The page features a decorative graphic consisting of three overlapping blue circles of varying sizes, arranged in a diagonal line from the top right towards the bottom right. Two thin blue lines intersect at the top left, forming a large 'V' shape that frames the circles. The circles are composed of concentric layers of different shades of blue, creating a 3D effect.

TELUROMETRO MULTI-FRECUENCIA

Pasantía ejecutada en DEMO INGENIERIA LTDA. Con el fin de diseñar e implementar un teluometro multi-frecuencia

Diego Armando Graffe Cantillo

2004201553

TELUROMETRO MULTI-FRECUENCIA

DIEGO ARMANDO GRAFFE CANTILLO
2004201553

Requisito para obtener el título como ingeniero Electrónico

Ingeniero
AGUSTÍN SOTO OTÁLORA
Director de pasantía

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA ELECTRÓNICA
NEIVA
2010

Nota De Aceptación

Director

Jurado

Jurado

Neiva; 26 de octubre de 2010

DEDICATORIA

A Amparo (mi madre), Héctor (mi hermano) por su amor y paciencia.

A María Alejandra por ser mi inspiración

A Alan, Edna, Juan Daniel, Mauricio, Sandra y Marcela
Por su gran colaboración.

AGRADECIMIENTOS

A **DEMO INGENIERÍA LTDA.** Por darme la oportunidad de ser parte de este equipo.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	10
1. MARCO TEÓRICO	11
1.1. PUESTAS A TIERRA NO INTERCONECTADOS	12
1.2. PUESTAS A TIERRA INTERCONECTADAS	12
1.3. MEDICIÓN DE RESISTIVIDAD	13
1.4. MEDICIÓN DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA	14
2. ESTRUCTURA DEL EQUIPO	14
3. FUENTE DE ALIMENTACIÓN	17
3.1. CARGADOR DE BATERÍA	17
4. FUENTE DE CORRIENTE	17
4.1. OSCILADOR 0 – 5 V	18
4.2. OSCILADOR DE -9V A +9V	18
4.3. SALIDA	19
5. MEDICIÓN DE TENSIÓN Y CORRIENTE	20
5.1. TENSIÓN	20
5.2. CORRIENTE	20
6. PROGRAMACIÓN DEL MICRO-CONTROLADOR 18F4550	20
6.1. INTERFAZ CON EL USUARIO	21
6.2. AGRUPAR PROGRAMAS	21
6.2.1. Medir tensión	21
6.2.2. Medir corriente	21
6.2.3. Potenciómetro digital	21
6.3. CALCULAR RESISTENCIA	22
6.4. ALMACENAR EN MEMORIA	22
6.5. COMUNICAR CON PC	22
7. UTILIZACIÓN DEL QUIPO	22
7.1. MEDIR	23
7.1.1. Guardar	24

7.1.2. Salir	24
7.2. LEER MEMORIA	24
7.3. BORRAR MEMORIA	25
7.4. COMUNICAR CON PC	25
7.4.1. Software Telu 1.1.0	25
CONCLUSIONES	27

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Estructura del teluometro

16

ILUSTRACIONES

Figura 1. Puesta a tierra	12
Figura 2: Puestas a tierra interconectadas	13
Figura 3: Medición de resistividad	13
Figura 4: Dispositivo para medir resistencia de la puesta a tierra	14
Figura 5: Estructura del equipo	15
Figura 6: Fuente de alimentación	17
Figura 7: Fuente de corriente	17
Figura 8: prueba de oscilador 0 – 5V	18
Figura 9: oscilador de -9V a +9V	19
Figura 10: Oscilador variable en amplitud	19
Figura 11: interfaz con el usuario	21
Figura 12: Bienvenida	22
Figura 13: Menú principal	23
Figura 14: Frecuencia de trabajo	23
Figura 15: Prueba de medida	24
Figura 16: Leer memoria	25
Figura 17: Comunicar con PC	25
Figura 18: Telu 1.1.0	26
Figura 19: Editor Telu 1.1.0	26

GLOSARIO

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Una puesta a tierra es un conjunto de elementos metálicos interconectados e inmersos en el terreno.

RESISTIVIDAD

Es el grado de dificultad que encuentran los electrones en sus desplazamientos. Se designa por la letra griega rho minúscula (ρ) y se mide en ohm por milímetro cuadrado partido de metro ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$).

RESISTENCIA

Es toda oposición que encuentra la corriente a su paso por un circuito eléctrico cerrado, atenuando o frenando el libre flujo de circulación de las cargas eléctricas o electrones. Cualquier dispositivo o consumidor conectado a un circuito eléctrico representa en sí una carga, resistencia u obstáculo para la circulación de la corriente eléctrica.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el campo de mayor innovación y expansión es el de la construcción urbana. A través de la historia, hemos visto como las construcciones de edificios, fabricas, industrias, entre otros, no solo han cambiado su estructura física si no que hacen hincapié en la seguridad de las personas; presentándose mayor riesgo en el uso de las instalaciones eléctricas, conformadas por elementos para transferir la electricidad y otros para la protección de quienes las usan, tales como, las redes propiamente y los sistemas de puesta a tierra. Proteger las personas del peligro que representa la electricidad involucra entre otras, los sistemas de puesta a tierra.

Los sistemas de puesta a tierra cumplen las siguientes funciones:

- 1) Conducir las corrientes de falla hacia o desde el terreno
- 2) Servir de camino preferencial entre el punto de impacto de un rayo y el suelo o terreno
- 3) Disminuir las diferencias de potencial entre objetos metálicos y los componentes activos de circuitos, sirviendo de camino de falla en caso de daño de equipos.
- 4) Servir de camino preferencial para las cargas producidas por electricidad estática
- 5) Servir de plano común para señales de telecomunicaciones.

Las funciones 1) y 2) se deben cumplir de manera que el flujo de corrientes a través de la puesta a tierra y su zona de influencia no afecte a las personas localizadas allí.

La seguridad atribuida a una puesta a tierra se puede definir mediante varios parámetros, entre los cuales se tiene la resistencia de puesta a tierra, caso en el cual se evalúa a una construcción existente o recién construida; en caso contrario, el paso inicial para el diseño del apuesta a tierra requiere del conocimiento del terreno, en especial la resistividad eléctrica, característica que se mide mediante múltiples técnicas, la de mayor uso en el campo de la electricidad es la de Frank Wenner.

El equipo de medición utilizado para la medición de los parámetros es el teluometro.

1. MARCO TEÓRICO

De acuerdo con la forma de construcción las puestas a tierra se dividen en dos:

- No interconectadas
- Interconectadas

Cada una requiere de un dispositivo de medición particular

1.1. PUESTAS A TIERRA NO INTERCONECTADOS

Una puesta a tierra es un conjunto de elementos metálicos interconectados e inmersos en el terreno. Un elemento de estos se puede encontrar en una vivienda, edificio, entre otros. La siguiente figura muestra una puesta a tierra conformada por una malla y varillas.

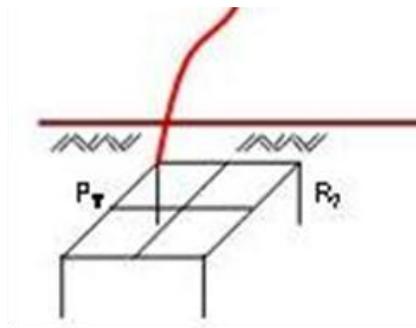


Figura 1. Puesta a tierra

1.2. PUESTAS A TIERRA INTERCONECTADAS

Son aquellas que se unen por conductores no enterrados, como por ejemplo en líneas de transmisión de potencia eléctrica. En la siguiente figura cada torre dispone de una puesta a tierra y se interconectan a través del conductor guarda.

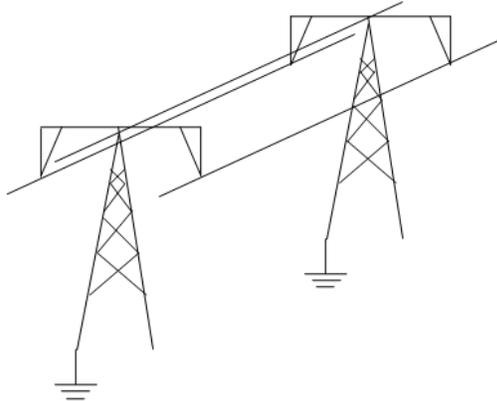


Figura 2: Puestas a tierra interconectadas

Los teluómetros de mayor uso disponen de frecuencias bajas para la medición y se han desarrollado equipos con frecuencia elevada para realizar las mismas mediciones. En el primer caso, para medir la resistencia de puesta a tierra de una torre es necesario desconectarla de las otras, mientras que en la segunda, la medición se realiza sin requerir de la desconexión.

1.3. MEDICIÓN DE RESISTIVIDAD

El dispositivo de medición de resistividad aparente del terreno es el de Wenner, el cual utiliza cuatro electrodos auxiliares. Los cuatro electrodos se colocan en línea recta con espaciamiento igual y a una misma profundidad. La profundidad de la medición en el terreno es directamente proporcional al espaciamiento inter electrodo y a la frecuencia de la señal de prueba.

El principio básico de este método es la inyección de corriente al terreno entre dos electrodos en la figura 3 B1 y B4 mientras que el potencial que aparece se mide en los electrodos B2 y B3, la razón de V/I es la resistencia medida y sirve como base de procesamiento para conocer la resistividad aparente.

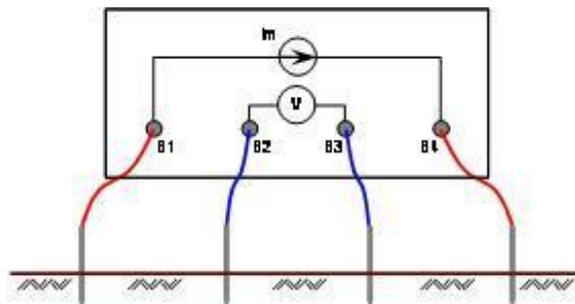


Figura 3: Medición de resistividad

1.4. MEDICIÓN DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

En este caso se utilizan tres electrodos como se indica en la figura 4. B1 y B4 corresponden a los bornes de la fuente de corriente, mientras que B2 y B3 son el voltímetro. La razón de V/I es la resistencia de puesta a tierra para un arreglo particular.

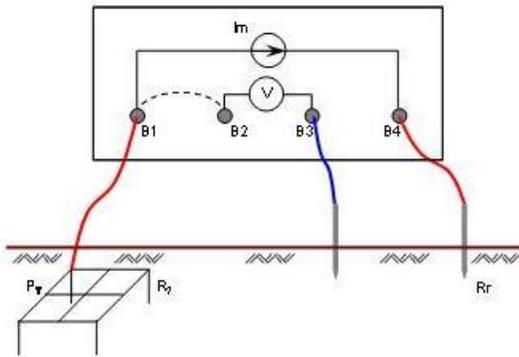


Figura 4: Dispositivo para medir resistencia de la puesta a tierra

2. ESTRUCTURA DEL EQUIPO

El equipo se estructura con cuatro bloques que son:

- Fuente de alimentación
- Fuente de corriente
- Medir tensión y corriente
- Programación 18F4550

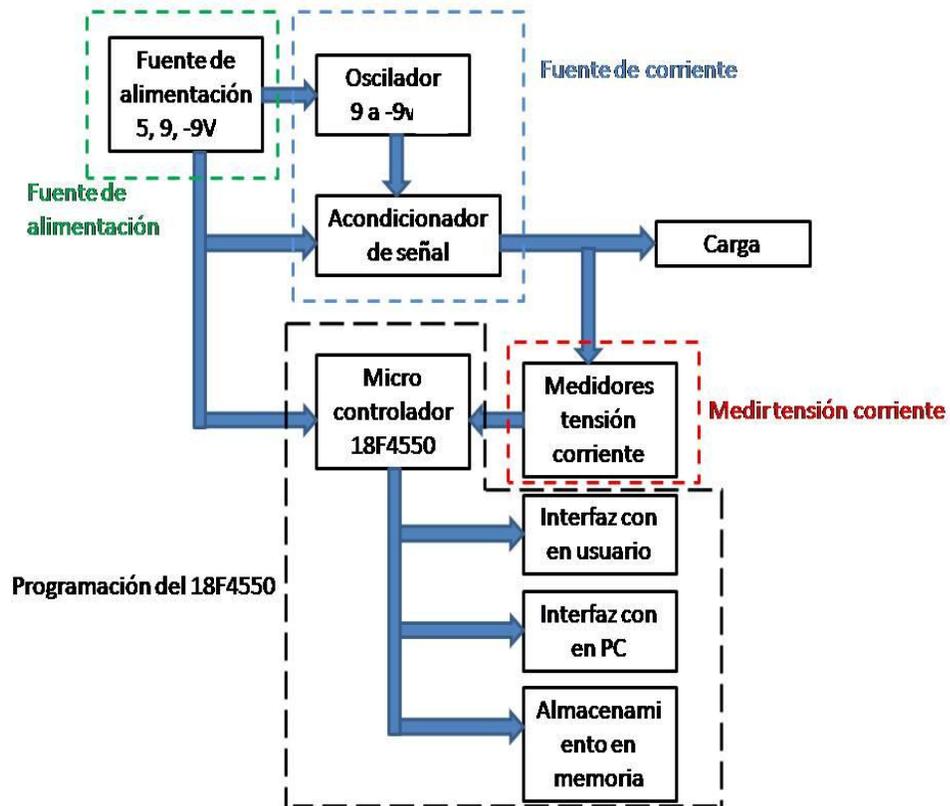


Figura 5: Estructura del equipo

Los pasos de desarrollo de cada bloque son:

- Adquirir fundamentos teóricos.
- Diseñar.
- Simular.
- Probar en protoboard.
- Elaborar prototipo

A su vez cada bloque se conforma por componentes que permiten integrar una función. En la siguiente tabla se presenta la composición de cada bloque.

Tabla 1 Estructura del teluometro

Componente	Subcomponente	tipo
Fuente de alimentación		
	* Fuente de 9 voltios	Hardware
	* Fuente de 5 voltios	Hardware
	* Fuente de -9 voltios	Hardware
	* Cargador de baterías	Hardware
Fuente de corriente		
	* generador de frecuencia variable	Hardware
	* Convertir tensión a corriente	Hardware
	* potenciómetro digital	software
Medidor de tensión y corriente		
	* Acondicionamiento de señal dentro del rango de medición (tensión)	Hardware
	* Medir tensión	software
	* Acondicionamiento de señal de corriente	Hardware
	* Medir corriente	software
programación del 18F4550		
	* Interfaz con el usuario	Hardware
	* agrupar programas	software
	* pot. Digital	
	* medidor de tensión	
	* medidor de corriente	
	* calcular resistencia	software
	* mostrar carga de batería	software
	* comunicar con memoria	software
	* comunicar con PC	software
	* software para PC	software
	* Elaboración prototipo	Equipo

3. FUENTE DE ALIMENTACIÓN

Fuente: batería de 12V

Salidas:

- + 5V, para alimentar control y medición (integrados, LCD, entre otros)
- + 9V y -9V para generar la señal de prueba.

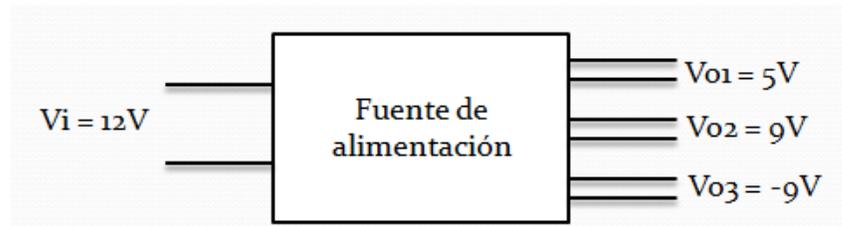


Figura 6: Fuente de alimentación

3.1. CARGADOR DE BATERÍA

Este es un cargador de baterías indica mediante un bombillo led que la batería está totalmente cargada y procede a su desconexión.

4. FUENTE DE CORRIENTE

Genera la señal de prueba que se aplica al terreno, mediante tres etapas.

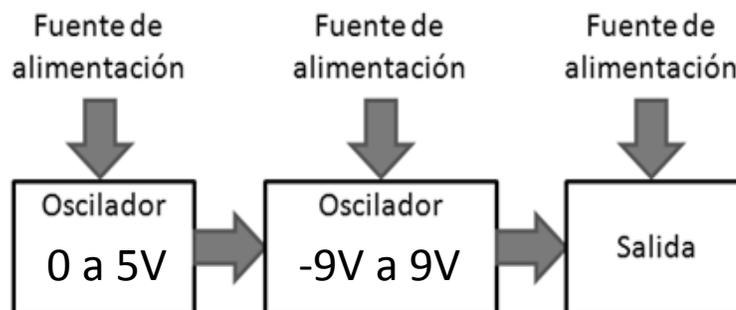


Figura 7: Fuente de corriente

Las etapas son:

- Oscilador 0 a 5 V
- Oscilador -9V a +9V
- Salida

La corriente que se proyecta inyectar es de 20 mA para una impedancia de 20 k Ω .

4.1. OSCILADOR 0 – 5 V

A partir de la frecuencia de trabajo digitada por el usuario, un dispositivo se encarga de generar dicha frecuencia.



Figura 8: prueba de oscilador 0 – 5V

El dispositivo genera un tren de pulsos con la frecuencia seleccionada de una amplitud de 5V. Dada la magnitud de la señal, se requiere una mayor magnitud para ser inyectada al terreno, por lo tanto, se utiliza otro oscilador de -9V y +9V.

4.2. OSCILADOR DE -9V A +9V

El oscilador en cuestión recibe como señal de entrada el oscilador de 0 – 5V y una señal de continua para comparar y definir la salida entre -9 V y 9 V

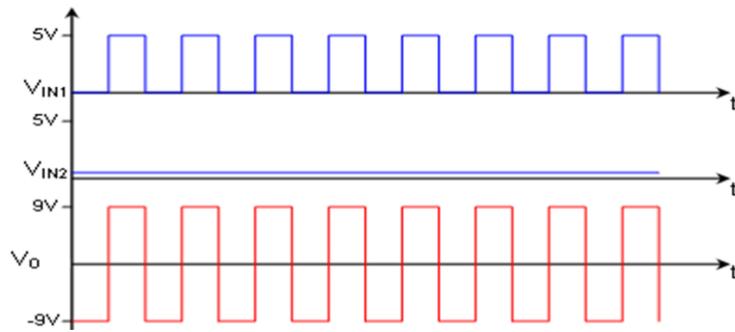


Figura 9: oscilador de -9V a +9V

La señal constante se pasa a través de un dispositivo para disponer de ella en forma ajustable. Para este propósito se utiliza un amplificador con ganancia unitaria.

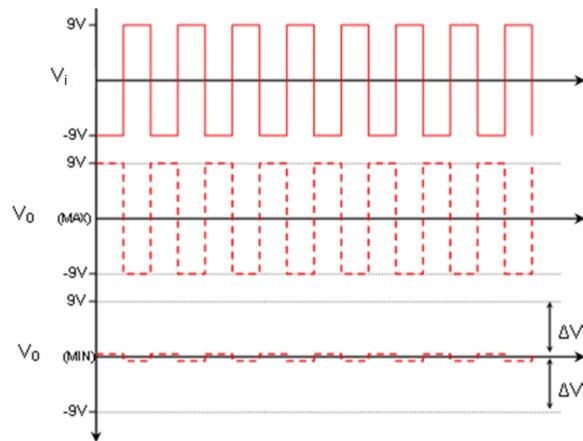


Figura 10: Oscilador variable en amplitud

4.3. SALIDA

La señal que se aplica al terreno es una corriente de 20 mA y una tensión de 400 V, correspondiente a una impedancia de 20 k Ω , que define el límite superior de medición.

La variación de la tensión se realiza con un potenciómetro digital controlado por un microcontrolador, que ajusta automáticamente la inyección de corriente a 20 mA.

5. MEDICIÓN DE TENSIÓN Y CORRIENTE

Los componentes electrónicos de medición no pueden medir en forma directa la señal de prueba, por lo tanto, se requiere de acondicionamiento de:

- Tensión
- Corriente

5.1. TENSIÓN

Se realiza mediante un divisor de décadas para acondicionar la señal a medir. La medición es autorango, es decir, se acopla al rango más cercano de la medida.

Los rangos son.

20 Ω
200 Ω
2000 Ω
20 K Ω

5.2. CORRIENTE

La corriente se mide con la tensión en una resistencia serie en el circuito de prueba.

6. PROGRAMACIÓN DEL MICRO-CONTROLADOR 18F4550

La programación del este micro-controlador se realizó en lenguaje ensamblador y consta de cinco etapas.

- Interfaz con el usuario
- Agrupar programas
- Calcular resistencia
- Almacenar en memoria
- Comunicar con PC

El código implementado en el micro-controlador junto con los planos del equipo no son expuestos en este informe ya que esta es información confidencial de la empresa **DEMO INGENIERÍA LTDA.**

6.1. INTERFAZ CON EL USUARIO

El usuario dispone de un teclado numérico para controlar el equipo y una pantalla GLCD de 128x64 pixeles para mirar los datos que se obtienen.



Figura 11: interfaz con el usuario

6.2. AGRUPAR PROGRAMAS

Se agrupan los programas para medir tensión, corriente y controlador del potenciómetro digital.

6.2.1. Medir tensión

Las entradas analógicas del micro-controlador son utilizadas para realizar la medición y por medio de un proceso matemático se obtiene el valor de la tensión.

6.2.2. Medir corriente

Al igual que la medición de tensión, la de corriente se realiza de manera indirecta con medición de tensión utilizando las entradas analógicas del micro-controlador.

6.2.3. Potenciómetro digital

El micro-controlador es el encargado de controlar por medio del potenciómetro digital la corriente que se inyecta al terreno; se varía la tensión hasta encontrar una corriente de 20 mA.

6.3. CALCULAR RESISTENCIA

Se aplica la ley de ohm $R=V/I$ y se obtiene el valor de la resistencia.

6.4. ALMACENAR EN MEMORIA

El equipo dispone de almacenamiento en memoria los datos de la medición. Se realiza en una memoria EEPROM 24C256.

6.5. COMUNICAR CON PC

El equipo se conecta a una computadora para descargar los datos que se tienen almacenados en la memoria. La conexión se realiza por medio del puerto RS-232.

7. UTILIZACIÓN DEL QUIPO

El quipo dispone de un teclado numérico para que el usuario lo maneje. La primera pantalla después de encendido es un mensaje de bienvenida con el logo de la empresa.



Figura 12: Bienvenida

Seguido de esto aparece el menú principal donde se puede seleccionar la opción que se va a realizar, que son:

- Medir
- Leer información en memoria
- Borrar memoria
- Comunicar con PC



Figura 13: Menú principal

7.1. MEDIR

Al seleccionar esta opción el equipo se dispone a medir y para ellos es necesario digitar la frecuencia a la que se quiera trabajar

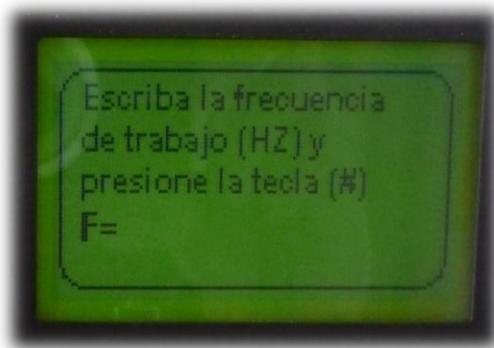


Figura 14: Frecuencia de trabajo

La frecuencia se debe digitar en Hz y no se debe salir del rango entre 1000 y 50000. Si la frecuencia digitada no está dentro del rango, no se realiza la medición y solo se dará inicio hasta cumplir con el requisito.



Figura 15: Prueba de medida

En la figura 15 se muestra un ensayo de una medición, luego se procede a guardar el dato en la memoria.

7.1.1. Guardar

Al seleccionar esta opción se almacena la medición realizada. Se almacenan hasta 50 muestras. El equipo continúa midiendo, sin embargo, no almacena. Se pueden guardar hasta 100 mediciones

7.1.2. Salir

Esta opción retorna al menú principal y las señales se anulan.

7.2. LEER MEMORIA

Permite leer las mediciones que se encuentran almacenadas en la memoria interna del equipo.

En el equipo puede almacenar hasta 100 mediciones, que pueden ser leídas desde el equipo o pueden ser descargadas a una computadora. Simplemente se selecciona la medida que se requiere visualizar.

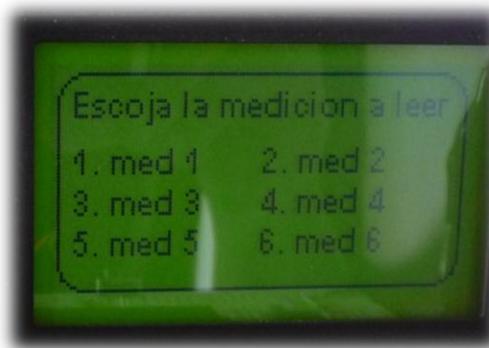


Figura 16: Leer memoria

7.3. BORRAR MEMORIA

Permite borrar la memoria del equipo.

7.4. COMUNICAR CON PC

Permite transferir la información del equipo al pc. Se descarga cada medición en una pc que tenga instalado el software que se desarrolló con el equipo, utilizando un puerto RS 232.

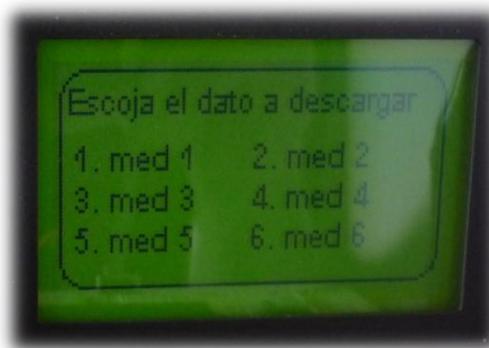


Figura 17: Comunicar con PC

7.4.1. Software Telu 1.1.0

Con este software se descargan los datos del teluometro.

Para iniciar la descarga se selecciona el puerto y se escoge la opción conectar, desde el teluometro se envían los datos hacia la pc.

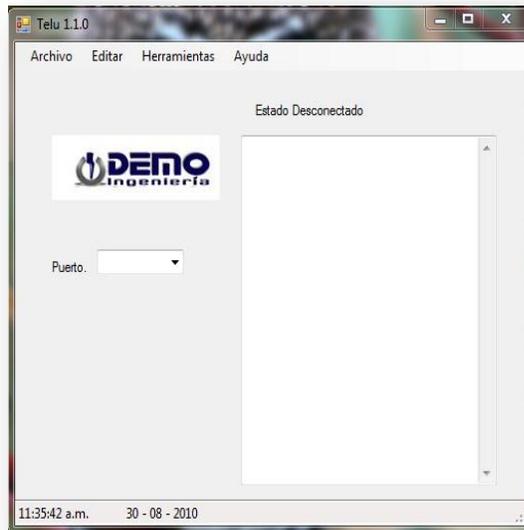


Figura 18: Telu 1.1.0

Los datos obtenidos no son manipulables en el archivo fuente cuya extensión es .dem, sin embargo, existe la opción de exportar los datos como .txt. Esto con el fin de dar fidelidad a los resultados de la medición.

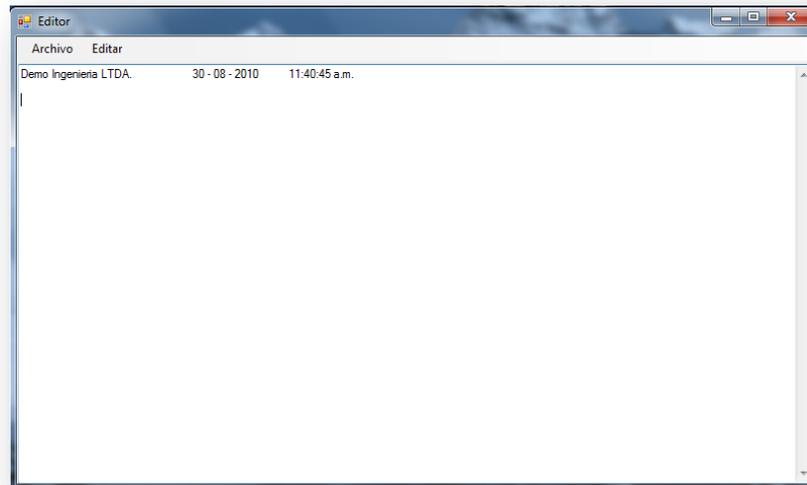


Figura 19: Editor Telu 1.1.0

CONCLUSIONES

Siendo fiel a la investigación que se ha llevado a cabo durante años, con la ayuda del ingeniero AGUSTÍN SOTO OTÁLORA, director de la pasantía y gracias a DEMO INGENIERIA LTDA. Se puede llegar a la siguiente conclusión:

Proteger a las personas del peligro que representa el uso de las instalaciones eléctricas, involucra principalmente a los sistemas de puesta a tierra.

El sistema de seguridad atribuida a una puesta a tierra se puede definir mediante varios parámetros ya expuestos. Para no ahondar mucho en el tema, como se ha mencionado, el equipo ideal de medición utilizado para la medición de esos parámetros, es el teluometro.

Precisamente esta investigación va encaminada a eso, a diseñar e implementar un teluometro muti-frecuencia, que además de cumplir con las funciones de los equipos ya existentes y a diferencia de ellos, pensando en el usuario y en la eficacia y calidad del trabajo, las innovaciones que se quieren efectuar son:

1. El usuario dispone de un teclado numérico para controlar el equipo y una pantalla GLCD de 128x64 pixeles para observar los datos que se obtienen.
2. Los programas para medir tensión, corriente y controlador del potenciómetro digital, se agrupan.
3. El equipo dispone de almacenamiento en memoria, donde almacena los datos de las mediciones.
4. Si se quiere descargar los datos que se tienen almacenados en la memoria, se conecta a una computadora.
5. La memoria tiene capacidad para guardar 100 datos.
6. Se puede borrar la memoria total o parcial del equipo.



Bogotá, D.C., 02 de Septiembre de 2010

DE-094/2010

Señores:

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERIA**

Atn.: Ing. Edilberto Polania Puentes
Coordinador de Pasantías
Neiva - Huila

Respetados señores.

Con el presente estamos certificando que el señor Diego Armando Graffe Cantillo, identificado con c.c. 1075223570 de Neiva, ha realizado satisfactoriamente las actividades que le fueron encomendadas en el área de Ingeniería Electrónica, en desarrollo del acuerdo de pasantía celebrado con la Universidad.

El proyecto encomendado es un documento privado entre DEMO INGENIERA LTDA y DIEGO ARMANDO GRAFFE CANTILLO, está amparado por una cláusula de confidencialidad y no podrá ser difundido sin autorización de nosotros.

Todos los derechos de este proyecto son propiedad de DEMO INGENIERA LTDA, por tal motivo no se autoriza incluirlos ni exponerlos en el informe que presentará el pasante.

Sin otro particular y agradeciendo de antemano la atención prestada, nos suscribimos de Ustedes,

Atentamente,

EDNA VICTORIA CESPEDES PARRA
CC 31.409.560
Representante Legal

TELUROMETRO MULTI-FRECUENCIA

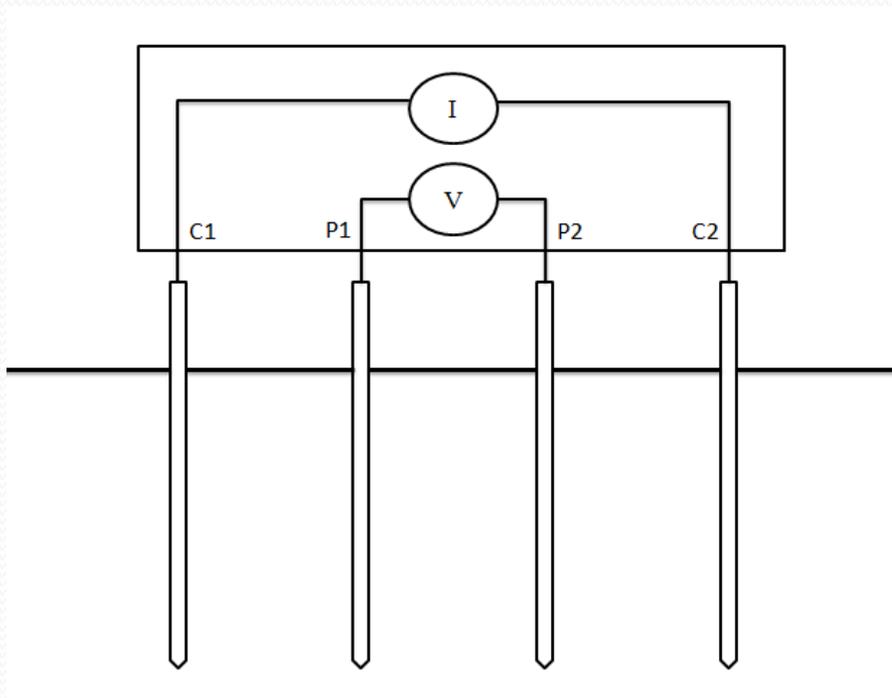
Pasantía ejecutada en DEMO INGENIERIA LTDA. Con el fin de diseñar e implementar un telurometro multi-frecuencia

Diego Armando Graffe Cantillo

¿Que es un Telurometro?

Es un equipo que sirve para efectuar mediciones en Sistemas de Puesta a Tierra en parámetros tensión, resistencia y resistividad.

¿Cómo funciona un telurometro?

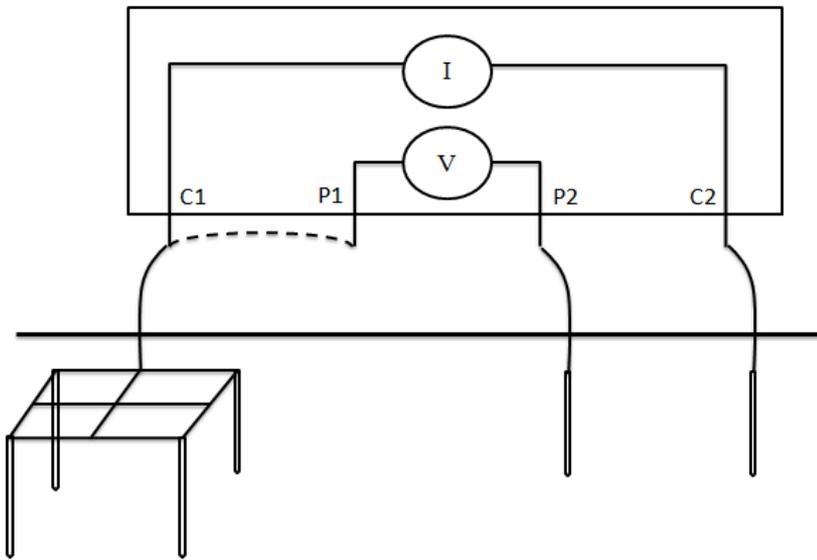


Resistividad (método Wenner):

Se inyecta una corriente a través de la tierra entre dos electrodos C_1 y C_2 mientras que el potencial que aparece se mide entre dos electrodos P_1 y P_2 . Estos electrodos están enterrados en línea recta y a igual separación entre ellos. La razón V/I es conocida como la resistencia aparente. La resistividad aparente del terreno es una función de esta resistencia y de la geometría del electrodo.

Resistencia:

En este caso se utilizan tres electrodos. La razón de V/I es la resistencia de puesta a tierra para un arreglo particular.



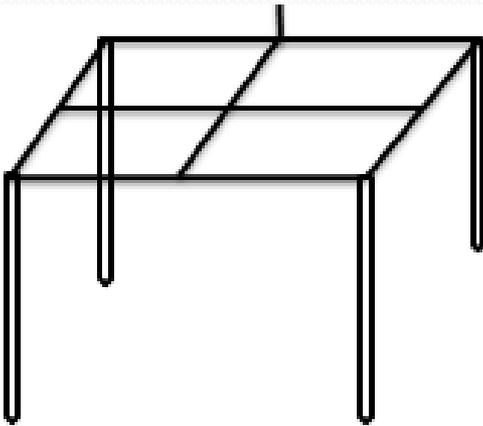
Sistemas de puesta a tierra (SPT)

De acuerdo con la forma de construcción las puestas a tierra se dividen en dos:

- No interconectadas
- Interconectadas

Cada una requiere de un dispositivo de medición particular

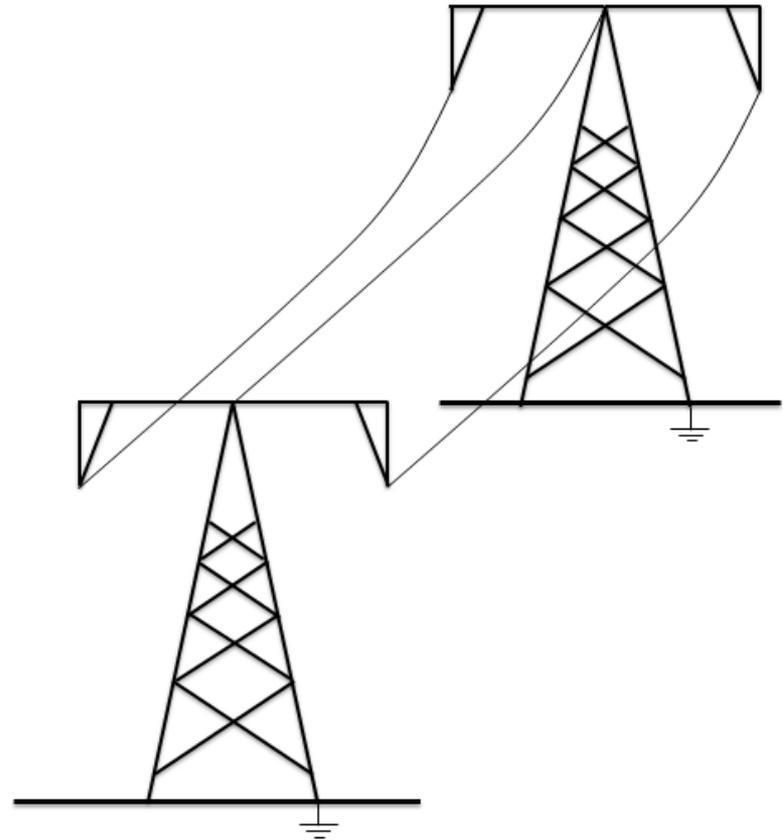
Sistemas de puesta a tierra no interconectadas



- Una puesta a tierra es un conjunto de elementos metálicos interconectados e inmersos en el terreno. Un sistema de estos se puede encontrar en una vivienda, edificio, entre otros. La figura muestra una puesta a tierra conformada por una malla y varillas.

Sistemas de puesta a tierra interconectadas

- Son aquellas que se unen por conductores no enterrados, como por ejemplo en líneas de transmisión de potencia eléctrica. En la figura cada torre dispone de una puesta a tierra y se interconectan a través del conductor guarda.



OBJETIVO

Diseñar e implementar un telurometro con señal multi-frecuencia desde 1 kHz hasta 50kHz, con capacidad de medida hasta 20 k Ω

ESTRUCTURA DEL EQUIPO

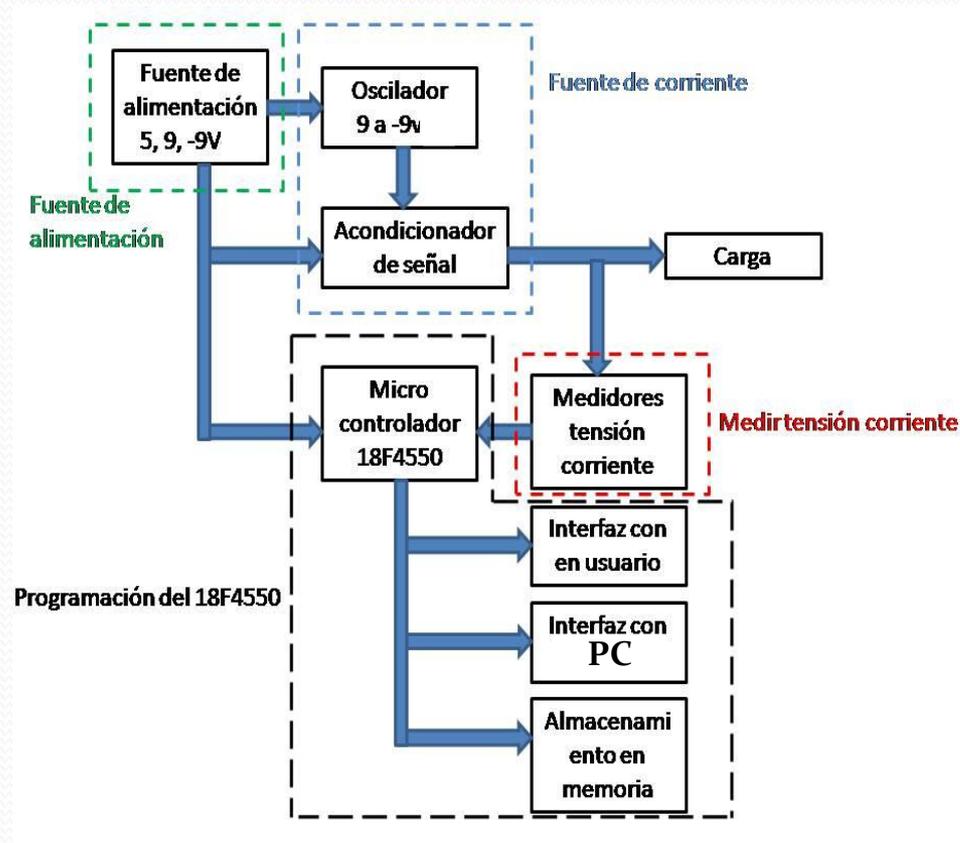


Figura 1: Planteamiento del problema

FUENTE DE ALIMENTACIÓN

Fuente: batería de 12V

Salidas:

- + 5V, para alimentar control y medición (integrados, LCD, entre otros)
- + 9V y -9V para generar la señal de prueba.



Figura 2: Fuente de alimentación

* Cargador de batería

Este es un cargador de baterías que se abre automáticamente cuando la batería esta 100% cargada

También nos indica cuando por medio de un led que la batería esta totalmente cargada

FUENTE DE CORRIENTE

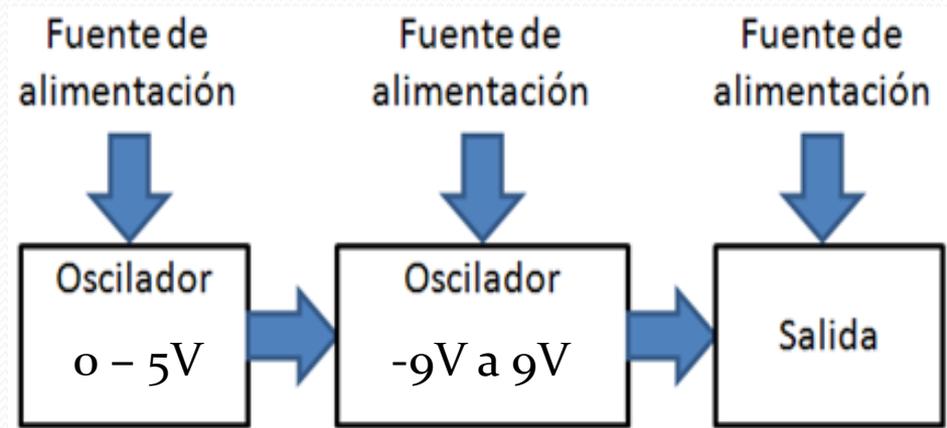


Figura 4: bloques fuente de corriente

- Oscilador 0-5V
- Oscilador (9V)-(-9V)
- Salida

* Oscilador 0-5V

Cuando el equipo nos pide escribir la frecuencia de trabajo internamente esta información pasa a un dispositivo que es el encargado de generar dicha frecuencia

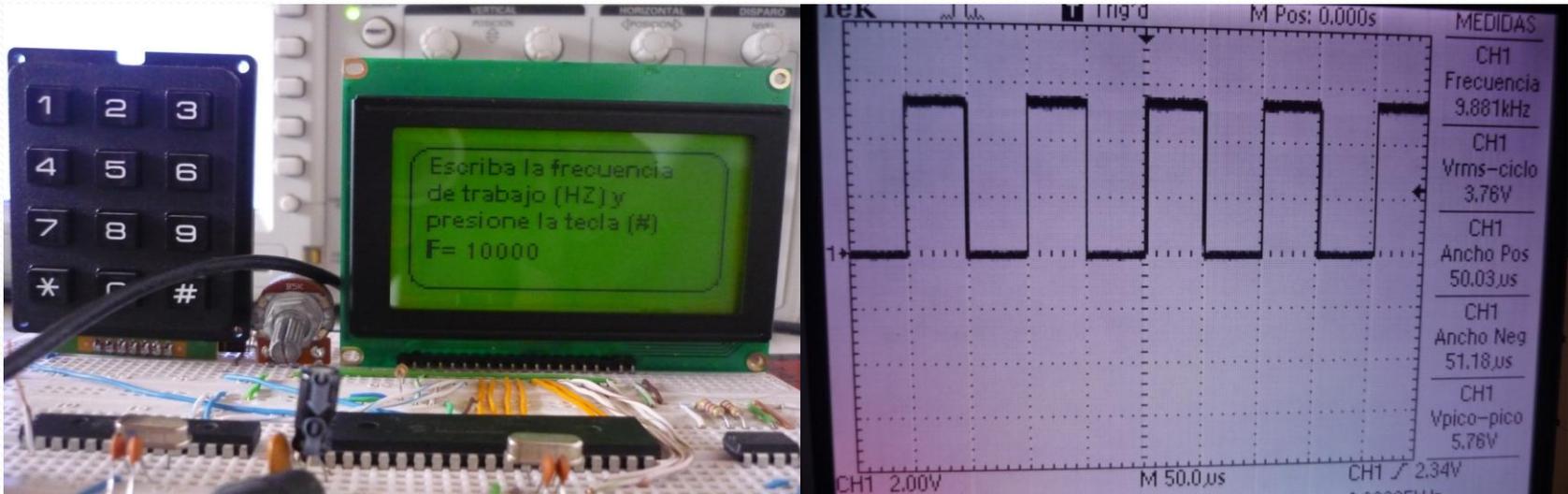


Figura 5: prueba de oscilador 0-5V

* Oscilador -9V – 9V

Al tener el oscilador de 0 – 5V ahora lo convertimos a un oscilador de -9V a 9V para este propósito tenemos un comparador

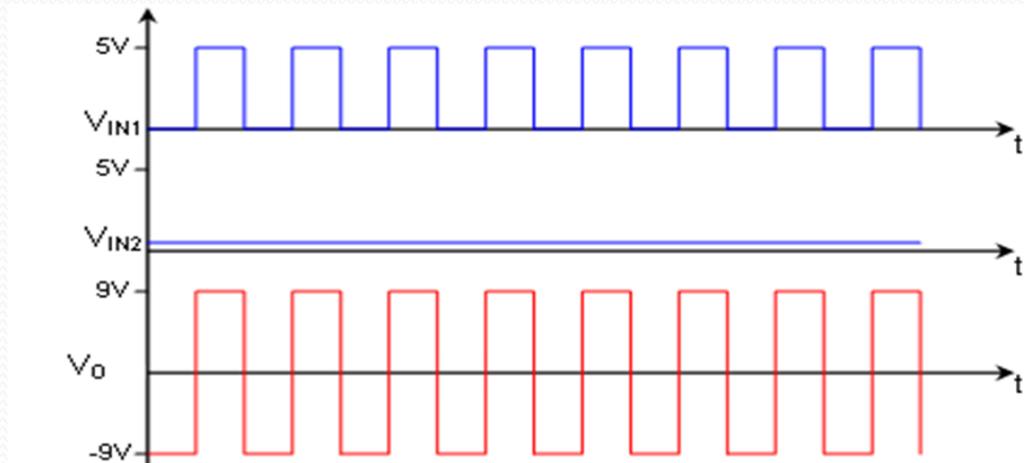


Figura 6: Oscilador -9V – 9V

Ahora como necesitamos que esta señal pueda ser variada en amplitud

* Oscilador -9V a 9V variable en amplitud

Para este propósito se utiliza un amplificador con ganancia unitaria, así se puede variar la tensión

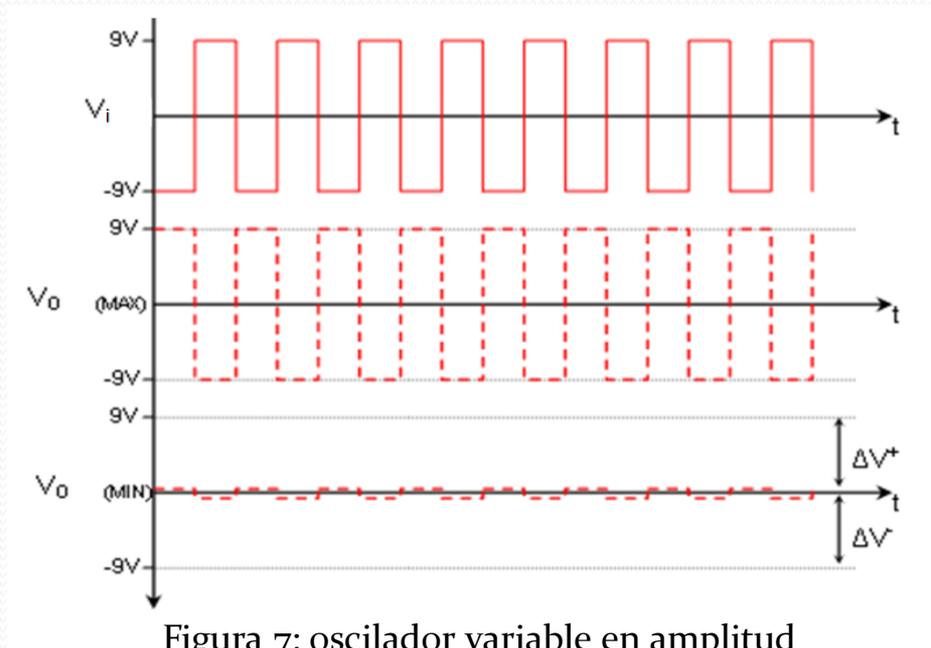


Figura 7: oscilador variable en amplitud

Salida

Para medir se aplica una corriente de 20 mA ó más a una tensión de acuerdo con el rango de medida, es decir, para 20 mA se aplica una tensión de 400 V, correspondiente a 20 k Ω .

MEDIR TENSIÓN Y CORRIENTE

Acondicionar:

Tensión

Corriente

* Acondicionamiento de señal para medir tensión

Para esto se dispone de un divisor de décadas para así encontrar la señal más adecuada para la medición

El equipo se acopla en el rango que considere más adecuado.

Los rangos son.

- o a 20Ω
- o a 200Ω
- o a $2K\Omega$
- o a $20K\Omega$

* Acondicionamiento de señal para medir corriente

Como se sabe la corriente no se puede medir directamente.

Por ende para este caso por medio de algunos dispositivos convertimos el valor de dicha corriente a tensión.

PROGRAMACIÓN MICRO- CONTROLADOR

Este es el cerebro del equipo

Es el encargado de todos los procesos

- Interfaz con el usuario
- Interfaz con la PC
- Almacenamiento en memoria

El código implementado en el micro-controlador junto con los planos del equipo no son expuestos en este informe ya que esta es información confidencial de la empresa **DEMO INGENIERÍA LTDA.**

Interfaz con el usuario

Para la interfaz con el usuario dispone de un teclado numérico y una pantalla GLCD



Figura 10: Teclado y pantalla

Menú principal

Desde este menú el usuario puede escoger una de las opciones que se presentan

1. Medir
2. Leer memoria
3. Borrar memoria
4. Comunicar con PC



Figura 11: menú principal

Medir

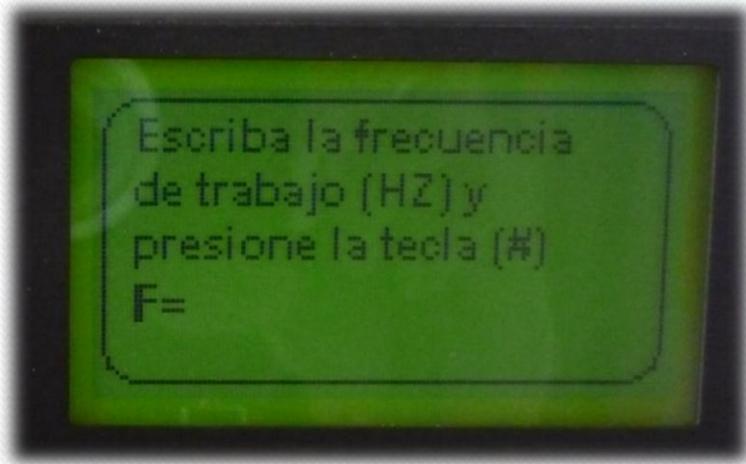


Figura 12: Frecuencia de trabajo

Al escoger la opción medir lo primero que nos pedirá será escribir la frecuencia a la que queremos trabajar, esta frecuencia se escribe en Hz y debe estar en un rango de 1000 hasta 50000

Luego de esto se presiona la tecla # para comenzar la medición.

Como se ve en la figura 13 aparte de mostrar el valor de la resistencia también se muestra el valor de la tensión y de la corriente que se aplica. Aquí tenemos dos opciones que son guardar o salir

1. guardar:
Al seleccionar esta opción guardamos la medición que estamos haciendo (se guardan 50 muestras) luego de guardar el equipo continua midiendo se pueden guardar hasta 100 mediciones
2. Salir
al escoger esta opción volveremos al menú principal y la frecuencia de trabajo se coloca en cero



Figura 13: Medición

Leer memoria

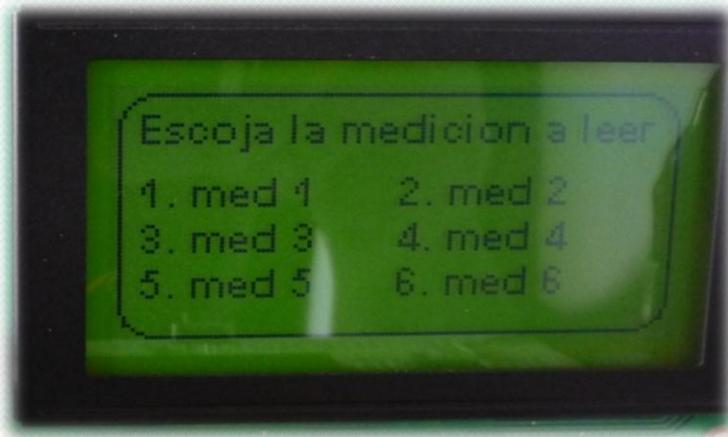


Figura 14: Leer memoria

En esta función podemos leer las mediciones que hayamos guardado en la memoria interna del equipo.

En el equipo podemos guardar hasta 100 mediciones que hagamos en campo, las cuales pueden ser leídas desde el mismo equipo o pueden ser descargadas a una computadora.

Simplemente escogemos la medida que vamos a leer

Borrar memoria

En esta opción borramos la memoria del equipo; se borran todas las mediciones que se estén guardadas

Interfaz con la PC

En esta opción podemos descargar las mediciones que hemos guardado en la memoria del equipo.

Se descargan una a una las mediciones; por medio de un software son leídas y guardadas en una computadora por medio del puerto RS-232.

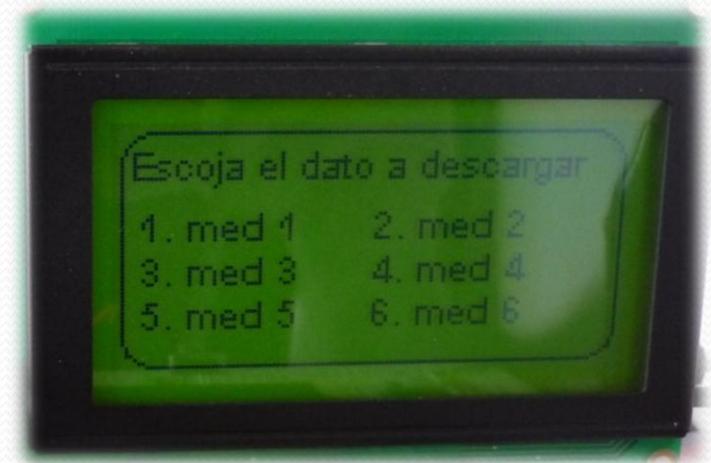


Figura 15: Interfaz con PC

Software Telu 1.1.0

Con este software se descargan los datos del teluometro

Antes de hacer la descarga debemos escoger el puerto a utilizar y después damos archivo conectar; el software queda en espera que se le envíen los datos desde el teluometro

Luego podemos guardarlos, para poder manipular los datos debemos dar archivo, abrir se abrirá el archivo en una ventana de edición de texto

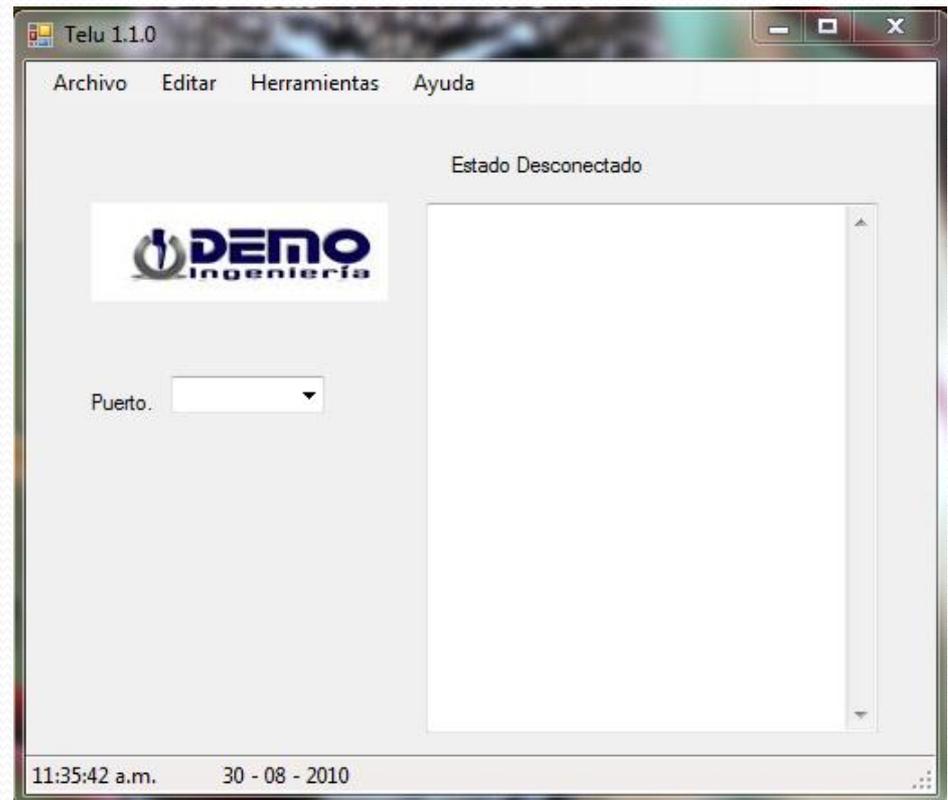
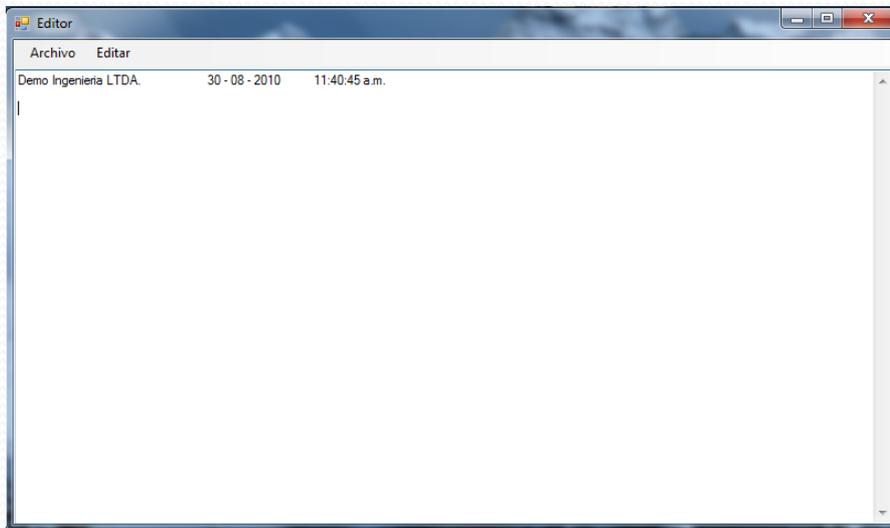


Figura 16: Telu 1.1.0

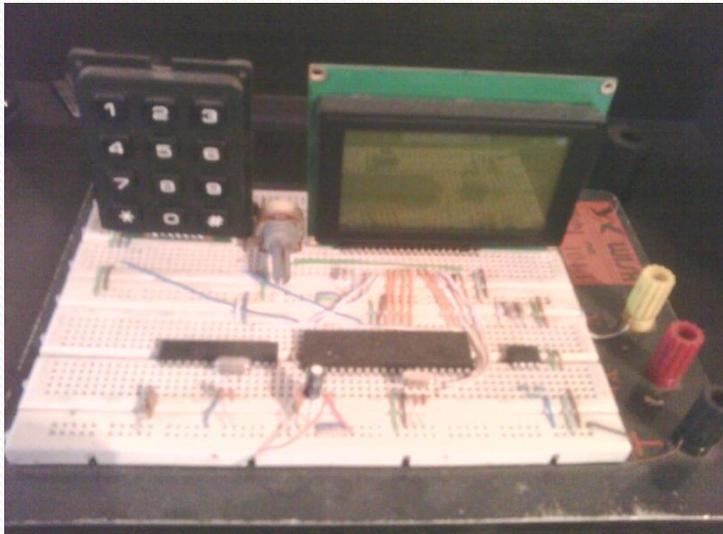
Editor

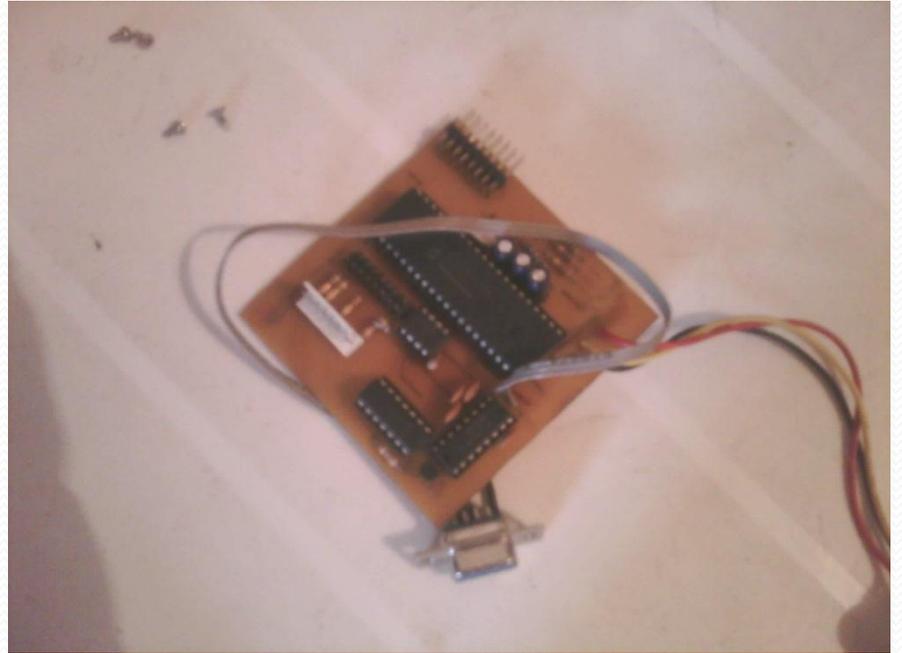
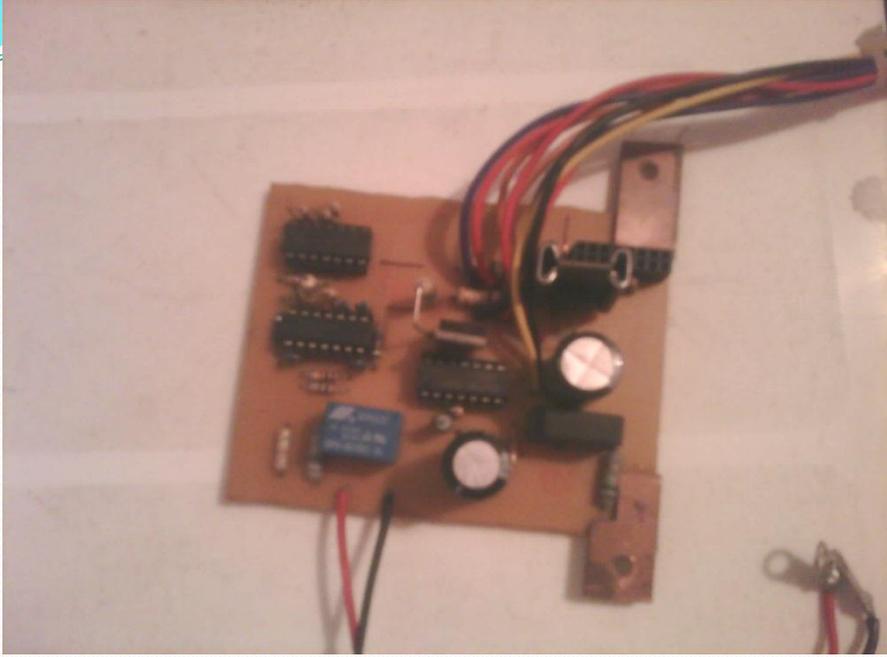


En este editor podemos manipular los datos que hemos descargado del equipo

Podemos guardar este archivo con una extensión .dem que nos permite darle seguridad a los datos; solo pueden ser leídos por este software o también se pueden guardar en un formato plano (.txt) para poder ser abierto en cualquier editor

Registro fotográfico









GRACIAS