



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

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA E  
INSTRUMENTACIÓN**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN**

**TEMA: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN DISPOSITIVO  
CONVERSOR CON RECEPCIÓN USB, ETHERNET Y RS- 232 A ENVIAR  
MEDIANTE ETHERNET, WI-FI Y USB CON UNA TARJETA RASPBERRY  
PI; PARA EL MONITOREO DE LOS EQUIPOS DEL LABORATORIO DE  
CIRCUITOS ELECTRÓNICOS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS  
ARMADAS - ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA”**

**AUTOR:**

**CRESPO VARGAS EDISON MAURICIO**

**DIRECTOR: MSc. DAVID RIVAS**

**CODIRECTOR: ING. MARCELO ALVAREZ**

**LATACUNGA**

**2015**

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE

INGENIERÍA ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

### **CERTIFICADO**

MSc. David Rivas (DIRECTOR)

Ing. Marcelo Álvarez (CODIRECTOR)

### **CERTIFICAN**

Que el trabajo titulado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN DISPOSITIVO CONVERTOR CON RECEPCIÓN USB, ETHERNET Y RS-232 A ENVIAR MEDIANTE ETHERNET, WI-FI Y USB CON UNA TARJETA RASPBERRY PI; PARA EL MONITOREO DE LOS EQUIPOS DEL LABORATORIO DE CIRCUITOS ELECTRÓNICOS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA”, realizado por los Señor Edison Mauricio Crespo Vargas, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico y aplicable para el desarrollo profesional, se recomiendan su aplicación.

El mencionado trabajo consta de un documento empastado y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat (pdf). Autorizan el Señor Edison Mauricio Crespo Vargas, que lo entregue al Ing. Franklin Silva, en su calidad de Director de Carrera.

Latacunga, Mayo del 2015

-----  
MSc. David Rivas  
DIRECTOR

-----  
Ing. Marcelo Álvarez  
CODIRECTOR

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE

INGENIERÍA ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

## **DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

EDISON MAURICIO CRESPO VARGAS

DECLARO QUE:

El proyecto de grado denominado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN DISPOSITIVO CONVERTOR CON RECEPCIÓN USB, ETHERNET Y RS-232 A ENVIAR MENDIANTE ETHERNET, WI-FI Y USB CON UNA TARJETA RASPBERRY PI PARA EL MONITOREO DE LOS EQUIPOS DEL LABORATORIO DE CIRCUITOS ELECTRÓNICOS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA”, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan el pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, Mayo del 2015

-----  
Edison Mauricio Crespo Vargas

C.C.: 0503260689-9

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE

INGENIERÍA ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

## **AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN**

Yo: Edison Mauricio Crespo Vargas

Autorizo a la UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE, la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del Trabajo “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN DISPOSITIVO CONVERTOR CON RECEPCIÓN USB, ETHERNET Y RS- 232 A ENVIAR MENDIANTE ETHERNET, WI-FI Y USB CON UNA TARJETA RASPBERRY PI PARA EL MONITOREO DE LOS EQUIPOS DEL LABORATORIO DE CIRCUITOS ELECTRÓNICOS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Mayo 2015

-----  
Edison Mauricio Crespo Vargas

C.C.: 0503260689-9

## DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis principalmente a Dios, por darme la vida y sus bendiciones por permitirme concluir un paso más en mi vida profesional.

A mis padres, David y María por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su amor y apoyo incondicional. A mis hermanos Daniel y Ricardo por su apoyo incondicional.

A todas y cada una de las personas que ayudaron directa e indirectamente en la culminación de este proyecto.

*Edison.*

## AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento a Dios, por las bendiciones recibidas en el transcurso de mi vida.

A mis Padres, David Crespo y María Vargas, mi eterno agradecimiento ya que me apoyaron incondicionalmente sin ellos este logro no hubiera sido posible, ya que los mismos fueron esa base para poder hacer este sueño una realidad.

A mis Hermanos Daniel y Ricardo, por su apoyo.

De manera especial al MSc. David Rivas y al Ing. Marcelo Álvarez quienes en calidad de tutores, aportaron con sus conocimientos y experiencia.

Y a todas las personas que de una u otro forma aportaron para que el presente proyecto haya llegado a su feliz término.

*Edison.*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA .....	i
CERTIFICADO .....	ii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD .....	iii
AUTORIZACIÓN .....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN .....	xv
ABSTRACT .....	xvi
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>1. FUNDAMENTO TEÓRICO.....</b>	<b>1</b>
1.1 Justificación .....	1
1.2 Planteamiento.....	1
1.3 Objetivos:.....	2
1.3.1 Objetivo General: .....	2
1.3.2 Objetivos Específicos:.....	2
1.4 Introducción del Proyecto .....	3
1.5 Marco Teórico.....	3
1.5.1 Hubs.....	3
a. Tipos de Hubs: .....	4
1.5.2 Concentradores de Datos .....	5
a. Trama de red.....	6

b.	Campos de delimitación .....	6
c.	Campo de dirección .....	7
d.	Campo de control .....	7
e.	Campo de información .....	7
f.	Campo para la secuencia de comprobación de la trama .....	7
1.5.3	Controladores.....	7
1.5.4	Puertos de comunicación .....	9
a.	Ethernet.....	9
a.1	Tipos de cables .....	10
a.2	Diferencias entre sus categorías .....	11
a.3	Tipos De Conexiones .....	12
b.	RS- 232 .....	12
b.1	Conectores DB9 .....	13
b.2	Null módem .....	14
c.	USB.....	15
c.1	Método de Funcionamiento .....	15
c.2	Controlador.....	16
c.3	Diagrama de capas .....	17
c.4	Distribución de pines del Cable USB.....	18
d.	Comunicación inalámbrica Wi-Fi.....	19
d.1	Rango y flujo de datos.....	19
1.5.5	Pantalla touch screen 7' .....	20
a.	Tipos de Touch Screen .....	20
a.1	Resistivas.....	21
b.	Características de las Pantallas Touch Screen .....	21
b.1	Touch Screen Accutouch: .....	21



b.2	Touch Screen IntelTouch: .....	21
b.3	TouchScreen SecureTouch:.....	22
b.4	TouchScreen Itouch: .....	22
1.5.6	Python .....	22
a.	Características del lenguaje .....	23
a.1.	Propósito general .....	23
a.2.	Multiplataforma.....	23
a.3.	Interpretado.....	24
a.4.	Interactivo.....	24
a.5.	Funciones y librerías .....	24
<b>CAPÍTULO II.....</b>		<b>25</b>
<b>2</b>	<b>DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN.....</b>	<b>25</b>
2.1	Diagrama de bloques del proyecto a realizar.....	25
2.2	Estructura de programación.....	26
2.2.1	Comandos SCPI.....	27
2.3	Equipos de Medición.....	29
2.3.1	Multímetro GDM 8246 .....	29
a.	Comandos SCPI del Multímetro GDM 8246.....	30
2.3.2	Multímetro Digital Agilent 34410A/11A 6 ½.....	31
a.	Comandos SCPI del Multímetro Agilent 34410 A.....	32
2.3.3	Osciloscopio Agilent InfiniiVision 2000 X-Series .....	33
a.	Módulo opcional LAN/VGA o GPIB .....	34
b.	Para establecer una conexión LAN .....	34
b.1	Configuración automática.....	34
b.2	Configuración manual .....	35

c.	Comandos SCPI del Multímetro Osciloscopio Agilent.....	36
2.4	Implementación del Conversor .....	37
2.4.1	Raspberry Pi modelo b .....	37
2.4.2	BCM2835 .....	38
2.4.3	Características .....	39
2.4.4	GPIO de la Raspberry Pi.....	40
2.4.5	Conversor RS232 a TTL con MAX3232 .....	42
2.4.6	Hub USB .....	42
2.4.7	USB Ethernet .....	44
2.4.8	Full Dúplex .....	44
2.4.9	Diseño portátil .....	45
2.4.10	Mini tarjeta USB Wireless N Nexxt Nano Lynx 150.....	45
2.5	Software.....	45
2.5.1	Instalación del sistema Operativo.....	46
2.5.2	Instalación de la touch Screen .....	47
2.5.3	Configuración de las interfaces .....	50
a.	Configuración del wifi .....	50
b.	Configuración de la IP estáticas .....	53
c.	Instalación del serial.....	54
d.	Configuración del USB .....	56
2.5.4	Servidores remotos .....	57
a.	Escritorio remoto Raspberry Pi.....	57
b.	Servidor VNC .....	58
2.6	Desarrollo de la aplicación.....	59

<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>69</b>
<b>3 PRUEBAS Y RESULTADOS OBTENIDOS.....</b>	<b>69</b>
3.1 Pruebas con el Multímetro GDM 8246.....	69
3.2 Prueba con el multímetro Agilent 34410 A.....	71
3.3 Prueba con el osciloscopio Agilent serie 2000 A .....	73
3.4 Pruebas de conexión al computador por Ethernet y wifi .....	74
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>76</b>
<b>4 ANÁLISIS ECONÓMICO .....</b>	<b>76</b>
4.1 Proyectos futuros .....	78
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>80</b>
<b>5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>80</b>
5.1 Conclusiones .....	80
5.2 Recomendaciones .....	81
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>83</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>87</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1.	Tabla comparativa de mini comoutadores .....	8
Tabla 1.2.	Formato de trama Ethernet .....	9
Tabla 1.3.	Distribuciòn de pines del puerto RS-232.....	13
Tabla 1.4.	Estándares de frecuencia de Wi-fi .....	20
Tabla 2.1.	Comando Scpi Del Multímetro Gdm 8246 .....	31
Tabla 2.2.	Comando Agilent 34410a .....	33
Tabla 2.3.	Comandos Utilizados En El Osciloscopio Agilent .....	36
Tabla 2.4.	Funciones Del Multímetro Gdm 8246 .....	61
Tabla 2.5	Rangos De Las Funciones Gdm 8246 .....	611
Tabla 2.6	Comandos Scpi Pregunta Respuesta Del Gdm 8246 .....	621
Tabla 2.7.	Funciones Del Multímetro Agilent 34410 A.....	644
Tabla 2.8	Comandos Scpi Pregunta Respuesta Agilent 34410 A.....	654
Tabla 2.9.	Comandos Scpi Pregunta Respuesta Del Osciloscopio .....	687
Tabla 4.1.	Análisis Económico .....	776

## ÌNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Concentrador de puertos .....	5
Figura 1.2	Tipos De Conexión Ethernet.....	12
Figura 1.3	Conectores Db9.....	14
Figura 1.4	Modelo Nulo.....	14
Figura 1.5	Estructura De Capas De Un Bus Usb .....	16
Figura 1.6	Capas Del Sistema De Comunicación Usb.....	17
Figura 1.7	Pines Usb .....	19
Figura 2.1	Diagrama De Bloques General Para La Implementación Del Conversor De Datos.....	25
Figura 2.2	Estructura De Programación.....	26
Figura 2.3	Estructura Por Niveles De Comandos Scpi .....	27
Figura 2.4	Árbol De Mando.....	28
Figura 2.5	Cabecera Del Comando Con Parámetros .....	28
Figura 2.6	Multímetro Gdm 8246 .....	30
Figura 2.7	Agilent 34410 A .....	31
Figura 2.8	Modulo Lan/Vga.....	34
Figura 2.9	Esquema Raspberry Pi Modelo B.....	38
Figura 2.10	Mapa De La Memoria Bcm2835 .....	40
Figura 2.11	Gpio Raspberry Pi B.....	41
Figura 2.12	Sistemas Bcm Y Board.....	41
Figura 2.13	TTL Rs-232.....	42
Figura 2.14	Hub Usb.....	43
Figura 2.15	Usb Ethernet.....	44
Figura 2.16	Mini Usb Wifi.....	45
Figura 2.17	Secuencia De Instalación Del Software.....	46
Figura 2.18	Diagrama De Bloques De La Instalación Del Sistema Operativo.....	47
Figura 2.30	Diagrama De Bloques De La Configuración De Las Interfaces De Comunicación.....	50
Figura 2.31	Wifi Config .....	51
Figura 2.32	Reconocimiento De La Red.....	51

Figura 2.33	Identificación De Las Redes Encontradas .....	52
Figura 2.34	Adquisición De Una Dirección Ip .....	53
Figura 2.35	Escritorio Remoto De Windows 7 .....	58
Figura 2.36	Ventana Principal.....	59
Figura 2.37	Diagrama De Flujo De La Ventana Principal .....	59
Figura 2.38	Ventana Gdm 8246.....	60
Figura 2.39	Diagrama De Flujo La Adquisición De Datos Del Multímetro Gdm 8246 .....	63
Figura 2.40	Ventana Agilent 34410 A .....	63
Figura 2.41	Diagrama De Flujos De Las Mediciones Del Multímetro Digital Agilent 34410 A.....	66
Figura 2.42	Ventana Osciloscopio Agilent .....	67
Figura 2.43	Diagrama De Flujo De La Adquisición De Datos Del Osciloscopio.....	68
Figura 3.1	Datos Adquiridos Por Serial Del Multímetro Gdm 8246 .....	69
Figura 3.2	Medición Del Multímetro Gdm 8246 .....	70
Figura 3.3	Archivo Txt Registro De Una Variable. ....	70
Figura 3.4	Archivo Txt Con 20 Mediciones .....	70
Figura 3.5	Adquisición De Datos Del Multímetro Agilent 34410 A.....	71
Figura 3.6	Medición De Multímetro Agilent 34410 A.....	72
Figura 3.7	Archivo Txt Del Multímetro Agilent 34410 A .....	72
Figura 3.8	Archivo Txt Con 7 Mediciones .....	73
Figura 3.9	Adquisición De Datos Del Osciloscopio.....	73
Figura 3.10	Gráfica En El Osciloscopio .....	74
Figura 3.11	Escritorio Remoto .....	75
Figura 3.12	Escritorio Remoto Al Modo Gráfico De La Raspberry Pi .....	75

## RESUMEN

El presente proyecto tiene como propósito el diseño e implementación de un conversor de puertos de comunicación, con una tarjeta Raspberry PI o mini computador donde se utiliza tecnología de bajo costo, trabajar con software libre en sistema operativo y software de aplicación, para lo cual se debe establecer el software respectivo para la tarjeta que coordine las interfaces de comunicación. Se va a realizar una red híbrida, en la cual permitirá la adquisición y monitoreo de los diferentes equipos de medida del laboratorio, utilizando la tarjeta Raspberry PI como un concentrador de puertos y procesamiento de datos de cada instrumento. Además realizara cableado de las interfaces de comunicación, de los equipos de laboratorio para la adquisición de las tramas de los instrumentos de medida de laboratorio utilizando los comandos SCPI que permita enviar los datos suficientes para realizar monitoreo desde la tarjeta realizando sub-string para el procesamiento de datos, posterior a ser visualizado en una pantalla touch screen o remotamente desde un computador o un dispositivo móvil mediante wifi o Ethernet permitiendo observar las mediciones de una variables durante un determinado tiempo para realizar un estudio de las características de respuesta del elemento o variable eléctrica que está midiendo.

### **PALABRAS CLAVE:**

- **INTERFACES DE COMUNICACIÓN**
- **TARJETA RASPBERRY PI**
- **SOFTWARE PYTHON**
- **PUERTOS DE COMUNICACIÓN**

## **ABSTRACT**

This project aims to design and implement a communication port converter with a Raspberry Pi mini card or computer where low-cost technology is used, work with free software operating system and application software, for which you must set the respective software for the card that coordinates communication interfaces. It will make a hybrid network, which will allow the acquisition and monitoring of various laboratory equipment for measuring, Raspberry Pi using the card as a hub port and data processing of each instrument. Moreover perform wiring of communication interfaces, laboratory equipment for the acquisition of frames measuring instruments laboratory using the SCPI commands that can send enough data for monitoring from performing sub-string card processing data back to be displayed on a touch screen or remotely from a computer or mobile device via wifi or Ethernet allowing observe the measurements of a variable for a certain time for a study of the response characteristics of the element or electric Variable you are measuring.

### **KEYWORDS:**

- **COMMUNICATION INTERFACES**
- **CARD RASPBERRY PI**
- **PYTHON SOFTWARE**
- **COMMUNICATION PORTS**



# CAPÍTULO I

## 1. FUNDAMENTO TEÓRICO

### 1.1 Justificación

El presente proyecto consiste en diseñar e implementar un dispositivo conversor de puertos permitiendo el monitoreo remoto y registro de los equipos del Laboratorio de Circuitos Electrónicos, teniendo características innovadoras se realizará el proyecto con una tecnología que existe actualmente. Se conseguirá realizar el envío y monitoreo de información de los equipos de laboratorio desarrollado con tecnología de bajo costo que permitirá a los equipos conectarse a una red.

Utilizando tecnología actual investigando y estableciendo el software libre más adecuado que gestione la tarjeta Raspberry Pi con una de sus versiones en Linux. El dispositivo marcará la adquisición de datos, registrado de los equipos de laboratorio en tiempo real, se desarrollará una aplicación didáctica para el monitoreo que permita clasificar la adquisición de datos, una interfaz gráfica amigable para el docente.

El conversor de puertos realizará hardware y software permitiendo ser utilizados por los docentes para el monitoreo de los equipos de laboratorio desde el PC o un dispositivo móvil sea este Smartphone o Tablet.

### 1.2 Planteamiento

La investigación sobre los convertidores múltiples para los equipos de medición en el Laboratorio de Circuitos Electrónicos de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE Extensión Latacunga, es un proyecto innovador ya que al utilizar la tarjeta Raspberry Pi de bajo costo como un concentrador para la comunicación entre diferentes interfaces permitiendo procesar y monitorear las tramas de los datos adquiridos de los equipos de medición.

Para efectuar esta investigación se realizará con una tarjeta Raspberry PI compatibles con los equipos del laboratorio de Circuitos Electrónicos para ello se implementará un conversor de comunicaciones que interactúe con multímetros, osciloscopios que tengan una interface de comunicación en la que se deberá realizar el estudio de las diferentes tramas que tiene cada equipo como entradas se tiene las interfaces serial, USB y Ethernet; permitiendo ser convertidas y enviadas como salidas por puerto Ethernet y wifi lo cuales ayudarán al docente al monitoreo remoto y registro de las prácticas estudiantiles.

Por otra parte, el problema principal es que los equipos de laboratorio que tienen interface RS-232 no permiten manejarse en una red y no permiten el almacenamiento de información para el análisis de resultados. Además en el laboratorio no hay equipos que integren varias formas de transmisión de datos ya sean alámbrica o inalámbrica.

### **1.3 Objetivos:**

#### **1.3.1 Objetivo General:**

- Diseñar e implementar de un dispositivo conversor con recepción USB, Ethernet y RS-232 a enviar mediante Ethernet, Wi-fi y USB con una tarjeta Raspberry PI para el monitoreo de los equipos de medida de laboratorio de Circuitos Electrónicos de la Universidad De Las Fuerzas Armadas - ESPE Extensión Latacunga

#### **1.3.2 Objetivos Específicos:**

- Analizar cuáles son los diferentes puertos de comunicación de los equipos y las tramas que generan.

- Implementar un dispositivo capaz de convertir puertos de comunicación (USB, Ethernet, RS 232) en un puerto de salida que empaquete las tramas de los puertos anteriormente mencionados.

- Diseñar una aplicación didáctica que permita observar la señal convertida en el dispositivo mediante la tarjeta Raspberry Pi para luego ser visualizada en un Pantalla táctil.

- Monitoreo mediante un dispositivo móvil con la aplicación didáctica que puede ser utilizada por el docente.

- Realizar un análisis de resultados obtenidos del conversor de puertos de comunicaciones.

- Ejecutar pruebas, ajuste para resultados del funcionamiento del sistema conversor de puertos.

## **1.4 Introducción del Proyecto**

Para la elaboración de un conversor con diferentes puertos de entrada y salida o un conmutador que permita la adquisición de datos y monitoreo inalámbrico se debe utilizar un micro-computador como herramienta didáctica en aplicaciones específicas que permita actuar como un dispositivo de adquisición de datos de diferentes interfaces de comunicación y permita una visualización por un puerto de video o HDMI, considerado como un computador Pentium 4, se creará una aplicación que admita comunicar los equipos de medida del laboratorio y además que ceda visualizar todas las mediciones realizadas por los equipos desde otro laboratorio por un dispositivo móvil teniendo como controlador la tarjeta Raspberry Pi.

## **1.5 Marco Teórico**

### **1.5.1 Hubs**

Los Hubs son los más básicos bloques de construcción para la conexión de computadoras, servidores, y dispositivos periféricos en una red. Son empleados como repetidores o concentradores; en este caso los Hubs son asignados a dispositivos en la red para que se comuniquen unos con otros, compartiendo información y recursos.

Los Hubs son utilizados para conectar dos o más segmentos Ethernet de cualquier tipo de medio. A medida que los segmentos exceden su longitud

máxima, la calidad de la señal comienza a deteriorarse. Además proveen la amplificación de señal requerida para permitirle a un segmento extenderse a una distancia mayor. Un hub toma cualquier señal entrante y la repite a todos los restantes puertos. Los Hubs Ethernet trabajan necesariamente en topologías estrella tales como 10BASE-T.

Una red de Hubs se la denomina como “shared Ethernet”, significan que todos los miembros de la red están habilitados para transmisión de datos sobre una red única (o dominio de colisión). Esto quiere decir que los miembros individuales de una red compartida obtendrán solo un porcentaje del ancho de banda total disponible. También se debe mencionar que los repetidores permiten a las redes extenderse más allá de las limitaciones normales de distancia, pero se encuentran aún limitados en el número de nodos que pueden ser soportados.

#### **a. Tipos de Hubs:**

##### **Hubs activos:**

La mayoría de los Hubs son activos, regeneran y retransmiten las señales del mismo modo que un repetidor. Como generalmente los Hubs tienen de ocho a doce puertos para conexión de equipos de la red, a menudo se les llama repetidores multi-puerto. Estos requieren corriente eléctrica para su funcionamiento.

##### **Hubs pasivos:**

Algunos tipos de Hubs son pasivos; como ejemplos están los paneles de conexión o los bloques de conexión (punch-down blocks). Actúan como puntos de conexión y no amplifican o regeneran la señal; la señal pasa a través del hub. Los Hubs pasivos no necesitan corriente eléctrica para funcionar.

##### **Hubs híbridos:**

Los Hubs híbridos son Hubs avanzados que permiten conectar distintos tipos de cables.

### 1.5.2 Concentradores de Datos

Es un equipo de red que trabaja en la capa 1 del modelo OSI. Es un concentrador multipuertos que reagrupa el conjunto de flujos de redes en sus puertos y sin preocuparse de alojadores emisores y receptores reenvía todo el flujo en la red.

Un concentrador sólo reenvía el paquete de información recibido hacia todos los periféricos conectados. De este modo, contrariamente al conmutador, no guarda en memoria las direcciones de los destinatarios. No es concebido para decodificar el paquete de información de entrada para encontrar la dirección MAC del destinatario.



**Figura 1.1 Concentrador de Puertos**

**Fuente: [1]**

Es por eso que podemos encontrar un hub en una red pero únicamente en caso de falta de un conmutador en ese momento. El principio del hub es utilizado en los dispositivos hub USB, que ofrecen varios puertos para conectar diferentes dispositivos. Sin embargo, los paquetes de datos que están en tránsito por el hub USB sólo son transmitidos al periférico elegido. Por su funcionamiento, se parece más a un switch que a un hub de red. [1]

Un convertidor de datos es un mecanismo que cambia un protocolo estándar de un dispositivo a un protocolo que se puede utilizar para facilitar la función de otro dispositivo. Convertidores de protocolo también se les conoce como traductores de protocolo. El proceso de convertidores de protocolo son esencialmente el software instalado en los routers que se usan para convertir la velocidad de datos, o la velocidad a la que los datos se transmiten y protocolos existentes en una red a los protocolos de la otra red que está enviando o recibiendo los datos. Convertidores de protocolo, como un traductor de idiomas, traducir los mensajes, o flujos de datos, entre las redes para interpretar fácilmente los datos. [2]

Los conversores de protocolos son dispositivos de comunicaciones que facilitan la interconexión de dispositivos de diferentes marcas o que están basados en distintos protocolos de comunicaciones. [2]

#### **a. Trama de red**

En una transmisión sincrónica se requiere de un nivel de sincronización adicional para que el receptor pueda determinar dónde está el comienzo y el final de cada bloque de datos se hace a través de una trama al transmitir presenta un bit al comienzo del bloque de datos y un bit al final con la información de control de los datos transmitidos en bloques .HDLC: Control de enlace de datos de alto nivel) es el protocolo más importante para el enlace de datos, no solo porque es el más utilizado, sino porque además es el protocolo más importante en la capa de enlace del modelo OSI que usa la transmisión sincrónica. [3]

#### **b. Campos de delimitación**

Están localizados en los dos extremos de la trama, y ambos corresponden a la siguiente combinación de bits 01111110 se puede usar un único delimitador como final y comienzo de la siguiente trama simultáneamente. A ambos lados de la interfaz entre el usuario y la red, los

receptores estarán continuamente intentando detectar secuencia de delimitación para sincronizarse con el comienzo de la trama.

#### **c. Campo de dirección**

Identifica a la estación secundaria que ha transmitido o que va recibir la trama. El campo de dirección tiene normalmente 8 bits, Este tipo de direccionamiento se utiliza cuando la estación primaria quiere enviar una trama a todas las secundarias.

#### **d. Campo de control**

Se definen tres tipos de tramas, cada una de ellas con un formato diferente para el campo de control. Las tramas de información (tramas-I) transportan los datos generados por el usuario, Las tramas de supervisión (tramas-S) proporcionan el mecanismo ARQ (Automatic Repeat Request) cuando la incorporación de las confirmaciones en las tramas de información no es factible. Las tramas no numeradas (tramas-N) proporcionan funciones complementarias para controlar el enlace.

#### **e. Campo de información**

Está presente en las tramas-I y en algunas tramas-N. Este campo puede contener cualquier secuencia de bits, con la única restricción de que el número de bits sea igual a un múltiplo entero 8. La longitud del campo de información es variable y siempre será menor que un valor máximo definido.

#### **f. Campo para la secuencia de comprobación de la trama**

La secuencia de comprobación de la trama (FCS, Frame Check Sequence) es un código para la detección de errores calculando a partir de los bits de la trama excluyendo los delimitadores. [3]

### **1.5.3 Controladores**

Para la realización de un conversor con diferentes interfaces en la que el controlador viene de un ordenador se puede utilizar los siguientes equipos:

## Mini-Computador

- Raspberry pi
- HummingBoard
- Banana Pi
- Odroid
- BeagleBone Black
- CubieBoard
- ODROID

**Tabla 1.1.**

**Tabla comparativa de Mini Computadores**

Mini-Computador									
	Raspbe rry Pi B	Humming Board	Banana Pi	Odroid	Beagle- Bone Black	Cubie- Board			
<b>SOC</b>	Broadc om BCM28 35	Broadcom BCM2835	Doble Nucle Cortex-A7	Samsun g	OMAP3530	AllWinner A10			
<b>CPU</b>	ARM11 ARMv6 700 MHz	ARM11 ARMv6 700 MHz	ARM Cortex A7 dualcore	ARM Cortex A15	ARM Cortex A8	ARM Cortex A8 a 1Ghz			
<b>RAM</b>	512 MB	512 MB	1 Ghz	2GB	256MB	4GB			
<b>USB</b>	2	2	2	6	1	2			
<b>RED</b>	Si 10/100 Mbps	Si 10/100 Mbps	Si 10/100 Mbps	Si 10/100 Mbps	Si 10/100 Mbps	Si 10/100 Mbps			
<b>PRECIO</b>	95 dólares	89 dólares	79 dólares	135 dólares	120 dólares	140 dólares			



## 1.5.4 Puertos de comunicación

### a. Ethernet

Ethernet es un estándar de redes de área local para computadores con acceso al medio por detección de la onda portadora y con detección de colisiones (CSMA/CD). Su nombre viene del concepto físico de ether. Ethernet define las características de cableado y señalización de nivel físico y los formatos de tramas de datos del nivel de enlace de datos del modelo OSI. [4]

Ethernet se tomó como base para la redacción del estándar internacional IEEE 802.3, siendo usualmente tomados como sinónimos. Se diferencian en uno de los campos de la trama de datos. Sin embargo, las tramas Ethernet e IEEE 802.3 pueden coexistir en la misma red como se muestra en la tabla 1.2.

**Tabla 1.2.**

#### Formato de la trama Ethernet

Preámbulo	Delimitador de inicio de trama	MAC de Destino	MAC de Origen	802.1Q Etiquetado (opcional)	Ethertype (Ethernet II) o longitud (IEEE 802.3)	Payload	Secuencia de comprobación (32-bit CRC)	Gap entre frames
<b>7 Bytes</b>	1 Byte	6 Byte	6 Byte	(4 Bytes)	2 Bytes	De 46 (o 42) hasta 1500 Bytes	4 Bytes	12 Bytes
64 - 1522 Bytes								
<b>72 - 1530 Bytes</b>								
<b>84 - 1542 Bytes</b>								

**Fuente: [4]**

La trama es lo que se conoce también por el nombre de "frame".

- El primer campo es el preámbulo que indica el inicio de la trama y tienen el objeto de que el dispositivo que lo recibe detecte una nueva trama y se sincronice.

- El delimitador de inicio de trama indica que el frame empieza a partir de él.
- Los campos de MAC (o dirección) de destino y origen indican las direcciones físicas del dispositivo al que van dirigidos los datos y del dispositivo origen de los datos, respectivamente.
- La etiqueta es un campo opcional que indica la pertenencia a una VLAN o prioridad en IEEE P802.1p
- Ethertype indica con que protocolo están encapsulados los datos que contiene la Payload, en caso de que se usase un protocolo de capa superior.
- La Payload es donde van todos los datos y, en el caso correspondiente, cabeceras de otros protocolos de capas superiores (Según Modelo OSI) que pudieran formatear a los datos que se tramiten (IP, TCP, etc). Tiene un mínimo de 46 Bytes (o 42 si es la versión 802.1Q) hasta un máximo de 1500 Bytes.
- La secuencia de comprobación es un campo de 4 bytes que contiene un valor de verificación CRC (Control de redundancia cíclica). El emisor calcula el CRC de toda la trama, desde el campo destino al campo CRC suponiendo que vale 0. El receptor lo recalcula, si el valor calculado es 0 la trama es válida.
- El gap de final de trama son 12 bytes vacíos con el objetivo de espaciado entre tramas.

### **a.1 Tipos de cables**

Los cables de red, para la transmisión y/o transferencia de datos, utilizados en la mayoría de las redes existentes pueden ser de cinco tipos:

UTP (par trenzado sin blindaje): Es por lo general no protegido, simplemente están aislados con un plástico PVC, por lo tanto sujetos a la interferencia electromagnética, con una longitud máxima de 100 metros, más longitud provocaría una pérdida de información y de la señal.

FTP (par trenzado frustrado o pantalla global): Los cables no están apantallados, pero si dispone de un apantallamiento global que mejora las

posibles interferencias externas, las propiedades de transmisión son muy similares a las del tipo de cables UTP.

STP (par trenzado con blindaje): Muy similar al UTP, pero protegido en una funda o malla metálica. Resiste mucho más a las perturbaciones externas y radiaciones electromagnéticas, suele ser utilizado para las conexiones entre dispositivos de comunicación de datos (Routers y Switchs), CPD, etc.

## **a.2 Diferencias entre sus categorías**

El cable del tipo UTP, suele ser el más utilizado y recomendado, por sus costes y manejo, para el hogar y conexiones locales en empresas. Existen varios tipos de categorías de este tipo de cable, que básicamente determinan a utilizar el término "CAT 5".

Categoría 1: Los cables se compone de dos pares de polos y se utiliza estrictamente para el uso del teléfono.

Categoría 2: Con una tasa máxima de 4 Mbits / seg, se utilizan principalmente para el uso del teléfono.

Categoría 3: También conocido como "Ethernet 10BaseT" con una velocidad máxima de 10 Mbits / seg. Hasta hace pocos años era el estándar para las redes corporativas y el hogar.

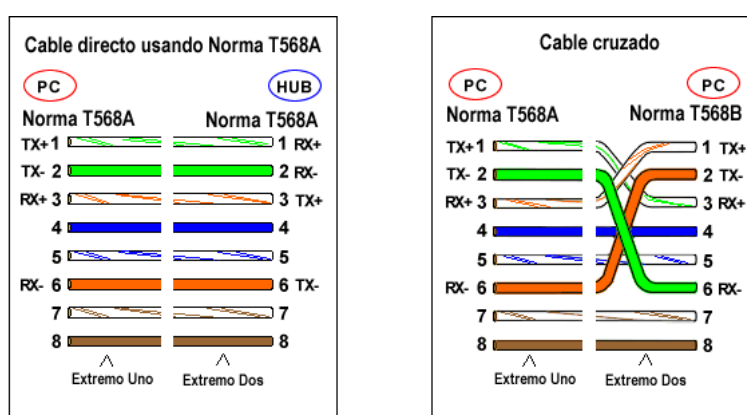
Categoría 4: Cable también conocido como "Ethernet 10baseT/TokenRing" con una velocidad máxima de 20 Mbits / seg.

Categoría 5: también conocido como "Ethernet 100BaseT/10BaseT" con una frecuencia máxima de 100 Mbits / seg. Ahora se usa en la mayoría de redes corporativas y del hogar. Con el tiempo se acabó convirtiendo en un estándar.

El término "RJ45" (ISO8877): Hace se refiere al conector utilizado en los dos extremos del cable para la conexión en sí. En el estándar actual es lo que se utiliza, por ejemplo, para interconectar el cable y la tarjeta Ethernet de su ordenador.

### a.3 Tipos De Conexiones

Por último, los dos tipos de montaje para estos serían: Cable cruzado y Cable directo o paralelo, se refieren a cómo se van a configurar los cables de red. Por lo general, para las conexiones entre el adaptador de red y un switch o routers con cable directo, mientras que para una conexión de 1 a 1 entre dos tarjetas de red (entre dos PCs) se haría mediante un cable cruzado.



**Figura 1.2 Tipos de conexión Ethernet**

**Fuente: [5]**

### b. RS- 232

El puerto serie RS-232C, presente en todos los ordenadores actuales, es la forma más comúnmente usada para realizar transmisiones de datos entre ordenadores. El RS-232C es un estándar que constituye la tercera revisión de la antigua norma RS-232, propuesta por la EIA (Asociación de Industrias Electrónicas), realizándose posteriormente un versión internacional por el CCITT, conocida como V.24. Las diferencias entre ambas son mínimas, por lo que a veces se habla indistintamente de V.24 y de RS-232C (incluso sin el sufijo "C"), refiriéndose siempre al mismo estándar.

El RS-232C consiste en un conector tipo DB-25 de 25 pines, aunque es normal encontrar la versión de 9 pines DB-9, más barato e incluso más extendido para cierto tipo de periféricos (como el ratón serie del PC). En

cualquier caso, los PCs no suelen emplear más de 9 pines en el conector DB-25. Las señales con las que trabaja este puerto serie son digitales, de +12V (0 lógico) y -12V (1 lógico), para la entrada y salida de datos, y a la inversa en las señales de control. El estado de reposo en la entrada y salida de datos es -12V. Dependiendo de la velocidad de transmisión empleada, es posible tener cables de hasta 15 metros. [6]

Cada pin puede ser de entrada o de salida, teniendo una función específica cada uno de ellos. Las más importantes se observa en la Tabla 1.3:

**Tabla 1.3.**

**Distribución de pines del puerto RS-232**

Pin	Función
<b>TXD</b>	(Transmitir Datos)
<b>RXD</b>	(Recibir Datos)
<b>DTR</b>	(Terminal de Datos Listo)
<b>DSR</b>	(Equipo de Datos Listo)
<b>RTS</b>	(Solicitud de Envío)
<b>CTS</b>	(Libre para Envío)
<b>DCD</b>	(Detección de Portadora)

**Fuente:** [7]

Las señales TXD, DTR y RTS son de salida, mientras que RXD, DSR, CTS y DCD son de entrada. La masa de referencia para todas las señales es SG (Tierra de Señal). Finalmente, existen otras señales como RI (Indicador de Llamada), y otras poco comunes que no se explican en este artículo por rebasar el alcance del mismo.

### **b.1 Conectores DB9**

Son conectores que se pueden encontrar en las conexiones de instrumentos seriales como las impresoras. Al observar cuidadosamente, se notará que la abrazadera (la pieza metal que rodea a los pines) del extremo

masculino (el extremo que tiene los pines) y la silueta del extremo femenino tienen ambos la forma de una D.

Existen los siguientes tipos más comunes:

- DB-9 con 9 pines
- DB-15 con 15 pines
- DB-25 con 25 pines

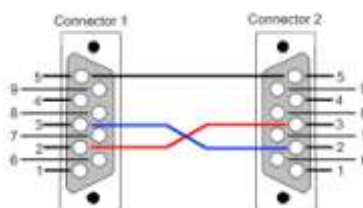


**Figura 1.3 Conectores DB9**

**Fuente: [8]**

## **b.2 Null módem**

Un cable RS232 Null Modem es un cable puerto serie RS232 con varias de las líneas cruzadas según si hay control de flujo o no. Se suele usar esta configuración para la comunicación entre un aparato industrial, científico, de laboratorio, estaciones meteorológicas, etc. con puerto serie RS232 y un PC (ordenador). [8]



**Figura 1.4 Modelo Nulo**

**Fuente: [8]**

Existen ocasiones en que interesa conectar otro tipo de equipamientos, como pueden ser computadores. Evidentemente, en el caso de interconexión entre los mismos, se requerirá la conexión de un DTE (Data

Terminal Equipment) con otro DTE. Para ello se utiliza una conexión entre los dos DTE sin usar módem, por ello se llama: null módem o módem nulo.

### **c. USB**

USB Universal Serial Bus es una interface plug play entre la PC y ciertos dispositivos tales como teclados, mouse, scanner, impresoras, módems, placas de sonido, cámaras, etc.) .

Una característica importante es que permite a los dispositivos trabajar a velocidades mayores, en promedio a unos 12 Mbps, esto es más o menos de 3 a 5 veces más rápido que un dispositivo de puerto paralelo y de 20 a 40 veces más rápido que un dispositivo de puerto serial. [9]

#### **c.1 Método de Funcionamiento**

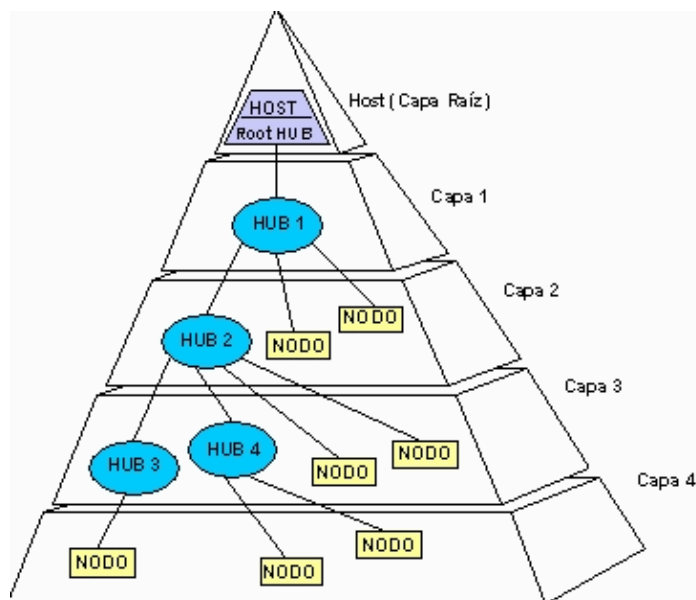
Trabaja como interfaz para transmisión de datos y distribución de energía, que ha sido introducida en el mercado de PC's y periféricos para mejorar las lentas interfaces serie (RS-232) y paralelo. Esta interfaz de 4 hilos, 12 Mbps y "plug and play", distribuye 5V para alimentación, transmite datos y está siendo adoptada rápidamente por la industria informática.

El controlador USB distribuye testigos por el bus. El dispositivo cuya dirección coincide con la que porta el testigo responde aceptando o enviando datos al controlador. Este también gestiona la distribución de energía a los periféricos que lo requieran.

Emplea una topología de estrellas apiladas que permite el funcionamiento simultáneo de 127 dispositivos a la vez. En la raíz o vértice de las capas, está el controlador anfitrión o host que controla todo el tráfico que circula por el bus. Esta topología permite a muchos dispositivos conectarse a un único bus lógico sin que los dispositivos que se encuentran más abajo en la pirámide sufran retardo. A diferencia de otras arquitecturas, USB no es un bus de almacenamiento y envío, de forma que no se produce retardo en el envío de un paquete de datos hacia capas inferiores. [9]

El sistema de bus serie universal USB consta de tres componentes:

- Controlador
- Hubs o Concentradores
- Periféricos



**Figura 1.5 Estructura de capas de un bus USB**

**Fuente: [9]**

### **c.2 Controlador**

Reside dentro del PC y es responsable de las comunicaciones entre los periféricos USB y la CPU del PC. Es también responsable de la admisión de los periféricos dentro del bus, tanto si se detecta una conexión como una desconexión. Para cada periférico añadido, el controlador determina su tipo y le asigna una dirección lógica para utilizarla siempre en las comunicaciones con el mismo. Si se producen errores durante la conexión, el controlador lo comunica a la CPU, que, a su vez, lo transmite al usuario. Una vez se ha producido la conexión correctamente, el controlador asigna al periférico los recursos del sistema que éste precise para su funcionamiento. El controlador también es responsable del control de flujo de datos entre el periférico y la CPU. Concentradores o Hubs

Son distribuidores inteligentes de datos y alimentación, y hacen posible la conexión a un único puerto USB de 127 dispositivos. De una forma

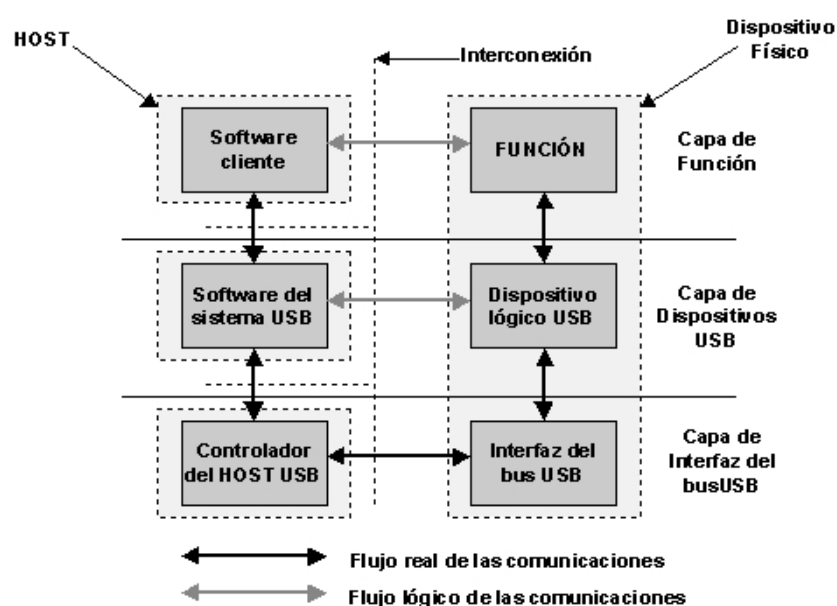


selectiva reparten datos y alimentación hacia sus puertas descendentes y permiten la comunicación hacia su puerta de retorno o ascendente. Un hub de 4 puertos, por ejemplo, acepta datos del PC para un periférico por su puerta de retorno o ascendente y los distribuye a las 4 puertas descendentes si fuera necesario.

Los concentradores también permiten las comunicaciones desde el periférico hacia el PC, aceptando datos en las 4 puertas descendentes y enviándolos hacia el PC por la puerta de retorno

### c.3 Diagrama de capas

En el diagrama de capas de la figura 5 podemos ver cómo fluye la información entre las diferentes capas a nivel real y a nivel lógico.



**Figura 1.6 Capas del sistema de comunicación USB**

**Fuente: [9]**

En la Figura 1.6 Capas del sistema de comunicación USB está materializada la conexión entre el controlador anfitrión o host y un dispositivo o periférico. Este está constituido por hardware al final de un cable USB y realiza alguna función útil para el usuario.

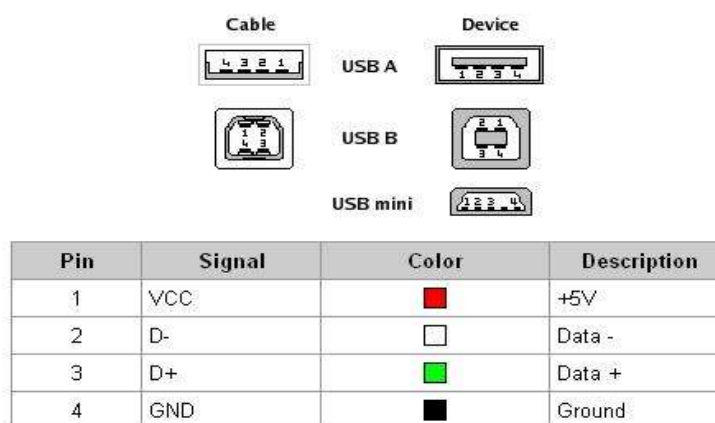
El software cliente se ejecuta en el host y corresponde a un dispositivo USB; se suministra con el sistema operativo o con el dispositivo USB. El software del sistema USB, es el que soporta USB en un determinado sistema operativo y se suministra con el sistema operativo independientemente de los dispositivos USB o del software cliente.

El controlador anfitrión USB está constituido por el hardware y el software que permite a los dispositivos USB ser conectados al anfitrión. Como se muestra en la figura 3, la conexión entre un host y un dispositivo requiere la interacción entre las capas. La capa de interfaz de bus USB proporciona la conexión física entre el host y el dispositivo. La capa de dispositivo USB es la que permite que el software del sistema USB realice operaciones genéricas USB con el dispositivo.

La capa de función proporciona capacidades adicionales al host vía una adecuada capa de software cliente. Las capas de función y dispositivos USB tienen cada una de ellas una visión de la comunicación lógica dentro de su nivel, aunque la comunicación entre ellas se hace realmente por la capa de interfaz de bus USB. [9]

#### **c.4 Distribución de pines del Cable USB**

En la distribución de los pines del cable USB se debe tomar en cuenta de acuerdo a la siguiente figura 1.7.



**Figura 1.7 Pines USB**

**Fuente: [10]**

#### **d. Comunicación inalámbrica Wi-Fi**

La especificación IEEE 802.11 (ISO/IEC 8802-11) es un estándar internacional que define las características de una red de área local inalámbrica (WLAN). **Wi-Fi** (que significa "Fidelidad inalámbrica", a veces incorrectamente abreviado Wi-Fi) es el nombre de la certificación otorgada por la Wi-Fi Alliance, anteriormente WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance), grupo que garantiza la compatibilidad entre dispositivos que utilizan el estándar 802.11.

Por el uso indebido de los términos (y por razones de marketing) el nombre del estándar se confunde con el nombre de la certificación. Una red Wi-Fi es en realidad una red que cumple con el estándar 802.11.

##### **d.1 Rango y flujo de datos**

Los estándares 802.11a, 802.11b y 802.11g, llamados "estándares físicos", son modificaciones del estándar 802.11 y operan de modos diferentes, lo que les permite alcanzar distintas velocidades en la transferencia de datos según sus rangos como se ilustra en la Tabla 1.4.

**Tabla 1.4.****Estándares de frecuencia de Wi-fi**

Estándar	frecuencia	Velocidad	Rango
<b>Wifi a (802,11a)</b>	5 Ghz	54 Mbit/s	10m
<b>Wifi B (802,11b)</b>	2,4 Ghz	11 Mbit/s	100m
<b>Wifi G (802,11b)</b>	2,4 Ghz	54 Mbit/s	100m
<b>Wifi G (802,11n) (40MHz)</b>	5 Ghz	>300Mbit/s	300m
<b>Wifi G (802,11n) (20MHz)</b>	2,4 Ghz y 5 Ghz	144Mbit/s	300m
<b>Wifi G (802,11ac)</b>	5 Ghz	1.3Gbit/s	>300m

**Fuente: [11]**

### 1.5.5 Pantalla touch screen 7'

Esta tecnología touch screen es nueva en el mercado la cual estas pantallas se componen de una membrana de vidrio con transductores emisores y receptores ubicados a los bordes frontales de la pantalla

Además estas pantallas se ejecuta mediante un toque directo sobre su superficie lo que permite la entrada de datos y órdenes al dispositivo, y a su vez muestra los resultados introducidos previamente; actuando como periférico de entrada y periférico de salida de datos, así como emulador de datos interinos erróneos al no tocarse efectivamente.

También este contacto en la pantalla se puede realizar mediante un lápiz óptico u otras herramientas similares.

El beneficio de utilizar una pantalla Touch Screen es que el usuario interactúa directamente con los contenidos sin la necesidad de usar dispositivos alternos de entrada.

#### a. Tipos de Touch Screen

Las pantallas Touch Screen o táctiles son innovadoras y brindan una nueva experiencia a los usuarios, ya que sus diseños son únicos y estilizados, además cuentan con un sistema operativo que brinda todo tipo

de información que se desee proyectar, a través de la interactividad dinámica. Actualmente hay pantallas táctiles que pueden instalarse sobre una pantalla normal. [12]

### **a.1 Resistivas**

Es un tipo de pantalla formada por varias capas, pero las más importantes son dos finas capas flexibles revestidas de material conductor transparente (con una cierta resistencia a la corriente eléctrica) entre las que hay una pequeña separación de aire o micro puntos.

Cuando un objeto toca la superficie de la capa exterior, las dos capas entran en contacto en un punto determinado, produciéndose un cambio en la corriente eléctrica que permite a un controlador celular obtener la posición del punto en el que se ha tocado la pantalla midiendo la resistencia. Algunas pueden medir, además de las coordenadas, la presión ejercida.

## **b. Características de las Pantallas Touch Screen**

Las pantallas Touch Screen también se pueden incorporar en monitores dependiendo para la tecnología que va utilizar. Las pantallas Touch Screen se pueden presentar en distintos tipos que incluyen:

### **b.1 Touch Screen Accutouch:**

Esta pantalla está formada por una cubierta conductiva, y por 2 capas separadas por pequeños puntos. Consiste en que cuando el monitor es presionado, la cubierta lo convierte en impulsos eléctricos dando contacto al chocar con el vidrio.

### **b.2 Touch Screen IntelTouch:**

Esta tecnología consiste en un vidrio de traductores piezoeléctricos para las coordenadas X e Y; enviando señales de cinco mega Hertz a la superficie del vidrio.

### **b.3 TouchScreen SecureTouch:**

Estas son pantallas planas construidas con vidrio templado sólido para soportar las caídas y el vandalismo, el controlador de esta tecnología incorpora su señal de una forma eléctrica de 5 MHz, y las ondas son dirigidas mediante un arreglo de reflectores.

### **b.4 TouchScreen Itouch:**

Esta tecnología se basa de una incorporación de un vidrio sólido, que es conocida como un pulso de tubos de ondas de las superficies que son redirigidas hacia el tubo de rayos catódicos de esta forma sensor las coordenadas.

## **1.5.6 Python**

Es un lenguaje de scripting independiente de plataforma y orientado a objetos, preparado para realizar cualquier tipo de programa, desde aplicaciones Windows a servidores de red o incluso, páginas web. Es un lenguaje interpretado, lo que significa que no se necesita compilar el código fuente para poder ejecutarlo, lo que ofrece ventajas como la rapidez de desarrollo e inconvenientes como una menor velocidad.

La cantidad de librerías que contiene, tipos de datos y funciones incorporadas en el propio lenguaje, que ayudan a realizar muchas tareas habituales sin necesidad de tener que programarlas desde cero.

La sencillez y velocidad con la que se crean los programas. Un programa en Python puede tener de 3 a 5 líneas de código menos que su equivalente en Java o C.

La cantidad de plataformas que se pueden desarrollar, como Unix, Windows, OS/2, Mac, .Además, Python es gratuito, incluso para propósitos empresariales. [13]

## **a. Características del lenguaje**

### **a.1. Propósito general**

Se pueden crear todo tipo de programas. No es un lenguaje creado específicamente para la web, aunque entre sus posibilidades sí se encuentra el desarrollo de páginas.

### **a.2. Multiplataforma**

Por lo general cuando se habla de multiplataforma se hace sólo referencia al hecho de que cierto código pueda ser ejecutado en diferentes plataformas (léase en la mayoría de los casos hardware + SO) sin tener que ser portado, es decir que se realicen cambios importantes en este.

En el caso de los programas escritos en un lenguaje compilado es necesario construir un archivo ejecutable (un archivo que contiene código binario) específico para cada plataforma en la que se lo quiera correr. Esto no sucede con los lenguajes interpretados, dónde la cuestión es más simple.

Un programa escrito en un lenguaje interpretado será multiplataforma si el intérprete del lenguaje en el que está escrito lo es (siempre y cuando no se haga uso de alguna característica específica de alguna plataforma). Al fin de cuentas, el archivo ejecutable de un programa interpretado no será más que un archivo de texto plano.

Hay versiones disponibles de Python en muchos sistemas informáticos distintos. Originalmente se desarrolló para Unix, aunque cualquier sistema es compatible con el lenguaje siempre y cuando exista un intérprete programado para él.

Python funciona en una gran cantidad de sistemas operativos. La lista completa incluye Windows, Mac OS, Mac OS X, y todas las variedades de sistemas libres compatibles con UNIX, como Linux. También hay versiones que funcionan en Sun Solaris, OS/400, Amiga, OS/2 y BeOS. Es más, los

programas escritos para Python en una plataforma pueden funcionar, con algo de cuidado, en cualquiera de las plataformas soportadas.

### **a.3. Interpretado**

Quiere decir que no se debe compilar el código antes de su ejecución. En realidad sí que se realiza una compilación, pero esta se realiza de manera transparente para el programador. En ciertos casos, cuando se ejecuta por primera vez un código, se producen unos byte codes que se guardan en el sistema y que sirven para acelerar la compilación implícita que realiza el intérprete cada vez que se ejecuta el mismo código.

### **a.4. Interactivo**

Python dispone de un intérprete por línea de comandos en el que se puede introducir sentencias. Cada sentencia se ejecuta y produce un resultado visible, que puede ayudarnos a entender mejor el lenguaje y probar los resultados de la ejecución de porciones de código rápidamente.

### **a.5. Funciones y librerías**

Dispone de muchas funciones incorporadas en el propio lenguaje, para el tratamiento de strings, números, archivos, etc. Además, existen muchas librerías que podemos importar en los programas para tratar temas específicos como la programación de ventanas o sistemas en red o cosas tan interesantes como crear archivos comprimidos en .zip. [13]



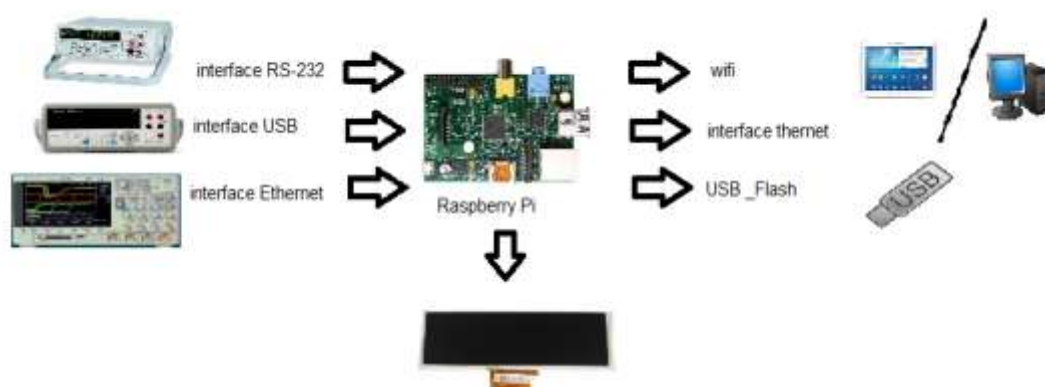
## CAPÍTULO II

### 2 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

En el capítulo se muestra los pasos a seguir para la conexión de los equipos de laboratorio por interfaces de comunicación a la tarjeta Raspberry PI y el hardware adicional que se utiliza para controlar niveles de voltaje en serial y adicionar puertos USB.

#### 2.1 Diagrama de bloques del proyecto a realizar

El proyecto tiene varias etapas funcionales como se puede visualizar a continuación en la figura 2.1



**Figura 2.1 Diagrama de bloques general para la implementación del convertor de datos**

En la primera etapa se determinó cómo adquirir los datos de los equipos y cuál de las interfaces de comunicación es la apropiada para cada uno de ellos, utilizando los comandos SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments) de cada instrumento se observó y determino que tipo de trama se obtuvo de cada parámetro de medida y cuáles fueron las apropiadas para el caso de monitoreo.

A continuación es la etapa de adquisición en la tarjeta Raspberry PI adicionando hardware, un TTL RS-232 el cual permite que una señal sea compatible con los niveles TTL de circuitos lógicos, un USB hub aumentando

puertos para los periféricos adicionales que se necesita para la adquisición de datos y un USB-Ethernet utilizando para la conexión con una PC. En software la instalación del sistema operativo, los controladores compatibles con la versión de Raspbian para la ocupación de los puertos como bus de envío y recepción de datos en la tarjeta, los paquetes adicionales de Python para utilizar los puertos como lectura/escritura.

Después se analiza la trama receptada en cada comando ingresado para los parámetros necesarios de la medición que realiza el equipo desde la Raspberry pi donde se visualiza las mediciones en la pantalla, Tablet o pc posteriormente con una interface gráfica o se analizara los datos adquiridos durante un intervalo de tiempo en un archivo txt.

## 2.2 Estructura de programación

La estructura general de programación del conversor de puertos para los instrumentos de medida del laboratorio se muestra en la Figura 2.2 en la que se lleva a través de un acceso directo al bus por comandos SCPI eligiendo como entorno de programación Python como software libre. Se accederá a las interfaces de comunicación a través de los comando SCPI para llevar acabo el monitoreo de los instrumentos de laboratorio.

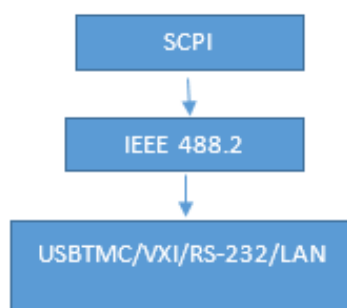


**Figura 2.2 Estructura de programación**

### 2.2.1 Comandos SCPI

Las normas ANSI/IEEE 488.2 introdujo una estandarización como son la forma de datos, el informe de estado, el tratamiento de errores, la funcionalidad del controlador y comando básicos que los instrumentos de medida deben responder. Las normas de los comandos SCPI para el control y formato de datos de los instrumentos de medida que responda de la misma manera independientemente del fabricante respondan a los comandos.

Las normas SCPI es el escalón más alto de la jerarquía normativa para el control de instrumentos como se muestra en la figura 2.3 la norma asciende sobre la IEEE-488.2.

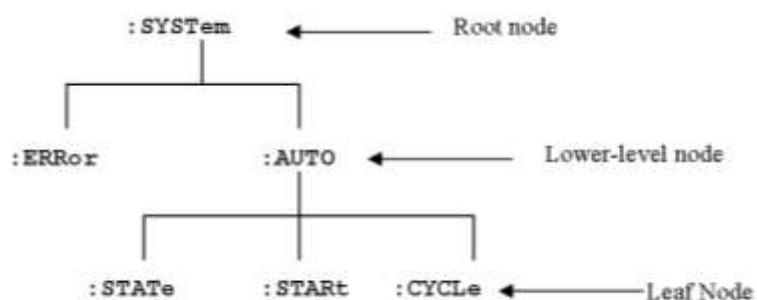


**Figura 2.3 Estructura por niveles de comandos SCPI**

Si se desea transferir instrucciones a un instrumento utilizando los comandos SCPI hay tres elementos básicos que debe incluir.

- Encabezado del comando
- Parámetros si es necesario
- Terminador del mensaje o separador

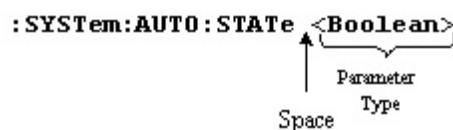
La cabecera del comando tiene una estructura jerárquica que puede ser representado por un árbol de mando como se muestra en la figura 2.4. El nivel superior del árbol es el nivel de la raíz. Un nodo raíz se encuentra en el nivel superior. Estructurando nodos desde el nodo raíz hasta niveles inferiores formado una cabecera, ruta de acceso al último nodo llamado nodo hoja.



**Figura 2.4** Árbol de mando

**Fuente: [14]**

En los parámetros se incluirán valores booleano, numéricos, flotante o cadena que pedirá remitir un valor o establecer un rango, estos parámetros se utilizan para controlar el dispositivo para modificar un valor o escala del instrumento con el que se está comunicando se puede observar en la figura 2.5.



**Figura 2.5** Cabecera del comando con parámetros

**Fuente: [14]**

Para el terminador del mensaje o separador como no existe fin de mensaje en el bus de RS-232, USB y Ethernet se utiliza un LF o salto de línea como mensaje terminador, cuando se envían una serie de comandos es necesario enviar un LF para el mensaje de terminación.

Si se utiliza mensaje de consulta con un interrogante al final un comando de pregunta/respuesta también se añade un LF para la PC para juzgar el mensaje terminador. Las normas que rigen el conjunto de comandos para los instrumentos permiten una cierta flexibilidad en la abreviación y combinación de comandos en los instrumentos de medida es posible

introducir los comandos SCPI en mayúsculas o minúsculas. Para inicializar la cabecera de raíz es necesario iniciar con los dos puntos (:)

## **2.3 Equipos de Medición**

Para la comunicación entre los multímetros GDM 8246, Agilent 34410A y el osciloscopio Agilent OSC 2014A con la tarjeta Raspberry PI se analizará las interfaces de comunicación en las que se podrá adquirir los datos procesarlos y visualizarlos en la pantalla accediendo directamente al bus por comandos SCPI.

### **2.3.1 Multímetro GDM 8246**

El GDM-8246 de sobremesa serie DMM Instek con las siguientes características principales. 50.000 conteos metros con gran segmento 7 LED de pantalla dual, que muestra simultáneamente dos características eléctricas en una sola medida: ACV más frecuencia, ondulación ACV. Lleva una amplia lista de elementos de medición - DC Voltaje / Corriente, AC Voltaje / corriente con RMS verdaderos, resistencia, capacitancia, frecuencia, continuidad con zumbador, prueba de diodo. Funciones de medición adicionales, Valor relativo, y comparar, carga de la configuración y el diagnóstico. El Instek GDM-8246 permite el control a distancia y de datos de registro utilizando el protocolo IEEE488.2 estándar o Windows propietarias de software basado a través de RS -232C o interfaz GPIB opcional.

Con el multímetro GDM 8246 de mesa al tener dos puertos de comunicación el GPIB y RS-232 se utiliza para la comunicación en la que se configura la interfaz además se utiliza cable null modem para ser controlado por comandos SCPI.

Para la configuración del equipo:

- Se pulsa [SHIFT] [SET] en secuencia en el modo SET.
- A continuación, pulse [RS-232] con las características de fondo azul se utilizará [▲] [▼] para ajustar la velocidad de transmisión.

- Por último, pulse [ENTER] para almacenar la configuración o pulse [SHIFT] para cancelar la configuración.



**Figura 2.6 Multímetro GDM 8246**

**Fuente: [15]**

Se debe tomar en cuenta algunos parámetros para la conexión punto a punto del multímetro con un ordenador en este caso con la Raspberry PI

**Velocidad:** Puede establecer las tasas de 1200, 2400, 4800 o 9600 baudios.

**Bit de paridad:** ninguno.

**Bit de datos:** 8 bits.

**Bit de parada:** 1 bit de parada.

**Control de flujo de datos:** ninguno.

#### **a. Comandos SCPI del Multímetro GDM 8246**

Los SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments) es un estándar creado por un consorcio internacional prueba y los fabricantes de equipos de medición para proporcionar comandos comunes para idénticas funciones de los diferentes instrumentos programables.

Los comandos que utilizaremos para el proyecto se muestran en la siguiente Tabla 2.1:

**Tabla 2.1.****Comando SCPI del multímetro GDM 8246**

Comandos	Explicación
<b>:READ?</b>	Devuelve el valor mostrado en las dos pantallas
<b>:VALue?</b>	Devuelve el valor mostrado en la primera pantalla
<b>:SVALue?</b>	Devuelve el valore mostrado en la segunda pantalla
<b>:CONFigure:FUNction?</b>	Devuelve loa función que se está midiendo
<b>:CONFigure:RANGe?</b>	Devuelve el rango en la función que se está midiendo

**2.3.2 Multímetro Digital Agilent 34410A/11A 6 ½**

El Agilent 34410A y 34411A 6 1/2 DMMs dígitos. Estos medidores ofrecen mejores exactitud, ampliada de medición capacidad, mejorado dramáticamente velocidad de medición y el rendimiento, e interfaces informáticas modernas incluyendo LAN y USB. El dual pantalla ofrece tanto dual de medición capacidades y facilidad de uso cuando la instalación y configuración el DMM. Las mejoras han sido hecho en todas las facetas de la 34401 A para hacer el mejor incluso mejor, si usted lo usa en el banco o en un sistema.

El multímetro Agilent 34410A es un equipo que ha mejorado la velocidad de medición y permite la comunicación por LAN y USB se utilizara la segunda opción para poderlo comunicar con la tarjeta y mostrar el dato que está midiendo.

**Figura 2.7 Agilent 34410 A****Fuente: [16]**

Para la interfaz USB, no se requieren parámetros de configuración para configurar el multímetro. Conecte el multímetro a un puerto USB de su ordenador. Tenga en cuenta que puede tardar varios segundos para que la computadora reconozca y establecer una conexión con el multímetro.

En la configuración del puerto USB del Multímetro digital es necesario seguir los siguientes pasos

- Para habilitar USB, pulse [SHITF] [Utility] se mostrara la utilidad del menú Con las flechas [izq.] o [der.] si es necesario seleccionar REMOTE I/O y presione [Enter]
- Para elegir los puertos, con las flechas [izq.] o [der.] Seleccione el USB y presione [Enter]
- Se mostrara ENABLE USB con las flechas [izq.] o [der.] seleccione YES y presione [Enter]
- Se mostrara el ID del multímetro. Presione [Enter] o [Exit] para salir del menú.

Para la comunicación se debe reconocer en ID del multímetro

**USB0::2391::1543::MY47031834::INSTR**

#### **a. Comandos SCPI del Multímetro Agilent 34410 A**

Los comandos SCPI de este multímetro permiten la adquisición y el control del equipo aparte de tener una memoria que da las opciones de realizar cálculos internamente para determina la media de una número de mediciones realizadas.

Los comandos que se utilizara para el monitoreo en el que nos proporciona toda la información de la medición realizada del multímetro se muestran en la tabla 2.2.



**Tabla 2.2.****Comando Agilent 34410A**

Comando	Explicación
<b>READ?</b>	Devuelve el valor medido con su escala exponencial
<b>CONF?</b>	Devuelve la función medida con un el rango de la escala que se está midiendo.

**2.3.3 Osciloscopio Agilent InfiniiVision 2000 X-Series**

Los osciloscopios Agilent InfiniiVision 2000 serie X de almacenamiento digital (DSO) de 4 canales ofrecen lo siguiente:

Un MSO le permite depurar sus diseños de señal mixta usando al mismo tiempo señales analógicas y señales digitales de alta correlación. Los 4 canales digitales tienen una tasa de muestra de 1 GSa/s, con una tasa de oscilación de 50 MHz.

Frecuencia de muestreo intercalada de 2 GSa/s o no intercalada de 1 GSa/s 100 Kpts por canal Memoria de adquisición MegaZoom IV para obtener las mejores tasas de actualización de forma de onda, sin sacrificar nada. Todas las perillas pueden presionarse para hacer selecciones rápidas. Tipos de disparo: borde, ancho de pulso, patrón y video. Opciones de disparo/decodificación en serie para: CAN/LIN, I2C/SPI, y UART/RS232.

Los canales digitales y la decodificación serial no pueden estar activos de forma simultánea. La tecla [Serial] Serial tiene prioridad sobre la tecla [Digital] Digital. Los disparos seriales se pueden utilizar cuando los canales digitales están activados.

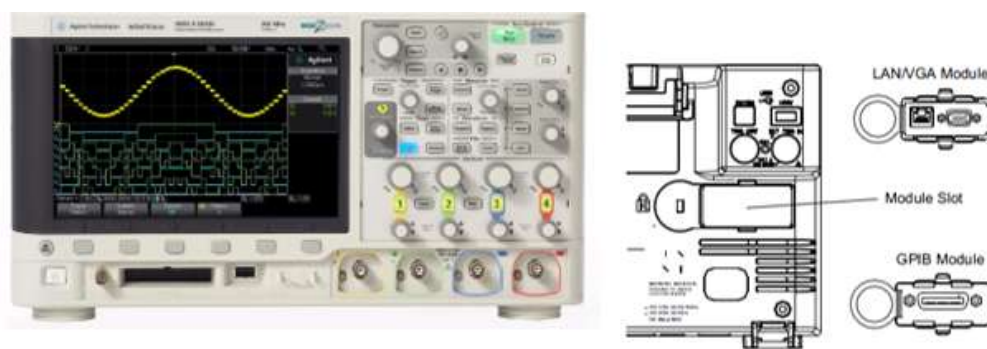
Formas de onda matemáticas: sumar, restar, multiplicar y FFT. Formas de onda de referencia para comparar con formas de onda matemáticas o de otro canal. Varias mediciones incorporadas. Generador de formas de onda por licencia incorporado con: sinusoidal, cuadrada, rampa, pulso, CC y ruido.

Módulo LAN/VGA opcional para conectarse a una red y ver la pantalla en otro monitor. Módulo GPIB opcional. Hay un sistema de ayuda rápida incorporado en el osciloscopio. Mantenga presionada cualquier tecla para ver la ayuda rápida

#### a. Módulo opcional LAN/VGA o GPIB

Si es necesario instalar un módulo DSOXLAN LAN/VGA, se realiza esta instalación antes de encender el osciloscopio. Si se necesita retirar un módulo antes de instalar alguno diferente, hay que tomar las pestañas de resorte del módulo y extraer suavemente de la ranura.

Para instalar un módulo, hay que deslizar en la ranura posterior hasta que quede bien colocado. Las pestañas de resorte del módulo se ajustan a la ranura para sostenerlo en su lugar.



**Figura 2.8 Modulo LAN/VGA**

**Fuente: [17]**

#### b. Para establecer una conexión LAN

##### b.1 Configuración automática

Presione **[Utility] Utilidades > E/S**.

Presione la tecla programable **Config. LAN**.

Presione la tecla programable **Config**, gire la perilla Entrada para seleccionar **Automática** y vuelva a presionar la tecla programable para activar.

Si la red admite DHCP o Auto IP, al activar **Automática** esta opción permite al osciloscopio utilizar esos servicios para obtener sus opciones de configuración LAN. Si la red proporciona DNS dinámico, puede activar la opción **DNS dinámico** para que el osciloscopio registre su nombre de host y use el servidor DNS para decidir el nombre.

Puede activar la opción **DNS de multidifusión** para que el osciloscopio use DNS de multidifusión para decidir el nombre en redes pequeñas sin servidor DNS convencional. Conecte el osciloscopio a la red de área local (LAN) insertando el cable LAN en el puerto "LAN" del panel posterior del aparato.

En unos momentos, el osciloscopio estará conectado automáticamente a la red. Si el osciloscopio no se conecta automáticamente a la red, presione **[Utility] Utilidades > E/S > Reinicio de LAN**. En unos momentos, el osciloscopio estará conectado a la red.

## **b.2 Configuración manual**

Es necesario pedir al administrador de la red los parámetros de la red del osciloscopio (nombre del host, dirección IP, máscara de subred, IP de Gateway, IP de DNS, etc.).

Presionar **[Utility] Utilidades > E/S**.

Presionar la tecla programable **Config. LAN**.

Presionar la tecla programable **Config**, gire la perilla Entrada para seleccionar **Automática** y vuelva a presionar la tecla programable para desactivar.

Si no está activa la opción Automática, la configuración de LAN del osciloscopio se debe establecer manualmente con las teclas programables **Direcciones** y **Nombre del host**. Configure la interfaz LAN del osciloscopio: Presionar la tecla programable **Direcciones**.

Usar la tecla programable **Modificar** (y las otras teclas programables y la perilla Entrada) para introducir los valores de dirección IP, máscara de subred, IP de Gateway e IP de DNS. Al terminar, es necesario regresar en la jerarquía de menús.

Presionar la tecla programable **Nombre del host**. Usar las teclas programables y la perilla Entrada para introducir el nombre del host. Luego, regresar en la jerarquía de menús. Presionar la tecla programable **Aplicar**. Conectar el osciloscopio a la red de área local (LAN) insertando el cable LAN en el puerto "LAN" del panel posterior del aparato.

### c. Comandos SCPI del Multímetro Osciloscopio Agilent

Para la adquisición de la gráfica de uno de los canales del osciloscopio se utilizaron los siguientes comandos que se muestran en la Tabla 2.3:

**Tabla 2.3.**

#### **Comandos utilizados en el osciloscopio Agilent**

Comando	Explicación
<b>:STOP</b>	Se para la adquisición. Esto es lo mismo que pulsar la tecla Parar en el panel frontal.
<b>:RUN</b>	Comienza adquisiciones repetitivas. Este es el mismo que pulsando la tecla Run del panel frontal.
<b>:WAV:POIN:MODE RAW</b>	Establece el registro de datos a ser transferido con la: WAV: DATA? consulta.
<b>:WAV:DATA?</b>	Consulta de datos devuelve el bloque binario de datos muestreados
<b>:TIM:SCAL?</b>	Establece la escala horizontal o unidades por división para la ventana principal.
<b>:CHAN1:SCAL?</b>	Consulta devuelve el ajuste de la escala del canal especificado.
<b>:CHAN1:OFFS?</b>	Devuelve el valor de desplazamiento actual del canal seleccionado.

## 2.4 Implementación del Conversor

Para la comunicación de los instrumentos de medida al concentrador que será la tarjeta Raspberry Pi se utilizara el puerto Ethernet de la tarjeta propia se adicionara un hub USB para la comunicación y conexión del multímetro digital, utilizaremos el puerto GPIO del mini computador para convertirlo en serial utilizando un max3232 para los niveles lógicos y para las salido se adicionara un USB/Ethernet y USB/wifi para realizar el monitoreo con la aplicación.

### 2.4.1 Raspberry Pi modelo b

La tarjeta Raspberry Pi B es un ordenador en miniatura potente y ligero con procesador ARM, que se puede utilizar para muchas de las funcionalidades para diversas aplicaciones, que un PC de sobremesa puede realizar. Su potente capacidad gráfica y salida de vídeo HDMI, lo hacen ideal para aplicaciones como media centers y soluciones de narrow casting. Raspberry Pi está basado en el chip Broadcom BCM2835, que contiene un procesador central (CPU) ARM1176JZF-S a 700 MHz el firmware incluye unos modos “Turbo” para que el usuario pueda hacerle over-clock de hasta 1 GHz sin perder la garantía y no lleva integrado disco duro, sino que funciona con una tarjeta SD para arranque y almacenaje de información. [10]

Raspberry Pi es un ordenador del tamaño de una tarjeta de crédito, diseñado para alentar a una nueva generación de usuarios de PC a descubrir y desarrollar sus habilidades de programación. Al conectarse a un monitor/TV y teclado con una programación adecuada por parte del usuario, puede utilizarse para muchas cosas.

No es un simple PC plug & play, no tiene instalados Windows ni demás paquetes similares, así que no sirve como sustituto de su ordenador portátil o PC de escritorio tradicional, su sistema operativo está basado en Debían su versión para la tarjeta es Raspbian que es un sistema operativo muy amigable con muchas librerías para los diferente periféricos que se sumen a

la aplicación de adquisición de datos o como es una pantalla touch screen. [18]

El concepto fue creado por la Fundación Raspberry Pi, una organización benéfica con sede en Cambridge, Reino Unido. El modelo B que tiene 512 MB de RAM, dos puertos USB y un puerto Ethernet como se muestra en la Figura 2.9 Esquema Raspberry PI modelo B. [19]

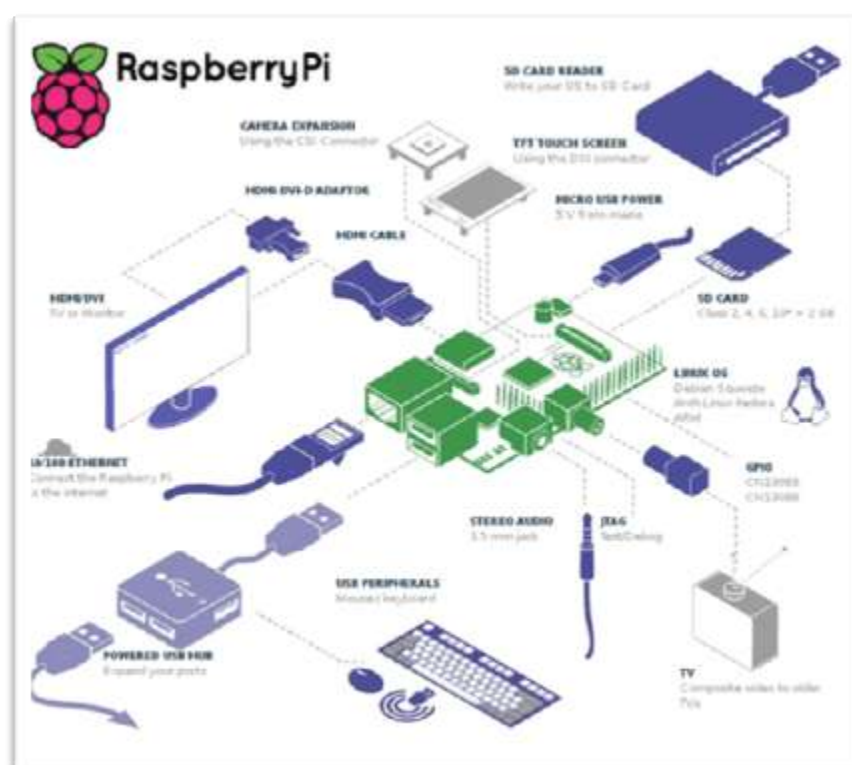


Figura 2.9 Esquema Raspberry PI modelo B

Fuente: [20]

#### 2.4.2 BCM2835

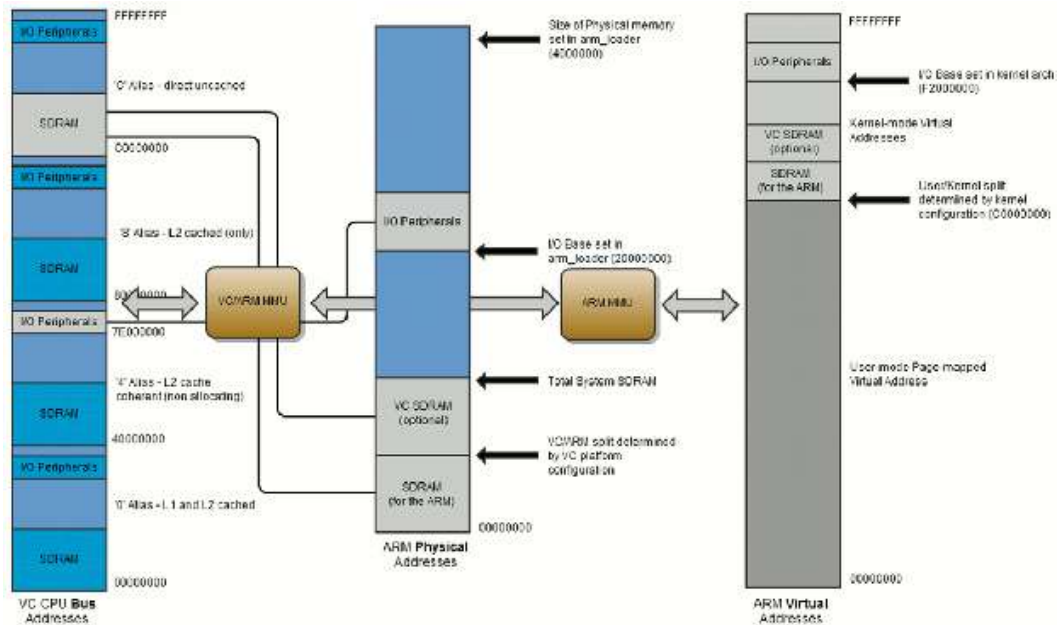
El BCM2835 es un Full HD, procesador de aplicaciones multimedia de coste optimizado para aplicaciones móviles y embebidas avanzadas que requieren los más altos niveles de rendimiento multimedia. Diseñado y optimizado para la eficiencia de energía, utiliza BCM2835 de Broadcom Video Core tecnología IV ® para permitir que las aplicaciones en la

reproducción multimedia, imágenes, cámara de vídeo, streaming de medios de comunicación, gráficos y juegos 3D.

Solicitud de información del producto para obtener más información acerca de los productos de Broadcom o póngase en contacto con un representante del fabricante en su área como se muestra en la Figura 2.10 Mapa de la memoria BCM2835. [21]

### **2.4.3 Características**

- Procesador de aplicaciones de baja potencia ARM1176JZ-F
- Dual Core Video Core IV® Multimedia Co-Processor
- Full HD 1080p30 HP vídeo H.264 Encode / Decode
- Advanced Image Sensor Pipeline (ISP) para un máximo de 20 megapíxeles cámaras que operan a velocidades de hasta 220 megapíxeles por segundo
- Energía baja, alto rendimiento OpenGL-ES® 1.1 / 2.0 Video Core GPU. 1 Giga Pixel por segundo tasa de relleno.
- Salidas de pantalla de alto rendimiento. Simultánea LCD de alta resolución y HDMI con HDCP a 1080p60



**Figura 2.10 Mapa de la memoria BCM2835**

**Fuente: [19]**

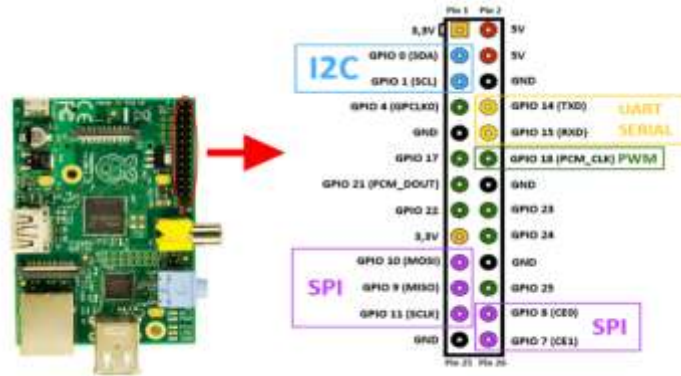
#### 2.4.4 GPIO de la Raspberry Pi

Los puertos GPIO, son unos pines que integra la placa de la Raspberry Pi con los que puedes trabajar electrónicamente para propósito general como lo harías con Python. De aquí viene su nombre GPIO (General Purpose Input Output), en castellano Entrada/Salida de propósito general.

Los puertos GPIO se encuentran delimitados en la imagen de la portada de éste artículo. Vienen implementados en dos filas de 13, es decir, un total de 26 pines. Aunque físicamente parezcan todos iguales, no lo son. [22]

En la siguiente figura puedes ver una tabla detallada:





**Figura 2.11 GPIO Raspberry PI B**

**Fuente: [22]**

Estos son los pines de la Raspberry Pi, con la que se trabaja en el presente proyecto en la adquisición de datos UART TXD y RXD para comunicaciones serie, la interfaz. Para la conexión de un TTL Rs-232 que utilizar en la interfaz de comunicación con el multímetro de mesa GDM 8246 una conexión punto a punto entre en equipo de medida y la tarjeta Raspberry Pi.

Hay 2 sistemas de numeración de los pines GPIO: BCM y BOARD. El sistema BCM usa el número de pin GPIO correspondiente. En este caso usa el GPIO4, por lo tanto ponemos el número 4. El sistema BOARD la numeración se basa en el orden de los pines de arriba a abajo de la placa. [22]

En esta imagen se aprecia mejor la diferencia entre los dos sistemas:

PINS BCM			PINS BOARD		PINS BCM		
			P1				
<50mA	3V3		1	2	5V		
BCM GPIO00/02	SDA0/1	8	3	4	5V		
BCM GPIO01/03	SCL0/1	9	5	6	GND		
BCM GPIO04		7	7	8	15	TX	BCM GPIO14
	GND		9	10	16	RX	BCM GPIO15
BCM GPIO17		0	11	12	1	PWM0	BCM GPIO18
BCM GPIO21/27		2	13	14	GND		
BCM GPIO22		3	15	16	4		BCM GPIO23
<50mA	3v3		17	18	5		BCM GPIO24
BCM GPIO10	SPI MISO	12	19	20	GND		
BCM GPIO9	SPI MISO	13	21	22	6		BCM GPIO25
BCM GPIO11	SPI SCLK	14	23	24	10	SPI CE0 N	BCM GPIO08
	GND		25	26	11	SPI CE1 N	BCM GPIO07

**Figura 2.12 Sistemas BCM y BOARD**

**Fuente: [22]**

### 2.4.5 Conversor RS232 a TTL con MAX3232

Este módulo es plug and play. No necesita conductor se puede cambiar los niveles de RS232 a nivel TTL fácilmente para hacer descarga de software y comunicación serie para STC serie MCU interfaz de 4 pines fueron: 5 V a RT (se necesita energía de 5V de alimentación externa) módulo tiene dos luces que son recibir y transmitir indicador de indicador las cuales parpadean al recibir o enviar datos. MAX232 anterior ha sido sustituido por MAX3232 que es totalmente compatible con las características anteriores y se extendió tensión de servicio de 3.3V y 5V funcionarán correctamente.

Módulos de Métodos de prueba:

Uso de un cable de extensión serial para conectar el ordenador y los módulos. Utilizar alambre para hacer envío y recepción pines cortocircuitados. Conectar 3.3V o fuente de alimentación 5V entre VCC y GND. Abrir serial asistente depuración puerto del equipo y enviar datos de forma manual (no enviar archivos). Si los datos se pueden recibir correctamente, las dos luces LED parpadean al mismo tiempo. [23]



**Figura 2.13 TTL RS-232**

**Fuente: [23]**

### 2.4.6 Hub USB

Un hub USB es un dispositivo que permite concentrar varios puertos USB, permitiendo la conexión con una máquina mediante un solo bus o cable. Los hub USB se integran a menudo en la propia computadora, en teclados o en monitores o impresoras. Los hub USB vienen en una variedad de formas: similares a un concentrador, diseños pequeños previstos para ser conectado directamente en el puerto USB de la computadora, etc.

La versión USB de un hub condiciona el tipo de dispositivos que se le pueden conectar y la velocidad de transferencia que soporta:

USB 1.0 o USB 1.1: admite dispositivos a velocidades de hasta 1,5 Mbit/s y 12 Mbit/s respectivamente.

USB 2.0: admite, además de los anteriores, dispositivos hasta a-480 Mbit/s.

USB 3.0: admite, además de los anteriores, dispositivos hasta a-5 Gbit/s.

Es necesario tener en cuenta que estas velocidades de transferencia se repartirán entre los distintos dispositivos conectados al hub, siempre y cuando que el ordenador tenga una interfaz adecuada.



**Figura 2.14 Hub USB**

**Fuente: [24]**

Un hub USB sin fuente de alimentación toma toda su energía de la interfaz USB del ordenador. No necesita una fuente de alimentación externa. Sin embargo, muchos dispositivos requieren más energía de lo que este método puede proporcionar, y no funcionarán en este tipo de hub. En cambio un hub con fuente de alimentación toma su energía de una fuente de alimentación externa y puede por lo tanto proporcionar plena alimentación a cada puerto. Muchos hub's pueden funcionar tanto con alimentación por bus como por una fuente externa, siempre que se satisfagan las necesidades energéticas de cada dispositivo.

La energía del USB se asigna en unidades de 100 mA hasta un máximo de 500 o 900 mA por puerto, dependiendo de la versión. Por lo tanto un hub alimentado por bus puede suministrar hasta cuatro puertos y no puede

ofrecer más de cuatro unidades de 100 mA de energía en total a los dispositivos conectados, ya que requiere otros 100 mA para autoalimentarse.

En cada hub USB, para permitir que los dispositivos de cierta velocidad funcionen en su modo más rápido, todos los hub entre los dispositivos y la computadora deben ser de la velocidad requerida, pues de lo contrario se producirá un cuello de botella.

#### **2.4.7 USB Ethernet**

El Mini Adaptador USB de Alta Velocidad 2.0 a Fast Ethernet es un adaptador de red compacto, de alto desempeño que le permite actualizar su computadora o portátil para operar a velocidades de 10/100 Mbps en la LAN. Ya que se conecta a uno de los puertos libres USB, no es necesario abrir la PC y su software de configuración amigable hace de su instalación rápida y sencilla.

El Adaptador USB de Alta Velocidad 2.0 a Fast Ethernet le permite conectarse a la red Fast Ethernet a velocidades de hasta 100 Mbps. Otros adaptadores que sólo soportan USB 1.1 no se acercan siquiera a éste desempeño mejorado.

#### **2.4.8 Full Dúplex**

Cuando corre en modo full dúplex, el Adaptador de Alta Velocidad se enlaza a velocidades de: 20 Mbps (10Base-T Ethernet) y 200 Mbps (100Base-TX Fast Ethernet). [25]



**Figura 2.15 USB Ethernet**

**Fuente: [25]**

### 2.4.9 Diseño portátil

El Adaptador de Alta Velocidad es compacto, y puede ser fácilmente usado en distintas computadoras. No le ocupa mucho espacio y no desordena su espacio de trabajo. [25]

### 2.4.10 Mini tarjeta USB Wireless N Nexxt Nano Lynx 150

El adaptador incorpora como mecanismo de seguridad los estándares de encriptación WEP y WPA/WPA2-PSK, WPA/WPA2-EA, que permiten establecer la conexión con una amplia gama de redes inalámbricas con seguridad habilitada y asegurada. Ideal para proteger sus datos y su privacidad.



**Figura 2.16 Mini USB WIFI**

**Fuente: [26]**

### Especificaciones

- Tarjeta inalámbrica USB 2.0 para computadores de escritorio o portátiles, que permite conexiones inalámbricas a 150Mbps 802.11n
- Compatible con otros dispositivos inalámbricos anteriores 802.11b/g/n para garantizar la plena interoperabilidad entre los productos nuevos y los ya existentes.
- Seguridad avanzada: Encriptación WEP y WPA/WPA2-PSK, WPA/WPA2-EA.
- Fácil instalación y alto rendimiento. Configurador amigable Quick Routers Setup.

## 2.5 Software

Para la elaboración del conversor de puertos con la tarjeta Raspberry Pi elegimos el sistema operativo Raspbian que está acorde para levantar redes

y comunicación de interfaces en la que se mostrara la secuencia de instalación de los programas adicionales en la figura 2.17.

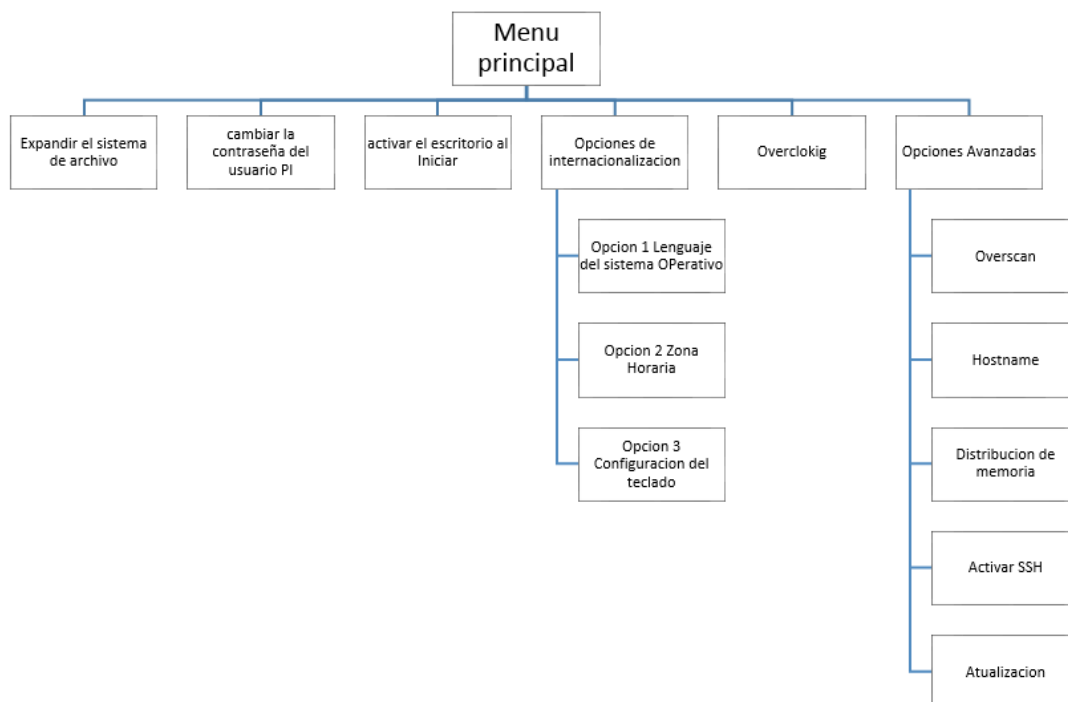


**Figura 2.17 Secuencia de instalación del software**

### 2.5.1 Instalación del sistema Operativo

Para la instalación del sistema operativo hay que seguir los siguientes pasos en los que se configuraran como tal Raspbian en las que existen diferentes opciones disponibles.

Al reiniciar el dispositivo el primer programa que se ejecuta se llama **raspi-config**, este programa solo se ejecuta en inglés. En caso de que se haya instalado el sistema operativo y se desee realizar alguna de estas modificaciones, se puede hacer ejecutando el siguiente comando desde la terminal. Se puede observar los pasos a seguir en el siguiente diagrama de bloques en la figura 2.18. Si se requiere de más información se encuentra anexo el paso de instalación del sistema operativo Raspbian.



**Figura 2.18 Diagrama de bloques de la instalación del sistema operativo**

### 2.5.2 Instalación de la touch Screen

Se puede confirmar el controlador está conectado correctamente escribiendo **lsusb** en la línea de comando. Luego hay que descargar con el comando:

```
wget https://github.com/raspberrypi/linux/archive/rpi-3.6.y.tar.gz
```

Después de la descarga hay que descomprimirlo con el comando:

```
tar -zxvf rpi-3.6.y.tar.gz
```

Es necesario instalar algunas dependencias del kernel con el siguiente comando:

```
sudo apt-get install git libncurses5 libncurses5-dev qt4-dev-tools  
build-essential  
cd linux-rpi.3.6.y/
```

```
make mrproper  
cp arch/arm/configs/bcmrpi_defconfig .config  
make xconfig
```

Se abrirá el GUI de configuración del Kernel y realizar los siguientes pasos:

Navegar al Dispositivo de entrada Apoyo en el árbol de la izquierda. Desplázate hasta pantallas táctiles en el árbol de la derecha.

Vaya a la pantalla táctil del controlador USB y haga clic en el Tickbox. Ahora debe haber una selección de los conductores pasaban en el árbol. Haga clic en el icono del disquete. Para guardar la configuración Cierre la GUI de configuración.

Esto se demorara algunas horas ente 12 a 18 horas hasta compilar completamente el kernel.img se cargar la configuración con el comando

```
sudo make modules_install
```

Copiamos y creamos el nuevo kenel que contiene los driver de la pantalla touch

```
sudo cp arch/arm/boot/Image /boot/new_kernel.img
```

Para hacer la nueva carga del kernel en el arranque que tendremos que añadir una entrada a la archivo config.txt

```
sudo nano /boot/config.txt
```

```
kernel=new_kernel.img
```

**Para guardar CTRL & X, y S**

Es necesario reiniciar el sistema ejecutando el comando

```
Sudo reboot
```

Para calibrar la pantalla tenemos que instalar algunas dependencias.



```

sudo apt-get install libx11-dev libXext-dev libXi-dev x11proto-input-dev
wget
http://github.com/downloads/tias/xinput_calibrator/xinput_calibrator
-0.7.5.tar.gz
tar -zxvf xinput_calibrator-0.7.5.tar.gz
cd xinput_calibrator-0.7.5
./configure
Make
sudo make install

```

Una vez que la instalación haya finalizado el calibrador ya debe estar lista para su uso. Para cargar el programa, haga clic en el icono del programa en la esquina inferior izquierda de la pantalla, vaya a las preferencias y haga clic en **Calibrar la pantalla táctil**. Toque los cuatro puntos de calibración, ya sea con un lápiz o el dedo. Trate de evitar el uso de un bolígrafo o cualquier cosa puntiaguda agudo. Cuando se haya completado una ventana de terminal se abrirá con la información de calibración de la calibración. Esto necesita ser salvado de forma permanente a un archivo de calibración.

```

sudo mkdir /etc/X11/xorg.conf.d
sudo nano / etc / X11 /xorg.conf.d/99-calibration.conf

```

*Sección "InputClass"*

*Identifier "calibración"*

*MatchProduct "eGalax Inc. TouchController USB"*

*Opción "Calibración" "78 1970 1805 136"*

*EndSection*

Haga clic en Editar - Copiar luego en la barra de menú Calibración LXTerminal. Haga clic en Editar - luego Pegar en la barra de menú LXTerminal 99-calibration.conf

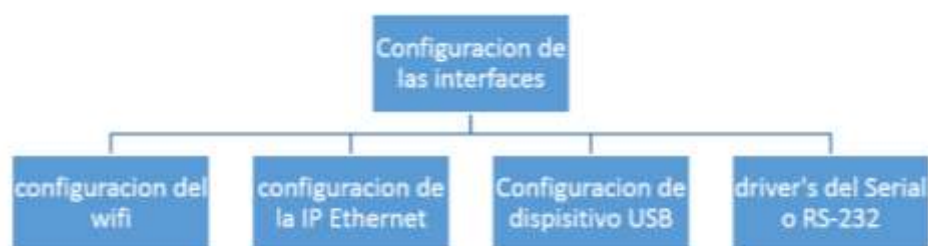
**CTRL & X** entonces **Y** guardar.

Eso es todo con lo que es la calibración de la pantalla táctil y para que todo se guarde hay que reiniciar con el comando

**sudo reboot**

### 2.5.3 Configuración de las interfaces

En la configuración de las interfaces de comunicación se debe instalar driver adicionales para reconocimiento de puerto serial, configurar direcciones IP para la conexión por Ethernet y wifi para la comunicación entre el conversor y el instrumento o el computador, crear archivos de configuración para el reconocimiento de bus de información del dispositivo USB.



**Figura 2.19 Diagrama de Bloques de la configuración de las interfaces de comunicación**

#### a. Configuración del wifi

La configuración se puede hacer por medio de la línea de comando o por medio del modo gráfico (LXDE). Por la simplicidad, será usado el programa que se encuentra en el escritorio llamado wpa-gui que se ejecuta al hacer doble click en WiFi Config.



Figura 2.20 Wifi config

Fuente: [27]

El adaptador se reconocerá por el sistema operativo Raspbian en el campo “Adapter”, debe aparecer como **wlan0**.

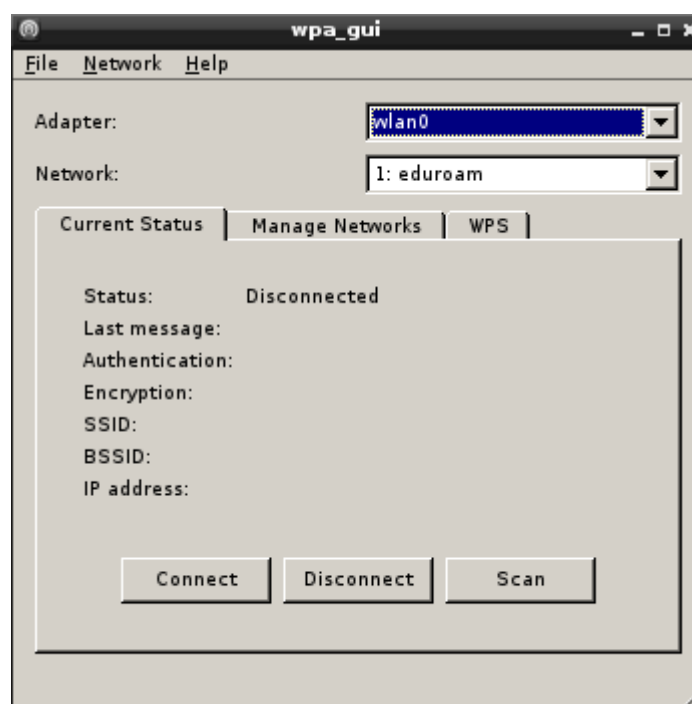
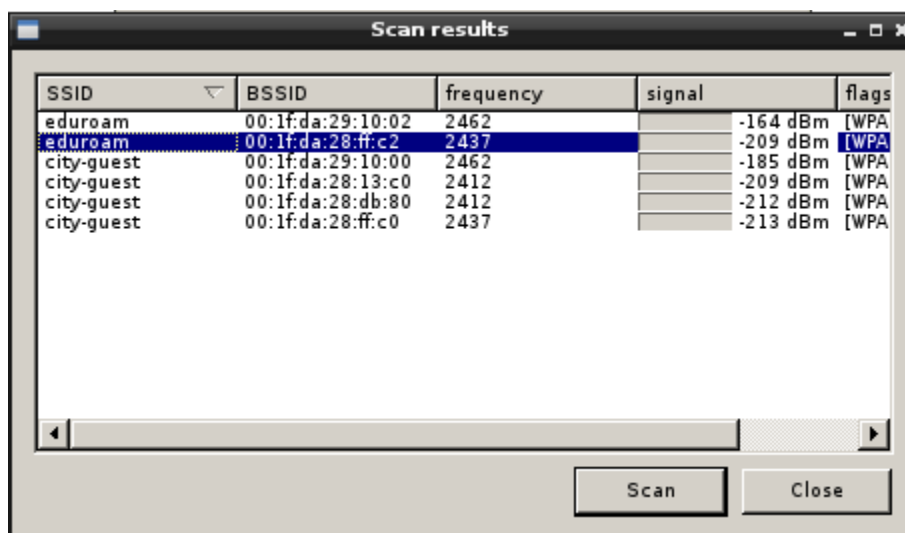


Figura 2.21 Reconocimiento de la red

Fuente: [27]

La red debe estar configurada como visible para ver el nombre de la red. Para eso hacer click en el botón scan, luego seleccionar la red que corresponde a su router haciendo doble-click sobre el nombre. A continuación ingrese la *contraseña* de acceso a la red.

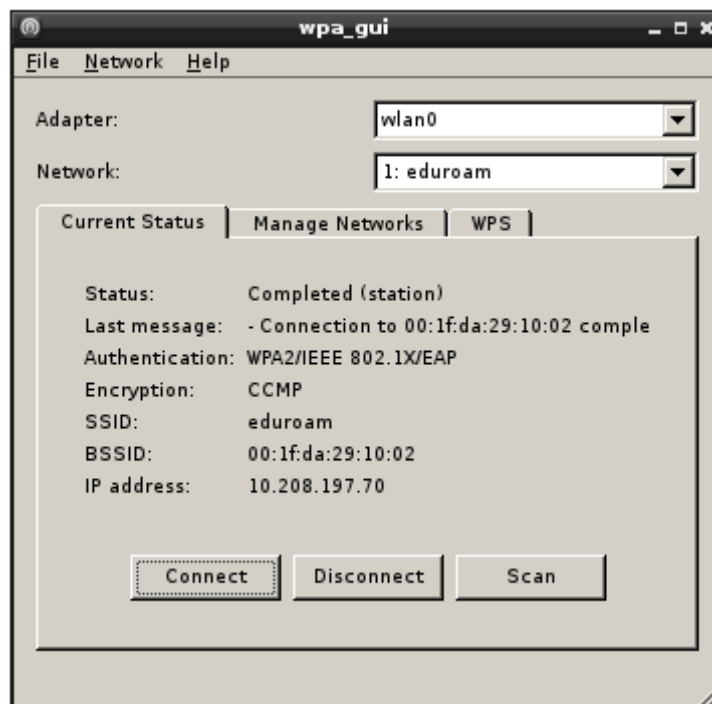


SSID	BSSID	frequency	signal	flags
eduroam	00:1f:da:29:10:02	2462	-164 dBm	[WPA
eduroam	00:1f:da:28:ff:c2	2437	-209 dBm	[WPA
city-guest	00:1f:da:29:10:00	2462	-185 dBm	[WPA
city-guest	00:1f:da:28:13:c0	2412	-209 dBm	[WPA
city-guest	00:1f:da:28:db:80	2412	-212 dBm	[WPA
city-guest	00:1f:da:28:ff:c0	2437	-213 dBm	[WPA

**Figura 2.22 Identificación de las redes encontradas**

**Fuente: [27]**

Por lo general a la red se asigna direcciones IP usando DHCP, no es necesario asignar una dirección estática. Si la conexión ha sido exitosa, su Raspberry Pi debe tener una dirección IP asignada como se observar en la figura 2.27, en el campo “*IP address*”. En caso que la conexión no sea exitosa, es necesario que los protocolos de autenticación coincidan tanto el de su red como el del Raspberry Pi.



**Figura 2.23 Adquisición de una dirección IP**

**Fuente: [27]**

#### **b. Configuración de la IP estáticas**

Para configurar las IP estáticas de los dos puertos Ethernet y wifi se debe realizar modificaciones en el siguiente Archivo:

Editamos el fichero de configuración de red

***sudo nano /etc/network/interfaces***

Cambiamos esta línea

**iface eth0 inet dhcp**

Por esta

**iface eth0 inet static**

Y justo debajo escribimos la configuración para nuestra Raspberry Pi. Modifica los datos para que se ajusten a la configuración de la red, de esta manera:

```
auto lo
```

```
iface lo inet loopback
iface eth0 inet static
address 169.254.80.184
netmask 255.255.255.0
gateway 169.254.254.254
```

```
iface eth1 inet static
address 192.168.1.25
netmask 255.255.255.0
gateway 192.168.1.1
```

```
allow-hotplug wlan0
iface wlan0 inet manual
wpa-roam /etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf
iface default inet static
address 192.168.1.125
netmask 255.255.255.0
gateway 192.168.1.1
```

Graba con CTRL+O y presionar [Enter]. Salimos con CTRL+x, presionar S y se reinicia el sistema con el comando

```
sudo reboot
```

### **c. Instalación del serial**

Por defecto el puerto serie del Raspberry Pi está configurado para ser utilizado para la entrada/ salida de la consola. Para poder utilizar el puerto serie para conectar y hablar con otros dispositivos como es un multímetro digital, la consola de puerto serie de inicio de sesión tiene que ser desactivado.

## Desactivar Serial Port Login

Para habilitar el puerto serie es necesario deshabilitar login en el puerto. Hay dos archivos que se debe editar

La primera y principal es / etc / inittab

Este archivo tiene el mandato para habilitar el indicador de conexión y esto tiene que ser desactivado. Editar el archivo y pasar al final del archivo. Verá una línea similar a

**T0: 23: respawn: / sbin / getty -L ttyAMA0 115.200 vt100**

Desactivarlo, añadiendo un signo # al principio. Guarde el archivo.

**# T0: 23: respawn: / sbin / getty -L ttyAMA0 115.200 vt100**

## Desactivar Bootup Info

Cuando el Raspberry Pi arranca, toda la información de arranque se envía al puerto serie. La desactivación de esta información de arranque es opcional y es posible dejar este habilitado, ya que a veces es útil para ver lo que está sucediendo en el arranque.

Puede desactivarlo editando el archivo / boot / cmdline . txt

El contenido del archivo se ve así

**dwc\_otg.lpm\_enable = 0 console = ttyAMA0,115200 kgdboc =  
ttyAMA0,115200 consola = root tty1 = / dev / mmcblk0p2  
rootfstype = ext4 ascensor = plazo rootwait**

Eliminar todas las referencias a ttyAMA0 (que es el nombre del puerto serie).

El archivo ahora se verá así

**dwc\_otg.lpm\_enable = 0 console = raíz tty1 = / dev / mmcblk0p2  
rootfstype = ext4 ascensor = plazo rootwait**

Con el fin de habilitar los cambios que ha hecho, tendrá que reiniciar la Raspberry Pi

### **Sudo shutdown -r now**

Para probar el puerto serial es utilizar el programa minicom. Para instalar ejecutar el siguiente comando:

### **sudo apt-get install minicom**

Conecte su PC al puerto serie Raspberry Pi utilizando un adaptador de puerto serie adecuado y el cableado, a continuación, ejecutar el programa terminal serie similar el lado de la PC. Configuración de una conexión mediante el puerto serie a 9600 baudios.

Ahora ejecutar minicom en la Raspberry Pi utilizando

### **minicom -b 9600 -o -D / dev / ttyAMA0**

Escribir en la pantalla del terminal minicom debe aparecer en la terminal de serie del PC y viceversa.

#### **d. Configuración del USB**

En el caso de no poder acceder al dispositivo sin ejecutar la secuencia de comandos como root, entonces debe crear una regla udev para configurar correctamente los permisos del dispositivo. En primer lugar, conectar el dispositivo y ejecutar lsusb. Encuentra las identificaciones de proveedores y productos. A continuación, cree un archivo /etc/udev/rules.d/usbtmc.rules con el siguiente contenido:

#### **Instrumentos # USBTMC**

#### **# Agilent MSO7104**

```
SUBSYSTEMS == "usb", ACTION == "añadir", ATTRS {idVendor} ==  
"2391", ATTRS {idProduct} == "1543", GROUP = "USBTMC", MODE =  
"0660"
```

Sustituir el idVendor y idProduct de lsusb. También crear el grupo USBTMC y agregar a él o sustituirlo por otro grupo de su elección. Parece



que udev no permite 0.666 normas, generalmente anular el modo en 0664, por un miembro del grupo asociado a utilizar el dispositivo.

Para agregar el dispositivo USBTMC kernel en el mismo grupo, agregar siguiente contenido a los usbtmc.rules. Esto es opcional, ya no pasa por Python USBTMC y desconecta el kernel USBTMC controlador y el dispositivo en realidad desaparecer de la conexión

```
# Dispositivos
```

```
KERNEL == "USBTMC / *", MODE = "0660", GROUP = "USBTMC"
```

```
KERNEL == "USBTMC [0-9] *", MODE = "0660", GROUP = "USBTMC"
```

#### **2.5.4 Servidores remotos**

Para realizar el monitoreo de las mediciones realizadas por los instrumentos mediante Ethernet y wifi en la que se observaran en la aplicación remotamente desde un computador o un dispositivo móvil se instalaran el servidor remoto de la Raspberry Pi propio del sistema Operativo y el servidor VNC para la conexión al dispositivo móvil

##### **a. Escritorio remoto Raspberry Pi**

Para la instalación del servidor de escritorio remoto en la Raspberry Pi ingresamos en comando

```
sudo apt-get install xrdp
```

Y aceptamos con un S. Ahora simplemente en windows iniciamos la aplicación por defecto de Windows "conexión a escritorio remoto" como se muestra en la figura 2.28.



**Figura 2.24 Escritorio remoto de Windows 7**

**Fuente: [28]**

Iniciamos la aplicación y ponemos la IP de la Raspberry Pi. A continuación nos pide usuario y contraseña. El usuario es pi y la contraseña la vuestra. Por defecto la contraseña es "Raspberry Pi". Ahora ya estamos conectados a nuestra Raspberry Pi y podemos ver su escritorio desde nuestro PC.

#### **b. Servidor VNC**

Es un sistema ampliamente usado por administradores de red. Es una aplicación cliente-servidor. Una forma de explicar su funcionamiento es que el servicio de VNC instalado en Raspberry Pi (o cualquier computador host) envía "fotos" del escritorio al computador remoto, varias veces por segundo permitiendo ver el escritorio del computador remoto.

#### **Instalación VNC en el Raspberry Pi**

Lo primero que se necesita es instalar el servidor VNC en el Raspberry Pi, ejecutando el comando

```
sudo apt-get install tightvncserver
```

Este se encargara de cargar el escritorio remoto en el mini computador. Para esto ingrese a la terminal de su Raspberry Pi a través de SSH usando ConnetBot para android. Ingresando con el siguiente comando

```
vncserver:1
```

Para ingresar desde tu dispositivo móvil hay que descargarse androidVNC o VNC Viewer ingresando la dirección IP

```
192.169.1.6:5901
```

Con eso tendremos una conexión remota desde el teléfono o Tablet.

## 2.6 Desarrollo de la aplicación

Para desarrollar la aplicación en Python se debe descargar la librería Tkinter y las anteriormente mencionadas que permiten comunicar y procesar las tramas adquiridas para después crear, probar y depurar las aplicaciones en python, se debe tener la actualización de la versión 2.3.7 en la que se creará la aplicación.

Se crea una ventana principal que permita el ingreso al monitoreo de cada equipo creando 3 botones de enlace a las ventanas de cada instrumento.



Figura 2.25 Ventana principal

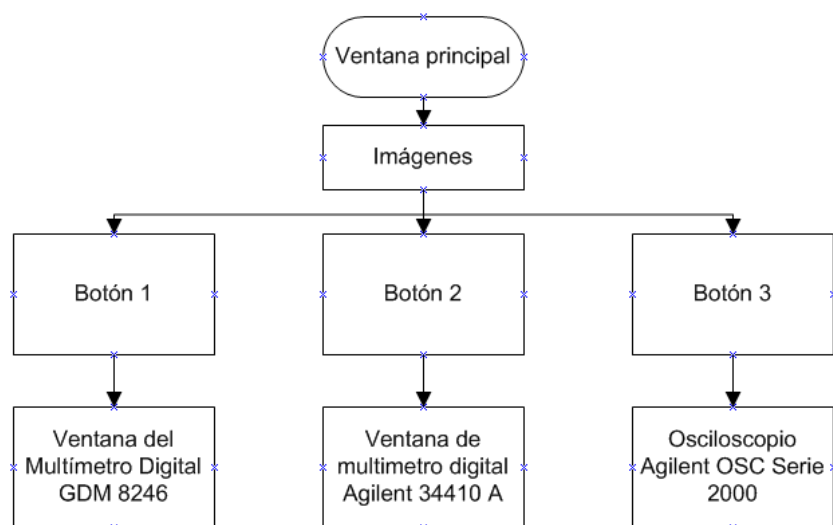


Figura 2.26 Diagrama de flujo de la ventana principal

Al pulsar el primer boton se enlaza a la ventana del multimetro digital GDM 8246 permitiendo realizar el monitoreo de las mediciones.



**Figura 2.27 Ventana GDM 8246**

Se crean tres botones el primero que es conexión al equipo el segundo que realiza la medición y el tercero graba un número determinado de mediciones en un archivo txt.

Se crean 4 funciones que trabajan de la siguiente manera

- Al pulsar el primer botón llamara a la función conectar que comprobara si está conectado el equipo con el comando SCPI
- El siguiente botón es medir que llama la función medir en el que se realiza todo el proceso de comparación de la funciones que se muestran en la tabla 2-4, rangos y la extracción del dato de la cadena que rebotan el comando SCPI para posteriormente llamar a la función imprimir y mostrar los datos en pantalla

Tabla 2.4.

## Funciones del multímetro GDM 8246

Función	Descripción
DC voltaje	DCV
AC voltaje	ACV
AC + DC voltaje	AC + DCV
ACV + Frecuencia	Hz + ACV
DC corriente	DCA
AC corriente	ACA
AC + DC Corriente	AC + DCA
ACA + frecuencia	Hz + ACA
Resistencia	OHM
Capacitancia	CAPCITANCE
Diodo	DIODE
Continuidad	CONT
Ripple	RIPPLE

Para determinar las unidades de medida o escala se realizó la siguiente comparación con los rangos de las siguientes unidades que se muestra en la tabla 2.5.

Tabla 2.5

## Rangos de las funciones GDM 8246

Dato	Voltaje	Ohmios	Corriente	faradios
.50000	mV	ohm	uA	-
5.0000	V	kohm	mA	nf
50.000	-	kohm	mA	nf
500.00	-	kohm	mA	nf
2000.0	-	-	A	-
5000.0	-	Mohm	-	-
50000.	-	-	-	uf

Todos los datos adquiridos por comandos SCPI pregunta/respuesta devuelve la cadena con un LF para extraer una nueva cadena con longitud - 1 para poder procesar, comparar o mostrar en pantalla en la tabla 2-6 siguiente muestra la respuesta de cada comando .

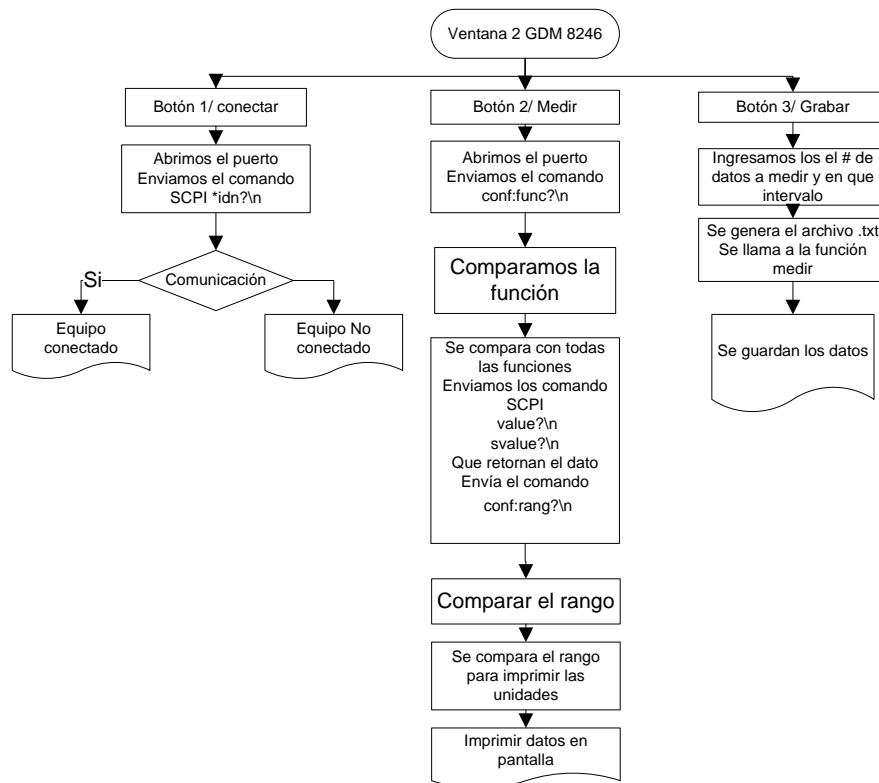
**Tabla 2.6**

**Comandos SCPI pregunta respuesta del GDM 8246**

<b>Comando SCPI</b>	<b>Respuesta</b>
<b>*idn?\n</b>	GW.Inc,GDM-8246,FW2.02
<b>read?\n</b>	.05996,+ -OL-
<b>value?\n</b>	+ -OL-
<b>svalue?\n</b>	.05996
<b>conf:func?\n</b>	DCV

- El ultimo botón grabar en el que se ingresa el número de datos que desea medir y a que intervalo de tiempo desea ese dato llama a la función grabar en el que se crea el archivo .txt con el nombre del equipo la fecha y hora después se llama a la función medir en la que realizara la medición la comparación de rangos y funciones y la extracción del dato para ser grabado en el archivo .txt

Se muestra en el siguiente diagrama de flujos cómo funciona la ventana 1



**Figura 2.28 diagrama de flujo la adquisición de datos del multímetro GDM 8246**

En el segundo boton se enlaza a la ventana del multímetro digital Agilent 34410 A 6 ½ que permite realizar las mediciones basicas



**Figura 2.29 Ventana Agilent 34410 A**

Para la segunda ventana se crean tres botones el primero que es conexión al equipo el segundo que realiza la medición y el tercero graba un número determinado de mediciones en un archivo txt.

Se crean 4 funciones que trabajan de la siguiente manera

- Al pulsar el primer botón llamara a la función conectar que comprobara si está conectado el equipo
- El siguiente botón es medir que llama la función medir en el que se realiza todo el proceso de comparación de la funciones y rango que se muestran en la tabla 2-7, la extracción del dato de la cadena que rebotan para posteriormente llamar a la función imprimir y mostrar los datos en pantalla

**Tabla 2.7.**

**Funciones del multímetro Agilent 34410 A**

<b>Función</b>	<b>Descripción</b>
<b>DC voltaje</b>	VOLT
<b>AC voltaje</b>	VOLT:AC
<b>DC corriente</b>	CURR
<b>AC corriente</b>	CURR:AC
<b>AC + DC Corriente</b>	AC + DCA
<b>ACA + frecuencia</b>	Hz + ACA
<b>Resistencia</b>	RES
<b>Capacitancia</b>	CAP
<b>Diodo</b>	DIOD
<b>Continuidad</b>	CONT

Todos los datos adquiridos por comandos SCPI pregunta/respuesta devuelve la cadena con un LF para extraer una nueva cadena con longitud - n para poder procesar, comparar o mostrar en pantalla los comando utilizados se muestran en la tabla 2-8 .



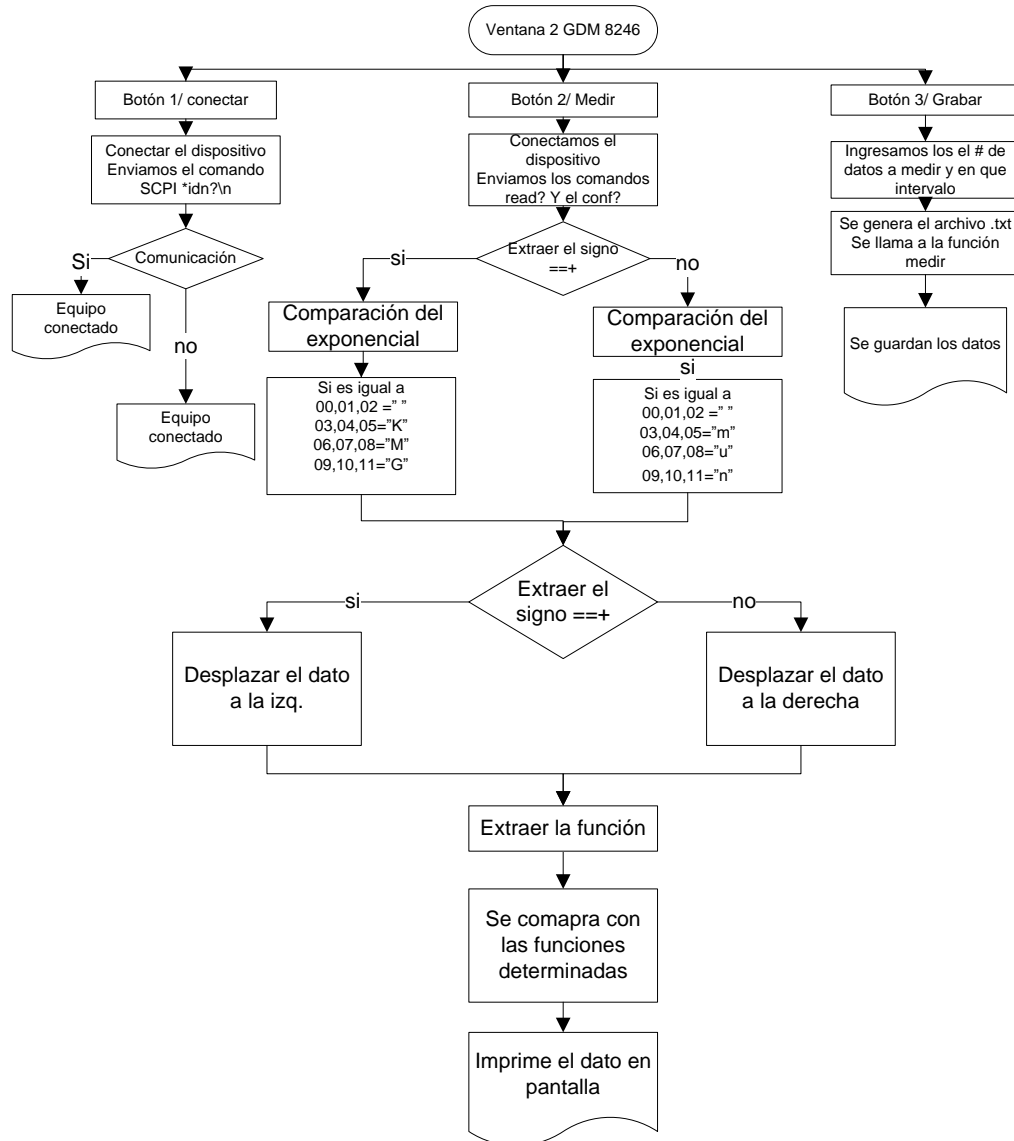
**Tabla 2.8**

**Comandos SCPI pregunta respuesta Agilent 34410 A**

<b>Comando SCPI</b>	<b>Respuesta</b>
<b>*idn?\n</b>	Agilent Technologies,34410A,MY47031834,2.40-2.40-0.09-46-09
<b>read?;conf?</b>	+9.89743563E-04;"VOLT:AC +1.00000000E-01,+1.00000000E-07"

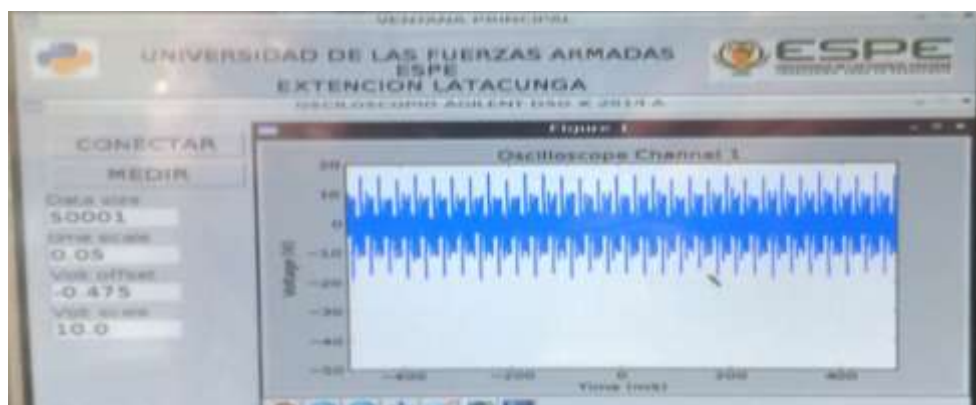
- El ultimo botón grabar en el que se ingresa el número de datos que desea medir y a que intervalo de tiempo desea ese dato llama a la función grabar en el que se crea el archivo .txt con el nombre del equipo la fecha y hora después se llama a la función medir en la que realizara la medición la comparación de rangos y funciones y la extracción del dato para ser grabado en el archivo .txt

Se muestra en el siguiente diagrama de flujos cómo funciona la ventana 2



**Figura 2.30** Diagrama de flujos de las mediciones del multímetro digital Agilent 34410 A

Y por ultimo conectar al osciloscopio para adquirir la grafica del canal.



**Figura 2.31 Ventana Osciloscopio Agilent**

Para la última ventana del osciloscopio se crean 2 botones el primero que es conexión al equipo el segundo que realiza la medición genera la gráfica de las mediciones del canal 1

Se crean 3 funciones que trabajan de la siguiente manera

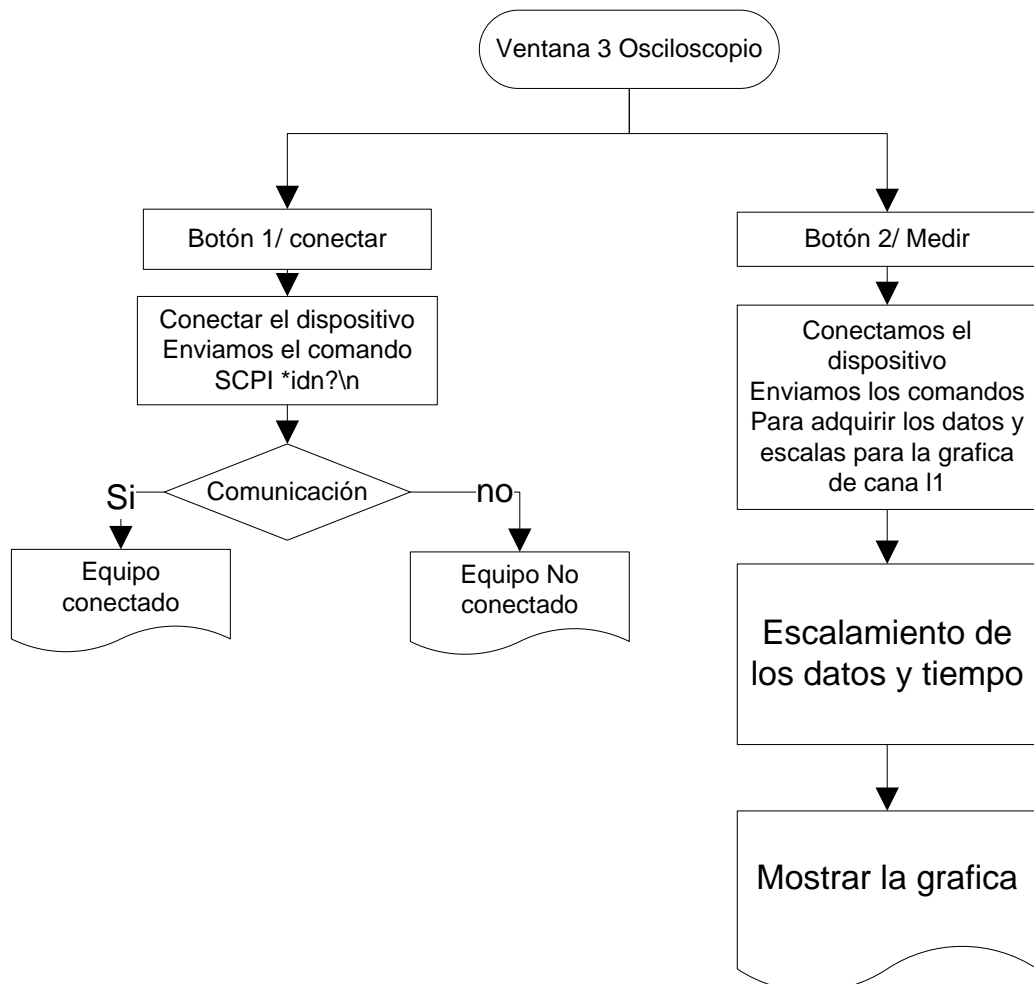
- Al pulsar el primer botón llamara a la función conectar que comprobara si está conectado el equipo
- El siguiente botón es medir que llama la función medir para realizar todo el proceso de adquisición de datos, escalas de la gráfica tiempo en la que generara un plotting mostrando la gráfica que muestra el osciloscopio
- En el osciloscopio se adquiera los datos en hexadecimal una la longitud de los datos dependerá de la señal tomada por el canal 1 en la que se muestra una gráfica escalada.
- Los datos adquiridos por comandos SCPI pregunta/respuesta devuelve la cadena con un LF para poder procesar, comparar o mostrar en pantalla los comando utilizados se muestran en la tabla 2.9 .

Tabla 2.9.

**Comandos SCPI pregunta respuesta del Osciloscopio**

Comando SCPI	Respuesta
*idn?\n	AGILENT TECHNOLOGIES,DSO-X 2014A,MY52491944,02.20.2012110802
:STOP	Detiene la pantalla del osciloscopio para ser trasmitido los datos
:WAV:DATA?	Devuelve la cadena de datos
:TIM:SCAL?	Tiempo de escala
:CHAN1:SCAL?	escala del canal 1
:CHAN1:OFFS?	Voltaje

Se muestra en el siguiente diagrama de flujos cómo funciona la ventana 2



**Figura 2.32 Diagrama de flujo de la adquisición de datos del Osciloscopio**

## CAPÍTULO III

### 3 PRUEBAS Y RESULTADOS OBTENIDOS

En este capítulo se realiza el análisis del comportamiento práctico del equipo como un conmutador, las pruebas realizadas en el equipo al tener la conexión con el multímetro de mesa GDM 8246 por el puerto serial, al multímetro Agilent 34410 A por un puerto USB y el osciloscopio Agilent serie 2000 A por Ethernet para ser monitoreados por escritorio remoto por Ethernet o wifi mediante computador o una Tablet. Esto permite tener muchas observaciones con respecto al sistema operativo como plataforma ayudando a determinar importantes conclusiones.

#### 3.1 Pruebas con el Multímetro GDM 8246

En la adquisición de datos por el puerto serial se utilizó un TTL RS-232, para controlar los niveles de voltaje de transmisión y recepción. No existió ningún inconveniente en la adquisición de la trama de información en la que se obtuvieron todo el parámetro de medida que presta el equipo.

En la Figura 3.1 y en la Figura 3.2 muestra la medición realizada por el multímetro el dato adquirido por el equipo mostrando el valor y la función que se está midiendo.

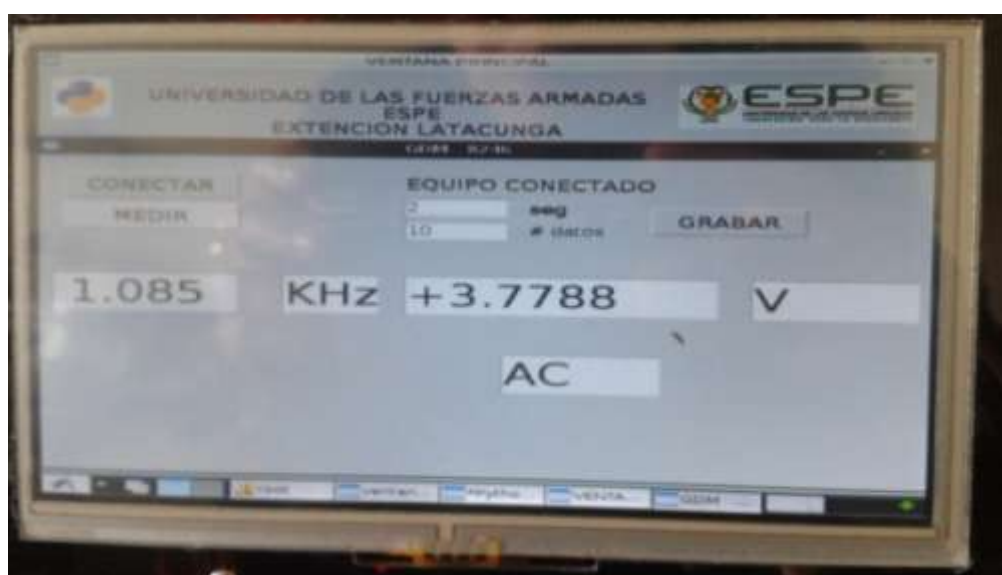
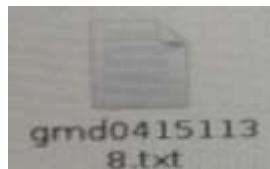


Figura 3.1 Datos Adquiridos por Serial del Multímetro GDM 8246



**Figura 3.2 Medición del multímetro GDM 8246**

Para el registro se pide dos parámetros importantes: el intervalo en que se desea obtener el dato y el número de datos que desea recopilar, generando un archivo .txt con la fecha exacta que se recopiló el dato y el parámetro que se está midiendo. Se observa en la figura 3.3 como se genera el archivo y en la figura 3.4 la información del archivo del registro de mediciones.



**Figura 3.3 Archivo txt registro de una variable.**

Archivo	Edición	Formato	Ver	Ayuda
09/04/15--11:38:13			+0.8327 V	DC
09/04/15--11:38:14			+0.9203 V	DC
09/04/15--11:38:16			+1.6585 V	DC
09/04/15--11:38:17			+2.5512 V	DC
09/04/15--11:38:18			+3.5111 V	DC
09/04/15--11:38:20			+4.1056 V	DC
09/04/15--11:38:21			+30.985 V	DC
09/04/15--11:38:22			+06.716 V	DC
09/04/15--11:38:24			+ -OL- V	DC
09/04/15--11:38:25			+08.926 V	DC
09/04/15--11:38:27			+10.159 V	DC
09/04/15--11:38:28			+10.641 V	DC
09/04/15--11:38:29			+11.811 V	DC
09/04/15--11:38:31			+12.602 V	DC
09/04/15--11:38:32			+12.990 V	DC
09/04/15--11:38:33			+13.197 V	DC
09/04/15--11:38:35			+14.063 V	DC
09/04/15--11:38:36			+14.541 V	DC
09/04/15--11:38:37			+14.824 V	DC
09/04/15--11:38:39			+15.780 V	DC

**Figura 3.4 Archivo txt con 20 mediciones**

### 3.2 Prueba con el multímetro Agilent 34410 A

Para la adquisición de datos del multímetro de mesas por el puerto USB existió complicaciones con versiones del sistema operativo para cargar los driver y modificación del kernel para poder trabajar como un dispositivo USB, a pesar que su reconocimiento desde la plataforma root (raíz) con el comando `lsusb` permitió observar que la conexión al puertos USB es muy rápida, al adquirir datos o restablecer una comunicación se demora en el reconocimiento del equipo perdiendo información al realizar un registro de las mediciones también tubo complicaciones al transmitir tramas muy grandes se obtuvo problemas para la adquisición de datos de frecuencias en la que se pierde la conexión. Los paquetes USBTMC de Python no permiten la trasmisión de datos por tiempos muy prolongados limitando la medición de algunas variables y llevar un registro de mediciones en tiempo real teniendo perdida de información.

En la figura 3.5 y la figura 3.6 muestra la los datos adquiridos por el equipo del multímetro por el puerto USB.

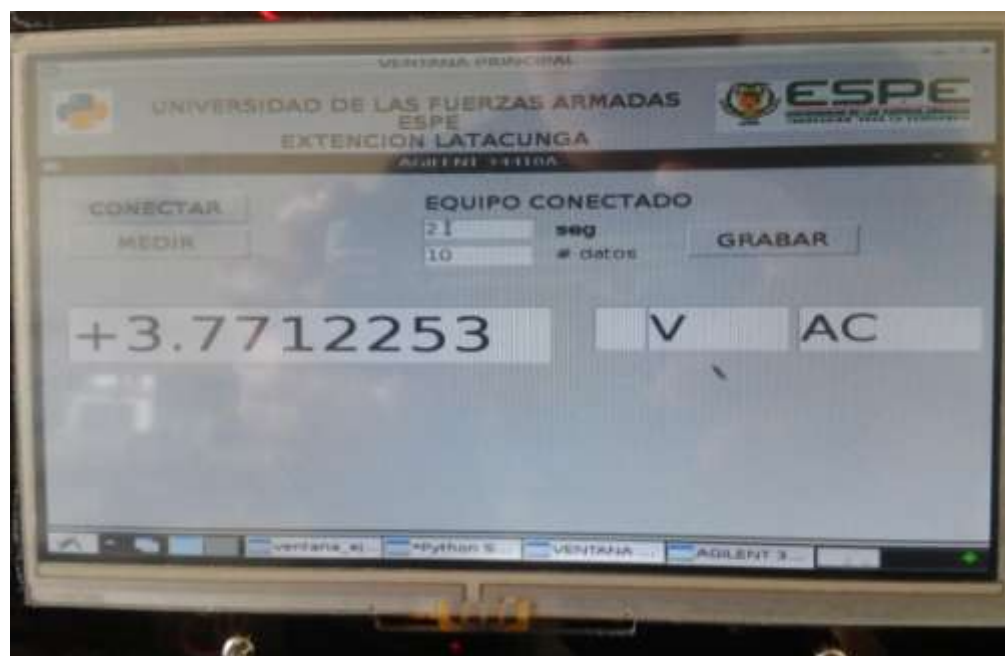


Figura 3.5 Adquisición de datos del Multímetro Agilent 34410 A



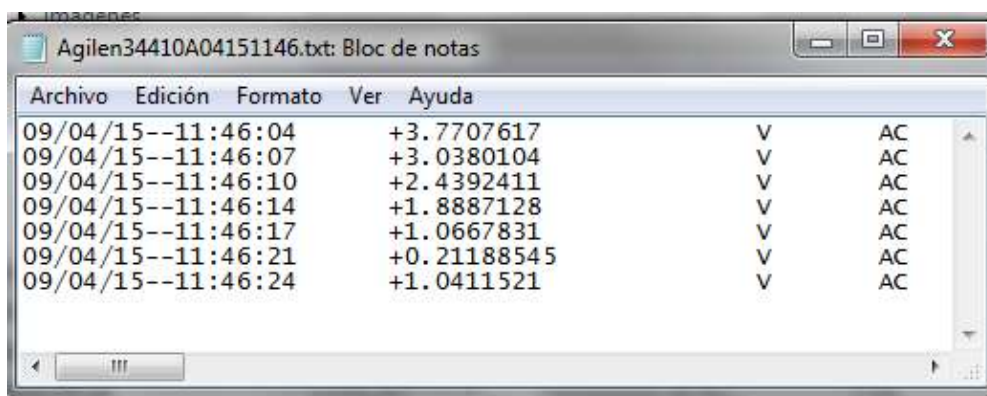
**Figura 3.6 Medición de multímetro Agilent 34410 A**

Para el registro de mediciones es necesario ingresar en intervalo y número de datos que se desea adquirir en la figura 3.7 se muestra como se genera el archivo y en la figura 3.8 muestra cómo está estructurado el archivo con los datos adquiridos a pesar que se piden 10 datos se puede observar que muestra casi la mitad por la demora de conexión con el equipo.



**Figura 3.7 Archivo txt del multímetro Agilent 34410 A**



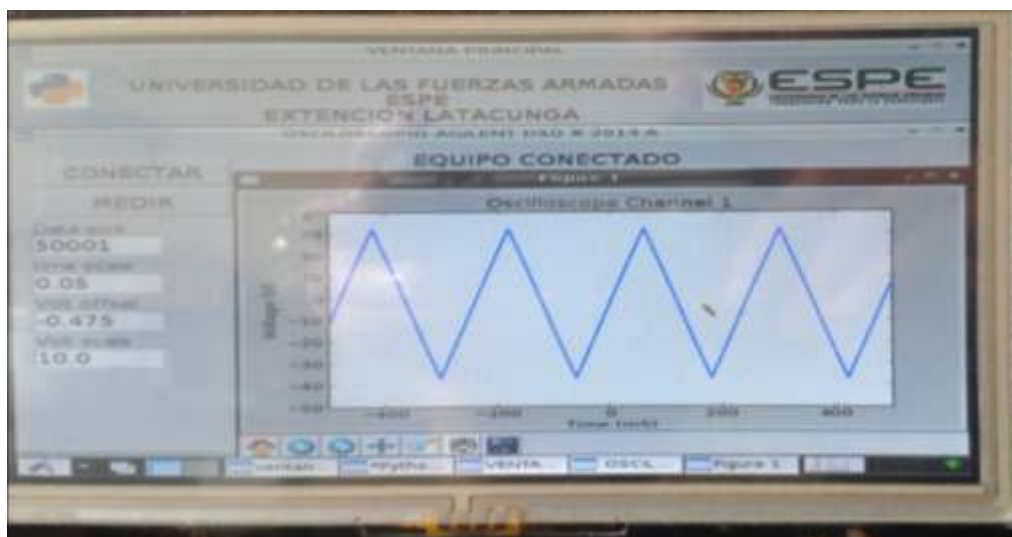


Archivo	Edición	Formato	Ver	Ayuda
09/04/15--11:46:04			+3.7707617	V AC
09/04/15--11:46:07			+3.0380104	V AC
09/04/15--11:46:10			+2.4392411	V AC
09/04/15--11:46:14			+1.8887128	V AC
09/04/15--11:46:17			+1.0667831	V AC
09/04/15--11:46:21			+0.21188545	V AC
09/04/15--11:46:24			+1.0411521	V AC

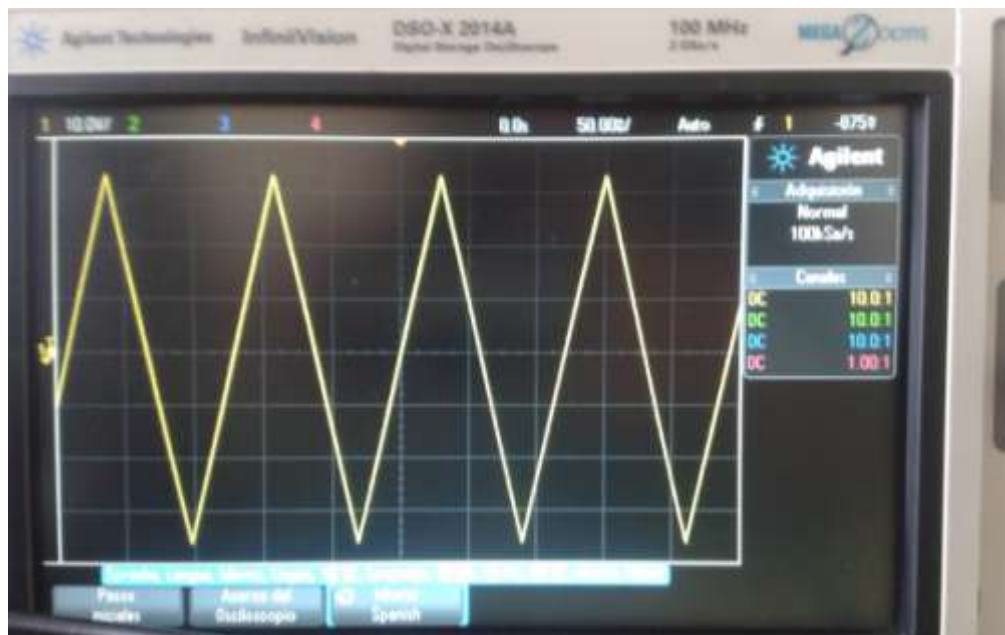
**Figura 3.8 Archivo txt con 7 mediciones**

### 3.3 Prueba con el osciloscopio Agilent serie 2000 A

Para la adquisición de datos del osciloscopio por Ethernet se pudo adquirir normalmente los datos al detener la adquisición o darle un STOP para manipular dichos datos, se encuentra en pantalla la gráfica, se aprecia tal como se muestra en el osciloscopio y los parámetro de escala, en la figura 3.9 se muestra la gráfica y los parámetros de la gráfica y en la figura 3.10 se muestra la gráfica del osciloscopio.



**Figura 3.9 Adquisición de datos del osciloscopio**

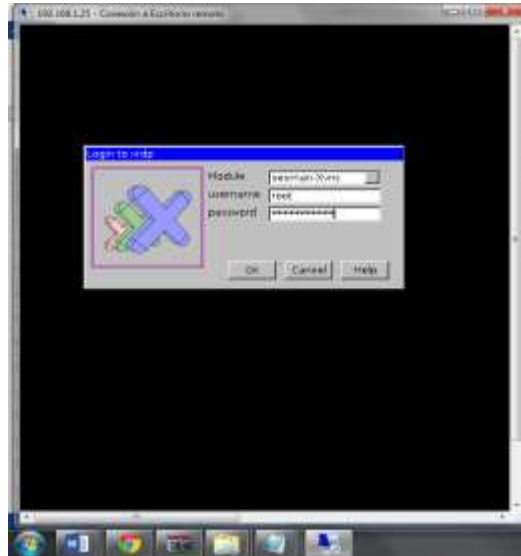


**Figura 3.10 Gráfica en el osciloscopio**

Para realizar un registro de datos del osciloscopio por Ethernet existió inconvenientes al tratar con mucho datos, los recursos que presenta la tarjeta con memoria de 1Ghz, se pierde el control del equipo colgándose en el proceso de adquisición de los datos al archivo txt. Por lo que no se puede realizar un registro del osciloscopio con esta versión de la tarjeta.

### **3.4 Pruebas de conexión al computador por Ethernet y wifi**

Para la conexión del computador con el equipo por Ethernet y wifi se configura las IP en la misma red y se utiliza el servidor xdmc del propio de Rasbian. En la figura 3.11 y 3.12 muestran la conexión del equipo al computador.



**Figura 3.11 Escritorio remoto**



**Figura 3.12 Escritorio Remoto al modo gráfico de la Raspberry pi**

Para la conexión a un teléfono o una Tablet es necesario instalar otro servidor VNC que permite la conexión al dispositivo móvil para poder interactuar con la aplicación.

## **CAPÍTULO IV**

### **4 ANÁLISIS ECONÓMICO**

Uno de los motivos que impulsó el desarrollo de este proyecto fue la construcción de un conmutador a base de equipos económicos que pueda facilitar el monitoreo de los equipos de laboratorio para llevar un registro de las mediciones realizadas.

Existen conmutadores que permiten comunicarse con dos a tres interfaces de comunicación en la que únicamente se utiliza como pasarela, pero no tienen características similares al hub construido capaz de comunicarse con equipos de instrumentación y la aplicación que permite verificar la transmisión y recepción de datos.


Las características son las siguientes:

- Interfaz serial RS-232 entrada
- Interfaz Ethernet 1 entrada 1 salida
- Interfaz USB 2 entrada/salida
- Wifi
- Pantalla touch para interactuar y visualizar

Se coloca el detalle económica del equipo conversor de puertos para equipos de medida del laboratorio.

Tabla 4.1.

## Análisis económico

CANTIDAD	REFERENCIA	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Raspberry Pi B	95.00	95.00
1	Pantalla touch	120.00	120.00
1	Tarjeta controladora del touch	80.00	80.00
1	USB-wifi	18.00	18.00
1	USB Ethernet	15.00	15.00
1	Hub USB	12.00	12.00
1	Cable HDMI	10.00	10.00
1	Memoria SD	11.00	11.00
1	TTL RS-232	8.00	8.00
1	Cables serial	3.80	3.80
2	Cables Ethernet	5.00	10.00
1	Ventilador	9.50	9.50
4	Capacitores Electrolíticos 10 $\mu$ F	0.15	0.60
2	Puente rectificador	1.80	1.80
6	CAP Electrolíticos	0.10	0.60
6	Diodos LED	0.40	2.40
3	Regleta GM	0.25	0.75
5	Cables de Protoboard	0.20	1.00
3	Regulador de tensión 7805	0.80	2.40
3	Regulador de Tensión 7812	0.80	2.40
10	Resistencias	0.02	0.10
1	Placa PCB de Fibra de vidrio	3.80	3.80
3	Diseño de Placa	1.20	3.60
6	Cables de Protoboard hembra	0.35	2.10
20	Postes	0.40	8.00
1	Switch doble	0.60	0.60
1	Transformador de 110Ac/24Ac	11.50	11.50
		CONTINUA	



comunicación 422/485 es utilizado en control industrial y automatización, utilizando una pantalla touch se puede construir un panel view.

La tarjeta se puede utilizar en el área de robótica utilizando una extensión de la tarjeta para el control de motores en domótica o la creación de un avión drone.

Utilizando como base este proyecto, se puede utilizar en el área de biomédica para instrumentos médicos, ubicados en una ambulancia que necesiten monitorear los signos vitales desde un hospital o centro médico.

## CAPÍTULO V

### 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- Se implementó el conmutador o switch para la adquisición de datos y monitoreo de los equipos de medida del laboratorio en una red local utilizando como un concentrador la tarjeta Raspberry Pi y periféricos adicionales que permiten la comunicación de las diferentes interfaces.

- Se crearon archivos de configuración .config para integrar la comunicación USB entre el minicomputador Raspberry pi y el multímetro digital Agilent 34410 A 6 ½.

- Se estudió e identifico las diferentes tramas que envía cada equipo de medida por comandos SCPI y cuales son útiles para monitoreo de las variables a medir entregando una cadena de datos que es necesario realizar un sub String para poder procesar los datos de visualización.

- El conversor con recepción RS-232, USB y Ethernet funciona exitosamente para mediciones con intervalos de tiempo no menores a 1 o 2 segundos por el tiempo de respuesta del instrumento.

- Se obtuvo dificultades en la adquisición de datos de frecuencia por el puerto USB del multímetro digital Agilent 34410 A 6 ½ en la que se determina que el paquete USBTMC no permite una transmisión/recepción de datos en tiempos extensos en que el puerto no responde al comando pregunta/respuesta.

- La comunicación con el multímetro digital Agilent 34410 A 6 ½ para registrar los dato es muy inestable por el tiempo de respuesta a la conexión remota del equipo al mini computador.



- Para obtener un registro de información de los osciloscopios el minicomputador como tal con sus características es insuficiente para trabajar simultáneamente con los tres equipos perdiendo totalmente el control de la aplicación en python.

- Se creó una aplicación didáctica en Python que es generada desde el modo raíz o súper usuario prestando todos los privilegios del sistema operativo en las interfaces de comunicación.

- Para realizar la comunicación Ethernet entre el converso múltiple y un computador, es necesario esperar que inicie correctamente antes de conectar para que se carguen correctamente los controladores en la tarjeta.

## **5.2 Recomendaciones**

- Para la primera instalación del sistema operativo en la Raspberry pi es preferible trabajar con una memoria SD bien formateada con una pantalla teclado y mouse al trabajar como SSH es ocasiones se pierde la comunicación al instalar librerías.

- El consumo de corriente de la pantalla táctil es demasiado por lo que es necesario colocar un ventilador para enfriar los reguladores y transformadores.

- Tener una buena cobertura a internet para la descarga de los controladores de la pantalla táctil por el tiempo de configuración que toma en generar la nueva imagen kernel del controlador en el sistema operativo

- Observar la incompatibilidad de versiones en librerías de Python para no tener inconvenientes en la comunicación especialmente con USB.

- Antes de instalar paquetes adicionales o librerías instalar los driver de la pantalla táctil por la dificultad en cargar la nueva imagen, existiendo inconvenientes con las versiones actuales en la que la imagen del dispositivo es corrompido, perdiendo el arranque del sistema operativo modificando el kernel.

- Tener muy en cuenta el ID del multímetro para crear el archivo USBTMC.confg para reconocerlo en las librerías de Python y cargar correctamente el kernel del dispositivo si es compatible con la versión que se está trabajando.

- Incompatibilidad entre las versiones del Sistema operativo y los driver del fabricante de los equipos de medida teniendo dificultad al crear los archivos de configuración para trabajar como súper usuario.

- Tener en cuenta con que niveles de voltaje trabaja el TTL RS-232 para la comunicación entre la Raspberry Pi el multímetro GDM 8246

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] n. KIOSKet, «<http://es.kioskea.net/faq/10391-que-es-un-concentrador-o-un-hub>,» [En línea]. [Último acceso: 28 julio 2014].
- [2] Motorola, convertidores ,  
«<http://www.icsh.com.mx/pdfs/Convertidor%20de%20Protocolo.pdf>,»  
Motorola, convertidores , 19 02 2013. [En línea]. [Último acceso: 28 agosto 2014].
- [3] N. A. Rojas, «<http://nelalexrojas.blogdiario.com/>,» ESTRUCTURA DE UNA TRAMA , 2006. [En línea]. [Último acceso: 10 agosto 2014].
- [4] Arduino.cc, « <http://arduino.cc/es/Reference/Ethernet>,» Ethernet, 2012. [En línea]. [Último acceso: 2 septiembre 2014].
- [5] kzy, «<http://aprendeconkzy.blogspot.com/2013/07/tipos-de-cables-de-red-ethernet.html>,» 2013. [En línea]. [Último acceso: 15 septiembre 2014].
- [6] T. h. y. electrónica, «<http://www.euskalnet.net/shizuka/rs232.htm>,» El Estándar RS-232, 2013. [En línea]. [Último acceso: 18 septiembtr 2014].
- [7] W. Tomas, « Sistemas de comunicaciones electrónicos. MÉXICO: Cuarta Edición.,» MÉXICO, D.F. Cuarta Edición., 2003.[Último acceso: 2 octubre 2014].
- [8] Javi1996, «<http://txoriberri.wordpress.com/author/javi1991/page/2/>,» 26 sep 2012. [En línea]. [Último acceso: 10 octubre 2014].
- [9] Monografías, « <http://www.monografias.com/trabajos11/usbmem/usbmem.shtml#ixzz>

- 3079pM0n6,» USB, 2013. [En línea]. [Último acceso: 20 octubre 2014].
- [10] «<http://www.vallecompras.com/msIn/index.php/78-manuales/82-identificando-pines-del-data-cable-de-usb-a-serial>,» Identificando pines del DATA CABLE de USB a serial}. [En línea]. [Último acceso: 22 octubre 2014].
- [11] K. i. a. wi-fi, «<http://es.kioskea.net/contents/789-introduccion-a-wi-fi-802-11-o-wifi>,» Comunicación inalámbrica WI- FI, 2013. [En línea].
- [12] J. S. WILMER DURAN, «<http://pantallatouchscreen.blogspot.com/>,» PANTALLAS TOUCH SCREEN. [En línea]. Último acceso: 28 octubre 2014].
- [13] M. A. Alvarez, «<http://www.desarrolloweb.com/articulos/1325.php>,» 2003. [En línea]. [Último acceso: 4 noviembre 2014].
- [14] Instek, «GDM-8246 MULTIMETER». [Último acceso: 4 noviembre 2014].
- [15] V. N. y. e. d. p. utilizados, «<https://www.valuetronics.com/detail/Used-instek-gdm-8246.cfm?gclid=CO3jMz51cQCFXR07AoddiYAbA>,» [En línea]. [Último acceso: 6 noviembre 2014].
- [16] K. T. 2000-2015, «<http://www.keysight.com/en/pd-692834-pn-34410A/digital-multimeter-6-digit-high-performance?cc=EC&lc=eng>,» 2015. [En línea]. [Último acceso: 10 noviembre 2014].
- [17] Agilent, «Agilent InfiniiVision 2000 X-Series Oscilloscopes». [Último acceso: 11 noviembre 2014].
- [18] R. M. J. L. y. A. M. Eben Upton, «<http://www.raspberrypi.org/help/what-is-a-raspberry-pi/>,» 2008. [En línea]. [Último acceso: 21 8 2014].

- [19] F. R. pi, «<http://www.raspberrypi.org/help/what-is-a-raspberry-pi/>,» [En línea]. [Último acceso: 08 2014].
- [20] Wayengineer, «[http://www.wayengineer.com/wx-raspberry-pi-model-b-bcm2835-broadcom-arm11-p-2190.html#.VVP\\_Tvl\\_Oko](http://www.wayengineer.com/wx-raspberry-pi-model-b-bcm2835-broadcom-arm11-p-2190.html#.VVP_Tvl_Oko),» [En línea]. [Último acceso: 08 2014].
- [21] BROADCOM:, «<http://www.broadcom.com/products/BCM2835/>,» [En línea]. [Último acceso: 2014].
- [22] F. R. PI, «<http://diymakers.es/usando-el-puerto-gpio/>,» Usando PUerto GPIO. [En línea]. [Último acceso: 23 noviembre 2014].
- [23] «<http://www.emartee.com/product/41777/>,» Conversor RS232 a TTL sin MAX232. [En línea]. [Último acceso: 25 noviembre 2014].
- [24] «[http://www.informaticamoderna.com/Hub\\_USB.htm](http://www.informaticamoderna.com/Hub_USB.htm),» 2015. [En línea]. [Último acceso: 3 diciembre 2014].
- [25] DAVICOM, «[http://download.cnet.com/DM9601-USB-To-Fast-Ethernet-Adapter/3000-2112\\_4-72413.html](http://download.cnet.com/DM9601-USB-To-Fast-Ethernet-Adapter/3000-2112_4-72413.html),» Dm9601 USB al adaptador Fast Ethernet. [En línea]. [Último acceso: 11 diciembre 2014].
- [26] «[http://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-405819603-mini-tarjeta-usb-wireless-n-nexxt-nano-lynx150-150mbps-wifi-\\_JM](http://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-405819603-mini-tarjeta-usb-wireless-n-nexxt-nano-lynx150-150mbps-wifi-_JM),» [En línea]. [Último acceso: 11 diciembre 2014].
- [27] F. P. Colombia, «<http://www.frambuesapi.co/2013/09/17/tutorial-4-parte-3-conexion-del-raspberry-pi-con-wi-fi/>,» [En línea]. [Último acceso: 11 diciembre 2014].
- [28] F. P. Colombia, «<http://www.frambuesapi.co/2013/10/07/conexion-remota-al-raspberry-pi-usando-vnc/>,» 2014. [En línea]. [Último acceso: 11 diciembre 2014].

- [29] C. Liechti., «<http://pyserial.sourceforge.net/pyserial.html>,» 2013. [En línea].
- [30] «<http://www.howtoinstall.co/en/debian/wheezy/main/jython-doc/>,» [En línea]. [Último acceso: 22 diciembre 2014].
- [31] Esfinge, «<http://www.numpy.org/>,» [En línea]. [Último acceso: 22 diciembre 2014].
- [32] Matplotlib, «<http://matplotlib.org/1.3.1/users/installing.html>,» [En línea]. [Último acceso: 15 enero 2015].
- [35] F. P. Colombia, «<http://www.frambuesapi.co/2013/08/10/tutorial-3-instalacion-y-configuracion-de-inicial-del-raspberry-pi-raspi-config/>,» [En línea]. [Último acceso: 15 enero 2015].

# ANEXOS

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE**  
**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN**  
**CERTIFICACIÓN**

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por el Sr. EDISON MAURICIO CRESPO VARGAS.

MSc. DAVID, RIVAS  
**DIRECTOR**

ING. MARCELO, ALVAREZ  
**CODIRECTOR**

ING. FRANKLIN, SILVA  
**DIRECTOR DE LA CARRERA**

DR. RODRIGO, VACA  
**SECRETARIO ACADÉMICO**