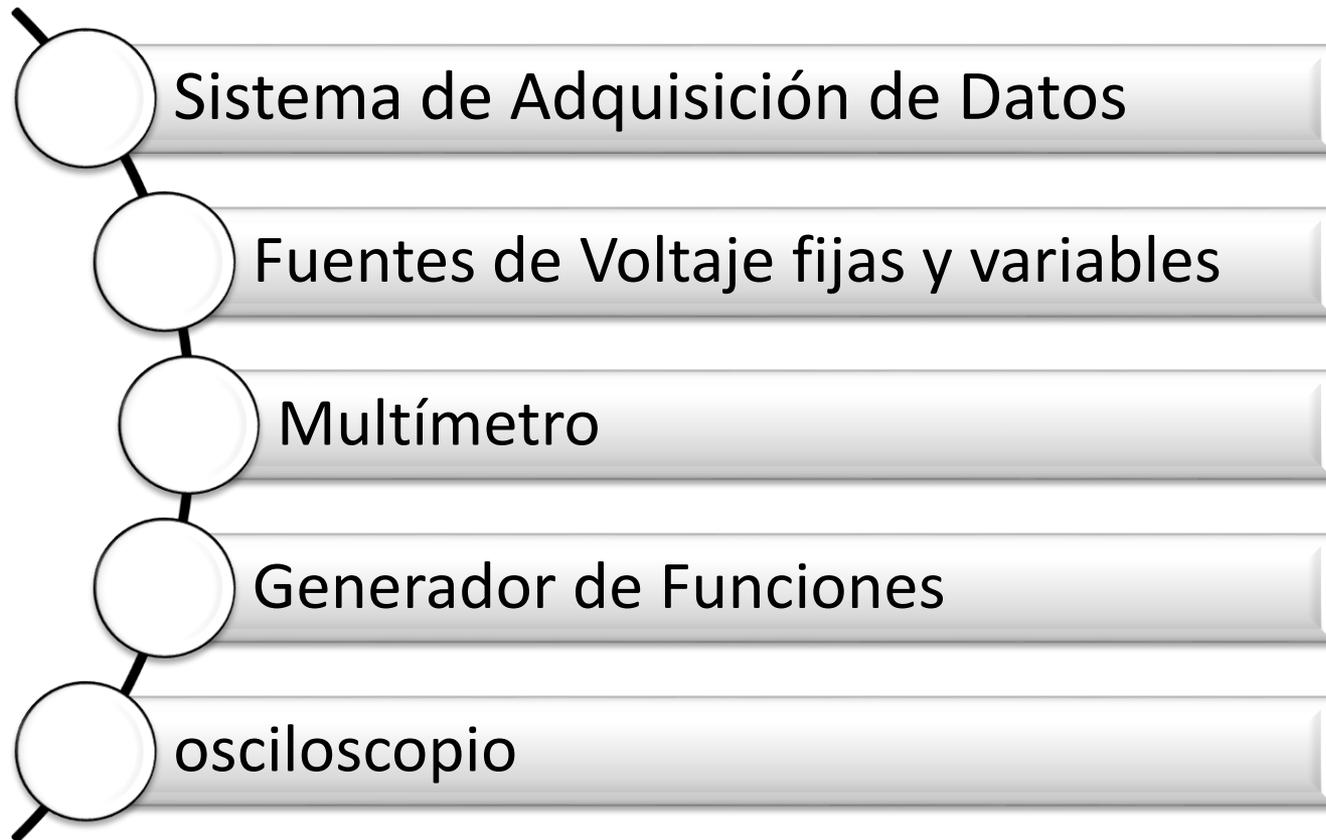


# MÓDULO DIDÁCTICO DE BAJO COSTO BASADO EN INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL PARA LA REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS DE ELECTRÓNICA GENERAL

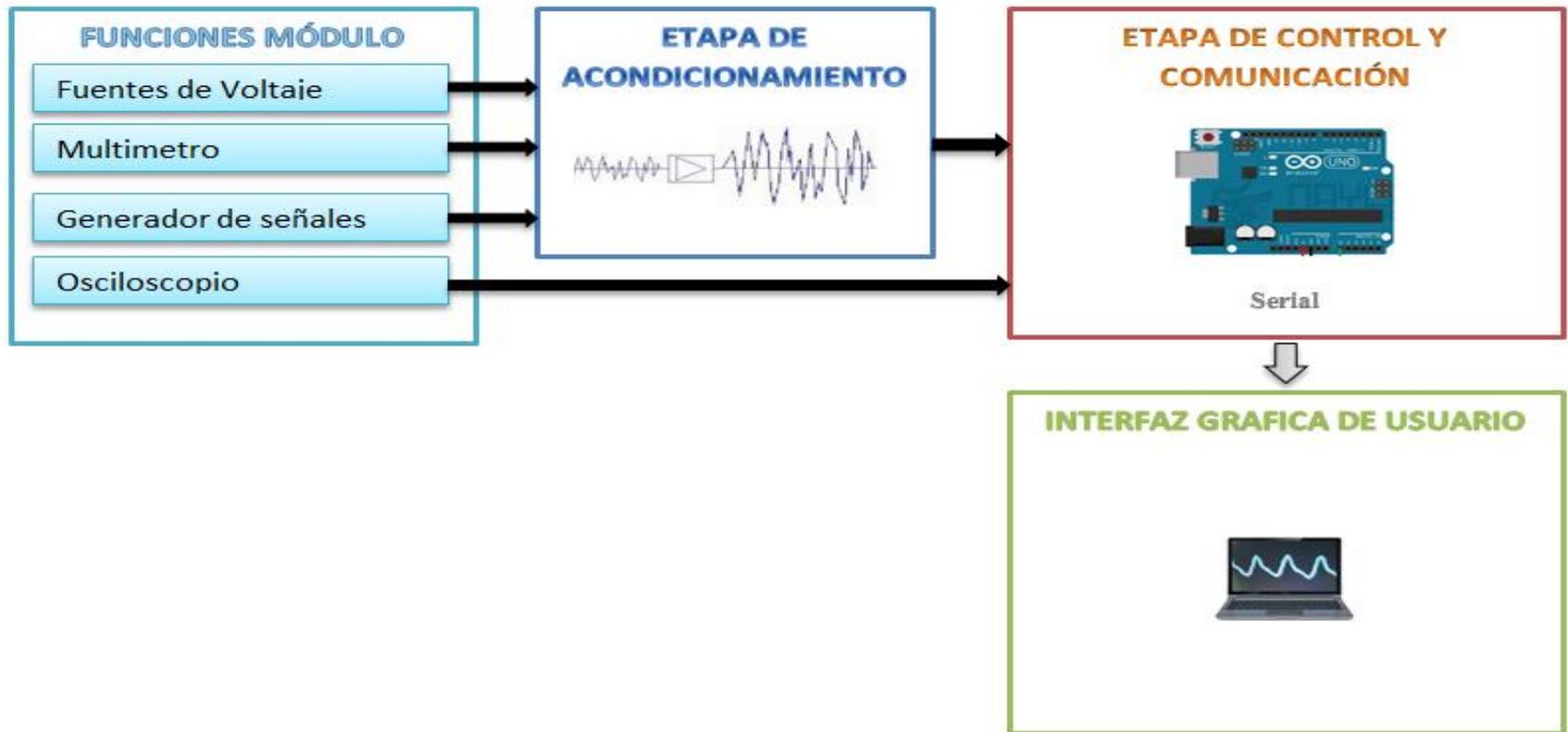
## INTERFAZ GRÁFICA



# Diseño y Construcción del Módulo

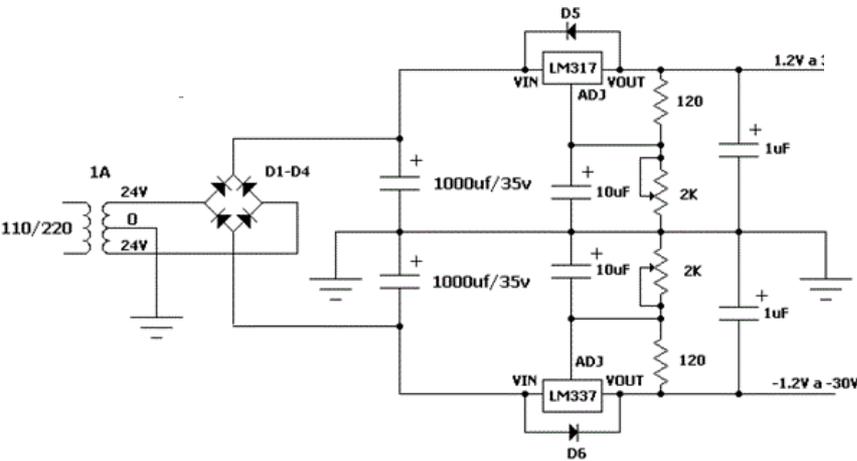
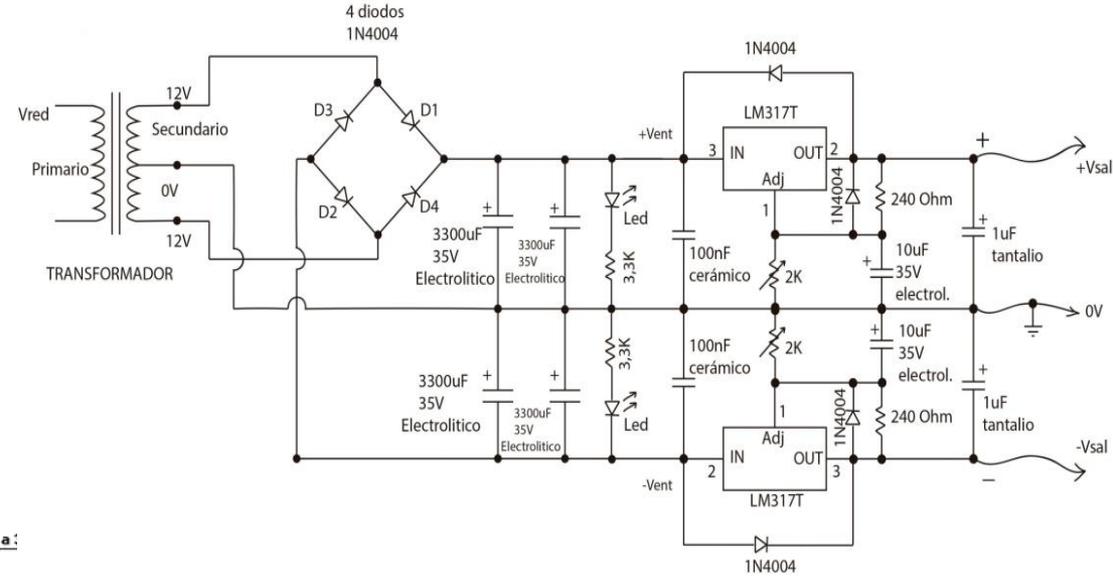
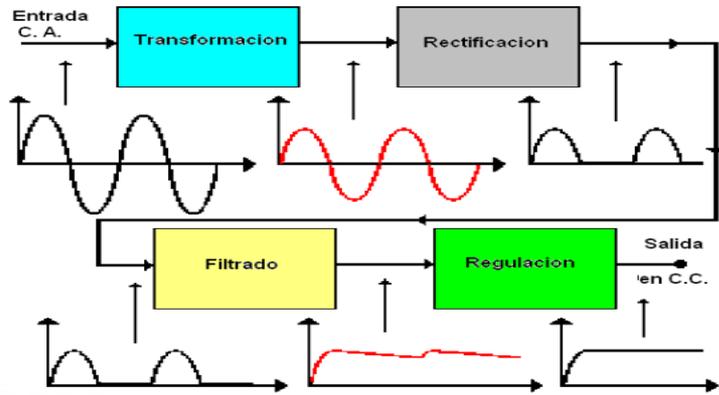


# Diseño del Sistema de Adquisición de Datos



# MÓDULO DIDÁCTICO DE BAJO COSTO BASADO EN INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL PARA LA REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS DE ELECTRÓNICA GENERAL

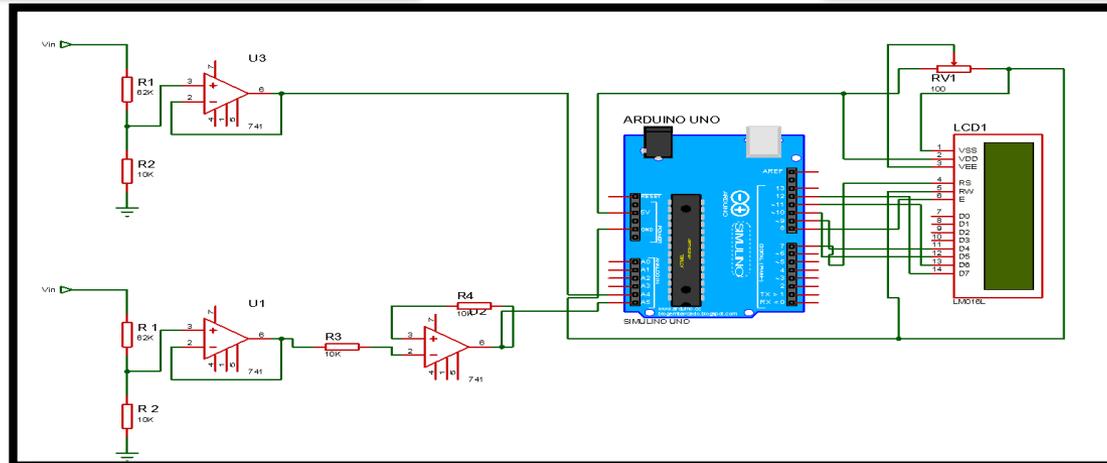
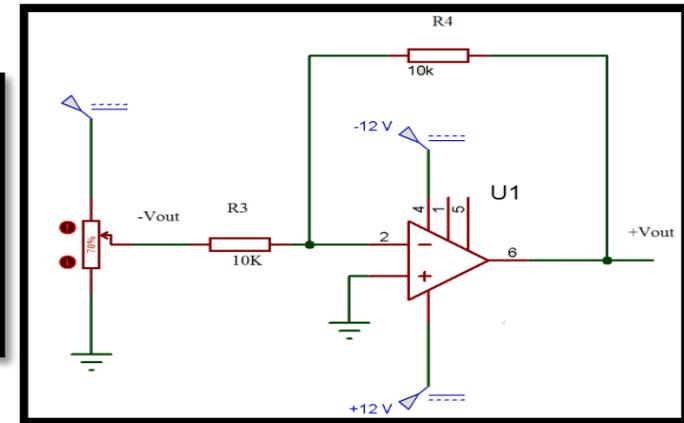
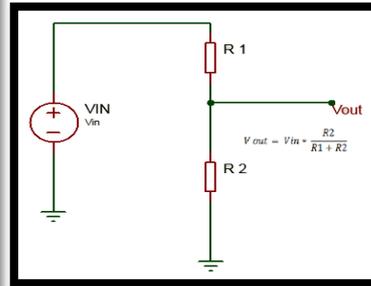
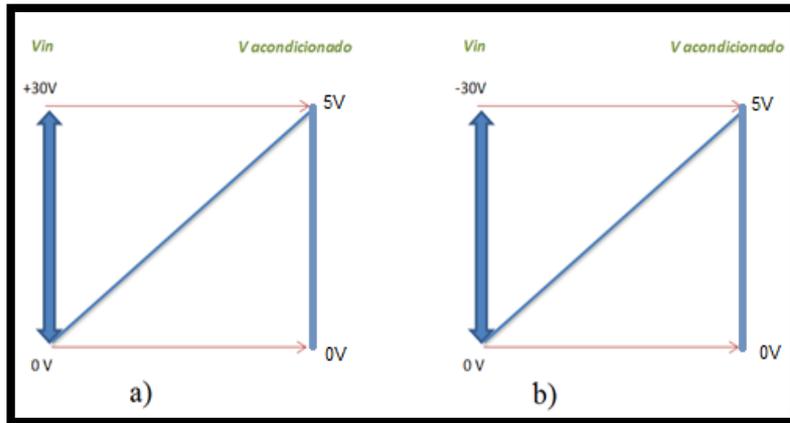
## Fuentes de voltaje fijas y variables



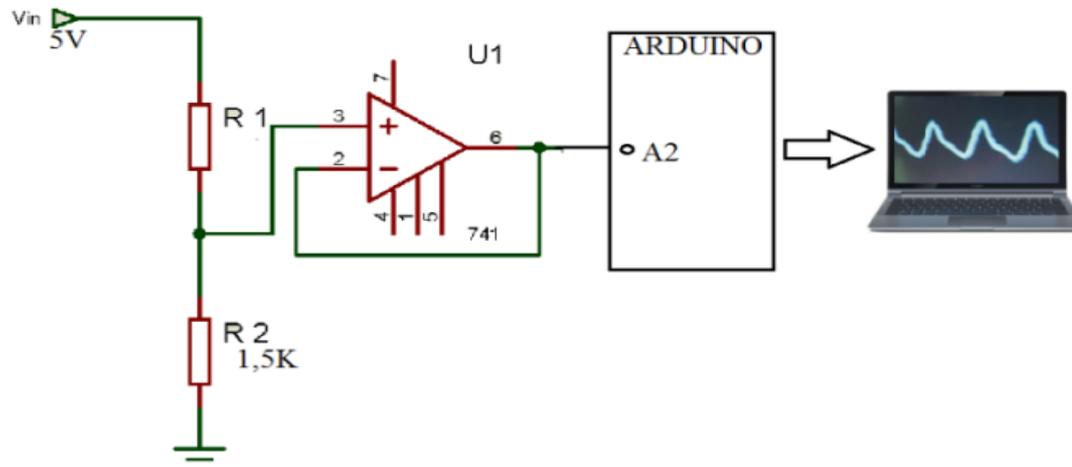
$$C = \frac{10 \cdot I}{f \cdot (V_p - 1,4)}$$

# MÓDULO DIDÁCTICO DE BAJO COSTO BASADO EN INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL PARA LA REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS DE ELECTRÓNICA GENERAL

Acondicionamiento para la lectura de voltaje de la fuente de voltaje variable positiva y negativa

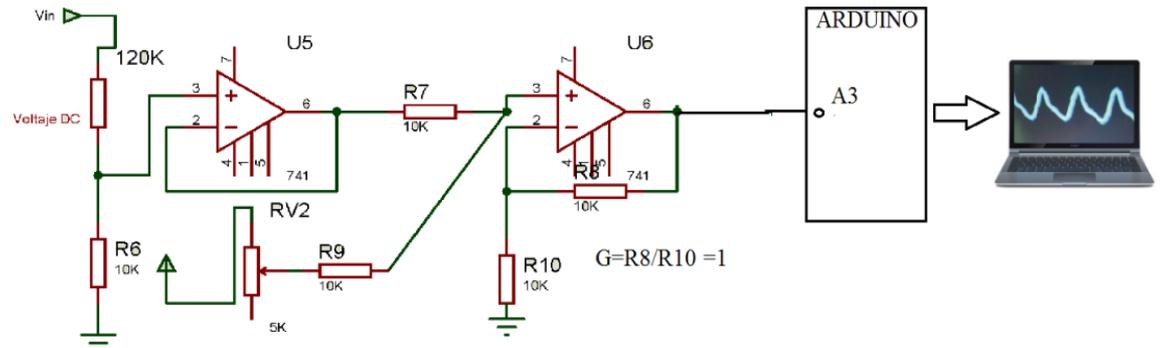
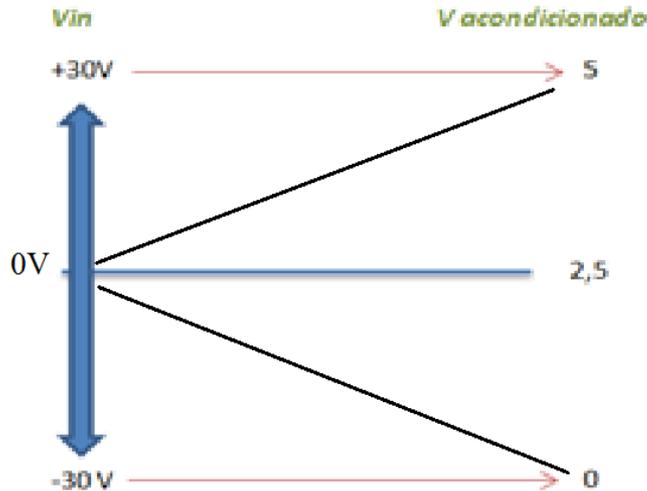


# Multímetro - Óhmetro



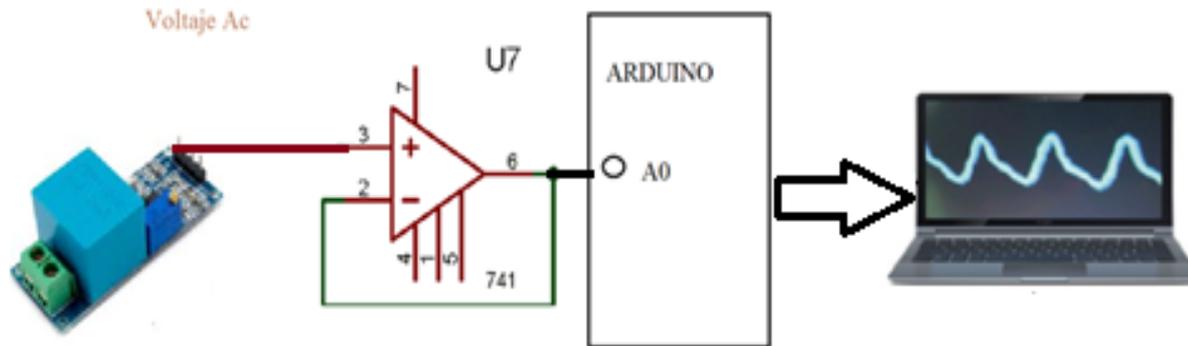
$$V_{out} = V_{in} * \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

## Multímetro – Voltímetro DC



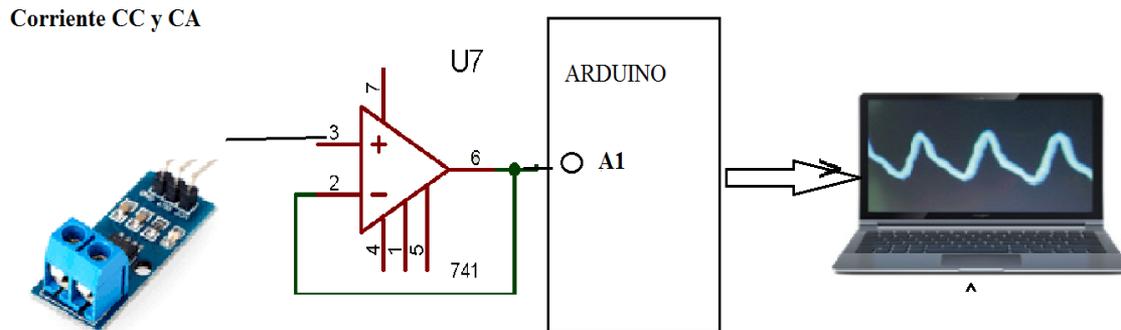
$$V_{out} = V_{in} \cdot \frac{R2}{R1 + R2}$$

# Multímetro – Voltímetro AC



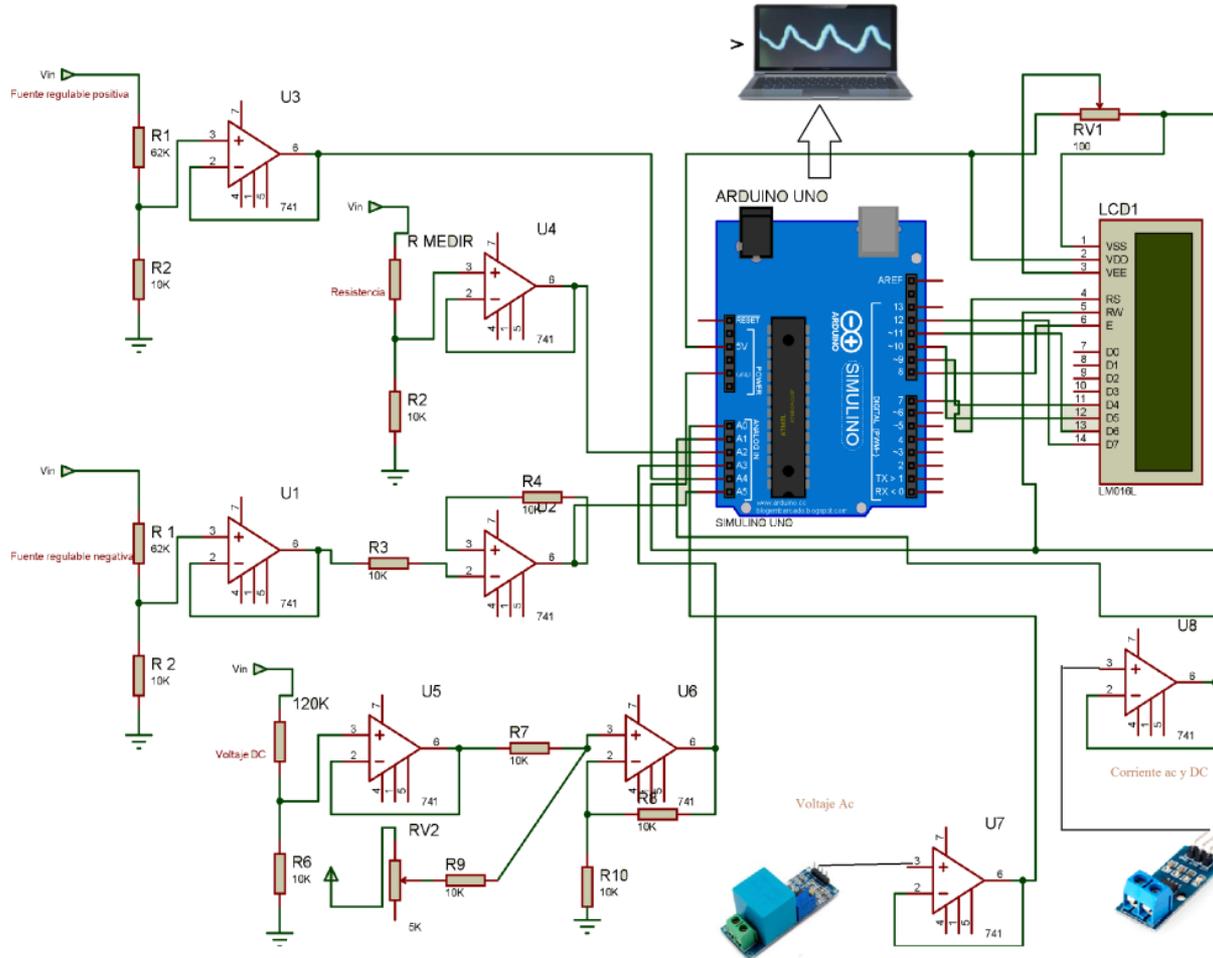
$$V_{out} = V_{in} * \frac{R2}{R1 + R2}$$

# Multímetro – Amperímetro

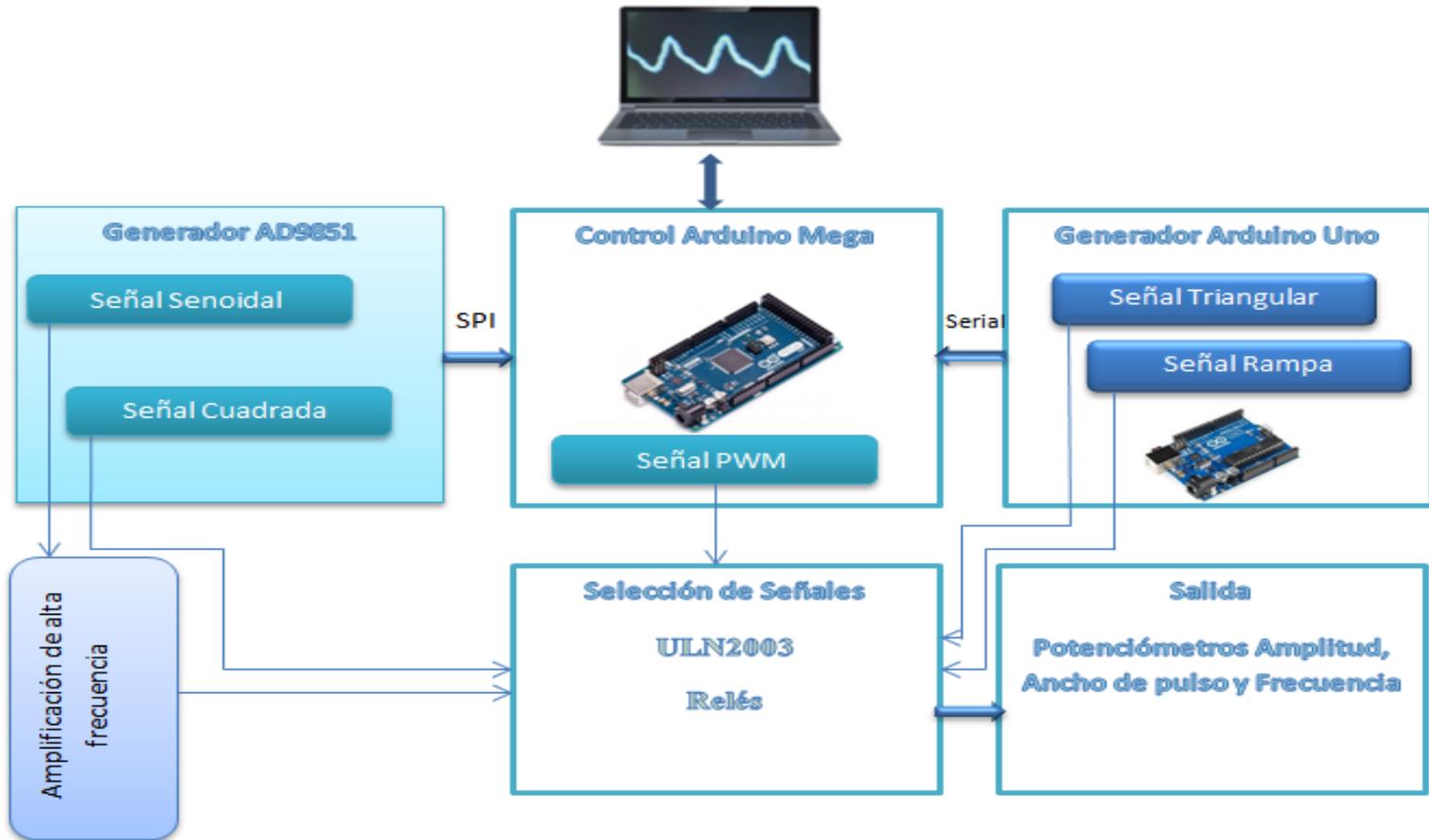


# MÓDULO DIDÁCTICO DE BAJO COSTO BASADO EN INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL PARA LA REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS DE ELECTRÓNICA GENERAL

## Multímetro

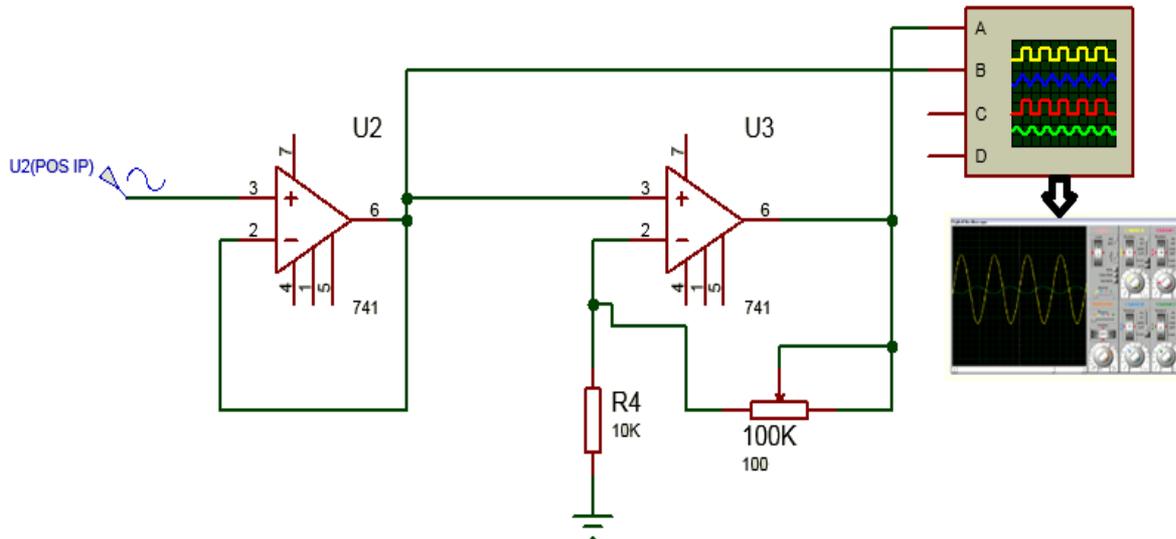


# GENERADOR DE FUNCIONES



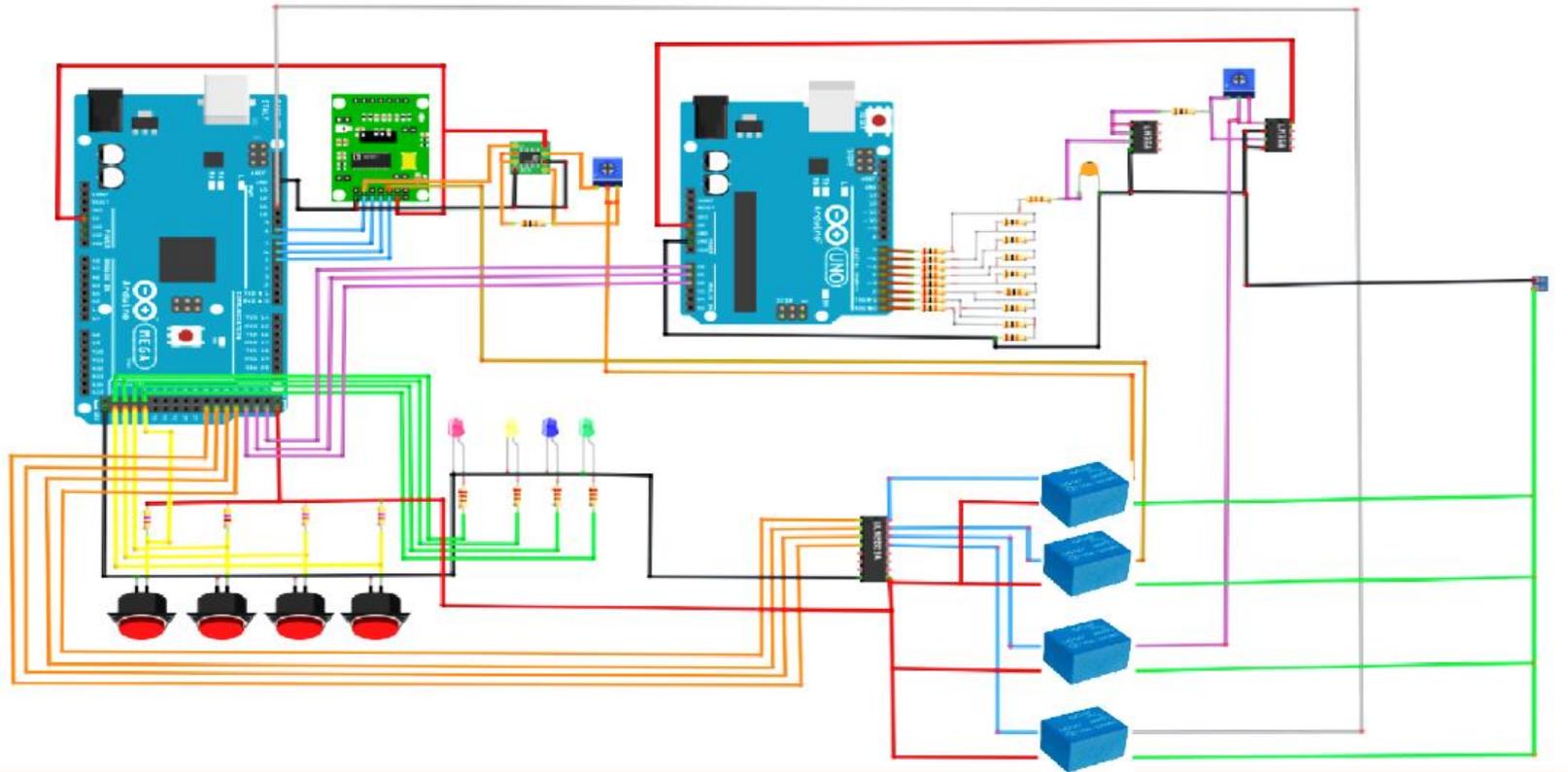
# MÓDULO DIDÁCTICO DE BAJO COSTO BASADO EN INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL PARA LA REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS DE ELECTRÓNICA GENERAL

## GENERADOR DE FUNCIONES (Senoidal, cuadrada, PWM)

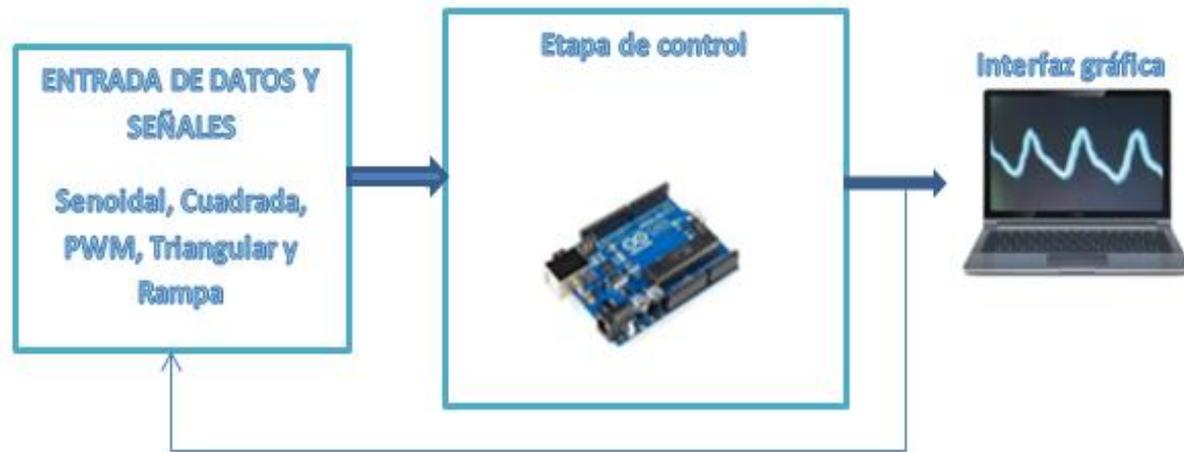


# MÓDULO DIDÁCTICO DE BAJO COSTO BASADO EN INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL PARA LA REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS DE ELECTRÓNICA GENERAL

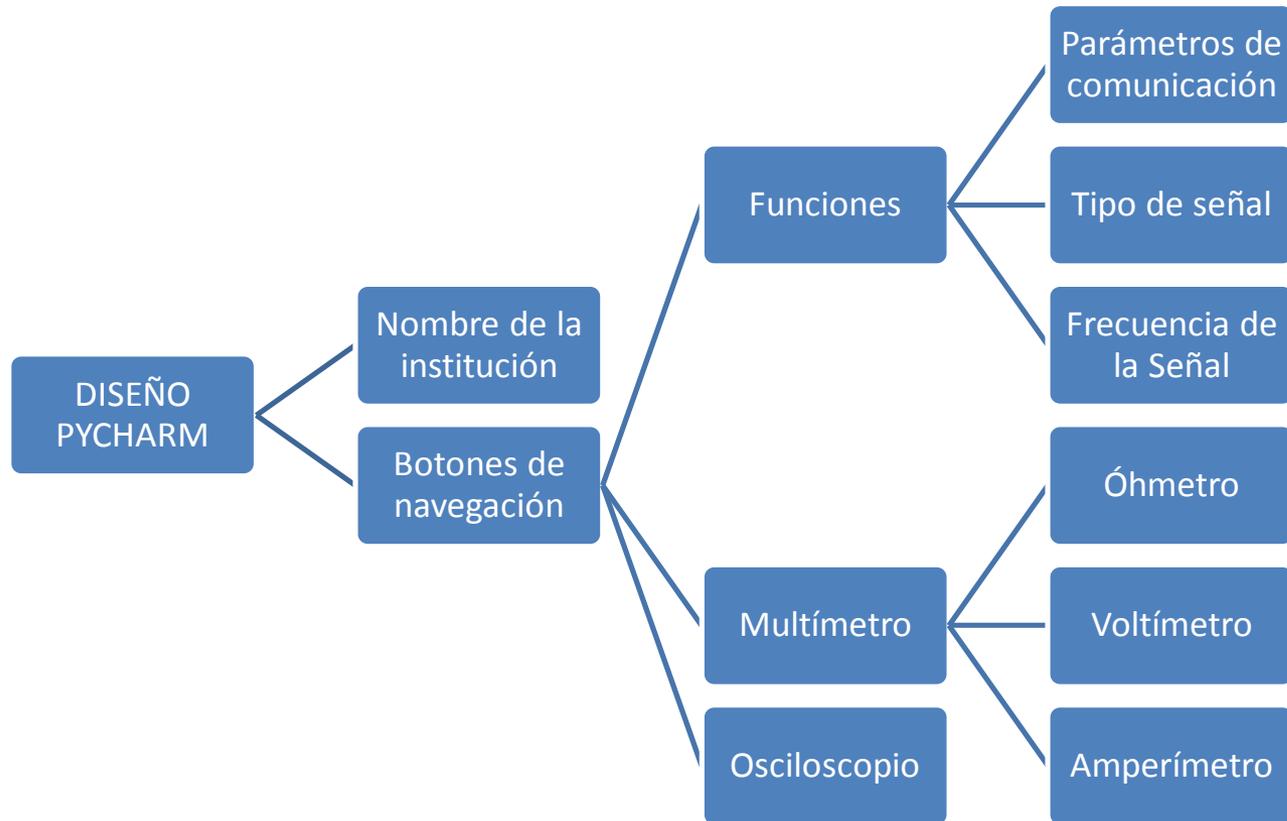
## CIRCUITO GENERADOR DE FUNCIONES



# OSCILOSCOPIO



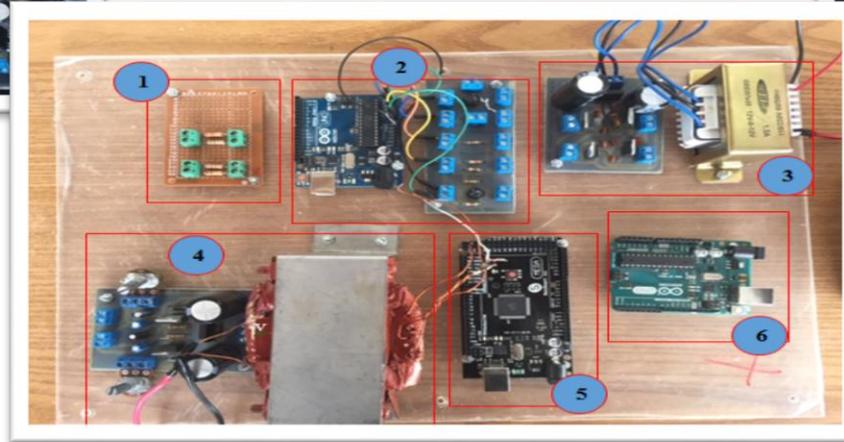
# Diseño de la Interfaz Gráfica



# Implementación

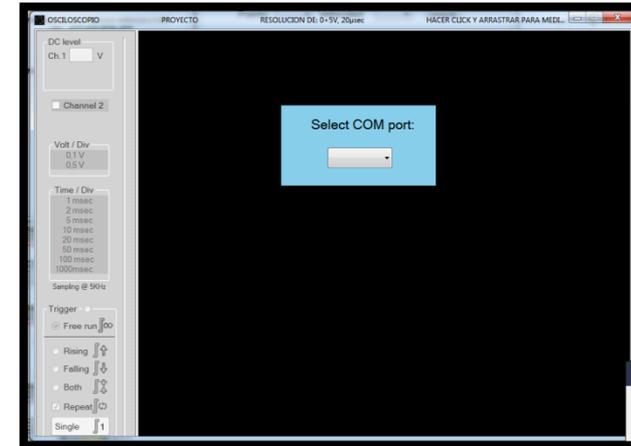
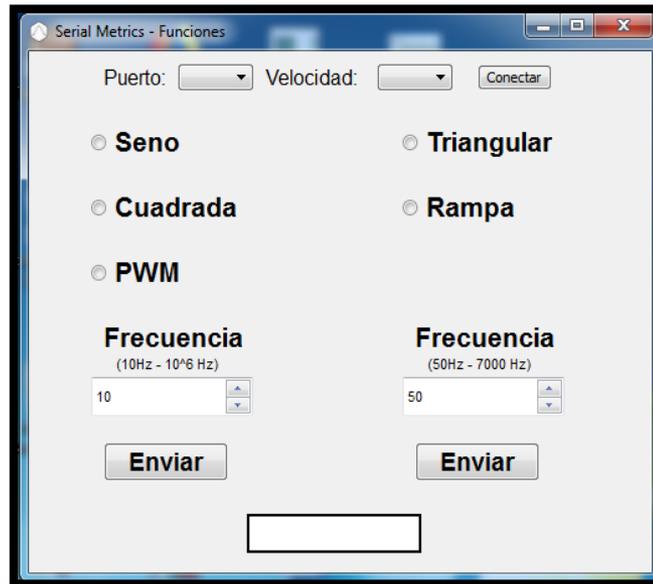
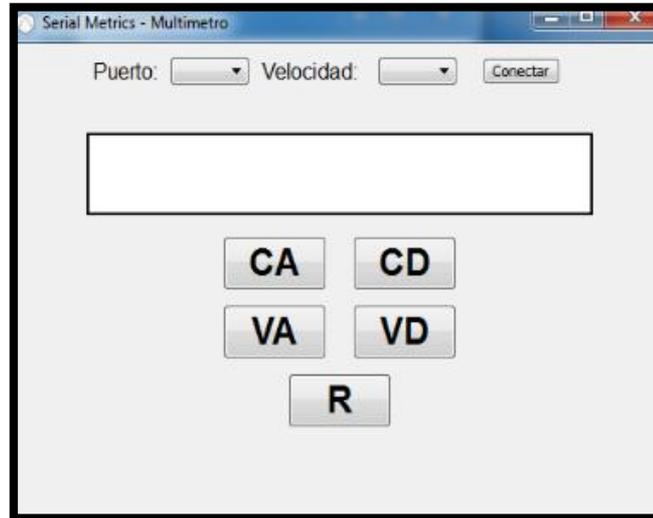


# Implementación de placas

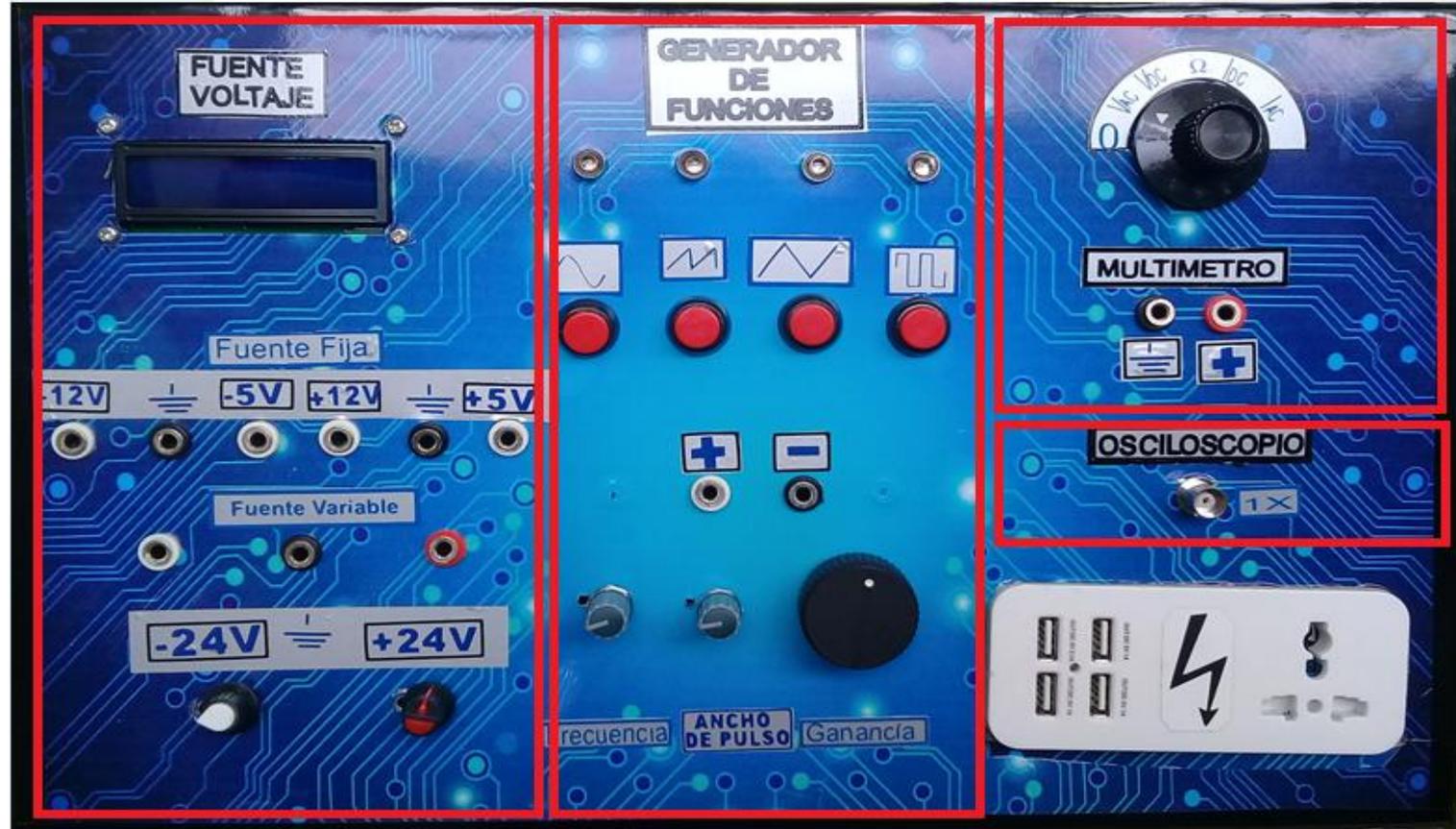




# MÓDULO DIDÁCTICO DE BAJO COSTO BASADO EN INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL PARA LA REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS DE ELECTRÓNICA GENERAL



# Pruebas y Resultados



# Fuentes de voltaje

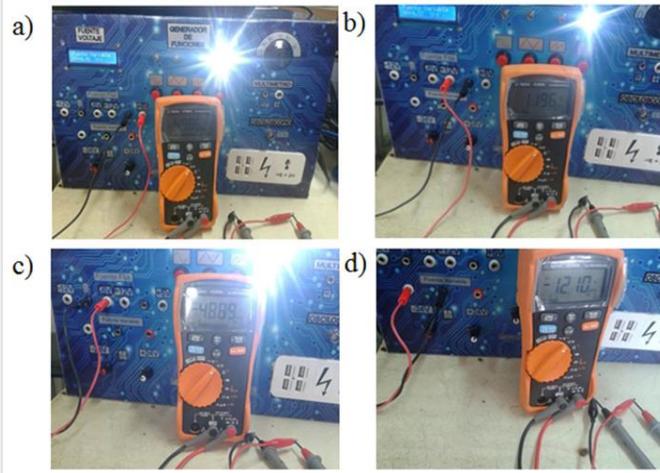


Figura de la fuentes de voltaje fijas positivas y negativas

FUENTES FIJAS	VALOR MEDIDO CON PATRÓN	ERROR
+5V	+ 4,98	0.02
+5V	-4,88V	0.12
+12V	+11,96V	0.04
-12V	-11,77V	0,23

Los valores generados de las fuentes con respecto al valor esperado se encuentran dentro de un margen aceptable de error, por ende las fuentes de voltaje fijas del módulo cumplen con los requerimientos señalados.

# Fuentes de voltaje

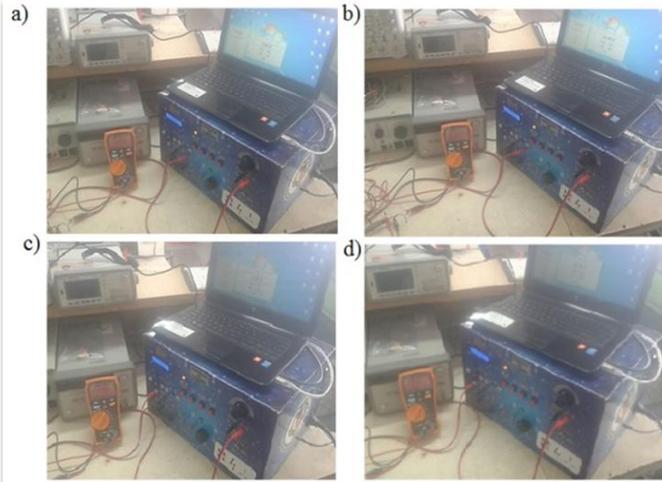


Figura de la fuentes de voltaje variables positiva y negativa

FUENTES VARIABLES	VALOR MEDIDO CON EQUIPO PATRÓN	
+1.2V a +24V	Medida Mínima	+1,44V
	Medida Máxima	+28,2V
-1.2V a -24V	Medida Mínima	-1,22V
	Medida Máxima	-31,22V

Los valores medidos de las fuentes se encuentran dentro de los requerimientos para las aplicaciones prácticas, el valor máximo de las fuentes tanto positiva como negativa sobrepasan el valor especificado en el diseño debido a la tensión de salida superior del transformador.

# Multímetro- Óhmetro



Valor Resistencia	Valor Medido Patrón	Valor Medido Módulo	Error
0,51K $\Omega$	0,50K $\Omega$	0,49 K $\Omega$	0,01
1K $\Omega$	0,98 K $\Omega$	0,97 K $\Omega$	0,01
5,1 K $\Omega$	5,10K $\Omega$	5,10K $\Omega$	0
10 K $\Omega$	9,93 K $\Omega$	9,99 K $\Omega$	-0,06
20 K $\Omega$	19,58 K $\Omega$	20,14 K $\Omega$	-0,56

Figura Óhmetro

Existe una mínima diferencia entre los valores obtenidos con el equipo construido y el equipo de referencia utilizado.

# Multímetro- Voltaje DC

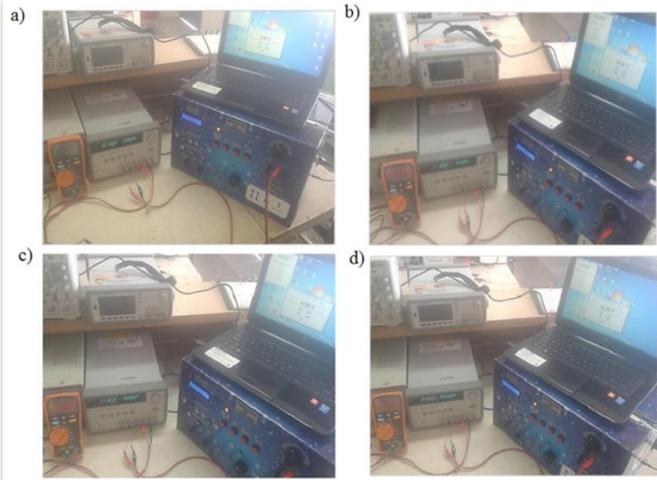


Figura Voltímetro DC positivo y negativo

Valor Voltaje Vdc	Valor medido patrón	Medida Medido Módulo	Error
5 V	5,00V	4,99 V	0,01
10 V	10,00 V	10,07 V	0,07
15 V	15,00 V	17,98 V	0,02
20 V	20,00 V	19,96 V	0,04
25 V	25,00 V	24,93 V	0,07

El mayor error calculado es de 0,07 y se puede observar que existe una mínima diferencia entre el resto de valores medidos para los dos instrumentos.

# Multímetro- Voltaje AC

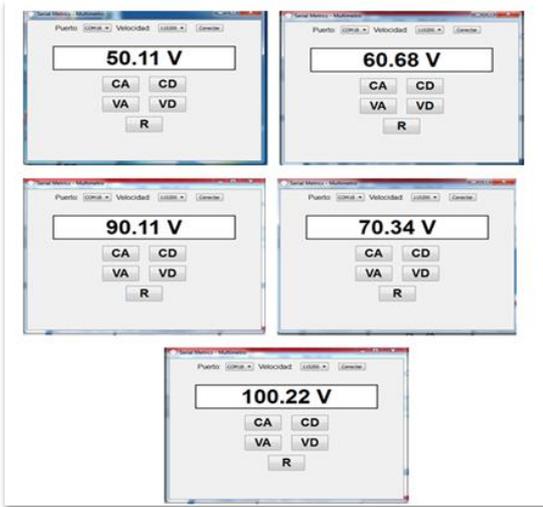
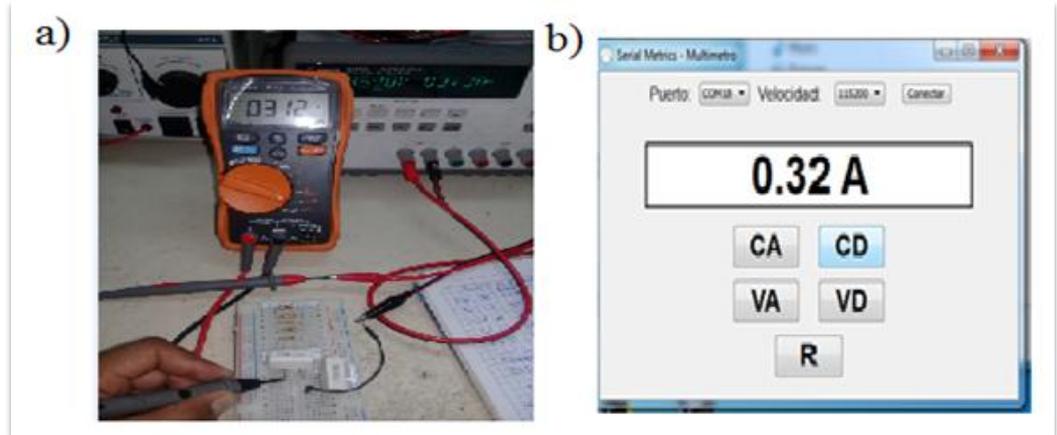
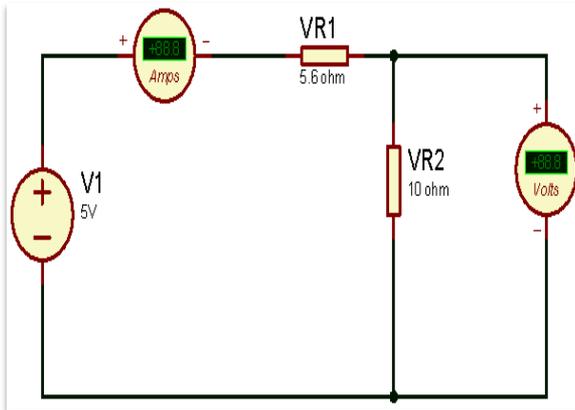


Figura Voltímetro AC

Valor Voltaje Vac	Valor Medido Módulo	Error
50 V	50,11V	0,11
60 V	60,68 V	0,68
70 V	70,34V	0,34
80 V	80,04V	0,04
90 V	90,11V	0,11
100V	100,22V	0,22

Para las pruebas se utilizo una fuente de voltaje Ac del laboratorio de Electrónica Digital de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L marca BK PRECISION

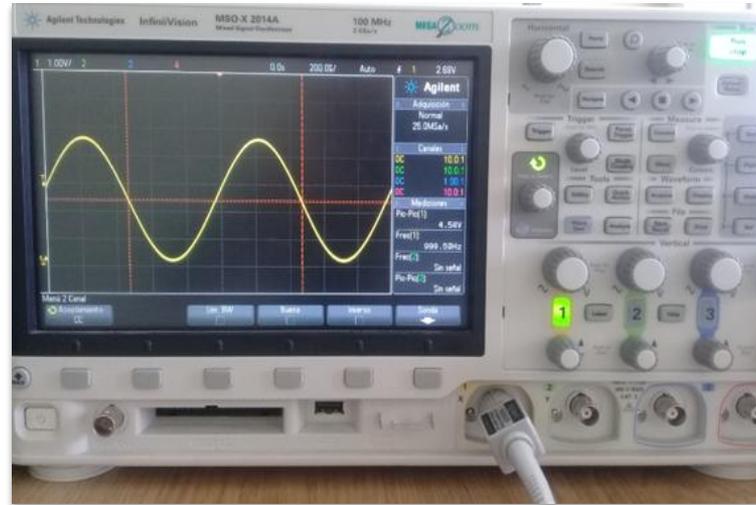
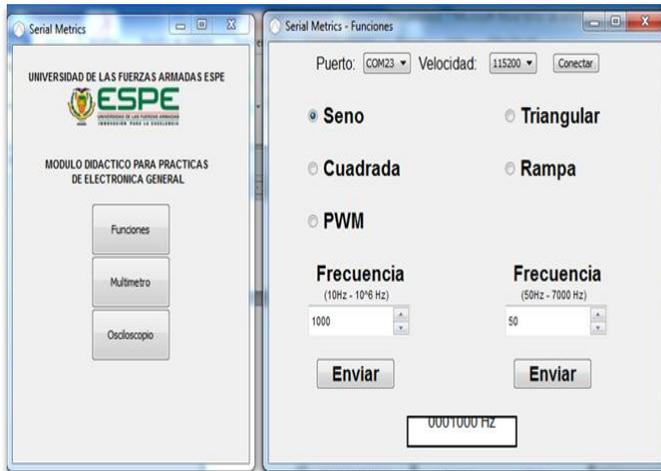
# Multímetro- Corriente



Circuito implementado para las pruebas

Su error es mínimo entre los dos equipos de medición.

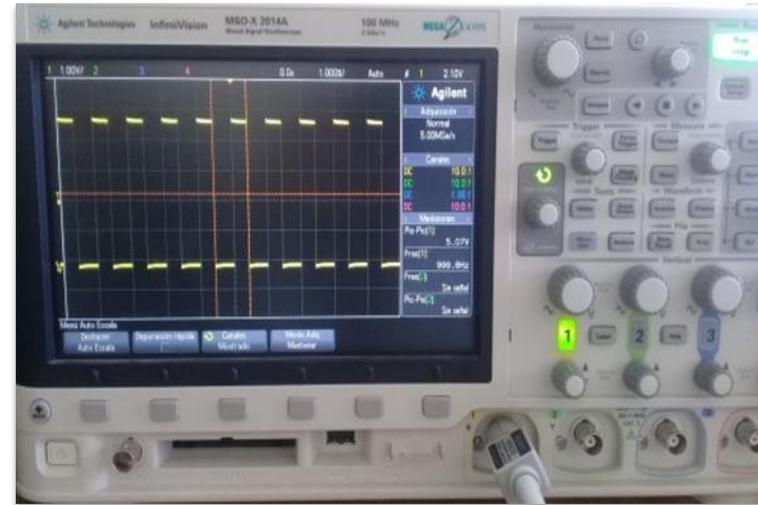
# Generador de Funciones- Senoidal



Interfaz Gráfica del Generador

Para esto se ha fijado una frecuencia de 1Khz y una amplitud de 4Vp-p las mismas que son mostradas por medio del osciloscopio existente en el laboratorio de Electrónica Digital de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

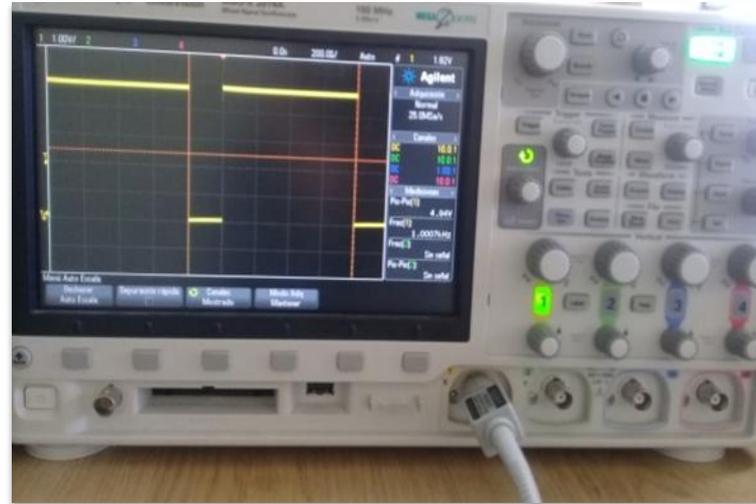
# Generador de Funciones- Cuadrada



Interfaz Gráfica del Generador

Para esto se ha fijado una frecuencia de 1Khz y una amplitud de 4Vp-p las mismas que son mostradas por medio del osciloscopio existente en el laboratorio de Electrónica Digital de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

# Generador de Funciones - PWM



Interfaz Gráfica del Generador

Para esto se ha fijado una frecuencia de 1Khz y una amplitud de 4Vp-p las mismas que son mostradas por medio del osciloscopio existente en el laboratorio de Electrónica Digital de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

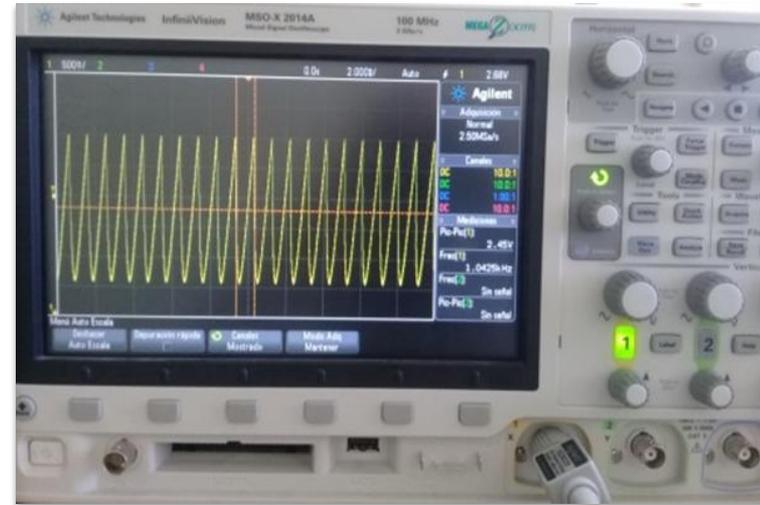
# Generador de Funciones - Triangular



Interfaz Gráfica del Generador

Para esto se ha fijado una frecuencia de 1Khz y una amplitud de 4Vp-p las mismas que son mostradas por medio del osciloscopio existente en el laboratorio de Electrónica Digital de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

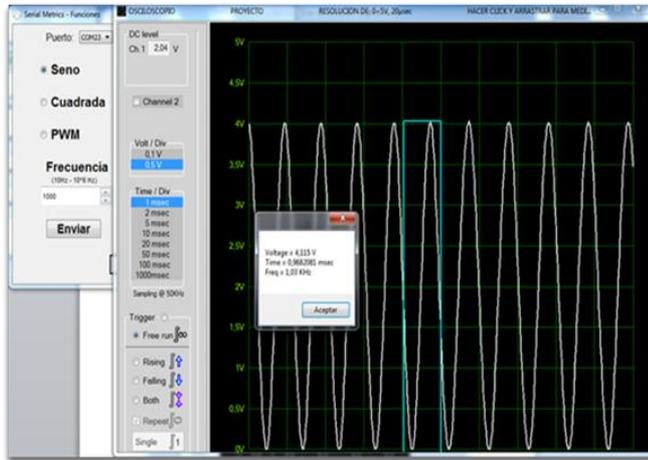
# Generador de Funciones - Rampa



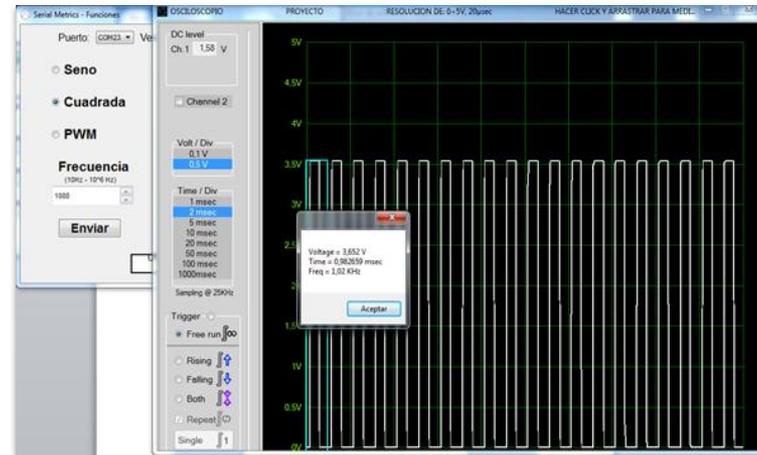
Interfaz Gráfica del Generador

Para esto se ha fijado una frecuencia de 1Khz y una amplitud de 4Vp-p las mismas que son mostradas por medio del osciloscopio existente en el laboratorio de Electrónica Digital de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

## Osciloscopio

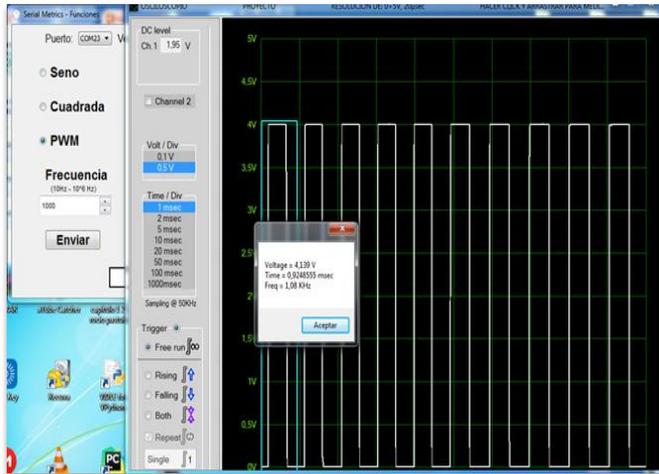


Señal senoidal

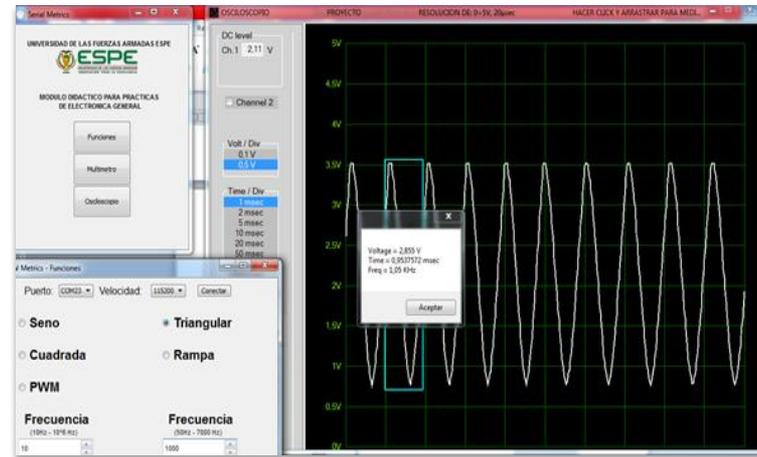


Señal Cuadrada

## Osciloscopio

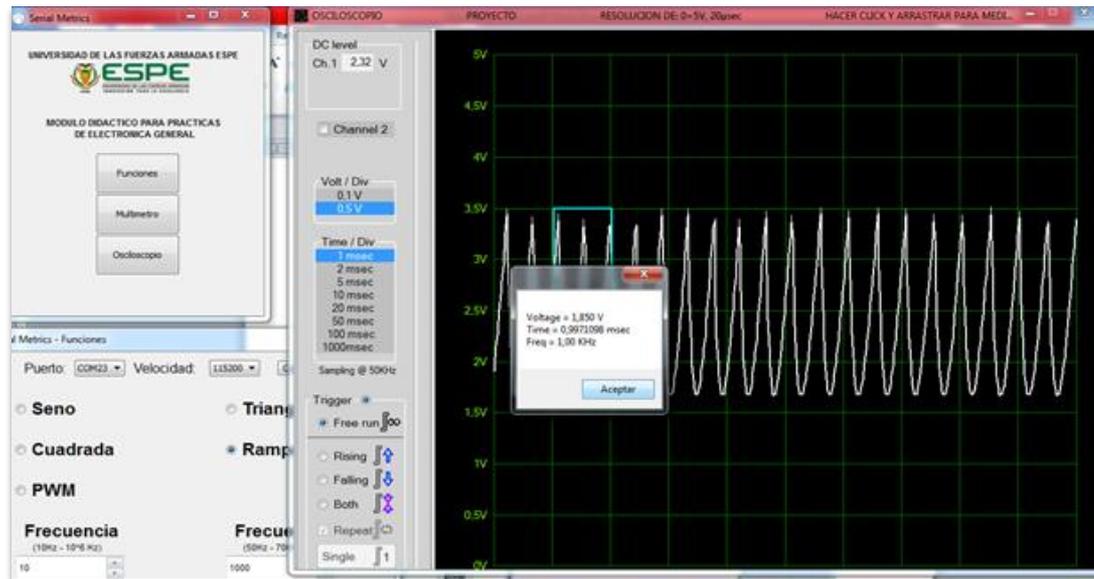


Señal PWM



Señal Triangular

## Osciloscopio



Señal Rampa

# Conclusiones y Recomendaciones

# Conclusiones

- Se diseñó e implementó un módulo didáctico de bajo costo, basado en instrumentación virtual para la realización de prácticas de electrónica general en el Colegio Técnico de Bachillerato “Dr. Trajano Naranjo Iturralde”.
- Se diseñó e implementó una fuente variable de corriente continuo de -24v a 0v, 0v a 24V a 1 amperio, que satisfacen la demanda requerida, con las respectivas protecciones tanto para sobrecargas y corrientes de cortocircuito.

# Conclusiones

- Se diseñó e implementó un generador de funciones para onda sinusoidal, cuadrada y pwm con una frecuencia de trabajo desde 10 Hz a 1MHz así como la triangular y diente de sierra con rango de frecuencia de 70Hz a 5KHz y amplitud máxima de 5 voltios pico pico.
- Se realizó la adquisición de datos mediante la programación desarrollada en el programa PyCharm, con la ayuda de la librería Pyserial, la que nos permite la comunicación serial RS232 entre la tarjeta Arduino y la PC.

# Conclusiones

- Mediante la utilización de PyCharm se desarrolló la interfaz gráfica para el módulo didáctico, que permite simular instrumentos virtuales tales como: voltímetros de cd y ca cuyas escalas se encuentran seteadas de 0 a 120Vca y de 0 a  $\pm 30$ Vcd respectivamente, óhmetro, amperímetro y osciloscopio.
- Se generó una pantalla inicial en la cual al seleccionar una de las variables eléctricas a medir, ésta presenta automáticamente su valor medido.

## MÓDULO DIDÁCTICO DE BAJO COSTO BASADO EN INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL PARA LA REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS DE ELECTRÓNICA GENERAL

- Python no posee graficador propio por lo tanto se usan opciones como importar programas que se enlazan a través de subrutinas para la visualización de las ondas.
- La estructura consta de un banco de trabajo de 40x30x20 cm, fabricado en acero inoxidable, con una sub base de acrílico para garantizar el correcto aislamiento de los elementos y placas electrónicas, en la parte frontal se encuentran todos los elementos de control y visualización, en la parte interna se encuentra el cableado entre los elementos de control y las tarjetas electrónicas, lo que permite una fácil manipulación en futuros mantenimientos.



# Conclusiones

- En las pruebas que se realizaron con los diferentes dispositivos de medida del módulo didáctico, se contrastaron con equipos de medida del Laboratorio de Electrónica Digital de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga, existiendo pequeños errores que están dentro del margen aceptable.
- Las guías desarrolladas para la realización de prácticas en Electrónica General Básicas abarcan temas desde transistores y amplificadores operacionales, etc.

# Recomendaciones

- El módulo didáctico requiere que sea conectado a la alimentación de la red (110V, 60Hz), además se requiere de un cable USB para la conexión entre el mismo y la PC.
- A la hora de utilizar el módulo realizar bien las conexiones al panel frontal, así como alimentar adecuadamente el módulo didáctico (Alimentación de red 110Vac, cable USB), para asegurar un correcto funcionamiento de los circuitos implementados.
- Para la correcta ejecución de las prácticas se debe seguir los paso indicados en las guías de laboratorio.

# Recomendaciones

- Tomar en cuenta las recomendaciones dadas en el manual de usuario, antes de manipular el módulo didáctico, ya que esto permitirá un correcto funcionamiento, alargando así la vida útil del equipo construido.
- El uso de las tarjetas Arduino no genéricas son mas robustas ya que aumenta la fiabilidad en el proceso, pero conlleva un gasto mayor, por esta razón se recomienda aislar la parte de control con la etapa de potencia como medio de seguridad y protección.

# Recomendaciones

- Como trabajo futuro se recomienda implementar un sistema de almacenamiento que permita generar un archivo que almacene la información obtenida durante la práctica de laboratorio, a fin de realizar un análisis de resultados y una toma de decisión por parte del instructor.
- Para implementaciones futuras, se sugiere implementar sistemas de laboratorio en la parte electrónica en realidad virtual.

# GRACIAS