



“Responsabilidad con pensamiento positivo”

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE:  
INGENIERO EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y  
TELECOMUNICACIONES**

**TEMA:**

IMPLEMENTACIÓN DE UN EQUIPO DE CONTRASTACIÓN PARA CONTADORES  
DE ENERGÍA ELÉCTRICA MONOFÁSICO, PARA EL LABORATORIO DE  
MEDIDORES DE LA EMPRESA ELÉCTRICA QUITO

**AUTOR:**

SANTIAGO FABIÁN CHACÓN CAJO

**TUTOR:**

ING. FRANCISCO XAVIER JURADO PRUNA, MG

**QUITO, ECUADOR**

**2018**

## DECLARACION

<b>CARRERA:</b>	Electrónica Digital y Telecomunicaciones
<b>AUTOR/A:</b>	Santiago Fabián Chacón Cajo
<b>TEMA DEL TT:</b>	Implementación de un equipo de contrastación para contadores de energía eléctrica monofásico, para el Laboratorio de Medidores de la Empresa Eléctrica Quito
<b>ARTICULACIÓN CON LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:</b>	Tecnología Aplicada a la Producción y Sociedad
<b>SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:</b>	Nuevas Tecnologías de Telecomunicaciones
<b>ARTICULACIÓN CON EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL DEL ÁREA</b>	Sistema electrónico de contrastación para un equipo para el Laboratorio de Medidores de la Empresa Eléctrica Quito
<b>FECHA DE PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL:</b>	Marzo de 2018

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de titulación certifico:

Que el trabajo de titulación: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN EQUIPO DE CONTRASTACIÓN PARA CONTADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA MONOFÁSICO, PARA EL LABORATORIO DE MEDIDORES DE LA EMPRESA ELÉCTRICA QUITO.”**, presentado por el Sr. Santiago Fabián Chacón Cajo, estudiante de la carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Quito D.M. 9 de Febrero de 2018

TUTOR

.....

Ing. Francisco Xavier Jurado Pruna, Mg

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, a Dios por haberme guiado a cumplir este objetivo y entre varias a dos personas que me apoyaron y respaldaron siempre. Con todo cariño: mi Esposa y mi Hijo.

## **DEDICATORIA**

**A mi madre Marcia.**

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

## Tabla de contenido

<b>RESUMEN.....</b>	<b>12</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>13</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>14</b>
Antecedentes de la situación objeto de estudio .....	14
Planteamiento del problema.....	15
Formulación del problema .....	16
Justificación .....	17
Objetivos.....	18
Objetivo general:.....	18
Objetivos específicos: .....	18
Descripción de los capítulos .....	19
<b>CAPITULO I.....</b>	<b>20</b>
<b>FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....</b>	<b>20</b>
1.1. Antecedentes investigativos.....	20
1.2. Equipo de verificación PTS .....	22
Funciones: .....	23
1.3. Control de Equipos de Medición de Energía Eléctrica.....	25
1.4. Equipos de medición de energía eléctrica.....	26
1.4.1, Equipos de medición electromecánicos o de inducción.....	27
1.4.2, Bobina de tensión .....	27
1.4.3, Bobina de corriente .....	27
1.4.4, Rotor o disco .....	28
1.4.5, Sin Fin .....	28
1.4.6, Mecanismo Anti retroceso .....	28
1.4.7, Mecanismo de regulación de freno magnético.....	29
1.4.8, Cojinetes Inferior y superior .....	30
1.4.9, Registrador o numerador .....	30
1.4.10, Placa de características.....	31
1.4.11, Bornera .....	32
1.4.12, Sello de seguridad .....	32
1.5. Equipos de medición electrónicos o estáticos.....	33
1.5.1, Transformadores de corriente (TC).....	34
1.5.2, Tarjeta electrónica.....	34

1.5.3, Display .....	35
1.5.4, Led indicador de Impulsos .....	36
1.6. Contrastación de equipos de medición de energía eléctrica .....	36
1.6.1, Método de contratación por medidor patrón fijo.....	36
1.6.2, Método de contratación potencia-tiempo .....	37
1.6.3, Transductores analógicos .....	39
1.6.4, Transductores digitales.....	39
1.7. Clasificación de medidores de acuerdo con la exactitud: .....	39
1.7.1, Carga a alimentar. ....	43
1.7.2, Carga tipo monofásica.....	44
1.7.3, Requisitos para instalación de nuevos servicios .....	44
1.8. Inspección visual de fraudes .....	46
1.8.1, Inspección visual en la acometida.....	46
1.8.2, Inspección visual en los sellos .....	46
1.8.3, Generación de órdenes de revisión.....	47
1.8.4, Revisión del sistema de acometida y medición de clientes de facturación .....	47
1.8.5, Metodología para revisar el medidor .....	48
<b>CAPITULO II.....</b>	<b>57</b>
2.1. Propuesta.....	57
2.2. Descripciones Técnicas del Sistema .....	58
2.2.1, Análisis del Hardware .....	58
2.2.2, Raspberry Pi .....	58
2.2.3, Arduino Mega 2560 R3.....	63
2.2.4, Display LCD .....	66
2.2.5, Lenguajes de programación para la Raspberry pi .....	69
2.3. PI4J, control del GPIO de Raspberry Pi con Java .....	72
2.3.1 NetBeans .....	73
Ejecución.....	74
2.4. Cámara de Video Raspberry Pi 100003.....	74
2.4.1, Características .....	75
2.4.2, Webcam.....	75
2.6. Medidor de Energía Eléctrica .....	77
2.6.1, Partes .....	78

2.6.2, Características .....	78
2.7. Lector Óptico .....	79
2.8. Cargador Portátil 15000mah .....	80
2.9. Resistencias Eléctricas .....	81
Características de Fabricación.....	81
2.10. Optoacoplador.....	82
2.11. Metodología .....	83
2.11.1, Ventajas y Costos de Ejecución del proyecto .....	84
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>86</b>
<b>IMPLEMENTACION.....</b>	<b>86</b>
3.1. Desarrollo.....	86
3.1.1, Instalación del sistema operativo .....	86
Numeración de PIN - Raspberry Pi 3 Modelo B.....	90
3.1.2, Crear un nuevo proyecto en NetBeans .....	91
3.1.3, Configuración Panel táctil 7" TFT .....	95
3.2. Implementación .....	103
3.2.1, Elementos de equipo de contrastación de medidores.....	103
3.2.2, Componentes utilizados en el equipo de contrastación.....	104
3.2.3, Consideraciones de funcionamiento.....	105
3.2.4, Proceso de medición.....	110
3.2.5, Conexión de Componentes.....	111
3.2.6, Conexión de la Raspberry PI 3B y Pantalla LCD .....	111
3.2.7, Etapa Optoacopladora con Raspberry PI 3B.....	113
3.2.8, Pruebas de funcionamiento .....	115
3.2.9, Programación con especificaciones técnicas.....	117
3.2.10, Análisis de resultados de componentes del sistema.....	120
3.2.11, Montaje y equipamiento de componentes del sistema.....	120
Conclusiones .....	124
Recomendaciones .....	124
Bibliografía .....	127



## LISTA DE FIGURAS

Figura. 1. Esquema de un sistema de contrastación .....	21
Figura. 2. Diagrama sistema de contrastación .....	21
Figura. 3. Equipo de contrastación de Medidores .....	22
Figura. 4. Equipo de portátil PTS .....	23
Figura. 5. Medidor Electromecánico .....	27
Figura. 6. Bobinas.....	28
Figura. 7. Mecanismo Anti retroceso .....	29
Figura. 8. Freno Magnético .....	29
Figura. 9. Cojinetes Superior e Inferior.....	30
Figura. 10. Registrador ciclométrico .....	31
Figura. 11. Placa de características.....	31
Figura. 12. Conexión eléctrica.....	32
Figura. 13. Sellos de seguridad.....	33
Figura. 14. Medidor electrónico .....	33
Figura. 15. Transformador de corriente.....	34
Figura. 16. Placa electrónica .....	35
Figura. 17. Display .....	35
Figura. 18. Led de impulsos .....	36
Figura. 19. Medidor Clase 2% .....	39
Figura. 20. Formulario trámite EEQ.....	45
Figura. 21. Aldaba aislada .....	51
Figura. 22. Aldaba abierta .....	52
Figura. 23. Derivación Directa .....	52
Figura. 24. Puente Interno .....	53
Figura. 25. Puente Externo .....	53
Figura. 26. Disco de aluminio rayado.....	54
Figura. 27. Elementos externos .....	54
Figura. 28. Sistema Sin Fin .....	55
Figura. 29. Display apagado .....	55
Figura. 30. Sellos de seguridad manipulados .....	56
Figura. 31. Diagrama de bloques transmisión y recepción.....	58
Figura. 32. Tarjeta Raspberry Pi 3 modelo B .....	61
Figura. 33. Esquema de pines de la Raspberry Pi 3 B.....	62
Figura. 34. Conector EzConnect para Raspberry Pi 3.....	63
Figura. 35. Arduino Nano 2560 R3 .....	64
Figura. 36. Display LCD Raspberry Pi 3 B.....	67
Figura. 37. LCD HDMI Raspberry Pi 3 B.....	68
Figura. 38. Entorno LXDE .....	69
Figura. 39. Lenguaje de programación Python .....	70
Figura. 40. Entorno del lenguaje Ruby.....	70
Figura. 41. Entorno del lenguaje C.....	71
Figura. 42. Entorno del lenguaje Visual Basic .....	72

Figura. 43 Conector GPIO.....	72
Figura. 44 Plataforma JAVA características .....	73
Figura. 45 Plataforma JAVA compilación .....	74
Figura. 46 Plataforma JAVA ejecución.....	74
Figura 47 Cámara Raspberry Pi.....	75
Figura. 48 Cámara Webcam .....	76
Figura. 49 Partes Cámara Webcam .....	77
Figura. 50 Tarjeta Micro SD Raspberry Pi.....	77
Figura. 51 Medidor de Energía Eléctrica.....	78
Figura. 52 Lector Óptico .....	79
Figura. 53 Cargador Portátil .....	80
Figura. 54. Resistencia Eléctrica .....	81
Figura. 55. Optoacoplador .....	82
Figura. 56. Funcionamiento Optoacoplador .....	83
Figura. 57. NetBeans IDE 8.2 sistema operativo .....	86
Figura. 58. NetBeans IDE 8.2 descarga.....	87
Figura. 59. NetBeans IDE 8.2 licencia .....	88
Figura. 60. NetBeans IDE 8.2 instalación .....	89
Figura. 61. NetBeans IDE 8.2 ejecución .....	89
Figura. 62. Pi4J.....	90
Figura. 63. Pines Raspberry Pi 3 Modelo B .....	91
Figura. 64. Inicio Proyecto NetBeans.....	91
Figura. 65. Ejecución Proyecto NetBeans .....	92
Figura. 66. Nombre Proyecto NetBeans .....	92
Figura. 67. Paquete JAVA Proyecto NetBeans .....	93
Figura. 68. EEQ Proyecto NetBeans .....	93
Figura. 69. Configuración Proyecto NetBeans .....	94
Figura. 70. Icono Proyecto NetBeans .....	95
Figura. 71. Resultado Proyecto NetBeans .....	95
Figura. 72. Conexión LCD Raspberry Pi .....	96
Figura. 73. Configuración LCD Raspberry Pi.....	97
Figura. 74. Instalación LCD Raspberry Pi .....	97
Figura. 75. Proceso LCD Raspberry Pi .....	98
Figura. 76. Proceso Descarga .....	99
Figura. 77. Archivos NOOBS .....	100
Figura. 78. Selección de Idioma .....	101
Figura. 79. Pantalla de Inicio.....	102
Figura. 80. Inicio LCD Raspberry Pi.....	102
Figura. 81. Parámetros.....	106
Figura. 82. Voltaje .....	106
Figura. 83. Corriente.....	107
Figura. 84. Marca de Medidor .....	107
Figura. 85. Constante K.....	108
Figura. 86. Número de Pulsos .....	108

Figura. 87. Especificaciones Técnicas.....	109
Figura. 88. Especificaciones Técnicas.....	109
Figura. 19. Proceso de contrastación .....	109
Figura. 90. Precisión.....	110
Figura. 91. Exactitud.....	111
Figura. 92. Conexión Raspberry Pi con LCD .....	112
Figura. 93. Conexión Raspberry Pi con LCD.....	112
Figura. 94. Alimentación y Configuración teclado.....	113
Figura. 95. Tarjeta Optoacopladora.....	113
Figura. 96. Alimentación Sensor Óptico.....	114
Figura. 97. Alimentación Sensor Óptico.....	114
Figura. 98. Carga Fantasma.....	115
Figura. 99. Especificaciones Técnicas .....	116
Figura. 100. Esquema de un sistema de contrastación .....	116
Figura. 101. Configuración.....	117
Figura. 102. Banco de Resistencias .....	118
Figura. 103. Sensor Óptico.....	118
Figura. 104. Contratación 1 .....	119
Figura. 105. Contrastación 2 .....	119
Figura. 106. Gabinete Metálico .....	120
Figura. 107. Equipamiento .....	121
Figura. 108 Banco de Resistencias .....	122
Figura. 109. Montaje Interno.....	122
Figura. 110. Equipo de Contratstación .....	123

**LISTA DE TABLAS**

Tabla. 1. Características técnicas de los medidores electrónicos clase 1 .....	41
Tabla. 2. Características técnicas medidores electrónicos clase 0.5 y 0.2.....	42
Tabla. 3. Modelos y especificaciones técnicas, medidores monofásicos EEQ .....	43
Tabla. 4. Modelos y especificaciones técnicas, tarjetas Raspberry Pi.....	59
Tabla. 5. Modelos y especificaciones técnicas, tarjetas Raspberry Pi.....	65
Tabla. 6. Modelos y especificaciones Arduino.....	66
Tabla. 7. Características Básicas Display .....	67
Tabla. 8. Características Pantalla Táctil TFT .....	68
Tabla. 9. Costos para la implementación del Proyecto.....	85
Tabla. 10. Componentes usados .....	104
Tabla. 1. Componentes usados .....	120
Tabla. 22. Resultados y Validación .....	120

**LISTA DE ECUACIONES**

Ecuación 1 .....	37
Ecuación 2 .....	38
Ecuación 3 .....	50

## RESUMEN

El presente proyecto está basado en la Implementación de un equipo de contrastación para contadores de energía eléctrica monofásico, mediante el control de la tarjeta optoacoplador y adquisición de datos Raspberry Pi 3B, el sistema se activa mediante una carga fantasma que permitirá simular la carga del cliente una vez generado dicho elemento, se procederá a programar en la pantalla táctil que tiene incorporada el equipo según las características técnicas de cada medidor, esto es voltaje, corriente y constante respectivamente, una vez realizado este proceso el medidor emitirá pulsos de registros, estos pulsos serán registrados mediante un sensor óptico, el cual enviará las señales de pulso a la tarjeta de adquisición de datos la cual nos indicará cual es el rango de precisión con el que el medidor funciona, una vez determinado el funcionamiento se debe determinar de acuerdo a las características técnicas de precisión si el medidor está dentro del rango de funcionamiento, esto se podrá visualizar en la pantalla táctil, para los ensayos se podrá variar la carga simulada del cliente ya que el equipo cuenta con un banco de resistencias que facilitan realizar varias pruebas de funcionamiento del medidor, se emitirá un reporte de ejecución y análisis de ensayo mediante él envió directo por correo electrónico aun destinatario calificado por la empresa eléctrica, como mecanismo de seguridad de la información

El análisis en desarrollo, cuenta con los requerimientos que estudia los componentes necesarios tanto en software como en hardware que se acoplen para el sistema de contrastación de medidores, se analiza la tarjeta Raspberry Pi 3B, que tiene la capacidad de soportar la transmisión de datos e imágenes, el procesamiento de datos será mediante GPIO, en la investigación se describe los materiales y el método con el cual se llevó a cabo, la implementación, mostrando los resultados y análisis de los ensayos realizados que permiten el correcto funcionamiento del equipo de contrastación de medidores. Al finalizar se establecen conclusiones y recomendación respectivas a la implementación del equipo

**PALABRAS CLAVES:** Raspberry, equipo de contrastación, GPIO, NetBeans, JAVA

## ABSTRACT

This project is based on the implementation of a test equipment for monophasic electric energy meters, by controlling the optocoupler card and data acquisition Raspberry Pi 3B, the system is activated by a phantom load that will simulate the load of the client. Once this element is generated, it will proceed to program on the touch screen that has the equipment incorporated according to the technical characteristics of each meter, this is voltage, current and constant respectively, once this process is done the meter will emit pulses of registers, these pulses will be recorded by an optical sensor, which will send the pulse signals to the data acquisition card which will indicate what is the range of precision with which the meter works, once determined the operation should be determined according to the Precision technical characteristics if the meter is within the range of operation, this can be visualized on the touch screen, for the tests the simulated load of the client can be varied since the equipment has a bank of resistances that facilitate several tests of meter operation, a report of execution and analysis will be issued of trial by him sent direct by email to a qualified recipient by the electric company, as an information security mechanism.

The analysis in development, has the requirements that study the necessary components in both software and hardware that are coupled to the system of meter testing, analyzing the Raspberry Pi 3B card, which has the ability to support the transmission of data. Images, data processing will be through GPIO, the research describes the materials and the method with which it was carried out, the implementation, showing the results and analysis of the tests carried out that allow the correct functioning of the test equipment of meters. At the end, conclusions and recommendations are established regarding the implementation of the equipment.

**KEY WORDS:** Raspberry, test equipment, GPIO, NetBeans, JAVA

## INTRODUCCIÓN

### **Antecedentes de la situación objeto de estudio**

En la actualidad el laboratorio de medidores de la Empresa Eléctrica Quito, cuenta con 3 equipos de verificación y contrastación, siendo estos de constitución robusta y fijos que permiten la verificación de pruebas eléctricas de aproximadamente 20 medidores por equipo, estos equipos de verificación en la actualidad son de alto costo, lo que ha limitado al laboratorio las pruebas de funcionamiento y contrastación de medidores para clientes residenciales con el objetivo de disminuir las pérdidas no técnicas, actualmente la contrastación en el sitio se está realizando con cargas resistivas de construcción casera lo que provoca un alto riesgo de quemaduras al personal técnico que manipula estos equipos (quemaduras generadas por el calor emanado de las resistencias utilizadas), adicionalmente el tamaño de estos equipos genera dificultades en los desplazamientos del personal. Por esta razón se diseñó un equipo con su propia carga integrada, teniendo control sobre la inyección de corriente, con las protecciones necesarias para evitar daños contra conexiones erróneas y evitando fallas graves sobre el equipo.

El equipo, consta de una placa de circuito impreso a base de un optoacoplador que permite tomar la lectura de los impulsos del medidor y entregar una salida digital hacia el Raspberry, en la etapa de contrastación se utilizará una carga fantasma que está conformada a base de una serie de niquelinas para conseguir diferentes tipos de consumos, para variar la carga se utilizará un selector que es un juego de suiches que permitirá seleccionar las diferentes niquelinas a manera de carga fantasma, una vez determinados estos parámetros, se utilizaran sensores de corriente y voltaje respectivamente estas señales analógicas se aplica al conversor A/D y se envía al Raspberry, para la visualizar sistema operativo para el programa que posee el Raspberry se utilizará un pantalla LCD. Una vez concluida la contrastación se emitirá un reporte detallado donde constarán las pruebas y condiciones técnicas con las que fue verificado el medidor, estos datos, serán enviados remotamente vía correo electrónico al supervisor del Laboratorio de Medidores.



## **Planteamiento del problema**

El problema con las pérdidas de energía radica especialmente en la gestión de las Empresas Eléctricas, es decir en su eficiencia y optimización de recursos. Debido a la situación actual no se puede realizar inversiones en todas las áreas de la empresa, pero con pequeñas inversiones en lugares estratégicos se puede recuperar dicha inversión hasta en un corto plazo.

El incremento de estas pérdidas afecta directamente a la empresa distribuidora ya sea en el marco socioeconómico, futuras inversiones y en la necesidad de racionalizar el uso de la energía. La falta de inversión en los sistemas de distribución y comercialización de la energía eléctrica no solo conduce a un deterioro en la calidad de servicio que se presta, sino que es uno de los factores contribuyentes al incremento de las pérdidas tanto las técnicas como las no técnicas. La eficiencia en la gestión y la optimización de los recursos debe ser una preocupación y una función generalizada en todos los sectores de la empresa eléctrica. En la mayoría de los casos las pérdidas no técnicas representan el problema más grave donde la energía que se factura no es la real y en ello inciden muchos factores que van desde lo administrativo de una empresa, hurto de la energía, conexiones ilegales, etc. Todos estos factores que involucran pérdidas a la empresa son transferidos a la tarifa del usuario final puesto que las empresas tienen que comprar una energía adicional y somos los usuarios quienes pagamos las consecuencias.

## **Formulación del problema**

Este proyecto abarca el sistema de rango de funcionamiento del medidor, la implementación de un equipo de contrastación para contadores de energía eléctrica monofásico, la creación de una aplicación que permitirá enviar los datos de la ejecución de pruebas mediante una conexión vía internet y la visualización de los parámetros de funcionamiento del medidor en una pantalla táctil LCD.

La investigación que se realiza en este plan será del tipo práctico porque consiste en la manipulación de varias variantes como es la simulación de carga mediante un banco de resistencias con el objetivo de determinar cuál es la causa o mal funcionamiento del equipo de medición.

El ensayo ejecutado por el investigador, le permite implantar determinadas variantes de manipulación, para reconocer el aumento o disminución de esas variantes y su efecto en las causas observadas.

## **Justificación**

Cuando se implemente el equipo de contrastación de medidores utilizando Raspberry PI 3, se podrá ofrecer un servicio operativo que ayudará a reducir el problema de las pérdidas no técnicas, que actualmente vive la empresa eléctrica, este sistema reforzará el control de los manejos de los índices de gestión. El sistema agilizaría el proceso de verificación y la confiabilidad de la información.

Mediante la implementación del equipo de contrastación se disminuirá básicamente el tiempo de análisis de verificación de funcionamiento del medidor.

Con la investigación se pretende mejorar el procedimiento tradicional de contrastación de medidores de clientes residenciales, al sustituir las funciones del personal dedicado a esta actividad, ya que el informe se emitirá de manera rápida, evitando que el análisis se haga en oficina.

## Objetivos

### Objetivo general:

Implementar un equipo de contrastación para contadores de energía eléctrica monofásico, verificando el correcto funcionamiento del equipo de medida, registrando los valores obtenidos y compararlos con las tolerancias permitidas por la normativa, para el Laboratorio de Medidores de la Empresa Eléctrica Quito

### Objetivos específicos:

- Diseñar un sistema de comprobación de rango de precisión mediante la implementación de un módulo de contrastación de medidores, utilizando RASPBERRY PI 3.
- Crear una fuente de corriente en rangos definidos entre 5 a 10 A, para simular la inyección de una carga fantasma en medidores de energía.
- Implementar un sistema de seguridad de la información que permita la comunicación vía remota para enviar informes de verificación de medidores, mediante RASPBERRY PI 3.
- Realizar prueba de funcionamiento del equipo de verificación mediante la contrastación de medidores.
- Efectuar un sistema que permita el almacenamiento de datos generado por la contrastación y pueda enviar un reporte de verificación mediante correo electrónico a la dependencia de la empresa eléctrica.
- Construir de un sistema de carga fantasma, para la generación de corriente que permita simular carga de cliente.
- Realizar prueba y acciones correctivas que permitan comprobar el correcto funcionamiento del sistema y la interfaz desarrollada.

## **Descripción de los capítulos**

A continuación, se describe el documento y el desarrollo del proyecto que se ha dividido en tres capítulos diferentes.

El desarrollo del Capítulo 1, detalla las características generales de hardware así como también el software, la tarjeta utilizada, tipo de procesador, interfaz GPIO, almacenamiento. Adicionalmente se describirá las características de los componentes,

Capítulo 2: Describe netamente el diseño del proyecto, componentes utilizados para la implementación, criterios técnicos con las especificaciones de los elementos propuestos. Análisis con componentes de similares características, ventajas del producto.

Capítulo 3: Contiene el desarrollo e implementación del proyecto con sus debidas pruebas y resultados.

Finalmente se presenta conclusiones, recomendaciones, referencias bibliografías, y anexos con información adicional relevante de los temas tratados.

## CAPITULO I

### FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

#### 1.1. Antecedentes investigativos

Como antecedentes investigativos se ha tomado en cuenta trabajos que fueron desarrollados con perspectiva especialmente a la verificación de medidores mediante la contrastación, ya que este tipo de equipos se han vuelto necesarios, desde su principio de funcionamiento utilizando cargadores de baterías para trenes, que estos simulaban la carga requerida para la contrastación hasta los modernos equipos digitales.

El objetivo de esta implementación es verificar, analizar e informar el funcionamiento del equipo de medición de energía eléctrica (medidor), mediante la contrastación en base a un sistema de pruebas eléctricas. Los equipos de contrastación de medidores existen desde hace varias décadas, pero estos últimos años estos equipos han evolucionado de una manera considerable debido principalmente al desarrollo tecnológico y a la exigencia de los usuarios que demandan un servicio eléctrico de calidad, con sistemas de medición que garanticen confiabilidad en su registro de consumo.

El esquema básico de un sistema de contrastación está descrito en la Figura 1, a partir de este sistema básico han desarrollado para acoplarse a las necesidades de las distribuidoras de energía

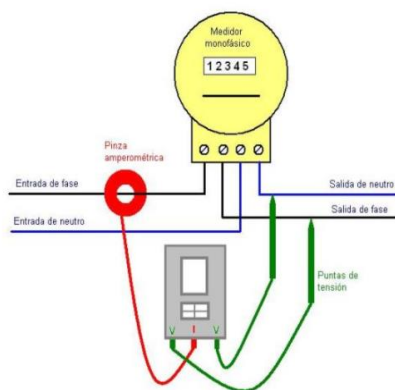


Figura. 1. Esquema de un sistema de contrastación

En la Figura 2, se observa el diagrama de sistema de contrastación de medidores, estos equipos funcionan mediante interface VGA que maneja la comunicación RS232 C , Los sistemas están equipados con un generador de magnitudes de prueba de alta precisión, un patrón estático de referencia, una potente electrónica de medición para el cálculo del error, proceso de pulsos y comunicación de datos, así como también sistemas para fijar, conectar y contrastar los contadores a ensayarse (EEQ, 2016)

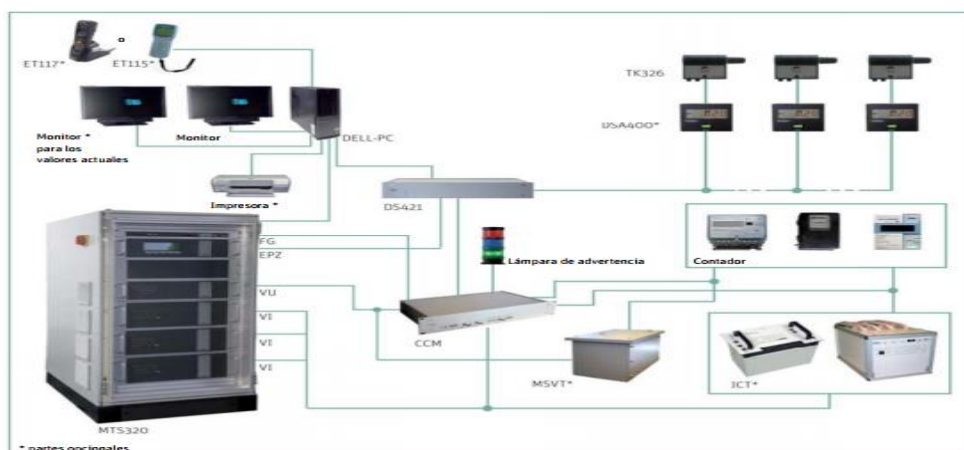


Figura. 2. Diagrama sistema de contrastación  
(EEQ, CCTV y Vigilancia por Video sobre 10G ip, 2016)

ZERA es su socio competente y fiable en el campo de las pruebas automáticas, especialmente en el ensayo de contadores y patrones de energía eléctrica. Empleando la más moderna tecnología, y con más de 75 años de experiencia en el desarrollo y fabricación, de equipos y componentes para la prueba de contadores de energía eléctrica ZERA suministra a todo el mundo, sistemas optimizados según necesidades específicas del cliente para institutos metrológicos, laboratorios de compañías de electricidad y fabricantes de contadores de energía eléctrica. Los equipos ZERA (Figura 3), están contruidos utilizando la más moderna electrónica de potencia, tecnología digital de medición así como también sistemas controlados por software según los estándares actuales. Los sistemas están equipados con un generador de magnitudes de prueba de alta precisión, un patrón estático de referencia, una potente electrónica de medición para el cálculo del error, proceso de pulsos y comunicación de datos, así como también sistemas para fijar, conectar y contrastar los contadores a ensayar.



Figura. 3. Equipo de contrastación de Medidores  
Mesa de contrastación (ZERA, 2016)

## 1.2. Equipo de verificación PTS

El equipo portátil de ensayo PTS 3.3 C está compuesto por una fuente trifásica de tensión e intensidad, y por un patrón trifásico de referencia electrónico. El amplio rango de medida, la alta precisión y la baja sensibilidad a interferencias externas son algunas de las



características más notables. El PTS 3.3 (Figura 4), permite el monitoreo y control de instalaciones de contadores, así como el análisis de la situación de la red.



Figura. 4. Equipo de portátil PTS  
Equipo de contratación (MTE, 2013)

#### Funciones:

- Generación independiente de condiciones de carga desde monofásicas hasta trifásicas, para el ensayo de contadores de electricidad, basándose de la tensión de medida disponible
- Medida de energía activa, reactiva y aparente en circuitos de 3 ó 4 hilos, con cálculo de error integrado y salida de impulsos para energía
- Presentación del diagrama vectorial, espectro de armónicos, formas de onda y campo rotatorio para el análisis de la situación de la red

#### Aplicaciones:

- Ensayo de contadores “in situ”
- Control de los componentes de los contadores
- Control de las condiciones de cargas de los circuitos

Los equipos de contrastación establecen las condiciones técnicas bajo las cuales se evaluará la calidad del servicio comercial en lo referente a la actividad de verificación y ajuste de la precisión de los equipos de medición y registro de energía. Los equipos de medición luego de un determinado tiempo de uso requieren de una verificación de la sensibilidad de la medición, para lo cual se realiza la contrastación, la cual garantiza el rango de funcionamiento del medidor.

Para la Empresa Eléctrica Quito es necesario contar con un equipo de verificación y contrastación, ya que el robo de energía eléctrica en la alteración de las mediciones para obtener registros fraudulentos, realizado en forma indiscriminada y con una alta impunidad produce efectos económicos negativos sobre los ingresos a la empresa.

Las pérdidas no técnicas son particularmente las del tipo fraudulento por parte de consumidores deshonestos. Aunque el abuso por tal concepto se da en todos los estratos sociales no deja de sorprender el hecho de que en la mayoría de los casos el mayor volumen de pérdidas se encuentra en los grandes consumidores.

El laboratorio de Medidores es el departamento que se encarga de garantizar el buen funcionamiento de los equipos de medición de energía eléctrica, además de ser un soporte para otros departamentos de la Empresa Eléctrica Quito S.A... El Laboratorio de Medidores cuenta con un proceso establecido llamado "CONTROL DE EQUIPOS DE MEDICIÓN DE ENERGIA ELÉCTRICA". El cual abarca las actividades que se realizan en el departamento.

- Ensayo de contadores "in situ"
- Recepción de equipos de medición.
- Verificación de equipos de medición.
- Parametrización y descarga de software.
- Reparación y mantenimiento.
- Calibración.

### **1.3. Control de Equipos de Medición de Energía Eléctrica**

#### **Proceso**

Este proceso abarca varias etapas que constituyen las actividades del Laboratorio de Medidores.

#### **Recepción de equipos de medición**

Es la parte encargada de la recepción de equipos de medición, equipos nuevos para pruebas de aceptación y también se realiza la recepción de equipos retirados de los clientes del área de concesión de la empresa para su verificación.

#### **Verificación de equipos de medición**

Se realiza a los equipos de medición retirados de los clientes, para verificar su estado y determinar posibles infracciones o daños que puedan presentar.

#### **Parametrización y descarga de software**

Es la parte encargada de realizar la programación de equipos de medición de energía eléctrica que son instalados en los clientes industriales.

## **Reparación y Mantenimiento**

Realiza la reparación y mantenimiento de los equipos de medición para ser calibrados y puestos a disposición para su instalación.

## **Calibración**

Se encarga de certificar que los equipos de medición están dentro de su rango de funcionamiento normal y de los Estándares exigidos para el uso de los clientes. Estos estándares se manejan bajo las normas:

IEC 62052-11 (requisitos generales, ensayos y condiciones de ensayo para calibración de contadores de energía eléctrica).

IEC 62053-21 (requisitos particulares para calibración de equipos de medición estáticos clase 1 y 2).

IEC 62053-41 (requisitos particulares para calibración de equipos de medición electromecánicos clase 0,5, 1 y 2).

### **1.4. Equipos de medición de energía eléctrica**

Es el dispositivo eléctrico destinado a la medición de energía eléctrica suministrada a los clientes y se clasifican en electromecánicos y electrónicos.

### 1.4.1, Equipos de medición electromecánicos o de inducción

Es un contador de energía eléctrica que está básicamente constituido por partes mecánicas y partes eléctricas (Figura 5).

En el Figura 5 se visualiza un contador de energía eléctrica electromecánico.



Figura. 5. Medidor Electromecánico

Está constituida por las siguientes partes:

### 1.4.2, Bobina de tensión

Es el dispositivo de cierto número de espiras, cuyo efecto magnético se produce cuando es aplicado en sus extremos un valor de voltaje.

### 1.4.3, Bobina de corriente

Es el dispositivo de pocas espiras como se ve en la Figura 6, cuyo efecto magnético se produce con el paso de la corriente a través de la misma.

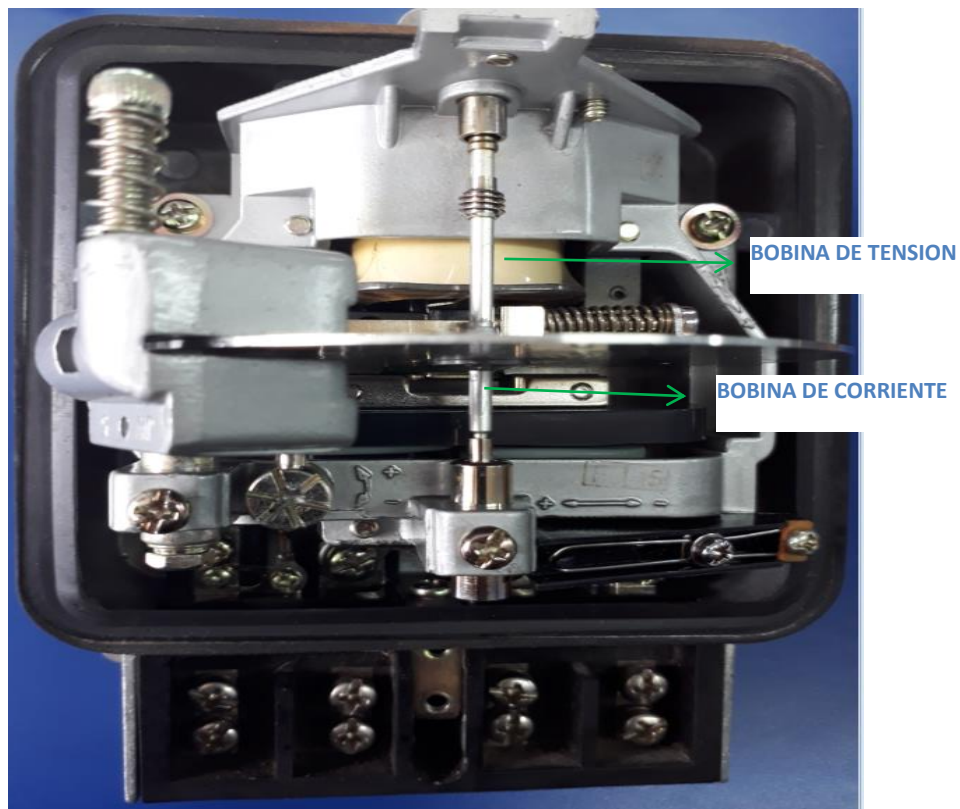


Figura. 6. Bobinas

#### 1.4.4, Rotor o disco

Es el dispositivo que reacciona con movimiento al flujo magnético generado por las bobinas de corriente y tensión.

#### 1.4.5, Sin Fin

Es el componente dentado ubicado en el eje del rotor o disco

#### 1.4.6, Mecanismo Anti retroceso

Es el dispositivo que Evita que el disco gire en sentido contrario al de su funcionamiento

En la Figura 7 se presenta el mecanismo de anti retroceso

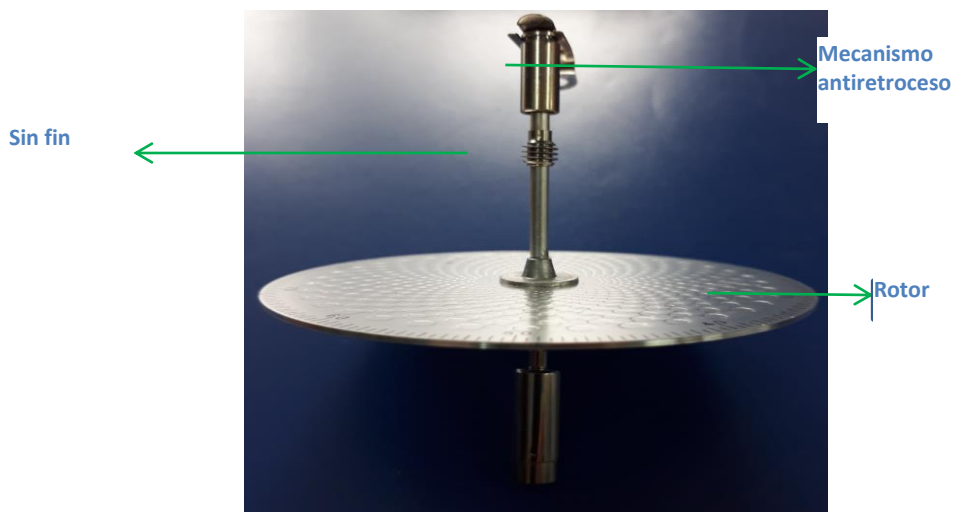


Figura. 7. Mecanismo Anti retroceso

#### 1.4.7, Mecanismo de regulación de freno magnético

Es el dispositivo que permite realizarla la calibración del equipo de medición (Figura 8)., regulando la velocidad de giro del disco y está compuesto por un imán.



Figura. 8. Freno Magnético

### 1.4.8, Cojinetes Inferior y superior

Son dispositivos que estabilizan el giro del disco (Figura 9).



Figura. 9. Cojinetes Superior e Inferior  
(EEQ, Cojinetes, 2017)

### 1.4.9, Registrador o numerador

Como presenta la Figura 10, está constituido por engranajes permite conocer la cantidad de energía registrada por el equipo de medición.





Figura. 10. Registrador ciclométrico

#### 1.4.10, Placa de características

Contiene los datos principales (Figura 11) del equipo de medición como: año de fabricación, número de equipo de medición, precisión constante, rangos de funcionamiento (corriente y voltaje), frecuencia, etc.



Figura. 21. Placa de características

### 1.4.11, Bornera

En la Figura 12 señala, la parte del medidor donde se realiza la conexión entre la red Eléctrica el equipo de medición y la carga instalada.



Figura. 12 Conexión eléctrica

### 1.4.12, Sello de seguridad

Elemento de seguridad que se coloca al medidor para evitar que pueda ser intervenido (Figura 13).



Figura. 33. Sellos de seguridad

### 1.5. Equipos de medición electrónicos o estáticos

Contador de energía eléctrica (Figura 14), que sensa señales de voltaje y corriente alternos mediante dispositivos electrónicos en su parte interna,



Figura. 44. Medidor electrónico  
Contador de Energía Eléctrica (electrónico, 2017)

Está constituido por las siguientes partes:

### 1.5.1, Transformadores de corriente (TC)

Es un dispositivo pasivo que no necesita circuitos adicionales de control (Figura 15) y que utiliza el principio de un transformador para convertir la corriente primaria alta en una corriente secundaria más baja.



Figura. 55. Medidor electrónico  
Transformador de Corriente (electrónico, 2017)

### 1.5.2, Tarjeta electrónica

En la Figura 16 muestra los dispositivos electrónicos (Figura 16). que permiten procesar los datos recibidos para entregados en un visualizador.

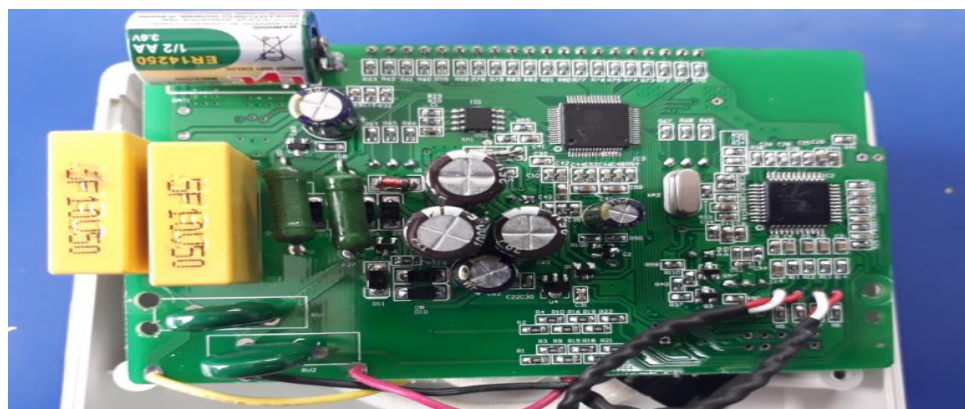


Figura. 66. Placa electrónica  
Sistema Electrónico (EEQ, 2017)

### 1.5.3, Display

Forma parte de la tarjeta electrónica (Figura 17) y nos permita visualizar el consumo registrado por el cliente.



Figura. 77. Display  
Medidor con Display (Medidores, 2017)

#### 1.5.4, Led indicador de Impulsos

Utilizado para realizar la contrastación del equipo de medición Electrónico (Figura 18).



Figura. 88. Led de impulsos  
Led de Contrastación (EEQ, 2017)

### 1.6. Contrastación de equipos de medición de energía eléctrica

Es el método utilizado para determinar el porcentaje de error, en los equipos de medición. El objetivo de la contrastación de equipos de medición de energía eléctrica es establecer la operatividad y precisión de los equipos de medición. Existen varios métodos de contrastación como son:

#### 1.6.1, Método de contratación por medidor patrón fijo

Se lo realiza utilizando un valor patrón previamente certificado por la empresa fabricante y colocado en un equipo de contrastación, este método es utilizado para la calibración de equipos de medición.

## Método de contrastación con medidor patrón portátil

Este método es utilizado para realizar trabajos de campo por el Laboratorio de Medidores, también se lo puede utilizar con otro equipo que nos proporcione la corriente y el voltaje y se lo utiliza para obtener el porcentaje de error.

### 1.6.2, Método de contratación potencia-tiempo

El método utiliza instrumentos de medición como, pinza voltiamperimétrica, cronómetro, calculadora y es utilizado para la contratación de medidores en domicilios y con equipos que entregan corriente y voltaje.

Se lo realiza con el uso de las siguientes ecuaciones:

#### a. Medición de tiempo real:

$$tr = \frac{kWh \cdot \# \text{vueltas}}{V \cdot I \cdot K \cdot \cos \Phi \cdot \# \text{fases}}$$

(Ecuación 1)

Dónde:

- Tr> tiempo real
- kW 1000W.
- h-> 3600 seg
- # de vueltas-> número de vueltas o impulsos.
- V > voltaje.
- I > corriente.

- $K >$  constante del medidor.
- $\cos >$  factor de potencia.
- # fases  $>$  el número de fases del medidor.

Una vez obtenido el tiempo real y el tiempo tomado con el cronómetro se obtiene el porcentaje de error con la siguiente ecuación:

**b. Porcentaje de error:**

$$\bullet \text{ \%error} = \frac{tr - tm}{tm} \cdot 100$$

**Ecuación 2**

Dónde:

- % de error -> porcentaje de error.
- $tr >$  tiempo real.
- $tm >$  tiempo medido con el cronometro.
- Transductores

Es un dispositivo que transforma un tipo de variable medida en una señal de salida convertida.

Un sensor es un transductor que se utiliza para medir una variable física, varios de los sensores y transductores utilizados con más frecuencia son los calibradores de tensión (utilizados para medir fuerza y presión), los termopares (temperatura). Los velocímetros (velocidad).

Cualquier sensor o transductor necesita estar calibrado para ser útil como dispositivo de medida. La calibración es el proceso mediante el cual se establece la relación entre la variable medida y la señal de salida convertida, los transductores y sensores se clasifican en analógicos y digitales.



### 1.6.3, Transductores Analógicos

Son los que proporcionan una señal analógica continua, como el Voltaje y la corriente eléctrica. Este valor puede ser tomado como el valor de la variable medida.

### 1.6.4, Transductores digitales

Proporcionan una señal de salida digital, generalmente realizados con circuitos electrónicos. Las señales digitales representan el valor de la variable medida.

### 1.7. Clasificación de medidores de acuerdo con la exactitud:

Clase 2: garantiza que el error se encuentra entre más o menos el 2%, es la clasificación básica e incluye los medidores monofásicos (Figura 19) para medir energía activa en casas, oficinas, locales comerciales y pequeñas industrias.



Figura.19. Medidor Clase 2%  
Medidor Electromecánico (INACAL, 2016)

Clase 1: garantiza que el error se encuentra entre más o menos el 1%. Incluye los medidores trifásicos para medir energía activa y reactiva de grandes consumidores.

Clase 0,5: garantiza que el error se encuentra entre más o menos el 0,5%, Los medidores de energía activa para corriente alterna de la Clase0.5 se utilizan para la medición de cantidades de energía muy grandes, pero con un pequeño campo de carga.

La instalación de estos medidores debe realizarse con mucho cuidado, eliminando o reduciendo al mínimo las magnitudes de influencia externas tales como los campos magnéticos, la no verticalidad y la variación de la temperatura ambiente.

Se utilizan para medir la energía activa suministrada en bloque en punto de frontera con otras empresas electrificadoras o grandes consumidores

Clase 0,2: garantiza que el error se encuentra entre más o menos el 0,2%.

Tabla. 3. Características técnicas de los medidores electrónicos clase 1





	<b>Monofásicos</b>	<b>Bifásicos</b>	<b>Trifásicos</b>
DESCRIPCION	REQUERIMIENTO	REQUERIMIENTO	REQUERIMIENTO
Norma de fabricación	NTC 4052, IEC 687, IEC 1036	NTC 4052, IEC 687, IEC 1036	NTC 4052, IEC 687, IEC 1036
Clase de exactitud	1 o mejor	1 o mejor	1 o mejor
Numero de hilos	2	3	4
Frecuencia de referencia	60 Hz	60 Hz	60 Hz
Corriente básica A (Ib)	15	20	20, 30, 40, 50, semidirecta 5A
Corriente máxima A (Imax)	60	80	80, 90, 100, 120, 150, 160, semidirecta 10A
Tensión de prueba NTC 2288	2 kV	2 kV	2 kV
Tensiones nominales de referencia			Multirango 63,5 y 200 V
Numero de bobinas de elementos	1	2	3
Localización de los puentes de tensión	Interna	Interna	Interna
Tipo de mecanismo registrador	Ciclotrimetro	Electrónico	Electrónico
Lectura del registrador	5 enteros 1 decimal	5 enteros 1 decimal	5 enteros 1 decimal
Unidad principal de lectura	kWh	kWh	kWh y kVARh
Material de los terminales	Bimetálicos	Bimetálicos	Bimetálicos
Principio de funcionamiento	Procesamiento de señales digitales	Procesamiento de señales digitales	Procesamiento de señales digitales
Sistema de ajuste	Red resistiva	Red resistiva	Red resistiva
Pérdidas totales	< 0.8	< 0.8	< 0.8
Curvas de error adjuntas al suministro para factor de potencia 1 y 0.5	Si	Si	Si
Diagrama de conexiones	Grabado en la placa de características	Grabado en la placa de características	Grabado en la placa de características
Código de barras	Con serial y año de fabricación	Con serial y año de fabricación	Con serial y año de fabricación
Tensión de referencia V	120, 127	2 * 120, 2 * 127	3 * 127(220), 3 * 120(208)
Consumo propio del medidor por elemento VA	0.04	0.04	0.04
Capacidad de memoria			140 para un canal de 15 minutos
Numero de tarifas propagadas			De acuerdo al esquema tarifario (máximo 4 más la total)
Aplicación del elemento del medidor	Efecto hall o tecnología shunt	Efecto hall o tecnología shunt	Efecto hall o tecnología shunt
Máxima temperatura que soporta	Máximo 85°C sobre componentes electrónicos	Máximo 85°C sobre componentes electrónicos	Máximo 85°C sobre componentes electrónicos

Tabla. 4. Características técnicas medidores electrónicos clase 0.5 y 0.2

DESCRIPCION	REQUERIMIENTO
Norma de fabricación	NTC 4052, IEC 687, IEC 1036
Clase de exactitud	0.5 y 0.2
Numero de hilos	3 o 2 2n 2l secundarios
Frecuencia de referencia	60 Hz
Corriente básica A (Ib)	5
Corriente máxima A (Imax)	15
Tensión de prueba NTC 2288	2 kV
Tensión nominales de referencia	Multirango 63,5 y 200 V
Numero de bobinas de elementos	2 o 3
Localización de los puentes de tensión	Interna
Tipo de mecanismo registrador	Electrónico
Lectura del registrador	5 enteros 2 decimales
Unidad principal de lectura	kWh y kVARh
Material de los terminales	Bimetálicos
Principio de funcionamiento	Procesamiento de señales digitales
Sistema de ajuste	Red resistiva
Pérdidas totales	<0.8
Curvas de error adjuntas al suministro para factor de potencia 1 y 0.5	Si
Diagrama de conexiones	Grabado en la placa de características
Código de barras	Con serial y año de fabricación
Numero de tarifas programadas	De acuerdo al esquema tarifario
Aplicación del elemento del medidor	Efecto hall o tecnología shunt
Máxima temperatura que soporta	Máximo 85°C sobre componentes electrónicos
Peso neto del medidor	2 kg

Tabla. 5. Modelos y especificaciones técnicas, medidores monofásicos EEQ

Nota. Fuente: (EEQ, 2016)

MEDIDOR	AÑO	DIGITOS	CORRIENTE	VOLTAJE	
HEX	2004	5	20(80) A	120 V	
HEX	2005	5	20(80) A	120 V	
HEX	2007	5	20(80) A	120 V	
HEX	2009	5	10 (60) A	120 V	
HEX	2010	5	5 (80) A	120 V	
HEX	2012	5	5 (60) A	120 V	
SAX	2008	5	10(60) A	128 V	
STA	2008	5	10(100)A	129 V	
HOL	2005	5	15(60) A	122 V	

### 1.7.1, Carga a alimentar.

Para determinar el tipo de conexión que se realizara, se debe tener la información precisa y clara de la carga a alimentar, para determinar si corresponde a una conexión directa, semi-directa o indirecta. De igual manera la clase de servicio, si es residencial, comercial o industrial. Es muy importante tener en cuenta estos requisitos, ya que el punto

de partida para tener una correcta selección y conexión del equipo de medida parte de la carga que se tiene.

### **1.7.2, Carga tipo monofásica**

Este tipo de conexión se realiza generalmente para usuarios residenciales donde la carga instalada no supera los 7 kW. También se puede observar en servicios comerciales donde la actividad puede ser: papelerías, pequeñas tiendas de dulces, modisterías. Para este tipo de conexión se instalan únicamente medidores monofásicos de clase 1 ó clase 2

### **1.7.3, Requisitos para instalación de nuevos servicios**

El solicitante debe indicar números telefónicos del domicilio, trabajo, celular o referencia y una dirección de correo electrónico si posee. Además, debe indicar los datos exactos de la dirección del inmueble para el que se requiere el servicio, o un suministro de referencia de la misma vivienda o de una cercana.

Los clientes que requieran un servicio definitivo en una vivienda de su propiedad deberán presentar la siguiente documentación:

- Copia de cédula de ciudadanía; cédula de identidad y/o pasaporte en caso de ser extranjero.
- Copia del certificado de votación actualizado (en los casos que aplica).
- Si es propietario de la vivienda, copia del pago actualizado del impuesto predial, escrituras o documento que acredite dominio sobre el inmueble en donde se va a instalar el servicio.
- Si es inquilino de la vivienda, autorización del propietario del inmueble mediante el Formulario (Figura 20) para autorización de trámites en la EEQ. (EEQ, 2017)



**AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR TRÁMITES EN LA EEQ.**  
Código: GSC-P001-I002-F001

Yo, \_\_\_\_\_, con cédula de identidad N° \_\_\_\_\_

Propietario del inmueble ubicado en la siguiente dirección:

Calle: \_\_\_\_\_ N° \_\_\_\_\_

Intersección: \_\_\_\_\_

Barrio / Cda. / Urb.: \_\_\_\_\_

Edificio: \_\_\_\_\_

Depto.: \_\_\_\_\_ Local: \_\_\_\_\_

AUTORIZO A Sr. (a, /ta.): \_\_\_\_\_

Con cédula N° \_\_\_\_\_ para que trámite:

Instalación de nuevo servicio	_____
Cambio de nombre o titularidad	_____
Cambio de tarifa	_____
Cambio de carga instalada	_____
Cambio de forma de pago	_____
Cambio de medidor o de accesorios	_____
Crédito por facturación	_____
Otros	_____

Del servicio con suministro N° \_\_\_\_\_ instalado en mi propiedad para lo cual adjunto:

Fotocopia de la cédula de identidad \_\_\_\_\_

Pago del impuesto predial actualizado \_\_\_\_\_

Escritura o Certificado que certifique la propiedad del inmueble \_\_\_\_\_

Declaro conocer:

Que la Empresa recurrirá a las instancias legales correspondientes para recuperar y/o retirar el equipo de medición en caso de incumplimiento en las obligaciones con la EEQ.

Que debo mantener informada a la EEQ sobre cualquier modificación que existiera en los servicios de energía eléctrica instalados en el inmueble de mi propiedad.

Que soy garante solidario con el solicitante (consumidor) por la información que este entregue, así como también que cualquier alteración u omisión de información faculta a la EEQ para que proceda de acuerdo a lo establecido por el Reglamento de Suministro de Energía.

Que tengo derecho a solicitar en cualquier momento información acerca de los servicios instalados en el inmueble de mi propiedad.

Atentamente,

Solicitante,

\_\_\_\_\_  
Dueño del inmueble

\_\_\_\_\_  
Arrendatario

Figura. 90. Formulario trámite EEQ  
Formulario de Solicitud(EEQ, 2016)

## **1.8. Inspección visual de fraudes**

### **1.8.1, Inspección visual en la acometida**

Para realizar la revisión o en el mejor de los casos una inspección en terreno actualmente se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Identificar cuantas acometidas existen para el predio y si están medidas.
- Al llegar a los predios, no solo se debe observar la acometida y el medidor, sino también se debe cerciorar de que no existan otras acometidas clandestinas, que pueden estar camufladas por entre árboles o en casas con doble frente por el otro costado.
- Revisar el medidor y la acometida; observar que tengan las mismas características; por ejemplo, si existe una acometida trifásica cuatro hilos, hay que cerciorarse de que esta posea un contador de las mismas características y no un monofásico dos hilos o tres hilos.
- Al momento de observar cables de antenas o del teléfono, se debe observar muy bien que realmente esté prestando este servicio de comunicación y no sea un disfraz para un servicio directo.

### **1.8.2, Inspección visual en los sellos**

Luego de hacer la revisión visual en la acometida del medidor, se procede a revisar puntualmente el medidor; por tal razón, debemos empezar por los sellos.

- Prestar mucha atención cuando se encuentren medidores que poseen sellos de plomo nuevos (brillantes); se debe prestar mucha atención ya que este tipo de sello se dejó de instalar en el país hace muchos años.
- Observar que los sellos no tengan señales de manipulación, ya que puede ocurrir que los sellos de plomo se encuentren repisados con alicate.



### **1.8.3, Generación de órdenes de revisión**

Las órdenes de revisión y verificación serán generadas por personal autorizado de la Sección Ingeniería del DCPC, con base en información proveniente de:

- Programas de control y reducción de pérdidas comerciales establecidos en el Plan Operativo anual del Departamento de Control de Pérdidas Comerciales.
- Novedades encontradas durante revisiones al servicio eléctrico, realizadas por personal con cargo de revisores, electricistas y/o por proveedores de servicios técnicos especializados.
- Solicitud de revisión y/o denuncias efectuadas por cualquier persona natural o jurídica, a través de los puntos de atención al cliente.
- Trámites generados por otras áreas.
- Disposiciones específicas de las autoridades competentes.

### **1.8.4, Revisión del sistema de acometida y medición de clientes de facturación masiva**

Las actividades del personal con cargo de revisor o electricista o por proveedor de servicios técnicos especializados, consisten en ejecutar los siguientes pasos:

- Detecta irregularidades en acometidas
  - Conexiones directas
  - Mal estado
  - Utilización indebida
  - Se necesita reubicación
- Detecta novedades en tableros armarios y/o cajas de medidores
  - Mal estado
  - Conexiones directas
  - Reposición d elementos: Disyuntores, caja de distribución
  - Seguridades (candados)
- Verifica el estado del medidor
  - Verificación del funcionamiento
  - Detección de novedades
  - Manipulación y falta de sellos

- Puentes internos
- Alteración en la bornera
- Conexión directa
- Daño en el registrador (numerador) o en cualquier de sus elementos

### **1.8.5, Metodología para revisar el medidor**

Existen dos métodos para verificar el funcionamiento del medidor:

Existen dos métodos para verificar el funcionamiento del medidor:

- 1) Verificación
- 2) Contrastación

La verificación de potencia con equipo verificador de medidores es ejecutada por el revisor o electricista de siguiente manera:

- a) Cumplir con las normas de seguridad industrial vigentes en la EEQ
- b) Inspeccionar el sitio de trabajo, para precautelar la integridad personal del grupo, equipos y herramientas.
- c) El revisor toma fotografías de las instalaciones y equipos (acometidas, medidores, cajas de distribución, etc.) antes de iniciar la revisión, en caso de encontrar novedades y luego de regularizar el servicio.
- d) Inspeccionar y revelar la condición física del medidor:
  - Registro de lectura
  - Estado de la tapa principal o cubierta; perforada, vidrio roto, etc.
  - Registrador (numerador)
  - Bornera y tapa cubre bornes
- e) Revisar las conexiones externas del medidor, sin manipular líneas que puedan causar corto circuito. Si existe anomalía, tomar fotografía, y registrar en la orden de revisión.
- f) Conectar el equipo verificador de potencia acorde con las especificaciones técnicas del equipo y registrar los parámetros eléctricos obtenidos.

- g) Determinar el error admitido.
- h) Verificar fuga de corriente, si es el caso, notificar al cliente para que tome las acciones correspondientes.
- i) Registrar el informe la carga instalada al cliente.
- j) En caso de existir novedades al servicio llenar todos los campos y firmar la notificación con el cliente o persona presente; entrega la copia rosada al cliente, la copia azul de queda con el revisor y el original se remite al área respectiva, para continuar el trámite.
- k) Mantener la limpieza del sitio de trabajo en las mismas condiciones iniciales.

La contrastación del medidor se realizará por el revisor o electricista, solamente cuando sea imposible ejecutar la verificación con equipo específico, para lo cual en casos excepcionales, se procederá de la misma manera descrita en los literales a, b, c, d y e, para proceder con los siguientes literales:

- l) Solicita al cliente la desconexión de su carga instalada y luego suspender con corte visible desde el medidor
- m) Desconectar las líneas de salida del medidor hacia la carga del cliente, marcando y aislando cada una de ellas.
- n) Conecta la carga para prueba a la salida del medidor; verifica conexión de entrada; conectar correctamente al medidor según su diagrama.
- o) Medir los voltajes y corrientes con la pinza voltamperimétrica. Registrar los datos obtenidos en el informe de revisión. Tener en cuenta:
  - Sistema monofásico bifilar es de 120/121V; medir voltaje entre fase y neutro.
  - Accionar el cronometro al pasar la señal de referencia del disco o visualizar el pulso.
  - Iniciar el conteo de vueltas de disco o pulsos del medidor.
  - Para determinar el porcentaje de error, el disco debe girar al menos cinco (5) vueltas completas, para medidores electrónicos se debe considerar mínimo 5 pulsos.
  - Registrar en el informe de revisión: tiempo en segundos, numero de vueltas o pulsos, constante del medidor (K).

- p) Con los valores medidos de voltaje y corriente, con factor de potencia= 1
- q) Calcular la potencia, con base a los datos obtenidos durante la prueba:
- N = Número de vueltas o pulsos del medidor
  - Tm = Tiempo en segundos registrados por el cronometro, que demora el disco en dar los giros o los pulsos del led.
  - Kd = Constante según norma IEC para los medidores, en revoluciones/ kWh o pulsos kWh.
  - Kh = Constante según norma ANSI para los medidores, en Wh/rev (Wattios hora por revolución) o Wh/p (Wattios hora por pulso)
  - 3600 = Cantidad de segundos que contiene una hora

### **Aplicación de la fórmula:**

- ✓ Cuando el medidor presenta la constante Kd

$$\text{Potencia Calculada } P_c \text{ (W)} = \frac{3600 * N * 1000}{T_m * K_d}$$

Ecuación 3

- r) Apagar y desconectar la carga o equipo de prueba
- s) Retirar herramientas, equipo y materiales para evitar daños por explosión o cortocircuito.
- t) Reconectar en forma secuencial las líneas de la carga del cliente.
- u) Normaliza el servicio desde las protecciones, informar al cliente sobre el trabajo realizado, solicitar que compruebe el restablecimiento, informar al cliente sobre el trabajo realizado.
- v) Verificar si existe fuga de corriente, si es el caso, notificar al cliente para las acciones correspondientes.
- w) Registrar en el Informe la carga instalada del cliente.
- x) En caso de existir novedades al servicio llenar todos los campos y firmar la notificación con el cliente o persona presente; finalmente entregar la copia rosada

al cliente, la copia azul se queda con el servidor y el original se remite al área respectiva, para continuar el trámite.

y) Mantiene la limpieza del sitio de trabajo en las mismas condiciones iniciales.

Como indica la Figura 21 el medidor electromecánico con Aldaba de bobina de tensión aislada con pegamento. Por cada aldaba suelta en cargas equilibradas, las pérdidas estimadas son del 33%.



Figura. 101. Aldaba aislada  
Infracción al servicio (EEQ, 2015)

Falta aldaba de bobina de tensión (Figura 22), por cada aldaba suelta en cargas equilibradas, las pérdidas estimadas son del 33%.

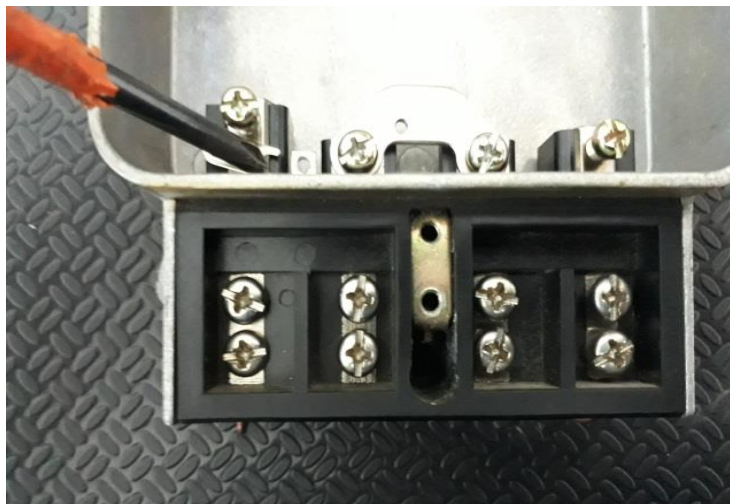


Figura. 112. Aldaba abierta  
Infracción al servicio (EEQ, 2015)

Derivación directa de la bornera a la entrada del medidor (Figura 23). Las pérdidas estimadas mínimas del 50% (servicio directo).



Figura. 123. Derivación Directa  
Infracción al servicio (EEQ, 2015)

En la Figura 24 se puede visualizar un puente entre entrada y salida de corriente internamente. Las pérdidas estimadas son superiores al 25%, dependiendo del calibre del conductor del puente; se puede detectar o contrarrestar mediante inspección visual, prueba de contrastación

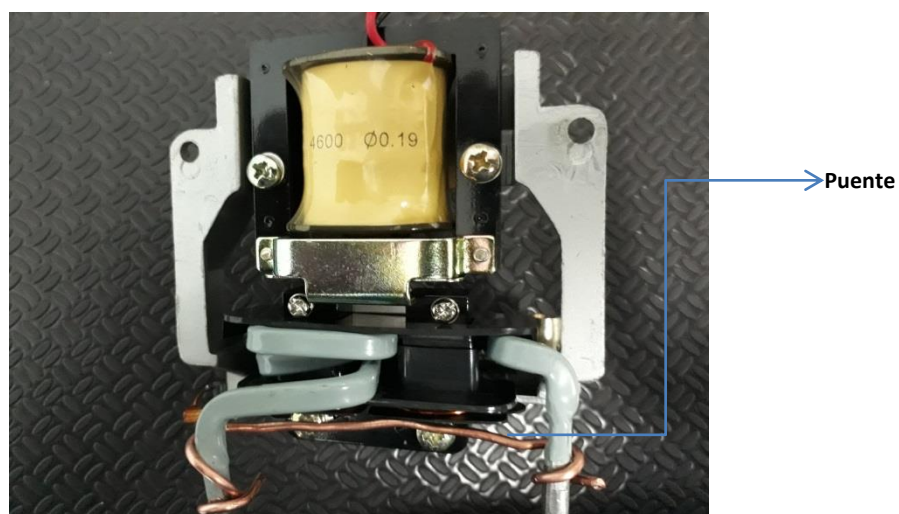


Figura. 134. Puente Interno  
Infracción al servicio (EEQ, 2015)

Puente externo en los terminales de la bobina de corriente externamente (Figura 25)

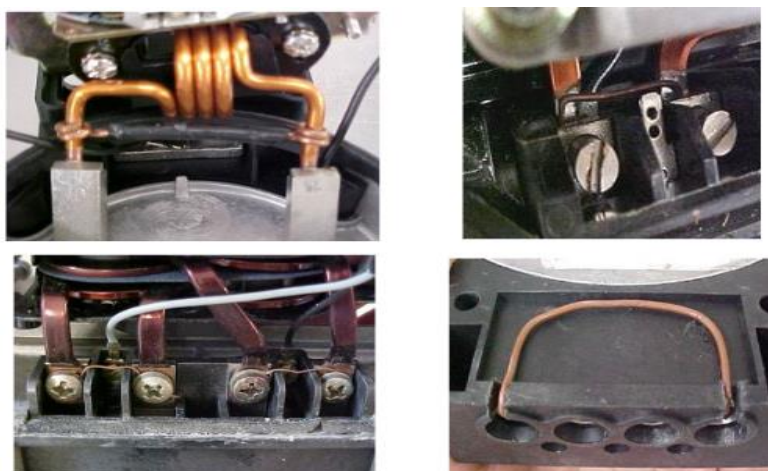


Figura. 145. Puente Externo  
Infracción al servicio (EEQ, 2015)

Medidor electromecánico con el disco rayado (Figura 26). Las pérdidas estimadas son superiores al 50%.

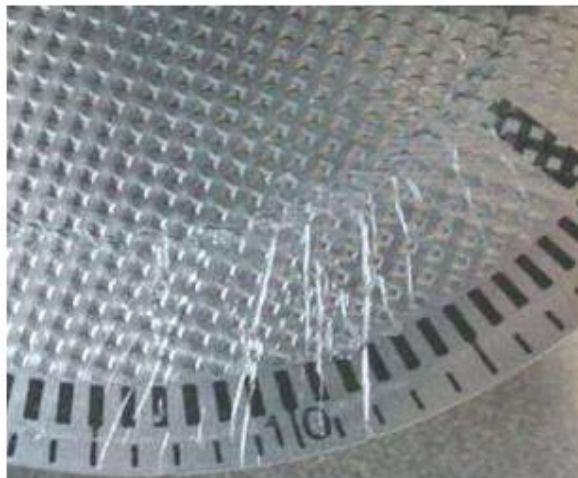


Figura. 156. Disco de aluminio rayado  
Infracción al servicio (EEQ, 2015)

Elementos extraños dentro del medidor Las pérdidas estimadas son superiores al 50%. Elementos extraños internamente (Figura 27), cercanos al disco de aluminio del medidor electromecánico

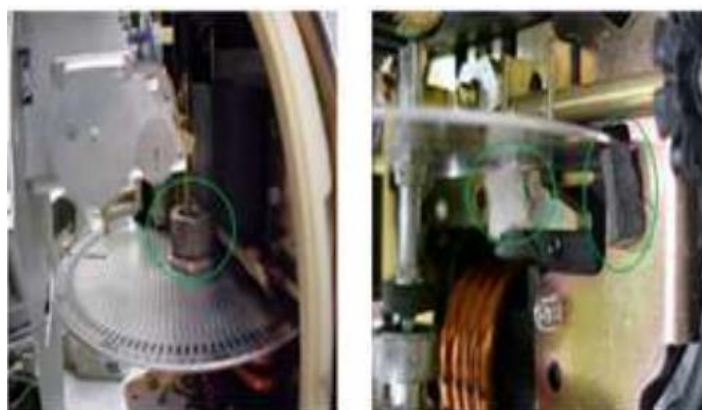


Figura. 167. Elementos externos  
Infracción al servicio (EEQ, 2013)

Registrador no engrana con el sinfín (Figura 28), las pérdidas estimadas son del 100%; se puede detectar mediante inspección visual, pruebas eléctricas de consumo.



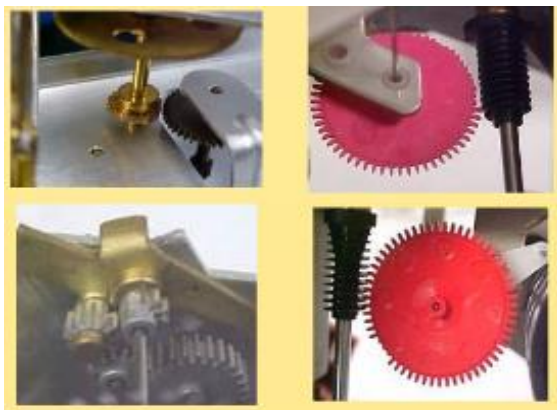


Figura. 178. Sistema Sin Fin  
Infracción al servicio (EEQ, 2013)

Medidor electrónico con el display apagado (Figura 29) Las pérdidas estimadas son superiores al 100%; se puede detectar o contrarrestar mediante inspección visual. Establecer factor de utilización y realizar seguimiento.



Figura.29. Display apagado  
Infracción al servicio (EEQ, 2014)

Sellos del medidor lesionado, dañado y reparado (Figura 30). Las pérdidas estimadas son superiores al 75%; se puede detectar o contrarrestar inspección visual. Establecer factor de utilización y realizar seguimiento.

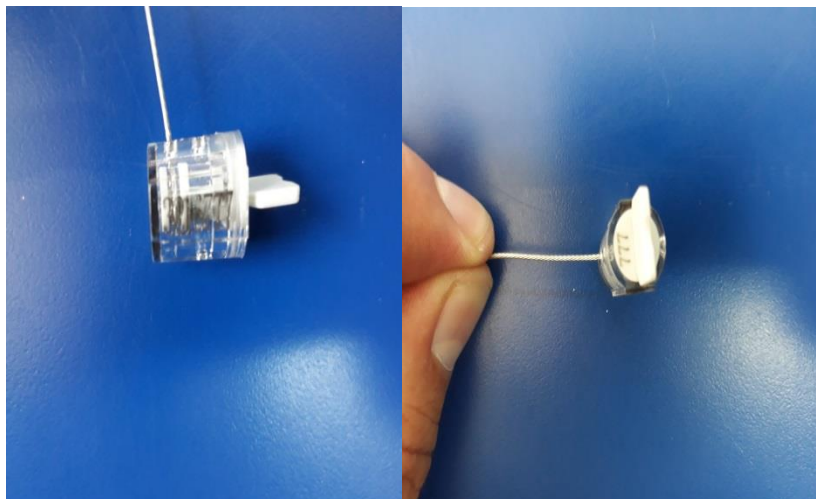


Figura. 180. Sellos de seguridad manipulados  
Infracción al servicio (EEQ, 2013)

## CAPITULO II

### 2.1. Propuesta

Para el sistema de implementación de contrastación se utiliza mecanismos que constan por bloques como se observa en la Figura 31, adicional se diseña el ensamble de elementos físicos que son compatibles con Raspberry Pi 3B.

El equipo de contratación deberá caracterizarse por verificar los medidores en diferentes lugares dentro del área de concesión de la Empresa Eléctrica, para la demostración de este sistema se utilizará una placa de control -Raspberry PI, esta placa es la encargada del control electrónico, posee conexión a internet y permite enviar vía e-mail la información medida. Para la etapa optoacopladora, consta de una placa de circuito impreso a base de un optoacoplador que permite tomar la lectura de los impulsos del medidor y entregar una salida digital hacia el Raspberry, en la etapa de contrastación se utilizará una carga fantasma que está conformada a base de una serie de niquelinas para conseguir diferentes tipos de consumos, para variar la carga se utilizará un selector que es un juego de suiches que permitirá seleccionar las diferentes niquelinas a manera de carga fantasma, una vez determinados estos parámetros, se utilizaran sensores de corriente y voltaje respectivamente estas señales analógicas se aplica al conversor A/D y se envía al Raspberry, para la visualizar sistema operativo y programa que posee el Raspberry se utilizará un pantalla LCD.

Una vez concluida la contrastación se emitirá un reporte detallado donde constará las pruebas y condiciones técnicas con las que fue verificado el medidor, por motivos de seguridad de la información los valores de medición obtenidos, serán enviados remotamente vía correo electrónico al supervisor del Laboratorio de Medidores, mismo que se encargará de informar al Departamento de Perdidas Comerciales las novedades encontradas.

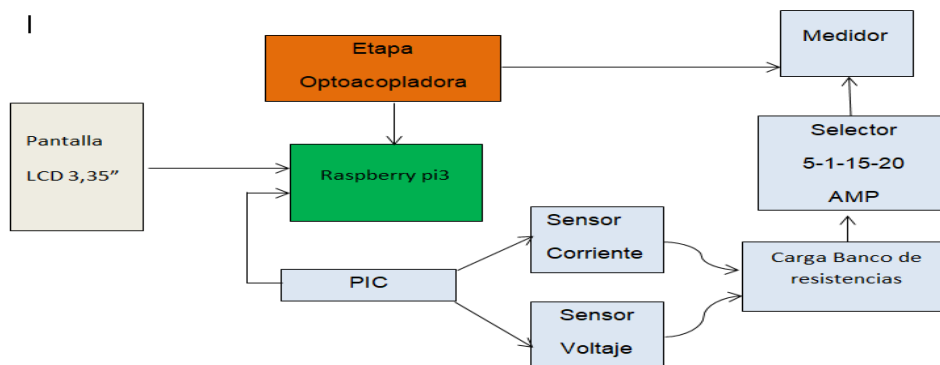


Figura. Capítulo II. 191. Diagrama de bloques transmisión y recepción

## 2.2. Descripciones Técnicas del Sistema

En esta parte del componente realiza el análisis de los diferentes mecanismos tanto hardware como software para el equipo de contrastación de medidores.

### 2.2.1, Análisis del Hardware

Para estudiar los componentes que constituyen la implementación del equipo de contrastación de medidores se describe, los procesos y las características de funcionamiento del display LCD táctil de 7", tarjeta optoacopladora , procesamiento de datos , cámara de registro de ensayo y banco de resistencias para al acople del sistema.

### 2.2.2, Raspberry Pi

Es una placa computadora (SBC) de bajo costo, se podría decir que es un ordenador de tamaño reducido, las versiones más conocidas son la versión 2 B y la versión 3 B, la plataforma consta de contactos de entrada/salida de uso general (GPIO), conectividad mejorada (4 puertos USB).En la Tabla 4 se indica las características y modelos generales de las tarjetas Raspberry. (UPV, 2017)

Tabla. 6. Modelos y especificaciones técnicas, tarjetas Raspberry Pi

Nota. Fuente: (Raspberry c. , 2016)

	<b>Raspbe rry Pi 1 Modelo A</b>	<b>Raspberry Pi 1 Modelo B</b>	<b>Raspberry Pi 1 Modelo B+</b>	<b>Raspberry Pi 2 Modelo B</b>	<b>Raspberry Pi 3 Modelo B</b>
SoC: <sup>4</sup>	Broadcom BCM2835 (CPU + GPU + DSP + SDRAM + puerto USB) <sup>3</sup>			Broadcom BCM2836 (CPU + GPU + DSP + SDRAM + Puerto USB)	Broadcom BCM2837 (CPU + GPU + DSP + SDRAM + Puerto USB)
CPU:	ARM 1176JZF-S a 700 MHz (familia ARM11) <sup>3</sup>			900 MHz quad- core ARM Cortex A7	1.2GHz 64-bit quad- core ARMv8
Juego de instrucción	RISC de 32 bits				
GPU:	Broadcom VideoCore IV,, <sup>52</sup> OpenGL ES 2.0, MPEG-2 y VC-1 (con licencia), <sup>53</sup> 1080p30 H.264/MPEG-4 AVC <sup>3</sup>				
Memoria SDRAM	<u>256 MiB (comparti dos con la GPU)</u>	<u>512 MiB (compartidos con la GPU)<sup>54</sup> desde el 15 de octubre de 2012</u>		<u>1 GB (compartidos con la GPU)</u>	
Puertos USB2.0 :55	<u>1</u>	<u>2 (vía hub USB integrado)<sup>56</sup></u>		<u>4</u>	
<u>Entradas de vídeo:<sup>57</sup></u>	Conector MIPI CSI que permite instalar un módulo de cámara desarrollado por la RPF				
<u>Salidas de vídeo:<sup>4</sup></u>	Conector RCA (PAL y NTSC), HDMI (rev1.3 y 1.4), <sup>58</sup> Interfaz DSI para panel LCD <sup>5960</sup>				
<u>Salidas de audio:<sup>4</sup></u>	<u>Conector de 3.5 mm, HDMI</u>				
Almacenamient o integrado:	SD / MMC / ranura para SDIO			<u>MicroSD</u>	
<u>Conectividad de red:<sup>4</sup></u>	Ninguna	10/100 Ethernet (RJ-45) via hub USB <sup>56</sup>		10/100 Ethernet (RJ-45) via hub USB, <sup>61</sup> Wifi 802.11n, Bluetooth 4.1	

<u>Periféricos de bajo nivel:</u>	<u>8 x GPIO, SPI, I<sup>2</sup>C, UART52</u>		<u>17 x GPIO y un bus HAT ID</u>	
<u>Reloj en tiempo real:4</u>	<u>Ninguno</u>			
<u>Consumo energético:</u>	500 mA, (2.5 W) <sup>4</sup>	700 mA, (3.5 W)	600 mA, (3.0 W)	800 mA, (4.0 W)
<u>Fuente de alimentación:4</u>	<u>5 V vía Micro USB o GPIO header</u>			
<u>Dimensiones:</u>	<u>85.60mm × 53.98mm<sup>62</sup> (3.370 × 2.125 inch)</u>			
<u>Sistemas operativos soportados:</u>	GNU/Linux: Debian (Raspbian), Fedora (Pidora), Arch Linux (Arch Linux ARM), Slackware Linux, SUSE <sup>63</sup> Linux Enterprise Server for ARM.			
	RISC OS <sup>2</sup>			

### . Raspberry Pi 3 Modelo B

La tarjeta 3 B se puede convertir en casi cualquier cosa, desde un mini pc, hasta un servidor de datos, es una de las formas más asequibles de disponer de un hardware especialmente eficiente y dinámico, conector GPIO de 40 pines, cuatro conectores USB, salida de video HDMI, interfaz de cámara CSI de 15 pines, tarjeta de memoria Micro SD (PC, 2012).

Para la implementación de equipo de contrastación se va a utilizar una tarjeta Raspberry Pi 3 modelo B, la Figura 32 muestra un esquema general de la plataforma así como los periféricos y los pines de entrada salida conocidos como GIPO.

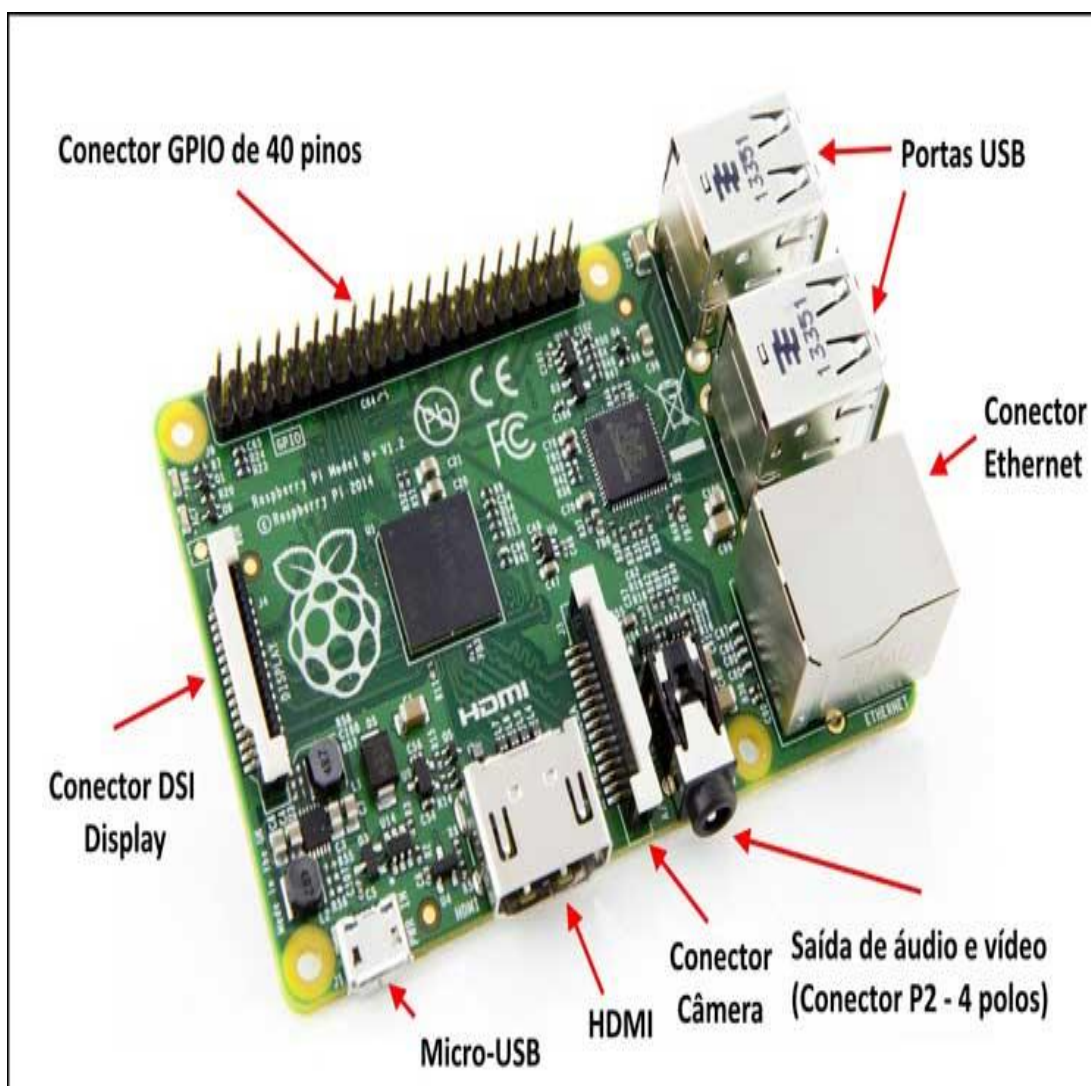


Figura.202. Tarjeta Raspberry Pi 3 modelo B  
Raspberry Pi 3 (Mikro, 2016)

Raspberry Pi 3 modelo B está construida alrededor del nuevo procesador de 64bits con 1,2GHz de velocidad, mucho más rápido y con mayor capacidad de procesamiento que sus antecesores. Además, la nueva integra el chip BCM43143 que la dota con conectividad Wifi y Bluetooth de bajo consumo y cuenta con administración de energía mejorada que permite trabajar con más dispositivos USB externos. La Figura 33 muestra la distribución de pines GPIO se encuentra en uno de los costados de la tarjeta, los pines son una interfaz física entre la tarjeta pi y el mundo exterior.

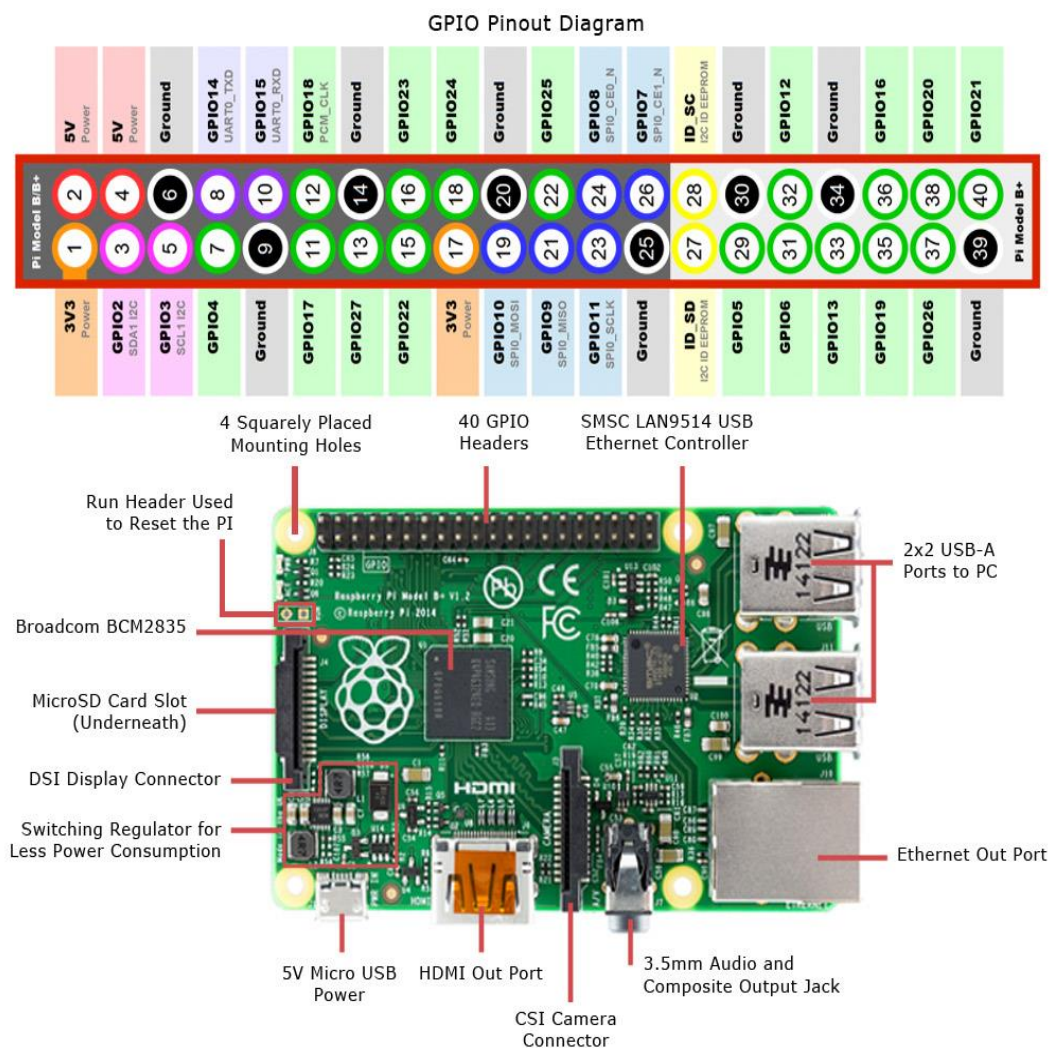


Figura. 213. Esquema de pines de la Raspberry Pi 3 B  
Raspberry Pi 3 (Crespo, 2016).

### . Conector para Raspberry Pi 3 GPIO

- Identificar cuantas acometidas existen para el predio y si están medidas.
- Utiliza el Raspberry Pi en su máxima extensión. Conecte varios GPIO a múltiples sensores y otros dispositivos electrónicos utilizando pi-ezconnect.
- Conexiones de soldadura para la alimentación (5 V, 3,3 V, a tierra). Conexiones de soldadura para otros componentes (un mini circuito experimental).
- Conexiones sin soldadura para todos los GPIO, potencia (5 V, 3,3 V, a tierra). No posee componentes activos no requiere marcas CE según las especificaciones de la certificación.
- Compatible con Raspberry PI 40 Pata de tipo Header y formato HAT.



- Funciona con 40 patas tipo Header Raspberry Pi por ejemplo Pi-2, Pi-3 (Figura 34) así como Orange-Pi, Digi ConnectCore y otros ordenadores que sigan 40 patas formato HAT.

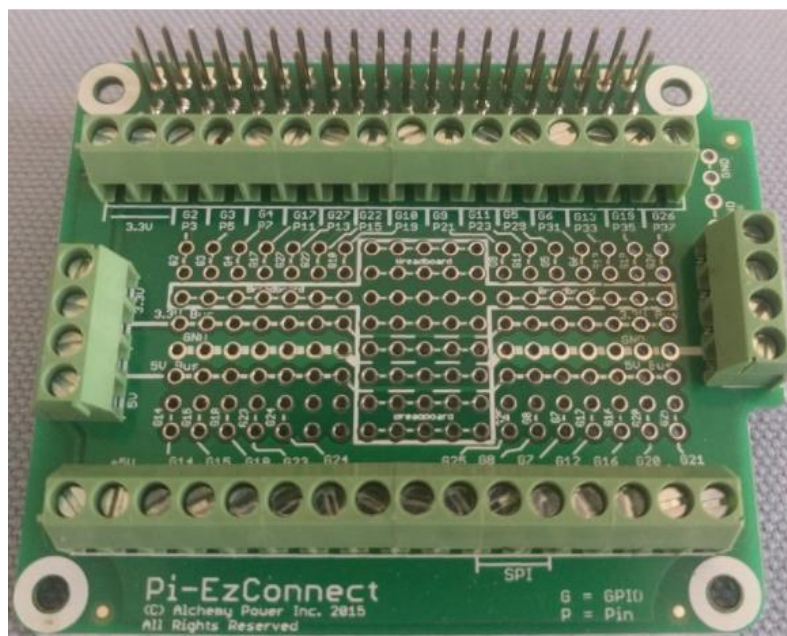


Figura. 224. Conector EzConnect para Raspberry Pi 3  
Conector EzConnect (EBAY, 2016)

### 2.2.3, Arduino Mega 2560 R3

Arduino Mega es una tarjeta de desarrollo open-source construida con un microcontrolador modelo Atmega2560, como indica en la Figura 35 que posee pines de entradas y salidas, analógicas y digitales. Esta tarjeta es programada en un entorno de desarrollo que implementa el lenguaje Processing/Wiring. Arduino puede utilizarse en el desarrollo de objetos interactivos autónomos o puede comunicarse a un PC a través del puerto serial (conversión con USB) utilizando lenguajes como Flash, Processing, MaxMSP, entre otros. Las posibilidades de realizar desarrollos basados en Arduino tienen como límite la imaginación. (Arduinocl, 2016)

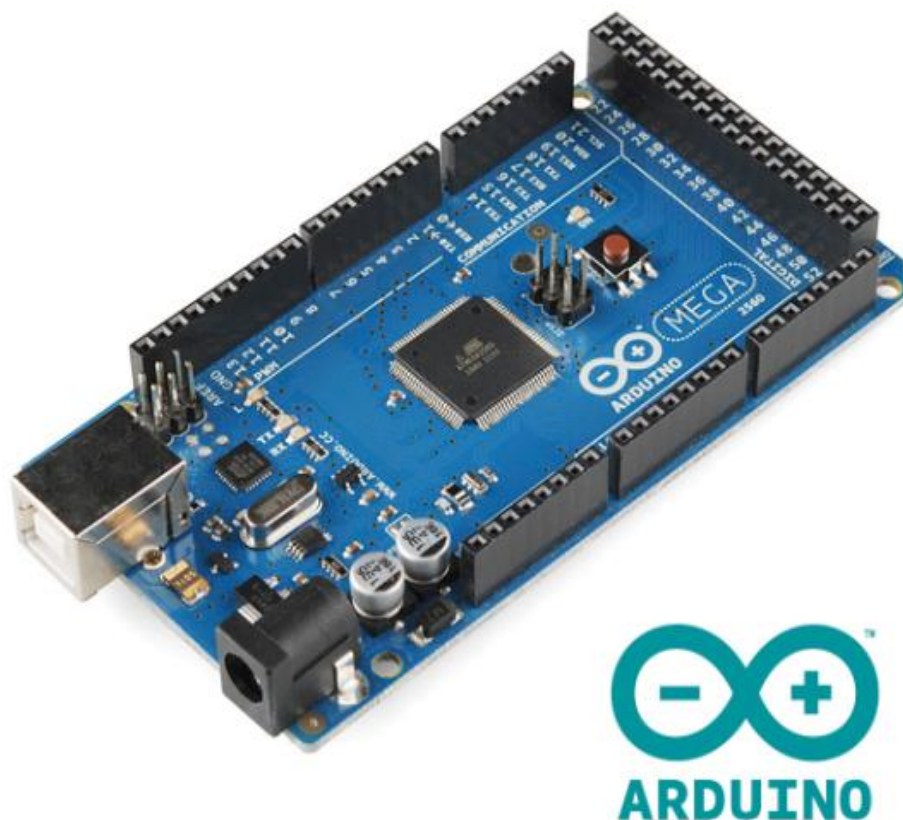


Figura. 235. Arduino Nano 2560 R3  
Tarjetas para programación (Arduino.cl, 2016)

El microcontrolador en la placa Arduino se programa mediante el lenguaje de programación Arduino (basado en Wiring) y el entorno de desarrollo Arduino (basado en Processing). Finalmente se puede mencionar que el software es totalmente gratuito y se encuentra disponible en cualquier página web de Arduino. (Arduino, 2014)

Características:

- Microcontrolador ATmega2560.
- Voltaje de entrada de 7-12V.
- 54 pines digitales de Entrada/Salida (14 de ellos son salidas PWM).
- 16 entradas análogas.
- 256k de memoria flash.

Tabla. 7. Modelos y especificaciones técnicas, tarjetas Raspberry Pi

Nota. Fuente: (ARDUINO, 2016)

<b>Característica de Arduino</b>	<b>UNO</b>	<b>Mega 2560</b>	<b>Leonardo</b>	<b>DUE</b>
<b>Tipo de microcontrolador</b>	Atmega 328	Atmega 2560	Atmega 32U4	AT91SAM3X8E
<b>Velocidad de reloj</b>	16 MHz	16 MHz	16 MHz	84 MHz
<b>Pines digitales de E/S</b>	14	54	20	54
<b>Entradas analógicas</b>	6	16	12	12
<b>Salidas analógicas</b>	0	0	0	2 (DAC)
<b>Memoria de programa (Flash)</b>	32 Kb	256 Kb	32 Kb	512 Kb
<b>Memoria de datos (SRAM)</b>	2 Kb	8 Kb	2.5 Kb	96 Kb
<b>Memoria auxiliar (EEPROM)</b>	1 Kb	4 Kb	1 Kb	0 Kb

Tabla. 8. Modelos y especificaciones Arduino

Nota. Fuente: (MUNDO, 2016)

Prestaciones	Arduino UNO	Lilypad Arduino	Arduino Mega 2560	Arduino Fio	Arduino ADK	Arduino PRO	Arduino Nano
Microcontroller	ATmega328V	ATmega168V ATmega328V	ATmega256	ATmega328P	ATmega2560	ATmega328V	ATmega168 ATmega328
Operating Voltage	5 V	2.7-5.5 V	5V	3.3V	5V	5 V	5 V
Input Voltage (recommended)	7-12V	2.7-5.5 V	7-12V	3.35 -12 V	7-12V	7-12V	7-12 V
Input Voltage (limits)	6-20V		6-20V		6-20V	6-20V	6-20 V
Input Voltage for Charge				3.7 - 7 V			
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)	14 (of which 6 provide PWM output)	54 (of which 15 provide PWM output)	14 (of which 6 provide PWM output)	54 (of which 15 provide PWM output)	14 (of which 6 provide PWM output)	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6	6	16	8	16	6	8
DC Current per I/O Pin	40 mA	40 mA	40 mA	40 mA	40 mA	40 mA	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA		50 mA		50 mA	50 mA	
Flash Memory	32 KB (ATmega328) of which 0.5 KB used by bootloader)	16 KB (of which 2 KB used by bootloader)	256 KB of which 8 KB used by bootloader	32 KB (of which 2 KB used by bootloader)	256 KB of which 8 KB used by bootloader	32 KB (ATmega328) of which 0.5 KB used by bootloader)	16 KB (ATmega168) or 32 KB (ATmega328) of which 2 KB used by bootloader
SRAM	2 KB	1 KB	8 KB	2 KB	8 KB	2 KB	1 KB (ATmega168) or 2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB	512 bytes	4 KB	1 KB	4 KB	1 KB	512 bytes (ATmega168) or 1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz	8 MHz	16 MHz	8 MHz	16 MHz	16 MHz	16 MHz

## 2.2.4, Display LCD

Este pequeño display está diseñado específicamente para el Raspberry Pi. Como se muestra en la Figura 36 cuenta con una pantalla de 3,5" con 800×400 píxeles de 16 bits de color y una capa resistente al tacto. La placa utiliza la interfaz SPI de alta velocidad en el Raspberry Pi. Puede usar esta mini pantalla como una consola, puerto de ventanas X, mostrar imágenes o vídeo, etc.



Figura. 246. Display LCD Raspberry Pi 3 B  
Display para Raspberry (Altronics, 2016)

Tabla. 9. Características Básicas Display

Nota. Fuente: (Electronilab, 2016)

Tipo LCD	TFT
LCD Interface	SPI
Tipo Touch Screen	Resistive
Controlador Touch Screen	XPT2046
Colors	65536
Backlight	LED
Resolución	320×240 (Pixel)
Relación de Aspecto	4:3

Pantalla Táctil TFT LCD de 7 Pulgadas HDMI para Raspberry PI 3 (Figura 37)



Figura. 257. LCD HDMI Raspberry Pi 3 B Display para Raspberry (SpotPear, 2017)

- Control táctil directamente de acoplamiento activo en toda revisión de Raspberry Pi.
- Controlador suministrado (funciona con la costumbre Raspbian directamente).
- Interfaz HDMI para la visualización, no Me/Sistema Operativo requerido (sin embargo, el panel táctil todavía necesita I/Os).
- Control de luz de fondo para reducir el consumo de energía.

Tabla. 10. Características Pantalla Táctil TFT

Nota. Fuente: (SportPear, 2017)

Tipo LCD	TFT
Interfaz LCD	GPIO
Tipo de Pantalla táctil	resistiva
Controlador de Pantalla táctil	2046
colores	65536
luz de fondo	LED

resolución	800*480 (Pixel)
Relación de aspecto	4:3
SPI Velocidad de Buzo	HDMI de alta velocidad
luz de fondo Actual	TBD
Temperatura de funcionamiento	TBD

### 2.2.5, Lenguajes de programación para la Raspberry pi

Se detalla los principales lenguajes de programación utilizados para desarrollar proyectos en el módulo Raspberry Pi. Se analizará cada uno de ellos con la finalidad cual es el apropiado para el desarrollo de la implementación.

#### . Entorno Grafico LXDE

En la Figura 38 se indica que LXDE es un entorno de escritorio de código abierto (open source) licenciado bajo la GPL para Unix y otras plataformas POSIX compatibles, como Linux. LXDE es la solución de escritorio en ahorro de energía y velocidad extrema. Trabaja bien con CPUs de bajo rendimiento, como es en nuestro caso la Raspberry PI. Proporciona una experiencia de escritorio rápido conectando fácilmente con aplicaciones de internet y soporta una gran cantidad de programas. LXDE soporta muchas arquitecturas de procesador como Intel, MIPS and ARM. (UPV, LXDE, 2013)

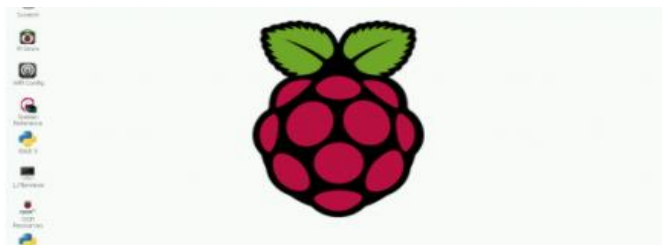


Figura. 268. Entorno LXDE  
Plataforma de programación (UPV, 2013)

## . Python y raspberry

Python es el lenguaje de programación como se ilustra en la Figura 39 que es recomendado por los fundadores de la Raspberry Pi, ya que al ser un lenguaje de programación de alto nivel, es un lenguaje de sintaxis sencilla y clara.

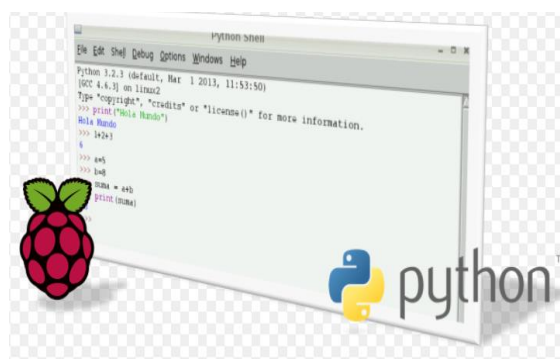


Figura.39. Lenguaje de programación Python  
Plataforma de programación (Obedegozo, 2016)

## . Ruby

Es un lenguaje de programación interpretado, reflexivo y orientado a objetos, creado por el programador japonés Yukihiro "Matz" Matsumoto, quien comenzó a trabajar en Ruby en 1993 (Figura 40), y lo presentó públicamente en 1995. Combina una sintaxis inspirada en Python y Perl con características de programación orientada a objetos similares a Smalltalk su implementación oficial es distribuida bajo una licencia de software libre. (Gómez, 2011)



Figura. 270. Entorno del lenguaje Ruby  
Plataforma de programación (Lang, 2017)



## . Lenguaje C

Se trata de un lenguaje de tipo de datos estáticos, débilmente tipificado, de medio nivel, ya que dispone de las estructuras típicas de los lenguajes de alto nivel pero, a su vez, dispone de construcciones del lenguaje que permiten un control a muy bajo nivel(Figura 41). La adopción de este estándar es muy amplia por lo que, si los programas creados lo siguen, el código es portable entre plataformas y/o arquitecturas. (Vele O. , 2016)



Figura. 281. Entorno del lenguaje C  
Plataforma de programación (Vele, 2016)

## . Visual Basic

Es un lenguaje de programación dirigido por eventos, desarrollado por Alan Cooper para Microsoft, Su primera versión fue presentada en 1991(Figura 42), con la intención de simplificar la programación, Visual Basic ha sido desarrollado con el objetivo de entregar a los usuarios de programación informática un paquete de utilidades simples y accesibles utilizando un ambiente de desarrollo que facilitó en cierta medida la programación misma. (García, Sistema de navegación, 2016)



Figura. 292. Entorno del lenguaje Visual Basic  
Plataforma de programación (García, 2016)

### 2.3. PI4J, control del GPIO de Raspberry Pi con Java

Como indica la Figura 43, PI4J es un proyecto que provee un puente entre librerías nativas y Java para ganar acceso a los pines de comunicación GPIO del Raspberry PI, El conector GPIO del PI es un interfaz en forma de serie de pines al cual enchufar hardware externo (**Java, 2015**)

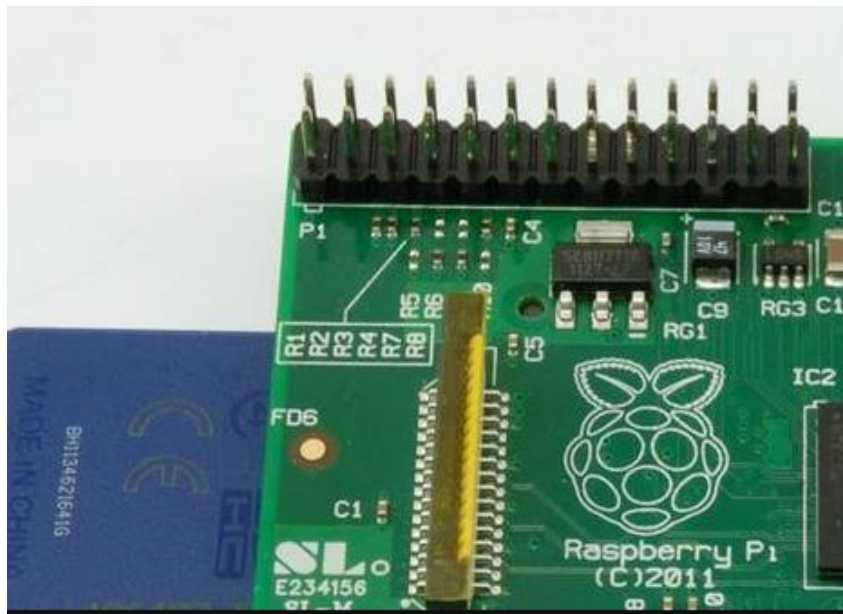


Figura. 303 Conector GPIO  
Plataforma de programación (Java, 2015)

Las funciones de estos pines son las siguientes:

- GPIO Real (General Purpose Input Output) pines para controlar leds.
- El interfaz I2C permite conectar módulos controlados con tan solo dos pines
- Interfaz SPI un estándar alternativo al I2C
- Pines Rx and Tx comunicación con dispositivos en serie

### 2.3.1 NetBeans

NB es un entorno integrado de desarrollo o+ IDE (Integrated Development Environment), en él podemos realizar todas las tareas asociadas a la programación:

- Editar el código
- Compilarlo
- Ejecutarlo
- Depurarlo

Características

- Simplifica alguna de las tareas en proyectos grandes son tediosas.
- Nos ayuda en la navegación de las clases predefinidas en la plataforma.

Plataforma JAVA

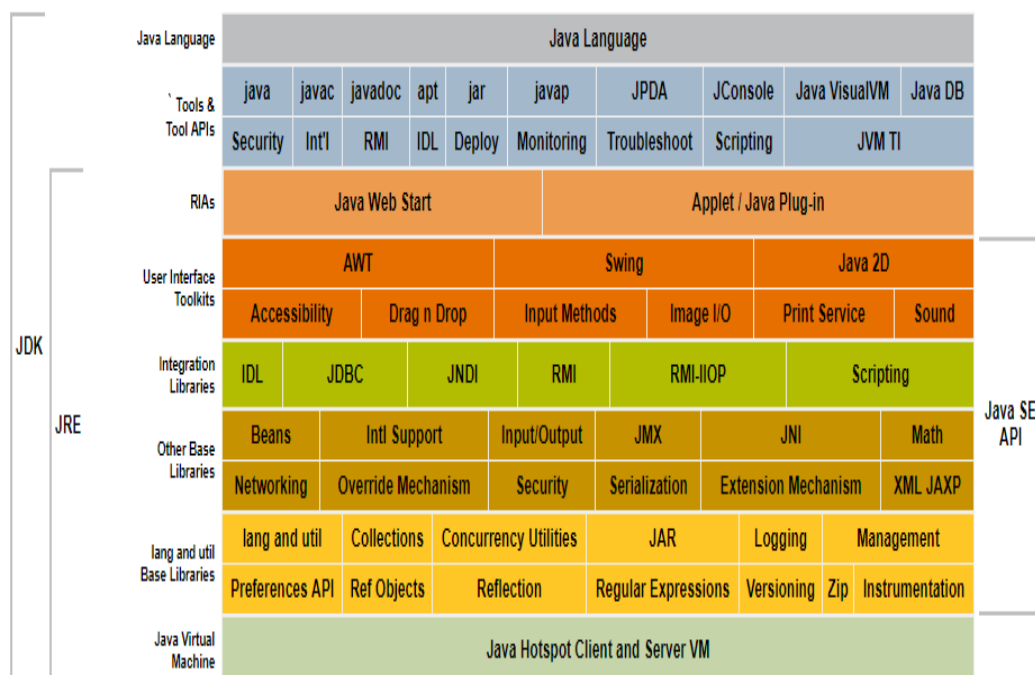


Figura. 44 Plataforma JAVA características  
Plataforma de programación (JAVA, 2017)

## Compilación

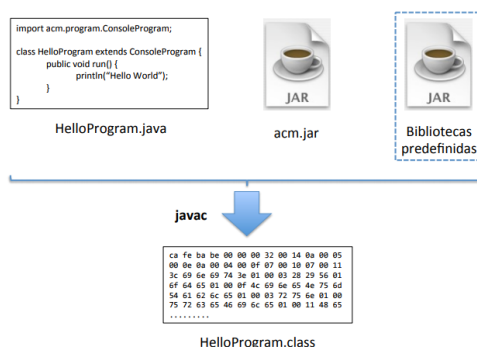


Figura. 31 Plataforma JAVA compilación  
Plataforma de programación (JAVA, 2017)

## Ejecución

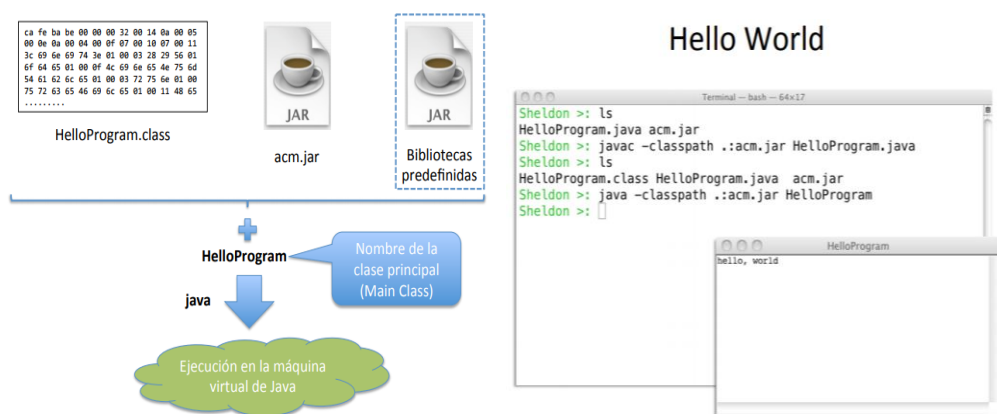


Figura. 32 Plataforma JAVA ejecución  
Plataforma de programación (JAVA, 2017)

### 2.4. Cámara de Video Raspberry Pi 100003

El módulo cámara de 5 megapíxeles está diseñado específicamente para Raspberry Pi, con un lente de foco fijo. Es capaz de tomar imágenes estáticas de 2592 x 1944, y también es compatible con el formato de video 1080p30. Se conecta al Raspberry Pi por medio de un pequeño conector en la parte superior de la tarjeta como se ilustra en la Figura

47 y utiliza la interfaz dedicada CSI, diseñado especialmente para la conexión de cámaras. En lo que consiste a la cámara de marca Raspberry Pi modelo 100003, Windows XP/Vista/7/8, Linux y Mac OS X. (Marko Viitanen, 2015)

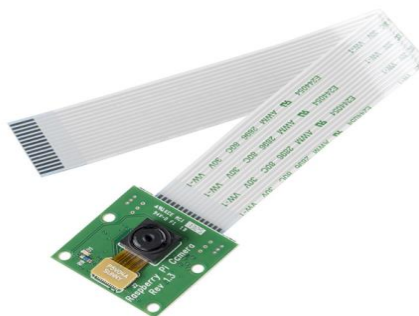


Figura. 33 Cámara Raspberry Pi  
Cámara (Electronilab, 2017)

#### 2.4.1, Características

- 1,4  $\mu\text{m}$  X 1,4  $\mu\text{m}$  píxeles con tecnología OmniBSI de alto rendimiento (alta sensibilidad, baja diafonía, ruido bajo)
- Tamaño óptico de 1/4 “
- Funciones de control de imagen automáticas:
  - Control automático de exposición (AEC)
  - Balance de blancos automático (AWB)
  - Filtro de banda automático (ABF)
  - Calibración del nivel de negro automático (ABLCL)
- Controles programables para la velocidad de fotogramas, AEC / AGC 16 zonas / posición / control de peso, espejo y lado, recorte, ventanas.
- Puerto de vídeo digital (DVP) Interfaz de salida en paralelo

Nota. Fuente: (Electronilab, Ingeniería y Diseño Electronico, 2017)

#### 2.4.2, Webcam

Cámara para uso en red, Como se indica en la Figura 48, es un dispositivo que se conecta al puerto USB de la computadora y que permite básicamente video grabar en baja resolución y transmitir por medio de Internet en tiempo real, aunque también tiene la

capacidad de tomar fotografías de pocos píxeles, que se pueden almacenar en la computadora. (Taika, 2016)



Figura. 34 Cámara Webcam  
Evidencia fotográfica (Taika, 2016)

Internamente cuenta con los circuitos adecuados para el sensor de imágenes y la transmisión hacia Internet. Como señala la Figura 49, externamente cuenta con las siguientes partes:

- |   |
|---|
| 1.- Visor digital: se encarga de captar las imágenes a transmitir y grabar vía Internet.. |
| 2.- Grabador de audio (opcional): capta el sonido a transmitir vía Internet.              |
| 3.- Base giratoria: permite colocar la cámara en la posición que el usuario decida.       |
| 4.- Cable de datos: transmite los datos de la cámara hacia la computadora.                |
| 5.- Cubierta: protege los circuitos internos y le da estética a la cámara Web.            |

## Partes de la cámara Web

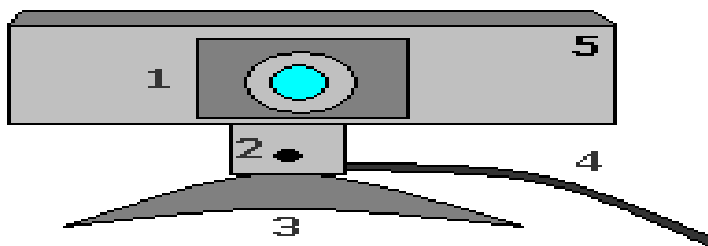


Figura. 35 Partes Cámara Webcam  
Evidencia fotográfica (Taika, 2016)

### 2.5. Tarjeta Micro SD

La tarjeta micro SD consta de una capacidad de 16 GB, donde se concentra el sistema operativo de tarjeta Raspberry Pi (Figura 50), de suma importancia es establecer el sistema operativo para poder actualizar las librerías de la tarjeta con los demás dispositivos.

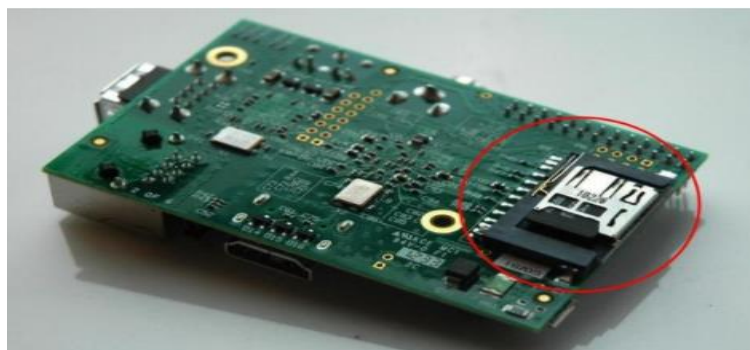


Figura. 36 Tarjeta Micro SD Raspberry Pi  
Memoria del sistema (Aliexpress, 2017)

### 2.6. Medidor de Energía Eléctrica

Es el conjunto de elementos electromecánicos o electrónicos que se utilizan para el registro del consumo de energía (Figura 51). Existen varios tipos de medidores dependiendo de la construcción, tipo de energía que miden, clase de precisión y conexión a la red eléctrica.



Figura. 37 Medidor de Energía Eléctrica

### 2.6.1, Partes

- Display
- Circuitos de medición de corriente
- Circuitos de medición de tensión
- Puerto óptico de comunicación.
- LEDs emisores de pulsos de energía activa y energía reactiva.
- Pulsador de lectura.
- Microprocesador.
- Memoria.
- Cristal oscilador.
- Cables de conexión de entrada de circuitos de medición.

Nota. Fuente: (EEQ, 2017)

### 2.6.2, Características

- Display
- Tensión Nominal ( $V_n$ ): 120V
- Tolerancia de operación: -20% hasta + 15% de  $V_n$
- Corriente nominal ( $I_n$ ): 5, 10, 15 o 20 A
- Corriente máxima: 40, 60, 80 o 100 A
- Corriente de arranque: 0,4%  $I_n$



- Frecuencia 50 o 60 Hz
- Precisión para Energía Activa:  $\pm 1\%$
- LED Constante (activa): impulsos/kWh
- Display Número de dígitos para registro: 6

Nota. Fuente: (EEQ, 2017)

## 2.7. Lector Óptico

Es un sensor de infrarrojos óptico para medidores electrónicos de estado sólido (Figura 52). Utiliza el borde de detección de disparo para menor sensibilidad a los cambios en condiciones de luz ambiental.

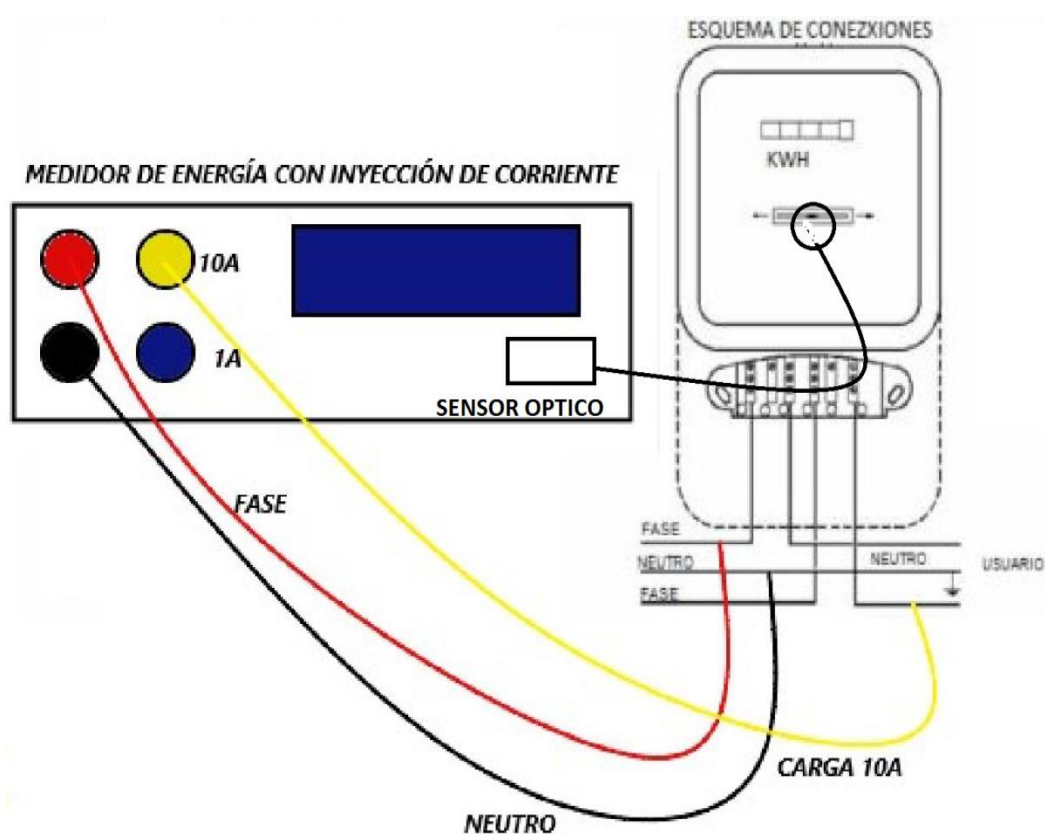


Figura. 38 Lector Óptico  
Sistema de contrastación (4gltemall, 2017)

## 2.8. Cargador Portátil 15000mah

Esta batería externa viene con dos puertos USB Figura 53, tiene también una entrada micro USB que nos sirve como puerto de carga. Estas dos salidas pueden ser utilizadas a la vez para cargar dos dispositivos diferentes. Posee un Led en la parte superior con cuatro estados que nos muestran el nivel de carga de la batería.



Figura. 39 Cargador Portátil  
Fuente de energía (Nissei, 2017)

### Especificaciones Técnicas

- Panel Solar: monocristalino 5,5 v 450 mA
- Voltaje de entrada: DC5 V - 1A
- Voltaje de salida: DC 5V - 2A
- Puerto de entrada: Mini 5P
- Puerto de salida: USB 2.0
- Panel de cristal de silicio
- Capacidad de carga de batería: 15000 mAh
- Tamaño: 121 \* 76 \* 20mm
- Peso: 260g
- Puede ser cargado por el sol, computadora o toma de corriente.
- Tiempo de carga: cerca de 8.5 horas a través de la toma de corriente, alrededor de 20 horas con carga solar
- Peso ligero y diseño delgado, con carcasa metálica
- Batería externa portátil Universal
- Alta capacidad y compatibilidad
- Compatible con Nokia, Samsung, Sony, Iphone, Motorola, MP3, MP4, etc

## 2.9. Resistencias Eléctricas

### Características de Fabricación

**En su exterior:** recubierta por una vaina de acero Inoxidable calidad Aisi304, material que posee mayor Temperatura de fusión y resistencia mecánica. (Figura 54)

**Terminales de Conexión:** Varillas de acero rígido o el tipo de terminales de las resistencias tubulares. Pueden fabricarse con termocupla incorporada.



Figura. 40. Resistencia Eléctrica  
(EVERWATT, 2011)

### DATOS TÉCNICOS PRINCIPALES

- Material vaina: Acero al carbono / Acero Inoxidable
- Diámetros vaina: 6,3 – 8,2 – 10,3 – 15,4 mm
- Terminal: De tornillo
- Segmento frío en los extremos de las conexiones eléctricas (denominado “Zona Neutra”): Variable según el tipo de aplicación (mín. 30 mm)
- Distancia entre los vástagos del calentador: mín. 8 – 12 mm (resistencias en U)
- Tensión de alimentación: A partir de 24V

- Potencia: Variable en función de la densidad superficial( $W/cm^2$ ) (EVERWATT, 2010)

## 2.10. Optoacoplador

Como se indica en la Figura 55, es un componente electrónico que se utiliza como transmisor y receptor óptico (de luz), es decir pueden transmitir de un punto a otro una señal eléctrica sin necesidad de conexión física ni cables (por el aire), mediante una señal luminosa. (Pixsoled, 2014)

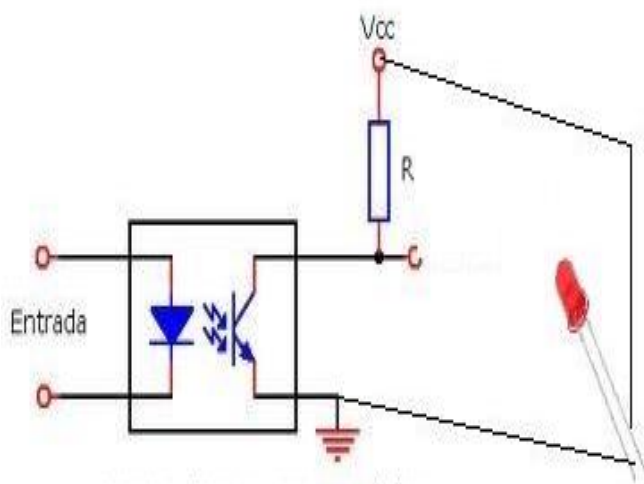


Figura. 41. Optoacoplador  
Sistema de acoplamiento (SunLed, 2017)

Activamos una luz y esta luz llega a un detector que genera una tensión de salida, interruptor cerrado (Figura 56). Si no se activa la luz o no le llega la luz al detector, este no genera ninguna tensión de salida, es decir interruptor abierto. (AREATEC, 2014)

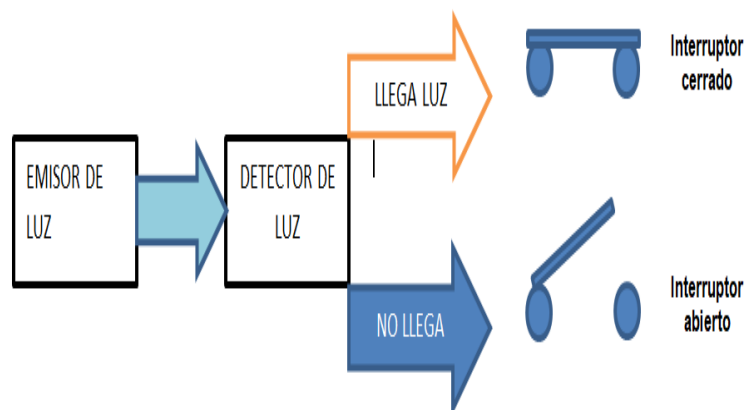


Figura. 42. Funcionamiento Optoacoplador

Si combinamos una fuente óptica con algún tipo de detector óptico (generalmente un semiconductor de silicio llamado fototransistor) en un solo encapsulado, el dispositivo resultante es un optoacoplador o interruptor óptico. (AREATEC, 2014)

## 2.11. Metodología

La metodología es una herramienta que nos permite acoplar todos los mecanismos de la investigación. El trabajo se enlaza a través de una serie de procedimientos enfocados a problemas actuales, además en el desarrollo del trabajo se estudia el comportamiento técnico de los materiales utilizados.

En el proceso de investigación se estudia las alternativas en lo que compete a las especificaciones y características técnicas de los elementos a utilizar, posteriormente efectuar el análisis adecuado para la selección de elementos que mejor se acoplen al diseño.

Para la implementación del equipo de contrastación de medidores monofásicos, se plantea trabajar con:

- Plataforma Raspberry Pi 3 modelo B.

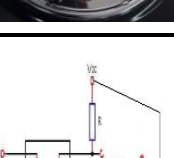
Se realiza la selección de la plataforma y luego se elegirá los dispositivos que mejor se ajuste para la implementación, así como también los diferentes accesorios.

### **2.11.1, Ventajas y Costos de Ejecución del proyecto**

1. Mayor precisión en la obtención de resultados (La determinación de porcentajes de error es mucho más precisa.
2. Determinación del funcionamiento correcto se lo hace con mayor rapidez, consecuentemente el ahorro de tiempo es muy importante.
3. Reducción de la inversión inicial y costos de operación.
4. Proceso de lectura más confiable y rápida.
5. Comunicación de la información vía red.
6. Esta tecnología es confiable.
7. Mayor precisión en la obtención de resultados (La determinación de porcentajes de error es mucho más precisa.
8. Determinación del funcionamiento correcto se lo hace con mayor rapidez, consecuentemente el ahorro de tiempo es muy importante.
9. Reducción de la inversión inicial y costos de operación.
10. Proceso de lectura más confiable y rápida.
11. Comunicación de la información vía red.

Para la implementación se realizó un análisis de los principales elementos que ejecutan este proyecto y se puede observar en la tabla 9 del presupuesto. Este cuadro nos permite definir cuál es la inversión inicial, los costos durante la operación de dicho proyecto y los beneficios futuros con lo cual se determina la viabilidad del proyecto.

Tabla. 11. Costos para la implementación del Proyecto

MATERIALES	DESCRIPCION	CANT	V/U	PRECIO
Raspberry Pi 3	 <p>Raspberry Pi 3 (RPi3) Modelo B Quad-Core 1.2 . Conectividad Bluetooth y Wi-Fi on-board. Tarjeta Micro SD 16 GB Lector de tarjetas USB MicroSD Fuente de alimentación Carcasa premium de alta calidad. Cable HDMI de calidad premium con soporte CEC. 2 Disipadores de calor. Tarjeta de referencia rápida GPIO. Guía de inicio rápido CanaKit a todo color.</p>	1	140	140
Pantalla Táctil TFT LCD de 7	 <p>Tipo LCD TFT Interfaz LCD GPIO Tipo de Pantalla táctil resistiva Controlador de Pantalla 2046 colores 65536</p>	1	60	60
Cámara de Video webcam	 <p>Características y Beneficios: Imágenes via internet Capacidad de datos Sonido en vivo</p>	1	15	15
Cargador Portátil 15000mah	 <p>Voltaje de entrada: DC5 V - 1A Voltaje de salida: DC 5V - 2A Puerto de entrada: Mini 5P Puerto de salida: USB 2.0 Panel de cristal de silicio Capacidad de carga de batería: 15000 mAh</p>	1	15	15
Resistencias Eléctricas	 <p>Material vaina: Acero al carbono / Acero Inoxidable Diámetros vaina: 6,3 – 8,2 – 10,3 – 15,4 mm Segmento frío en los extremos de las conexiones eléctrica Tensión de alimentación: A partir de 24V</p>	2	15	30
Optoacoplador	 <p>4 canales independientes protegidos con optoacopladores 4 Relés (Relays) de 1 polo 2 tiros El voltaje de la bobina del relé es de 5 VDC Led indicador para cada canal</p>	1	10	10
Sensor Óptico	 <p>Sensor que incorpora un fototransistor y un Emisor Infrarrojo en uno, capaz de detectar distancias de hasta 2.5mm</p>	1	100	100
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>370</b>

## CAPITULO III

### IMPLEMENTACION

#### 3.1. Desarrollo

Una vez finalizado el capítulo 2, se especifica todo el desarrollo del proyecto, así como también los pasos que se ejecutaron para la programación de la tarjeta Raspberry Pi3, y los distintos programas utilizados

##### 3.1.1, Instalación del sistema operativo

Adquirida la tarjeta Raspberry pi 3b se procederá a iniciar con el sistema operativo para lo cual se instalará el sistema NetBeans IDE versión 8.2 como indica en la Figura 57 (<https://netbeans.org/downloads/>)

NetBeans IDE 8.2 Download 8.1 | 8.2 | Development | Archive

Email address (optional):

Subscribe to newsletters:  Monthly  Weekly  
 NetBeans can contact me at this address

IDE Language: English Platform: Windows  
Note: Greyed out technologies are not supported for this platform.

---

**NetBeans IDE Download Bundles**

Supported technologies *	Java SE	Java EE	HTML5/JavaScript	PHP	C/C++	All
NetBeans Platform SDK	•	•				•
Java SE	•	•				•
Java FX	•	•				•
Java EE		•				•
Java ME						•
HTML5/JavaScript		•	•	•		•
PHP			•	•		•
C/C++					•	•
Groovy						•
Java Card™ 3 Connected						•
<b>Bundled servers</b>						
GlassFish Server Open Source Edition 4.1.1		•				•
Apache Tomcat 8.0.27		•				•

Download Download Download x86 Download x86 Download x86 Download  
Download x64 Download x64 Download x64

Free, 95 MB    Free, 197 MB    Free, 108 - 112 MB    Free, 108 - 112 MB    Free, 107 - 110 MB    Free, 221 MB

Figura. 43. NetBeans IDE 8.2 sistema operativo  
Sistema operativo (NetBeans, 2017)



Una vez que que concluya la descarga comenzaremos a instalar, para ello abriremos el ejecutable y nos saldrá la primera pantalla en la cual nos dice el contenido de la instalación, tal como se ve en la Figura 58.

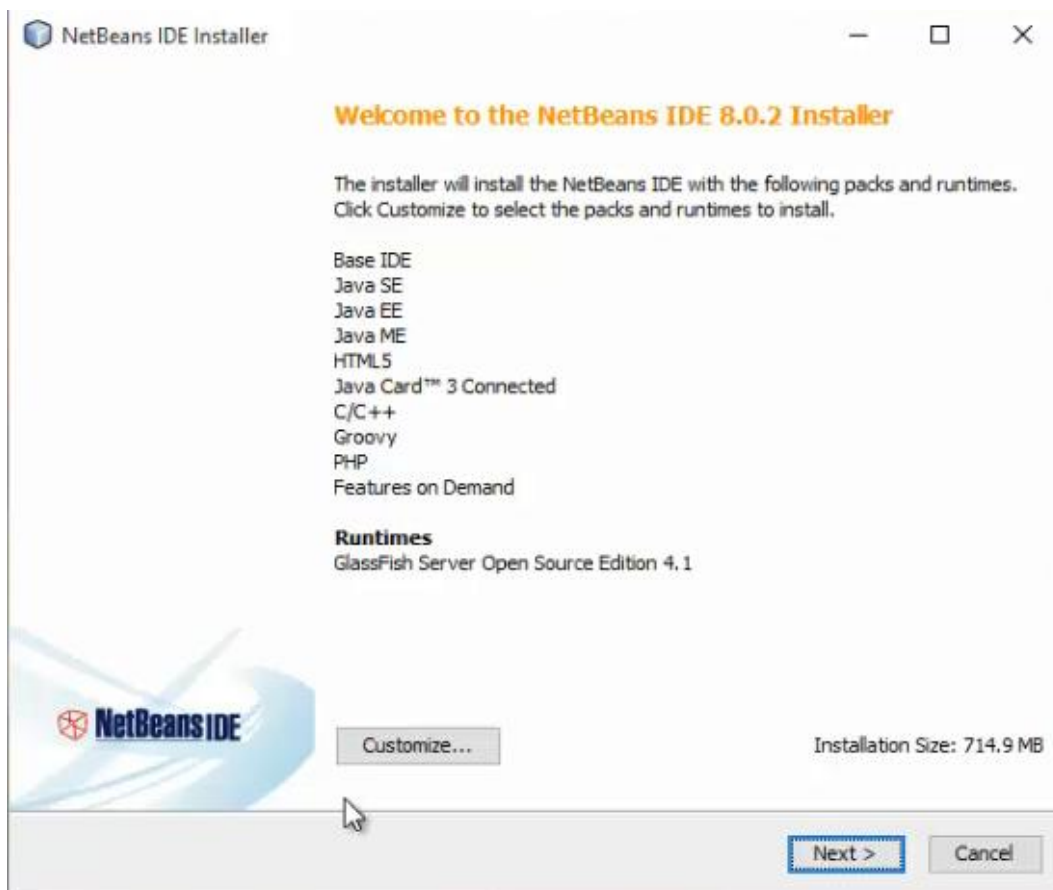


Figura. 44. NetBeans IDE 8.2 descarga Sistema operativo (NetBeansIDE, 2017)

Como indica la Figura 59 después de dar click al botón **Next** nos aparecerá una ventana en la cual nos pregunta si estamos de acuerdo con la licencia del producto, seleccionamos el check “I Accept the terms....” para después dar click en **Next**. (NetbeansIDE, 2017)

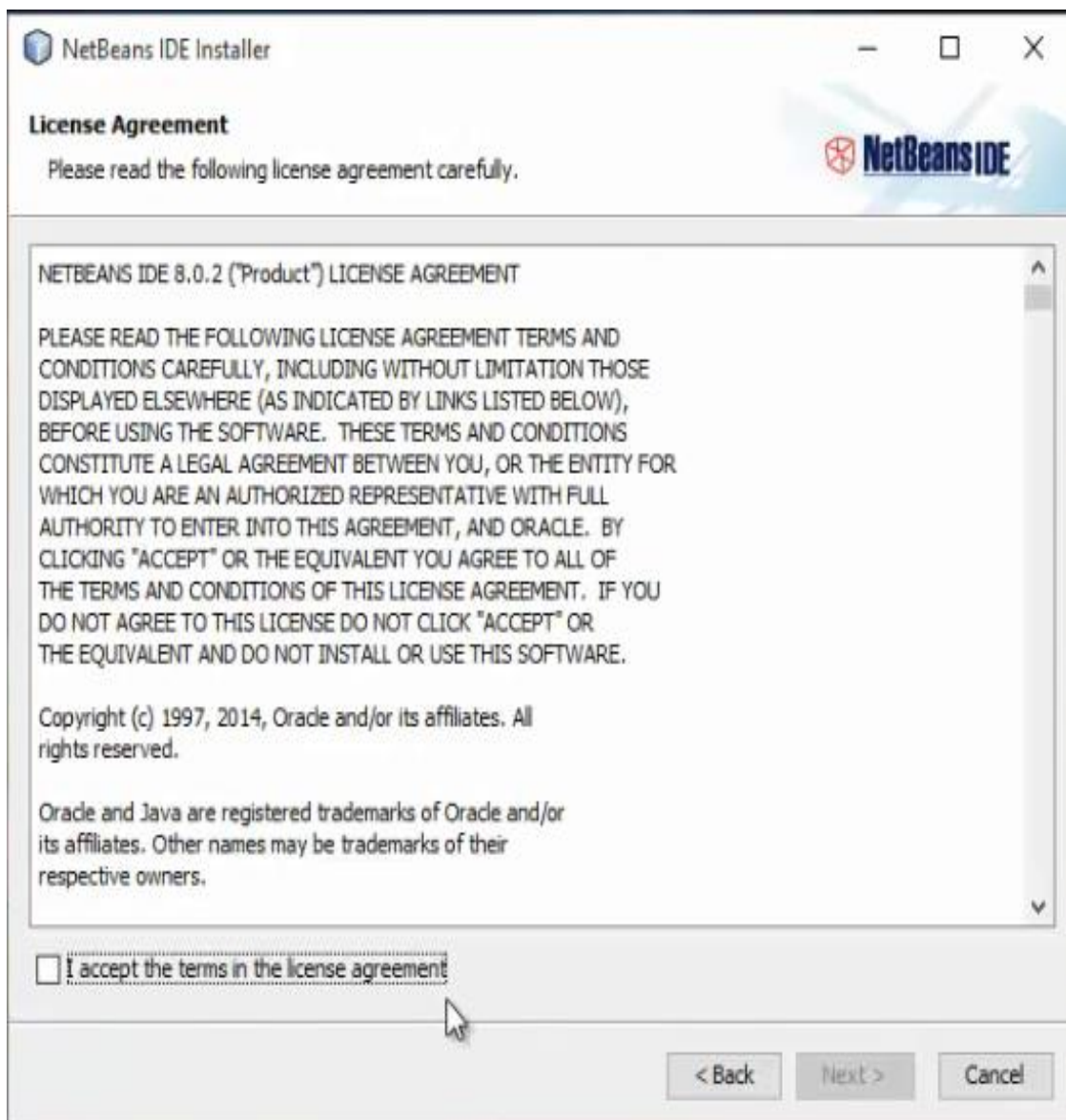


Figura. 45. NetBeans IDE 8.2 licencia Sistema operativo (NetBeansIDE, 2017)

Prosiguiendo, nos solicita la ruta de la instalación de NetBeans y también nos pide la ruta de JDK, si no tenemos instalado el JDK nos pondrá ese campo de texto en blanco como indica la Figura 60 y si el campo de texto está en blanco la instalación dejara de avanzar de manera que no se realizará. En caso de eso se tiene que descargar el JDK de JAVA. (NetbeansIDE, 2017)

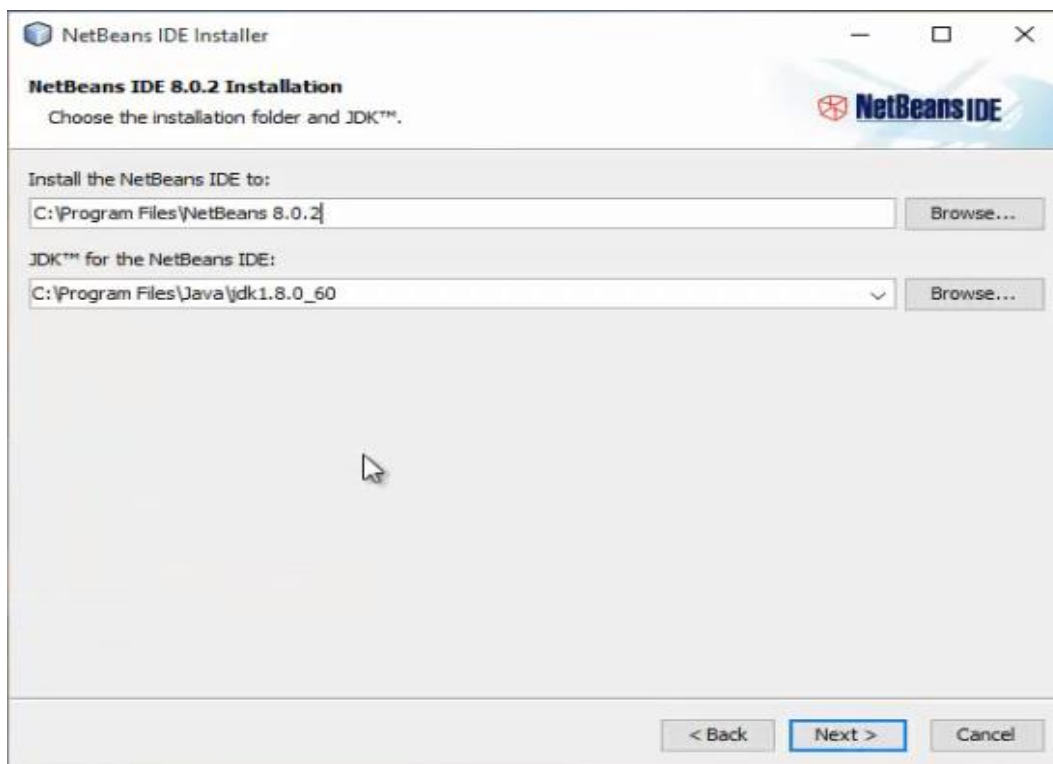


Figura. 46. NetBeans IDE 8.2 instalación  
Sistema operativo (NetBeansIDE, 2017)

Bien una vez instalado ya tendremos la IDE tal y como se muestra en la Figura 61.

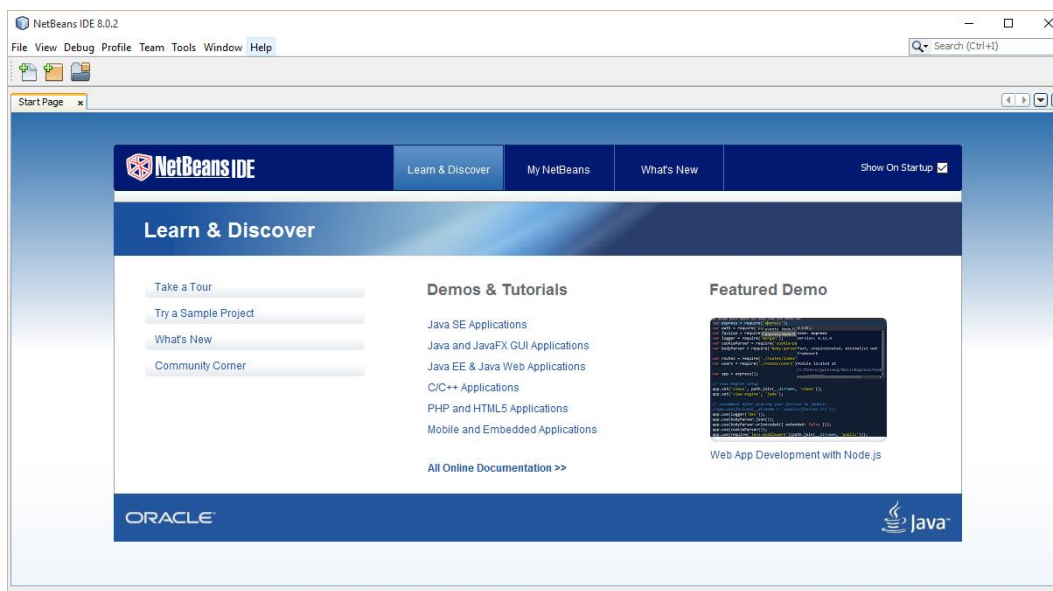


Figura. 47. NetBeans IDE 8.2 Ejecución  
(NetBeansIDE, 2017)

La Figura 62 indica que el objetivo de este proyecto es proporcionar una Application Programming Interface API de E / S orientada a objetos amigable y bibliotecas de implementación para que los programadores Java accedan a las capacidades completas de E / S de la plataforma Raspberry Pi. Este proyecto abstrae la integración nativa de bajo nivel e interrumpe la monitorización para permitir a los programadores de Java centrarse en la implementación de su lógica de negocios de aplicaciones. (API, 2017)

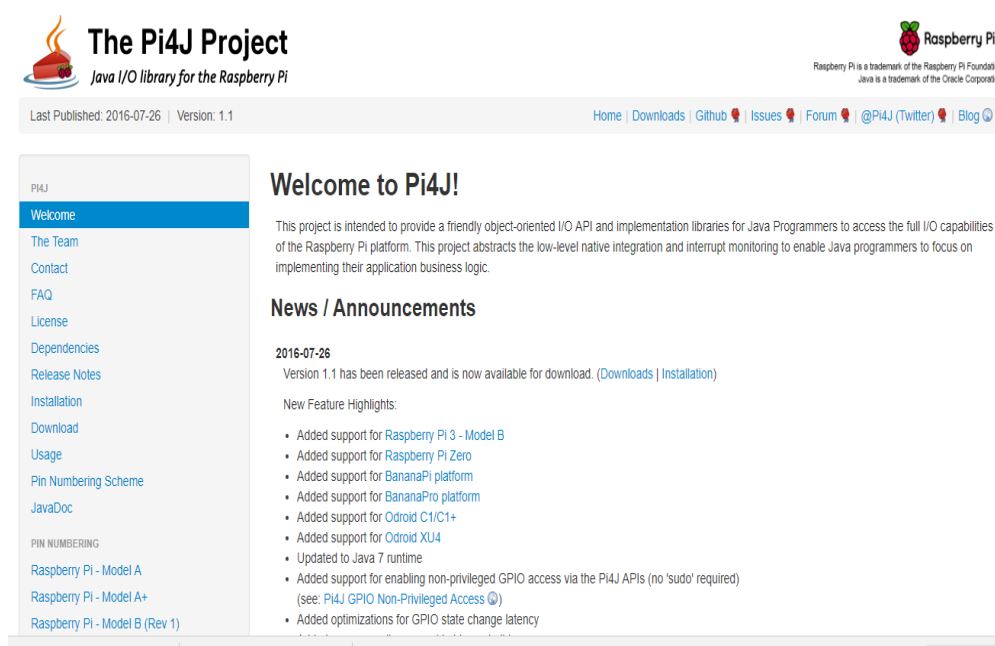


Figura. 48. Pi4J  
Sistema operativo (API, 2017)

## Numeración de PIN - Raspberry Pi 3 Modelo B

Pi4J utiliza un esquema de numeración de pines abstractos, como señala en la Figura 63 para ayudar a aislar el software de los cambios de hardware. La placa Raspberry Pi 3 Modelo B contiene un único encabezado de expansión de 40 pines etiquetado como 'J8' que proporciona acceso a 28 pines GPIO.

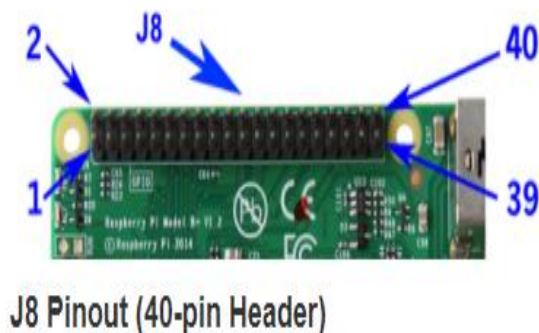


Figura. 49. Pines Raspberry Pi 3 Modelo B  
Verificación de PIN (Raspberry, 2017)

### 3.1.2, Crear un nuevo proyecto en NetBeans

Para crear un nuevo proyecto en NetBeans, sigue estos pasos:

- Click en el menú Archivo y selecciona Proyecto Nuevo, como se ve en la Figura 64.

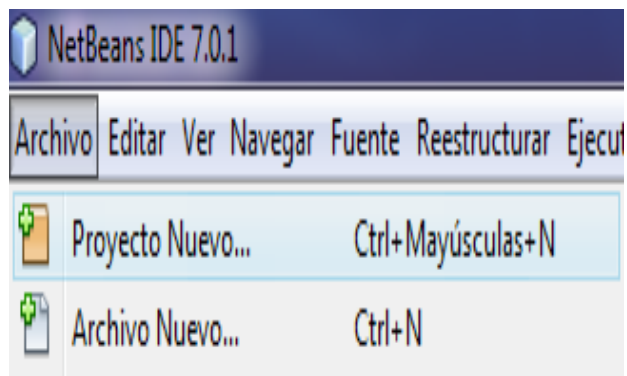


Figura. 50. Inicio Proyecto NetBeans  
Sistema operativo (NetBeans, 2017)

- Como indica la Figura 65, se selecciona la categoría "Java", escoge el proyecto "Aplicación Java" y haz click en Siguiente.

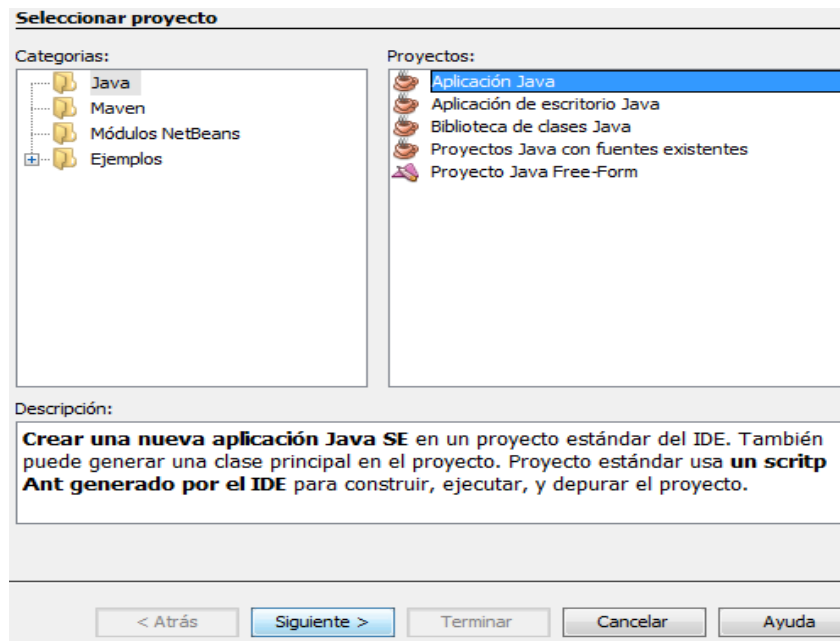


Figura. 51. Ejecución Proyecto NetBeans  
Sistema operativo (NetBeans, 2017)

- Se coloca el Nombre del Proyecto, como se indica en la Figura 66

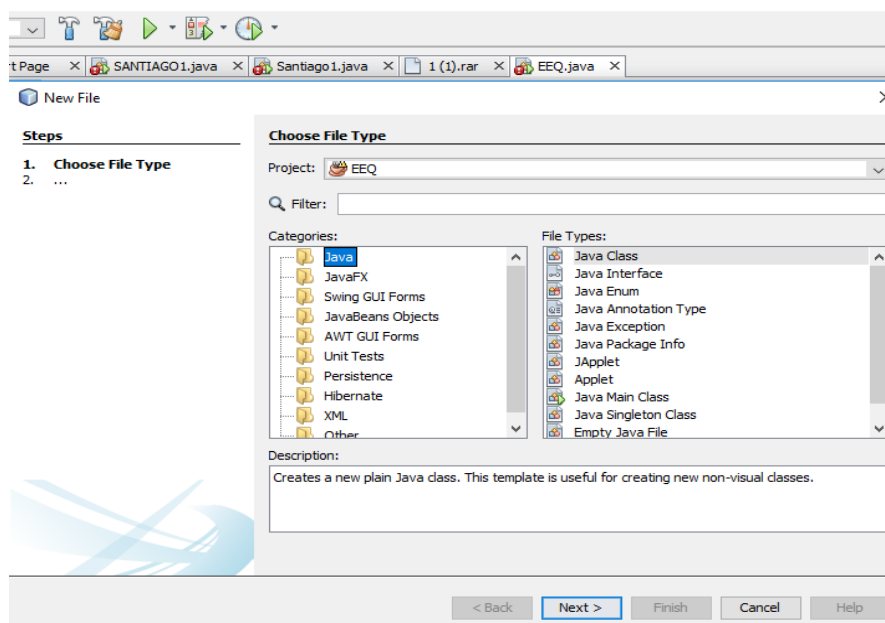


Figura. 52. Nombre Proyecto NetBeans  
Sistema operativo (NetBeans, 2017)

- Como se ve en la Figura 67 se crea un nuevo Paquete Java en el Paquete de fuentes.

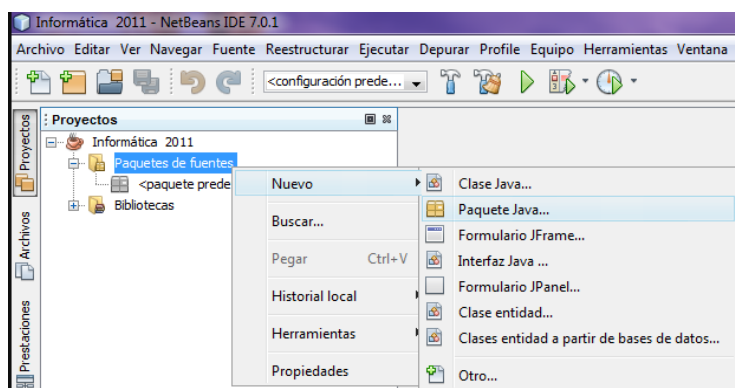


Figura. 53. Paquete JAVA Proyecto NetBeans  
Sistema operativo (NetBeans, 2017)

- Ahora le asignamos un nombre a nuestro proyecto. Yo le he llamado EEQ Debemos quitarle el ganchito a la casilla “Create Main Class” tal y como se muestra en la siguiente Figura 68.

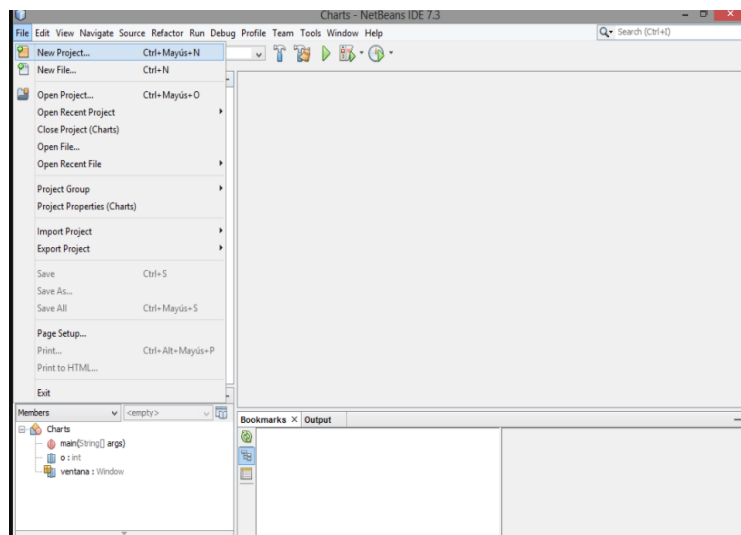


Figura. 54. EEQ Proyecto NetBeans  
Sistema operativo (NetBeans, 2017)

- Una vez asignado el nombre de la Aplicación se procede a ejecutar por bloques los iconos que se desplegarán en la pantalla LCD, se puede insertar varios bloques como íconos según las necesidades, para el efecto utilizaremos 4 iconos se despliegan en la pantalla, el primer icono denominado HOME, como indica la Figura 69, indica la presentación del producto y sus principales características.

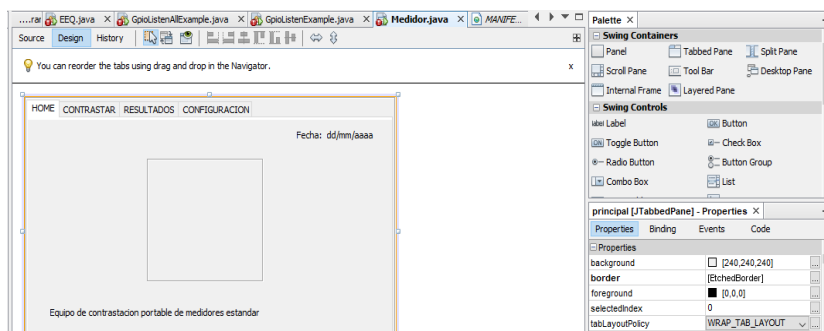


Figura. 55. Configuración Proyecto NetBeans  
Sistema operativo (NetBeans, 2017)

- El siguiente icono que se despliega es CONTRASTAR, que indica las características técnicas que se deben considerar para llevar a cabo la contrastación como se indica en la Figura 70, los iconos que se muestran pueden variar de acuerdo con la necesidad dependiendo de las características a las cuales el medidor debe ser analizado según los requerimientos de la empresa.

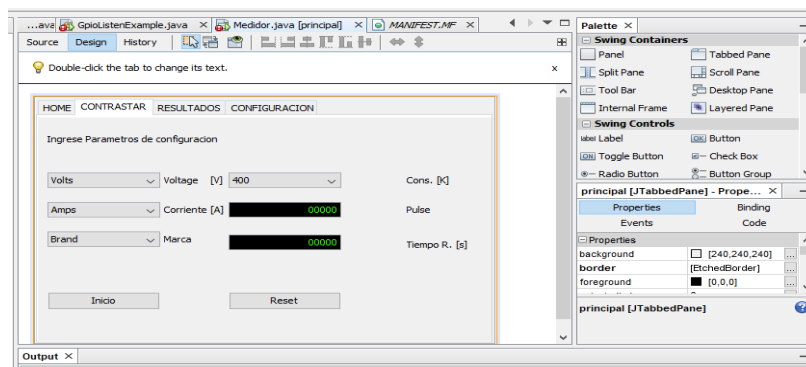


Figura. 56. Icono Proyecto NetBeans  
Sistema operativo (NetBeans, 2017)



- Como se indica en la Figura 71, una vez realizadas las pruebas de contrastación se despliega en el icono RESULTADOS, donde indica los resultados de los ensayos con las especificaciones técnicas

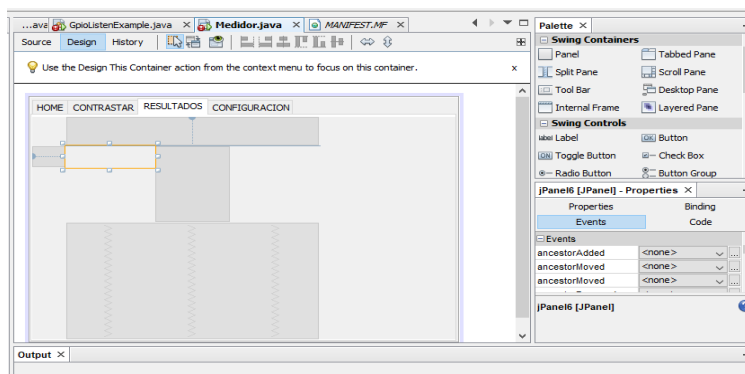


Figura. 57. Resultado Proyecto NetBeans  
Sistema operativo (NetBeans, 2017)

### 3.1.3, Configuración Panel táctil 7” TFT

Este equipo permite crear proyectos todo en uno “all in one”, posee una resolución de 800x480, se conecta a través de un flex al Puerto display de la raspberry pi. La alimentación se realiza vía usb o por medio de jumpers hacia los pines GPIO de raspberry pi.

Como se indica en la Figura 72, es mejor forzar la resolución HDMI utilizando el siguiente archivo config.txt (en /boot/config.txt). Al momento de conectar la pantalla las dimensiones no se ajustan bien y la imagen es más grande de lo normal. Para ello forzaremos el HDMI y ajustaremos la pantalla que es de 800×480 píxeles. Abrimos la terminal y escribimos el siguiente código: **sudo nano /boot/config.txt**

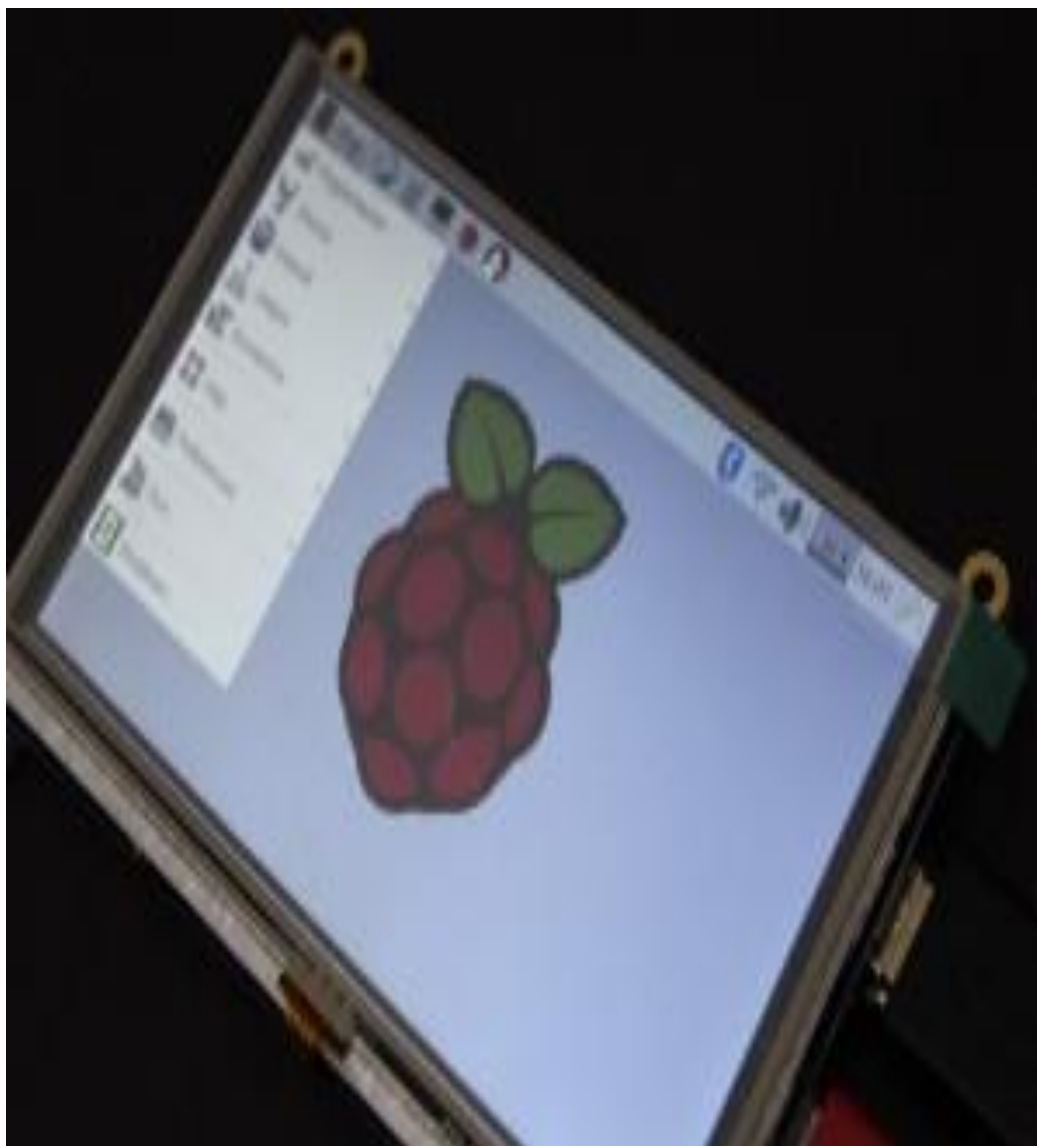


Figura. 58. Conexión LCD Raspberry Pi  
Configuración LCD (LCDRaspberryPi, 2017)

Como indica en la Figura 73, aparecerán varias líneas empezando con el símbolo #, este es el archivo config.txt. Para ajustar la pantalla solo basta con cambiar y agregar algunas líneas quedando de la siguiente forma: (líneas en blanco y naranja)

```

#hdmi_drive=1

# uncomment this if your display has a black border of unused pixels visible
# and your display can output without overscan
#disable_overscan=1

# uncomment the following to adjust overscan. Use positive numbers if console
# goes off screen, and negative if there is too much border
#overscan_left=16
#overscan_right=16
#overscan_top=16
#overscan_bottom=16

# uncomment to force a console size. By default it will be display's size minus
# overscan.
#framebuffer_width=1280
#framebuffer_height=720

# uncomment if hdmi display is not detected and composite is being output
#hdmi_force_hotplug=1

# uncomment to force a specific HDMI mode (here we are forcing 800x480!)
#hdmi_group=2
#hdmi_mode=1
#hdmi_mode=87
#hdmi_cvt=800 480 60 6 0 0 0

#max_usb_current=1

# uncomment to force a HDMI mode rather than DVI. This can make audio work in
# DMT (computer monitor) modes
#hdmi_drive=2

```

Figura. 59. Configuración LCD Raspberry Pi  
Configuración LCD (LCD, 2017)

Cuando las líneas estén escritas guardaremos la configuración con ctrl+o y saldremos con ctrl+x, y finalmente reiniciamos la raspberry pi. Para sacarle más provecho a la pantalla instalaremos un teclado virtual que podremos manejar con la pantalla táctil Figura 74, para ello necesitamos actualizar el firmware de nuestra placa con el siguiente código: `sudo apt-get update`. (TESLABEM, 2016)

```

Ces:~$ http://mirrordirector.raspbian.org jessie/rpi armhf Packages [1.356 B]
Ign http://mirrordirector.raspbian.org jessie/contrib Translation-es_ES
Ign http://mirrordirector.raspbian.org jessie/contrib Translation-es
Ign http://mirrordirector.raspbian.org jessie/contrib Translation-en
Ign http://mirrordirector.raspbian.org jessie/main Translation-es_ES
Ign http://mirrordirector.raspbian.org jessie/main Translation-es
Ign http://mirrordirector.raspbian.org jessie/main Translation-en
Ign http://mirrordirector.raspbian.org jessie/non-free Translation-es_ES
Ign http://mirrordirector.raspbian.org jessie/non-free Translation-es
Ign http://mirrordirector.raspbian.org jessie/non-free Translation-en
Ign http://mirrordirector.raspbian.org jessie/rpi Translation-es_ES
Ign http://mirrordirector.raspbian.org jessie/rpi Translation-es
Ign http://mirrordirector.raspbian.org jessie/rpi Translation-en
Descargados 9.271 kB en 38s (244 kB/s)
Leyendo lista de paquetes... Hecho
pi@raspberrypi:~$

```

Figura. 60. Instalación LCD Raspberry Pi  
Configuración LCD (LCD, 2016)

Comenzará la instalación preguntado si queremos continuar el proceso oprimiendo la tecla “s” para continuar.

```

pi@raspberrypi: ~ $ sudo apt-get upgrade
Leyendo lista de paquetes... Hecho
Creando árbol de dependencias
Leyendo la información de estado... Hecho
Calculando la actualización... Listo
Se actualizarán los siguientes paquetes:
 curl dmsetup dpkg dpkg-dev firmware-atheros firmware-brcm80211
 firmware-libertas firmware-realtek gpi1.2-gdkpixbuf-2.0
 intransfs-tools libavcodec56 libavformat56 libavresample2 libavutil54
 libcurl3 libcurl3-gnutls libdevmapper-event1.02.1 libdevmapper1.02.1
 libdpkg-perl libexpat1 libexpat1-dev libgd3 libgdk-pixbuf2.0-0
 libgdk-pixbuf2.0-common libksba8 liblvm2app2.2 libmodule-build-perl
 libraspberrypi-bin libraspberrypi-dev libraspberrypi-doc libraspberrypi0
 libsmbclient libssl1.0.0 libwvscale3 libwbclient0 libxapian22 libxslt1.1
 libxslt1.1 nodared ntp openssh-client openssh-server openssh-sftp-server
 openssl perl perl-base perl-modules python-picamera python3-picamera
 raspberrypi-bootloader raspberrypi-kernel raspberrypi-net-mods samba-common
 samba-libs ssh tzdata xarchiver
58 actualizados, 0 nuevos se instalarán, 0 para eliminar y 0 no actualizados.
Se necesita descargar 106 MB de archivos.
Se utilizarán 628 kB de espacio de disco adicional después de esta operación.
¿Desea continuar? [S/n]

```

Figura.61. Proceso LCD Raspberry Pi

## Sistema operativo Raspbian

Raspbian es una versión de GNU/LINUX diseñada específicamente para trabajar con Raspberry Pi. La forma más fácil de obtener los NOOBS (New Out Of Box Software) o Raspbian, es adquirir una tarjeta SD con el software instalado (SUCONEL, 2016)

Una segunda alternativa es descargar los NOOBS directamente desde la página principal de Raspberry y luego cargarlos a la tarjeta SD como se describe a continuación. Mínimo se recomienda usar una tarjeta micro SD de 8GB serie 10 para cargar el sistema Raspbian.

## Archivos NOOBS

Ingrese a la página principal de Raspberry Pi y diríjase a la pestaña *Downloads*.

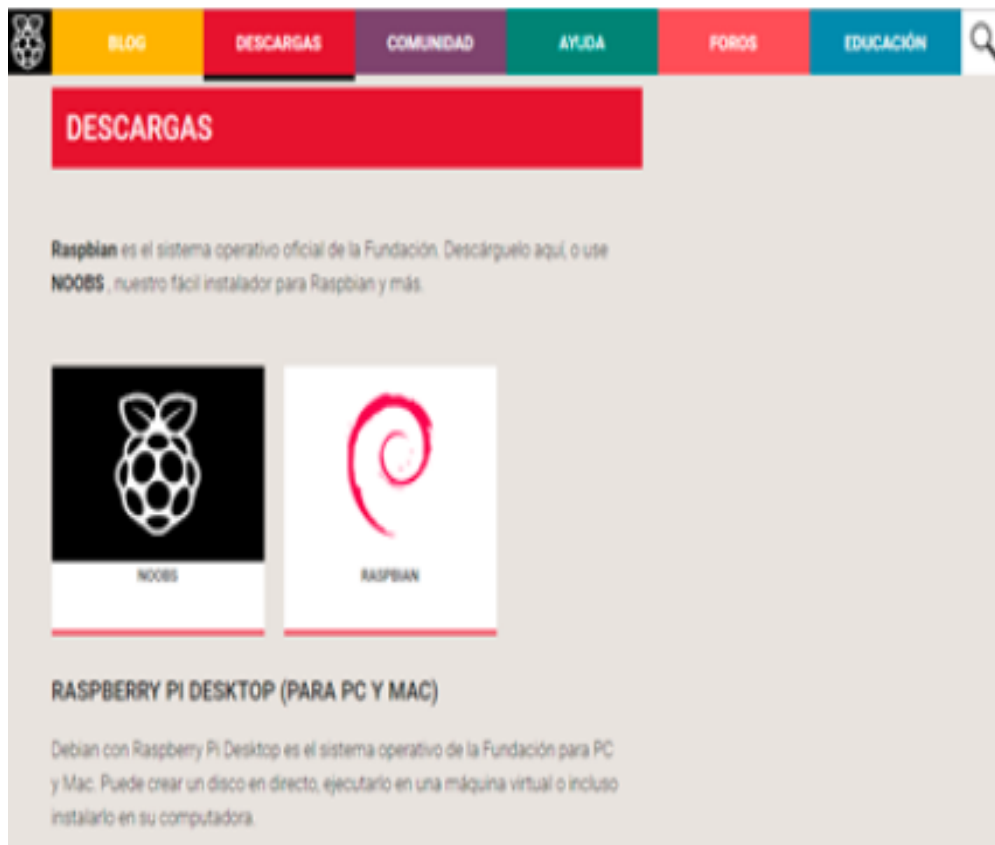


Figura.62. Proceso Descarga Software para Raspberry (SUCONEL, 2016)

Haga clic en los **NOOBS** y luego seleccione la opción *Descargar ZIP*. Seleccione una carpeta para guardar la descarga y proceda a extraer los registros del archivo ZIP.

Una vez se haya formateado la tarjeta SD, arrastre todos los archivos extraídos de la carpeta **NOOBS** y ubíquelos dentro de la tarjeta SD Figura 77. Cuando el proceso haya terminado, retire con seguridad la tarjeta SD e insértela en la ranura de su Raspberry Pi.



Figura. 63. Archivos NOOBS  
Software para Raspberry (SOCONEL, 2016)

### **Encienda la Raspberry por primera vez**

Lo primero que observaremos será el menú principal **NOOBS** cuando arranquemos nuestra Raspberry Pi. La pantalla del Recovery Tools nos mostrará los sistemas operativos disponibles Figura 78, en la versión de NOOBS que hayas descargado. Igualmente puedes seleccionar el idioma en el menú Language y cambiar a español. (SUCONEL, 2016)



Figura. 64. Selección de Idioma  
Software para Raspberry (SUCONEL)

Una vez finalizada la instalación aparece una ventana la cual indica que el proceso ha terminado y se muestra la interfaz gráfica del sistema operativo.

Para comenzar a usar uno de los sistemas operativos disponibles selecciona el que desees, en nuestro caso **Raspbian** y pulsa ENTER o clic en la pestaña Install. Para ejecutar este procedimiento es necesario tener todos los periféricos tales como: teclado, mouse, monitor y adaptador de energía para Raspberry.

Una vez finalizada la instalación aparece una ventana Figura 79, la cual indica que el proceso ha terminado y se muestra la interfaz gráfica del sistema operativo.

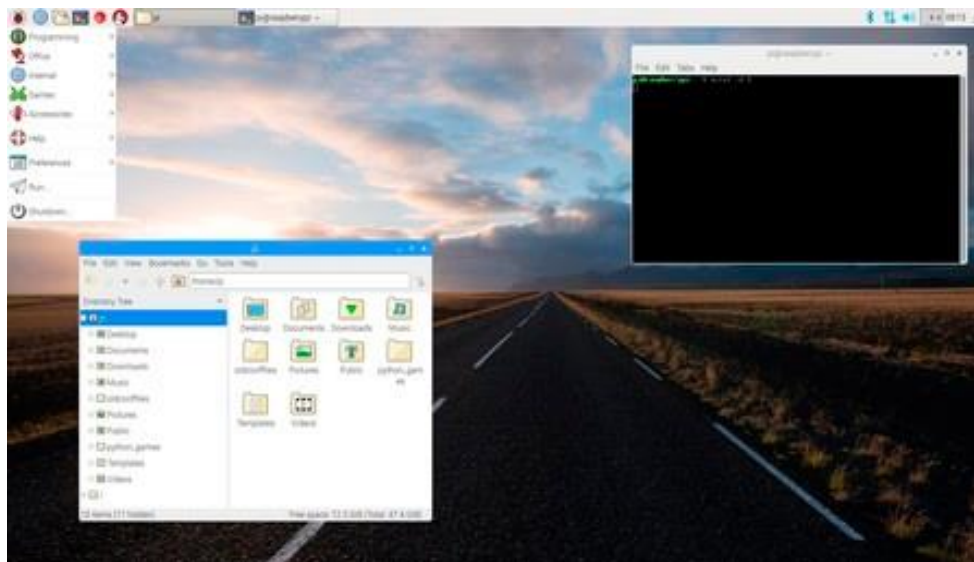


Figura. 65. Pantalla de Inicio  
Software para Raspberry (SUCONEL, 2016)

Como indica la Figura 80, cuando termine la instalación reiniciaremos la raspberry. Finalmente tenemos una mini PC completa con una pantalla táctil y Raspberry Pi 3.

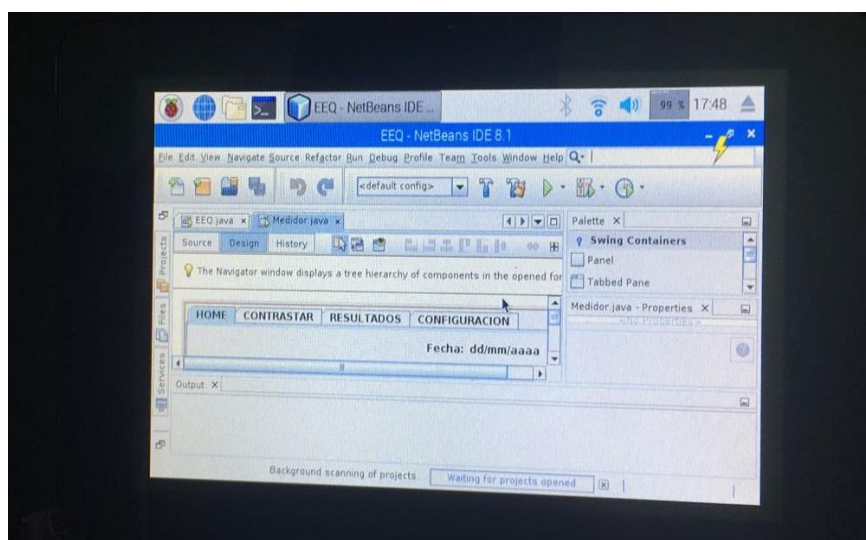


Figura. 66. Inicio LCD Raspberry Pi  
Pantalla Táctil ((ConfiguraciónLCD, 2017)



## 3.2. Implementación

En este proceso se muestra la implementación del sistema de contrastación las conexiones en la tarjeta Raspberry pi 3B y el funcionamiento de los dispositivos.

### 3.2.1, Elementos de equipo de contrastación de medidores

En el desarrollo del equipo se utilizan varios dispositivos con la finalidad de implementar el equipo de contrastación de medidores. La cantidad de dispositivos que conforman el sistema, pueden variar según las utilidades que tengan, particularmente en el equipo de contrastación de medidores se utilizaron los dispositivos que se detallan:

. **Raspberry PI 3B (Cerebro del sistema):** Consta de una placa base sobre la que se monta un procesador, un chip gráfico y memoria RAM, este dispositivo es el encargado de procesar señales, las cuales provienen de sensores que permiten controlar algunos dispositivos instalados en el equipo de contrastación.

. **Pantalla Táctil LCD TFT 7”:** Es una variante de pantalla de cristal líquido (LCD) que usa tecnología de transistor de película delgada (TFT) para mejorar su calidad de imagen. Las LCD de TFT son un tipo de LCD de matriz activa, aunque esto es generalmente sinónimo de LCD (TFT, 2017)

. **Cámara de video webcam:** Una cámara web o cámara de red (en inglés: webcam) es una pequeña cámara digital conectada a una computadora la cual puede capturar imágenes y transmitir las a través de Internet, ya sea a una página web u otras computadoras de forma privada.

. **Cargador Portátil 15000 mah:** Carga una gran variedad de dispositivos, incluidos smartphones y tablets, cámaras entre otros.

. **Resistencia carga fantasma:** Para los ensayos se podrá variar la carga simulada del cliente ya que el equipo cuenta con un banco de resistencias que facilitan realizar varias pruebas de funcionamiento.

. **Optoacoplador:** compuesto generalmente por un diodo LED y un fototransistor unidos de tal forma que cuando una señal eléctrica circula a través del LED haciendo que brille, la luz que este emite es recibida por la base del fototransistor, que empieza a actuar en modo saturación.

. **Sensor Óptico:** Es un sensor de infrarrojos óptico para medidores electrónicos de estado sólido. Utiliza el borde de detección de disparo para menor sensibilidad a los cambios en condiciones de luz ambiental.

### 3.2.2, Componentes utilizados en el equipo de contrastación

Para la implementación se utilizó varios tipos de medidores monofásicos electrónicos, para se usan varios componentes que se especifica en la Tabla 10, adicionalmente se detalla las cantidades que se usa para el equipo.

Tabla. 12. Componentes usados

Cantidad	Componente
1	Raspberry Pi 3B
1	Módulo Pantalla LCD TFT 7"
1	Cámara WEBCAM
1	Modulo Pi Ezconnect
1	Interfaz optoacoplador
1	Cámara WEBCAM
1	Batería externa 15000 mAh

### 3.2.3, Consideraciones de funcionamiento

El equipo de contrastación debe funcionar de tal manera que permita la facilidad conexión encendido y apagado, para esto se utiliza un sistema de conexión normalizado 110/120V y soportar la carga definida por el banco de resistencia que es 7Amp, el encendido se realizara con selector de dos posiciones.



Figura. 67. Selector de dos posiciones  
Encendido del sistema (RHONA, 2016)

### Pruebas de funcionamiento de Raspberry y Configuración de Pantalla

Como indica la Figura 82, se detalla todos los parámetros de contrastación, que se utilizan en el proceso de verificación de medidores electrónicos.

Figura. 68. Parámetros

Ingreso parámetros de configuración para la contrastación de medidores

Como señala la Figura 83 se despliega del icono Volts tres parámetros de selección que se deberá tomar de acuerdo al equipo de medición a verificar

Figura. 69. Voltaje

La Figura 84 indica los rangos de corriente con la que se va a llevar a cabo el ensaño, esta es la carga fantasma, que servirá para simular la energía consumida por el cliente.

HOME CONFIGURACION CONTRASTAR RESULTADOS

Ingrese Parametros de configuracion

Volts Voltage [V]

Amps Corriente [A]

Amps  
5  
10  
15

Marca

ACEPTAR

Figura. 70. Corriente

El equipo está configurado para contrastar diferentes tipos de medidores que actualmente posee la empresa distribuidora de energía, como se señala en la Figura 85 se despliega varias marcas de medidores electrónicos.

HOME CONFIGURACION CONTRASTAR RESULTADOS

Ingrese Parametros de configuracion

Volts Voltage [V]

Amps Corriente [A]

Brand Marca

Brand  
Holley  
Star  
Hexing  
Sanxing  
Sunrise

Figura. 85. Marca de Medidor

Una de las principales variantes a para ejecutar el proceso de contrastación es la constante del medidor Figura 86, para medidores electrónicos la constante se define como el valor que expresa la relación entre la energía registrada por el medidor y el correspondiente número de pulsos del led.

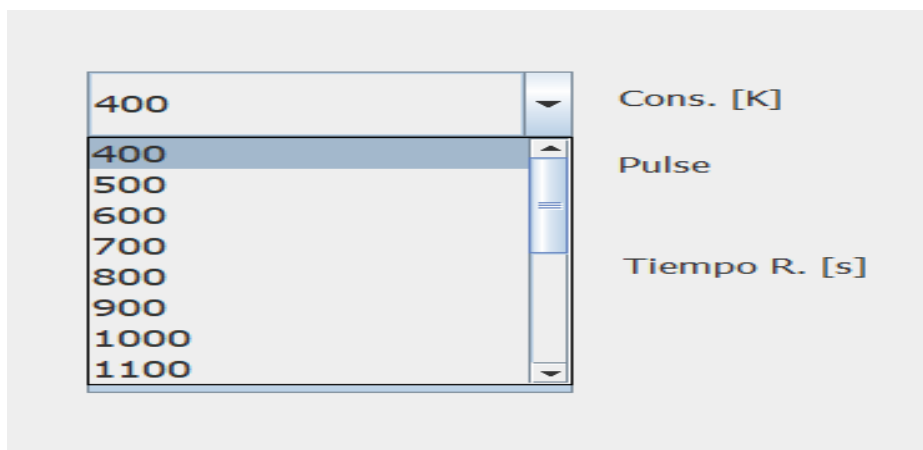


Figura. 71. Constante K

La Figura 87 indica el icono de Pulse. Que es la cantidad de revoluciones del disco o pulsos contabilizados en el ensayo

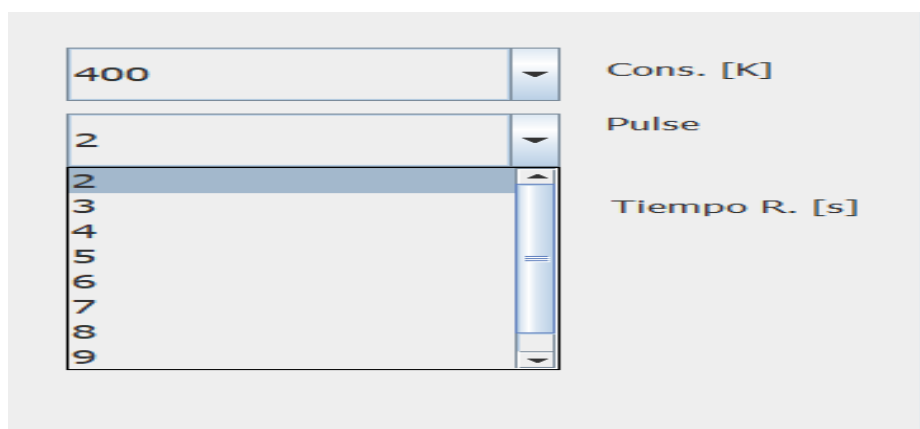


Figura. 72. Número de Pulsos

Una vez determinado todos los parámetros que se van a ejecutar en la contrastación se calcula el tiempo real Figura 88, para el efecto se toma como referencia un medidor marca Holley con las especificaciones técnicas que constan en la placa de características de cada medidor.

HOME CONFIGURACION **CONTRASTAR** RESULTADOS

Ingrese Parametros de configuracion

110 Voltage [V]

10 Corriente [A]

Holley Marca

500 Cons. [K]

2 Pulse

13,09 Tiempo R. [s]

ACEPTAR CANCELAR

Figura. 73. Especificaciones Técnicas

Como indica la Figura 89 se despliega la etapa de contrastación la cual indica el proceso de verificación donde se determinará la clase de precisión del equipo de medición.

HOME CONFIGURACION **CONTRASTAR** RESULTADOS

DATOS DE CONFIGURACION:

Voltaje: 110.0

Corriente: 10.0

Pulsos: 2

Marca: Holley

Cons: 500

Tiempo teorico: 13,09

Tiempo Real: 0.0

Pulsos Sensor: 00000

Tiempo Diferencia: 0.0

Error %: 0.0

Status: Init Ok

EXPORTAR INICIALIZAR START STOP

Figura. 74. Proceso de contrastación

### 3.2.4, Proceso de medición

En la etapa del proceso de contrastación se debe tomar en cuenta que cuando mayor sea el número de observaciones menos difieran entre si lo resultados obtenidos, más se acercan los resultados a la verdad, para el efecto se debe tomar en cuenta dos factores primordiales que son la Precisión y la Exactitud que se detalla a continuación:

. **Precisión** Es la capacidad de un instrumento de dar el mismo resultado en mediciones diferentes realizadas de la misma manera.



Figura. 90. Precisión  
(CONFIGURACION, 2016)

. **Exactitud:** Es la capacidad de un instrumento de acercarse al valor de la magnitud real, es decir, la cercanía del valor experimental obtenido con el valor exacto de una medida.



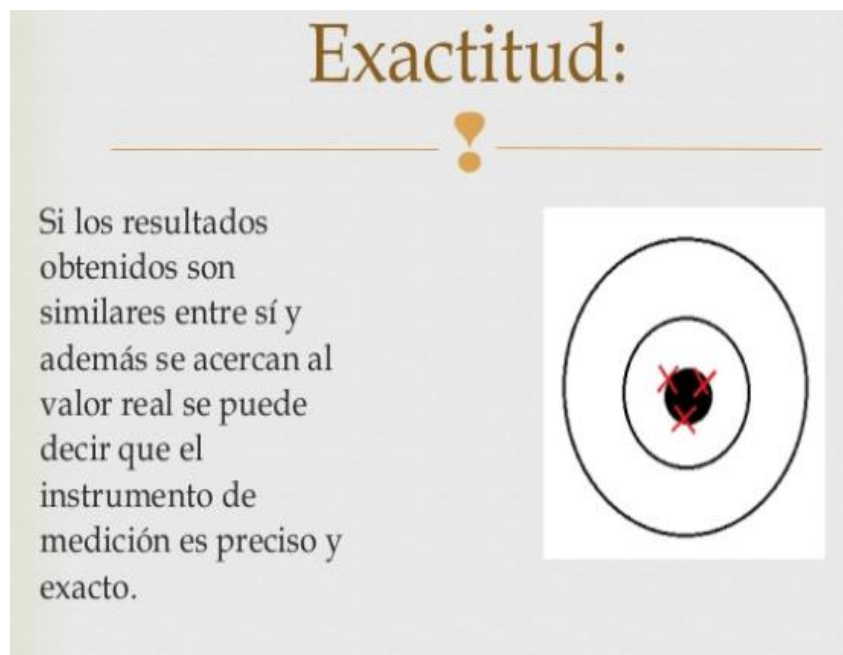


Figura. 91. Exactitud  
(CONFIGURACION, 2016)

### 3.2.5, Conexión de Componentes

En la etapa de ensamble se debe tomar en cuenta los cuidados al momento de la manipulación de los equipos ya que el mismo hecho de ser circuitos electrónicos son susceptibles a algún desperfecto por mala maniobra.

### 3.2.6, Conexión de la Raspberry PI 3B y Pantalla LCD

Como indica la Figura 92, para la alimentación debe ser 5V 2A la instalación comienza por conectar el cable de datos a la tarjeta controladora y posterior a la Raspberry pi

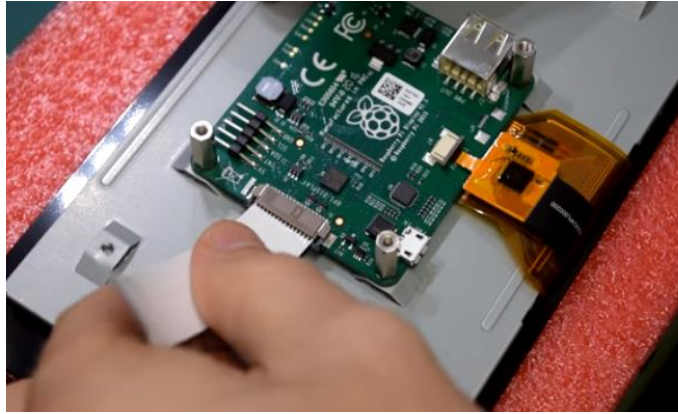


Figura. 92. Conexión Raspberry Pi con LCD

Los cables de alimentación se conectan desde la placa controladora hasta los pines GPIO de la Raspberry negativo y positivo Figura 93 sobre los pines 6 y 2 respectivamente, a continuación se instala la tarjeta de memoria con el sistema operativo que será utilizado para la contrastación

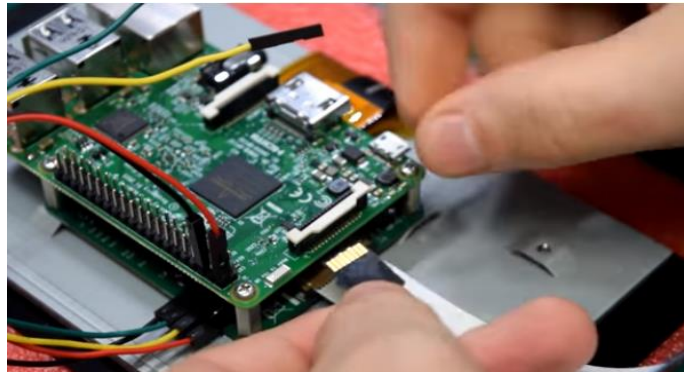


Figura. 93. Conexión Raspberry Pi con LCD

Se conecta la alimentación y el sistema debe iniciarse en pantalla, para el manejo, instalación y la generación del programa se tiene que contar con un teclado inalámbrico Figura 94, para iniciar el proceso de configuración.



Figura. 94. Alimentación y Configuración teclado

### 3.2.7, Etapa Optoacopladora con Raspberry PI 3B

Mediante la ejecución del programa NetBeans, la señal de activación es enviada por la tarjeta Raspberry pi 3B con el pin de salida P15, la cual envía un pulso para que se active el módulo de la placa optoacopladora

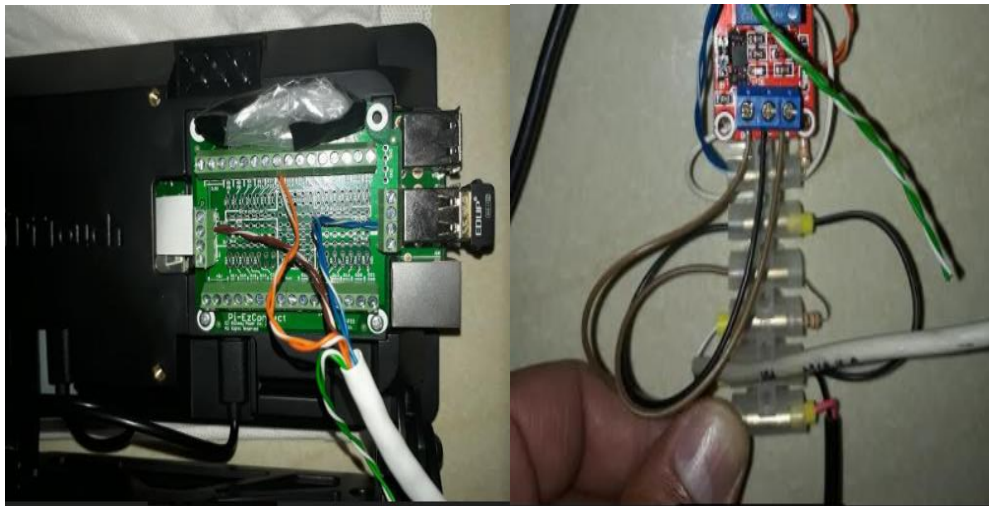


Figura. 95. Tarjeta Optoacopladora

Una vez ejecutado este proceso se procede a conectar el sensor óptico que registra las emisiones de pulso, todos estos dispositivos deben conectarse a una fuente de 12V.

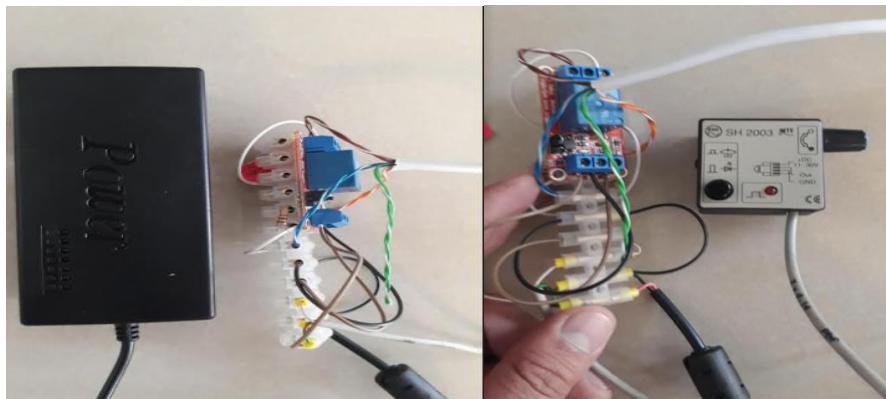


Figura. 96. Alimentación Sensor Óptico

Para el proceso de ejecución de la contrastación tenemos que energizar el contador de energía eléctrica Figura 97, así como también la carga que genera el consumo con el objetivo de simular la carga del cliente



Figura. 97. Alimentación Sensor Óptico

Para la generación de la carga se utiliza dos resistencias de 120V / 2000w que simula la carga del cliente la misma será conectada a las salidas del contador de energía eléctrica según el diagrama de conexión que se debe identificar antes de realizar la prueba



Figura. 98. Carga Fantasma

### 3.2.8, Pruebas de funcionamiento

Las pruebas se realizan en el área de concesión de la Empresa Eléctrica Quito, ya que el equipo es portátil, para lo cual se tiene que verificar las instalaciones tanto internas como externas del predio.

Antes de iniciar el proceso de contrastación se debe visualizar las especificaciones técnicas que están detalladas en la placa de características Figura 98, dependiendo del tipo y marca del medidor a contrastar, una vez establecidos estos parámetros se procede a conectar el equipo de medición como indica en la Figura 99, esto se lo hace de acuerdo al diagrama de conexión que se visualiza en la placa de características.

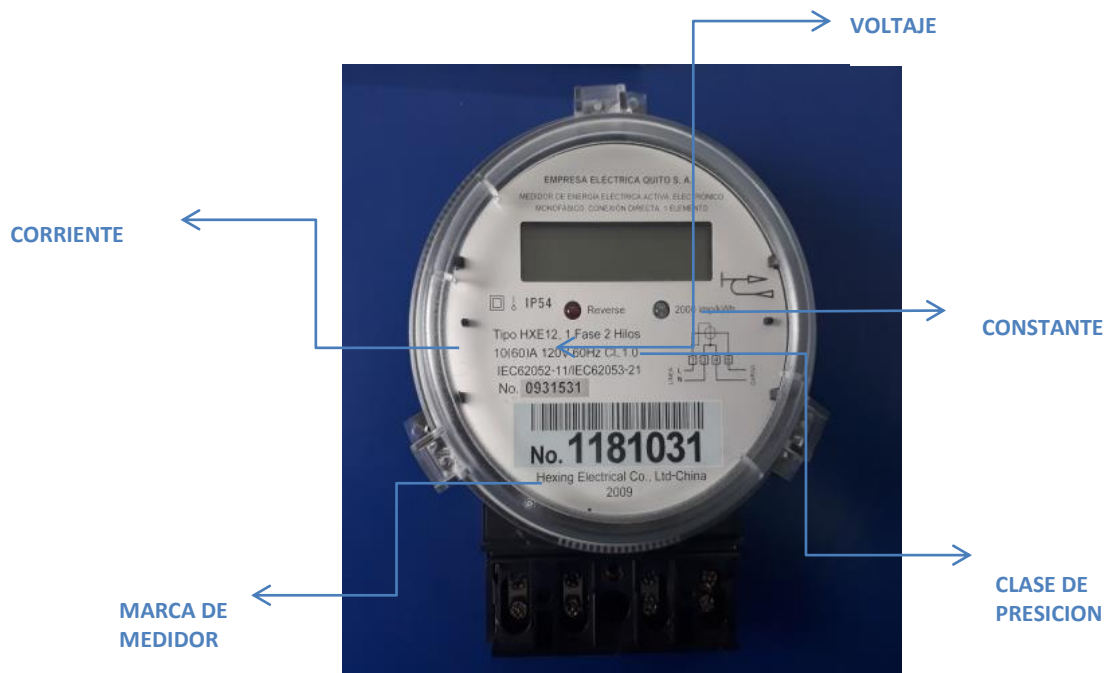


Figura. 99. Especificaciones Técnicas



Figura. 100. Conexiones

### 3.2.9, Programación con especificaciones técnicas

Para el efecto las condiciones de programación dependen del tipo de medidor a contrastar para este caso se toma como práctica un contador de energía eléctrica con las siguientes características técnicas:

- Constante: 2000 Imp/Kwh
- Voltaje:120 V
- Corriente inyectada por el equipo o carga fantasma máx. :10 A
- Tipo de medidor: Monofásico marca HEXING

De acuerdo con la fórmula que se aplica para contrastación todos los datos deben ser calculados en función del tiempo, en este caso una vez configurado el software con estos datos el tiempo indicado se despliega en la parte inferior de la pantalla como se indica en la Figura 100

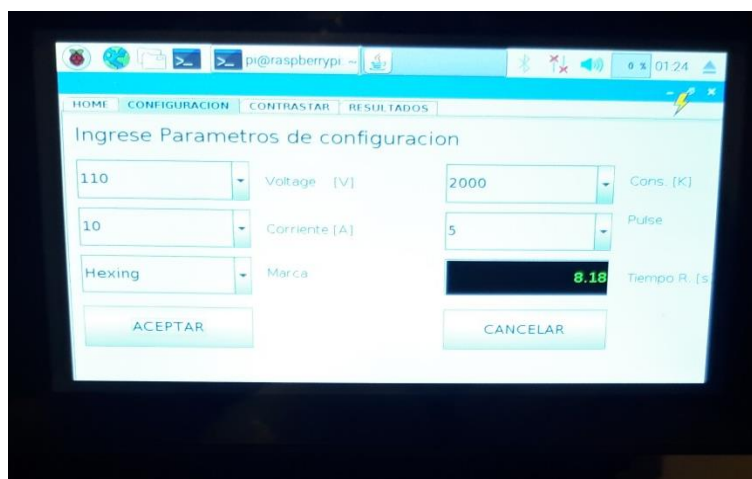


Figura. 101. Configuración

El proceso de generación de carga se lo hace a través del banco de resistencias Figura 101, para el ensayo se debe conectar el mismo hasta que la resistencia tenga la carga indicada de acuerdo con los datos de programación



Figura. 102. Banco de Resistencias

Con estos parámetros establecidos procedemos a colocar el sensor óptico en el medidor como se indica en la Figura 102, la emisión de pulsos es reconocida por el sensor.

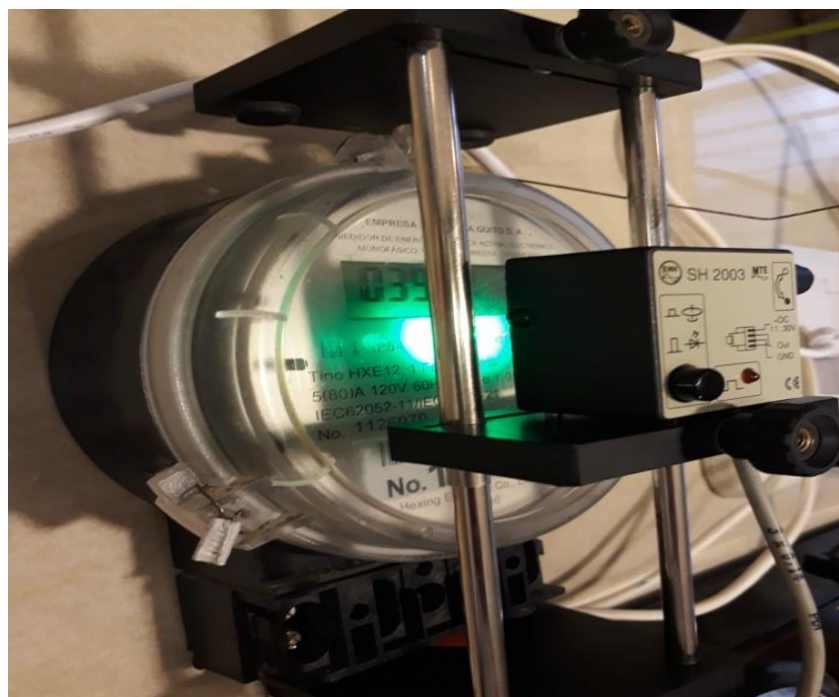


Figura. 103. Sensor Óptico



Con estos parámetros establecidos se inicia la contrastación, en la pantalla táctil se da inicio al programa se tiene que desplegar los números de pulsos que al momento de la programación se eligió para el ensayo Figura 103, la carga debe estar estabilizada es por eso que se debe realizar por lo menos 2 contrastaciones con la finalidad de que los valores sean correctos y se pueda analizar en base a la clase de precisión del medidor Figura 103.

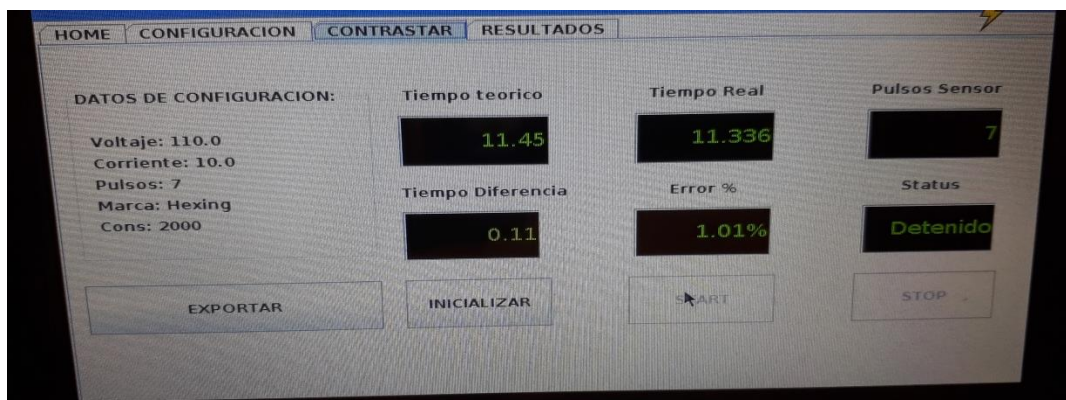


Figura. 104. Contrastación 1

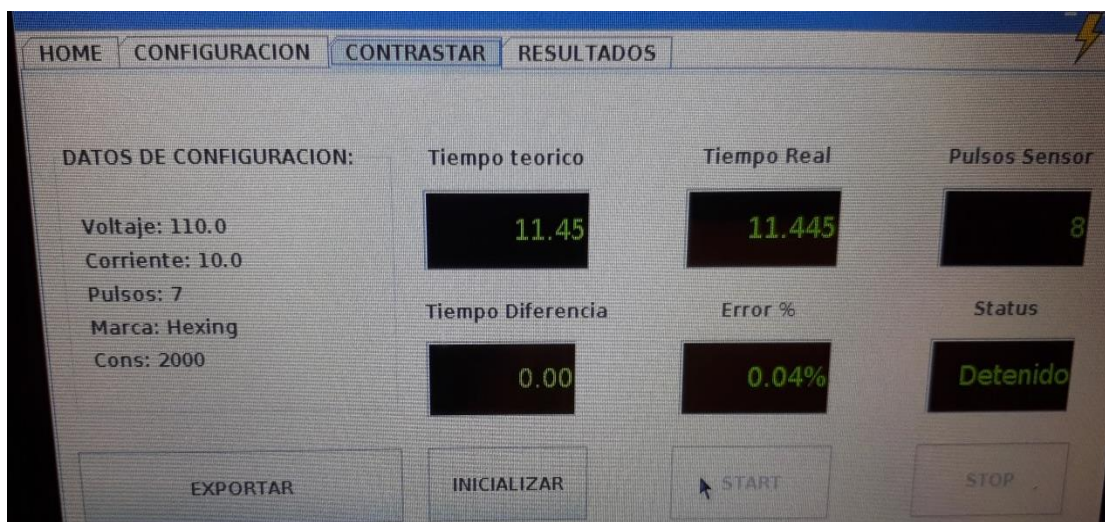


Figura. 105. Contrastación 2

### 3.2.10, Análisis de resultados de componentes del sistema

A continuación, en la Tabla se detalla el análisis para poder comprobar su funcionalidad de los componentes.

Tabla. 13. Componentes usados

Componente	Encendido	Comunicación	Observación
Cámara	OK	OK	Para mejor visualización la cámara debe ponerse en una posición fija
Sensor de óptico	OK	OK	Para una mejor detección el sensor debe colocarse de una manera fija
Raspberry Pi 3B	OK	OK	Ninguna
Carga Fantasma	OK	OK	Para equilibrar la carga se debe tener un precalentamiento antes del inicio de la prueba.
Placa optoacopladora	OK	OK	Los pulsos serán censados una vez que el óptico este colocado de una manera correcta

### 3.2.11, Montaje y equipamiento de componentes del sistema

Una vez realizadas las pruebas de verificación y contrastación del medidor, el equipo debe tener una estructura que permita el montaje de sus componentes para lo cual se utiliza un gabinete metálico Figura 105 que cumpla las condiciones técnicas de manejo a las cuales va a estar sujeto el equipo , mismo que será acoplado de acuerdo al diseño del equipo.

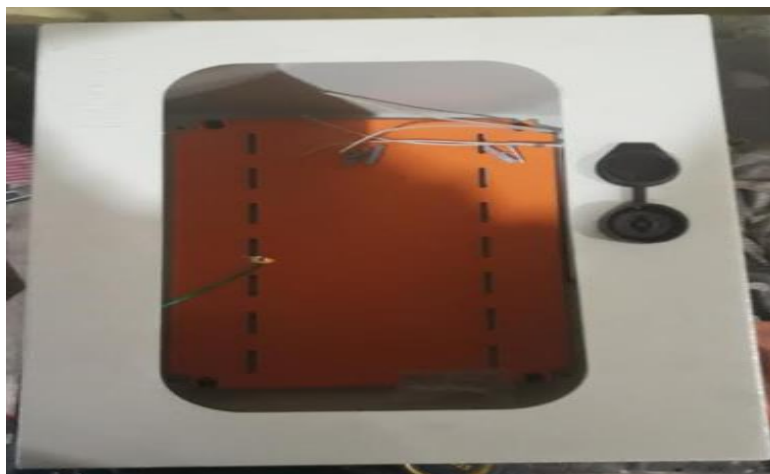


Figura. 106. Gabinete metálico  
Montaje equipo (INSELEC, 2017)

En la parte superior del gabinete se ejecuta el montaje del sistema de control, manejo y encendido del equipo: Figura 106, Pantalla LCD, selector de encendido del equipo y selectores de carga fantasma



Figura. 107. Equipamiento

La Figura 107 detalla el encapsulado del banco de resistencias este procedimiento se lo hace con la finalidad de evitar transferencia de calor y ventilación en las resistencias tubulares ya que están sujetas a una carga constante de aproximadamente entre 3 a 7 Amperios, el banco de resistencias se ubica en la parte posterior del gabinete metálico.



Figura. 108. Banco de Resistencias

La Figura 108 muestra las conexiones internas de los componentes utilizados en el sistema, la instalación eléctrica está protegida en sus partes principales, para el control se utiliza cable AWG 14 y el uso de protecciones del sistema de control 1P – 2 Amp y 1P – 10 Amp



Figura. 109. Montaje Interno

Figura 109, Equipo de contrastación para contadores de energía eléctrica monofásico, para el laboratorio de medidores de la Empresa Eléctrica Quito.



Figura. 110. Equipo de Contrastación

Tabla. 12. Resultados y Validación

CUADRO DE RESULTADOS MEDIDOR EN CONDICIONES NORMALES						
MARCA	CONSTANTE (K)	PULSOS	CORRIENTE (I)	VOLTAJE (V)	% DE ERROR < 1	RESULTADO
HEXING	2000	5	3,5	120	0,8	OK
HEXING	2000	5	3,5	120	0,86	OK
HEXING	2000	5	7	120	0,79	OK
HEXING	2000	5	7	120	0,8	OK
HEXING	2000	5	10	120	0,8	OK
HEXING	2000	5	10	120	0,81	OK

CUADRO DE RESULTADOS MEDIDOR CON MANIPULACION INTERNA						
MARCA	CONSTANTE (K)	PULSOS	CORRIENTE (I)	VOLTAJE (V)	% DE ERROR < 1	RESULTADO
HEXING	2000	5	3,5	120	-14	MANIPULACION
HEXING	2000	5	3,5	120	-14,1	MANIPULACION
HEXING	2000	5	7	120	-14	MANIPULACION
HEXING	2000	5	7	120	-14	MANIPULACION
HEXING	2000	5	10	120	-14,3	MANIPULACION
HEXING	2000	5	10	120	14,1	MANIPULACION

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

Una vez obtenidos los resultados, se reflejan a continuación las conclusiones de la presente investigación las que permiten evidenciar los hallazgos más significativos referidos a la contrastación para contadores de energía eléctrica

- Se plantean con base a los objetivos específicos que se formulan para la investigación con respecto al primer objetivo específico que consistió en Diseñar un sistema de comprobación de rango de precisión mediante la implementación de un módulo de contrastación de medidores, utilizando RASPBERRY PI 3, se encontró que los resultados fueron satisfactorios, ya que se pudo diseñar el dispositivo en base a la plataforma que permite la programación con la RASPBERRY PI 3
- El sistema está diseñado para realizar pruebas en cargas monofásicas ya que se cuenta con un banco de resistencias que simulan la carga del cliente, específicamente en rangos que varían entre 5 a 10 A.
- Una vez obtenido el resultado de la contrastación se refleja que es indispensable contar con un método de informe rápido ya que las condiciones actuales con que se maneja la información a nivel de la empresa implica tiempo en la ejecución y demora en trámite administrativo.
- Mediante la ejecución de las pruebas se pudo verificar que en el sistema de comprobación referente al rango de precisión cumple con las especificaciones técnicas requeridas que corresponde al  $< \pm 1\%$  de error.

- En la parte aplicativa, por ser un equipo portátil, se puede proporcionar varios servicios a los usuarios tanto internos como externos, tales como: prueba visual, prueba de precisión y emisión datos al área solicitante mediante un protocolo de pruebas, mismo que será enviado vía mail desde el dispositivo.
- Mediante el sistema operativo NetBeans y la tarjeta Raspberry Pi 3 B se puede hacer la integración de los diferentes módulos, tales como sensores, cámaras y el modem que permiten la adquisición y transmisión de información.

### **Recomendaciones**

A continuación se señalan una serie de recomendaciones pertinentes para el uso y manejo del equipo de contrastación

- Es importante mantener el voltaje recomendado por los fabricantes de las tarjetas Raspberry pi 3 B, para poder evitar las fluctuaciones tanto de la tarjeta como de los sensores, lo que evitaría que los mismos tengan daños irreversibles.
- Para ejecutar la contrastación se debe aplicar el procedimiento que el área operativa determina para trabajos que se realizan en línea energizada, ya que este tipo de trabajo se necesita contar con todos los implementos de seguridad con el objetivo de evitar accidentes,
- Para la emisión de resultados mediante mail, se recomienda habilitar la acción de transferencia de datos en la tarjeta Raspberry Pi 3 B, ya que una vez ejecutados los ensayos los resultados deben enviarse en línea.

- En la ejecución de los ensayos se debe esperar unos segundos hasta que se estabilice la carga esto puede producir errores de medición, debido a que no se pueden sentir los pulsos de una manera correcta.
- Es recomendable tener un plan de mantenimiento esto se lo debe realizar cada 3 meses ya que el equipo está expuesto a humedad y acumulación de polvo, ya que el mismo trabaja en diferentes ambientes.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (2016). *RESISTENCIAS*. Barcelona:  
[http://www.crntecnopart.com/images/pdf/ESP/catalog/cetal\\_es.pdf](http://www.crntecnopart.com/images/pdf/ESP/catalog/cetal_es.pdf).
- (2017). *Diagrama*. EEQ. QUITO:  
<https://www.google.com.ec/search?q=diagrama+de+conexion+medidores+monofasicos&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKEwip4dq7venYAhVJvVMKHUhiDWgQsAQIJQ&biw=1366&bih=662>.
- EEQ. (2017). Quito: <https://es.scribd.com/doc/93351971/MEDIDORES-ELECTROMECHANICOS-amperimetro-y-voltmetro-de-cd>.
- 4gltmall. (25 de Marzo de 2017). *HUAWEI HiLink E3251 DC-HSPA+ USB Stick*. Recuperado el 26 de Julio de 2017, de <https://www.4gltmall.com/huawei-hilink-e3251-dc-hspa-usb-stick.html>
- Altronics. (2016). Bogotá: <https://electronilab.co/tienda/display-touchscreen-7-para-raspberry-pi-oficial-pitft/>.
- Arduino.cl. (2016). Chile: <http://arduino.cl/arduino-mega-2560/>.
- Bobinas. (2017). *EEQ*.  
[http://likinormas.micodensa.com/Especificacion/cajas\\_armarios\\_medidores/et920\\_medidores\\_electromecanicos](http://likinormas.micodensa.com/Especificacion/cajas_armarios_medidores/et920_medidores_electromecanicos).
- CONFIGURACION. (2016). QUITO: <http://tienda.bricogeek.com/pantallas-raspberry-pi/829-pantalla-tactil-raspberry-pi-7-capacitiva.html>.
- Crespo, E. (2016). Recuperado el 12 de Junio de 2016, de <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/acerca-de/>
- EBAY. (2016). [https://www.ebay.com/itm/Tarjeta-SD-de-32-GB-para-Raspberry-Pi-3-con-recalbox-y-Kodi-Juegos-Retro-/201740009066?\\_ul=AR](https://www.ebay.com/itm/Tarjeta-SD-de-32-GB-para-Raspberry-Pi-3-con-recalbox-y-Kodi-Juegos-Retro-/201740009066?_ul=AR).
- EEQ. (2013). *Sellos de Seguridad*. USA:  
[http://www.tampersealsgroup.com/espana/Precintos-de-Seguridad/Precintos-de-Metro-Seguridad.htm?gclid=Cj0KCQiAkZHTBRCBARIsAMbXLhFceFA37KzyE4NxXhqNXmWk-OQT1qbNCfrAm6ZaFTMO\\_BscKTyguksaAkysEALw\\_wcB](http://www.tampersealsgroup.com/espana/Precintos-de-Seguridad/Precintos-de-Metro-Seguridad.htm?gclid=Cj0KCQiAkZHTBRCBARIsAMbXLhFceFA37KzyE4NxXhqNXmWk-OQT1qbNCfrAm6ZaFTMO_BscKTyguksaAkysEALw_wcB).
- EEQ. (2016). QUITO: <http://www.eeq.com.ec:8080/atencion-virtual/ingrese-su-solicitud/nuevo-servicio>.
- EEQ. (5 de Marzo de 2016). *CCTV y Vigilancia por Video sobre 10G ip*. Recuperado el 7 de Septiembre de 2016, de NETWORK CABLING SOLUTIONS:  
[https://www.siemon.com/la/white\\_papers/SD-03-08-CCTV.asp](https://www.siemon.com/la/white_papers/SD-03-08-CCTV.asp)

- EEQ. (2017). Quito: <http://www.eeq.com.ec:8080/atencion-virtual/ingrese-su-solicitud/nuevo-servicio>.
- EEQ. (2017). Quito: [http://www.itap.edu.mx/documentos/tutoriales/metrologia\\_norma/pr02.htm](http://www.itap.edu.mx/documentos/tutoriales/metrologia_norma/pr02.htm).
- EEQ. (2017). Chile: <http://www.sodimac.cl/sodimac-cl/product/293350/Medidor-Monofasico-220V-Cert-Calib/293350>.
- EEQ. (2017). Colombia: <https://sites.google.com/site/labmediup/temas-de-la-unidad/pl-7-medicion-de-potencia/7-4-teoria-y-tecnica>.
- EEQ. (20 de Noviembre de 2017). Recuperado el 20 de Julio de 2017
- EEQ. (2017). *Cojinetes*. Quito: <http://cursosvega.blogspot.com/p/contador-de-energia.html>.
- EEQ. (2017). *Registrador*. <http://www.sodimac.cl/sodimac-cl/product/293350/Medidor-Monofasico-220V-Cert-Calib/293350>.
- electrónico, M. (2017). Quito: <http://www.eeq.com.ec:8080/servicios/instalacion-nuevos-servicios/definitivo>.
- Electronilab. (2 de Abril de 2017). Recuperado el 18 de nov de 2017, de <https://electronilab.co/tienda/camara-para-raspberry-pi-5mp/>
- García. (2016). [https://es.wikipedia.org/wiki/Visual\\_Basic](https://es.wikipedia.org/wiki/Visual_Basic).
- INACAL. (2016). *Medidores electromecánicos*. Perú: <http://www.inacal.gob.pe/repositorioaps/data/1/1/5/jer/eventos/files/31%20CALIBRACI%C3%93N%20DE%20MEDIDORES%20DE%20ENERG%C3%8DA%20EL%C3%89CTRICA%20ACTIVA%20CLASE%200%2C2%20S%3B%200%2C5%20S%3B%201%20y%202.pdf>.
- Java. (2015). <https://comohacer.eu/gpio-raspberry-pi/>.
- LCDRaspberryPi. (2017). COLOMBIA: <https://electronilab.co/tienda/display-touchscreen-7-para-raspberry-pi-oficial-pitft/>.
- Medidores. (2017). *Display*. China: <https://spanish.alibaba.com/p-detail/lcd-display-single-phase-prepaid-electric-power-meter-ic-card-electric-meter-1937783403.html>.
- Mikro. (2016). *Implementation of Cloud Server for Real Time Data Storage using Raspberry Pi*. <https://raspberryparatorpes.net/compras/mejores-microsd-para-raspberry-pi/>.
- MTE. (2003). *SENSOR OPTICO*. Alemania: <https://www.di-soric.com/es/OR-6-18-KR-2000-P3LK-13913.html>.

MTE. (2013). Alemania:

[http://www.vimelec.com.ar/vimelec/fichas\\_tecnicas/Cabeza\\_lectora\\_fotoelectronica\\_SH\\_2003.pdf](http://www.vimelec.com.ar/vimelec/fichas_tecnicas/Cabeza_lectora_fotoelectronica_SH_2003.pdf).

NetBeans. (2017). <https://netbeans.org/>.

Nissei. (2017).

Obedegozo. (2016). <https://ricardo705.wordpress.com/2015/01/03/python-2-x-y-python-3-x-diferencias-de-sintaxis-en-solo-4-paginas/>.

Optoacoplador. (2017). VENEZUELA:

<https://www.raspberrypi.org/forums/viewtopic.php?t=41288>.

Raspberry. (2017). <https://www.raspberrypi.org/documentation/usage/gpio-plus-and-raspi2/>.

RHONA. (2016). <https://www.rhona.cl/producto/2714/selector-con-llave-2-posiciones-aluminio.html>.

SpotPear. (2017). USA: [https://www.waveshare.com/wiki/7inch\\_HDMI\\_LCD\\_\(B\)](https://www.waveshare.com/wiki/7inch_HDMI_LCD_(B)).

SunLed. (2017).

UPV. (2013). <https://es.wikipedia.org/wiki/LXDE>.

Vele. (2016). <https://es.scribd.com/document/125246080/Entorno-AI-Lenguaje-c>.

ZERA. (2016). Costa Rica: <http://www.eproteca.com/product-brands/zera/>.