

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA
APLICACIÓN DOMÓTICA PARA EL
MONITOREO Y EL CONTROL DE CARGAS
ELÉCTRICAS RESIDENCIALES.**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA
APLICACIÓN DOMÓTICA PARA EL
MONITOREO Y EL CONTROL DE CARGAS
ELÉCTRICAS RESIDENCIALES.**

OSCAR OMAR ORTIZ GONZÁLEZ
Egresado de la Carrera de Ingeniería Electrónica
Universidad Politécnica Salesiana

PABLO DAMIÁN CAMPOVERDE CAMPOVERDE
Egresado de la Carrera de Ingeniería Electrónica
Universidad Politécnica Salesiana

Dirigido por:

ING. DIEGO CHACÓN
Ingeniero Eléctrico
Docente de la Universidad Politécnica Salesiana
Facultad de Ingenierías
Carrera de Ingeniería Eléctrica.



Datos de catalogación

Ortiz González Oscar y Campoverde Campoverde Pablo

Diseño e Implementación de una aplicación domótica para el monitoreo y el control de cargas eléctricas residenciales.

Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca – Ecuador, 2016

INGENIERIA ELECTRONICA

Formato 170 x 240 mm

Páginas: 137

Breve reseña de los autores e información de contacto:



Oscar Omar Ortiz González

Egresado de la carrera de Ingeniería Electrónica

Universidad Politécnica Salesiana

oortizg@ups.edu.ec



Pablo Damián Campoverde Campoverde

Egresado de la carrera de Ingeniería Electrónica

Universidad Politécnica Salesiana

pcampoverde@ups.edu.ec

Dirigido por:



Ing. Diego Chacón Troya

Docente de la Universidad Politécnica Salesiana en las carreras de Ingeniería

Eléctrica y Electrónica. Docente investigador del Grupo Energías.

Maestro en Administración de la Energía y sus Fuentes Renovables.

Master en Domótica y Hogar Digital, Universidad Politécnica de Madrid.

Especialista en Docencia Universitaria. Universidad del Azuay.

Diploma en Evaluación de la Educación Superior. Ingeniero Eléctrico. Licenciado

en Ciencias de la Educación. Profesor de Segunda Enseñanza. Tecnólogo

Industrial. Universidad Politécnica Salesiana

Bachiller Técnico Electromecánico. Instituto Técnico Superior Salesiano, Cuenca,

Ecuador.

dchacon@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

©2015 Universidad Politécnica Salesiana.

CUENCA – ECUADOR – SUDAMERICA

ORTIZ GONZÁLEZ OSCAR. Y CAMPOVERDE CAMPOVERDE PABLO

Diseño e Implementación de una aplicación domótica para el monitoreo y el control de cargas eléctricas residenciales.

IMPRESO EN ECUADOR – PRINTED IN ECUADOR

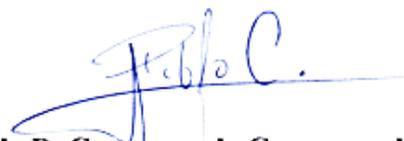
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros Oscar Omar Ortiz González y Pablo Damián Campoverde Campoverde, con documento de identificación N° 010394511-9 y 010471987-7 respectivamente manifestamos nuestra voluntad y cedernos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de grado intitulado: **"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN DOMÓTICA PARA EL MONITOREO Y EL CONTROL DE CARGAS ELÉCTRICAS RESIDENCIALES"**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Electrónico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



Oscar O. Ortiz González
CI: 010394511-9



Pablo D. Campoverde Campoverde
CI: 010471987-7

CERTIFICACIÓN

En calidad de DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN *“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN DOMÓTICA PARA EL MONITOREO Y EL CONTROL DE CARGAS ELÉCTRICAS RESIDENCIALES”*, elaborada por Oscar Omar Ortiz González y Pablo Damián Campoverde Campoverde, declaro y certifico la aprobación del presente trabajo de titulación basándose en la supervisión y revisión de su contenido.

Cuenca, Agosto del 2016



Ing. Diego Chacón Troya

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Los autores son los únicos responsables por los contenidos, conceptos, ideas, análisis, resultados investigativos y manifestados en la presente trabajo de titulación "*DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN DOMÓTICA PARA EL MONITOREO Y EL CONTROL DE CARGAS ELÉCTRICAS RESIDENCIALES*".

Cuenca, Agosto del 2016



Oscar O. Ortiz González

CI: 010394511-9



Pablo D. Campoverde Campoverde

CI: 010471987-7

ÍNDICE

Índice.....	I
INDICE DE ILUSTRACIONES	VI
INDICE DE TABLAS	VIII
Agradecimientos.....	XI
Agradecimientos.....	XIII
Dedicatoria	XV
Dedicatoria	XVII
ANTECEDENTES.....	XIX
JUSTIFICACIÓN.....	XXIII
INTRODUCCIÓN	XXV
1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	1
1.1. PLIEGO TARIFARIO PARA LAS EMPRESAS ELÉCTRICAS	1
1.1.1. CATEGORIAS.....	1
1.1.1.1. CATEGORIA RESIDENCIAL.....	1
1.1.1.2. CATEGORIA GENERAL.....	1
1.1.2. GRUPOS DE NIVEL DE TENSION.....	1
1.1.2.1. GRUPOS DE NIVEL BAJA TENSION	1
1.1.2.1. GRUPOS DE NIVEL DE MEDIA TENSION	1
1.1.2.1. GRUPOS DE NIVEL ALTA TENSION.....	1
1.1.3. TARIFA DE BAJA TENSION	2
1.1.3.1. TARIFA RESIDENCIAL.....	2
1.1.3.2. TARIFA RESIDENCIAL PARA EL PROGRAMA PEC	2
1.1.3.3. TARIFA RESIDENCIAL TEMPORAL	2
1.1.4. CARGOS TARIFARIOS UNICOS.....	2
1.2. ARDUINO NANO	3
1.2.1. CARACTERÍSTICAS	4
1.3. SENSOR ACS712	4
1.3.1. CARACTERÍSTICAS	4
1.3.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	5

1.3.3.	DIAGRAMA FUNCIONAL Y PINES DE CONEXIÓN DEL ACS712.....	5
1.4.	OPTOACOPLADORES	6
1.4.1.	OPTOACOPLADOR 3010.....	7
1.4.2.	ESPECIFICACIONES.....	7
1.5.	TRIAC	7
1.5.1.	CARACTERÍSTICAS DEL TRIAC BTA 16.....	7
1.6.	RASPBERRY PI 2	8
1.6.1.	CARACTERISTICAS	8
1.6.2.	INICIALIZACIÓN DE LA RASPBERRY	9
1.6.2.1.	SISTEMA OPERATIVO.....	9
1.7.	PYTHON	10
1.8.	BASE DE DATOS	10
1.8.1.	TIPOS DE DATOS	11
1.8.2.	BASE DE DATOS UTILIZADAS	11
1.8.2.1.	MYSQL.....	11
1.8.2.1.1.	INSTALACIÓN DE MYSQL EN EL RASPBERRY PI 2.....	11
1.8.2.2.	PHPMYADMIN.....	12
1.8.2.2.1.	INSTALACIÓN DE PHPMYADMIN EN EL RASPBERRY PI 2.....	12
1.8.3.	EL SERVIDOR WEB.....	13
1.8.3.1.	APACHE.....	13
1.8.3.1.1.	INSTALACION DE APACHE EN EL RASPBERRY PI 2.....	13
1.8.3.2.	PHP.....	14
1.8.3.2.1.	INSTALACIÓN DE PHP EN EL RASPBERRY PI 2	14
1.8.4.	APLICACIÓN MOVIL	15
1.8.4.1.	ANDROID	15
1.8.4.2.	APPINVENTOR	15
1.8.4.3.	APLICACIÓN HÍBRIDA.....	16
1.8.5.	MATERIA PRIMA DIRECTA E INDIRECTA.....	16
1.8.5.1.	MATERIA PRIMA DIRECTA.....	16
1.8.5.2.	MATERIA PRIMA INDIRECTA.....	16
1.8.6.	MANO DE OBRA.....	16
1.8.7.	ACTIVOS FIJOS.....	16
2.	DISEÑO y DESARROLLO DEL SISTEMA	17

2.1.	DISEÑO DEL SISTEMA.....	17
2.1.1.	DISEÑO DEL SISTEMA DE MEDICIÓN DE CARGAS ELÉCTRICAS RESIDENCIALES.....	17
2.1.1.1.	LECTURA DE VOLTAJE AC EN EL ARDUINO.....	17
2.1.1.2.	LECTURA DE LA CORRIENTE ALTERNA EN EL ARDUINO	17
2.1.1.3.	ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA DE MEDICIÓN	18
2.1.2.	DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE LOS CIRCUITOS	19
2.1.2.1.	ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA DE CONTROL	19
2.1.3.	DISEÑO DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN ENTRE EL RASPBERRY PI Y EL ARDUINO.....	20
2.1.4.	DISEÑO DE LA APLICACIÓN PARA DISPOSITIVOS MOVILES	20
2.1.5.	DISEÑO DEL PCB	23
2.1.6.	DISEÑO DEL CHASIS.....	23
2.2.	DESARROLLO DEL SISTEMA.....	24
2.2.1.	DESARROLLO DEL SISTEMA DE MEDICIÓN DE CARGAS ELÉCTRICAS RESIDENCIALES.....	24
2.2.1.1.	LECTURA DE VOLTAJE AC EN EL ARDUINO.....	24
2.2.1.2.	LECTURA DE LA CORRIENTE ALTERNA EN EL ARDUINO	24
2.2.2.	CÁLCULO DE LA POTENCIA ELÉCTRICA Y DE LA ENEGÍA ELÉCTRICA CONSUMIDA	25
2.2.3.	DESARROLLO DEL SISTEMA DE CONTROL DE LOS CIRCUITOS	25
2.2.4.	DESARROLLO DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN ENTRE EL RASPBERRY Y EL ARDUINO	26
2.2.4.1.	INSTALACIÓN DE PYTHON-SERIAL.....	26
2.2.4.2.	MYSQL Y PYTHON	27
2.2.4.3.	COMUNICACIÓN ENTRE EL RASPBERRY PI Y EL ARDUINO NANO... ..	28
2.2.5.	DESARROLLO DE LA APLICACIÓN PARA DISPOSITIVOS MOVILES ..	29
2.2.5.1.	DESARROLLO DE LAS PAGINAS WEB	29
2.2.5.2.	DESARROLLO DE LA APLICACIÓN EN APP INVENTOR	30
3.	IMPLEMENTACIÓN DEL DISPOSITIVO.....	31
3.1.	IMPLEMENTACIÓN DEL SERVIDOR WEB	31
3.2.	IMPLEMENTACIÓN DE LAS PÁGINAS WEB	32
3.2.1.	PAGINA PRINCIPAL.....	32
3.2.2.	PÁGINA DE CONTROL	32
3.2.3.	PÁGINA DE MONITOREO	33

3.2.4.	PÁGINA DE CONSUMO	33
3.2.5.	PÁGINA DEL LIMITE	33
3.2.6.	PÁGINA DE LA GRAFICA	34
3.3.	IMPLEMENTACIÓN DE LA APLICACIÓN MOVIL EN ANDROID.....	34
3.4.	IMPLEMENTACIÓN DEL DISPOSITIVO	41
4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	45
4.1.	ANÁLISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS.....	45
4.1.1.	CIRCUITOS INDIVIDUALES DE LAS LUMINARIAS	46
4.1.1.1.	ERROR DE LOS CIRCUITOS INDIVIDUALES DE LUMINARIAS	48
4.1.1.1.1.	FOCO DE 110 W	48
4.1.1.1.2.	FOCO DE 15 W	48
4.1.2.	CIRCUITO CONJUNTO DE LAS LUMINARIAS	49
4.1.2.1.	ERROR EN EL CIRCUITO CONJUNTO DE LUMINARIAS	51
4.1.3.	CIRCUITOS INDIVIDUALES DE TOMACORRIENTES	53
4.1.3.1.	ERROR DE LOS CIRCUITOS INDIVIDUALES DE TOMACORRIENTES .	55
4.1.3.1.1.	LAPTOP HP	55
4.1.3.1.2.	LAPTOP TOSHIBA	56
4.1.3.1.3.	EQUIPO DE SONIDO.....	56
4.1.4.	CIRCUITOS CONJUNTOS DE TOMACORRIENTES	57
4.1.4.1.	ERROR EN EL CIRCUITO CONJUNTO DE TOMACORRIENTE	59
4.1.5.	CIRCUITOS ESPECIALES	61
4.1.5.1.	ERROR EN LOS CIRCUITOS ESPECIALES	62
4.1.6.	ERROR DEL CIRCUITO DE LUMINARIA Y TOMACORRIENTE	64
4.2.	ANÁLISIS TÉCNICO DE LA APLICACIÓN	65
4.2.4.	ACOPLAMIENTO EN DIFERENTES PANTALLAS	65
4.2.5.	TIEMPO DE COMUNICACIÓN	68
5.	ANÁLISIS ECONÓMICO	71
5.1.	FUENTE FINANCIERA	71
5.1.1.	INTERES DEL PRÉSTAMO	71
5.2.	ANÁLISIS DE COSTOS.....	72
5.2.1.	MATERIA PRIMA DIRECTA.....	72
5.2.2.	MATERIA PRIMA INDIRECTA.....	73
5.2.3.	MANO DE OBRA.....	74

5.2.4.	ACTIVOS FIJOS.....	74
5.2.4.1.	LUGAR O TALLER	74
5.2.4.2.	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	74
5.2.4.3.	INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS.....	76
5.2.5.	IMPLEMENTACIÓN POR UNIDAD	76
5.3.	ESTUDIO DE RENTABILIDAD	77
5.3.1.	EGRESOS AÑO 1.....	77
5.3.2.	EGRESOS AÑO 2.....	78
5.3.3.	EGRESOS AÑO 3.....	79
5.3.4.	INGRESOS AÑO 1	79
5.3.5.	INGRESOS AÑO 2	80
5.3.6.	INGRESOS AÑO 3	80
5.3.7.	TIR Y EL VAN DEL PROYECTO	81
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	83
6.1.	CONCLUSIONES.....	83
6.1.1.	SISTEMA DE MEDICIÓN DE CARGAS ELECTRICAS	83
6.1.2.	SISTEMA DE CONTROL DE LOS CIRCUITOS.....	84
6.1.3.	SISTEMA DE COMUNICACIÓN	84
6.1.4.	BASE DE DATOS	85
6.1.5.	PAGINA WEB.....	85
6.1.6.	APLICACIÓN.....	85
6.1.7.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	86
6.1.8.	ANÁLISIS ECONÓMICO	87
6.1.9.	CONCLUSION GENERAL	87
6.2.	RECOMENDACIONES	90
6.2.1.	SISTEMA DE MEDICIÓN DE CARGAS ELECTRICAS	90
6.2.2.	SISTEMA DE CONTROL DE CIRCUITOS	90
6.2.3.	SISTEMA DE COMUNICACIÓN	90
6.2.4.	LAS PAGINAS WEB.....	91
6.2.5.	RECOMENDACIONES GENERALES	91
ANEXOS.....		93
ANEXO 1		93
ANEXO 2.....		100
ANEXO 3.....		101

ANEXO 4.....	102
ANEXO 5.....	104
ANEXO 6.....	105
ANEXO 7.....	106
ANEXO 8.....	108
ANEXO 9.....	111
ANEXO 10.....	112
ANEXO 11.....	114
ANEXO 12.....	115
ANEXO 13.....	116
ANEXO 14.....	119
ANEXO 15.....	122
ANEXO 16.....	132
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	134

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Diagrama general del sistema a desarrollar.	XXVI
Ilustración 2. Arduino nano [10].	3
Ilustración 3. Pines del ACS712 [13].	5
Ilustración 4. Diagrama funcional ACS712 [13].	6
Ilustración 5. Interfaz Arduino-sensor ACS712 [11].	6
Ilustración 6. Optoacoplador MO3010 [16].	7
Ilustración 7. Triac BTA 16 [18].	8
Ilustración 8. Raspberry Pi 2 Modelo B [19].	9
Ilustración 9. Raspbian Jessie [21].	9
Ilustración 10. Cargando el sistema operativo en la tarjeta SD.	10
Ilustración 11. Verificación de la instalación de MySQL.	12
Ilustración 12. Verificación de la instalación de phpMyAdmin.	13
Ilustración 13. Dirección IP Raspberry Pi.	14
Ilustración 14. Servidor apache correctamente instalado.	14
Ilustración 15. Verificación de la instalación de php.	15
Ilustración 16. Sistema de medición.	18
Ilustración 17. Esquema del circuito de control.	19
Ilustración 18. App Inventor.	20
Ilustración 19. Funcionamiento de la aplicación.	22
Ilustración 20. PCB del circuito.	23
Ilustración 21. Chasis para el dispositivo final.	23

Ilustración 22. Gestor de paquetes Synaptic.....	26
Ilustración 23. Python-serial.	27
Ilustración 24. Descarga de la librería en Synaptic.....	28
Ilustración 25. Base de datos Mediciones.	29
Ilustración 26. Carpeta raíz del Servidor Web.....	31
Ilustración 27. Funcionamiento del servidor web.....	31
Ilustración 28. Página Principal.....	32
Ilustración 29. Control de los circuitos.....	32
Ilustración 30. Monitoreo de los Circuitos.	33
Ilustración 31. Energía Total consumida.	33
Ilustración 32. Límite de la potencia.	34
Ilustración 33. Gráfico de la potencia actual y de la energía.	34
Ilustración 34. Pantalla principal de la aplicación.	35
Ilustración 35. Pantalla principal para el usuario.....	35
Ilustración 36. a) Interfaz para ingresar clave. b) Ingresando clave. c) Mensaje de clave incorrecta.	36
Ilustración 37. Pantalla principal para el administrador.	36
Ilustración 38. Interface para cambiar clave.	37
Ilustración 39. Pantalla para la opción “LIMITE”.....	37
Ilustración 40. a) Interface Monitoreo. b) Interface Gráficas. c) Interface Consumo.	38
Ilustración 41. a) Control Usuario. b) Control Administrador.....	38
Ilustración 42. a) Luminarias Usuario. b) Tomacorrientes Usuario.....	39
Ilustración 43. a) Luminarias Administrador. b) Tomacorrientes administrador. c) Circuitos especiales.....	39
Ilustración 44. Control de luminarias.	40
Ilustración 45. Control de tomacorrientes.	40
Ilustración 46. Control de la ducha eléctrica.	41
Ilustración 47. Control de toda la casa.	41
Ilustración 48. Placa electrónica del dispositivo.....	42
Ilustración 49. Placa electrónica con componentes.	42
Ilustración 50. Ubicación de los componentes dentro del chasis.....	43
Ilustración 51. Parte frontal del chasis.	43
Ilustración 52. Parte superior del chasis.	44
Ilustración 53. Dispositivo final.	44
Ilustración 54. Monitoreo del foco de 110 W (App).	47
Ilustración 55. Monitoreo del foco de 15 W (App).	47
Ilustración 56. Variación del voltaje Luminarias.....	51
Ilustración 57. Variación de la potencia Luminarias.	52
Ilustración 58. Variación del consumo Luminarias.	53
Ilustración 59 Monitoreo de la laptop Toshiba (App.)	54
Ilustración 60. Monitoreo de la laptop HP (App).....	55
Ilustración 61. Monitoreo de las dos laptops (App).....	57
Ilustración 62. Variación del voltaje Tomacorrientes.....	59

Ilustración 63. Variación de la potencia Tomacorrientes.	60
Ilustración 64. Variación del consumo Tomacorrientes.	60
Ilustración 65. Monitoreo de la ducha (App).....	61
Ilustración 66. Variación del voltaje Ducha.	63
Ilustración 67. Variación del consumo Ducha.....	63
Ilustración 68. Variación del consumo en la Ducha	64
Ilustración 69. Interface principal en varios dispositivos.	66
Ilustración 70. Interface de Administrador en varios dispositivos.....	66
Ilustración 71. Control de circuitos en varios dispositivos.	67
Ilustración 72. Control de circuitos en varios dispositivos.	67
Ilustración 73. Tráfico de datos.....	68
Ilustración 74. Comunicación entre el servidor y el dispositivo (encendido)	69
Ilustración 75. Comunicación entre el servidor y el dispositivo (apagado).	70
Ilustración 76. Tráfico de datos en Wireshark.....	70
Ilustración 77. Simulador del Préstamo de la Cooperativa JEP.....	71
Ilustración 78. Interés del Préstamo.	72
Ilustración 79. Cuotas del Préstamo.	72

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cargos Tarifarios Únicos	3
Tabla 2. Luminarias medidas con el instrumento patrón.....	46
Tabla 3. Promedio de las mediciones de las luminarias medidas con el dispositivo.	46
Tabla 4. Error del foco incandescente.	48
Tabla 5. Error del foco ahorrador.....	48
Tabla 6. Mediciones de las luminarias.	50
Tabla 7. Error de voltaje Luminarias.....	51
Tabla 8. Error de la potencia Luminarias.	52
Tabla 9. Error del consumo Luminarias.....	53
Tabla 10. Aparatos medidos con el instrumento patrón (Tomacorrientes).	54
Tabla 11. Promedio de las cargas medidas con el dispositivo (Tomacorrientes). ...	54
Tabla 12. Error de la laptop HP.....	56
Tabla 13. Error de la laptop Toshiba.	56
Tabla 14. Error del equipo de sonido.	56
Tabla 15. Mediciones de las diferentes cargas.	58
Tabla 16. Error del voltaje. (Tomacorrientes)	59
Tabla 17. Error de la potencia (Tomacorrientes).	60
Tabla 18. Error del consumo (Tomacorrientes).....	61
Tabla 19. Mediciones de la carga (Ducha).	62
Tabla 20. Error del voltaje (Ducha).....	62
Tabla 21. Error de la potencia (Ducha).	63
Tabla 22. Error del consumo (Ducha).	64

Tabla 23. Capital inicial. Fuente: Los autores.	71
Tabla 24. Materia Prima Directa. Fuente: Los autores.	73
Tabla 25. Materia Prima Indirecta. Fuente: Los autores.	73
Tabla 26. Mano de Obra. Fuente: Los autores.	74
Tabla 27. Arriendo. Fuente: Los autores.	74
Tabla 28. Herramientas y Equipos. Fuente: Los autores.	75
Tabla 29. Servicios Básicos. Fuente: Los autores.	76
Tabla 30. Implementación por Unidad. Fuente: Los autores.	76
Tabla 31. Egresos del Año 1. Fuente: Los autores.	78
Tabla 32. Egresos del Año 2. Fuente: Los autores.	78
Tabla 33. Egresos del Año 3. Fuente: Los autores.	79
Tabla 34. Ingresos del Año 1. Fuente: Los autores.	79
Tabla 35. Ingresos del Año 2. Fuente: Los autores.	80
Tabla 36. Ingresos del Año 3. Fuente: Los autores.	80
Tabla 37. Flujo de Caja. Fuente: Los autores.	81
Tabla 38. Rentabilidad del Proyecto. Fuente: Los autores.	82

AGRADECIMIENTOS

Oscar Ortiz González

En primer lugar quiero agradecer a Dios por brindarme la salud y las fuerzas necesarias para terminar una meta más en mi vida. A mis padres Angel Ortiz y Marina González, por el apoyo brindado, por su paciencia y por su esfuerzo realizado para que cumpla con esta meta.

Al Ing. Diego Chacón que nos brindó su apoyo incondicional al guiarnos de la mejor manera en este proyecto de graduación y así culminar con éxito nuestra educación superior.

AGRADECIMIENTOS

Pablo Campoverde Campoverde

Quiero agradecer al ser superior por darme la posibilidad de cumplir con una meta más en mi vida, a mis padres Lauro Campoverde y Teresa Campoverde por todo el apoyo brindado durante toda mi carrera universitaria, a mi hermano Brian por su ejemplo de lucha, a Jessy y Danna por ser una influencia de positivismo en mi vida, a toda mi familia, amigos y compañeros que apoyaron para cumplir con este proyecto. Al Ing. Diego Chacón por su apoyo y consejos para culminar de mejor manera con el proyecto de graduación.

DEDICATORIA

Oscar Ortiz González

El presente proyecto de graduación se lo quiero dedicar a mis padres, Angel Ortiz y Marina González por ser el pilar fundamental y demostrarme siempre su confianza y apoyo incondicional, muchos de mis logros se los debo a ustedes.

A mis hermanos Jonathan Ortiz, Fabián Ortiz y Alejandro Rodas, y a mi tía Aida González, por sus consejos y su apoyo.

DEDICATORIA

Pablo Campoverde Campoverde

El presente proyecto de titulación va dedicado al ser superior por brindarme fuerza y sabiduría, a mis padres Lauro Campoverde y Teresa Campoverde por su apoyo incondicional en todos los aspectos necesarios para concluir con mi carrera universitaria, a mi hermano Brian y a toda mi familia por siempre apoyarme sin importar las circunstancias.

ANTECEDENTES.

Existen diversos documentos de investigación con temas directamente relacionados al enfoque y a la evolución de la domótica orientados al monitoreo y al control de cargas eléctricas domiciliarias. También existen varios productos y aplicaciones en el mercado que cumplen con esta función.

Entre los documentos con mayor relevancia referidos a este tema tenemos:

En el año 2010 en la ciudad de Santa Tecla en El Salvador en la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA – FEPADE, se realizó una investigación titulada "Monitor visual del consumo de energía eléctrica en viviendas" realizado por el Ing. Juan José Cáceres Chiquillo, Ing. Rigoberto Alfonso Morales Hernández, y el Téc. Gustavo Enrique Vásquez Novoa [1], el cual cuenta con un sistema central en el cual se mide la potencia instantánea que es demandada por una vivienda, y si se sobrepasa el límite de consumo de potencia programado por el usuario, el módulo central envía señales inalámbricas hacia los receptores en los tomacorrientes para desconectar diversas cargas, dando señales visuales y audibles de manera que el usuario sepa que se va a desconectar dichas cargas y de no estar de acuerdo suspenda la acción. Se relaciona con nuestro proyecto debido a que la persona va a tener la información de cuanta carga eléctrica se está consumiendo en el hogar y así poder efectuar acciones para reducir este consumo, con la diferencia que nuestro proyecto no desconectara o deshabilitara los tomacorrientes sino directamente a las líneas de red, deshabilitando grupos de tomacorrientes además de eso tendrá control sobre áreas de iluminación.

En el año 2012, en México, en la Universidad Autónoma de Queretano se desarrolló un "Sistema de medición de consumo eléctrico de voltaje, corriente y potencia monitoreado por bluetooth" por Eugenio Salgado Plasencia [2], como parte de los requisitos para obtener el título de Ingeniero en Automatización. Este proyecto está dedicado a diseñar y desarrollar un sistema que permita monitorear el consumo eléctrico de una red monofásica mediante un dispositivo con sistema operativo Android mediante bluetooth. Este tema tiene una relación estrecha con nuestro proyecto en varios puntos, principalmente a que se parte de la adquisición de señales de corriente y de voltaje para poder obtener el consumo eléctrico y en que el monitoreo del mismo se lo va a realizar inalámbricamente mediante un dispositivo androide, la diferencia es que la trasmisión de la información en nuestro proyecto no se la va a realizar mediante bluetooth sino por medio de internet mediante

Raspberry, lo que nos permitirá tener una mayor velocidad de transmisión de datos y una comunicación más segura en cuanto a pérdidas.

También se han encontrado investigaciones o proyectos relacionados al tema en Ecuador en los que podemos destacar los siguientes:

En la Universidad de San Francisco de Quito, en el año 2014 se realizó la tesis denominada “Diseño e implementación de un sistema de comunicación inalámbrico dedicado a la domótica, controlado a través de una Tablet, utilizando tarjetas de comunicación inalámbrica y la programación de los mismos”, por Andrés Mauricio Miranda Proaño [3]. Este proyecto tiene como objetivos poder controlar la iluminación, el audio y la seguridad de una vivienda, para lo cual se necesita programar tarjetas de control y de comunicación inalámbrica así como una aplicación androide que pueda ser instalada en la Tablet, y realizar las pruebas en una maqueta a escala de una casa. Nuestro proyecto cuenta con características similares en cuanto a la comunicación inalámbrica, el control de la iluminación y la aplicación android, pero también cuenta con una gran diferencia en cuanto al uso de los módulos para la comunicación inalámbrica, ya que nosotros no utilizaremos Zigbees para la comunicación, sino se la hará mediante internet, utilizando RaspBerry, lo que permitirá tener mejores resultados en cuanto a velocidades y distancias de transmisión. Otra diferencia es que nuestra aplicación no solo será aplicada en una maqueta, ya que será destinada a una red eléctrica real, lo que nos garantizara que se obtenga un producto con mayor robustez.

En el año 2014 en la ciudad de Guayaquil en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil se desarrolló el trabajo de titulación previo para la obtención de título de Ingeniero En Telecomunicaciones de título “Control Eficiente del Consumo de Energía Eléctrica para una Vivienda a través de una Aplicación Multimedia” realizado por Franklin Pérez Vera [4], en donde se describen y se da un breve análisis de algunos sistemas, equipos y dispositivos disponibles en el mercado que ayudan a reducir el consumo de energía en el hogar, con el objetivo de que sean utilizados en nuestro país y que en conjunto con otras disposiciones como el uso de sensores o de elementos ahorradores de energía como focos, permitan tener un consumo racional de la energía. Nuestro proyecto tiene como finalidad a más de informar al usuario el consumo eléctrico de su hogar, lograr que lo controle cuando sobrepasa un límite, por lo que este proyecto nos sirve como guía para observar productos existentes en el mercado que tienen el mismo

objetivo y tener una idea de hacia dónde va la tendencia en cuanto a las necesidades tecnológicas.

En la ciudad de Cuenca, en el año 2014, en la Universidad del Azuay, Se realizó una Monografía previa a la obtención de título de ingeniero de sistemas, por Orlando Patricio Chacón Molina, titulada ‘‘Análisis para un sistema domótica con la arquitectura Arduino y Raspberry Pi [5], sobre TCP/IP’’. Este trabajo describe el procedimiento realizado para la creación de una arquitectura domótica, basada en dispositivos de hardware y software abiertos, para una red domótica. Esta monografía nos puede servir como guía ya que utiliza componentes que están involucrados en nuestro proyecto, de esta manera encontraremos relación con la manera en la que se comunican, transmiten datos y se realiza un control con los mismos.

En la ciudad de Cuenca, en el año 2015, en la Universidad Politécnica Salesiana, se desarrolló un trabajo por Paul Esteban Arpi Coellar y Martin Vinicio Urgilés Fernández, titulada ‘‘Diseño y Desarrollo de actuadores de iluminación para una red Zigbee con un servidor web montado en Raspberry Pi’’ [6]. En este trabajo se realiza un control domótico centrado únicamente en la iluminación como punto de partida para el desarrollo de más aplicaciones.

En el año 2015, en la ciudad de Cuenca, en la Universidad Politécnica Salesiana, se realizó un trabajo por José Israel Quinde Cercando y Patricio Leonardo Buele Zhingre, titulada ‘‘Diseño de software para el control y monitoreo domótico en una minicomputadora basada en protocolo TCP/IP’’ [7]. Este trabajo describe el proceso realizado para controlar luminarias y sensores dentro un hogar mediante dos nodos.

Debido a que las personas están preocupadas por disminuir el consumo eléctrico de los hogares existen más investigaciones referidas a aplicaciones domóticas destinadas a disminuir el mismo, las mencionadas anteriormente son las que mayor atención nos han llamado debido a que de una manera u otra presentan características similares a nuestro proyecto.

JUSTIFICACIÓN.

El control y la racionalización del consumo eléctrico en nuestro medio son indispensable para reducir la facturación del servicio y preservar el ambiente, gestionando eficazmente el uso de recursos energéticos, de este modo, la actividad humana podrá ser compatible con el medio ambiente [8]. Un trabajo preliminar para alcanzar este objetivo es el desarrollo en [9]. Los autores implementan un sistema de medición, monitoreo y control de la carga eléctrica en los hogares haciendo uso de un sistema de comunicación basado en Zigbee (IEEE 802.15.4) y el acceso al usuario a través de la web. Uno de los principales problemas detectados fue en la comunicación, es decir los datos del consumo eléctrico y el control sobre los circuitos no tenía la velocidad adecuada.

El objetivo de este proyecto técnico de fin de carrera con enfoque investigativo es mejorar el prototipo propuesto en [9], incrementando la velocidad de transferencia de datos para una visualización del consumo de energía más eficaz, como también mejorar el sistema de control usado en [9].

Este proyecto forma parte de los lineamientos de Home Area Networks de Smart Grid, del proyecto de investigación “Planeación y optimización para redes de última generación que dan soporte a infraestructuras de comunicación para SMART’ GRID’s, orientado hacia la implementación de tecnología SG-Mobile Communications and Optical Network (FiWi)” del Grupo de Investigación en Telecomunicaciones y Telemática de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca.

INTRODUCCIÓN

El origen de la domótica se remonta a los años 70 cuando aparecieron los dispositivos de automatización de edificios. Desde entonces, se ha manifestado un creciente interés por parte de investigadores y la industria por la búsqueda de la “casa ideal”. A mediados de los años 90, los automatismos destinados a edificios se empezaron a utilizar en las viviendas dando origen a la vivienda domótica [10].

La domótica proporciona un nivel de automatización o automatismo dentro de la casa que va desde un simple temporizador para encender o apagar una bobilla de luz o un aparato a una hora determinada, hasta los más complejos sistemas capaces de interactuar con cualquier elemento eléctrico para disminuir el consumo energético [10].

La producción, generación y administración de la energía eléctrica implica procesos que afectan de manera inevitable el ecosistema y la economía familiar. Nuestro proyecto se enfoca en desarrollar e implementar un sistema que pueda monitorear y controlar las cargas eléctricas para limitar el consumo de energía en un hogar y así disminuir el costo de la planilla eléctrica mensual. Este nuevo sistema parte de la mejora al prototipo implementado en [9], el cual va a realizar el monitoreo de los circuitos de luminarias, circuitos de fuerza y circuitos especiales dentro de las viviendas, de manera que se analice el consumo de energía de cada circuito por separado. El control permitirá habilitar o deshabilitar los circuitos mencionados, mejorando el sistema realizado en [9].

En el siguiente diagrama se observa de manera general el funcionamiento del sistema, el cual está compuesto por los sensores que nos permitirán adquirir los datos que luego ingresarán al sistema de medición en donde serán procesados para realizar los cálculos necesarios para obtener el consumo generado por los circuitos eléctricos residenciales. Los datos del consumo eléctrico pasan por un sistema de comunicación, para que finalmente puedan ser monitoreados y controlados a través de una aplicación instalada en un dispositivo Android.



Ilustración 1. Diagrama general del sistema a desarrollar.

CAPÍTULO 1

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. PLIEGO TARIFARIO PARA LAS EMPRESAS ELÉCTRICAS

El pliego tarifario se sujeta a las disposiciones establecidas en la Ley Orgánica del Servicio Público de energía eléctrica –LOSPEE, dentro de las Disposiciones Fundamentales, en su Artículo 3, Definiciones, en el numeral 12 se establece: “Pliego Tarifario: Documento emitido por el ARCONEL, que contiene la estructura tarifaria a aplicarse a los consumidores o usuarios finales y los valores correspondientes a dicha estructura, para el servicio público de energía eléctrica” [11].

1.1.1. CATEGORIAS

1.1.1.1. CATEGORIA RESIDENCIAL

En esta categoría el servicio eléctrico es destinado únicamente al uso doméstico de los consumidores, incluye a consumidores de escasos recursos que tienen en su vivienda una pequeña actividad comercial o artesanal [11].

1.1.1.2. CATEGORIA GENERAL

Esta categoría la constituyen los consumidores que tienen actividades diferentes a la Categoría Residencial como el comercio, la industria y la prestación de servicios públicos y privados [11].

1.1.2. GRUPOS DE NIVEL DE TENSION

1.1.2.1. GRUPOS DE NIVEL BAJA TENSION

En este nivel se encuentran voltajes de entrega inferior a 600 V [11].

1.1.2.1. GRUPOS DE NIVEL DE MEDIA TENSION

En este nivel se encuentran los consumidores que se conectan a la red de media tensión, los voltajes de entrega están entre los 600 V y 40 kV [11].

1.1.2.1. GRUPOS DE NIVEL ALTA TENSION

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Para voltajes de entrega superiores a 40 kV y asociados con la Subtransmisión [11].

1.1.3. TARIFA DE BAJA TENSION

1.1.3.1. TARIFA RESIDENCIAL

Se aplica a los usuarios de la Categoría Residencial, el usuario deberá pagar [11]:

- Un cargo por comercialización en USD/consumidor, independiente del consumo final.
- Cargos crecientes por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida.

1.1.3.2. TARIFA RESIDENCIAL PARA EL PROGRAMA PEC

Esta tarifa se aplica a los usuarios de la Categoría Residencial que se registren en el Programa PEC, conforme los lineamientos establecidos por el Ministro de Electricidad y Energía Renovable para su implementación [11].

1.1.3.3. TARIFA RESIDENCIAL TEMPORAL

Se aplica a los usuarios residenciales que no tienen su residencia permanente en el área del servicio y que utilizan la energía eléctrica para usos domésticos. El consumidor deberá pagar [11]:

- Un cargo por comercialización en USD/consumidor, independiente del consumo de energía.
- Un cargo único por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida.

1.1.4. CARGOS TARIFARIOS UNICOS

En la siguiente tabla se puede observar los cargos tarifario para la Categoría Residencial.

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

RANGO DE CONSUMO	DEMANDA (USD/kW)	ENERGIA (USD/kWh)	COMERCIALIZACIÓN (USD/consumidor)
CATEGORIA	RESIDENCIAL		
NIVEL DE TENSIÓN	BAJA Y MEDIA TENSIÓN		
0-50		0,091	1,414
51-100		0,093	
101-150		0,095	
151-200		0,097	
201-250		0,099	
251-300		0,101	
301-350		0,103	
351-500		0,105	
501-700		0,1286	
701-1000		0,145	
1001-1500		0,1709	
1501-2500		0,2752	
2501-3500		0,436	
Superior		0,6812	
	RESIDENCIAL TEMPORAL		
		0,1285	1,414

Tabla 1. Cargos Tarifarios Únicos [11].

1.2. ARDUINO NANO

El Arduino Nano está constituido por el microcontrolador ATmega328 o ATmega168. Contiene una sola toma de corriente continua, y funciona con un cable USB Mini-B [12].

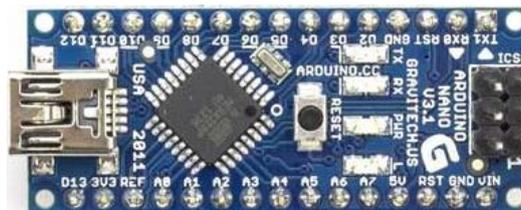


Ilustración 2. Arduino nano [12].

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.2.1. CARACTERÍSTICAS

- Microcontrolador: Atmel ATmega168 o ATmega328.
- Tensión de funcionamiento (nivel lógico): 5 V.
- Voltaje de entrada (recomendado): 7-12 V.
- Voltaje de entrada (límites): 6-20 V.
- Digitales pines I / O: 14 (de los cuales 6 proporcionan salida PWM).
- Pines de entrada analógicas: 8.
- / DC Corriente por I Pin: 40 mA.
- Memoria Flash: 16 KB (ATmega168) o 32 KB (ATmega328) de los cuales 2 KB utilizado por el gestor de arranque.
- SRAM: 1 KB (ATmega168) o 2 KB (ATmega328).
- EEPROM: 512 bytes (ATmega168) o 1 KB (ATmega328).
- Velocidad de reloj: 16 MHz.
- Dimensiones: 0,73 "x 1,70".
- Longitud: 45 mm.
- Ancho: 18 mm.
- Peso: 5 g [12].

1.3. SENSOR ACS712

Es un sensor de corriente por efecto hall que permite medir corriente de en AC o DC. Este sensor transforma un campo magnético generado por el paso de la corriente en un alambre de cobre interno en el sensor, y convierte este campo en un voltaje variable, esto significa que a mayor cantidad de corriente que tengamos, mayor voltaje vamos a tener en un pin [13].

1.3.1. CARACTERÍSTICAS

- Sensor lineal de efecto hall de bajo offset.
- Alta precisión de medida debido a la cercanía del sensor de efecto hall al elemento de paso (ambos se encuentran dentro del IC).
- Baja resistencia del elemento de paso para una baja disipación de potencia (1.2 mΩ típico).

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

- Capacidad de sobrevivir a picos de corriente de hasta 5 veces la corriente nominal de operación.
- Las terminales del elemento conductor se encuentran aisladas eléctricamente (Hasta 2.1KV) por lo que evita la necesidad de aislamiento externo (optoacopladores) [14].

1.3.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Voltaje de salida: $66\text{mV} / \text{A}$.
- Voltaje de operación: $4.5\text{V} \sim 5.5\text{V}$.
- Salida de voltaje sin corriente: $V_{CC} / 2$.
- Dimensiones PCB: $31\text{ (mm)} \times 14\text{ (mm)}$.
- Ancho de banda 80 kHz .
- Error total de salida: 1.5% at $T_A = 25^\circ\text{C}$.
- Resistencia interna: $1.2\text{ m}\Omega$.
- Mínimo voltaje de aislamiento entre pines 1-4 a pines 5-8: 2.1 kVrms .
- Sensibilidad de salida: $66\text{ to }185\text{ mV/A}$ [14].

1.3.3. DIAGRAMA FUNCIONAL Y PINES DE CONEXIÓN DEL ACS712.

En la siguiente ilustración se puede observar la disposición de los pines del ACS712.

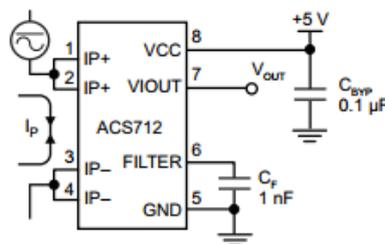


Ilustración 3. Pines del ACS712 [15].

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

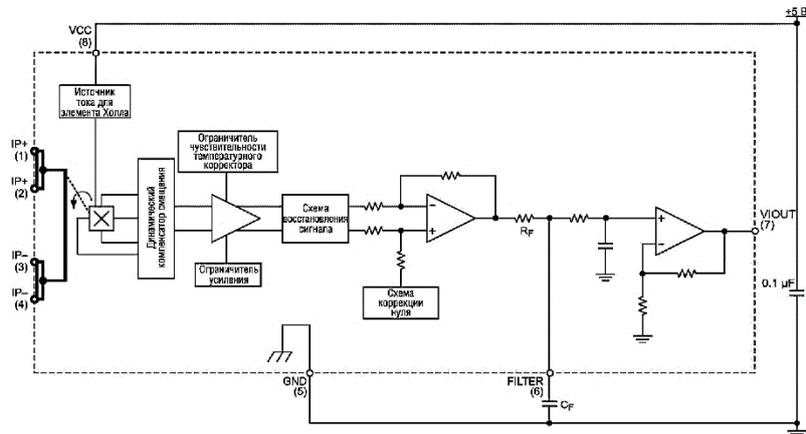


Ilustración 4. Diagrama funcional ACS712 [15].

En la siguiente ilustración se puede observar la conexión del sensor con la placa arduino.

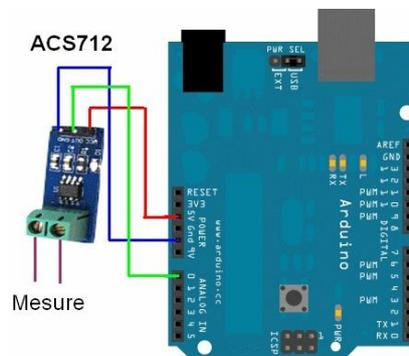


Ilustración 5. Interfaz Arduino-sensor ACS712 [13].

1.4. OPTOACOPLADORES

Los optoacopladores permiten transmitir señales entre dos circuitos de corriente separados galvánicamente entre sí. Entre estos dos puede haber una diferencia de potencial de miles de voltios. En el interior del optoacoplador hay un diodo luminoso que actúa de emisor y, un fototransistor que actúa de receptor. Para el transmisor se suele utilizar generalmente diodos GaAs infrarrojos. El transmisor y el receptor se encuentran ópticamente enfrentados [16].

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.4.1. OPTOACOPLADOR 3010

El optoacoplador MOC3010 está diseñado para aplicaciones que requieren un disparo de bajo voltaje para controlar alto voltaje, además permite una baja corriente de conmutación de corte y aislamiento eléctrico [17].

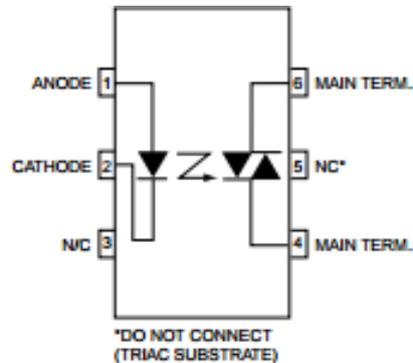


Ilustración 6. Optoacoplador MO3010 [18].

1.4.2. ESPECIFICACIONES

- Corriente directa continua, 60 mA.
- Disipación de potencia total, $T_A = +25^\circ \text{C}$, PD 100 mW.
- N° de canales: 1.
- Tensión de aislamiento: 7.5 kV.
- Entrada de corriente: 10 mA.
- Voltaje de salida: 250 V.
- Encapsulado: DIP.
- Número de pines: 6 [17].

1.5. TRIAC

Es un semiconductor de tres terminales utilizado para controlar la corriente promedio que circula en una carga [19].

1.5.1. CARACTERÍSTICAS DEL TRIAC BTA 16

- Tensión de bloque a 800V.
- Estado de activación hasta una corriente nominal de 16ARMS a 25°C.

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

- Estándar industria del dispositivo es TO-220AB.
- Aislamiento interno de (2500VRMS).
- Dispositivo libre de plomo (ON Semiconductor) [20].

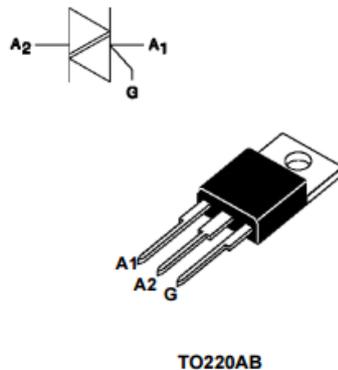


Ilustración 7. Triac BTA 16 [20].

1.6. RASPBERRY PI 2

Raspberry pi es un ordenador desarrollado por la fundación Raspberry pi en Reino Unido, es un ordenador de placa reducida y de bajo costo [21].

El Raspberry Pi 2 Modelo B es la segunda generación de Raspberry Pi.

1.6.1. CARACTERÍSTICAS

- Procesador de 900MHz de cuatro núcleos de CPU ARM Cortex-A7.
- 1 GB de RAM.
- 4 puertos USB.
- 40 pines GPIO.
- Puerto HDMI Full.
- Puerto Ethernet.
- Conector de audio de 3,5 mm combinado y vídeo compuesto.
- Interfaz de la cámara (CSI).
- Interfaz de pantalla (DSI).
- Ranura para tarjeta Micro SD.
- Núcleo de gráficos VideoCore IV 3D [21].

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Este ordenador permite instalar diversos sistemas operativos como ARM GNU / Linux, incluyendo Snappy Ubuntu Core, así como Microsoft Windows 10 [22].

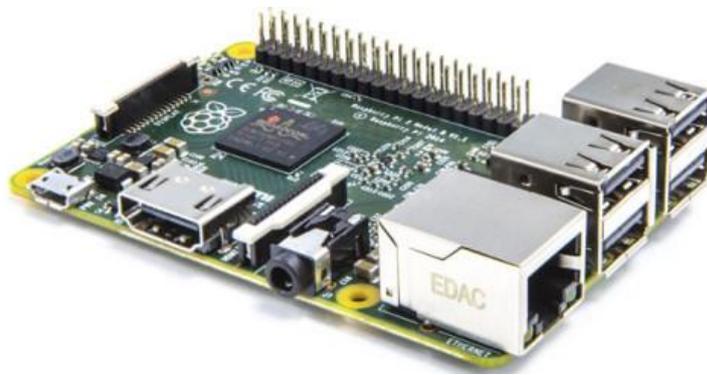


Ilustración 8. Raspberry Pi 2 Modelo B [21].

1.6.2. INICIALIZACIÓN DE LA RASPBERRY

Para empezar a trabajar con el Raspberry Pi 2 es necesario contar con un monitor, un teclado, un módulo wifi, un mouse, un cable de alimentación y una tarjeta SD.

1.6.2.1. SISTEMA OPERATIVO

El sistema operativo que se va a ocupar es el RASPBIAN JESSIE, el cual se lo puede obtener directamente en la página oficial de Raspberry, Fig. 9.



Ilustración 9. Raspbian Jessie [23].

Descargado Raspbian en el formato ZIP procedemos a descomprimirlo, para grabar el sistema operativo en la tarjeta SD es necesario descargarse el programa Win32 Disk Imager.

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

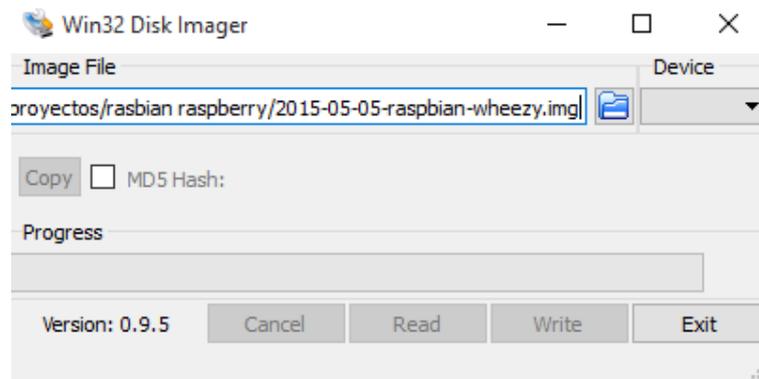


Ilustración 10. Cargando el sistema operativo en la tarjeta SD.

Seleccionada la carpeta que contiene Raspbian, como se observa en la Fig. 10, y se procede a darle click en el icono write, lo cual copiara el sistema operativo a la tarjeta SD.

1.7. PYTHON

Es un lenguaje de programación de alto nivel y en la actualidad es uno de los lenguajes más utilizados para el desarrollo de software. Es compatible con tipos de datos implementados en C o C++. Python puede ser utilizado en diferentes sistemas operativos, como Windows, Mac OS X y Linux. Permite desarrollar software para aplicaciones científicas, comunicaciones de redes, para crear juegos y aplicaciones web [24].

Python ya viene por defecto en el sistema operativo de la Raspberry Pi, pero es necesario descargarse librerías extras como por ejemplo la Librería Python-serial, la cual nos permite la comunicación entre el arduino y la Raspberry Pi.

1.8. BASE DE DATOS

Una base de datos es un conjunto de datos relacionados entre sí, organizados y estructurados, con información referente a algo. Las bases de datos pueden ser utilizadas para cosas sencillas o tan complicadas como llevar toda la gestión de una gran empresa [25].

Una base de datos nos permite realizar las siguientes acciones [26]:

- Agregar nuevos archivos.
- Insertar datos dentro de los archivos existentes.
- Recuperar datos de los archivos existentes.

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

- Modificar datos en archivos existentes.
- Eliminar datos de los archivos existentes.
- Eliminar archivos existentes de la base de datos.

1.8.1. TIPOS DE DATOS

Los tipos de datos más utilizadas son de tipo Numérico, Decimales y Texto. También existe otro tipos de datos como los documentos que se almacenan en una base de datos CLOB (Character Large Object), y las imágenes y videos que se almacenan en una base de datos BLOB (Binary Large Object) [27].

1.8.2. BASE DE DATOS UTILIZADAS

Para la gestión de la base de datos en el Raspberry se procederá a utilizar MySQL y phpMyAdmin.

1.8.2.1. MYSQL

MySQL es la base de datos de código abierto más popular del mundo, ofrecer un alto rendimiento y aplicaciones de bases de datos escalables [28].

1.8.2.1.1. INSTALACIÓN DE MYSQL EN EL RASPBERRY PI 2

Para instalar MySQL se debe escribir en el LXTerminal los siguientes comandos [29]:

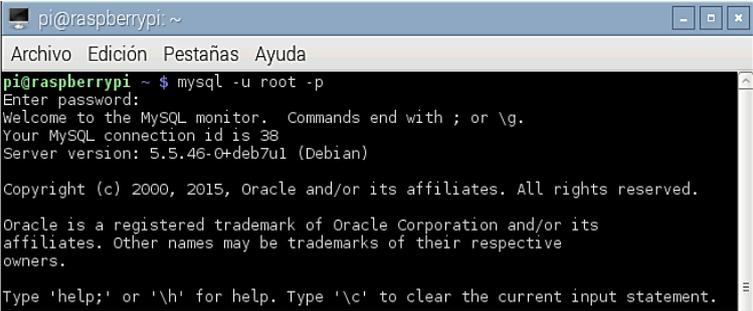
- `sudo apt-get install mysql-server mysql-client php5-mysql`
- `sudo service mysql start`

Para verificar que se ha instalado correctamente MySQL escribiremos en el LXTerminal el siguiente comando:

- `mysql -u root -p`

Si se ha instalado correctamente MySQL nos deberá salir la siguiente imagen:

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA



```
pi@raspberrypi: ~  
Archivo Edición Pestañas Ayuda  
pi@raspberrypi ~ $ mysql -u root -p  
Enter password:  
Welcome to the MySQL monitor.  Commands end with ; or \g.  
Your MySQL connection id is 38  
Server version: 5.5.46-0+deb7u1 (Debian)  
  
Copyright (c) 2000, 2015, Oracle and/or its affiliates. All rights reserved.  
  
Oracle is a registered trademark of Oracle Corporation and/or its  
affiliates. Other names may be trademarks of their respective  
owners.  
  
Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the current input statement.
```

Ilustración 11. Verificación de la instalación de MySQL.

1.8.2.2. PHPMYADMIN

Es una herramienta de software libre escrito en PHP, destinados a manejar la administración de MySQL a través de la Web. PhpMyAdmin es compatible con una amplia gama de operaciones en MySQL y MariaDB [30].

1.8.2.2.1. INSTALACIÓN DE PHPMYADMIN EN EL RASPBERRY PI 2

Para instalar PHP se debe escribir en el LXTerminal los siguientes comandos [31]:

- `sudo apt-get install libapache2-mod-auth-mysql php5-mysql phpmyadmin`
- `sudo nano /etc/php5/apache2/php.ini`

Antes de la línea “Dinamics Extensions” debemos de escribir:

- `extension=mysql.so`

Guardamos los cambios y el LXTerminal escribimos:

- `sudo ln-s/etc/phpmyadmin/apache.conf/etc/apache2/conf.d/phpmyadmin.conf`
- `sudo /etc/init.d/apache2 reload`

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

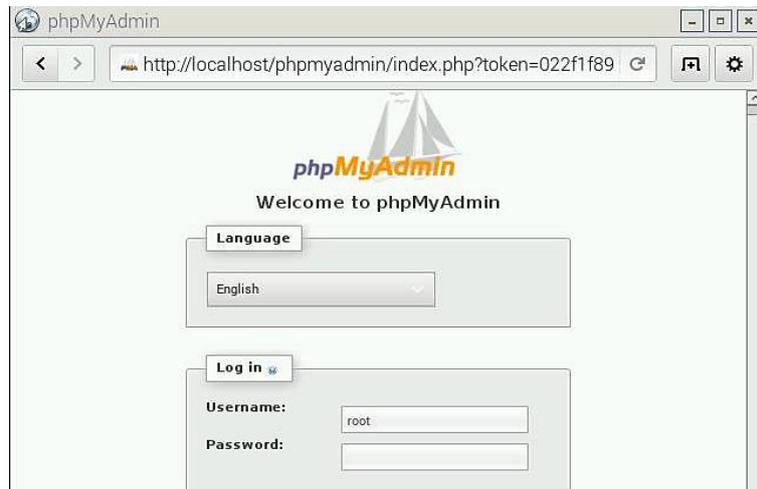


Ilustración 12. Verificación de la instalación de phpMyAdmin.

1.8.3. EL SERVIDOR WEB

1.8.3.1. APACHE

El Servidor HTTP Apache es un servidor web HTTP de código abierto para plataformas Unix (BSD, GNU/Linux, etc.), Microsoft Windows, Macintosh y otras, que implementa el protocolo HTTP [32].

1.8.3.1.1. INSTALACION DE APACHE EN EL RASPBERRY PI 2

Para realizara la instalación de Apache se debe escribir en el LXTerminal los siguientes comandos [31]:

- `sudo addgroup www-data`
- `sudo usermod -a -G www-data www-data`

Actualizamos la Raspberry Pi:

- `sudo apt-get update`

Procedemos a instalar Apache:

- `sudo apt-get install apache2`

Reiniciamos Apache:

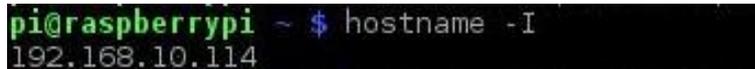
CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

- `sudo /etc/init.d/apache2 restart`

Revisamos la Ip asignada a la Raspberry:

- `Hostname -I`

Y obtenemos la siguiente imagen:



```
pi@raspberrypi ~ $ hostname -I
192.168.10.114
```

Ilustración 13. Dirección IP Raspberry Pi.

Introducimos la dirección IP en el navegador, y si está correctamente instalado nos dará la siguiente imagen:

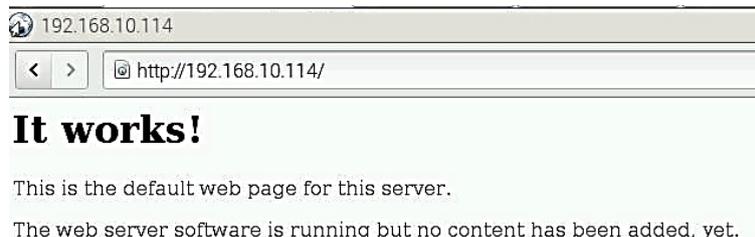


Ilustración 14. Servidor apache correctamente instalado.

1.8.3.2. PHP

PHP es un lenguaje de programación que es especialmente adecuado para el desarrollo web.

Php permite diseñar desde un blog hasta los sitios web más populares en el mundo [33].

1.8.3.2.1. INSTALACIÓN DE PHP EN EL RASPBERRY PI 2

Para instalar PHP se debe escribir en el LXTerminal los siguientes comandos [31]:

- `sudo apt-get install php5`
- `sudo apt-get install libapache2-mod-php5 libapache2-mod-perl2 php5 php5-cli php5-common php5-curl php5-dev php5-gd php5-imap php5-ldap php5-mhash php5-mysql php5-odbc`
- `sudo nano /var/www/info.php`

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Abriremos el navegador del Raspberry Pi e introduciremos localhost/info.php, si se ha instalado correctamente deberá salir la siguiente imagen:



PHP Version 5.4.45-0+deb7u2 	
System	Linux raspberrypi 4.1.7-v7+ #817 SMP PREEMPT Sat Sep 19 15:32:00 BST 2015 armv7l
Build Date	Oct 27 2015 23:37:13
Server API	Apache 2.0 Handler
Virtual Directory Support	disabled
Configuration File (php.ini) Path	/etc/php5/apache2
Loaded Configuration File	/etc/php5/apache2/php.ini
Scan this dir for additional .ini files	/etc/php5/apache2/conf.d
Additional .ini files parsed	/etc/php5/apache2/conf.d/10-pdo.ini, /etc/php5/apache2/conf.d/20-gd.ini, /etc/php5/apache2/conf.d/20-mcrypt.ini, /etc/php5/apache2/conf.d/20-mysql.ini, /etc/php5/apache2/conf.d/20-mysqli.ini, /etc/php5/apache2/conf.d/20-pdo_mysqli.ini
PHP API	20100412
PHP Extension	20100525
Zend Extension	220100525
Zend Extension Build	API220100525,NTS

Ilustración 15. Verificación de la instalación de php.

1.8.4. APLICACIÓN MOVIL

1.8.4.1. ANDROID

Es un sistema operativo que fue diseñado originalmente para teléfonos móviles pero en la actualidad se encuentra en tabletas, GPS, televisores, etc. Android está basado en Linux que es un sistema multiplataforma, gratuito y libre [34].

1.8.4.2. APPINVENTOR

Es un software gratuito para crear aplicaciones para el sistema operativo Android. Este software se encarga de transformar el complejo lenguaje de programación de texto en bloques de construcción visual [35].

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.8.4.3. APLICACIÓN HÍBRIDA

Es una combinación entre una aplicación web y una aplicación nativa (aplicación Android, iOS, Windows Phone). La forma de desarrollo es similar a una aplicación web empaquetada de tal manera que se parece a una aplicación nativa [36].

1.8.5. MATERIA PRIMA DIRECTA E INDIRECTA

1.8.5.1. MATERIA PRIMA DIRECTA

Hace referencia a todos los materiales o elementos que forman parte del dispositivo final. Estos materiales se los puede identificar cuantitativamente en el dispositivo [37].

1.8.5.2. MATERIA PRIMA INDIRECTA

Se refiere a los materiales incluidos en la elaboración del producto perdiendo su identidad ya que por lo general no son identificables cuantitativamente [37].

1.8.6. MANO DE OBRA

La mano de obra representa el esfuerzo y el trabajo humano que interviene en la elaboración de las materias primas para ser transformadas en el producto final.

Se divide en mano de obra directa e indirecta. La mano de obra directa está referida a los trabajadores que físicamente intervienen en la elaboración del dispositivo y la indirecta se refiere a los trabajadores que participan ligeramente en la elaboración del dispositivo [37].

1.8.7. ACTIVOS FIJOS

Son los activos con vida útil mayor a un año y que se requieren en las operaciones de la empresa. Entre los activos fijos tenemos el lugar, los equipos, herramientas, etc [38].

CAPÍTULO 2

2. DISEÑO Y DESARROLLO DEL SISTEMA

2.1. DISEÑO DEL SISTEMA

2.1.1. DISEÑO DEL SISTEMA DE MEDICIÓN DE CARGAS ELÉCTRICAS RESIDENCIALES.

Para la medición del voltaje y corriente de los circuitos se procederá a desarrollar un voltímetro y un amperímetro en la placa Arduino, el voltímetro estará diseñado para un voltaje máximo de 145 Vac y el amperímetro nos permitirá medir una corriente de hasta 30 A.

2.1.1.1. LECTURA DE VOLTAJE AC EN EL ARDUINO

Para medir el voltaje se realizó un partidor de tensión y se utilizó la fórmula (1), la cual corresponde a los valores de voltaje y de resistencia que tiene el partidor de tensión.

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{in} \quad (1)$$

- V_{out} es el voltaje que va a ingresar a la placa Arduino.
- R_2 va a tener un valor de $10K\Omega$.
- V_{in} es el voltaje máximo que se va a medir.

2.1.1.2. LECTURA DE LA CORRIENTE ALTERNA EN EL ARDUINO

Para la medición de corriente alterna se utilizó las siguientes formulas:

$$V_{pp} = 2\sqrt{2V_{rms}} \quad (2)$$

$$V_{pp} = \pi V_{avr} \quad (3)$$

- V_{avr} = Voltaje promedio

CAPÍTULO 2. DISEÑO Y DESARROLLO DEL SISTEMA

Mediante esa consideración tenemos que:

$$V_{rms} = \frac{\pi V_{avr}}{2\sqrt{2}} \quad (4)$$

$$V_{rms} = 1.1107(V_{avr})$$

El sistema está diseñado para cargas domesticas por lo que se considera un factor de potencia cercano a la unidad, por lo tanto:

$$I_{rms} = \frac{\pi I_{avr}}{2\sqrt{2}} \quad (5)$$

$$I_{rms} = 1.1107(I_{avr})$$

2.1.1.3. ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA DE MEDICIÓN

En la siguiente ilustración podemos observar la conexión entre todos los elementos y los sensores utilizados.

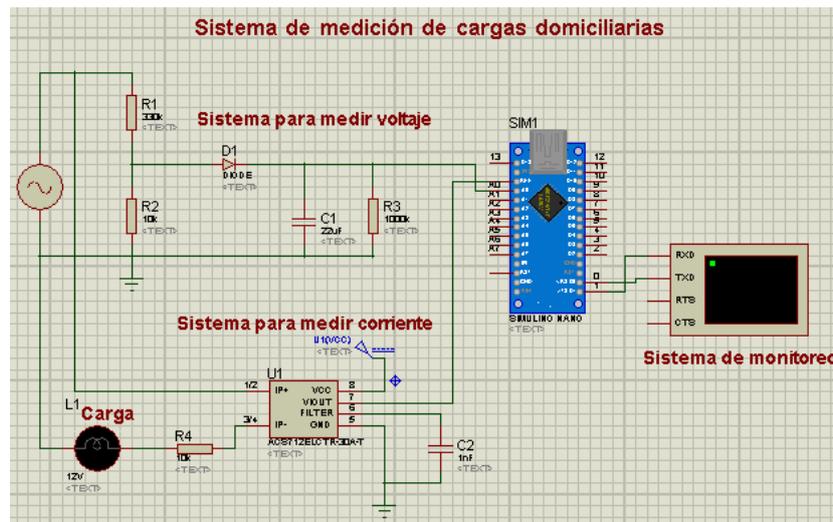


Ilustración 16. Sistema de medición.

CAPÍTULO 2. DISEÑO Y DESARROLLO DEL SISTEMA

2.1.2. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE LOS CIRCUITOS

El sistema consta de optoacopladores MOC3010 y de los triacs BTA 16, los optoacopladores reciben la señal digital proveniente del Raspberry Pi a la vez que se encargan de aislar el circuito de control de la tensión alterna y emiten la señal correspondiente a los triacs, los cuales se encargaran de permitir o no el paso de corriente alterna a los circuitos.

Las salidas digitales del Raspberry se conectan en serie con un diodo led que permitirá conocer el estado de las líneas. Cuando el led está encendido significara que la línea está habilitada, por otra parte el led apagado indicara que la línea esta deshabilitada.

Para poder utilizar las salidas digitales del Raspberry se utilizara el programa Python que viene instalado inicialmente en este dispositivo.

2.1.2.1. ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA DE CONTROL

En la siguiente ilustración se observa el esquema diseñado en Proteus para el control de los circuitos.

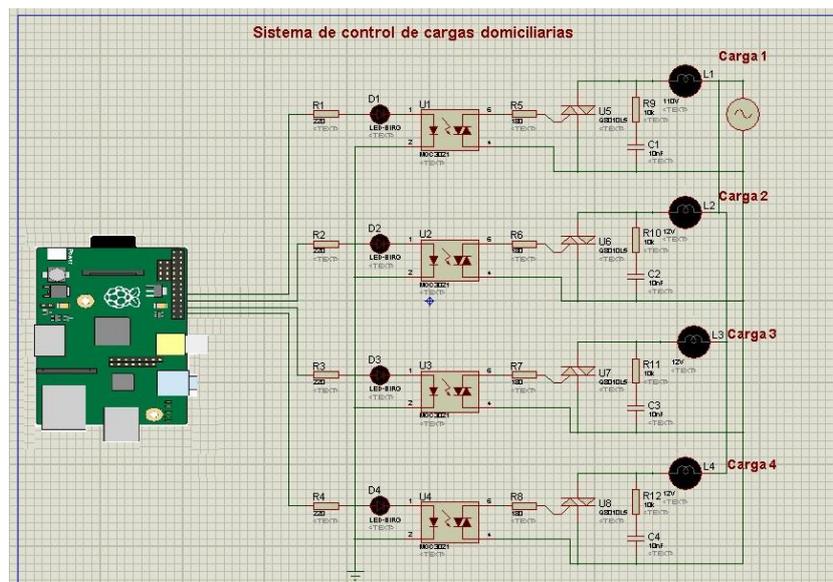


Ilustración 17. Esquema del circuito de control.

CAPÍTULO 2. DISEÑO Y DESARROLLO DEL SISTEMA

2.1.3. DISEÑO DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN ENTRE EL RASPBERRY PI Y EL ARDUINO

Este sistema establece la comunicación entre el Raspberry Pi y el Arduino Nano, con el fin de leer y almacenar los valores en una base de datos en el Raspberry Pi. Para realizar esta comunicación se utilizará el programa Python, además se deberá instalar la librería de PYTHON-SERIAL y de PYTHON-MYSQL.

La librería PYTHON-SERIAL nos permite establecer la comunicación con el Arduino, mientras que la librería PYTHON-MYSQL nos permitirá guardar los datos proporcionados por el Arduino.

2.1.4. DISEÑO DE LA APLICACIÓN PARA DISPOSITIVOS MÓVILES

Se diseñará una aplicación híbrida, por lo que se crearán páginas utilizando el lenguaje php para las diversas funciones que tendrá nuestra aplicación como son: Control de los circuitos, Monitoreo, Límite de consumo, Gráfica de Consumo y el Consumo, estas páginas web serán empaquetadas en el software App Inventor, este software se lo puede descargar o se lo puede utilizar directamente desde su página web: <http://appinventor.mit.edu/explore/>. Para acceder a este software se necesita tener una cuenta en google. En la siguiente imagen se observa App Inventor:

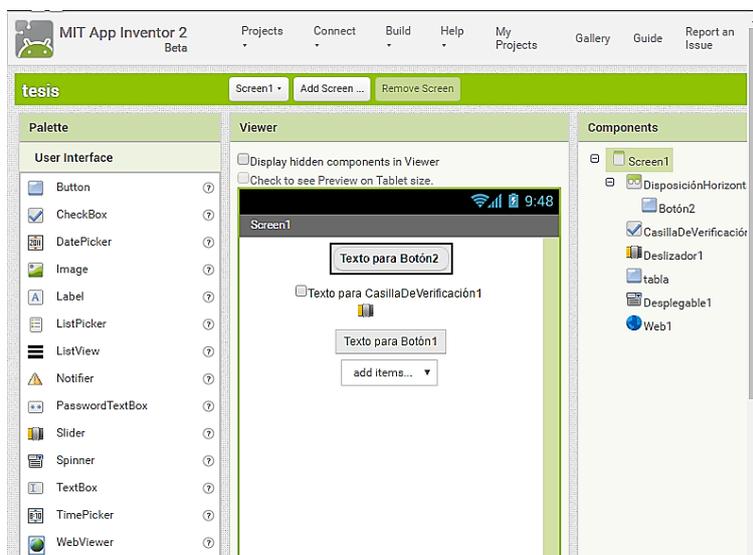


Ilustración 18. App Inventor.

CAPÍTULO 2. DISEÑO Y DESARROLLO DEL SISTEMA

La aplicación principalmente va a contar con un acceso para un usuario cualquiera y para un administrador. El usuario tiene un acceso limitado a las funciones de la aplicación y tampoco podrá controlar los circuitos tanto en luminarias como en tomacorrientes de todos los espacios de la casa, sino un número limitado de los mismos que serán previamente establecidos al realizar la programación de la aplicación.

El administrador tiene acceso a todas las funciones de la aplicación, pero para ello debe ingresar mediante una clave, también podrá controlar todos los circuitos de todos los espacios de la casa, además tendrá la opción a poner un límite en el consumo de la energía para así activar o desactivar cualquier circuito.

En la siguiente ilustración se muestra el funcionamiento de la aplicación.

CAPÍTULO 2. DISEÑO Y DESARROLLO DEL SISTEMA

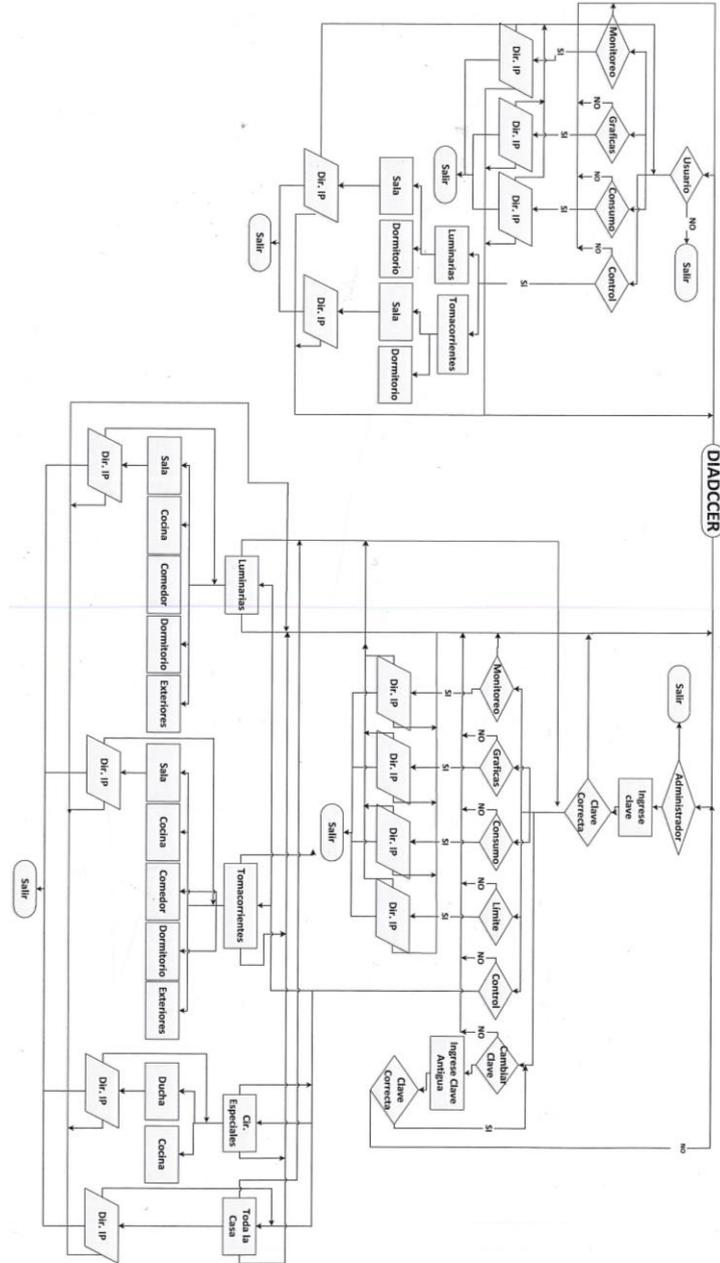


Ilustración 19. Funcionamiento de la aplicación.

CAPÍTULO 2. DISEÑO Y DESARROLLO DEL SISTEMA

2.1.5. DISEÑO DEL PCB

El PCB del circuito fue realizado en el programa ALTIUM, es un PCB de doble cara con agujeros pasantes. En las dos caras del PCB se realizaron capas de tierra para los elementos. En la siguiente ilustración se puede observar el diseño final del PCB.

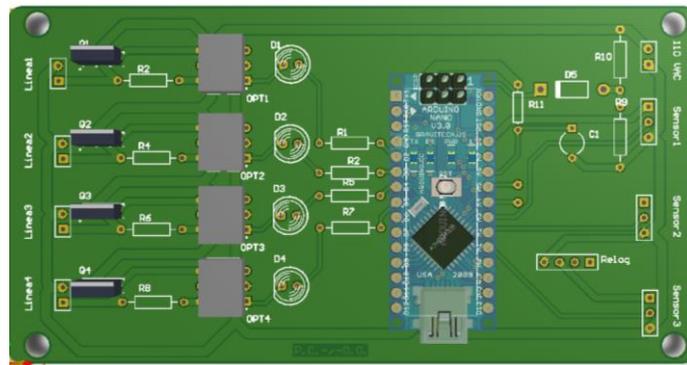


Ilustración 20. PCB del circuito.

2.1.6. DISEÑO DEL CHASIS

El diseño del chasis fue realizado en el software INVENTOR, en la parte interna del chasis se encontrara el Raspberry Pi y el PCB. En la parte externa se encontrara la pantalla, los leds que indicaran que circuito esta encendido, las borneras para el voltaje alterno, las borneras para los sensores y las borneras para el limitador de energía. En la siguiente ilustración se observa el modelado del chasis:

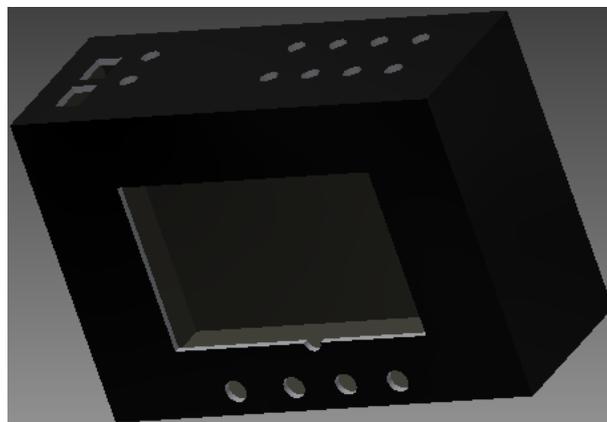


Ilustración 21. Chasis para el dispositivo final

2.2. DESARROLLO DEL SISTEMA

2.2.1. DESARROLLO DEL SISTEMA DE MEDICIÓN DE CARGAS ELÉCTRICAS RESIDENCIALES.

2.2.1.1. LECTURA DE VOLTAJE AC EN EL ARDUINO

Teniendo en cuenta que el voltaje máximo que se va a medir es de 145Vac, la R2 es de 10KΩ y el voltaje que ingresa en el arduino es de 4,5 Vdc se procede a remplazar estos valores en la ecuación (1) y así obtener la resistencia R1 para el partidor.

$$4.5V = \frac{10K\Omega}{R_1 + 10K\Omega} 145V$$

Dando como resultado el valor de la $R_1 = 278.88K\Omega$.

Para realizar el partidor de tensión se utilizara un valor comercial de R_1 , por lo tanto $R_1 = 330K\Omega$.

El código implementado en el arduino se encuentra en el Anexo 1.

2.2.1.2. LECTURA DE LA CORRIENTE ALTERNA EN EL ARDUINO

Para medir la corriente instantánea, al tener un ADC con resolución de 10 bits, un voltaje de referencia de 5V y una sensibilidad del sensor de 100mV, usamos la siguiente expresión:

$$I_{inst} = \frac{V_{ref}}{2^n - 1} * \frac{1}{Sensibilidad} (ADC_{muestra} - 512) \quad (6)$$

Remplazando valores se obtiene la expresión:

$$I_{inst} = \frac{5}{1023} * \frac{1}{0.1} (ADC_{muestra} - 512)$$

Obteniendo la siguiente formula:

$$I_{inst} = 0.048875(ADC_{muestra} - 512)$$

CAPÍTULO 2. DISEÑO Y DESARROLLO DEL SISTEMA

Esta fórmula será la ingresada en el código de programación de Arduino, donde $ADC_{muestra}$ serán los valores leídos por el sensor.

La programación realizada se encuentra en el Anexo 1.

2.2.2. CÁLCULO DE LA POTENCIA ELÉCTRICA Y DE LA ENERÍA ELÉCTRICA CONSUMIDA

Con la lectura del voltaje y la corriente en el Arduino se procede a calcular la potencia de los 3 circuitos y la potencia total.

La potencia de cada circuito se obtiene con la siguiente fórmula:

$$Potencia1 = V * I1 \quad [W] \quad (7)$$

$$Potencia2 = V * I2 \quad [W] \quad (8)$$

$$Potencia3 = V * I3 \quad [W] \quad (9)$$

La potencia total es la suma de las 3 potencias.

$$Potencia\ Total = Potencia1 + Potencia2 + Potencia3$$

Ya calculada la potencia total procedemos a calcular la energía eléctrica consumida con la siguiente fórmula:

$$Energía = Potencia * Tiempo \quad [Wh]$$

$$Energía = \frac{Potencia\ Total}{1000} * Tiempo \quad [kWh] \quad (10)$$

La programación realizada en el Arduino se encuentra en el Anexo 1.

2.2.3. DESARROLLO DEL SISTEMA DE CONTROL DE LOS CIRCUITOS

Para realizar este control se utilizó los pines GPIO del Raspberry, los cuales nos permitirán que enviemos una señal digital para la activación y desactivación de las líneas de tensión. Los comandos para activar y desactivar las salidas del Raspberry serán provenientes de diversas páginas web.

CAPÍTULO 2. DISEÑO Y DESARROLLO DEL SISTEMA

El código desarrollado en Python del Raspberry para el encendido de los circuitos se encuentra en el Anexo 2, y para el apagado se encuentra en el Anexo 3.

2.2.4. DESARROLLO DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN ENTRE EL RASPBERRY Y EL ARDUINO.

Para el sistema de comunicación se deberá instalar PYTHON-SERIAL y PYTHON-MYSQL.

2.2.4.1. INSTALACIÓN DE PYTHON-SERIAL

Python-Serial es una librería que permitirá establecer una comunicación serial entre el arduino y el Raspberry Pi. Para instalar Python-Serial en la Raspberry Pi debemos seguir los siguientes pasos:

- Introducir en el LXTerminal el código: **sudo apt-get install Synaptic** [39]. Este comando descargara e instalara el programa Synaptic. Cuando se ha terminado la descarga, este programa se encontrara en Preferencias que se encuentra en el menú.

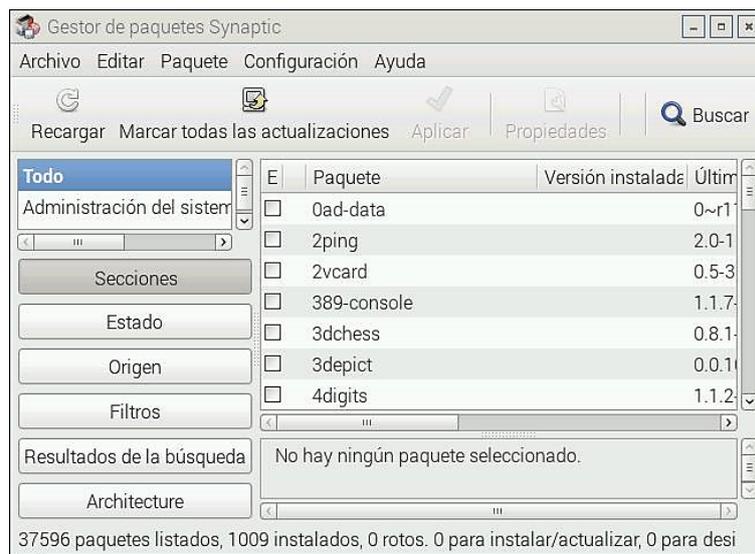


Ilustración 22. Gestor de paquetes Synaptic.

CAPÍTULO 2. DISEÑO Y DESARROLLO DEL SISTEMA

- Mediante la utilización de Synaptic se procederá a descargar la librería Python-serial.

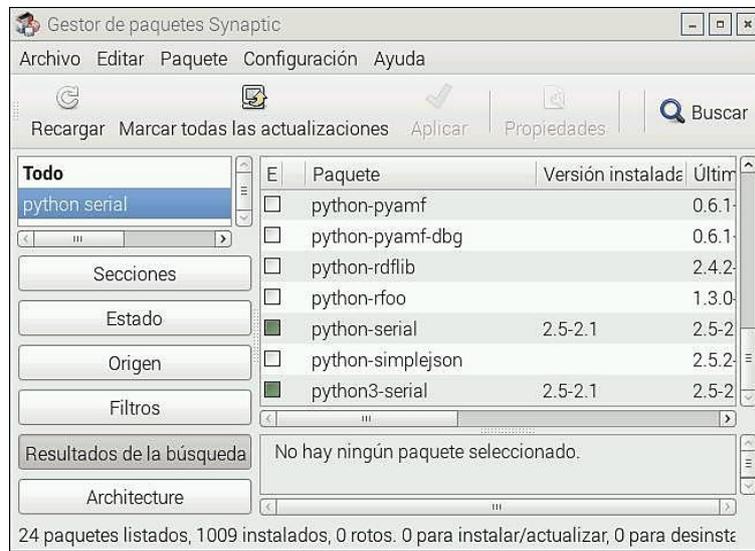


Ilustración 23. Python-serial.

2.2.4.2. MYSQL Y PYTHON

Se procede a descargar esta librería compatible con Python que es necesaria para cargar los datos obtenidos desde el sistema de adquisición, la descarga se realizara mediante el gestor de paquetes de Synaptic.

CAPÍTULO 2. DISEÑO Y DESARROLLO DEL SISTEMA

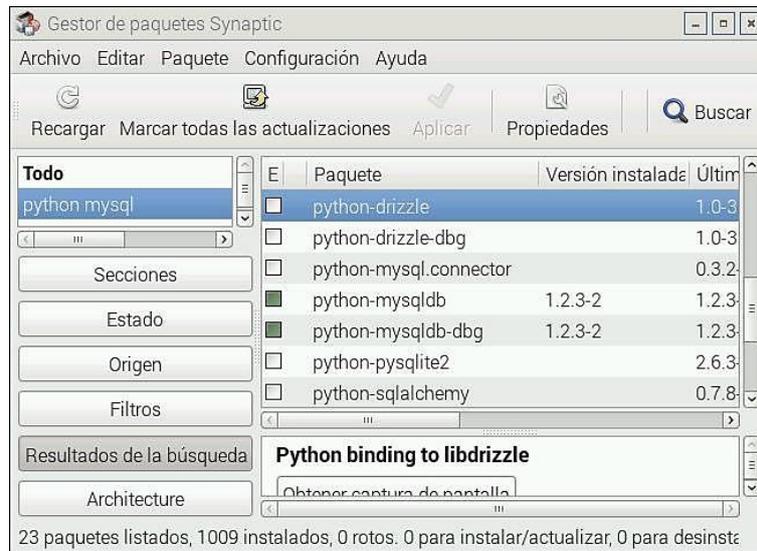


Ilustración 24. Descarga de la librería en Synaptic.

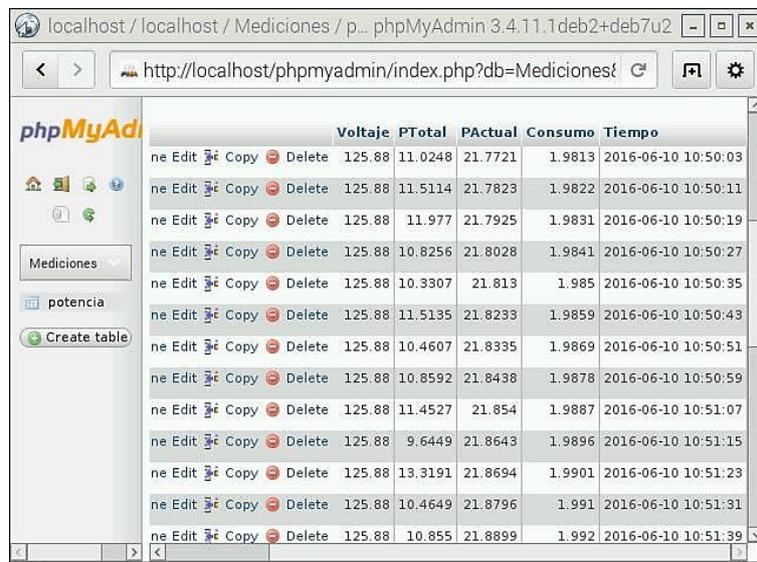
2.2.4.3. COMUNICACIÓN ENTRE EL RASPBERRY PI Y EL ARDUINO NANO

Ya descargado los paquetes anteriores se procedió a diseñar en el Raspberry Pi una base de datos en MySQL y se utilizó un archivo en Python para almacenar los valores registrados por el Arduino en esta base de datos. El código en Python se encuentra en el Anexo 4.

La base de datos se llama Mediciones y contendrá una tabla llamada potencia la cual contendrá 5 columnas: Voltaje, Energía total (Ptotal), Potencia Actual (Pactual), Consumo y Tiempo.

En la siguiente imagen se puede observar la base de datos Mediciones y los datos registrados y almacenados en las diversas columnas de la tabla.

CAPÍTULO 2. DISEÑO Y DESARROLLO DEL SISTEMA



				Voltaje	PTotal	PActual	Consumo	Tiempo
ne Edit	Copy	Delete	125.88	11.0248	21.7721	1.9813	2016-06-10 10:50:03	
ne Edit	Copy	Delete	125.88	11.5114	21.7823	1.9822	2016-06-10 10:50:11	
ne Edit	Copy	Delete	125.88	11.977	21.7925	1.9831	2016-06-10 10:50:19	
ne Edit	Copy	Delete	125.88	10.8256	21.8028	1.9841	2016-06-10 10:50:27	
ne Edit	Copy	Delete	125.88	10.3307	21.813	1.985	2016-06-10 10:50:35	
ne Edit	Copy	Delete	125.88	11.5135	21.8233	1.9859	2016-06-10 10:50:43	
ne Edit	Copy	Delete	125.88	10.4607	21.8335	1.9869	2016-06-10 10:50:51	
ne Edit	Copy	Delete	125.88	10.8592	21.8438	1.9878	2016-06-10 10:50:59	
ne Edit	Copy	Delete	125.88	11.4527	21.854	1.9887	2016-06-10 10:51:07	
ne Edit	Copy	Delete	125.88	9.6449	21.8643	1.9896	2016-06-10 10:51:15	
ne Edit	Copy	Delete	125.88	13.3191	21.8694	1.9901	2016-06-10 10:51:23	
ne Edit	Copy	Delete	125.88	10.4649	21.8796	1.991	2016-06-10 10:51:31	
ne Edit	Copy	Delete	125.88	10.855	21.8899	1.992	2016-06-10 10:51:39	

Ilustración 25. Base de datos Mediciones.

2.2.5. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN PARA DISPOSITIVOS MOVILES

Se procederá a desarrollar las páginas web para cada una de las funciones y se desarrollaran los bloques de programación para la interfaz gráfica y el empaquetado de estas páginas.

2.2.5.1. DESARROLLO DE LAS PAGINAS WEB

Se desarrolló una página web principal y una página web para el control de los circuitos únicamente para el Raspberry Pi. El código de la página web principal se encuentra en el Anexo 5 y el de la página de control en el Anexo 6. El código de control para el circuito de luminarias se encuentra en el anexo 7.

El código de la página de Monitoreo que nos permitirá observar los valores medidos y calculados tanto en el Raspberry Pi y para la aplicación se encuentra en el Anexo 8.

La programación para la página de la Gráfica de consumo que se observaran en el Raspberry Pi y en la aplicación se encuentra en el Anexo 9.

CAPÍTULO 2. DISEÑO Y DESARROLLO DEL SISTEMA

El código de la página del Consumo para el Raspberry Pi y para la aplicación se encuentra en el Anexo 10.

Se desarrolló un código de programación que permitirá poner un límite de consumo mediante una página web para la aplicación se encuentra en el Anexo 11. El valor ingresado en esta página se guarda en una base de datos que se encuentra en el Anexo 12.

Se diseñó una página web en donde el usuario encontrara todos los datos guardados, la dirección de esta página web es direccionIP/datos.php, el código de esta página se encuentra en el Anexo 13.

Se implementó un página en donde el usuario observa el límite máximo del consumo y además podrá observa el consumo disponible. El código de esta página se encuentra en el Anexo 14.

2.2.5.2. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN EN APP INVENTOR

Las diferentes interfaces a las cuales se puede acceder mediante la aplicación fueron desarrolladas mediante la web en App Inventor, la programación se la realiza mediante bloques, y el programa en los dispositivos puede ser instalado mediante la descarga del mismo o mediante código QR.

Los bloques de programación desarrollados en el software App Inventor se encuentra en el Anexo 15.

CAPÍTULO 3

3. IMPLEMENTACIÓN DEL DISPOSITIVO

3.1. IMPLEMENTACIÓN DEL SERVIDOR WEB

Para verificar el correcto funcionamiento del servidor web se procedió a realizar un documento tipo php con el nombre de prueba.php. El código en php se encuentra en el Anexo 16.

Para que la página web sea accesible por otros dispositivos es necesario guardar el documento php en la carpeta raíz del servidor web que se encuentra dentro del Raspberry PI en la dirección /var/www.

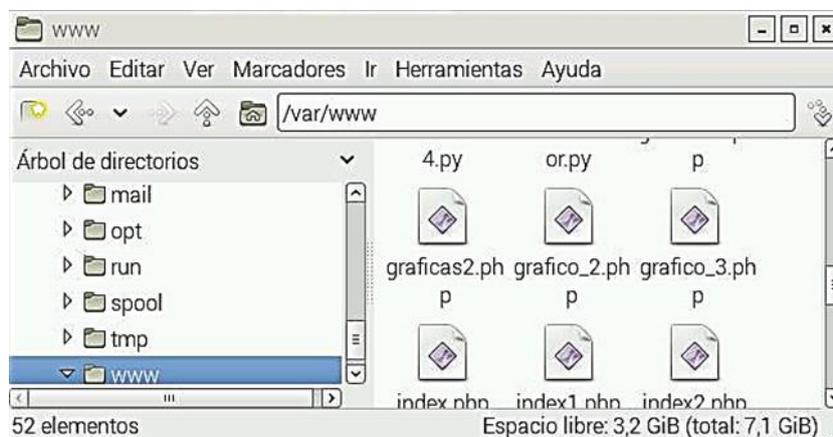


Ilustración 26. Carpeta raíz del Servidor Web.

En la siguiente ilustración se puede observar que la computadora puede ingresar a la página web que se encuentra en el servidor del Raspberry. En este caso hay que digitar en la barra de direcciones la IP del Raspberry seguido del nombre de la página web, ejemplo: 192.168.10.113/prueba.php.



Ilustración 27. Funcionamiento del servidor web.

CAPÍTULO 3. IMPLEMENTACIÓN DEL DISPOSITIVO

3.2. IMPLEMENTACIÓN DE LAS PÁGINAS WEB

Las páginas web diseñadas para que sean accesibles por otros dispositivos deben ser almacenadas en la carpeta WWW del Raspberry Pi.

La interfaz gráfica de las diferentes páginas permite al usuario un acceso rápido y fácil a la información.

3.2.1. PAGINA PRINCIPAL

En esta página se puede observar las diferentes funciones que están accesibles desde la pantalla del Raspberry Pi, estas funciones son: el Control de los circuitos, Monitoreo, Gráfica y Consumo.



Ilustración 28. Página Principal.

3.2.2. PÁGINA DE CONTROL

En la siguiente ilustración se observa el panel de control, el cual nos permitirá acceder a los 3 circuitos y además tenemos la opción para encender y apagar todos los circuitos.



Ilustración 29. Control de los circuitos.

CAPÍTULO 3. IMPLEMENTACIÓN DEL DISPOSITIVO

3.2.3. PÁGINA DE MONITOREO

En la siguiente ilustración se observa 4 columnas: El Voltaje, Energía, PActual y el Tiempo. En la columna de voltaje se observa el voltaje actual con el cual está alimentada toda la casa, la columna de energía hace referencia a la energía total consumida hasta ese momento, PActual es la potencia actual total que se está consumiendo en ese momento y el Tiempo establece la fecha y hora en la que fue realizada la medición.

MONITOREO			
Voltaje (V)	Energía (kWh)	PActual (W)	Tiempo
125.88	21.9104	9.0514	2016-06-10 10:51:56
125.88	21.9001	11.0836	2016-06-10 10:51:48
125.88	21.8899	10.855	2016-06-10 10:51:39
125.88	21.8796	10.4649	2016-06-10 10:51:31
125.88	21.8694	13.3191	2016-06-10 10:51:23
125.88	21.8643	9.6449	2016-06-10 10:51:15
125.88	21.854	11.4527	2016-06-10 10:51:07
125.88	21.8438	10.8592	2016-06-10 10:50:59
125.88	21.8335	10.4607	2016-06-10 10:50:51
125.88	21.8233	11.5135	2016-06-10 10:50:43
125.88	21.813	10.3307	2016-06-10 10:50:35
125.88	21.8028	10.8256	2016-06-10 10:50:27

Ilustración 30. Monitoreo de los Circuitos.

3.2.4. PÁGINA DE CONSUMO

En la página de consumo se observa el precio en dólares de la energía total consumida hasta ese momento.

ENERGIA CONSUMIDA \$
4.0531

Ilustración 31. Energía Total consumida.

3.2.5. PÁGINA DEL LIMITE

Esta página nos permite fijar un valor que será el límite para la energía total consumida, este valor será almacenado y comparado con la columna de la Energía y si los dos valores llegan a ser iguales se procederá a apagar automáticamente el circuito 3.

CAPÍTULO 3. IMPLEMENTACIÓN DEL DISPOSITIVO



Ilustración 32. Límite de la potencia.

3.2.6. PÁGINA DE LA GRAFICA

En la siguiente ilustración se puede observar la gráfica de la Energía en kWh y de la Potencia Actual en W. Los datos para realizar la gráfica se obtienen de la base de datos.

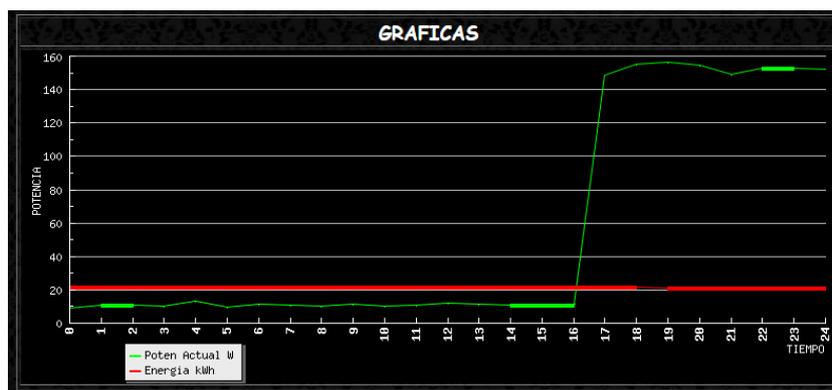


Ilustración 33. Gráfico de la potencia actual y de la energía.

3.3. IMPLEMENTACIÓN DE LA APLICACIÓN MOVIL EN ANDROID

La pantalla principal de la aplicación nos permite acceder a la misma como usuario o como administrador. En la siguiente ilustración se observa la presentación principal de la aplicación:

CAPÍTULO 3. IMPLEMENTACIÓN DEL DISPOSITIVO



Ilustración 34. Pantalla principal de la aplicación.

La opción usuario permite que cualquier persona pueda acceder a ciertos parámetros de la aplicación, los mismos que se muestran en la siguiente ilustración:



Ilustración 35. Pantalla principal para el usuario.

Al ingresar en la opción de administrador nos enlazaremos a una pantalla en donde nos pedirá una clave para poder ingresar a todas las opciones de control y monitoreo domótico.

Al instalar la aplicación, esta tendrá por defecto la clave “admin” la misma que puede ser modifica, para ello en las opciones de administrador tendremos la opción “CAMBIAR CLAVE”, la misma que se guardara en los datos de cache del dispositivo. Cuando la clave sea incorrecta la pantalla emitirá este mensaje “Clave incorrecta” para que se vuelva a intentar .En las imágenes

CAPÍTULO 3. IMPLEMENTACIÓN DEL DISPOSITIVO

siguientes se observa la interface para ingresar la clave del administrador de la aplicación:



Ilustración 36. a) Interfaz para ingresar clave. b) Ingresando clave. c) Mensaje de clave incorrecta.

Si la clave es correcta la aplicación nos permite ingresar a la siguiente interface de administrador en donde se encuentran todos los parámetros a controlar y monitorear, estos parámetros se muestran en la siguiente ilustración:



Ilustración 37. Pantalla principal para el administrador.

La opción “CAMBIAR CLAVE” nos enviara a la pantalla que se muestra en la siguiente ilustración, en la cual podremos modificar la clave que nos viene por defecto o cambiar las claves que ya se hayan establecido, para lo cual debemos ingresar la clave anterior y la nueva clave. En caso de ingresar la

CAPÍTULO 3. IMPLEMENTACIÓN DEL DISPOSITIVO

clave antigua erróneamente nos aparecerá un mensaje de clave incorrecta y la aplicación nos mandara a la página principal.



Ilustración 38. Interface para cambiar clave.

La pantalla principal del administrador contiene la opción “LIMITE”, esta opción permite ingresar y guardar el valor máximo de consumo eléctrico que tendrá la casa, el cual permitirá apagar una de las líneas o circuitos del hogar. La interface del límite se observa en la ilustración a continuación:

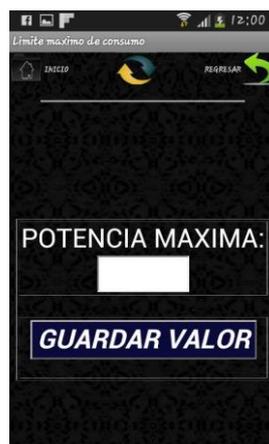


Ilustración 39. Pantalla para la opción “LIMITE”.

Las opciones “TABLAS”, “GRAFICAS” y “CONSUMO”, tanto para el usuario como para el administrador nos enviaran a diferentes enlaces los mismos que se muestran en la siguiente ilustración:

CAPÍTULO 3. IMPLEMENTACIÓN DEL DISPOSITIVO



Ilustración 40. a) Interface Monitoreo. b) Interface Gráficas. c) Interface Consumo.

La opción “CONTROL” permite al usuario controlar luminarias y tomacorrientes, mientras que al administrador le permite controlar luminarias, tomacorrientes, circuitos especiales y toda la casa. En la siguiente ilustración se muestra la opción de control para el usuario y el administrador:



Ilustración 41. a) Control Usuario. b) Control Administrador

En el control de usuario tanto en las opciones de luminarias y tomacorrientes solo se podrá controlar la sala y el dormitorio como se muestra en la siguiente ilustración:

CAPÍTULO 3. IMPLEMENTACIÓN DEL DISPOSITIVO



Ilustración 42. a) Luminarias Usuario. b) Tomacorrientes Usuario.

El administrador como ya se mostró, podrá controlar luminarias, tomacorrientes, circuitos especiales y toda la casa. La opción de luminarias y tomacorrientes permitirá controlar todos los espacios de la casa, y los circuitos especiales controlaran la ducha y la cocina de inducción. Estas interfaces se muestran en la siguiente ilustración:



Ilustración 43. a) Luminarias Administrador. b) Tomacorrientes administrador. c) Circuitos especiales.

Al ingresar a controlar las luminarias de uno de los espacios de la casa ya sea como usuario o administrador, la aplicación nos mostrara la siguiente interface grafica dependiendo si encendemos o apagamos el circuito eléctrico:

CAPÍTULO 3. IMPLEMENTACIÓN DEL DISPOSITIVO



Ilustración 44. Control de luminarias.

Al controlar los tomacorrientes la interface gráfica del usuario será la misma que del administrador, la misma que variara dependiendo si estén habilitados o deshabilitados, esta interface se muestra en la siguiente ilustración:



Ilustración 45. Control de tomacorrientes.

El administrador puede activar o desactivar el circuito de la ducha eléctrica, la interface gráfica de esta opción se muestra en la siguiente ilustración:

CAPÍTULO 3. IMPLEMENTACIÓN DEL DISPOSITIVO



Ilustración 46. Control de la ducha eléctrica.

El administrado también tiene la posibilidad de activar o desactivar todos los circuitos de luminarias, tomacorrientes y circuitos especiales mediante una sola opción “TODA LA CASA”, la interface gráfica para este control se muestra en la siguiente ilustración:



Ilustración 47. Control de toda la casa.

3.4. IMPLEMENTACIÓN DEL DISPOSITIVO

Al tener el chasis y la placa electrónica PCB que previamente fueron diseñados se procede al ensamblaje del producto final.

La placa electrónica terminada se la puede observar en la ilustración que se muestra a continuación, esta placa será fijada al chasis mediante tornillos y

CAPÍTULO 3. IMPLEMENTACIÓN DEL DISPOSITIVO

tuercas de metal, de manera que puedan ser retiradas con total facilidad en caso de alguna avería del dispositivo.

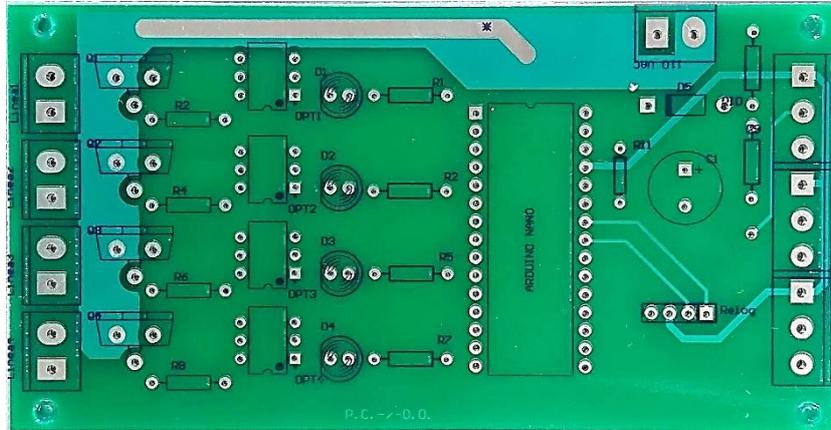


Ilustración 48. Placa electrónica del dispositivo.

En la siguiente ilustración se observa la placa electrónica con los componentes soldados a la misma. Para dispositivos como los LEDs, Sensores de corriente, arduino y reloj de tiempo real, se usaron peinetas con el fin de que sea más rápida su extracción en caso de avería o en el caso de que se los desee cambiar por otro tipo de dispositivos, como por ejemplo en el caso de los sensores se los podría cambiar por unos de más Amperaje o en el caso de los LEDs por luminarias de otros colores.

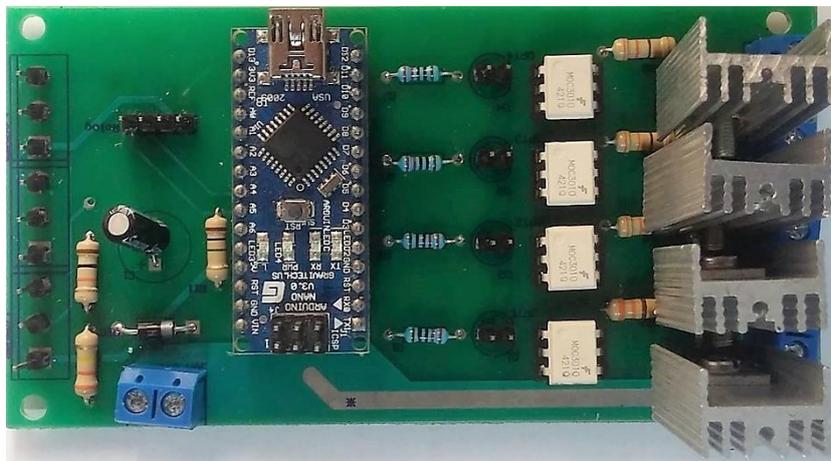


Ilustración 49. Placa electrónica con componentes.

CAPÍTULO 3. IMPLEMENTACIÓN DEL DISPOSITIVO

En la siguiente ilustración se ve la ubicación de todos los componentes electrónicos dentro del chasis.

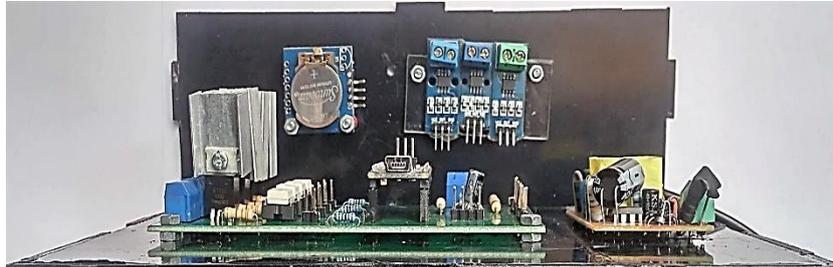


Ilustración 50. Ubicación de los componentes dentro del chasis.

La parte frontal con la pantalla y los LEDs de indicación de encendido de los circuitos se observa en la siguiente ilustración:



Ilustración 51. Parte frontal del chasis.

En la siguiente ilustración se observa la parte superior donde se encuentran todos los conectores que van a permitir que ingrese la alimentación para el dispositivo y los circuitos que serán monitoreados y controlados.

CAPÍTULO 3. IMPLEMENTACIÓN DEL DISPOSITIVO

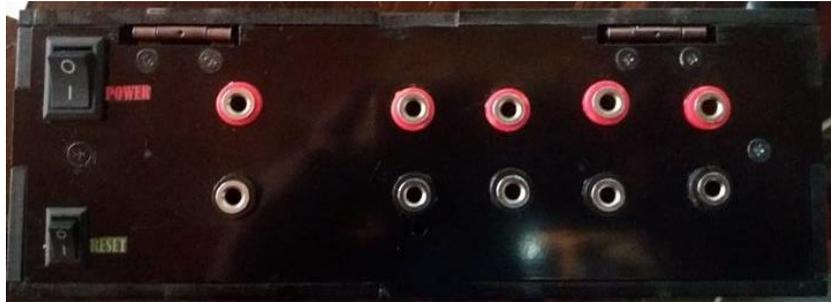


Ilustración 52. Parte superior del chasis.

El producto final ya culminado se lo puede observar en la siguiente ilustración, en ella se puede observar que se han acoplado adhesivos cuya función es informar donde se conectan los circuitos o el nombre del circuito que se activa dependiendo del LED.



Ilustración 53. Dispositivo final.

CAPÍTULO 4

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS

Se va a realizar el análisis de los datos obtenidos durante un periodo de 10 días, los datos que se analizarán son: Voltaje, Potencia Actual y Energía consumida. Para analizar los datos obtenidos por el sistema de monitoreo se realizaron pruebas en una casa, con distintas cargas y con diferentes periodos de tiempo.

El dispositivo como se ha mencionado está dividido en tres partes tanto para el monitoreo como para el control, estas partes son: luminarias, tomacorrientes y circuitos especiales. Para el sistema donde se monitorean y se controlan luminarias las pruebas se realizó con las siguientes cargas:

- Foco incandescente de 110W
- Foco ahorrador de 15W

Para el sistema que monitorea y controla tomacorrientes se realizó las pruebas conectando las siguientes cargas:

- Laptop Toshiba
- Laptop HP
- Equipo de sonido

En el circuito para equipos especiales se utilizaron las siguientes cargas:

- Ducha eléctrica

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1.1. CIRCUITOS INDIVIDUALES DE LAS LUMINARIAS

Se efectuaron mediciones individuales en distintos focos con un multímetro Fluke 117 el cual será nuestro Instrumento patrón, en la tabla que se muestra a continuación se muestran los valores medidos de los distintos tipos de cargas.

CARGAS MEDIDAS CON EL INSTRUMENTO PATRON				
Sistema	Carga	Voltaje	Corriente	Potencia Calculada
Luminarias	Foco incandescente (110W)	125,4 V	0,91 A	114,114 W
	Foco ahorrador (15W)	125,2 V	0,19 A	23,79 W

Tabla 2. Luminarias medidas con el instrumento patrón.

Con el dispositivo diseñado se realizaron mediciones individuales de todas las cargas durante cinco días, las cargas se encendían diariamente un mínimo de 1 hora y un máximo de 4 horas, el promedio de esas mediciones se encuentran en la siguiente tabla:

CARGAS MEDIDAS CON EL DISPOSITIVO (PROMEDIO 5 DIAS)				
Sistema	Carga	Voltaje	Corriente	Potencia
Luminarias	Foco incandescente (110W)	125,54 V	0,93 A	116,18 W
	Foco ahorrador (15W)	125,45 V	0,20 A	25,42 W

Tabla 3. Promedio de las mediciones de las luminarias medidas con el dispositivo.

El monitoreo realizado con la aplicación al foco de 110 W se observa en la siguiente ilustración:

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

MONITOREO			
Voltaje (V)	Energía (kWh)	PActual (W)	Tiempo
119.71	0.288326	114.0826	2016-07-15 11:39:04
124.1	0.278464	118.2879	2016-07-15 11:34:04
124.5	0.268165	123.6367	2016-07-15 11:29:04
124.63	0.257901	123.1796	2016-07-15 11:24:04
124.23	0.247861	120.4455	2016-07-15 11:19:03
123.43	0.238147	116.5701	2016-07-15 11:14:03
			2016-07-

Ilustración 54. Monitoreo del foco de 110 W (App).

El monitoreo realizado con la aplicación al foco de 15 W se observa en la siguiente ilustración:

MONITOREO			
Voltaje (V)	Energía (kWh)	PActual (W)	Tiempo
125.56	0.067333	25.6338	2016-07-15 12:45:30
125.17	0.065408	23.0904	2016-07-15 12:40:30
126.36	0.062961	29.3767	2016-07-15 12:35:30
125.96	0.060887	24.8778	2016-07-15 12:30:29
126.9	0.058653	26.8148	2016-07-15 12:25:29
125.7	0.0567	23.4393	2016-07-15 12:20:29
126.76	0.05429	28.91	2016-07-15 12:15:29
125.7	0.051952	28.0566	2016-07-15 12:10:29
125.96	0.049842	25.3235	2016-07-15 12:05:28
126.5	0.047452	28.691	2016-07-15 12:00:28
124.63	0.045297	25.8565	2016-07-15 11:55:28
122.64	0.043321	23.7106	2016-07-15 11:50:28

Ilustración 55. Monitoreo del foco de 15 W (App).

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1.1.1. ERROR DE LOS CIRCUITOS INDIVIDUALES DE LUMINARIAS

EL error se obtuvo mediante el promedio de las mediciones realizadas entre el instrumento patrón y el dispositivo, se calculó el error relativo y el error absoluto.

4.1.1.1.1. FOCO DE 110 W

El voltaje proporcionado por el instrumento patrón es de 125,4 V y el promedio de las mediciones del dispositivo es de 125,54 V por lo que se obtuvo un error de 0,14 V. La potencia calculada es de 116,18 W y la proporcionada por el dispositivo es de 116,18 W, el error de la potencia es de 2,06 W. El error relativo y absoluto de este foco se observa en la siguiente tabla:

ERROR FOCO 110 W	
Error absoluto voltaje	0,14 V
Error relativo voltaje	0,11%
Error absoluto potencia	2,06 W
Error relativo potencia	2%

Tabla 4. Error del foco incandescente.

4.1.1.1.2. FOCO DE 15 W

El voltaje promedio del dispositivo es de 125,45 V y la medición proporcionada por el instrumento es de 125,2 V por lo que se obtuvo un error de 0,25 V. La potencia calculada es de 23,79 W y la proporcionada por el dispositivo es de 20,36 W, el error de la potencia es de 3,42 W. El error del foco de 15 W se muestra en la siguiente tabla:

ERROR FOCO 15W	
Error absoluto voltaje	0,25 V
Error relativo voltaje	0,20%
Error absoluto potencia	1,63 W
Error relativo potencia	7%

Tabla 5. Error del foco ahorrador.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1.2. CIRCUITO CONJUNTO DE LAS LUMINARIAS

Para esta prueba las mediciones de los circuitos se realizaron encendiendo las cargas conjuntamente por un tiempo considerable, con todos los datos obtenidos mediante el dispositivo se calculó un promedio del voltaje y de la potencia que consumen las cargas, de manera que estos valores puedan ser comparados con los datos medidos por el instrumento patrón.

El monitoreo realizado con la aplicación al circuito de luminarias se observa en la siguiente ilustración:



The image shows a screenshot of a mobile application interface. At the top, there is a status bar with the text 'Tabla', signal strength, Wi-Fi, 85% battery, and the time 15:11. Below the status bar, there are two buttons: 'INICIO' with a home icon and 'REGRESAR' with a back arrow icon. The main content is a table titled 'MONITOREO'. The table has four columns: 'Voltaje (V)', 'Energia (kWh)', 'PActual (W)', and 'Tiempo'. The table contains six rows of data.

Voltaje (V)	Energia (kWh)	PActual (W)	Tiempo
124.23	0.178355	133.7485	2016-07-15 15:07:48
123.7	0.167501	130.2531	2016-07-15 15:02:47
122.9	0.156875	127.5277	2016-07-15 14:57:47
124.9	0.145596	135.3663	2016-07-15 14:52:47
124.5	0.134581	132.1806	2016-07-15 14:47:47
124.5	0.12366	131.0607	2016-07-15 14:42:47

En la siguiente tabla se muestran los valores tomados por el circuito de luminarias combinando dos tipos de carga, para esto se realizaron pruebas durante diez días y con un número distinto de horas por día (Min: 1h-Max: 8h). Los valores fueron tomados cada cinco minutos para reducir el número de muestras que se almacenan en la base de datos y así evitar que la misma se sature.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

CIRCUITO DE LUMINARIAS									
DIA	Carga	# De cargas	Uso en horas	Voltaje Dispo (V)	Voltaje Instru (V)	Potencia Dispo (W)	Potencia Calcu (W)	Consumo Dispositivo (kwh)	Consumo Calculado (kwh)
1	Foco incandescente (110W)	1	4	125,28	125,90	133,21	134,71	0,53	0,54
	Foco ahorrador (15W)	1							
2	Foco incandescente (110W)	1	3	125,06	125,30	132,93	134,07	0,93	0,94
	Foco ahorrador (15W)	1							
3	Foco incandescente (110W)	1	5	125,32	125,60	133,24	134,39	1,60	1,61
	Foco ahorrador (15W)	1							
4	Foco incandescente (110W)	1	1	125,13	124,90	133,50	134,89	1,73	1,75
	Foco ahorrador (15W)	1							
5	Foco incandescente (110W)	1	3	124,79	125,10	132,67	132,61	2,13	2,15
	Foco ahorrador (15W)	1							
6	Foco incandescente (110W)	1	4	124,52	123,90	132,09	131,33	2,66	2,67
	Foco ahorrador (15W)	1							
7	Foco incandescente (110W)	1	2	124,26	124,90	132,37	132,39	2,92	2,94
	Foco ahorrador (15W)	1							
8	Foco incandescente (110W)	1	4	124,77	125,30	132,99	132,82	3,45	3,47
	Foco ahorrador (15W)	1							
9	Foco incandescente (110W)	1	2	124,92	125,20	132,18	132,71	3,72	3,73
	Foco ahorrador (15W)	1							
10	Foco incandescente (110W)	1	1	124,51	124,40	132,96	131,86	3,851727801	3,864419
	Foco ahorrador (15W)	1							

Tabla 6. Mediciones de las luminarias.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1.2.1. ERROR EN EL CIRCUITO CONJUNTO DE LUMINARIAS

En la siguiente ilustración se observan la variación que tuvo el voltaje en el dispositivo con respecto al instrumento patrón a lo largo de los diez días que se realizaron las pruebas.

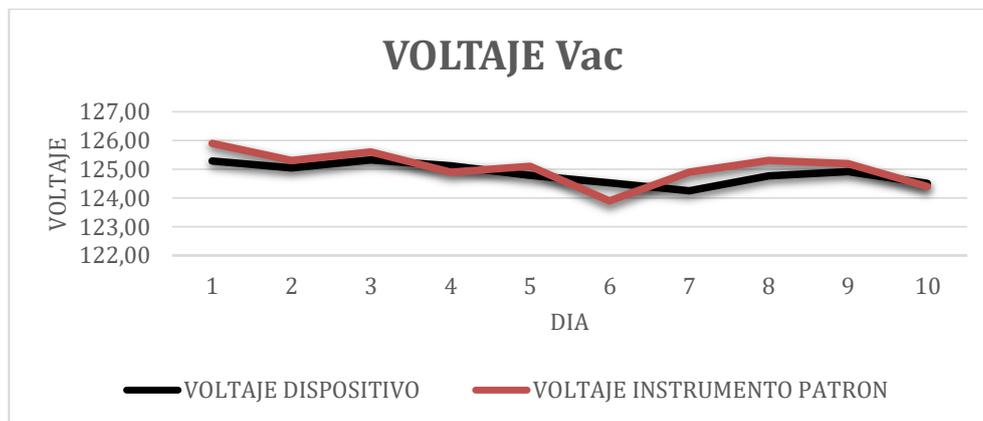


Ilustración 56. Variación del voltaje Luminarias.

El promedio del voltaje medido con el instrumento patrón es de 124,86 V y con el dispositivo es de 125,05 V por lo que el error es de 0,19 V. En la siguiente tabla se puede observar el error de nuestro dispositivo en comparación del instrumento patrón:

ERROR DEL VOLTAJE EN LAS LUMINARIAS	
ERROR ABSOLUTO	0,19 V
ERROR RELATIVO	0,16%

Tabla 7. Error de voltaje Luminarias.

En la siguiente ilustración se observan la variación que tuvo la potencia en los días que se realizaron las pruebas, en el instrumento patrón como en el dispositivo diseñado.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS



Ilustración 57. Variación de la potencia Luminarias.

El promedio de la potencia calculada es de 133,18 W y con el dispositivo es de 132,81 W por lo que el error es de 0,37 W. En la siguiente tabla se puede observar el error de nuestro dispositivo en comparación del instrumento patrón:

ERROR DE LA POTENCIA EN LAS LUMINARIAS	
ERROR ABSOLUTO	0,37 W
ERROR RELATIVO	0,27%

Tabla 8. Error de la potencia Luminarias.

En la ilustración que se muestra a continuación se presenta la variación de la energía consumida acumulada durante los diez días. Las líneas representan la energía consumida que calcula el dispositivo y la energía calculada a través de los datos obtenidos por el instrumento patrón respectivamente:

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

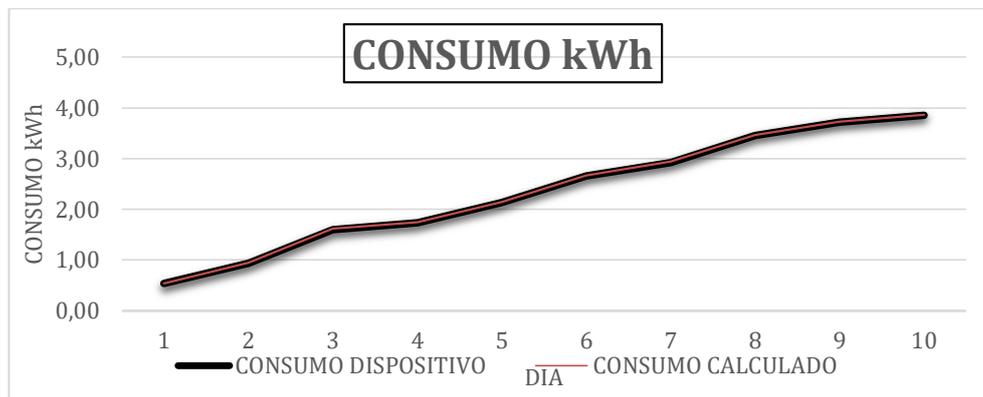


Ilustración 58. Variación del consumo Luminarias.

La energía consumida calculada es de 3,864 kWh y la energía consumida proporcionada por el dispositivo es de 3,8517 kWh por lo que se observa un error de 0,013 kWh que es igual a 13Wh. En la siguiente tabla se observa el error del dispositivo en comparación de los cálculos realizados:

ERROR DEL CONSUMO EN LAS LUMINARIAS	
ERROR ABSOLUTO	0,013 kWh
ERROR RELATIVO	0,55%

Tabla 9. Error del consumo Luminarias.

4.1.3. CIRCUITOS INDIVIDUALES DE TOMACORRIENTES

Se realizaron mediciones a distintas cargas (Laptops y un equipo de sonido), con el instrumento patrón utilizado para el circuito de luminarias (multímetro Fluke 117), en la tabla que se muestra a continuación se muestran los valores medidos de los distintos tipos de cargas.

CARGAS MEDIDAS CON EL INSTRUMENTO PATRON				
Sistema	Carga	Voltaje	Corriente	Potencia calculada
Tomacorrientes	Computador portátil Toshiba	123,3 V	0,25 A	30,825 W
	Computador portátil HP	123,8 V	0,22 A	27,236 W
	Equipo de sonido	123,8 V	0,36 A	44,568 W

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Tabla 10. Aparatos medidos con el instrumento patrón (Tomacorrientes).

Para el dispositivo diseñado se realizaron pruebas durante cinco días, al dispositivo se conectaron cargas individuales un cierto número de horas las cuales varían entre una y cuatro, el promedio de esas mediciones se encuentran en la siguiente tabla:

CARGAS MEDIDAS CON EL DISPOSITIVO (PROMEDIO 5 DIAS)				
Sistema	Carga	Voltaje	Corriente	Potencia
Tomacorrientes	Computador portátil Toshiba	124,00 V	0,24 A	29,67 W
	Computador portátil HP	125,40 V	0,24 A	30,32 W
	Equipo de sonido	123,97 V	0,90 A	50,90 W

Tabla 11. Promedio de las cargas medidas con el dispositivo (Tomacorrientes).

El monitoreo realizado con la aplicación a la laptop Toshiba se observa en la siguiente ilustración:

MONITOREO			
Voltaje (V)	Energia (kWh)	PActual (W)	Tiempo
125.3	0.099975	28.9206	2016-07-15 13:55:31
125.56	0.097331	31.7249	2016-07-15 13:50:31
126.5	0.094912	29.0153	2016-07-15 13:45:31
125.17	0.092431	29.7604	2016-07-15 13:40:31
125.7	0.089881	30.5943	2016-07-15 13:35:30
124.5	0.087511	28.434	2016-07-15 13:30:30
			2016-07-

Ilustración 59 Monitoreo de la laptop Toshiba (App.)

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En la siguiente ilustración se observa el monitoreo de la laptop HP:

MONITOREO			
Voltaje (V)	Energia (kWh)	PActual (W)	Tiempo
124.5	0.205844	30.8998	2016-07-15 15:48:09
124.23	0.203622	26.6346	2016-07-15 15:43:09
125.43	0.201194	29.1115	2016-07-15 15:38:09
125.03	0.198481	32.5368	2016-07-15 15:33:09
124.9	0.196004	29.6971	2016-07-15 15:28:08
123.7	0.193519	29.8301	2016-07-15 15:23:08
			2016-07-15 15:18:08

Ilustración 60. Monitoreo de la laptop HP (App)

4.1.3.1. ERROR DE LOS CIRCUITOS INDIVIDUALES DE TOMACORRIENTES

Se calculó el error absoluto y el error relativo que presenta el dispositivo con respecto al instrumento patrón, para lo cual se utilizó el promedio de las mediciones realizadas entre los dos equipos.

4.1.3.1.1. LAPTOP HP

El voltaje medido en el instrumento patrón es de 123,8 V y el promedio de las mediciones generadas por el dispositivo es de 125,4 V generando un error de 1,6 V. La potencia calculada a través de las mediciones del instrumento patrón es de 27,23 W y la proporcionada por el dispositivo es de 30,32 W, dándonos un error en la potencia de 3,084 W.

En la siguiente tabla se observan los valores del error relativo y el error absoluto de la Laptop Hp:

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

ERROR LAPTOP HP	
Error absoluto voltaje	1,6 V
Error relativo voltaje	1,29%
Error absoluto potencia	3,084 W
Error relativo potencia	11%

Tabla 12. Error de la laptop HP.

4.1.3.1.2. LAPTOP TOSHIBA

El voltaje medido por el instrumento patrón es de 123,3 V y el obtenido por el dispositivo es de 124,0 V, esto genero un error de 0,7 V. La potencia calculada mediante las mediciones del instrumento patrón es de 30,82 W, y la medida por el dispositivo es de 29,67 W, dándonos un error de 1,16 W. En la siguiente tabla se pueden observar los errores relativo y absoluto generados por el computador Toshiba:

ERROR LAPTOP TOSHIBA	
Error absoluto voltaje	0,7 V
Error relativo voltaje	0,57%
Error absoluto potencia	1,16 W
Error relativo potencia	4%

Tabla 13. Error de la laptop Toshiba.

4.1.3.1.3. EQUIPO DE SONIDO

El voltaje medido con el instrumento patrón es de 123,8 V mientras que con el dispositivo es de 123,97 V generando un error de 0,17 V. La potencia calculada es de 44,56 W, y la potencia medida con el dispositivo es de 50,90 W por lo que se obtuvo un error de 6,34 W. Los valores del error relativo y absoluto se observan en la siguiente tabla:

ERROR E. SONIDO	
Error absoluto voltaje	0,17 V
Error relativo voltaje	0,14%
Error absoluto potencia	6,34 W
Error relativo potencia	14%

Tabla 14. Error del equipo de sonido.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1.4. CIRCUITO CONJUNTO DE TOMACORRIENTES

En el circuito de tomacorrientes se realizaron pruebas conectando dos tipos diferentes de cargas por un periodo de tiempo distinto, con el objetivo de sacar un promedio con los datos de voltaje y potencia obtenidos con el dispositivo, los mismos que son comparados con los valores adquiridos mediante las mediciones realizadas con el instrumento patrón.

En la siguiente ilustración se observa el monitoreo realizado con la aplicación a las dos laptops:



MONITOREO			
Voltaje (V)	Energia (kWh)	PActual (W)	Tiempo
126.23	0.281173	63.8671	2016-07-15 16:58:12
126.36	0.276855	51.8615	2016-07-15 16:53:12
126.5	0.272697	49.8949	2016-07-15 16:48:12
126.9	0.267896	57.6564	2016-07-15 16:43:12
126.36	0.263292	55.202	2016-07-15 16:38:11
125.96	0.258437	58.2723	2016-07-15 16:33:11
			2016-07-

Ilustración 61. Monitoreo de las dos laptops (App).

En la siguiente tabla se muestran los valores tomados por el circuito de tomacorrientes combinando dos tipos diferentes de carga. Las mediciones se realizaron en periodos de tiempo que variaban desde dos hasta cuatro horas. Del mismo modo que en el circuito de luminarias los valores fueron tomados cada cinco minutos para reducir el número de muestras que se almacenan en la base de datos.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

CIRCUITO DE TOMACORRIENTES									
DIA	Carga	# De cargas	Uso en horas	Voltaje Dispo (V)	Voltaje Instru (V)	Potencia Dispo(W)	Potencia Calcu(W)	Consumo Dispositivo (kWh)	Consumo Calculado (kWh)
1	Laptop HP	1	3	125,90	125,20	72,01	68,86	0,22	0,21
	Equipo de sonido Sony	1		123,17	123,80	76,82	73,04	0,37	0,35
2	Laptop Toshiba	1	2	124,73	124,30	75,98	67,00	0,60	0,55
	Equipo de sonido Sony	1		124,80	123,40	66,45	65,40	0,86	0,82
3	Laptop HP	1	4	125,30	125,40	73,13	67,97	1,01	0,95
	Equipo de sonido Sony	1		123,55	123,10	65,42	66,47	1,21	1,15
4	Laptop Toshiba	1	3	123,40	124,90	80,80	72,44	1,37	1,30
	Equipo de sonido Sony	1		123,97	125,10	75,81	65,80	1,59	1,49
5	Laptop HP	1	2	124,60	123,80	66,79	66,11	1,73	1,63
	Equipo de sonido Sony	1		125,32	124,40	79,99	73,02	1,89	1,77
6	Laptop Toshiba	1	2						
	Equipo de sonido Sony	1							
7	Laptop HP	1	3						
	Equipo de sonido Sony	1							
8	Laptop HP	1	2						
	Equipo de sonido Sony	1							
9	Laptop Toshiba	1	2						
	Equipo de sonido Sony	1							
10	Laptop Toshiba	1	2						
	Equipo de sonido Sony	1							

Tabla 15. Mediciones de las diferentes cargas.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1.4.1. ERROR EN EL CIRCUITO CONJUNTO DE TOMACORRIENTE

En la siguiente grafica se observa la variación que tuvo el voltaje entre el instrumento patrón y el dispositivo diseñado durante diez días de prueba que se conectaron indistintamente las diferentes cargas.

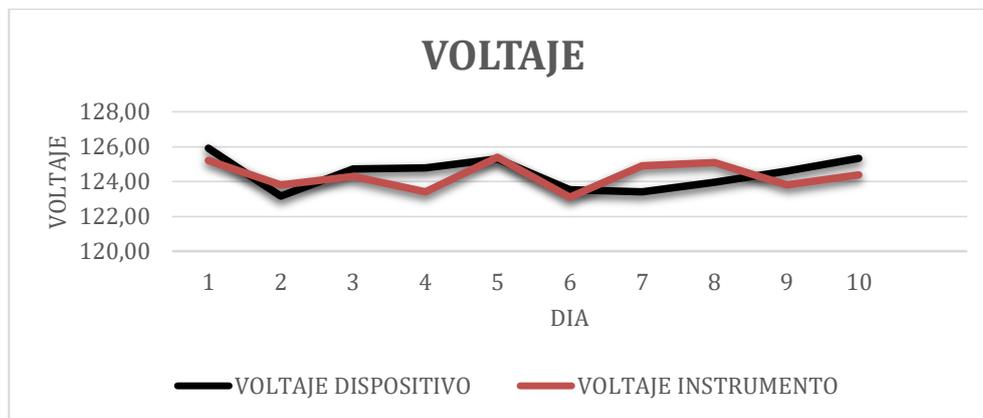


Ilustración 62. Variación del voltaje Tomacorrientes.

El promedio del voltaje del instrumento patrón es de 124,34 V y el del dispositivo es de 124,47 V, provocando un error de 0,13 V.

ERROR DEL VOLTAJE EN LOS TOMACORRIENTES	
ERROR ABSOLUTO	0,13 V
ERROR RELATIVO	0,11%

Tabla 16. Error del voltaje. (Tomacorrientes)

En la siguiente grafica se observa la variación de la potencia durante los 10 días de prueba.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

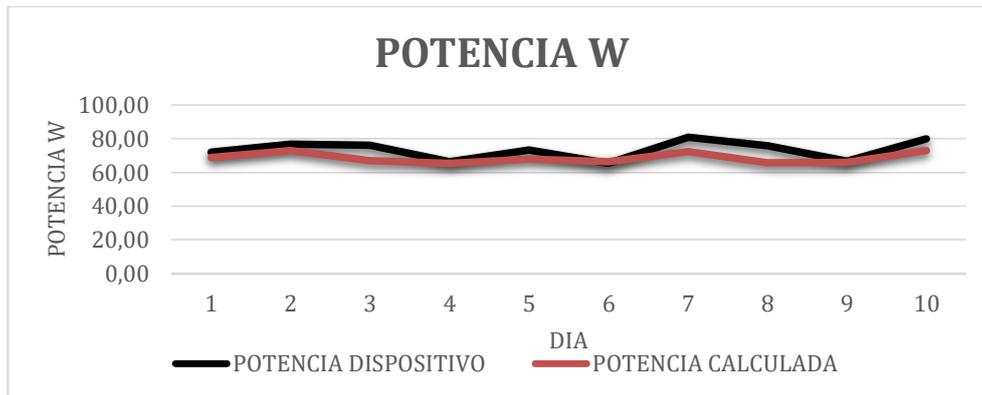


Ilustración 63. Variación de la potencia Tomacorrientes.

La potencia promedio calculada mediante los datos obtenidos por el instrumento patrón es de 68,61 W, y la calculada por el dispositivo es de 73,32 W generando un error de 4,71 W.

ERROR DE LA POTENCIA EN LOS TOMACORRIENTES	
ERROR ABSOLUTO	4,71 W
ERROR RELATIVO	6,86%

Tabla 17. Error de la potencia (Tomacorrientes).

La variación que tiene la energía acumulada en los días de prueba tanto con los valores calculados a través de los parámetros obtenidos por el instrumento patrón como los calculados por el dispositivo se muestran en la siguiente ilustración:

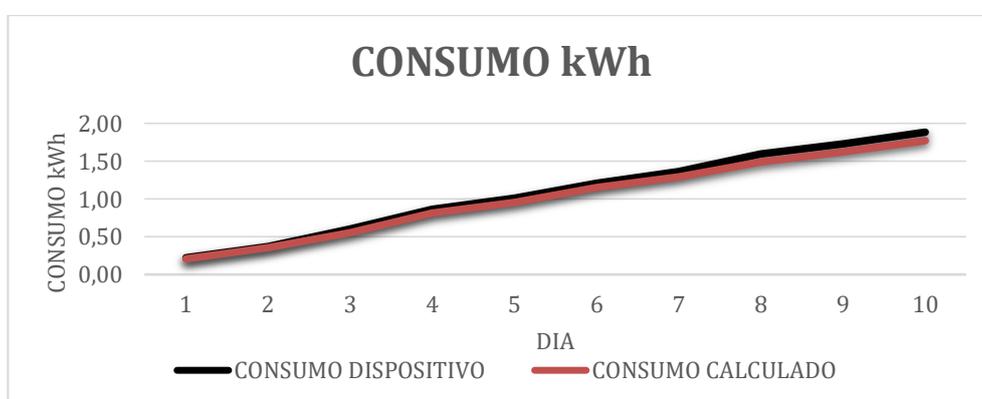


Ilustración 64. Variación del consumo Tomacorrientes.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

La energía total acumulada calculada por el dispositivo fue de 1,89 kWh, mientras que la calculada a través de los datos medidos por el instrumento patrón fue de 1,77kWh, esto genero un error de 0,12kWh.

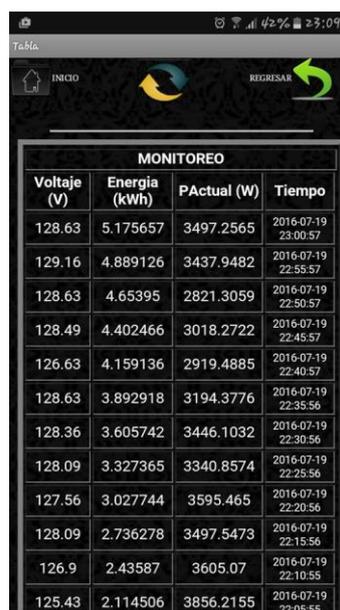
ERROR DEL CONSUMO EN LOS TOMACORRIENTES	
ERROR ABSOLUTO	0,12 kWh
ERROR RELATIVO	6,62%

Tabla 18. Error del consumo (Tomacorrientes).

4.1.5. CIRCUITOS ESPECIALES

Para la parte del dispositivo que está diseñado para circuitos especiales, las pruebas se realizaron con una ducha eléctrica, de igual manera que en los circuitos de luminarias y tomacorrientes para verificar los valores que mide y calcula el dispositivo diseñado se utilizó como instrumento patrón un multímetro Fluke 117.

En la siguiente ilustración se observa el monitoreo realizado con la aplicación a las dos laptops:



MONITOREO			
Voltaje (V)	Energia (kWh)	PActual (W)	Tiempo
128.63	5.175657	3497.2565	2016-07-19 23:00:57
129.16	4.889126	3437.9482	2016-07-19 22:55:57
128.63	4.65395	2821.3059	2016-07-19 22:50:57
128.49	4.402466	3018.2722	2016-07-19 22:45:57
126.63	4.159136	2919.4885	2016-07-19 22:40:57
128.63	3.892918	3194.3776	2016-07-19 22:35:56
128.36	3.605742	3446.1032	2016-07-19 22:30:56
128.09	3.327365	3340.8574	2016-07-19 22:25:56
127.56	3.027744	3595.465	2016-07-19 22:20:56
128.09	2.736278	3497.5473	2016-07-19 22:15:56
126.9	2.43587	3605.07	2016-07-19 22:10:55
125.43	2.114506	3856.2155	2016-07-19 22:05:55

Ilustración 65. Monitoreo de la ducha (App).

En la siguiente tabla se muestran los valores obtenidos por el dispositivo y por el instrumento patrón durante cinco días de prueba, por distintos periodos de tiempo cada día.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

CIRCUITOS ESPECIALES									
DIA	Carga	# De cargas	Uso en Minutos	Voltaje Dispo (V)	Voltaje Instru (V)	Potencia Dispo (W)	Potencia Calcu (W)	Consumo Dispositivo (kWh)	Consumo Calculado (kWh)
1	Ducha Eléctrica	1	5	125,43	125,1	3321,39	3294,41	0,28	0,27
2	Ducha Eléctrica	1	7	125,3	124,9	3324,21	3312,42	0,66	0,661
3	Ducha Eléctrica	1	10	124,9	124,7	3311,1	3300,81	1,22	1,21
4	Ducha Eléctrica	1	6	125,7	125,6	3318,48	3342,75	1,55	1,55
5	Ducha Eléctrica	1	5	125,17	124,9	3308,24	3306,10	1,82	1,82

Tabla 19. Mediciones de la carga (Ducha).

4.1.5.1. ERROR EN LOS CIRCUITOS ESPECIALES

Para calcular el error se utilizó el promedio de las mediciones realizadas entre el dispositivo con respecto a las del instrumento patrón. Se calculó el error absoluto y el error relativo.

El promedio del voltaje medido mediante el instrumento patrón es de 125,058 V y el promedio de las mediciones generadas por el dispositivo es de 125,3 V dando como resultado un error de 0,24 V. En la siguiente tabla se observan los valores de error absoluto y relativo de voltaje en la ducha eléctrica.

ERROR DEL VOLTAJE EN LA DUCHA	
ERROR ABSOLUTO	0,24 V
ERROR RELATIVO	0,19%

Tabla 20. Error del voltaje (Ducha).

En la siguiente ilustración se muestra la variación que tuvo en voltaje en las medidas tomadas con el dispositivo con respecto al instrumento patrón durante los días de prueba:

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

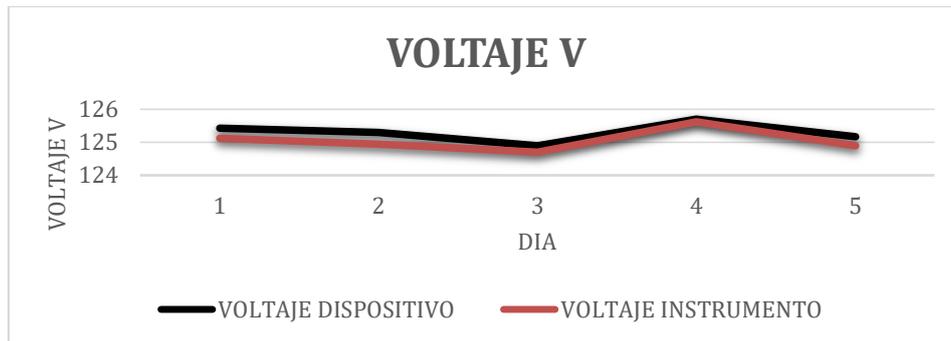


Ilustración 66. Variación del voltaje Ducha.

La potencia calculada a través de las mediciones tomadas por el instrumento patrón es de 3311,29 W y la proporcionada por el dispositivo es de 3316,68 W, generando un error en la potencia de 5,38 W. En la siguiente tabla se observan los valores de error absoluto y relativo de potencia en la ducha eléctrica.

ERROR DE LA POTENCIA	
ERROR ABSOLUTO	5,38 W
ERROR RELATIVO	0,16%

Tabla 21. Error de la potencia (Ducha).

La variación que tuvo la potencia calculada por el dispositivo con respecto a lo calculado mediante los valores tomados por el instrumento patrón durante los días de prueba se observan en la siguiente ilustración:



Ilustración 67. Variación del consumo Ducha.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

La energía total acumulada calculada por el dispositivo es de 1,8239 kWh, mientras que la calculada a través de los datos medidos por el instrumento patrón es de 1,8209 kWh, esto genera un error de 3,09Wh.

ERROR DE CONSUMO EN LA DUCHA	
ERROR ABSOLUTO	0,003 kWh
ERROR RELATIVO	0,0016%

Tabla 22. Error del consumo (Ducha).

La variación que tiene la energía acumulada por el consumo de la ducha eléctrica durante los días de prueba tanto con los valores calculados a través de los parámetros obtenidos por el instrumento patrón como los calculados por el dispositivo se muestran en la siguiente ilustración.

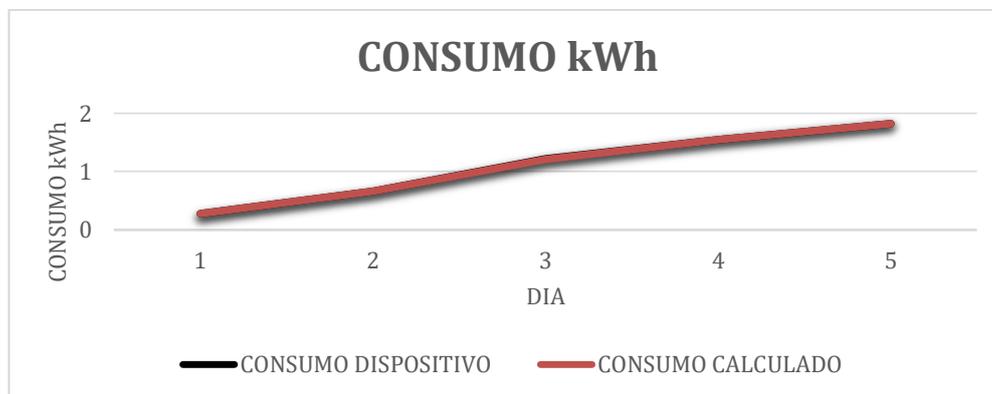


Ilustración 68. Variación del consumo en la Ducha

4.1.6. ERROR DEL CIRCUITO DE LUMINARIA Y TOMACORRIENTE

Se realizó una prueba conectando los circuitos de luminarias y tomacorrientes para establecer el error del dispositivo.

En la siguiente tabla se observa las mediciones realizadas con el instrumento patrón y con el dispositivo:

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

CIRCUITOS									
DIA	Carga	# De cargas	Uso en horas	Voltaje Dispo (V)	Voltaje instru (V)	Potencia Dispo (W)	Potencia Calcu (W)	Consumo dispositivo (kWh)	Consumo calculado (kWh)
1	Foco 110W	1	3	127,36	126,50	205,40	197,34	0,62	0,59
	Foco 15W	1							
	Laptop HP	1							
	Laptop Toshiba	1							
2	Foco 110W	1	2	124,89	125,40	203,65	191,86	1,02	0,98
	Foco 15W	1							
	Laptop HP	1							
	Laptop Toshiba	1							

Tabla 23. Mediciones de los circuitos conjuntos.

En la siguiente tabla se observan los errores de los circuitos conjuntos:

ERROR DE LOS CIRCUITOS CONJUNTOS	
ERROR ABSOLUTO DEL VOLTAJE	0,17 V
ERROR RELATIVO DEL VOLTAJE	0,14%
ERROR ABSOLUTO DE LA POTENCIA	9,92 W
ERROR RELATIVO DE LA POTENCIA	5,03%
ERROR ABSOLUTO DEL CONSUMO	0,05 kWh
ERROR RELATIVO DEL CONSUMO	4,89%

Tabla 24. Error de los circuitos conjuntos.

El voltaje medido con el instrumento patrón es de 125,95 V mientras que con el dispositivo es de 126,13 V generando un error de 0,17 V. La potencia calculada es de 194,60 W, y la potencia medida con el dispositivo es de 204,53 W por lo que se obtuvo un error de 9,92 W.

La energía total acumulada calculada por el dispositivo es de 1,02 kWh, mientras que la calculada a través de los datos medidos por el instrumento patrón es de 0,98 kWh, esto genera un error de 50Wh.

4.2. ANÁLISIS TÉCNICO DE LA APLICACIÓN

4.2.4. ACOPLAMIENTO EN DIFERENTES PANTALLAS

Para comprobar el acoplamiento de la aplicación en los dispositivos, se instaló la misma en varios equipos móviles para ver tanto el acoplamiento de las pantallas como la funcionalidad de las mismas.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los dispositivos utilizados para las pruebas fueron:

- Tablet Ellipsis 2
- Tablet Samsung Galaxy Tab 4
- Celular Samsung J5
- Celular Samsung S3

En la siguiente ilustración se muestra la pantalla de la interface principal en los distintos dispositivos:



Ilustración 69. Interface principal en varios dispositivos.

En la siguiente imagen se observa como los dispositivos se acoplan perfectamente a la interface de las opciones que tiene el administrador:



Ilustración 70. Interface de Administrador en varios dispositivos.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

La funcionalidad de la aplicación se comprobó teniéndola abierta en varios dispositivos y mandando señales de control desde todos los dispositivos, al mandar una señal el estado en la aplicación debe cambiar de ON a OFF o viceversa, y este estado debe actualizarse en todos los dispositivos, en la siguiente imagen se muestra como se encuentra actualizado el estado de ON en todos los dispositivos:



Ilustración 71. Control de circuitos en varios dispositivos.

En la siguiente ilustración se muestra el estado actualizado en OFF para todos los dispositivos:



Ilustración 72. Control de circuitos en varios dispositivos.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.2.5. TIEMPO DE COMUNICACIÓN

El tiempo de comunicación para el monitoreo de datos y el control de las líneas dependerá de la respuesta que tengan las páginas web que se encuentran encapsuladas en la aplicación. Se utilizó el software Wireshark para poder monitorear el tráfico de datos que se genera tanto en el monitoreo como en el control de los circuitos, de este modo sabremos el tiempo que se demora en llegar las ordenes desde la aplicación hasta el servidor (Raspberry Pi).

En la siguiente ilustración se muestra la captura de tráfico de datos que se está dando entre la dirección IP del servidor y la dirección IP de un dispositivo conectado a la misma, en la imagen se distinguen los siguientes parámetros, el número en la secuencia del tráfico de paquetes, el tiempo en segundos desde la captura anterior de paquetes, la dirección IP del origen del envío de paquetes, la dirección IP del destino, el protocolo de transferencia, longitud del paquete, e información adicional.

	Time	Source	Destination	Protocol	Length
101	0.000015	192.168.10.108	192.168.10.115	TCP	66
102	0.050393	192.168.10.115	192.168.10.108	TCP	66
103	0.000067	192.168.10.108	192.168.10.115	TCP	54
104	0.001080	192.168.10.108	192.168.10.115	HTTP	622
105	0.005488	192.168.10.115	192.168.10.108	TCP	54
106	0.029358	192.168.10.115	192.168.10.108	HTTP	371
107	0.000061	192.168.10.108	192.168.10.115	TCP	54

Ilustración 73. Tráfico de datos.

Podemos observar el tráfico de datos que se da entre la dirección IP 192.168.10.115 que está asignada al servidor y la dirección IP 192.168.10.108 la cual corresponde al dispositivo, y están interactuando como emisor o como receptor ya que tanto el uno como el otro envían o reciben datos, los protocolos de comunicación que se utilizan son TCP y HTTP, y calculando el promedio del tiempo en segundos desde la captura anterior de paquetes, tenemos que la respuesta en la comunicación bidireccional tiene un tiempo de 0,11193776 segundos.

En la siguiente ilustración se encuentra resaltado el momento en el cual se envía la orden para encender un circuito desde un dispositivo hasta el servidor:

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length
101	0.000015	192.168.10.108	192.168.10.115	TCP	66
102	0.050393	192.168.10.115	192.168.10.108	TCP	66
103	0.000067	192.168.10.108	192.168.10.115	TCP	54
104	0.001080	192.168.10.108	192.168.10.115	HTTP	622

▶ Frame 104: 622 bytes on wire (4976 bits), 622 bytes captured (4976 bi
▶ Ethernet II, Src: HonHaiPr_1a:e6:f5 (08:ed:b9:1a:e6:f5), Dst: EdimaxT
▶ Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.10.108, Dst: 192.168.10.115
▶ Transmission Control Protocol, Src Port: 60336 (60336), Dst Port: 80
▶ Hypertext Transfer Protocol
▶ HTML Form URL Encoded: application/x-www-form-urlencoded
▶ Form item: "limite" = "1"

Ilustración 74. Comunicación entre el servidor y el dispositivo (encendido)

De la ilustración mostrada anteriormente podemos destacar que el tiempo de envío de paquetes es de 0.001080 segundos, que el origen de la orden es la dirección IP 192.168.10.108 perteneciente al dispositivo y el destino es el servidor cuya dirección es la IP 192.168.10.115, el protocolo es HTTP. También podemos observar en la parte inferior de la imagen la orden que se está enviando “limite”=”1”, esto hace referencia al código de programación en PHP que al recibir un 1 enviara la orden al Arduino para encender el circuito de luminarias.

Del mismo modo en la siguiente ilustración podemos observar el envío de paquetes para apagar el primer circuito, el emisor, el destinatario y el protocolo son los mismos que para la orden de encendido del circuitos, la diferencia es el tiempo con 0.000813 segundos, en la parte inferior se observa que ahora la orden es “limite”=”2”, lo que provoca que el código PHP envíe la orden al Arduino para apagar el circuito de luminarias.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length
120	0.000055	192.168.10.108	192.168.10.115	TCP	66
146	0.993851	192.168.10.115	192.168.10.108	TCP	54
147	0.000069	192.168.10.108	192.168.10.115	TCP	54
148	0.000111	192.168.10.108	192.168.10.115	TCP	54
160	0.053799	192.168.10.108	192.168.10.115	TCP	54
161	0.000813	192.168.10.108	192.168.10.115	HTTP	622
162	0.067179	192.168.10.115	192.168.10.108	TCP	54
163	0.017558	192.168.10.115	192.168.10.108	HTTP	371
164	0.000078	192.168.10.108	192.168.10.115	TCP	54
165	0.002126	192.168.10.108	192.168.10.115	HTTP	507
166	0.042271	192.168.10.115	192.168.10.108	TCP	54
167	0.433253	192.168.10.115	192.168.10.108	HTTP	961
168	0.000062	192.168.10.108	192.168.10.115	TCP	54

```

> Frame 161: 622 bytes on wire (4976 bits), 622 bytes captured (4976 bi
> Ethernet II, Src: HonHaiPr_1a:e6:f5 (08:ed:b9:1a:e6:f5), Dst: EdimaxT
> Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.10.108, Dst: 192.168.10.115
> Transmission Control Protocol, Src Port: 60335 (60335), Dst Port: 80
> Hypertext Transfer Protocol
  HTML Form URL Encoded: application/x-www-form-urlencoded
    Form item: "limite" = "2"

```

Ilustración 75. Comunicación entre el servidor y el dispositivo (apagado).

Se realizaron varias pruebas de encendido y apagado de las distintas líneas, en las cuales el origen de envío de paquetes el destinatario y el protocolo de transferencia son comunes, la diferencia mas importante es el tiempo en el cual se transfieren las ordenes, para lo cual de todas las pruebas realizadas se saco un promedio del tiempo de transferencia teneindo un retardo de 0.09357 segundos.

En la siguiente grafica se observa el trafico de datos que se da desde el dispositivo hasta el servidor y viceversa, es una grafica que esta dada por el numero de paquetes por segundo con respecto al tiempo, por ejemplo en el segundo 110 aproximadamente se observa el pico mas alto en donde se esta dando un trafico de 58 paquetes mas o menos, lo que nos indica que en ese momento sucede mayor envio de datos bidireccionalmente.

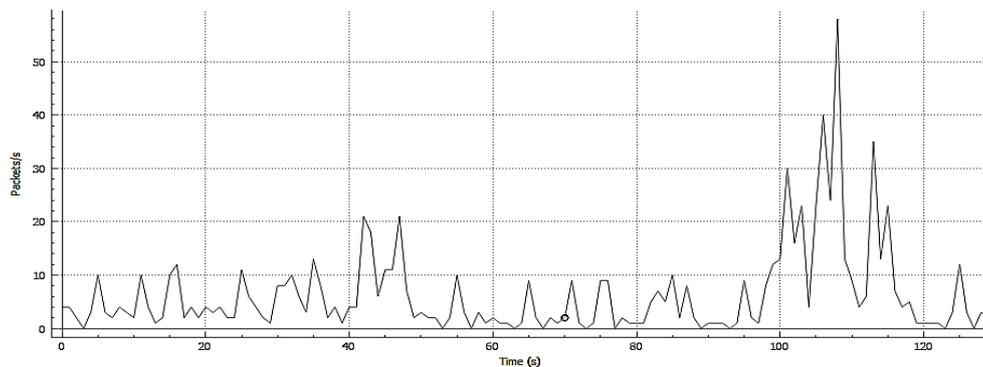


Ilustración 76. Tráfico de datos en Wireshark.

CAPÍTULO 5

5. ANÁLISIS ECONÓMICO

El presente análisis económico consiste en un análisis de costo y un estudio de rentabilidad para así poder definir si el proyecto es rentable previo a su aplicación comercial.

5.1. FUENTE FINANCIERA

El presente proyecto va a estar financiado de manera externa e interna. De manera externa se pedirá un préstamo de \$2500,00 a la Cooperativa de Ahorro y Crédito JEP, y de manera interna los dos socios realizarán una inversión conjunta de \$2500,00.

CAPITAL INICIAL	
Fuente	Valor (\$)
Interna	2500,00
Externa	2500,00
TOTAL	\$ 5000,00

Tabla 25. Capital inicial. Fuente: Los autores.

5.1.1. INTERES DEL PRÉSTAMO

El préstamo va a ser solicitado a la Cooperativa de Ahorro y Crédito JEP para un plazo de 3 años y se realizará un pago anual, ingresando en [40] se puede simular el interés y las cuotas que se pagaran cada año.

En la siguiente imagen se observa los parámetros para el préstamo.

The image shows a digital form for a loan simulator. It consists of three rows of input fields, each with a label and a value. The first row is labeled 'MONTO A SOLICITAR *' and has the value '2.500,00'. The second row is labeled 'FRECUENCIA DE PAGO *' and has a dropdown menu set to 'ANUAL'. The third row is labeled '# CUOTAS *' and has the value '3'. The form has a light gray background and green horizontal lines separating the rows.

Ilustración 77. Simulador del Préstamo de la Cooperativa JEP.

CAPÍTULO 5. ANÁLISIS ECONÓMICO

El interés anual que corresponde a nuestro préstamo es de 15.9%. En la siguiente ilustración se puede observar el interés que tendrá nuestro préstamo.

TASA DE INTERÉS		
Concepto	%	Explicación en Términos Utilizados
Tasa Nominal	15.9 %	<i>Es la Tasa de Interés Anual.</i>
Tasa Efectiva	15.9 %	<i>Es la Tasa de Interés de la operación según el número de periodos de pago al año..</i>
Del Costo de Financiamiento	16.58 %	<i>Tasa resultante de la suma de todos los costos y gastos directos e indirectos relacionados al crédito a recibir..</i>
Tasa máxima referencial del BCE	17.3 %	<i>Es la tasa máxima activa efectiva permitida por el Banco Central del Ecuador por cada segmento de crédito..</i>

Ilustración 78. Interés del Préstamo.

Las cuotas a pagar anualmente están fijadas en la siguiente ilustración:

Cuota No.	Abono Capital	Interés	Seguro Desg..	Cuota	Saldo
1	713.82	397.50	17.04	1,128.36	2,500.00
2	827.32	284.00	12.18	1,123.50	1,786.18
3	958.86	152.46	6.54	1,117.86	958.86
TOTAL	2500.00	833.96	35.76	3369.72	0.00

Ilustración 79. Cuotas del Préstamo.

5.2. ANÁLISIS DE COSTOS

Este análisis se lo ha realizado teniendo en cuenta el costo de los materiales directos e indirectos, mano de obra y activos fijos para así establecer el costo del dispositivo.

5.2.1. MATERIA PRIMA DIRECTA

Son los materiales que se los puede identificar y que constituyen un gran costo en el dispositivo final. En la siguiente tabla se pueden observar los materiales directos utilizados en este proyecto.

CAPÍTULO 5. ANÁLISIS ECONÓMICO

MATERIALES DIRECTOS				
Ítem	Cantidad	Descripción	Valor Unitario (\$)	Valor Total (\$)
1	1	Raspberry Pi2	65,00	65,00
2	1	Fuente para Raspberry	7,00	7,00
3	1	Micro SD	10,00	10,00
4	1	Adaptador USB (WIFI)	10,00	10,00
5	1	Pantalla 800x400 TFT Touch	100,00	100,00
6	1	Arduino nano	15,00	15,00
7	3	Sensor de corriente ASC712 (30A)	13,00	39,00
8	1	(RTC Arduino)	7,50	7,50
9	4	Moc 3010	1,00	4,00
10	4	Triac BTA16	1,00	4,00
11	1	PCB	30,00	30,00
12	1	Chasis	15,00	15,00
13	1	Componentes electrónicos varios	20,00	20,00
			SUBTOTAL	326,50
			IVA (14%)	45,71
			TOTAL	\$ 372,21

Tabla 26. Materia Prima Directa. Fuente: Los autores.

5.2.2. MATERIA PRIMA INDIRECTA

Aquí se encuentran los materiales que son utilizados en la elaboración del dispositivo y no representan un gran costo en su elaboración. Los materiales indirectos utilizados los tenemos en la siguiente tabla:

MATERIALES INDIRECTOS				
Ítem	Cantidad	Descripción	Valor Unitario (\$)	Valor Total (\$)
1	1	Pegamento	1,00	1,00
2	1	Estaño	1,00	1,50
3	1	Pasta	1,50	1,50
4	20	Tornillo	0,03	0,60
			SUBTOTAL	4,60
			IVA (14%)	0,644
			TOTAL	\$ 5,24

Tabla 27. Materia Prima Indirecta. Fuente: Los autores.

CAPÍTULO 5. ANÁLISIS ECONÓMICO

5.2.3. MANO DE OBRA

La mano de obra necesaria para realizar este proyecto es de 2 Ingenieros Electrónicos, los cuales van a realizar trabajos individuales pero complementarios con el fin de dividir el trabajo y terminar el dispositivo mucho más rápido. En la siguiente tabla se observa el valor que ganaría cada Ingeniero teniendo en cuenta la programación y la construcción de cada dispositivo.

MANO DE OBRA			
Cantidad	Personal	Valor Unitario (\$)	Valor total (\$)
2	Ing. Electrónico	250	500
TOTAL			\$ 500

Tabla 28. Mano de Obra. Fuente: Los autores.

5.2.4. ACTIVOS FIJOS

Entre los activos fijos utilizamos en este proyecto tenemos el lugar, los equipos, herramientas, etc.

5.2.4.1. LUGAR O TALLER

Para realizar nuestro proyecto vamos a necesitar un lugar o taller por el cual debemos pagar un arriendo.

Servicio	Valor (\$)
Arriendo	150,00
TOTAL	\$ 150,00

Tabla 29. Arriendo. Fuente: Los autores.

5.2.4.2. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

La inversión en los equipos y herramientas que vamos a tener está enfocada en el equipamiento necesario para el desarrollo del proyecto.

CAPÍTULO 5. ANÁLISIS ECONÓMICO

ítem	Cantidad	Descripción	Valor Unitario	Valor Total	Vida Útil (años)	% Depreciación Anual	Valor de Depreciación Anual	Valor de Depreciación Mensual
HERRAMIENTAS								
1	1	Multímetro	150,00	150,00	5	20 %	\$ 30	\$ 2,50
2	1	Cautín	35,00	35,00	5	20 %	\$ 7	\$ 0,58
3	1	Kit de herramientas	40,00	40,00	10	10 %	\$ 4	\$ 0,33
4	1	Taladro	100,00	100,00	5	20 %	\$ 20	\$ 1,67
EQUIPO								
1	1	Computadora	396,00	396,00	3	33,33 %	\$ 131,99	\$ 11,00
2	1	Impresora	180,00	180,00	3	33,33 %	\$ 59,99	\$ 5,00
			TOTAL	\$ 861,00			\$ 248,98	\$ 20,75

Tabla 30. Herramientas y Equipos. Fuente: Los autores

CAPÍTULO 5. ANÁLISIS ECONÓMICO

5.2.4.3. INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS

Hace referencia al precio mensual de la energía eléctrica, teléfono, internet y el agua potable.

SERVICIOS BASICOS	
Servicio	Valor (\$)
Energía Eléctrica	12,50
Agua Potable	5,00
Teléfono	3,81
Internet	20,05
TOTAL	\$ 41,36

Tabla 31. Servicios Básicos. Fuente: Los autores.

5.2.5. IMPLEMENTACIÓN POR UNIDAD

Terminado el prototipo se ha considerado que se puede realizar tres dispositivos mensuales, por lo que los activos fijos se tendrán que dividir para esta cantidad

Para establecer el costo por unidad se tomaron los datos de las tablas anteriores, que se muestran en la siguiente tabla:

IMPLEMENTACION POR UNIDAD			
Ítem	Descripción	Valor Total (\$)	Valor total por unidad (\$)
1	Materiales Directos	372,21	372,21
2	Materiales Indirectos	5,24	5,24
3	Mano de obra	500	166,67
4	Depreciación de Activos Fijos	20,75	6,92
5	Arriendo	150,00	50
6	Servicios básicos	41,36	13,79
		TOTAL	\$ 614,82

Tabla 32. Implementación por Unidad. Fuente: Los autores.

CAPÍTULO 5. ANÁLISIS ECONÓMICO

Al costo por unidad le sumamos la utilidad que deseamos obtener por cada producto y también el impuesto que se cobra en el país. Por utilidad se desea obtener un 30% y el valor del IVA es del 14%.

Con estos valores obtenemos el costo final mediante la siguiente formula:

$$\begin{aligned} & \text{Valor de venta por producto} = \\ & \text{Valor por cada producto} + \text{Utilidad por producto} + \text{IVA} \quad (11) \end{aligned}$$

Reemplazando los valores en la formula anterior nos queda:

$$\begin{aligned} & \text{Valor de venta por producto} = \\ & \$614,82 + \$ 184,45 + \$86,07 = \$885,35 \end{aligned}$$

La ganancia de cada producto se establece en la siguiente ecuación:

$$\text{Utilidad Bruta} = \text{Precio de venta} - \text{Costo del producto} \quad (12)$$

Reemplazando los valores nos queda:

$$UB = \$885,35 - \$614,82 = \$270,52$$

Al concluir el Análisis Económico se pudo observar que el valor de venta es de \$885,35 y la utilidad bruta es de \$270,52

5.3. ESTUDIO DE RENTABILIDAD

Para conocer la rentabilidad que tendrá el proyecto se realizó una proyección a 3 años y se calculó el TIR (Tasa Interna de Retorno) y el VAN (Valor Actual Neto). Para calcular estos valores es necesario conocer los ingresos y egreso que se tendrá en 3 años.

5.3.1. EGRESOS AÑO 1

Se consideran los egresos y los impuestos que se pagaran por los dispositivos realizados en un año, ya que se fabricaran 3 dispositivos mensuales durante 8 meses tendríamos una producción anual de 24 dispositivos, los 4 meses restantes se procederá a la venta e instalación de los dispositivos. Se incluirá la tasa de inflación anual correspondiente al mes de Junio del 2016 que es de 1,63%.

CAPÍTULO 5. ANÁLISIS ECONÓMICO

EGRESOS AÑO 1			
Ítem	Descripción	Valor Unitario (\$)	Valor Total (\$)
1	Materiales Directos	372,21	8933,04
2	Materiales Indirectos	5,24	125,856
3	Mano de obra	500,00	6000,00
4	Impuestos dispositivos	86,08	2065,81
5	Arriendo	150,00	1800,00
6	Servicios básicos	41,36	496,32
7	Cuota 1 préstamo	1128,36	1128,36
8	Publicidad	50,00	50,00
		TOTAL	\$ 20599,58

Tabla 33. Egresos del Año 1. Fuente: Los autores.

5.3.2. EGRESOS AÑO 2

A estos egresos se incluirá la tasa de inflación anual correspondiente al mes de Junio del 2016 que es de 1,63%. Se diseñara 3 dispositivos mensuales durante 8 meses.

EGRESOS AÑO 2			
Ítem	Descripción	Valor Unitario (\$)	Valor Total (\$)
1	Materiales Directos	372,21	8933,04
2	Materiales Indirectos	5,24	125,856
3	Mano de obra	500,00	6000,00
4	Impuestos dispositivos	86,08	2065,81
5	Arriendo	150,00	1800,00
6	Servicios básicos	41,36	496,32
7	Cuota 2 préstamo	1123,5	1123,5
8	Publicidad	50,00	50,00
		SUBTOTAL	\$ 20594,52
		Tasa de inflación	\$ 335,69
		TOTAL	\$ 20930,21

Tabla 34. Egresos del Año 2. Fuente: Los autores.

CAPÍTULO 5. ANÁLISIS ECONÓMICO

5.3.3. EGRESOS AÑO 3

A estos egresos se incluirá la tasa de inflación anual correspondiente al mes de Junio del 2016 que es de 1,63%. Se diseñaran 3 dispositivos mensuales. Los egresos que se deben pagar en el segundo año se calculan a continuación:

EGRESOS AÑO 3			
Ítem	Descripción	Valor Unitario (\$)	Valor Total (\$)
1	Materiales Directos	372,21	8933,04
2	Materiales Indirectos	5,24	125,86
3	Mano de obra	500,00	6000,00
4	Impuestos dispositivos	86,08	2065,81
5	Arriendo	150,00	1800,00
6	Servicios básicos	41,36	496,32
7	Cuota 3 préstamo	1117,86	1117,86
8	Publicidad	50,00	50,00
		SUBTOTAL	\$ 20588,88
		TASA DE INFLACIÓN	\$ 335,60
		TOTAL	\$ 20924,48

Tabla 35. Egresos del Año 3. Fuente: Los autores.

5.3.4. INGRESOS AÑO 1

Estos ingresos estarán constituidos por los 28 dispositivos vendidos anualmente y por la instalación de cada dispositivo.

INGRESOS AÑO 1			
Ítem	Descripción	Valor Unitario (\$)	Valor Total (\$)
1	Dispositivos Vendidos	885,35	21248,3
2	Costo por instalación	50,00	1200,00
		TOTAL	\$ 22448,3

Tabla 36. Ingresos del Año 1. Fuente: Los autores.

CAPÍTULO 5. ANÁLISIS ECONÓMICO

5.3.5. INGRESOS AÑO 2

Estos ingresos estarán constituidos por los 24 dispositivos vendidos y por la instalación de cada dispositivo además se le sumara la tasa de inflación correspondiente a Junio del 2016 que es de 1.63%.

INGRESOS AÑO 2			
Ítem	Descripción	Valor Unitario (\$)	Valor Total (\$)
1	Dispositivos Vendidos	885,35	21248,3
2	Costo por instalación	50,00	1200,00
2	Costo por mantenimiento	75,00	1800,00
		SUBTOTAL	\$ 24248,3
		TASA DE INFLACIÓN	\$395,25
		TOTAL	\$ 24643,55

Tabla 37. Ingresos del Año 2. Fuente: Los autores.

5.3.6. INGRESOS AÑO 3

Estos ingresos estarán constituidos por la venta de los 24 dispositivos y por la instalación de cada dispositivo además se le sumara la tasa de inflación correspondiente a Junio del 2016 que es de 1.63%.

INGRESOS AÑO 3			
Ítem	Descripción	Valor Unitario (\$)	Valor Total (\$)
1	Dispositivos Vendidos	885,35	21248,3
2	Costo por instalación	50,00	1200,00
2	Costo por mantenimiento	75,00	1800,00
		SUBTOTAL	\$ 24248,3
		TASA DE INFLACIÓN	\$ 395,25
		TOTAL	\$ 24643,55

Tabla 38. Ingresos del Año 3. Fuente: Los autores.

Calculados los ingresos y egresos se procede a calcular el flujo de caja como se observa en la siguiente tabla:

CAPÍTULO 5. ANÁLISIS ECONÓMICO

FLUJO DE CAJA			
Descripción	Año 1	Año 2	Año 3
Ingresos	\$ 22448,3	\$ 24643,55	\$ 24643,55
Egresos	\$ 20599,38	\$ 20930,21	\$ 20924,48
Total Efectivo Neto	\$ 1848,92	\$ 3713,33	\$ 3719,06

Tabla 39. Flujo de Caja. Fuente: Los autores.

5.3.7. TIR Y EL VAN DEL PROYECTO

Se procede a calcular el TIR (TASA INTERNA DE RETORNO) y el VAN (VALOR ACTUAL NETO) para determinar si este proyecto es rentable, además se calculara el TMAR para compararlo con la TIR.

El VAN nos permite establecer los ingresos futuros que tendrá nuestra proyecto.

Para calcular el VAN se utiliza la siguiente fórmula [41]:

$$VAN = \frac{FC}{(1+K)^1} + \frac{FC}{(1+K)^2} + \frac{FC}{(1+K)^n} - I_o \quad (13)$$

- FC = Fluctuación de caja de cada periodo.
- K = Tasa de interés
- N = Números de periodo
- I_o = Inversión inicial

El TIR logra que el $VAN=0$ es decir hace que el monto de inversión inicial sea igual al monto del valor actual.

Se lo calcula con la siguiente fórmula [42]:

$$VAN = \frac{FC}{(1+TIR)^1} + \frac{FC}{(1+TIR)^2} + \frac{FC}{(1+TIR)^n} - I_o = 0 \quad (14)$$

Calculado el TIR se procederá a calcular el TMAR que es la Tasa Mínima Atractiva de Retorno y establece la tasa de ganancia sobre la inversión.

El TMAR se calcula con la siguiente fórmula [36]:

CAPÍTULO 5. ANÁLISIS ECONÓMICO

$$TMAR = i + f + i * f \quad (15)$$

i = Premio al riesgo

f = Inflación

Los cálculos del VAN, el TIR y el TMAR fueron realizados en Excel y se encuentran en la siguiente tabla:

RENTABILIDAD DEL PROYECTO			
Descripción	Año 1	Año 2	Año 3
Ingresos	\$ 22448,3	\$ 24643,55	\$ 24643,55
Egresos	\$ 20599,38	\$ 20930,21	\$ 20924,48
Total Efectivo Neto	\$ 1848,92	\$ 3713,33	\$ 3719,06
Tasa de Interés	15,9		
# Años	3		
Tasa de inflación	1,63		
Premio al riesgo	15		
Inversión Inicial	\$ 5.000,00		
VAN	\$ 1835,67		
TIR	34%		
TMAR	16,87%		

Tabla 40. Rentabilidad del Proyecto. Fuente: Los autores.

La tabla anterior nos presenta los indicadores de rentabilidad obtenidos mediante cálculos en Excel acerca de la rentabilidad del proyecto. En estos cálculos se observa que la Tasa Interna de Retorno (TIR) es mayor a la Tasa de Rentabilidad Mínima Aceptable (TMAR), así como el Valor actual neto (VAN) es mayor a cero, de mostrándonos que el producto final es rentable dentro del mercado y que su producción tendrá las ganancias esperadas para las personas relacionadas a este dispositivo.

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

Terminado el diseño y la implementación del proyecto y cumpliendo con el objetivo general, en base a la información expuesta en el presente documento se ha llegado a las siguientes conclusiones, las cuales fueron obtenidas durante el proceso de desarrollo del prototipo y durante las pruebas realizadas al mismo.

6.1.1. SISTEMA DE MEDICIÓN DE CARGAS ELECTRICAS

El sistema tiene una mejor respuesta al trabajo realizado previamente [9] en el cálculo de la potencia consumida, ya que tanto el voltaje como la corriente son medidos en su totalidad, la mejora se debe a que en el trabajo previo se asumía un voltaje de 120 Vac, como una constante común de alimentación en los hogares. Al medir el voltaje y la corriente para realizar los cálculos posteriores como potencia, energía consumida y costo, se va a tener un menor error.

La lectura de voltaje tiene un rango de error que varía dependiendo del lugar donde se conecte el dispositivo, este error puede ser disminuido casi en su totalidad cambiando las constantes utilizadas para su cálculo cada vez que el dispositivo sea conectado en un hogar distinto, es decir el voltaje será leído con una mejor resolución con una previa calibración al momento de su montaje.

La lectura de la corriente tiene un rango de error mínimo en sus mediciones, esto se debe a que se utilizaron sensores diseñados para la lectura de corriente alterna, estos sensores también poseen un factor de calibración, a diferencia del sistema para la lectura de voltaje estos sensores no necesitan ser recalibrados cada vez que se instale el dispositivo.

El cálculo de la potencia tiene un error que depende de la lectura de los sensores en vacío multiplicado por el voltaje que se está midiendo. Este error será la suma de las potencias que está midiendo el dispositivo sin carga.

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El cálculo de la energía consumida y el costo tendrá errores que dependerán de los datos obtenidos por el sistema de lectura del voltaje y de los sensores de corriente, pero como se mencionó anteriormente esto dependerá de la calibración de los mismos.

6.1.2. SISTEMA DE CONTROL DE LOS CIRCUITOS

El sistema de control funciona independientemente para comandar tres circuitos distintos a partir de señales provenientes del Raspberry, para ello se utilizó el triac BTA16 el cual respondió de manera correcta para las cargas utilizadas en las pruebas, al momento de considerar la instalación en una casa se deberá tener en cuenta si la corriente que circula por cada circuito no afecte el funcionamiento de estos elementos.

El control de los circuitos desde el Raspberry hacia las cargas conectadas al voltaje AC fue satisfactorio ya que el acoplamiento óptico realizado con los optoacopladores respondió de manera óptima, dando total seguridad a los componentes electrónicos.

Principalmente los circuitos eran controlados mediante la placa Arduino, el motivo para que el proyecto culmine siendo controlado desde los puertos GPIO del Raspberry se debe a que el Arduino no respondía de manera inmediata, la causa de esto es que dentro de la programación se encuentran procesando datos de voltaje corriente y los cálculos de potencia y consumo eléctrico, los mismos que para ser enviados a la base de datos requieren de retardos, estos retardos provocan que el control de circuitos se vuelva lento.

6.1.3. SISTEMA DE COMUNICACIÓN

Entre la placa Arduino y el Raspberry existirán errores de comunicación cada vez que no esté bien configurado el puerto COM y la tasa de transferencia. Para solucionar el error que se da cada vez que el puerto USB del Raspberry no reconoce al Arduino se acopló un interruptor que sirve como reset para la placa Arduino y esta pueda ser reconocida por el Raspberry.

Como mejora al sistema diseñado previo a este proyecto [9], se eliminó la comunicación entre módulos Zigbee, es decir los datos recopilados por la placa Arduino son transferidos a una base de datos programada en el Raspberry a la cual se puede acceder mediante el programa phpMyAdmin o páginas web las cuales dependerán principalmente de la dirección IP del raspberry, esto mejora la velocidad en cuanto a la transmisión de datos. Para

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

no tener problemas al comunicarnos con el dispositivo se estableció una dirección IP estática, de manera que cuando se encienda el Raspberry provea la misma dirección IP lo que evita que haya que acceder direcciones IP distintas.

6.1.4. BASE DE DATOS

Existen dos maneras para crear la base de datos, una es mediante el LXTerminal del Raspberry y la otra es mediante el programa PhpMyAdmin. Las bases de datos para este proyecto se crearon en el programa PhpMyAdmin, ya que es fácil de utilizar y permite una mejor visualización de los datos. Los datos se guardaran cada 5 minutos para evitar que la base de datos se sature muy pronto.

6.1.5. PAGINA WEB

Las páginas web fueron realizadas para que se acoplen a los diferentes dispositivos, se realizó una página web para cada una de las opciones que tiene la aplicación.

La velocidad de carga de las páginas web dependerá de la velocidad del internet y del rendimiento del Raspberry pi.

En la página de Grafica se utilizaron las librerías del programa JpGraph, estas librerías nos permiten extraer los datos guardados en la base de datos y graficarlos.

6.1.6. APLICACIÓN

Para el diseño de la aplicación se tuvieron varias ideas en base al tipo de aplicaciones que existen, la primera de ellas es la nativa la cual no fue utilizada debido a su complejidad en cuanto al desarrollo de la programación, la segunda categoría fue la Web app la cual fue descartada debido a que al tratarse de un sistema que encapsula páginas web y las acopla al dispositivo inteligente nos limitaba la capacidad de recursos que se deseaban introducir en la aplicación, como el tener un usuario y un administrador y que se pueda ingresar una clave. La categoría de aplicación utilizada fue la App hibrida, la que engloba a las dos categorías antes mencionadas, dándonos la posibilidad de mezclar características de cada una de ellas.

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La aplicación tiene un diseño sencillo, intuitivo, cómodo y fácil de usar, con una velocidad instantánea al momento de ingresar a cada una de las interfaces que esta contiene, así como también al momento de ingresar a las páginas web que se encuentran encapsuladas en la misma.

Al ser una App híbrida la velocidad de los datos en el monitoreo y de las señales de control son independiente de la aplicación, ya que tanto el monitoreo como el control se realizan mediante las páginas web que se encuentran encapsuladas en la misma, por lo que esta velocidad dependerá de la velocidad de carga de las páginas web.

6.1.7. ANALISIS DE RESULTADOS

La potencia en los tres circuitos de luminarias, tomacorrientes y especiales, no es constante con una carga específica ya que al realizar las pruebas se observó tanto en el instrumento patrón como en el dispositivo que el voltaje de la casa variaba constantemente produciendo a sí los cambios en la potencia.

En el circuito de las luminarias al medir la potencia de focos incandescentes, se observó que este parámetro no tiene mucha variación entre dato y dato, excepto las provocadas por el voltaje, el hecho de que la variación sea mínima es debido a que la corriente en estos artefactos permanece constante, esto se comprobó tanto en el instrumento patrón como en el dispositivo diseñado. Al conectar focos ahorradores la lectura de la potencia tiende a variar entre dato y dato, la razón por la que se producen estos cambios es debido a que a más de la variación del voltaje de la casa, la corriente que consumen estos artefactos tampoco se mantiene constante, lo que produce variaciones más amplias en comparación con los focos incandescentes.

En el circuito de tomacorrientes la potencia al igual que la variación de la misma dependerá del artefacto que esté conectado al dispositivo, es decir que las variaciones dependerán de la corriente que consuman los artefactos y esto a su vez dependerá del rendimiento y de los recursos que se estén ocupando, por ejemplo en las computadoras al ocupar programas pesados se tendrá un mayor consumo de potencia que a su vez genera mayores variaciones en la lectura de los datos.

En el sistema para circuitos especiales, también existe un error en la potencia calculada comparando los datos obtenidos por el dispositivo y los obtenidos por el instrumento patrón, y en la potencia también existen variaciones debido

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

a que la carga utilizada fue una ducha, la cual en las pruebas era manipulada levemente para conseguir una temperatura en el agua adecuada para el aseo de una persona.

6.1.8. ANÁLISIS ECONÓMICO

Los indicadores de rentabilidad VAN, TIR y TMAR nos indican que el proyecto es rentable, esto se logró estimando el tiempo que nos toma realizar cada dispositivo teniendo en cuenta que los programas, esquemas y diseños de páginas web como de la aplicación ya se los tiene disponibles, esto hace posible que se puedan realizar tres dispositivos durante 8 meses, el resto de meses sobrantes del año serán utilizados para la publicidad e instalación de los mismos.

También se tomó en cuenta que el dispositivo contara con un año de garantía después de su instalación, después de este año el mantenimiento ya tendrá un costo adicional.

Con todos los aspectos analizados económicamente se logran obtener ingresos superiores a los egresos, demostrando que el producto final es rentable para su venta en el mercado, teniendo las ganancias esperadas para las personas que realizan este producto.

6.1.9. CONCLUSION GENERAL

El diseño e implementación de la aplicación y el dispositivo cumplen con los objetivos esperados, en cada uno de los sistemas que conforman el dispositivo final se cuenta con un margen de error el cual es considerable y no afecta la utilización del mismo.

En la memoria eeprom de la placa Arduino se estarán guardando todos los valores de energía acumulados, de manera que cuando se produzca un corte de energía eléctrica en el dispositivo el último valor quedara guardado, permitiendo que el sistema siga trabajando una vez que retorne la energía eléctrica al mismo y así el usuario no se preocupe por la pérdida de datos.

El dispositivo realizara un monitoreo y acumulación de datos mensual, es decir cada vez que se llegue al primer segundo del primer día de cada mes se sobrescribirán nuevos valores de energía en la memoria eeprom del Arduino, permitiendo al usuario tener un control mensual de los valores generados por

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

su hogar, para ello al sistema se le añadió un reloj en tiempo real que permita realizar el reseteo de estos valores.

Este diseño permitirá al usuario del mismo tener un ahorro en cuanto a la potencia que consume su hogar dependiendo del límite de energía al que quiera llegar, por lo que el costo del producto puede ser recuperado a mayor o menor tiempo dependiendo de este límite.

El contar con una aplicación mediante la cual se pueda monitorear el consumo de energía, evita al usuario tener que recurrir personalmente o recurrir a páginas web en donde se requieren de claves o códigos para tener accesos a estos parámetros, también permite tener un control de los valores de energía desde el primer instante en el que se empiezan capturar los valores de consumo del hogar.

La aplicación presenta una manera fácil y segura de controlar y monitorear la casa, es accesible para cualquier familia en donde solo el administrador podrá tener acceso a todas las funciones de la aplicación y los usuarios tendrán un limitante tanto en el monitoreo como el control, es decir el administrador podrá monitorear y controlar toda la casa tanto en luminarias, tomacorrientes y circuitos especiales así como ponerle el límite al consumo de energía de la misma, mientras que los usuarios podrán monitorear la casa pero no controlar todos los circuitos si no algunos en específico.

Se comprobó que la aplicación se acopla a cualquier dispositivo móvil ya sea Tablet o celular, y que el control de las líneas se puede realizar desde varios dispositivos a la vez, para lo cual en la interface de control aparece un mensaje del estado en el que se encuentran los circuitos ya sea habilitados (ON) o deshabilitados (OFF), y este mensaje tiene la opción de actualizarse, de manera que se pueda verificar el estado de los circuitos en cualquier momento.

Se ha considerado como más importante la velocidad con la cual se transfieren las ordenes desde la aplicación híbrida hasta el servidor, mediante el software Wireshark se observó que el tiempo que se tardan en llegar estas órdenes son de 0,11193776 segundos.

Para mejorar la velocidad de control, la activación o desactivación de los circuitos en un inicio se realizaba desde la placa Arduino pero fue remplazada por los puertos GPIO del Raspberry, este cambio fue debido a que el Arduino

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

en su programación tiene retardos utilizados para el envío de datos hacia la base de datos, estos retardos provocaban que el control sea lento.

En el hogar donde se realizaron las pruebas el consumo promedio de energía es de 221 kWh pagando un promedio mensual de \$19,89, se podría limitar este consumo a 180 kWh, por lo que el promedio a pagar sería de \$16,96, ahorrando un aproximado de \$3 mensuales lo que significarían \$36 dólares anuales. A más de esto al tener un limitante de consumo no solo se contribuiría al ahorro económico sino también energético lo que es de gran ayuda para el medio ambiente.

El dispositivo consume aproximadamente 0,06A, que dependiendo del voltaje tendrá una potencia aproximada de 7,2W, funcionando todo el día sería un consumo de 172,8 W, llegando a un consumo mensual de 5,18 kW, un consumo bajo que provocaría un recargo a la factura de 0,47 centavos de dólar.

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.2. RECOMENDACIONES

Durante el proceso de desarrollo del prototipo y realizando las pruebas de funcionamiento del mismo, con las conclusiones mencionadas anteriormente se tienen las siguientes recomendaciones:

6.2.1. SISTEMA DE MEDICIÓN DE CARGAS ELECTRICAS

En cada hogar el valor del voltaje tiene variaciones por lo que es recomendable medir el voltaje con un voltímetro y compararlo con el valor del dispositivo, con el fin de calibrarlo y que las medidas de potencia, energía consumida y costo tengan el menor error posible.

Los sensores de corriente ACS712 vienen en rangos de 5 A, 20 A y 30 A, por lo que se debería utilizar estos rangos dependiendo del amperaje que se estima que va a utilizar cada circuito, es decir si se sabe que un circuito no va a tener cargas mayores a 5 A, no utilizar un rango mayor, el fin de esto es evitar errores en las medidas de corriente.

6.2.2. SISTEMA DE CONTROL DE CIRCUITOS

Tener en cuenta amperaje de las cargas que van a ser controladas, de manera que los Triac sean capaces de soportar las corrientes que por ellos circulan y evitar que estos sufran daños. Estos triacs siempre deben utilizar disipadores de calor ya que al circular corriente se genera calor debido al efecto joule, esto puede provocar averías en estos elementos, incluyendo incendios.

6.2.3. SISTEMA DE COMUNICACIÓN

La comunicación para monitorear y para controlar los circuitos desde las páginas web que se encuentran en la aplicación hacia el dispositivo Raspberry y del Raspberry hacia la placa Arduino no tiene ningún tipo de problema, a menos que la red en las que se encuentran conectados falle o se encuentre congestionada.

Para el control de los circuitos se reemplazó las salidas de la placa Arduino por los puertos GPIO del Raspberry, esto sirvió de mejora en la velocidad de

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

control, por lo que se recomienda a futuro que la programación para la obtención de voltaje y de corriente y los cálculos para la potencia y la energía consumida sea realizada también en el Raspberry, esto disminuirá aún más el tamaño del dispositivo, pero se debe comprobar que la comunicación sea rápida tanto para el monitoreo como para el control.

6.2.4. LAS PAGINAS WEB

Para una mejor programación y diseño de páginas web se debería trabajar sobre el software Java, pero eso incluye la instalación del mismo en el Raspberry, esto generaría problemas al hacerlo en el Raspberry pi2 de este dispositivo, problemas de memoria y de procesamiento, para ello se recomienda que si se desea trabajar en Java se debería utilizar un Raspberry más avanzado que el Pi 2.

6.2.5. RECOMENDACIONES GENERALES

Evitar cargar programas innecesarios en el Raspberry, estos programas consumen recursos los cuales afectan el rendimiento del sistema, provocando que el procesamiento sea lento.

Continuar con la investigación sobre la adquisición de las señales de voltaje y corrientes, con una mejor adquisición de estos parámetros se llegaría a tener un menor error en cuanto a los cálculos realizados por el sistema.

Existe un proyecto paralelo a este “CARACTERIZACIÓN DE CURVAS DE LAS CARGAS DE ALTO CONSUMO EN EL HOGAR.”, por lo que se recomienda fusionar los dos proyectos de manera que se cree un sistema de control más robusto para que se puedan habilitar y deshabilitar el paso de energía a equipos domiciliarios específicos.

Desarrollar la aplicación para que sea multiplataforma y pueda ser manejada y controlada por dispositivos que contengan otros sistemas operativos como IOS, Windows Phone, etc. Para ello se debería realizar una programación distinta por cada Sistema Operativo, o desarrollar solo una WEB App, la misma que pudiera ser manejada por todos los sistemas operativos, pero se tendría que realizar una mayor investigación y un mejor diseño de cada página web para que se puedan cumplir con todas las características que maneja la aplicación desarrollada en este proyecto.

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para un trabajo futuro como mejora en la aplicación se recomienda darle más privilegios al administrador, como poder controlar las limitaciones que tienen los usuarios, es decir que el administrador desde la aplicación pueda asignar las opciones a las que tiene acceso el usuario.

ANEXOS

ANEXO 1

```

float v1 = 4.5; // valor real de la alimentación de Arduino, Vcc
float r1 = 293000; // 270K
float r2 = 10000; //
float Precio=0;
#include <Wire.h>
#include <TimerOne.h>
#include <EEPROM.h>
#include "RTClib.h"
RTC_DS1307 RTC;
int led = 13;
int ano, mes, dia, hora, minuto, segundo;

int Multiplicador, z;
float VoltajeRMS,Consumo, CorrienteRMS, Corriente,PotenciaA,
EnergiaActualWH, EnergiaAnteriorWH,
EnergiaActualKWH,EnergiaActualKWH1, EnergiaActualKWH2,
EnergiaAnteriorKWH, Energia;
boolean a=0, b;
byte EnteroE;
word DecimalE;
double ValorE, DatoGuardado;
double EnergiaTotalKWH, EnergiaActualW, EnergiaActualK,
PTotalAnteriorS, PTotalActualM,PActual, PTotalAnteriorM,
PTotalActualH, PTotalAnteriorH, PTotalActualD, PTotalAnteriorD,
PTotalActualMes, PTotalAnteriorMes;

//Variables para potencia acumulada

float P1 = 0;
float P2 = 0;
float P3 = 0;

//CORRIENTE

```

ANEXOS

```
float Voltaje = 0;
float Irms1 = 0;
float Irms2 = 0;
float Irms3 = 0;
float inst_curr1 = 0;
float inst_curr2 = 0;
float inst_curr3 = 0;
float av_curr1 = 0;
float av_curr2 = 0;
float av_curr3 = 0;
float Potencia1 = 0 ;
float Potencia2 = 0 ;
float Potencia3 = 0 ;

void setup(){
  Serial.begin(9600);
  b=EEPROM.read(0);
  Multiplicador=EEPROM.read(1);
  EnteroE=EEPROM.read(2);
  DecimalE=EEPROM.read(3);
  ValorE=((EnteroE*100)+DecimalE);
  Energia=(ValorE/100)*Multiplicador;
  if(b==0){
    EnergiaAnteriorWH=Energia;
    EnergiaAnteriorKWH=Energia/1000;
  }
  if(b==1){
    EnergiaAnteriorKWH=Energia;
    EnergiaAnteriorWH=Energia*1000;
  }
  Timer1.initialize(1000000);
  Timer1.attachInterrupt(InterrupcionTMR1);

  pinMode(led, OUTPUT);
  Wire.begin(); // Inicia el puerto I2C
  RTC.begin(); // Inicia la comunicación con el RTC
  //RTC.adjust(DateTime(__DATE__, __TIME__)); // Establece la fecha y
  hora (Comentar una vez establecida la hora)
  Serial.begin(9600); // Establece la velocidad de datos del puerto serie
```

ANEXOS

```
}
void loop()
{
  DateTime now = RTC.now(); // Obtiene la fecha y hora del RTC
  ano= (now.year(),DEC);
  mes=(now.month(), DEC);
  dia=(now.day(), DEC);
  hora=(now.hour(), DEC);
  minuto=(now.minute(), DEC);
  segundo=(now.second(), DEC);
  if((now.day()==1)&&(now.hour()==00)&&(now.minute()==00)&&(now.se
cond()==02)){
    digitalWrite(led, HIGH);
    delay(2000);
    digitalWrite(led, LOW);
    EEPROM.write(2,0);
    EEPROM.write(3,0);
    EnergiaActualKWH=0;
    EnergiaAnteriorKWH=0;
    Serial.print("BORRO DATOS");
  }
  // PotenciaA = VoltajeRMS*CorrienteRMS;
  ////////////PRIMER SENSOR//////////
  float inst_curr1 = 0;
  float av_curr1 = 0;
  float inst_curr2 = 0;
  float av_curr2 = 0;
  float inst_curr3 = 0;
  float av_curr3 = 0;

  int ni = 100;
  for (int x = 0; x < ni; x++) {
    inst_curr1 = 0.0469 * (analogRead(1) - 512);
    if (inst_curr1 < 0)inst_curr1 = -inst_curr1;
    av_curr1 = av_curr1 + inst_curr1 / ni;
    ////////////SEGUNDO SENSOR//////////
    inst_curr2 = 0.0880 * (analogRead(2) - 512);
    if (inst_curr2 < 0)inst_curr2 = -inst_curr2;
    av_curr2 = av_curr2 + inst_curr2 / ni;
```

ANEXOS

```
//////////TERCER SENSOR//////////
inst_curr3 = 0.0718 * (analogRead(3) - 512);
if (inst_curr3 < 0)inst_curr3 = -inst_curr3;
av_curr3 = av_curr3 + inst_curr3 / ni;
}
float v = (analogRead(6) * v1) / 1024.0;
float VoltajeRMS = v / (r2 / (r1 + r2));
Irms1 = av_curr1 * 1.1107;
P1 = Irms1 * (VoltajeRMS);
Irms2 = av_curr2 * 1.1107;
P2 = Irms2 * (VoltajeRMS);
Irms3 = av_curr3 * 1.1107;
P3 = Irms3 * (VoltajeRMS);

PActual = (P1 + P2 + P3);    //POTENCIA Total ACTUAL

{
  Serial.print("i ");
  // Serial.print("VOLTAJE = ");
  Serial.print(VoltajeRMS);
  Serial.print(" ");
  // Serial.print("  POTENCIA ACTUAL EN W = ");
  Serial.print( PActual, 4);
  Serial.print(" ");
  // Serial.print("  POTENCIA O ENERGIA TOTAL EN kWh = ");
  Serial.print( EnergiaTotalKWH,6);
  Serial.print(" ");
  // Serial.print("  PRECIO DE LA ENERGIA CONSUMIDA = ");
  Serial.println( Consumo,4);
  delay(300000);
}

if((EnergiaActualKWH>=1)&&(EnergiaActualKWH<1020)){
  b=1;
  if((EnergiaActualKWH>=1)&&(EnergiaActualKWH<=255)){
    Multiplicador=1;
  }
}

}
```

ANEXOS

```
if((EnergiaActualWH>0)&&(EnergiaActualWH<1020)){
    b=0;
    if((EnergiaActualWH>=1)&&(EnergiaActualKWH<=255)){
        Multiplicador=1;
    }
}

switch (b){
case 0:
    EnteroE=(EnergiaActualWH/Multiplicador);
    ValorE=EnergiaActualWH*100;
    DecimalE=EnteroE*100;
    DecimalE=ValorE-DecimalE;
    break;
case 1:
    EnteroE=(EnergiaActualKWH/Multiplicador);
    ValorE=EnergiaActualKWH*100;
    DecimalE=EnteroE*100;
    DecimalE=ValorE-DecimalE;
    break;
}
EEPROM.write(0,b); //0=Wh ; 1=KWh
EEPROM.write(1,Multiplicador); //Multiplicando
EEPROM.write(2,EnteroE);
EEPROM.write(3,DecimalE);

}

void InterrupcionTMR1(void){
    EnergiaActualW=(PActual/3600);
    EnergiaActualWH=EnergiaActualW+EnergiaAnteriorWH;
    EnergiaAnteriorWH=EnergiaActualWH;

    EnergiaActualK=(PActual/3600)/1000;
    EnergiaActualKWH=(EnergiaActualK+EnergiaAnteriorKWH);
    EnergiaAnteriorKWH=EnergiaActualKWH;
```

ANEXOS

Consumo=EnergiaActualKWH*Precio;
EnergiaTotalKWH=EnergiaActualKWH;

```
{  
/////////////////////////////////////  
  
    if (EnergiaTotalKWH<=50)  
    {  
Precio=0.091;  
    }  
    if ((EnergiaTotalKWH>50)&(EnergiaTotalKWH<=100))  
    {  
Precio=0.093;  
    }  
    if ((EnergiaTotalKWH>100)&(EnergiaTotalKWH<=150))  
    {  
Precio=0.095;  
    }  
    if ((EnergiaTotalKWH>150)&(EnergiaTotalKWH<=200))  
    {  
Precio=0.097;  
    }  
    if ((EnergiaTotalKWH>200)&(EnergiaTotalKWH<=250))  
    {  
Precio=0.099;  
    }  
    if ((EnergiaTotalKWH>250)&(EnergiaTotalKWH<=300))  
    {  
Precio=0.101;  
    }  
    if ((EnergiaTotalKWH>300)&(EnergiaTotalKWH<=350))  
    {  
Precio=0.103;  
    }  
    if ((EnergiaTotalKWH>350)&(EnergiaTotalKWH<=500))  
    {  
Precio=0.105;  
    }  
}
```

ANEXOS

```
}  
if ((EnergiaTotalKWH>500)&(EnergiaTotalKWH<=700))  
{  
Precio=0.1286;  
}  
if ((EnergiaTotalKWH>700)&(EnergiaTotalKWH<=1000))  
{  
Precio=0.145;  
}  
if ((EnergiaTotalKWH>1000)&(EnergiaTotalKWH<=1500))  
{  
Precio=0.1709;  
}  
if ((EnergiaTotalKWH>1500)&(EnergiaTotalKWH<=2500))  
{  
Precio=0.2752;  
}  
if ((EnergiaTotalKWH>2500)&(EnergiaTotalKWH<=3500))  
{  
Precio=0.436;  
}  
if (EnergiaTotalKWH>3500)  
{  
Precio=0.6812;  
}  
}  
}
```

ANEXOS

ANEXO 2

```
import RPi.GPIO as GPIO #importamos la libreria y cambiamos su nombre
por "GPIO"
#establecemos el sistema de numeracion que queramos, en mi caso BCM
GPIO.setmode(GPIO.BCM)
#configuramos el pin GPIO como una salida
GPIO.setup(21, GPIO.OUT)
#encendemos el led
GPIO.output(21, GPIO.HIGH)
```

ANEXOS

ANEXO 3

```
import RPi.GPIO as GPIO #importamos la libreria y cambiamos su nombre
por "GPIO"
#establecemos el sistema de numeracion que queramos, en mi caso BCM
GPIO.setmode(GPIO.BCM)
#configuramos el pin GPIO como una salida
GPIO.setup(21, GPIO.OUT)
#encendemos el led
GPIO.output(21, GPIO.LOW)

GPIO.cleanup()
```

ANEXOS

ANEXO 4

```
# -*- coding: utf-8 -*-
import serial
import MySQLdb
import time
a = serial.Serial('/dev/ttyUSB0',9600)
a.open()

db=MySQLdb.connect('localhost', 'root', 'raspberry', 'Mediciones')
db.cursorclass=MySQLdb.cursors.DictCursor
cursor=db.cursor()
cursor.execute('SELECT *FROM potencia')
contParametros=1;
Voltaje=0;
PTotal=0;
PActual=0;
Consumo=0;
DB_HOST = 'localhost'
DB_USER = 'root'
DB_PASS = 'raspberry'
DB_NAME = 'Mediciones'

def run_query(query=""):
    datos = [DB_HOST, DB_USER, DB_PASS, DB_NAME]

    conn = MySQLdb.connect(*datos) # Conectar a la base de datos
    cursor = conn.cursor()        # Crear un cursor
    cursor.execute(query)         # Ejecutar una consulta

    if query.upper().startswith('SELECT'):
        data = cursor.fetchall() # Traer los resultados de un select
    else:
        conn.commit()           # Hacer efectiva la escritura de datos
        data = None

    cursor.close()              # Cerrar el cursor
    conn.close()                # Cerrar la conexi3n
```

ANEXOS

```
    return data
a.readline();
#delay(2000);
while 1:
    stringDatos=(a.readline())
    stringDatos=stringDatos.split(" ");
    print(stringDatos);
    if stringDatos[0] == "i":

        Voltaje=stringDatos[1];
        PTotal=stringDatos[2];
        PActual=stringDatos[3];
        Consumo=stringDatos[4];

        Voltaje=str(Voltaje);
        PTotal=str(PTotal);
        PActual=str(PActual);
        Consumo=str(Consumo);
        query = "INSERT INTO potencia
(Voltaje,PTotal,PActual,Consumo)
("+Voltaje+","+PTotal+","+PActual+","+Consumo+")"
        run_query(query)
a.close()

#dato = raw_input("Dato: ")
#
#run_query(query)
```

ANEXO 5

```
<title>TESIS 2016</title>
<body background='v.png'>
<br><br><br><br><br><br>
<center><table>
<tr>
<th><font face= 'Comic sans MS'size = 5 color=
'white'>MONITOREO</font</th><td>a</td><td>a</td><th><font face=
'Comic sans MS'size = 5 color=
'white'>GRAFICAS</font</th><td>a</td><td>a</td><th><font face=
'Comic sans MS'size = 5 color=
'white'>CONTROL</font</th><td>a</td><td>a</td><th><font face=
'Comic sans MS'size = 5 color=
'white'>CONSUMO</font</th><td>a</td><td>a</td><td>a</td>
</tr>
<tr>
<td>
<td>
<form action="index2.php" method="post">
<input type=image src="table.ico" width="155" height="195">
</form>
</td><td></td><td></td><td>
<form action="graficas2.php" method="post">
<input type=image src="line_chart.ico" width="155" height="195">
</form>
</td><td></td><td></td><td>
<form action="control.php" method="post">
<input type=image src="control_panel.ico" width="155" height="195">
</form>
</td><td></td><td></td><td>
<form action="consumo1.php" method="post">
<input type=image src="cash_register.ico" width="155" height="195">
</form>
</td><td></td><td></td><td></td>
</tr>
</table></center>
</body>
```

ANEXO 6

```
<title>TESIS 2016</title>
<body background='v.png'>
<br><br><br><br><br><br>
<center><table>
<tr>
<th><font face= 'Comic sans MS'size = 5 color=
'white'>LUMINARIAS</font</th><td>a</td><td>a</td><th><font face=
'Comic sans MS'size = 5 color= 'white'>TOMAS</font</th><td>a</td>
<td>a</td><th><font face= 'Comic sans MS'size = 5 color=
'white'>ESPECIALES</font</th><td>a</td><td>a</td><th><font face=
'Comic sans MS'size = 5 color=
'white'>TODOS</font</th><td>a</td><td>a</td><td>a</td>
</tr>
<tr>
<td>
<form action="controluno.php" method="post">
<input type=image src="foco.ico" width="155" height="165">
</form>
</td><td></td><td></td><td align=center>
<form action="controldos.php" method="post">
<input type=image src="toma.ico" width="155" height="195">
</form>
</td><td></td><td></td><td>
<form action="controltres.php" method="post">
<input type=image src="ducha.ico" width="155" height="195">
</form>
</td><td></td><td></td><td>
<form action="controlcuatro.php" method="post">
<input type=image src="casa.ico" width="155" height="195">
</form>
</td><td></td><td></td><td></td>
</tr>
</table></center>
</body>
```

ANEXO 7

```
<!DOCTYPE HTML
<?php
$base_datos='MEdiciones';
$direccion_bd='localhost';
$susu_bd='root';
$pass_bd='raspberry';
$pass_bd='raspberry';
?>
<html>
<?php
header ("refresh 3;");
?>
<?php
$conexion=mysql_connect($direccion_bd, $susu_bd,$pass_bd) or die ('no
conexion');
?>
<body background='v.png'>
<head>
    <title>Tesis 2016 </title>
</head>
    <br>
<table width ="100%">
    <th colspan=80><font face= 'Comic sans MS'size =5 color=
'white'>CONTROL CIRCUITO UNO</font></th>
<tr>
<td> <center><font face= 'Comic sans MS'size = 3 color= 'white'></font>
<form action="insertar3.php" method="post">
    <input type="hidden" name="limite" value="1">
    <center>
    <input type="image" src="on.ico" value="Actualizar" width="130"
height="130"/>
</tr>
    </form>
<td>
    <center><font face= 'Comic sans MS'size = 3 color= 'white'></font>
    <form action="insertar3.php" method="post">
    <input type="hidden" name="limite" value="2">
```

ANEXOS

```
<center>
  <input type="image" src="off.ico" value="enviar" width="130"
height="130"/>
</form>
</td>
<?php
$consulta='SELECT * FROM POtencia ORDER BY Tiempo DESC LIMIT
1';
$resultado=mysql_db_query ("MEdiciones",$consulta,$conexion);
echo
"<tr>
<td><center><b><font face= 'Comic sans MS'size = 5 color=
'white'>ESTADO</font></b>
<center>";
  while ($registro = mysql_fetch_array($resultado)){
echo "";
$limite=$registro['limite'];
}
?>
<?php
$a=1;
$b=2;
$g=7;
$h=8;
?>
<?php

if($limite==$a or $limite==$g) {
  exec('sudo python /var/www/ledp1.py');
echo "<b><font face= 'Comic sans MS'size = 14 color=
'GREEN'>ON</font<</b>";
}
if($limite==$b or $limite==$h){
  exec('sudo python /var/www/leda1.py');
echo "<b><font face= 'Comic sans MS'size = 14 color=
'RED'>OFF</font<</b>";}
?>
</body>
</html>
```

ANEXOS

ANEXO 8

```
<!DOCTYPE HTML
<?php
$base_datos='Mediciones';
$tabla= 'potencia';
$direccion_bd='localhost';
$susu_bd='root';
$pass_bd='raspberry';
?>
<html>

<head>
<title>TESIS 2016</title>
</head>
<body background='v.png'>
<?php
$conexion=mysql_connect($direccion_bd, $susu_bd,$pass_bd) or die ('no
conexion');
?>
<?php header("Refresh:120");?>
<table>
<tr>
</tr>
</table>
<hr width = '80%'>
</body>
<body>
<tr aling ="center">
<td>
<?php
$conconsulta='SELECT * FROM potencia ORDER BY Tiempo DESC LIMIT
12';
$resultado=mysql_db_query ($base_datos,$conconsulta,$conexion);
while ($registro = mysql_fetch_array($resultado)){
}
?>

<td>
```

ANEXOS

```
<table border="5px"width ="100% ">
  <tr align =center>
<?php

$con consulta='SELECT * FROM potencia ORDER BY Tiempo DESC LIMIT
12';
$resultado=mysql_db_query ($base_datos,$consulta,$conexion);
echo "
<tr align=center>
<th colspan=5><font face= 'Comic sans MS'size = 4 color=
'white'>MONITOREO</font</th>
<tr>
<th><font face= 'Comic sans MS'size = 4 color= 'white'>Voltaje
(V)</font</th>
<th><font face= 'Comic sans MS'size = 4 color= 'white'>Energia
(kWh)</font</th>
<th><font face= 'Comic sans MS'size = 4 color= 'white'>PActual
(W)</font</th>
<th><font face= 'Comic sans MS'size = 4 color= 'white'>Tiempo</font</th>
</tr>";

while ($registro = mysql_fetch_array($resultado)){
echo "
  <tr align=center>
    <td width='150'><font face= 'Comic sans MS'size = 4 color=
'white'>".$registro['Voltaje']."</font</td>
    <td width='150'><font face= 'Comic sans MS'size = 4 color=
'white'>".$registro['PActual']."</font</td>
    <td width='150'><font face= 'Comic sans MS'size = 4 color=
'white'>".$registro['PTotal']."</font</td>
    <td width='150'><font face= 'Comic sans MS'size = 2 color=
'white'>".$registro['Tiempo']."</font</td>
  </tr>
";
}
?>
</td>
</tr>
</table>
<?php
```

ANEXOS

```
mysql_free_result($resultado);  
mysql_close($conexion);  
?>  
</body>  
</html>
```

ANEXOS

ANEXO 9

```
<!DOCTYPE HTML
<?php header("Refresh:120");?>
<html>
<title>TESIS 2016</title>
<head>

</head>
<body background='v.png'>

<hr width = '80%'>
<table b
<td>
    <table border="1px"width ="10%">
        <th><font face= 'Comic sans MS'size = 4 color=
'white'>GRAFICAS</font></th>
        <tr align =center>
            <td><img src='grafico_3.php' alt="" border="0"></td>
        </tr><tr aling ="center">
            <td>
        </td>
    </table>
</td>
</tr>
</table>
<form action="index.php" method="post">
<input type=image src="back_2.ico" width="55" height="75">
</form></td>
```

ANEXOS

ANEXO 10

```
<!DOCTYPE HTML
<?php header("Refresh:30");?>
<?php
$base_datos='Mediciones';
$tabla= 'potencia';
$direccion_bd='localhost';
$susu_bd='root';
$pass_bd='raspberry';
?>
<html>
<!--<meta http-equiv="refresh" content="120"/> actualizar
automaticamente 10seg-->
<body background='v.png'>
<?php
$conexion=mysql_connect($direccion_bd, $susu_bd,$pass_bd) or die ('no
conexion');
?>
<head>
    <title>Tesis 2016 </title>
<style>
</style>
</head>
<body>
<hr width = '80%'>
<br/><br/><br/><br/><br/>
<br><br>
<table style="margin: 0 auto";>
<table border width ="100%" style="margin: 0 auto";>
<tr align =center>
<?php
$con consulta='SELECT * FROM potencia ORDER BY Tiempo DESC LIMIT
1';
$resultado=mysql_db_query ($base_datos,$consulta,$conexion);
echo
"<tr align =center>
<th><font face= 'Comic sans MS'size = 8 color= 'white'>ENERGIA
CONSUMIDA $</font</th>
```

ANEXOS

```
</tr>";

while ($registro = mysql_fetch_array($resultado)){
echo "
  <tr align =center>
    <td><font face= 'Comic sans MS'size = 18 color=
'white'>".$registro['Consumo']."</font</td>
  </tr>
";
}
?></td>
</tr>
</table>
</table>
  <td >
</table>
<?php
mysql_free_result($resultado);
mysql_close($conexion);
?>
<br><br><br><br><br>
<form action="index.php" method="post">
<input type=image src="back_2.ico" width="55" height="75">
</form></td>
</body>
</html>
```

ANEXOS

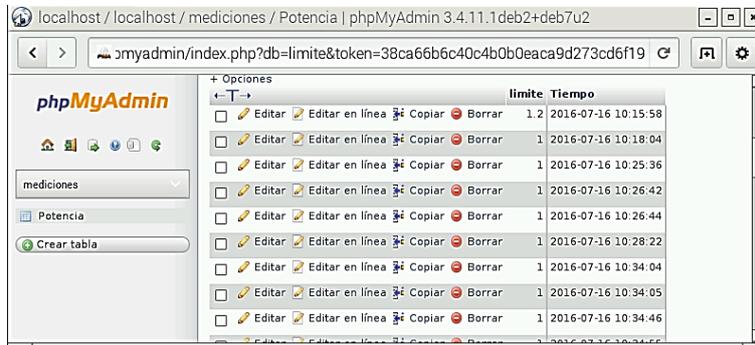
ANEXO 11

```
<html>
<body background='v.png'>
<head>
    <title>Tesis 2016 </title>
</head>
<body>
<table border width ="100%">

<form action="insertar.php" method="post">
<br/><br/>
<tr align ="center">
<td><font face= 'Comic sans MS' size =6 color='WHITE'>ENERGIA
MAXIMA:<input type="text" size=8 name="limite" value=""></td> <br>
</tr>
<tr><tr></tr><tr></tr><tr></tr><tr></tr><tr></tr><tr></tr><tr></tr><tr></tr><tr></tr></tr><tr>
<tr><tr></tr><tr></tr><tr></tr>
<tr align ="center">
<td><h2><i><button type='submit' style='background:#0B0B3B';font-
size:30px; height:45px" ><font face= 'Comic sans MS' size = 6
color='white'>GUARDAR VALOR</button></font></a></td>
</tr>
</form>
</body>
</html>
```

ANEXOS

ANEXO 12



The screenshot shows the phpMyAdmin interface for a database named 'mediciones'. The table 'Potencia' is selected, and its data is displayed in a table with two columns: 'limite' and 'Tiempo'. Each row contains a checkbox, an 'Editar' button, an 'Editar en línea' button, a 'Copiar' button, and a 'Borrar' button, followed by the values for 'limite' and 'Tiempo'.

					limite	Tiempo
<input type="checkbox"/>	Editar	Editar en línea	Copiar	Borrar	1.2	2016-07-16 10:15:58
<input type="checkbox"/>	Editar	Editar en línea	Copiar	Borrar	1	2016-07-16 10:18:04
<input type="checkbox"/>	Editar	Editar en línea	Copiar	Borrar	1	2016-07-16 10:25:36
<input type="checkbox"/>	Editar	Editar en línea	Copiar	Borrar	1	2016-07-16 10:26:42
<input type="checkbox"/>	Editar	Editar en línea	Copiar	Borrar	1	2016-07-16 10:26:44
<input type="checkbox"/>	Editar	Editar en línea	Copiar	Borrar	1	2016-07-16 10:28:22
<input type="checkbox"/>	Editar	Editar en línea	Copiar	Borrar	1	2016-07-16 10:34:04
<input type="checkbox"/>	Editar	Editar en línea	Copiar	Borrar	1	2016-07-16 10:34:05
<input type="checkbox"/>	Editar	Editar en línea	Copiar	Borrar	1	2016-07-16 10:34:46

ANEXOS

ANEXO 13

```
<!DOCTYPE HTML
<?php
$base_datos='Mediciones';
$tabla= 'potencia';
$direccion_bd='localhost';
$susu_bd='root';
$pass_bd='raspberry';
?>
<html>
<head>
<title>TESIS 2016</title>
</head>
<body background='v.png'>
<?php
$conexion=mysql_connect($direccion_bd, $susu_bd,$pass_bd) or die ('no
conexion');
?>
<?php header("Refresh:120");?>
<table>
<tr>
</tr>
</table>
<hr width = '80%'>

</body>
<body>

<tr aling ="center">
<td>
<?php
$conconsulta='SELECT * FROM potencia ORDER BY Tiempo DESC LIMIT
12';
$resultado=mysql_db_query ($base_datos,$conconsulta,$conexion);
while ($registro = mysql_fetch_array($resultado)){
}
?>
<td>
```

ANEXOS

```
<table border="5px"width ="100% ">
  <tr align =center>
<?php
$consulta='SELECT * FROM potencia ORDER BY Tiempo DESC';
$resultado=mysql_db_query ($base_datos,$consulta,$conexion);
echo"
<tr align=center>
<th colspan=5><font face= 'Comic sans MS'size = 4 color=
'white'>MEDICIONES</font</th>
<tr>
<th><font face= 'Comic sans MS'size = 4 color= 'white'>Voltaje
(V)</font</th>
<th><font face= 'Comic sans MS'size = 4 color= 'white'>Energia
(kWh)</font</th>
<th><font face= 'Comic sans MS'size = 4 color= 'white'>PActual
(W)</font</th>
<th><font face= 'Comic sans MS'size = 4 color= 'white'>Consumo
($)</font</th>
<th><font face= 'Comic sans MS'size = 4 color= 'white'>Tiempo</font</th>
</tr>";

while ($registro = mysql_fetch_array($resultado)){
echo "
  <tr align=center>
    <td width='150'><font face= 'Comic sans MS'size = 4 color=
'white'>".$registro['Voltaje']."</font</td>
    <td width='150'><font face= 'Comic sans MS'size = 4 color=
'white'>".$registro['PActual']."</font</td>
    <td width='150'><font face= 'Comic sans MS'size = 4 color=
'white'>".$registro['PTotal']."</font</td>
    <td width='150'><font face= 'Comic sans MS'size = 4 color=
'white'>".$registro['Consumo']."</font</td>
    <td width='150'><font face= 'Comic sans MS'size = 2 color=
'white'>".$registro['Tiempo']."</font</td>
  </tr>
";
}
?>
</td>
```

ANEXOS

```
</tr>
</table>
<?php
mysql_free_result($resultado);
mysql_close($conexion);
?>
</body>
</html>
```

ANEXOS

ANEXO 14

```
<!DOCTYPE HTML
<?php
$base_datos='mediciones';
$base_datos1='Mediciones';
$direccion_bd='localhost';
$susu_bd='root';
$pass_bd='raspberry';
?>
<html>
<?php header("Refresh:40");?>
<?php
$conexion=mysql_connect($direccion_bd, $susu_bd,$pass_bd) or die ('no
conexion');
?>
<head>
    <title>Tesis 2016 </title>
</head>

<body>
<body background='v.png'>
<hr width = '80%'>

<table style="margin: 0 auto";>
<table border width ="100%" style="margin: 0 auto";>
<tr align =center>
<?php
$conconsulta='SELECT * FROM potencia ORDER BY Tiempo DESC LIMIT
1';
$resultado=mysql_db_query ("Mediciones",$conconsulta,$conexion);
echo
"<td align =center>
<font face= 'Comic sans MS'size = 5 color= 'white'>ENERGIA
CONSUMIDA kWh</font</td>";
    while ($registro = mysql_fetch_array($resultado)){
echo "
        <td align =center width='350'><font face= 'Comic sans MS'size = 5
color= 'white'>".$registro['PActual']."</font</td>
```

ANEXOS

```
";
$valor=$registro['PActual'];
}
?>
</td>
<tr align =center>
<?php
$consulta='SELECT * FROM Potencia ORDER BY Tiempo DESC LIMIT
1';
$resultado=mysql_db_query ("mediciones",$consulta,$conexion);
echo
"<td align =center>
<font face= 'Comic sans MS'size = 5 color= 'white'>LIMITE DE ENERGIA
CONSUMIDA kWh</font</td>";
while ($registro = mysql_fetch_array($resultado)){
echo "
    <td align =center width='350'><font face= 'Comic sans MS'size = 5
color= 'white'>".$registro['limite']."</font</td>
";
$limite=$registro['limite'];
}
?>
<?php
$a=$limite;
$b=2;
$c=$a/$b;
?>
<?php

if($limite>=$valor){
    $prende=exec('python ledp5.py');
}
else{
if($limite<=$valor){
    $apaga=exec('python leda5.py');

}}
?>
<?php
```


ANEXO 15

- **Pantalla principal de la aplicación**

```
when Usuario .Click
do open another screen screenName " Screen2 "

when Administrador .Click
do open another screen screenName " Screen3 "

when Ayuda .Click
do open another screen screenName " Ayuda "
```

- **Pantalla principal del usuario**

```
when BotonSalir .Click
do open another screen screenName " Screen1 "

when BotonTablas .Click
do open another screen screenName " Tablas1 "

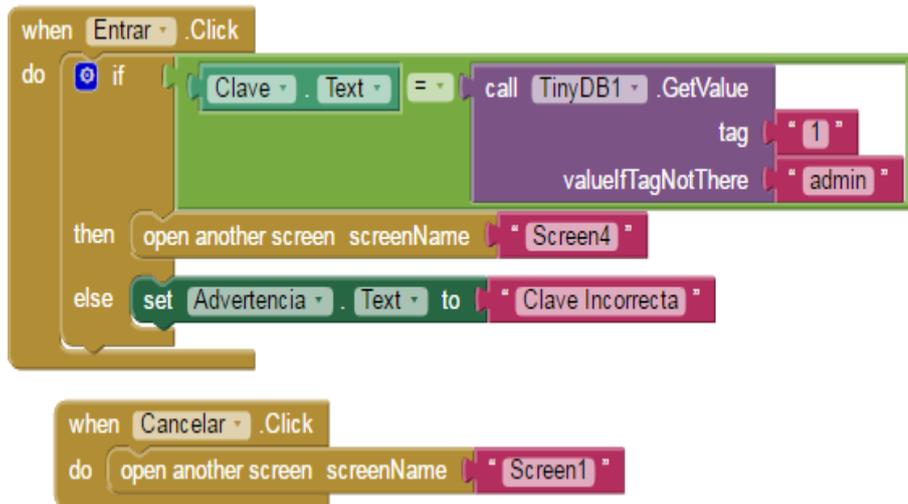
when BotonGraficas .Click
do open another screen screenName " Graficas1 "

when BotonConsumo .Click
do open another screen screenName " Consumo1 "

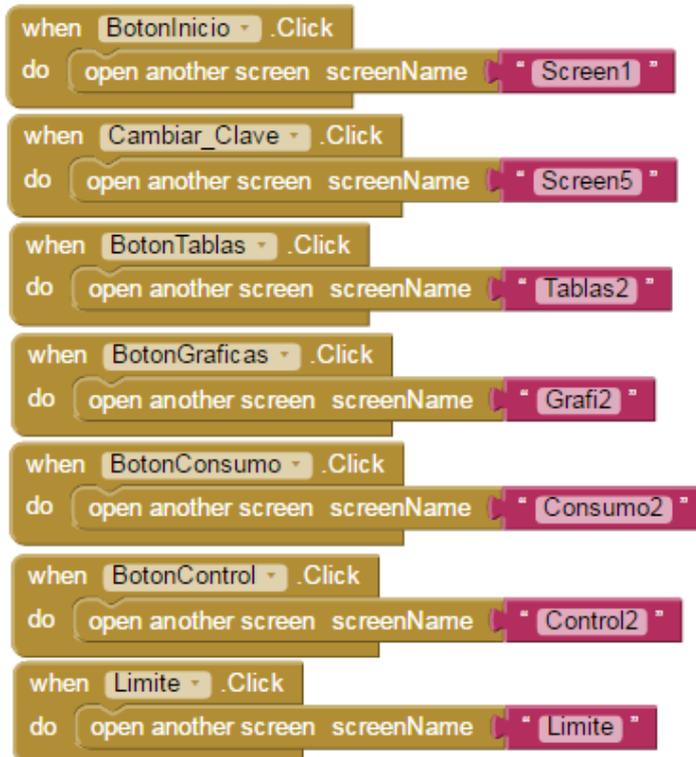
when BotonControl .Click
do open another screen screenName " Control1 "
```

ANEXOS

- **Interfaz para ingresar la clave**

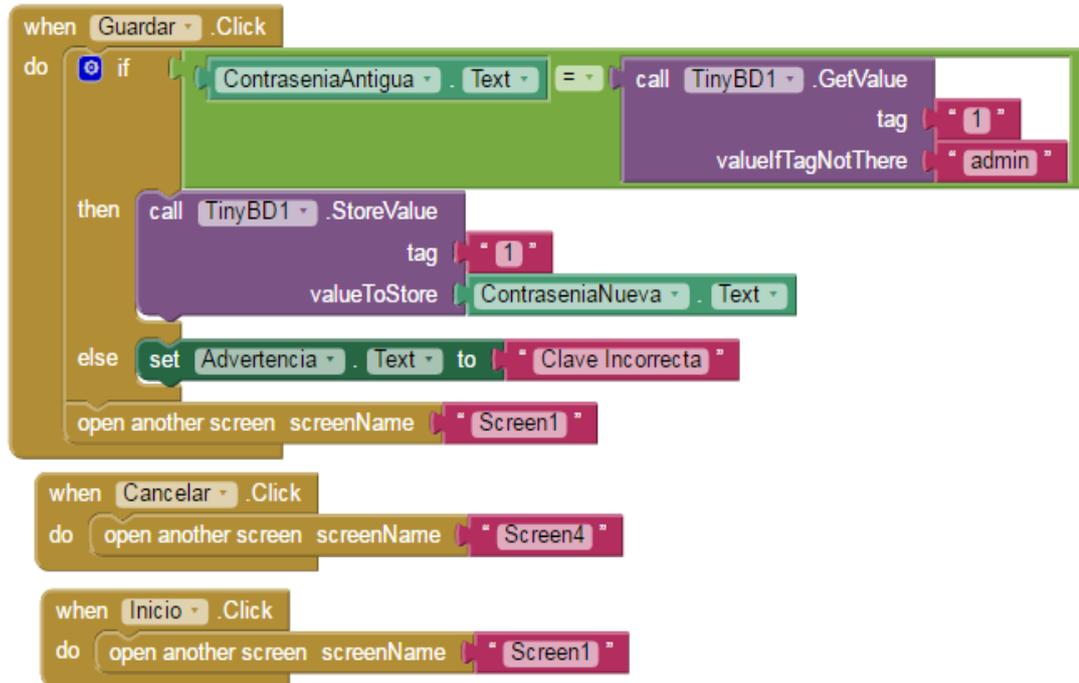


- **Pantalla principal del administrador**

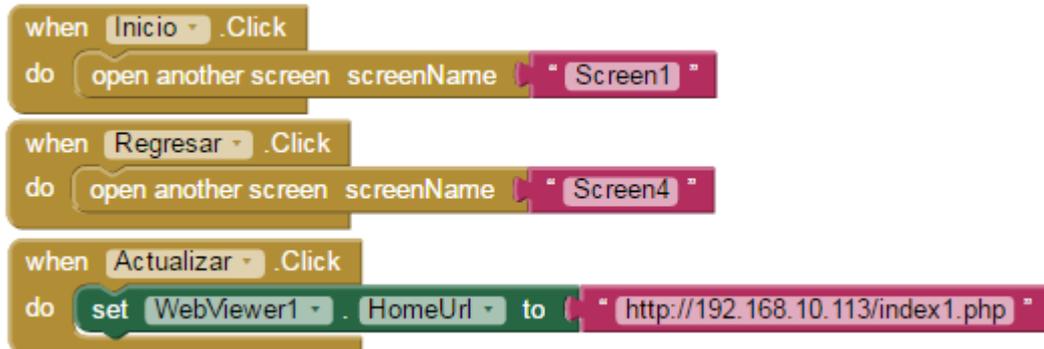


ANEXOS

- **Interface para cambiar la clave**



- **Pantalla para la opción "Tablas"**



ANEXOS

- **Pantalla para la opción “Gráficas”**

```
when Inicio .Click
do open another screen screenName " Screen1 "

when Regresar .Click
do open another screen screenName " Screen4 "

when Actualizar .Click
do set WebView1 . HomeUrl to " http://192.168.10.113/graficas.1.php "
```

- **Pantalla para la opción “Consumo”**

```
when Inicio .Click
do open another screen screenName " Screen1 "

when Regresar .Click
do open another screen screenName " Screen4 "

when Actualizar .Click
do set WebView1 . HomeUrl to " http://192.168.10.113/consumo.php "
```

- **Pantalla para la opción “Límite”**

```
when Inicio .Click
do open another screen screenName " Screen1 "

when Regresar .Click
do open another screen screenName " Screen4 "

when Actualizar .Click
do set WebView1 . HomeUrl to " http://192.168.10.113/potencia.php "

when Consulta .Click
do open another screen screenName " Consulta_Potencia "
```

ANEXOS

- **Interface de “Consulta del Potencia”**

```
when Inicio .Click
do open another screen screenName "Screen1"

when Regresar .Click
do open another screen screenName "Limite"

when Actualizar .Click
do set WebViewer1 . HomeUrl to "http://192.168.10.113/potenc.php"
```

- **Interface para el “Control del usuario”**

```
when Inicio .Click
do open another screen screenName "Screen1"

when Regresar .Click
do open another screen screenName "Screen2"

when Luminarias .Click
do open another screen screenName "Luminarias_Usuario"

when Tomas .Click
do open another screen screenName "Tomas_Usuario"
```

ANEXOS

- **Interface para el “Control del administrador”**

```
when Inicio ▾ .Click
do open another screen screenName " Screen1 "

when Regresar ▾ .Click
do open another screen screenName " Screen4 "

when Luminarias ▾ .Click
do open another screen screenName " Luminarias_Administrador "

when Tomas ▾ .Click
do open another screen screenName " Tomas_Administrador "

when Especiales ▾ .Click
do open another screen screenName " Especiales "

when Todo ▾ .Click
do open another screen screenName " Toda_La_Casa "
```

- **Interface “Luminarias” del usuario**

```
when Regresar ▾ .Click
do open another screen screenName " Control1 "

when Inicio ▾ .Click
do open another screen screenName " Screen1 "

when Sala ▾ .Click
do open another screen screenName " Foco2 "
```

ANEXOS

- **Interface “Tomacorrientes” del usuario**

```
when Regresar .Click
do open another screen screenName " Control1 "

when Inicio .Click
do open another screen screenName " Screen1 "

when Sala .Click
do open another screen screenName " Toma2 "
```

- **Interface “Luminarias” del administrador**

```
when Regresar .Click
do open another screen screenName " Control2 "

when Inicio .Click
do open another screen screenName " Screen1 "

when Sala .Click
do open another screen screenName " Foco "
```

- **Interface “Tomacorrientes” del administrador**

```
when Regresar .Click
do open another screen screenName " Control2 "

when INICIO .Click
do open another screen screenName " Screen1 "

when Sala .Click
do open another screen screenName " Toma "
```

ANEXOS

- **Interface “Circuitos especiales” del administrador**

```
when Regresar .Click
do open another screen screenName " Control2 "

when Inicio .Click
do open another screen screenName " Screen1 "

when Ducha .Click
do open another screen screenName " Especial2 "
```

- **Interface “Luminarias sala” (Usuario y administrador)**

```
when Inicio .Click
do open another screen screenName " Screen1 "

when Regresar .Click
do open another screen screenName " Luminarias_Usuario "

when Encender .Click
do set Encender . BackgroundColor to #00FF00
set Apagar . BackgroundColor to #CCCCCC
set Encender . Text to " ENCENDIDO "
set Apagar . Text to " APAGAR "
set WebView1 . HomeUrl to " http://192.168.10.113/prender1.php "

when Apagar .Click
do set Apagar . BackgroundColor to #FF0000
set Encender . BackgroundColor to #CCCCCC
set Apagar . Text to " APAGADO "
set Encender . Text to " ENCENDER "
set WebView1 . HomeUrl to " http://192.168.10.113/apagar1.php "
```

ANEXOS

- **Interface “Tomacorrientes sala” (Usuario y administrador)**

```
when Inicio .Click
do open another screen screenName " Screen1 "

when Regresar .Click
do open another screen screenName " Tomas_Administrador "

when Habilitar .Click
do set Habilitar . BackgroundColor to 
set Deshabilitar . BackgroundColor to 
set Habilitar . Text to " HABILITADO "
set Deshabilitar . Text to " DESHABILITAR "
set WebView1 . HomeUrl to " http://192.168.10.113/prender2.php "

when Deshabilitar .Click
do set Deshabilitar . BackgroundColor to 
set Habilitar . BackgroundColor to 
set Deshabilitar . Text to " DESHABILITADO "
set Habilitar . Text to " HABILITAR "
set WebView1 . HomeUrl to " http://192.168.10.113/apagar2.php "
```

- **Interface “Ducha”**

```
when Inicio .Click
do open another screen screenName " Screen1 "

when Regresar .Click
do open another screen screenName " Especiales "

when Activar .Click
do set Activar . BackgroundColor to 
set Desactivar . BackgroundColor to 
set Activar . Text to " ACTIVADO "
set Desactivar . Text to " DESACTIVAR "
set WebView1 . HomeUrl to " http://192.168.10.113/prender3.php "

when Desactivar .Click
do set Desactivar . BackgroundColor to 
set Activar . BackgroundColor to 
set Desactivar . Text to " DESACTIVADO "
set Activar . Text to " ACTIVAR "
set WebView1 . HomeUrl to " http://192.168.10.113/apagar3.php "
```

ANEXOS

- **Interface “Toda la casa”**

```
when Inicio .Click
do open another screen screenName " Screen1 "

when Regresar .Click
do open another screen screenName " Control2 "

when Activar .Click
do set Activar . BackgroundColor to 
set Desactivar . BackgroundColor to 
set Activar . Text to " ACTIVADO "
set Desactivar . Text to " DESACTIVAR "
set WebViewer1 . HomeUrl to " http://192.168.10.113/prender4.php "

when Desactivar .Click
do set Desactivar . BackgroundColor to 
set Activar . BackgroundColor to 
set Desactivar . Text to " DESACTIVADO "
set Activar . Text to " ACTIVAR "
set WebViewer1 . HomeUrl to " http://192.168.10.113/apagar4.php "
```

ANEXOS

ANEXO 16

```
<!DOCTYPE HTML
<?php
$base_datos='Mediciones';
$tabla= 'Valores';
$direccion_bd='localhost';
$susu_bd='root';
$pass_bd='oscaromar';
?>
<html>
<body background='d.jpg'>

<head>
<title>TESIS 2016</title>
</head>
<?php
$conexion=mysql_connect($direccion_bd, $susu_bd,$pass_bd) or die ('no
conexion');
?>
<table>
<tr>
<td ><img src='ups1.jpg'></td><td alling ="center"><h1
align=center><font color= 'black'>DISENO E IMPLEMENTACION DE
UNA APLICACION DOMOTICA</font></h1></td>

</tr>
</table>
<hr>
<hr width = '80%'>

<h3 align=right><font size = 5 color = 'black'>CONTROL Y
MONITOREO</font></h3>
<b><h3 align=right><font size = 5 color= 'black'>Oscar
Ortiz</font></h3></b>
<b><h3 align=right><font size = 5 color= 'black'>Pablo
Campoverde</font></h3><b>
<hr noshade size='10%'>
```

ANEXOS

</body>

<body>

<table width="100%">

<tr align="center">

<td>

<table width="10%">

</body>

</html>

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Ing. Juan José Cáceres Chiquillo, Ing. Rigoberto Alfonso Morales Hernández, Téc. Gustavo Enrique Vásquez Novoa, MONITOR VISUAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN VIVIENDAS, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA – FEPADE, El Salvador, 2010-20paginas.
- [2] Eugenio Salgado Plasencia, SISTEMA DE MEDICIÓN DE CONSUMO ELÉCTRICO DE VOLTAJE, CORRIENTE Y POTENCIA MONITOREADO POR BLUETOOTH, Universidad Autónoma de Querétaro, México, 2012-86 páginas.
- [3] Andrés Mauricio Miranda Proaño, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICO DEDICADO A LA DOMÓTICA, CONTROLADO A TRAVÉS DE UNA TABLET, UTILIZANDO TARJETAS DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA Y LA PROGRAMACIÓN DE LOS MISMOS, Universidad de San Francisco de Quito, 2014-116 páginas.
- [4] Franklin Pérez Vera, CONTROL EFICIENTE DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA UNA VIVIENDA A TRAVÉS DE UNA APLICACIÓN MULTIMEDIA, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2014-70 páginas.
- [5] Orlando Patricio Chacón Molina, ANÁLISIS PARA UN SISTEMA DOMÓTICA CON LA ARQUITECTURA ARDUINO Y RASPBERRY PI, SOBRE TCP/IP, Universidad del Azuay, 2014-68 páginas.
- [6] Paul Esteban Arpi Coellar, Martin Vinicio Urgilés Fernández, DISEÑO Y DESARROLLO DE ACTUADORES DE ILUMINACIÓN PARA UNA RED ZIGBEE CON UN SERVIDOR WEB MONTADO EN RASPBERRY PI, Universidad Politécnica Salesiana, 2015-105 páginas.
- [7] José Israel Quinde Cercando, Patricio Leonardo Buele Zhingre, DISEÑO DE SOFTWARE PARA EL CONTROL Y MONITOREO DOMÓTICO EN UNA MINICOMPUTADORA BASADA EN

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- PROCOLO TCP/IP, Universidad Politécnica Salesiana, 2015- 147 paginas.
- [8] Francisco Mata Cabrera, ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE. PROPUESTA PARA UN DESARROLLO SOSTENIBLE, Ensayos: Revista de la Facultad de Educación de Albacete, ISSN 0214-4824, N°. 16, 2001, págs. 379-390.
- [9] Marco Fabricio Contreras Morocho, DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN, MONITOREO Y CONTROL DE CARGA PARA APLICACIONES DOMÉSTICAS, Universidad Politécnica Salesiana, 2015-142 páginas
- [10] José Manuel Huidobro, Ramón Jesús Millán Tejedor, *MANUAL DE DOMÓTICA*, CREACIONES COPYRIGHT SL, 2010 - 218 páginas
- [11] Pliego tarifario para las empresas eléctricas, Agencia de Regulación y control de Electricidad, periodo Enero – Diciembre 2016.
- [12] <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano>.
- [13] Sensor De Corriente ACS712, [online], disponible en: <http://saber.patagoniatecnology.com/sensor-de-corriente-ac712-5-20-30a-ptec-arduino-pic/>.
- [14] Módulo sensor de corriente ACS712 30A, [online], disponible en: <http://electronilab.co/tienda/modulo-sensor-de-corriente-ac712-30/>.
- [15] Sensor ACS712 Datasheet, [online], disponible en: <http://html.alldatasheet.com/htmlpdf/168326/ALLEGRO/ACS712/293/1/ACS712.html>.
- [16] Peter Bastian, Electrotecnia, Ediciones AKAL, 2001 - 560 páginas..
- [17] Optoacoplador MOC3010, [online], disponible en <http://www.carrod.mx/products/optoacoplador-moc3010-salida-triac>.
- [18] Optoacoplador MOC3010 Datasheet, [online], disponible en: <http://pdf1.alldatasheet.es/datasheetpdf/view/53871/FAIRCHILD/MOC3010.html>.
[pdf/22039/STMICROELECTRONICS/BTA16/1619/1/BTA16.html](http://pdf22039/STMICROELECTRONICS/BTA16/1619/1/BTA16.html).
- [19] Timothy J. Maloney, *ELECTRÓNICA INDUSTRIAL MODERNA*, Pearson Educación, 2006 - 972 páginas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [20] Triac BTA 16 Datasheet, [online], disponible en: <http://html.alldatasheet.com/html-pdf/22039/STMICROELECTRONICS/BTA16/1619/1/BTA16.html>.
- [21] Raspberry Pi 2 modelo B, [online], disponible en: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-2-model-b/>.
- [22] Raspberry Pi 2, [online], disponible en: <http://www.muylinux.com/2015/02/02/raspberry-pi-2..>
- [23] Raspbian, [online], disponible en: <https://www.raspberrypi.org/downloads/raspbian/>.
- [24] Arturo Fernández Montoro, PYTHON 3 al descubierto, RC Libros, 2013 - 274 páginas.
- [25] Alicia Ramos Martín, María Jesús Ramos Martín, OPERACIONES CON BASES DE DATOS OFIMÁTICAS Y CORPORATIVAS, Editorial Paraninfo, 2007 - 393 páginas.
- [26] INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE BASES DE DATOS, Pearson Educación, 2001 - 936 páginas.
- [27] Características y tipos de bases de datos, [online], disponible en: https://www.ibm.com/developerworks/ssa/data/library/tipos_bases_de_datos/.
- [28] MySQL, [online], disponible en: <https://www.mysql.com/products/>.
- [29] Instalacion de Mysql, [online], disponible en: <http://www.koding.com/docs/installing-mysql>.
- [30] S PhpMyAdmin, [online], disponible en: <https://www.phpmyadmin.net/>
- [31] Tutorial Raspberry Pi – Crear servidor Web, [online], disponible en: <https://geekytheory.com/tutorial-raspberry-pi-crear-servidor-web/>.
- [32] Servidor HTTP Apache, [online], disponible en: http://www.ecured.cu/Servidor_HTTP_Apache.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [33] PHP, [online], disponible en: <http://php.net/>.
- [34] Clodoaldo Robledo Sacristán, David Robledo Fernández, PROGRAMACIÓN EN ANDROID, 2012 - 448 páginas.
- [35] App Inventor, [online], disponible en: <http://appinventor.mit.edu/>..
- [36] Javier Cuello, José Vittone, DISEÑANDO APPS PARA MOVILES, 2013-300 páginas..
- [37] Gonzalo Sinisterra V. , Luis E. Polanco I., CONTABILIDAD ADMINISTRATIVA, ECOE EDICIONES, 2007 - 256 páginas..
- [38] Carlos Meza Vargas, CONTABILIDAD ANALISIS DE CUENTAS, EUNED.
- [39] Instalacion de python-serial mediante Synaptic, [online], disponible en: <https://help.ubuntu.com/community/SynapticHowto>.
- [40] Simulador de Credito, [online], disponible en: <https://www.coopjep.fin.ec/productos-servicios/creditos/simulador-de-credito>.
- [41] Xavier Brun Lozano, Oscar Elvira Benito, Xavier Puig Pla, MATEMÁTICA FINANCIERA Y ESTADÍSTICA BÁSICA, Profit Editorial, 23 feb. 2012 - 154 páginas.
- [42] Martín Ramos Valverde, Evaluación Económica Financiera de Proyectos Indicadores de Rentabilidad., [online], disponible en: <http://slideplayer.es/slide/871965>