



“Responsabilidad con pensamiento positivo”

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

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

TEMA:

SISTEMA DIGITAL INTELIGENTE DE PROTECCIÓN ELÉCTRICA, CON
SUPRESOR DE PICOS Y DETECCIÓN DE CRUCE POR CERO PARA USO
RESIDENCIAL.

AUTOR:

RICARDO IVAN VITERI CORTEZ

TUTOR:

Ing. Flavio David Morales Arévalo, Mg

QUITO, ECUADOR

2019

DECLARACIÓN

Yo, Ricardo Iván Viteri Cortez, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Ricardo Iván Viteri Cortez

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de titulación certifico:

Que el trabajo de titulación **“SISTEMA DIGITAL INTELIGENTE DE PROTECCIÓN ELÉCTRICA, CON SUPRESOR DE PICOS Y DETECCIÓN DE CRUCE POR CERO PARA USO RESIDENCIAL.”**, presentado por el Sr. Ricardo Iván Viteri Cortez, estudiante de la carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Quito D.M. febrero del 2019

TUTOR:

.....

Ing. Flavio Morales Arévalo, Mg

AGRADECIMIENTO

A mis profesores y compañeros de aula que han sabido impartir sus conocimientos durante este período de aprendizaje, los cuales se ven reflejados en este trabajo realizado para culminar otra etapa importante en mi vida profesional y así competir en este mundo cada vez más tecnológico.

Yo, Ricardo Iván Viteri Cortez

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mi esposa Chío e hijo Emilio que son los pilares fundamentales en mi vida en familia y es por ellos que me sacrifico cada día para darles una vida digna y merecida, gracias a ustedes por su paciencia en este esfuerzo para ser mejor profesional y persona.

Yo, Ricardo Iván Viteri Cortez

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	iv
TABLA DE CONTENIDO.....	v
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABLAS	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN	1
Antecedentes de la situación objeto de estudio	1
Planteamiento y justificación del problema	1
Objetivo general	2
Objetivos específicos.....	2
Descripción de los capítulos.....	3
CAPITULO 1	4
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	4
1.1 PROTECCIONES ELÉCTRICAS	4
1.1.1. Métodos para determinar ocurrencia de anomalías:	4
1.1.2. Estados de operación de un sistema de potencia y estrategias de regulación	
5	
1.2 NORMATIVA REFERENTE A CALIDAD DEL SERVICIO ELÉCTRICO	6
1.2.1 Definición de los límites adecuados.....	6
1.2.2 Norma ANSI C84.1.....	6
1.2.3 Escalas de voltaje norma ANSI C84.1	8
1.3 MICROCONTROLADOR PIC.....	10

1.3.1	Descripción general.....	10
1.3.2	El microcontrolador (16F876-A)	10
1.3.3	Arquitectura del PIC16F876-A	11
1.3.4	La memoria de programa	11
1.3.5	La memoria de datos	12
1.3.6	Características generales del PIC16F876-A.....	12
1.3.7	Características periféricas:	13
1.3.8	Diagrama de pines y funciones	14
1.4	MODEM WI-FI NODEMCU.....	16
1.4.1	Historia:.....	16
1.4.2	NodeMCU tercera generación.....	16
1.4.3	Especificaciones técnicas NodeMCU tercera generación:.....	18
1.5	RELÉ DE ESTADO SOLIDO	18
1.5.1	Descripción.....	18
1.5.2	Funcionamiento	19
1.5.3	Ventajas y desventajas:	20
1.5.4	Relé de estado sólido MAXWELL (MS-1DA4840).....	21
1.6	VARISTOR	24
1.6.1	Descripción.....	24
1.6.2	Funcionamiento:.....	25
1.6.3	Curva tensión – intensidad:	25
1.6.4	Características técnicas:	26
1.7	REGULADOR DE VOLTAJE.....	27
1.7.1	Descripción.....	27
1.7.2	Regulador de voltaje LM7805.....	27
1.7.3	Diagrama de conexión:.....	28
1.7.4	Características:	28

1.8	SENSOR DE CORRIENTE ACS712	29
1.8.1	Descripción.....	29
1.8.2	Esquema de Montaje	30
1.8.3	Estructura placa electrónica	31
1.9	VIRTUINO	31
1.9.1	Descripción.....	31
1.9.2	Instalación	32
CAPITULO 2		33
MARCO METODOLÓGICO		33
2.1.	ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN.....	33
2.1.1.	Fundamentación teórica:	33
2.1.2.	Marco metodológico:	33
2.1.3.	Propuesta:	33
2.1.4.	Implementación:.....	34
CAPITULO 3		35
PROPUESTA.....		35
3.1.	DESCRIPCIÓN	35
3.2.	DIAGRAMA DE BLOQUES.....	35
3.2.1.	Módulo de control	36
3.2.2.	Módulo de actuadores	36
3.2.3.	Módulo de medición de corriente	36
3.2.4.	Módulo de medición de voltaje.....	37
3.2.5.	Fuente DC	37
3.2.6.	Aplicación informática móvil	37
3.3.	DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA	37
3.4.	DISEÑO DE MODULOS.....	39
3.4.1.	Diseño de la fuente DC 5V	39

3.4.2.	Diseño medidor de voltaje.	40
3.4.3.	Medidor de corriente	41
3.4.4.	Diseño módulo de actuadores	42
3.4.5.	Identificación de los pines a utilizar en el PIC.....	43
3.4.6.	Diseño placa principal de control.....	45
3.5.	ANÁLISIS DE COSTOS.....	46
3.6.	VENTAJAS DEL SISTEMA	47
CAPITULO 4		48
IMPLEMENTACIÓN.....		48
4.1.	DESARROLLO	48
4.1.1.	Conexión de los relés de estado sólido.....	50
4.1.2.	Instalación de transformadores	51
4.1.3.	Instalación de la placa de control	52
4.1.4.	Instalación de breakers	52
4.1.5.	Instalación de relés de estado sólido	53
4.1.6.	Cableado entre los elementos.....	54
4.1.7.	Configuración de la aplicación móvil	55
4.1.8.	Sistema terminado	78
4.2.	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	79
4.3.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	92
CONCLUSIONES		93
RECOMENDACIONES		95
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....		96
ANEXOS		98

LISTA DE FIGURAS

Figura. 1. 1. Estados de operación de un sistema de potencia.....	5
Figura. 1. 2 Extracto tabla sistema nominal de voltajes estandarizados 60 Hz y escalas de voltaje de la norma ANSI C84.1	7
Figura. 1. 3 Comparación características claves de los MCU PIC16F87X.....	10
Figura. 1. 4. Diagrama de bloques PIC16F873 AND PIC16F876.	11
Figura. 1. 5. Mapa y pila de la memoria de programa PIC16F877/876.	12
Figura. 1. 6. Organización memoria de datos.....	12
Figura. 1. 7. Diagrama de pines PIC16F876/873.	14
Figura. 1. 8 Descripción PINOUT PIC16F873 y PIC16F876.....	15
Figura. 1. 9. NodeMCU tercera generación.....	17
Figura. 1. 10. Distribución PINOUT NodeMCU tercera generación.....	17
Figura. 1. 11. Comportamiento de un tiristor.	19
Figura. 1. 12. Comportamiento de un TRIAC.....	20
Figura. 1. 13. Vista interior relé de estado sólido.....	20
Figura. 1. 14. Relé de estado sólido MS-1DA4840.....	22
Figura. 1. 15 Especificaciones relé de estado sólido MAXWELL (MS-1DA4840).	22
Figura. 1. 16. Dimensiones y estructura interna relé de estado sólido MAXWELL (MS-1DA4840).....	24
Figura. 1. 17. Símbolo electrónico de un varistor.	24
Figura. 1. 18. Curva de la resistencia de un varistor.	25
Figura. 1. 19. Curva tensión Vs corriente de un varistor.....	26
Figura. 1. 20. Distribución PINOUT LM7805.	28
Figura. 1. 21. Diagrama de conexiones LM7805.	28
Figura. 1. 22. Características LM7805.	29
Figura. 1. 23. Valores de sensibilidad para modelos de sensor de corriente ACS712.	30
Figura. 1. 24. Sensor de corriente ACS712.	30
Figura. 1. 25. Esquema de montaje sensor de corriente ACS712.	30
Figura. 1. 26. Estructura interna placa sensor de corriente ACS712.....	31
Figura. 3. 1. Diagrama de bloques sistema inteligente de protección eléctrica.....	35
Figura. 3. 2. Diagrama de flujo sistema inteligente de protección eléctrica.....	38
Figura. 3. 3. Diagrama fuente de poder DC a 5V.....	40

Figura. 3. 4. Interfaz para medir voltaje y enviar al microcontrolador.....	40
Figura. 3. 5. Diagrama de conexiones de los sensores de corriente con el PIC.	42
Figura. 3. 6. Diagrama de conexiones del módulo de actuadores.	43
Figura. 3. 7. Identificación de los pines a usar en el microcontrolador.	44
Figura. 3. 8. Diseño placa de control.	45
Figura. 4. 1. Diseño inferior placa de control.	48
Figura. 4. 2. Diseño superior placa de control.	48
Figura. 4. 3. Placa de control con elementos soldados.	49
Figura. 4. 4. Pista y soldaduras en placa de control.	49
Figura. 4. 5. Placa de LED`s indicadores de salidas. Vista superior.	50
Figura. 4. 6. Placa de LED`s indicadores de salidas. Vista posterior.	50
Figura. 4. 7. Conexiones relés de estado sólido.....	51
Figura. 4. 8. Transformadores ubicados en chasis.....	51
Figura. 4. 9. Placa de control ubicada en chasis. Vista superior.	52
Figura. 4. 10. Placa de control ubicada en chasis. Vista lateral.....	52
Figura. 4. 11. Breakers ubicados en chasis.....	53
Figura. 4. 12. Relés de estado sólido ubicados en chasis.	53
Figura. 4. 13. Cableado final chasis.....	54
Figura. 4. 14. Chasis terminado.	54
Figura. 4. 15. Búsqueda de Virtuino en tienda Play Store.	55
Figura. 4. 16. Aplicación Virtuino instalada.	56
Figura. 4. 17. Icono de aplicación en móvil.	56
Figura. 4. 18. Pantalla principal Virtuino.	57
Figura. 4. 19. Adicionar elementos en el tablero principal.....	58
Figura. 4. 20. Seleccionar instrumento análogo	58
Figura. 4. 21. Ajustes instrumento análogo.	60
Figura. 4. 22. Scale instrumento análogo.	61
Figura. 4. 23. Configuración SMS – email instrumento análogo.	62
Figura. 4. 24. Alarmas instrumento análogo.	63
Figura. 4. 25. Instrumento análogo terminado.....	63
Figura. 4. 26. Seleccionar botón.	64
Figura. 4. 27. Ajustes botón.....	65
Figura. 4. 28. Configuración SMS botón.	65

Figura. 4. 29. Seleccionar LED.	66
Figura. 4. 30. Ajustes LED.	67
Figura. 4. 31. Configurar SMS-email LED.	68
Figura. 4. 32. Alarmas LED.	69
Figura. 4. 33.- Seleccionar cuadro gráfico estadístico.....	69
Figura. 4. 34. Ajustes cuadro gráfico estadístico.....	70
Figura. 4. 35. Configuración chart cuadro gráfico estadístico.....	71
Figura. 4. 36.- Seleccionar display	71
Figura. 4. 37. Ajustes display.	73
Figura. 4. 38. Configurando SMS-email display.....	74
Figura. 4. 39. Alarmas display.....	75
Figura. 4. 40. Interfaz terminada modo edición.	76
Figura. 4. 41. Interfaz gráfica terminada en modo producción.	77
Figura. 4. 42. Dispositivo armado (Presentación).	78
Figura. 4. 43. Sistema encendido (Presentación).....	78
Figura. 4. 44. Tomás eléctricas conectadas en las salidas para pruebas.....	79
Figura. 4. 45. Encendido del dispositivo con Fase 1.	80
Figura. 4. 46 Encendido del dispositivo con fase 2.	80
Figura. 4. 47 Banco de pruebas conexión de carga en diferentes salidas.....	81
Figura. 4. 48. Encendido carga 1 con consumo de corriente.	81
Figura. 4. 49. Encendido carga 2 con consumo de corriente.....	82
Figura. 4. 50. Encendido carga 3 con consumo de corriente.....	83
Figura. 4. 51. Montaje para pruebas con variac.....	84
Figura. 4. 52 Voltaje en fase 1 < 100VAC.	85
Figura. 4. 53. Alarma del sistema por voltaje bajo.....	86
Figura. 4. 54. Alarma del sistema por apagado fase 1.....	87
Figura. 4. 55. Alarma del sistema por apagado fase 2.....	87
Figura. 4. 56 Niquelina eléctrica conectada en salida 1 del sistema.	88
Figura. 4. 57. Prueba exceso de corriente en salida 1.....	89
Figura. 4. 58. Alarma en el sistema por exceso de corriente.	90
Figura. 4. 59. Ejemplos 1 de SMS de información al usuario.....	91
Figura. 4. 60. Ejemplos 2 de SMS de información al usuario.....	91

LISTA DE TABLAS

Tabla. 2. 1 Resumen, métodos y técnicas de las etapas de investigación.	34
Tabla. 3. 1. Análisis de relación de voltajes en los transformadores.....	41
Tabla. 3. 2. Análisis de costos	46
Tabla. 4. 1. Análisis de resultados.	92

RESUMEN

Un sistema automático y digital que pueda garantizar al usuario la seguridad de sus equipos conectados y alargar la vida útil de los mismos es muy necesario para la comodidad y satisfacción del usuario.

Este sistema permite automatizar y monitorizar la energía eléctrica en una residencia, está diseñado para una entrada de suministro bifásico, es decir dos fases y un neutro y consta de 4 salidas, tres de ellas para circuitos a 110VAC y una para circuitos a 220VAC.

Mediante una aplicación móvil se puede interactuar con el sistema, ésta permite controlar los circuitos de salida ON / OFF a disposición y necesidad, así como también permite monitorear los valores de voltaje y corriente presentes en el sistema en tiempo real.

El sistema se conecta a una red Wi-Fi presente en la residencia y el usuario desde su móvil mediante la aplicación, puede monitorear o controlar el mismo.

El sistema envía al usuario mediante el módulo Wi-Fi alertas pre configuradas donde le indica que algo está pasando en el sistema, alerta sobre el encendido y apagado de las salidas, alerta sobre el exceso de corriente y alerta sobre voltajes altos o bajos fuera del rango normal de operación, bajo cualquiera de estas circunstancias de valores de corriente y voltaje fuera de lo normal, las salidas automáticamente son apagadas hasta que el suministro se normalice.

Palabras Clave: Wi-Fi, relé de estado sólido, NodeMCU, digital, inteligente, Arduino, Virtuino.

ABSTRACT

An automatic and digital system that can guarantee the user the safety of their connected equipment and extend the useful life thereof is very necessary for the comfort and satisfaction of the user.

This system allows to automate and monitor the electrical energy in a residence, it is designed for a two-phase supply input, that is, two phases and a neutral and consists of 4 outputs, three of them for circuits at 110VAC and one of them for circuits at 220VAC.

By means of a mobile application it is possible to interact with the system, it allows to control the ON / OFF output circuits available and necessary, as well as to monitor the voltage and current values present in the system in real time.

The system is connected to a Wi-Fi network present in the residence and the user from his mobile using the application, can monitor or control it.

The system sends the user, using the Wi-Fi module, pre-configured alerts where it indicates that something is happening in the system, alerts on the switching OFF and ON of the outputs, alerts about excess current and alerts about high or low voltages outside the normal range of operation, under any of these circumstances of values of current and voltage outside the normal, the outputs are automatically turned OFF until the supply is normalized.

Keywords: Wi-Fi, solid state relay, NodeMCU, digital, intelligent, Arduino, Virtuino.

INTRODUCCIÓN

Antecedentes de la situación objeto de estudio

La preocupación por la protección en la energía eléctrica ha sido ligada a las subestaciones eléctricas según la regulación No. CONELEC-004/01, es decir en el transporte de la energía hacia los hogares, una de las preocupaciones de los usuarios se da cuando el sistema eléctrico falla por cualquier razón, esto crea una incertidumbre al momento que el suministro de energía se reanuda, debido a que se han visto muchos casos en los que dispositivos eléctricos y electrónicos como, televisiones, radios, focos, entre otros, sufren daños generando malestar en las personas, de la misma forma puede ocurrir con las tormentas eléctricas debido a esto, las personas apagan los dispositivos hasta que el suministro de energía se restablezca.

Según lo mencionado anteriormente, existen dispositivos para la protección eléctrica, pero van acompañados de una caja de breakers, es decir es algo complementario, lo que se pretende con este proyecto, es unificar todo un sistema inteligente en una caja digital que reemplace la caja de distribución principal de una residencia.

Planteamiento y justificación del problema

Cada vez es más importante conocer la calidad de la energía eléctrica en cuanto a valores de voltaje y variaciones de amplitud recibidas mediante el suministro eléctrico, con el fin de proteger los aparatos eléctricos y electrónicos en un hogar.

La medida y monitorización de la energía eléctrica son un punto clave para el control y protección de las cargas conectadas en el sistema debido a que se convierte en un elemento conocido y por consiguiente se lo puede controlar.

Hoy en día la energía eléctrica es un elemento imprescindible para realizar las actividades humanas dentro de una sociedad cada vez más informatizada y dependiente del consumo eléctrico.

Por lo tanto, desde el punto de vista práctico y seguro para aprovechar la energía eléctrica se requiere su medición y monitorización, la seguridad en el sistema eléctrico es fundamental debido a que al desconocer cuando el suministro fallará, los sistemas se vuelven

vulnerables pudiendo ocasionar daños tanto a los dispositivos eléctricos como electrónicos conectados, además el monitoreo por otra parte permitirá tomar acciones correctivas, evitando inconvenientes.

Un sistema automático y digital que pueda garantizar al usuario la seguridad de sus equipos conectados y alargar la vida útil de los mismos es muy necesario para la comodidad y satisfacción de este.

Objetivo general

Desarrollar un sistema digital inteligente de protección eléctrica, con supresor de picos y detección de cruce por cero para uso residencial.

Objetivos específicos

- Establecer los parámetros de protección del sistema como niveles de corriente y voltaje críticos, donde el sistema desactivará sus salidas para proteger los circuitos y cuando los valores sean los correctos, se reanude el suministro.
- Desarrollar un sistema digital inteligente que reemplace a la caja de distribución de breakers convencionales de una casa y que controle cuatro circuitos eléctricos mediante un microcontrolador PIC, relés de estado sólido y una aplicación informática móvil que formarán parte del sistema.
- Definir tres circuitos a 110V y un circuito a 220V con un máximo de 40A de capacidad cada uno, como parte del funcionamiento del sistema digital de protección eléctrica.
- Implementar un voltímetro y un amperímetro digitales para monitorear el sistema en línea y que según los valores críticos pueda éste automáticamente tomar decisiones ayudando en la protección de los aparatos eléctricos conectados al mismo.
- Añadir elementos capaces de suprimir los picos de voltaje que puedan ingresar al sistema, así como también un detector de cruce por cero para controlar la energía aplicada a la carga al momento de activarla.

- Integrar al sistema una aplicación informática móvil, que sea gráfica y amigable con el usuario donde se pueda observar alarmas, voltajes, corrientes, e interactuar con el sistema, todo vía remota.
- Construir un reseteo por cada circuito en el caso de que haya sido desactivado por la presencia de un parámetro crítico, mediante la programación del PIC y su correspondiente ícono en la aplicación informática móvil.
- Generar alarmas en forma de sonido y en forma de mensajes de texto para los diferentes fallos que se puedan presentar, y sean enviadas a la aplicación informática móvil mediante un módulo Wi-Fi conectado al sistema.
- Realizar pruebas de funcionamiento del sistema digital con supresor de picos y detección de cruce por cero para uso residencial.

Descripción de los capítulos

En el primer capítulo se presenta la información básica y de funcionamiento sobre todos los elementos utilizados en este sistema como son: PIC, modem Wi-Fi NodeMCU, relés de estado sólido, reguladores de voltaje, sensor de corriente, entre otros.

En el segundo capítulo se describe el sistema de forma general, el diagrama de flujo de los módulos que lo componen, así como también los aspectos técnicos y las ventajas generales del sistema.

En el tercer capítulo se muestra el proceso de construcción del sistema, se detalla la puesta en marcha junto con la aplicación informática móvil con una interfaz gráfica y amigable con el usuario donde se puede observar, alarmas, valores de voltaje, valores de corriente, e interactuar con el sistema, también se muestran las pruebas de funcionamiento realizadas junto con el análisis de resultados correspondientes.

Al final se registran las conclusiones y recomendaciones producto de la implementación del sistema completo, así como también las referencias bibliográficas y anexos.

CAPITULO 1

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 PROTECCIONES ELÉCTRICAS

1.1.1. Métodos para determinar ocurrencia de anomalías:

El mal funcionamiento de un sistema o de alguno de sus componentes se puede detectar en los fenómenos físicos que se presentan en éstos. Según lo menciona Chimarro (2007), quien considera a los más comunes:

Aumento de la corriente:

El aumento excesivo en el valor de la corriente es una característica principal de un cortocircuito causado por un equipo o simplemente por instalaciones en mal estado.

Esta característica ha sido la causa para que se tenga que desarrollar un esquema de protección, es conocido con el nombre de “protección de sobre corriente”.

Disminución de voltaje:

Chimarro (2007) afirma que es muy usado para proteger motores y aparatos que no pueden resistir voltajes inferiores al nominal. Por otra parte es usado para deshabilitar circuitos de arranque de motores los cuales necesitan de un operador para ponerse en marcha.

Aumento de voltaje:

El aumento de voltaje sobre su valor nominal es peligroso para cualquier componente de un sistema eléctrico. El problema está en equipos que poseen aislamiento con capacidad limitada para soportar los esfuerzos dieléctricos. La causa más común se da de la sobreexcitación de generadores ubicados en las subestaciones o transformadores ubicados en los postes de propiedad de las empresas eléctricas. También pueden presentarse sobre voltajes debidos al ‘efecto Ferranti’, que es el producido en las líneas de transmisión cuando la carga está desconectada o es muy pequeña.

1.1.2. Estados de operación de un sistema de potencia y estrategias de regulación

Para analizar la seguridad de un sistema de potencia y diseñar sistemas de control apropiados es de mucha ayuda analizar los cinco estados de operación: normal, alerta, emergencia, colapso y restablecimiento.

En la Figura 1.1 se muestra los estados de operación y los caminos por los cuales la transición de un estado al otro puede ocurrir.

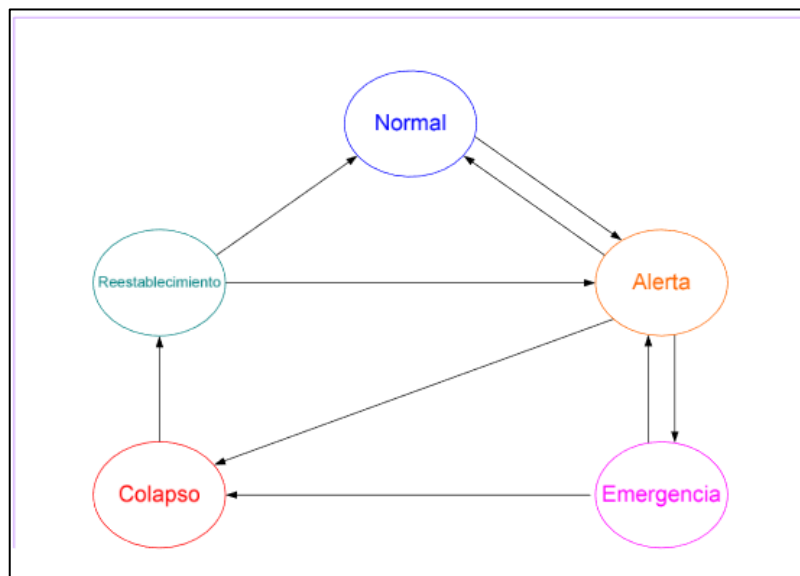


Figura. 1. 1. Estados de operación de un sistema de potencia.

Fuente: (Chimarro, 2007)

Estado normal:

Todas las variables del sistema están dentro de lo normal, esto es que sus valores están dentro de los límites apropiados y ningún equipo está siendo sobrecargado, por lo tanto, el sistema funciona de una manera segura y es capaz de soportar una variación en los límites o niveles establecidos de voltaje y corriente.

Estado de alerta:

Este estado se da cuando aumenta la posibilidad de que un sistema empiece a funcionar fuera de los límites de seguridad, esto puede suceder por ejemplo debido a condiciones meteorológicas adversas, como las tormentas eléctricas. En este estado, todas las variables del sistema están todavía dentro de los valores aceptables y todas las restricciones aún se cumplen.

Estado de emergencia:

Cuando ocurre una perturbación suficientemente grande estando el sistema en modo de alerta, ya sea por los voltajes bajos y/o las cargas que exceden los rangos de emergencia establecidos a corto plazo. El sistema inicia acciones de control de emergencia, como por ejemplo: la eliminación de la falla, pero si las acciones no son aplicadas o son ineficientes, el sistema puede entrar en colapso y el resultado será, constantes interrupciones.

Chimarro, 2007 indica que las acciones de control tales como el alivio de carga y la separación controlada de áreas del sistema, son para resguardar el sistema de potenciales apagones extendidos.

Estado de restablecimiento:

Es cuando la acción de control es aplicada para restablecer el sistema, es decir restaurar la carga y la operación normal, de esta forma y como se puede verificar en la figura 1.1 el sistema pasa al estado de alerta o al estado normal, según las condiciones de sus variables.

1.2 NORMATIVA REFERENTE A CALIDAD DEL SERVICIO ELÉCTRICO**1.2.1 Definición de los límites adecuados**

Guerra (2011) afirma que la distribución de energía eléctrica es la parte del sistema de suministro eléctrico entre la fuente y el usuario, una de las responsabilidades de las empresas de distribución es entregar energía con calidad, es decir suministrar voltajes dentro de las escalas adecuadas, por consiguiente, deben regular el voltaje que entregarán. Las empresas eléctricas no pueden proveer a cada usuario un voltaje igual al de la placa de sus equipos eléctricos o electrónicos. En consecuencia, las empresas eléctricas de distribución son obligadas a entregar niveles de voltaje y escalas de variación definidas por la Norma ANSI C84.1, para el perfecto funcionamiento de los equipos.

1.2.2 Norma ANSI C84.1

La norma ANSI C84.1-1995, define los rangos de voltaje nominal y tolerancias de operación para sistemas de energía eléctrica a 60 Hz, por encima de los 100 V.

ANSI C84.1 especifica las tolerancias de voltaje de estado estable para un sistema de energía eléctrica. El estándar divide los voltajes en dos escalas. La escala A es el

rango de voltaje óptimo y la escala B es aceptable, pero no óptimo. Refiérase al Anexo 7 de este documento donde se muestran los rangos de voltaje.

Para voltajes de servicio de hasta 600 V, el nivel de voltaje de servicio debe estar dentro de $\pm 5\%$ con respecto al voltaje nominal, teniendo variaciones de voltaje de $+5,8\%$ hasta $-8,3\%$ para períodos cortos de emergencia.

Los propósitos básicos de esta norma son:

- Implantar la normalización de voltajes nominales en el sistema eléctrico y niveles de variación de voltaje para la operación.
- Facilitar a las empresas eléctricas una guía para un futuro diseño y desarrollo de equipos mejorando las posibilidades de satisfacer las necesidades de los usuarios.

En la tabla 1.1 se muestran los valores de voltajes estandarizados de la Norma ANSI C84.1.

CLASE DE VOLTAJE	SISTEMA DE VOLTAJE NOMINAL (Nota a)			Voltaje NOMINAL DE UTILIZACIÓN Dos, Tres y Cuatro conductores (Nota i)	VOLTAJE ESCALA A (Nota b)			VOLTAJE ESCALA B (Nota b)		
	Dos-conductores	Tres-conductores	Cuatro-conductores		Máximo		Mínimo	Máximo		Mínimo
				Voltaje de Utilización y Servicio (Nota c)	Voltaje de Servicio	Voltaje de Utilización	Voltaje de Utilización y Servicio	Voltaje de Servicio	Voltaje de Utilización	
Bajo Voltaje < 1kV (Nota 1)	Sistema MONOFÁSICO									
	120			115	126	114	110	127	110	106
		120/240		115/230	126/252	114/228	110/220	127/254	110/220	106/212
	Sistema TRIFÁSICO									
		120/208Y (Nota d)	208Y/120	200/115	218Y/126	197Y/114	191Y/110	220Y/127	191Y/110 (Nota 2)	184Y/106 (Nota 2)
			240/120	230/115	252/126	228/114	220/110	254/127	220/110	212/106
		240		230	252	228	220	254	220	212
			480Y/277	460/266	504Y/291	456Y/263	440Y/254	508Y/293	440Y/254	424Y/245
		480		460	504	456	440	508	440	424
			600Y/346	575/332	630/364	570/329	550/318	635/367	550/318	530/306
	600	(Nota e)	575	630 (Nota e)	570	550	635 (Nota e)	550	530	

Figura. 1. 2 Extracto tabla sistema nominal de voltajes estandarizados 60 Hz y escalas de voltaje de la norma ANSI C84.1

Fuente: (GUERRA, 2011)

Notas del extracto de la tabla sistema nominal de voltajes estandarizados 60 Hz y escalas de voltaje de la norma ANSI C84.1 que se muestra en la figura 1.2.

Nota a: Los sistemas trifásicos son sistemas en los cuales se consideran tres fases, las cuales se conectan desde los bornes de la fuente hasta la carga. La fuente puede ser derivada desde cualquier tipo de conexión de transformadores trifásicos conectados o no a tierra. Los

sistemas trifásicos a 4 conductores son sistemas en los cuales un conductor neutro de tierra va con las fases conectando la fuente y la carga.

Los sistemas a 4 conductores de la tabla anterior son designados por el voltaje fase-fase y por la letra Y seguido por una línea inclinada y el voltaje fase neutro (excepto para el sistema delta de 240/120V). Las principales conexiones de los transformadores monofásicos y trifásicos son ilustrados en el Anexo 6.

Nota b: Las escalas de voltaje se ilustran en el Anexo 7.

Nota c: Para sistemas nominales de 120 a 600 V, los voltajes de esta columna son voltajes de servicio máximos. Los voltajes máximos de utilización no deben exceder los 125 V para el sistema nominal de 120 V, no hay múltiplos apropiados de esto para otros sistemas de sistemas de voltajes hasta los 600 V.

Nota i: Son los voltajes nominales de utilización para motores de bajo voltaje y su equipo de mando.

A continuación, se definirán unos conceptos importantes sobre los tipos de voltaje que menciona la norma.

Voltaje de servicio: Es el voltaje en el punto donde el sistema eléctrico del proveedor y el usuario se unen. Esto es normalmente en el medidor eléctrico.

Este voltaje es responsabilidad de la empresa eléctrica.

Voltaje de utilización: Es el voltaje en los terminales del equipo conectado al sistema. Este voltaje es responsabilidad de la instalación eléctrica del domicilio.

1.2.3 Escalas de voltaje norma ANSI C84.1

El estándar divide los voltajes en dos escalas. La escala A es el rango de voltaje óptimo y la escala B es aceptable, pero no óptimo (ver ANEXO 7).

Escala A: Voltaje de servicio (Zona favorable)

Los sistemas de distribución están diseñados para operar dentro de los límites especificados en esta escala. La ocurrencia de voltajes de servicio fuera de estos límites debe ser poco frecuente, cuando sucedan condiciones que causan que el voltaje este fuera de los

límites de la Escala A, deben tomarse medidas correctivas dentro de un tiempo razonable para que el voltaje se encuentre dentro de los límites establecidos.

Escala A: Voltaje de utilización (Zona favorable)

Los sistemas del usuario están diseñados para operar con valores de voltaje dentro de los límites de la Escala A, de tal forma que la mayoría de estos estén dentro de los límites especificados por este rango.

El equipo instalado será diseñado y nominado para funcionar satisfactoriamente en toda esta escala.

Escala B: Voltajes de servicio y utilización (Zona tolerable)

La Escala B incluye voltajes sobre y por debajo de la Escala A, límites que resultan necesariamente del diseño práctico y condiciones de operación ya sea en el suministro o en el sistema del usuario. Aunque tales condiciones son parte del funcionamiento, estas deben ser limitadas en magnitud, frecuencia y duración debido a que cuando se presentan deben tomarse medidas correctivas para mejorar los voltajes y mantenerlos dentro de la Escala A.

Al reconocer las causas de las condiciones que producen valores de voltaje fuera de los límites de la Escala B tanto en el suministro eléctrico como en el sistema de usuario, se recomienda tomar acciones correctivas ya que el equipo instalado no opera satisfactoriamente bajo estas condiciones.

Guerra (2011) realiza el siguiente análisis, partiendo de la Norma ANSI C84.1 los límites requeridos de voltaje de la Escala A y Escala B, son calculados mediante la ecuación (1), que es aplicada para evaluar el índice de calidad de voltaje en la regulación No. CONELEC-104/01 afirmando que.

$$\Delta V_k(\%) = \frac{V_k - V_n}{V_n} * 100 \quad (1)$$

Donde:

ΔV_k : variación de voltaje, en el punto de medición, en el intervalo k de 10 minutos.

V_k : voltaje eficaz (rms) medido en cada intervalo de medición k de 10 minutos.

V_n : voltaje nominal en el punto de medición.

1.3 MICROCONTROLADOR PIC

1.3.1 Descripción general

Un microcontrolador es un circuito integrado, que posee toda la arquitectura de un computador como lo son la unidad CPU, memoria RAM, memoria EEPROM, puertos que pueden ser usados como entrada o salida, éste integrado requiere de programación para realizar tareas que van desde un simple control hasta un sofisticado control de una máquina y además permite reducir el tamaño de las placas controladoras que lo incluyen.

1.3.2 El microcontrolador (16F876-A)

Los microcontroladores PIC (peripheral interface controller), son fabricados por la empresa MICROCHIP Technology INC cuya central se encuentra en Chandler, Arizona, sobre ésta Reyes (2008) afirma que:

Esta empresa ocupa el primer lugar en venta de microcontroladores de 8 bits desde el año 2002. Su gran éxito se debe a la gran variedad (más de 180 modelos), gran versatilidad, gran velocidad, bajo costo, bajo consumo de potencia y gran disponibilidad de herramientas para su programación. (p.17)

A continuación, en la figura 1.3 se observa la comparación de características claves de los MCU PIC16F87X.

Key Features PICmicro™ Mid-Range Reference Manual (DS33023)	PIC16F873	PIC16F874	PIC16F876	PIC16F877
Operating Frequency	DC - 20 MHz	DC - 20 MHz	DC - 20 MHz	DC - 20 MHz
RESETS (and Delays)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)
FLASH Program Memory (14-bit words)	4K	4K	8K	8K
Data Memory (bytes)	192	192	368	368
EEPROM Data Memory	128	128	256	256
Interrupts	13	14	13	14
I/O Ports	Ports A,B,C	Ports A,B,C,D,E	Ports A,B,C	Ports A,B,C,D,E
Timers	3	3	3	3
Capture/Compare/PWM Modules	2	2	2	2
Serial Communications	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART
Parallel Communications	—	PSP	—	PSP
10-bit Analog-to-Digital Module	5 input channels	8 input channels	5 input channels	8 input channels
Instruction Set	35 instructions	35 instructions	35 instructions	35 instructions

Figura. 1. 3 Comparación características claves de los MCU PIC16F87X

Fuente: (Microchip, 2016)

1.3.3 Arquitectura del PIC16F876-A

La arquitectura del PIC16F876-A se muestra en la figura 1.4 donde se puede observar la distribución y conexión interna de sus elementos.

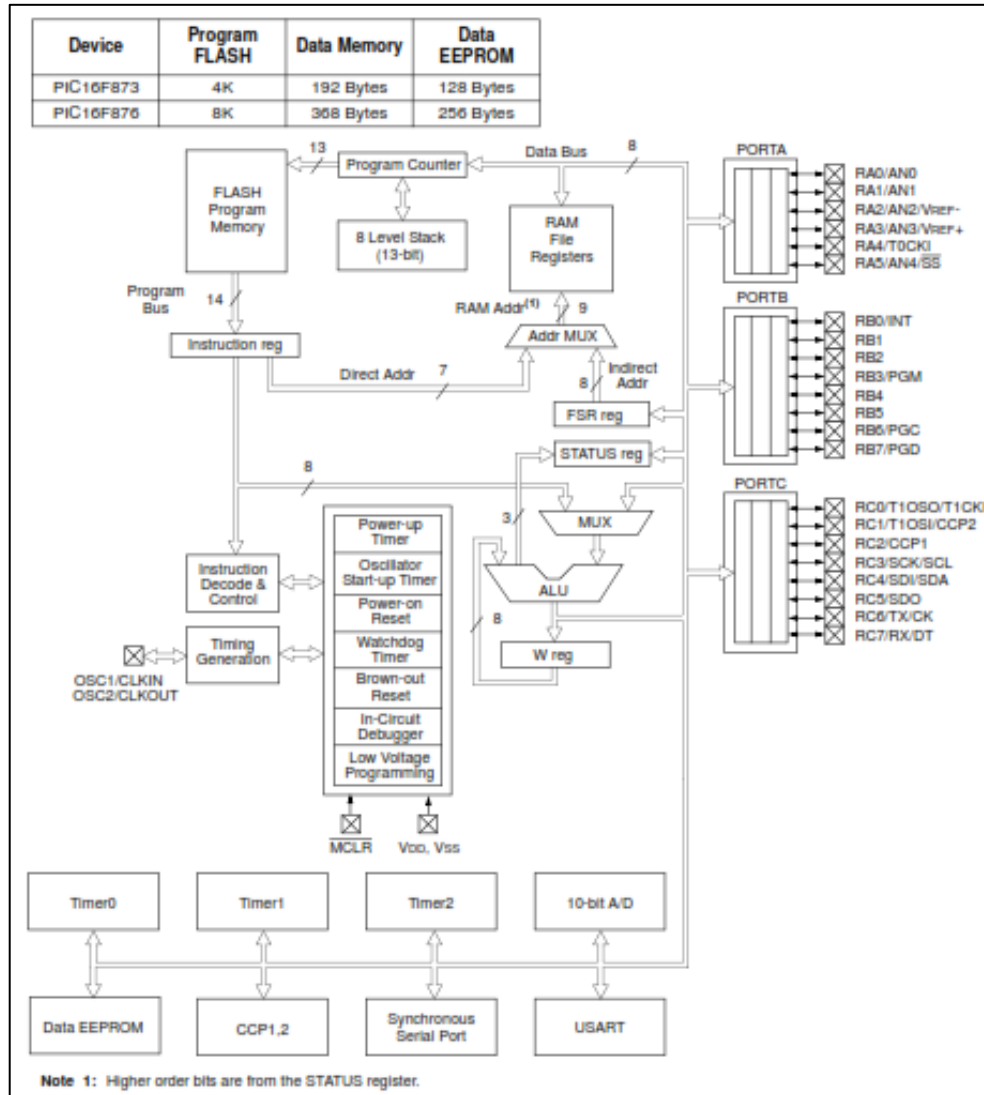


Figura. 1. 4. Diagrama de bloques PIC16F873 AND PIC16F876.

Fuente: (Microchip, 2016)

1.3.4 La memoria de programa

Existen tres bloques en cada uno de los MCU PIC16F87X. La memoria de programa y memoria de datos tienen buses separados de tal manera que el acceso se pueda dar simultáneamente, en la figura 1.5 se observa el mapa y pila de ésta.

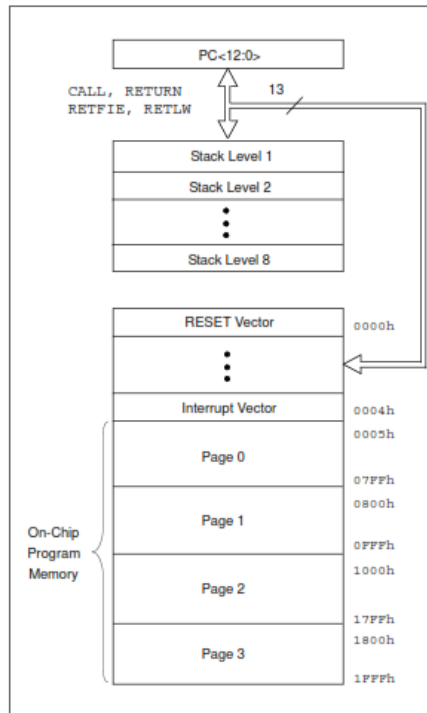


Figura. 1. 5. Mapa y pila de la memoria de programa PIC16F877/876.

Fuente: (Microchip, 2016)

1.3.5 La memoria de datos

La memoria de datos está particionada en múltiples bancos que contienen los registros de propósitos generales y los registros de funciones especiales. Bits RP1 (ESTADO <6>) y RP0 (ESTADO <5>) son los bits de selección del banco. En la figura 1.6 se observa su organización.

RP1:RP0	Bank
00	0
01	1
10	2
11	3

Figura. 1. 6. Organización memoria de datos.

Fuente: (Microchip, 2016)

1.3.6 Características generales del PIC16F876-A

Según la hoja técnica de este dispositivo (ANEXO 9) las características son:

- CPU RISC de alto rendimiento.
- Sólo 35 instrucciones de una sola palabra para aprender.

- Todas las instrucciones son de un solo ciclo excepto las ramificaciones del programa que son de dos ciclos.
- Velocidad de operación:
 - DC - 20 MHz entrada de reloj.
 - DC - Ciclo de instrucciones de 200 ns.
- Hasta 8K x 14 palabras de la memoria de programa FLASH
- Hasta 368 x 8 bytes de memoria de datos (RAM)
- Hasta 256 x 8 bytes de memoria de datos EEPROM
- Pinout compatible con el PIC16C73B / 74B / 76/77
- Modos de direccionamiento directo, indirecto y relativo.
- Reinicio de encendido (POR)
- Temporizador de encendido (PWRT) y temporizador de arranque del oscilador (OST)
- Watchdog Timer (WDT) con su propio oscilador RC en chip para un funcionamiento fiable.
- Modo SLEEP de ahorro de energía
- Baja potencia, alta velocidad tecnología CMOS FLASH / EEPROM
- Diseño totalmente estático.
- Programación en serie en circuito (ICSP) a través de dos pines.
- Capacidad de programación en serie de circuito único de 5V.
- Acceso de lectura / escritura del procesador a la memoria del programa.
- Amplio rango de voltaje de operación: 2.0V a 5.5V
- Rangos:
 - Bajo consumo de energía:
 - <0.6 mA típico a 3V, 4 MHz
 - 20 μ A típico a 3V, 32 kHz
 - <1 μ A corriente de espera típica

1.3.7 Características periféricas:

Según la hoja técnica de este dispositivo (ANEXO 9) las características periféricas son:

- Timer0: temporizador / contador de 8 bits con prescaler de 8 bits.

- Timer1: temporizador / contador de 16 bits con prescaler, se puede incrementar durante el SLEEP a través de externos cristal / reloj.
- Timer2: temporizador / contador de 8 bits con un período de 8 bits registro, prescaler y postcaler.
- Dos módulos de captura, comparación, PWM
 - La captura es de 16 bits, máx. la resolución es de 12.5 ns
 - La comparación es de 16 bits, máx. la resolución es de 200 ns
 - PWM max. la resolución es de 10 bits
- Convertidor de analógico a digital multicanal de 10 bits
- Puerto serie síncrono (SSP) con SPI (modo maestro) y I2C (maestro-esclavo)
- Receptor asíncrono sincrónico universal.
 - Transmisor (USART / SCI) con dirección de 9 bits detección
- Puerto esclavo paralelo (PSP) de 8 bits de ancho, con RD externo, controles WR y CS (solo 40/44-pin)
- Circuitos de detección de caída de tensión para restablecimiento de reducción de tensión (BOR).

1.3.8 Diagrama de pines y funciones

En la figura 1.7 se observa la distribución de pines de los circuitos integrados PIC16F876/873.

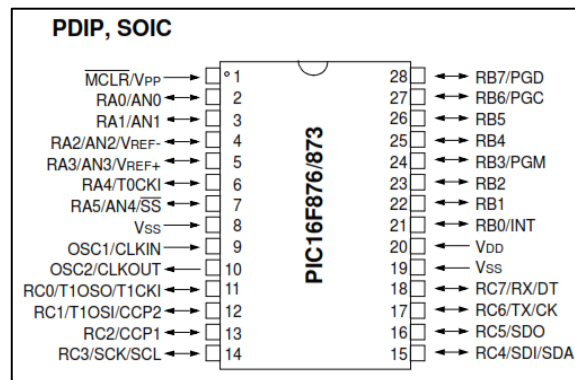


Figura. 1. 7. Diagrama de pines PIC16F876/873.

Fuente: (Microchip, 2016)

A continuación, en la figura 1.8 se presenta la descripción de cada uno de los puertos de los microcontroladores PIC16F873 y PIC16F876.

Pin Name	DIP Pin#	SOIC Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
OSC1/CLKIN	9	9	I	ST/CMOS ⁽³⁾	Oscillator crystal input/external clock source input.
OSC2/CLKOUT	10	10	O	—	Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in crystal oscillator mode. In RC mode, the OSC2 pin outputs CLKOUT which has 1/4 the frequency of OSC1, and denotes the instruction cycle rate.
MCLR/VPP	1	1	I/P	ST	Master Clear (Reset) input or programming voltage input. This pin is an active low RESET to the device.
RA0/AN0	2	2	I/O	TTL	<p>PORTA is a bi-directional I/O port.</p> <p>RA0 can also be analog input0.</p> <p>RA1 can also be analog input1.</p> <p>RA2 can also be analog input2 or negative analog reference voltage.</p> <p>RA3 can also be analog input3 or positive analog reference voltage.</p> <p>RA4 can also be the clock input to the Timer0 module. Output is open drain type.</p> <p>RA5 can also be analog input4 or the slave select for the synchronous serial port.</p>
RA1/AN1	3	3	I/O	TTL	
RA2/AN2/VREF-	4	4	I/O	TTL	
RA3/AN3/VREF+	5	5	I/O	TTL	
RA4/T0CKI	6	6	I/O	ST	
RA5/SS/AN4	7	7	I/O	TTL	
RB0/INT	21	21	I/O	TTL/ST ⁽¹⁾	<p>PORTB is a bi-directional I/O port. PORTB can be software programmed for internal weak pull-up on all inputs.</p> <p>RB0 can also be the external interrupt pin.</p> <p>RB3 can also be the low voltage programming input.</p> <p>Interrupt-on-change pin.</p> <p>Interrupt-on-change pin.</p> <p>Interrupt-on-change pin or In-Circuit Debugger pin. Serial programming clock.</p> <p>Interrupt-on-change pin or In-Circuit Debugger pin. Serial programming data.</p>
RB1	22	22	I/O	TTL	
RB2	23	23	I/O	TTL	
RB3/PGM	24	24	I/O	TTL	
RB4	25	25	I/O	TTL	
RB5	26	26	I/O	TTL	
RB6/PGC	27	27	I/O	TTL/ST ⁽²⁾	
RB7/PGD	28	28	I/O	TTL/ST ⁽²⁾	
RC0/T1OSO/T1CKI	11	11	I/O	ST	<p>PORTC is a bi-directional I/O port.</p> <p>RC0 can also be the Timer1 oscillator output or Timer1 clock input.</p> <p>RC1 can also be the Timer1 oscillator input or Capture2 input/Compare2 output/PWM2 output.</p> <p>RC2 can also be the Capture1 input/Compare1 output/PWM1 output.</p> <p>RC3 can also be the synchronous serial clock input/output for both SPI and I²C modes.</p> <p>RC4 can also be the SPI Data In (SPI mode) or data I/O (I²C mode).</p> <p>RC5 can also be the SPI Data Out (SPI mode).</p> <p>RC6 can also be the USART Asynchronous Transmit or Synchronous Clock.</p> <p>RC7 can also be the USART Asynchronous Receive or Synchronous Data.</p>
RC1/T1OSI/CCP2	12	12	I/O	ST	
RC2/CCP1	13	13	I/O	ST	
RC3/SCK/SCL	14	14	I/O	ST	
RC4/SDI/SDA	15	15	I/O	ST	
RC5/SDO	16	16	I/O	ST	
RC6/TX/CK	17	17	I/O	ST	
RC7/RX/DT	18	18	I/O	ST	
V _{SS}	8, 19	8, 19	P	—	Ground reference for logic and I/O pins.
V _{DD}	20	20	P	—	Positive supply for logic and I/O pins.

Legend: I = input O = output I/O = input/output P = power
 — = Not used TTL = TTL input ST = Schmitt Trigger input

Note 1: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as the external interrupt.

2: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in Serial Programming mode.

3: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC oscillator mode and a CMOS input otherwise.

Figura. 1. 8 Descripción PINOUT PIC16F873 y PIC16F876.

Fuente: (Microchip, 2016)

1.4 MODEM WI-FI NODEMCU

1.4.1 Historia:

NodeMCU es una plataforma IoT (Internet of Things) de código abierto. Incluye el firmware que se ejecuta en el integrado Wi-Fi ESP8266 de Espressif Systems y el hardware que se basa en el módulo ESP-12. El firmware utiliza el lenguaje Lua.

Lua es un lenguaje de programación de origen brasileño creado en 1993. Es muy sencillo y fácil de aprender con respecto a un lenguaje C++ o Java y está diseñado para ser muy ligero ya que necesita menos líneas de código para funcionar.

Llamas (2018) afirma que, NodeMCU fue creado poco después de presentarse el ESP8266, el 30 de diciembre de 2013. Posteriormente, en octubre de 2014 se divulgó la primera versión de NodeMCU en Github. Finalmente, dos meses luego se anunció la primera placa de desarrollo NodeMCU denominada devkit v0.9, siendo también Hardware abierto.

Hasta el momento han salido tres versiones de la placa NodeMCU, primera generación v0.9, segunda generación v1.0 / V2 y tercera generación v1.0 / V3, ésta última es la más utilizada por las características que se indican a continuación.

1.4.2 NodeMCU tercera generación.

La placa de desarrollo NodeMCU está basada en el ESP12E y posee las siguientes características generales según la hoja técnica (ANEXO 11):

- Puerto micro USB y conversor Serie-USB
- Programación sencilla a través del Micro-USB
- Alimentación a través del USB
- Terminales (pines) para facilitar la conexión
- LED y botón de reset integrados

Como lo manifiesta Llamas (2018) la versión 3 contiene un conversor serial CH340G en lugar del CP2102 por lo que el fabricante asegura que hace que el puerto USB sea más robusto. Por otro lado, reusaron los dos pines reservados de la Version 2 para sacar un pin de GND y otro de VUSB. En la figura 1.9 se observa la placa NodeMCU tercera generación.

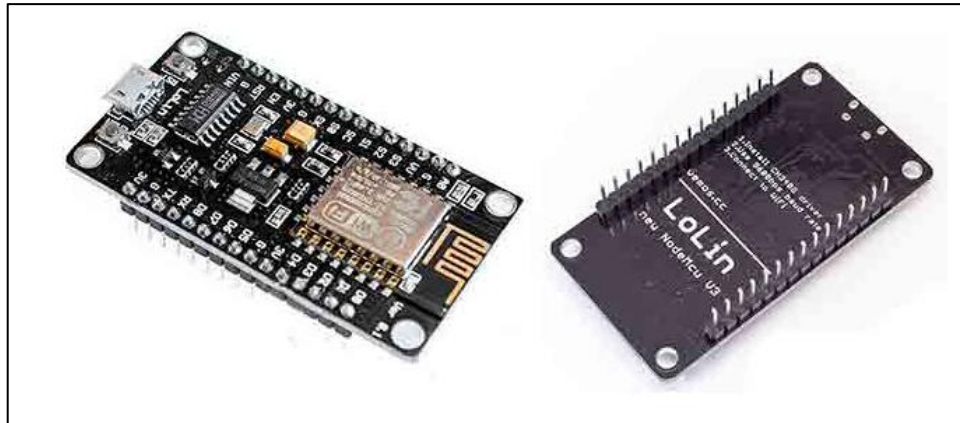


Figura. 1. 9. NodeMCU tercera generación.

Fuente: (Llamas, 2018)

A continuación, en la figura 1.10 se muestra la distribución de pines de la placa NodeMCU tercera generación.

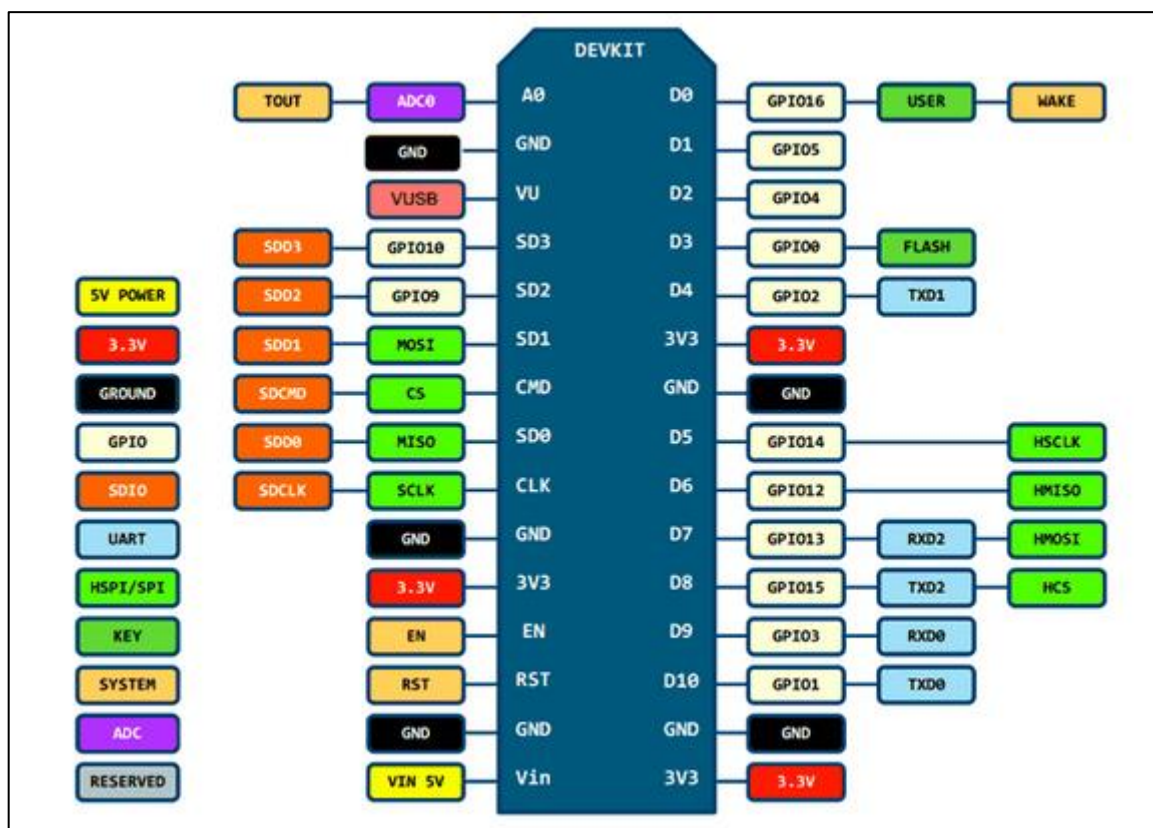


Figura. 1. 10. Distribución PINOUT NodeMCU tercera generación.

Fuente: (Llamas, 2018)

1.4.3 Especificaciones técnicas NodeMCU tercera generación:

Según la hoja técnica de este dispositivo (ANEXO 11) sus especificaciones son:

- Voltaje de Alimentación (USB): 5V DC
- Voltaje de Entradas/Salidas: 3.3V DC
- SoC: ESP8266 (Módulo ESP-12)
- CPU: Tensilica Xtensa LX3 (32 bit)
- Frecuencia de Reloj: 80MHz/160MHz
- Instruction RAM: 32KB
- Data RAM: 96KB
- Memoria Flash Externa: 4MB
- Pines Digitales GPIO: 17 (pueden configurarse como PWM a 3.3V)
- Pin Analógico ADC: 1 (0-1V)
- UART: 2
- Chip USB-Serial: CP2102
- Antena en PCB
- 802.11 b/g/n
- Wi-Fi Direct (P2P), soft-AP
- Stack de Protocolo TCP/IP integrado
- PLLs, reguladores, DCXO y manejo de poder integrados
- Potencia de salida de +19.5dBm en modo 802.11b
- Corriente de fuga menor a 10uA
- Wake up and transmit packets in < 2ms
- Consumo de potencia Standby < 1.0mW (DTIM3)

1.5 RELÉ DE ESTADO SOLIDO

1.5.1 Descripción

Llamas (2016) comenta que un relé de estado sólido o SSR (Solid State Relay) es un dispositivo construido con semiconductores y que tiene una conducta conforme a un relé convencional, que se lo puede usar junto a un procesador como Arduino para controlar cargas, inclusive de corriente alterna a 220V.

Un relé de estado sólido en su interior dispone elementos electrónicos basados en semiconductores y no tiene partes móviles como un relé convencional, ésta y otras ventajas se mencionan en el apartado 1.5.3.

1.5.2 Funcionamiento

El elemento principal de un relé de estado sólido es el TRIAC el cual es un dispositivo electrónico que está basado en tiristores, estos elementos son muy utilizados en la electrónica de potencia.

Un tiristor tiene una conducta similar a un diodo, por tanto permite pasar la corriente en un solo sentido. No obstante, tal como un transistor MOSFET, el estado de conducción está controlado por un terminal llamado Gate. En la figura 1.11 se observa el comportamiento de un tiristor.

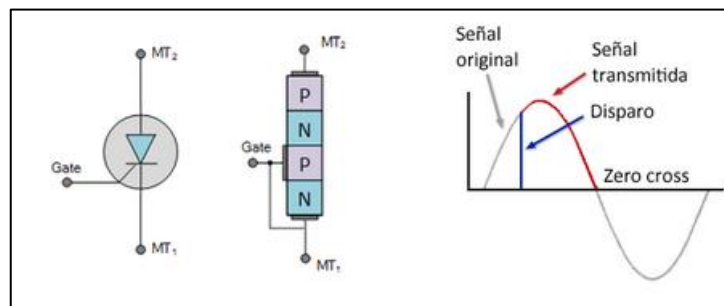


Figura. 1. 11. Comportamiento de un tiristor.

Fuente: Fuente: (Llamas, 2016).

De la figura 1.11 se puede concluir que un tiristor inicia su conducción en un solo sentido cuando el Gate recibe una señal positiva de voltaje, luego permanece conduciendo aunque la tensión en Gate desaparezca y finalmente deja de conducir cuando la señal pasa por cero (zero-crossing) y el Gate está desactivado.

Esta característica de los tiristores de conducir en un solo sentido se puede aprovechar con la corriente alterna usando un TRIAC, que en efecto contiene dos tiristores contrapuestos con un Gate único por tanto la conducción se realiza en ambos sentidos, es decir permite el paso del ciclo positivo y negativo de la señal sinusoidal. En la figura 1.12 se observa el comportamiento de un TRIAC.

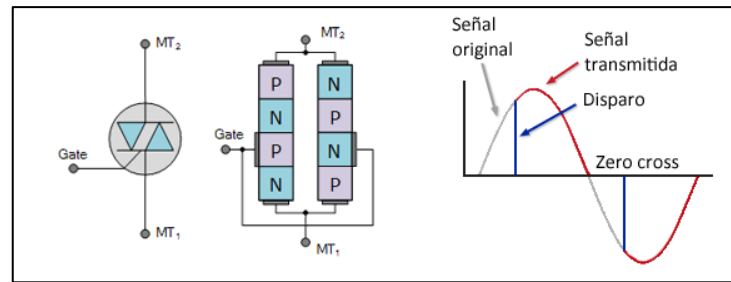


Figura. 1. 12. Comportamiento de un TRIAC.

Fuente: Fuente: (Llamas, 2016)

Finalmente, en los relés de estado sólido, los TRIACs siempre se encuentran optoacoplados con el objetivo de conseguir un aislamiento entre la etapa de alta potencia y la etapa de control electrónico de baja potencia. En la figura 1.13 se muestra el esquema de un relé de estado sólido.

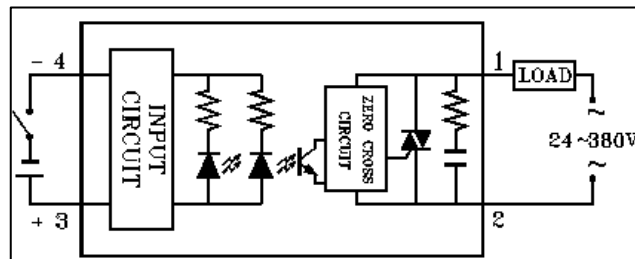


Figura. 1. 13. Vista interior relé de estado sólido.

Fuente: (Llamas, 2016)

1.5.3 Ventajas y desventajas:

La principal ventaja es la velocidad de conmutación. Con un relé de estado sólido se puede obtener tiempos de conmutación del orden de los milisegundos con respecto a los convencionales que están en el orden de los segundos.

Otra de las ventajas es la durabilidad en el tiempo. Debido a que no tiene partes móviles, no sufre desgaste por la cantidad de ciclos de encendido y apagado en las mismas.

Su funcionamiento es silencioso, tiene menor ruido eléctrico que los relés convencionales y no hay riesgo de que se generen chispas, tienen mayor inmunidad al ambiente como la humedad, vibraciones e interferencias electromagnéticas.

Una de las desventajas es el precio, que es superior al de un relé convencional con las mismas características de tensión y corriente nominales.

Otra desventaja es que para grandes cargas es necesario instalar un disipador de calor, debido al calentamiento del dispositivo por corrientes altas.

Por último, no se lo puede usar para regular la intensidad de corriente alterna en una carga, como, por ejemplo, regular la velocidad de un motor o la intensidad de un foco mediante una señal PWM debido al excelente tiempo de respuesta que tienen estos relés.

1.5.4 Relé de estado sólido MAXWELL (MS-1DA4840)

Características:

Según la hoja técnica de este dispositivo (ANEXO 10) las características son:

- Todos los modelos con el mismo tamaño estándar universal.
- El indicador de operación (LED rojo) permite la operación de monitoreo.
- Funda protectora para mayor seguridad.
- Versiones de entrada de AC y CC disponibles.
- Respuesta rápida y robusta.
- Función de cruce por Cero.
- Ningún ruido durante la operación.
- Entrada y salida aisladas.
- Control: 3-32VDC, carga 40 amps 480VAC.
- Filtro RC incorporado.

En la figura 1.14 se puede observar un relé de estado sólido MS-1DA4840 marca MAXWELL.



Figura. 1. 14. Relé de estado sólido MS-1DA4840.

Fuente: (MakePolo.com, 2013)

Especificaciones técnicas:

Según la hoja técnica de este dispositivo (ANEXO 10) las especificaciones técnicas de voltajes y corrientes entre otros, se muestran en la figura 1.15.

Load Voltage	240V/480V/660V/1200V
Control Voltage	3-32VDC
Control Current	3-25mA DC
On Voltage Drop	≤1.5V
Off-leakage Current	≤2mA
On-off Time	≤20mS
Dielectric Strength	2500V AC
Insulation Resistance	100MΩ /500VDC
Ambient Temperature	-300C~ 750C
Mounting	Chassis mount
Indicator	LED
Weight	0.135kg

Figura. 1. 15 Especificaciones relé de estado sólido MAXWELL (MS-1DA4840).

Fuente: (MakePolo.com, 2013)

Identificación según nomenclatura:

Este tipo de relés se los puede identificar mediante la nomenclatura que viene marcada en la cara principal del elemento y consta de tres secciones como se indica a continuación.

MS-1DA X X

1 2 3

1.- Sección 1: Nombre del modelo.

2.- Sección 2: Voltaje VAC de carga.

- 12: 120VAC
- 24: 240VAC
- 48: 480VAC
- 66: 660VAC
- 120: 1200VAC

3.- Sección 3: Corriente nominal de carga.

- 10: 10A
- 25: 25A
- 40: 40A
- 60: 60A
- 80: 80A
- 100: 100A
- 120: 120A

Ejemplo:

[MS-1DA4840] Relé de estado Sólido modelo MS-1DA que soporta 480VAC y 40A.

Estructura interna y dimensiones:

En la figura 1.16 se observan las dimensiones y la estructura interna de un relé de estado sólido MS-1DA4840.

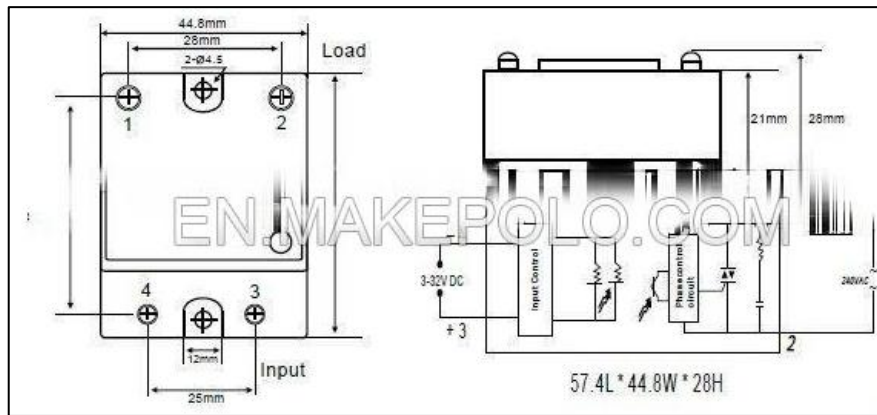


Figura. 1. 16. Dimensiones y estructura interna relé de estado sólido MAXWELL (MS-1DA4840).

Fuente: (MakePolo.com, 2013)

1.6 VARISTOR

1.6.1 Descripción

Tecnología (2017) describe al Varistor con las siguientes palabras, un varistor es un componente electrónico que modifica su resistencia eléctrica en función de la tensión que se aplica en sus extremos. También se suele llamar por su abreviatura VDR (Voltage Dependent Resistor). Un MOV (varistor de óxido metálico) contiene una masa cerámica de granos de óxido de zinc, en una matriz de otros óxidos metálicos (como pequeñas cantidades de bismuto, cobalto, manganeso) intercalados entre dos placas de metal que son los electrodos.

En la figura 1.17 se observa el símbolo electrónico de un varistor.

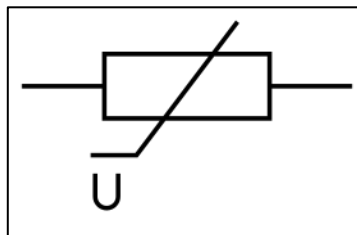


Figura. 1. 17. Símbolo electrónico de un varistor.

Fuente: (Tecnología, 2017)

El valor de resistencia de la VDR disminuye al aumentar la tensión aplicada en sus extremos y cuando llega a su valor nominal cae drásticamente tal como se puede apreciar en su curva característica de la figura 1.18.

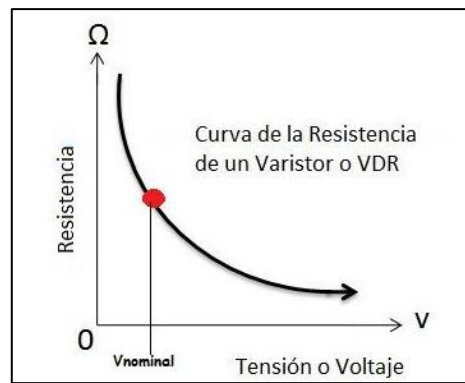


Figura. 1. 18. Curva de la resistencia de un varistor.

Fuente: (Tecnología, 2017)

1.6.2 Funcionamiento:

La resistencia del varistor desde cero voltios hasta antes de la tensión nominal para la cual fueron construidos es muy alta, por ende, es un elemento que dentro de un circuito en esas condiciones se comporta prácticamente como un interruptor abierto.

Si el varistor se somete a una tensión mayor a su nominal, su resistencia disminuye rápidamente hasta un valor muy bajo haciendo que se comporte como un elemento en cortocircuito (interruptor cerrado) y toda la corriente del circuito pasa a través de él, de esta forma se evita que la misma pase por el resto de los componentes del circuito.

Es usado para proteger de las sobretensiones causadas por rayos, descargas electrostáticas, entre otros.

1.6.3 Curva tensión – intensidad:

De acuerdo con la ley de Ohm, la curva característica de tensión de una resistencia es una línea recta, suponiendo que el valor de la resistencia se mantiene constante. En este caso, la corriente que fluye a través de una resistencia es directamente proporcional a la tensión aplicada a través de los extremos de la resistencia ($V = I \times R$).

Para un varistor como su resistencia no es constante la curva característica de corriente-voltaje no es una línea recta. En la figura 1.19 se puede observar en la línea roja la respuesta de la corriente con respecto al voltaje.

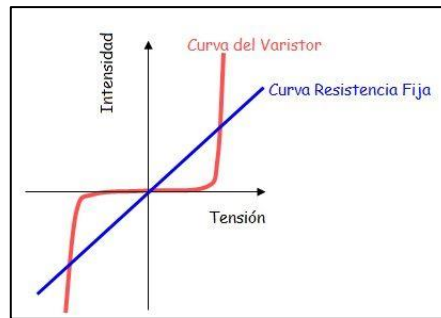


Figura. 1. 19. Curva tensión Vs corriente de un varistor.

Fuente: (Tecnología, 2017)

Mientras la tensión aplicada sea menor o igual que la nominal para la cual fueron contruidos, el varistor actúa como un aislante ya que tiene una resistencia muy grande y no consume corriente, pero si el voltaje aplicado alcanza el valor de umbral o de activación, el comportamiento del varistor cambia del estado de aislamiento al estado de conducción en cortocircuito y en ese momento inicia su consumo de corriente elevado, con la salvedad de que la tensión umbral se limita y no permite que este consumo aumente, por lo tanto los componentes del sistema están alimentados por el valor de tensión nominal del varistor.

Según la gráfica 1.19 se puede observar que la respuesta de corriente versus el voltaje en el varistor es simétrica y bidireccional, es decir que funciona para voltajes positivos como negativos haciéndolo adecuado para el uso en corriente alterna.

1.6.4 Características técnicas:

Para elegir un varistor de manera general se toman en cuenta los valores de voltaje, corriente y potencia disipada, estos deben ser ligeramente mayores a los que va a soportar el varistor realmente en el circuito. Así un varistor de 240VAC es adecuado para un circuito de 220VAC.

Adicional hay una serie de parámetros específicos que deben tenerse en cuenta al momento de seleccionar un varistor para cualquier aplicación como lo son:

- Tensión nominal: es la tensión máxima a la que el dispositivo funciona normalmente. Se recomienda tener un buen margen entre la tensión nominal y la tensión de sujeción.

- Corriente máxima: esta es la corriente máxima que el dispositivo puede soportar. Puede expresarse como una intensidad por un tiempo dado. Si se sobrepasa el varistor se quema.
- Energía de pulso máxima: esta es la energía máxima de un pulso, expresada en julios, que el dispositivo puede disipar.
- Tensión de sujeción: es la tensión a la que el varistor comienza a mostrar una conducción significativa.
- Tiempo de respuesta: tiempo en el cual el varistor comienza la conducción después de aplicar el pulso. Los valores típicos son inferiores a 100ns.
- Corriente en espera: es el nivel de corriente que consume el varistor cuando está operando por debajo del voltaje de sujeción. Normalmente, esta corriente se especifica en un voltaje de operación dado a través del dispositivo.

1.7 REGULADOR DE VOLTAJE

1.7.1 Descripción

Un regulador de voltaje es un dispositivo electrónico que se alimenta de una cantidad de tensión determinada y está preparado para entregar una cantidad menor y acondicionada para un equipo determinado (Veloso, 2016).

Un regulador de voltaje garantiza un voltaje fijo, y según Veloso (2016) afirma que el voltaje excedente entregado por la fuente será absorbido por este y disipado en forma de calor. Por tal motivo es muy importante utilizar un disipador de calor coherente al regulador que se esté utilizando.

1.7.2 Regulador de voltaje LM7805

Este dispositivo electrónico tiene la capacidad de regular voltaje positivo de 5V a 1,5A de corriente y cuenta con 3 pines que son:

- 1 – Tensión de entrada
- 2 – GND
- 3 – Tensión de salida

En la figura 1.20 se observa la distribución de pines.

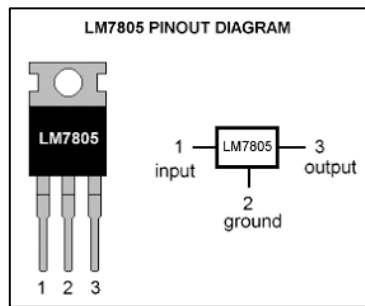


Figura. 1. 20. Distribución PINOUT LM7805.

Fuente: (Veloso, 2016)

1.7.3 Diagrama de conexión:

En la hoja técnica de la Texas Instruments (ANEXO 8) sobre los reguladores LM78XX se indica el diagrama de conexión sugerido para un óptimo funcionamiento y se puede observar en la figura 1.21.

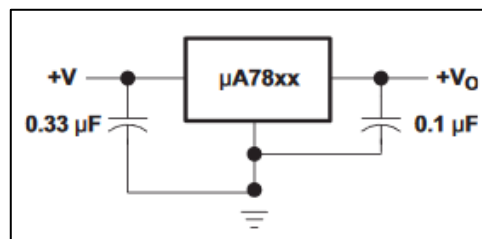


Figura. 1. 21. Diagrama de conexiones LM7805.

Fuente: (Instruments, 2015)

Según Veloso (2016) indica que es importante respetar la configuración de la figura 1.21, además de las simetrías de los capacitores en las ramas tanto de entrada como de salida, para impedir dañar el circuito.

1.7.4 Características:

A continuación, en la figura 1.22 se muestra las características eléctricas del componente, estas son importantes para no deteriorar o dañar al mismo con su uso.

PARAMETER	TEST CONDITIONS	T _J ⁽¹⁾	μA7805C			UNIT
			MIN	TYP	MAX	
Output voltage	I _O = 5 mA to 1 A, V _I = 7 V to 20 V, P _D ≤ 15 W	25°C	4.8	5	5.2	V
		0°C to 125°C	4.75		5.25	
Input voltage regulation	V _I = 7 V to 25 V	25°C		3	100	mV
	V _I = 8 V to 12 V			1	50	
Ripple rejection ⁽²⁾	V _I = 8 V to 12 V, f = 120 Hz	0°C to 125°C	62	78		dB
	V _I = 8 V to 12 V, f = 120 Hz (KCT)			68		
Output voltage regulation	I _O = 5 mA to 1.5 A	25°C		15	100	mV
	I _O = 250 mA to 750 mA			5	50	
Output resistance	f = 1 kHz	0°C to 125°C		0.017		Ω
Temperature coefficient of output voltage	I _O = 5 mA	0°C to 125°C		-1.1		mV/°C
Output noise voltage	f = 10 Hz to 100 kHz	25°C		40		μV
Dropout voltage	I _O = 1 A	25°C		2		V
Bias current		25°C		4.2	8	mA
Bias current change	V _I = 7 V to 25 V	0°C to 125°C			1.3	mA
	I _O = 5 mA to 1 A				0.5	
Short-circuit output current		25°C		750		mA
Peak output current		25°C		2.2		A

Figura. 1. 22. Características LM7805.

Fuente: (Instruments, 2015)

1.8 SENSOR DE CORRIENTE ACS712

1.8.1 Descripción

El ACS712 es una pequeña placa electrónica prefabricada que permite medir la intensidad de corriente eléctrica que atraviesa un conductor, esta puede ser del tipo alterna o continua. Llamas (2017) explica que, El ACS712 contiene un sensor de precisión y bajo offset llamado hall, además de un canal de cobre localizado cerca de la superficie del integrado. Cuando la corriente fluye por el canal de cobre se genera un campo magnético que es detectado por el sensor Hall y es convertido en un valor de voltaje en su salida.

El sensor dispone de un pin de salida que entrega valores de voltaje proporcionales a la corriente que le atraviesa.

Incluye un offset de 2.5V de forma que la referencia está centrada, lo que permite medir intensidades positivas y negativas de tal manera que tiene una corriente 0A cuando entrega una tensión de 2.5V.

Para conocer el valor de la corriente que atraviesa se utiliza la siguiente ecuación:

$$V = 2.5 + K * I \quad \Rightarrow \quad I = (V - 2.5) / K \quad (2)$$

En la ecuación (2) el factor K de sensibilidad depende del modelo del sensor, para rango de 5A, 20A y 30A. A continuación, en la figura 1.23 se observa los valores para los diferentes modelos.

Max Intensidad	Sensibilidad	Tensión salida	Resolucion
±5A	185 mV/A	1,575V a 3,425V	26mA
±20A	100 mV/A	0,5V a 4,5V	49mA
±30A	66 mV/A	0,52V a 4,48V	74mA

Figura. 1. 23. Valores de sensibilidad para modelos de sensor de corriente ACS712.

Fuente: (Llamas, 2017).

En la figura 1.24 se observa el sensor de corriente ACS712.

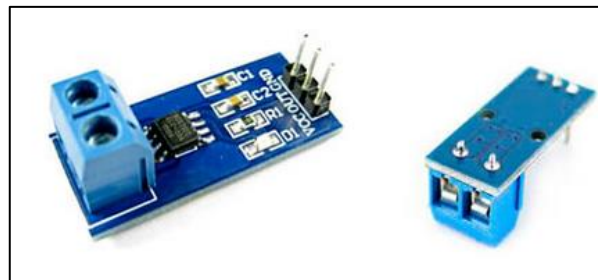


Figura. 1. 24. Sensor de corriente ACS712.

Fuente: (Llamas, 2017).

1.8.2 Esquema de Montaje

Los módulos con el sensor ACS712 son muy sencillos de conectar. Por tanto, simplemente se alimenta el módulo conectando el pin de Vcc a 5V y el pin de GND al negativo de la fuente, la salida del sensor se conectará a una entrada analógica de un microcontrolador, por ejemplo. En la figura 1.25 se observa el esquema de montaje.

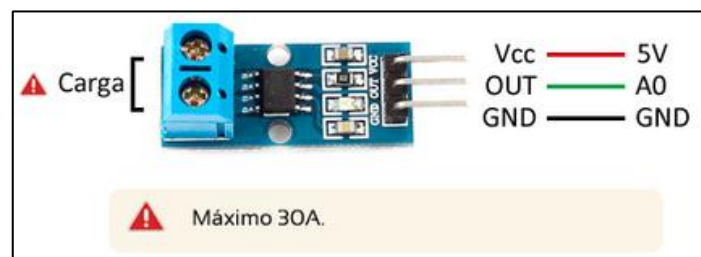


Figura. 1. 25. Esquema de montaje sensor de corriente ACS712.

Fuente: (Llamas, 2017).

1.8.3 Estructura placa electrónica

La placa que viene pre armada, aparte del sensor ACS712 está dispuesta con una configuración de capacitores entre Vcc, Filter y GND, además de sus correspondientes borneras para un óptimo funcionamiento y conexionado simple. En la figura 1.26 se puede observar la estructura de la placa electrónica.

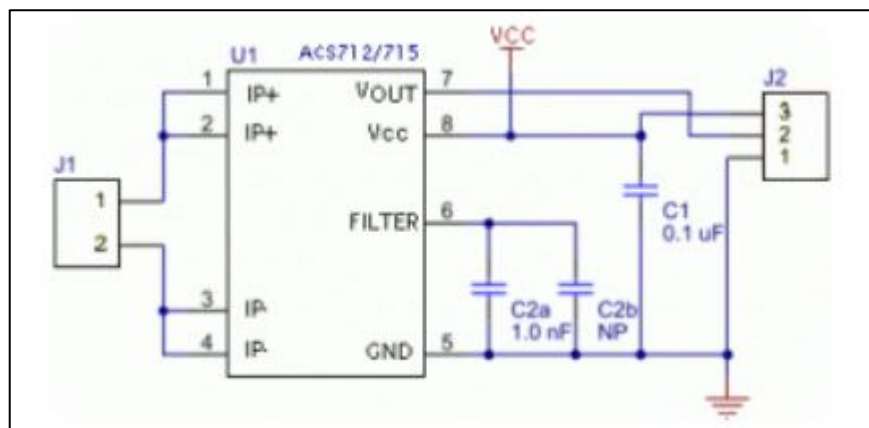


Figura. 1. 26. Estructura interna placa sensor de corriente ACS712.

Fuente: (Llamas, 2017).

1.9 VIRTUINO

1.9.1 Descripción

Virtuino es una aplicación de Android gratuita para monitorear sensores o controlar dispositivos eléctricos a través de Bluetooth, Wi-Fi local o Internet.

La aplicación está actualmente disponible en inglés y se la puede instalar en dispositivos con sistema Android 2.0 o superior.

Con Virtuino una aplicación mediante la cual se puede realizar control de sistemas utilizando varias tecnologías inalámbricas existentes en el mercado y tarjetas prefabricadas, como por ejemplo Arduino, algunos ejemplos son:

- Control de Arduino sobre Bluetooth.
- Control Arduino a través de Internet (Ethernet Shield o ESP8266).
- Control de Arduino a través de Wi-Fi (ESP8266).
- Controla Arduino con SMS.

- Control de servidor Internet de las cosas - monitor de datos de thingspeak.

Virtuino permite crear interfaces visuales con elementos como LED`s, botones, interruptores, pantallas de valores, instrumentos, reguladores, entre otros.

1.9.2 Instalación

Para disponer de la aplicación en el equipo móvil se debe seguir los siguientes pasos generales:

- Descargar la aplicación desde la tienda virtual de un equipo con sistema Android.
- Instalar Virtuino en el equipo una vez culmine la descarga.
- En el panel de aplicaciones se mostrará un ícono de Virtuino desde donde se podrá abrir la aplicación.
- Una vez abierta la aplicación se mostrará la pantalla inicial vacía desde donde se iniciará la programación de la misma.

Estos detalles se muestran a detalle en la sección 4.1.7 configuración de la aplicación móvil.

CAPITULO 2

MARCO METODOLÓGICO

2.1. ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN

Dentro del marco metodológico en las diferentes etapas de investigación se han considerado varios métodos y técnicas, a continuación, se resumen dichos criterios.

2.1.1. Fundamentación teórica:

El método empleado en esta parte de la investigación es uno de los métodos teóricos como es el inductivo-deductivo, este tipo de métodos son estrategias de razonamiento lógico, estando que en el inductivo se utiliza premisas particulares para obtener una conclusión general y el deductivo usa principios generales para obtener una conclusión específica.

La técnica usada fue la revisión bibliográfica por Internet, básicamente de las teorías que argumentan el desarrollo de este proyecto y lo necesario para poder desarrollarlo en su totalidad.

2.1.2. Marco metodológico:

El método empleado fue el método empírico de la revisión documental y la recolección de información para integrarla y usarla en generar una guía o procedimiento para el proyecto de titulación que facilite el desarrollo del mismo.

La técnica usada fue el criterio de expertos que consiste, básicamente, en requerir a una serie de personas la instancia de un juicio hacia un objeto, un instrumento, un material de enseñanza o su opinión respecto a un aspecto concreto.

2.1.3. Propuesta:

De la misma manera que en la fundamentación teórica se usó uno de los métodos teóricos como es el inductivo-deductivo, teniendo como base y el respaldo de la teoría, se realiza la propuesta usando el razonamiento lógico para obtener una propuesta clara de lo que se requiere hacer.

La técnica usada fue el criterio de expertos que consiste, básicamente, en requerir a una serie de personas la instancia de un juicio hacia un objeto, un instrumento, un material de enseñanza o su opinión respecto a un aspecto concreto.

2.1.4. Implementación:

En ésta última etapa se usó el método empírico de la experimentación, es decir todo lo desarrollado en las anteriores etapas plasmarlo en lo práctico para ir afinando la propuesta requerida, de esta manera se concluye que los métodos usados anteriormente fueron los adecuados y que el proyecto se desarrolló en base a la fundamentación teórica y se corrobora la viabilidad de la propuesta.

En la tabla 2.1 se puede observar el resumen de los métodos y técnicas usados.

Tabla. 2. 1 Resumen, métodos y técnicas de las etapas de investigación.

Fuente: (Elaborado por el autor)

ETAPA DE INVESTIGACIÓN	Métodos			Técnicas
	Empíricos	Teóricos	Matemáticos.	
Fundamentación teórica		Inductivo. Deductivo.		Revisión bibliográfica por Internet.
Marco metodológico.	Revisión documental. Recolección de Información.			Criterios de expertos.
Propuesta		Inductivo. Deductivo.		
Implementación	Experimentos.			

CAPITULO 3

PROPUESTA

3.1. DESCRIPCIÓN

Este proyecto permitirá en el campo residencial, asegurar, monitorear y controlar de manera remota todo el sistema eléctrico, hoy en día con el avance tecnológico mundial y la era de la digitalización, se trata con este proyecto de implementar un sistema digital inteligente de protección eléctrica, con supresor de picos y detección de cruce por cero, que interactúe con el usuario y mantenga alertado en tiempo real de lo que está sucediendo en el mismo.

Este sistema consta de varios módulos como son: control, actuadores, comunicaciones (Wi-Fi), medición de voltaje, medición de corriente, fuente DC y una aplicación informática móvil, en la figura 3.1 se puede observar el diagrama de bloques.

3.2. DIAGRAMA DE BLOQUES



Figura. 3. 1. Diagrama de bloques sistema inteligente de protección eléctrica.

Fuente: (Elaborado por el autor)

3.2.1. Módulo de control

Su función es la de controlar todo el sistema mediante el PIC 16F876-A el cuál tomará las decisiones de acuerdo con los valores críticos configurados de voltaje y corriente que continuamente estarán monitoreados. La acción del sistema será siempre sobre el módulo de actuadores que es el que está ligado a las cargas que se requiere proteger, por otra parte, será el encargado de interactuar con la aplicación móvil enviando las alertas y actuando de acuerdo con las demandas del usuario.

3.2.2. Módulo de actuadores

Contiene 4 relés de estado sólido, de marca MAXWELL (MS-1DA4840) de 480VAC y 40A de capacidad que incluyen dentro de su estructura el circuito detector de cruce por cero y como adicional el circuito de cortapicos mediante varistores colocados a sus salidas.

Todas las salidas serán comandadas por el módulo de control, el cual decidirá el momento de apagarlas o encenderlas.

Se escogió este tipo de relés de estado sólidos por su respuesta rápida y robusta, además de que no generan ruido durante la operación y la función de cruce por cero viene incorporada.

3.2.3. Módulo de medición de corriente

Es el encargado de realizar la medición de corriente en cada una de las salidas con la ayuda del sensor de corriente ACS712 y enviar la señal hacia el microcontrolador PIC 16F876-A para la toma de decisiones, así como también mostrará en la aplicación móvil los valores en tiempo real.

Se escogió este sensor por ser sencillo de conectar y además proporcionar a su salida un valor de tensión proporcional a la intensidad que lo atraviesa, dicho voltaje será interpretado fácilmente por el microcontrolador PIC y mediante la programación realizada mostrará el valor de corriente real.

3.2.4. Módulo de medición de voltaje

Será el encargado de realizar la medición de voltaje en cada una de las fases de entrada en corriente alterna y enviar la señal hacia el microcontrolador para la toma de decisiones, por otra parte, mostrará en la aplicación móvil los valores en tiempo real.

La medición se logra con un transformador de voltaje en corriente alterna de relación conocida entre los devanados primario y secundario, además de un circuito electrónico sencillo adicional para obtener los valores de voltaje mediante dicha relación.

3.2.5. Fuente DC

Será la encargada de alimentar con corriente continua (DC) a la placa electrónica principal de control.

Está diseñada mediante un regulador de voltaje LM7805, dispositivo electrónico que tiene la capacidad de fijar su salida a un valor de voltaje positivo de 5V y soportar 1 amperio de corriente.

3.2.6. Aplicación informática móvil

Será la interfaz entre el sistema y el usuario, en esta se mostrarán las alarmas, los valores de corriente en cada una de las salidas y voltaje en cada una de las dos fases de entrada, así como también tendrá una interfaz gráfica para que el usuario pueda interactuar a demanda con el sistema.

Se escogió la aplicación Virtuino por ser una aplicación gratuita y disponible para sistemas operativos Android, esta permite crear interfaces visuales como LED`s, botones, interruptores, pantallas de valores, instrumentos de medición, entre otros requeridos para este sistema.

Además, permite conectarse con varios tipos de módulos Arduino incluyendo a la tarjeta NodeMCU utilizada en este proyecto.

3.3. DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA

En la figura 3.2 se indica el diagrama de flujo del sistema mediante el cual se desarrollará el programa a ser implementado en el microcontrolador del presente proyecto.

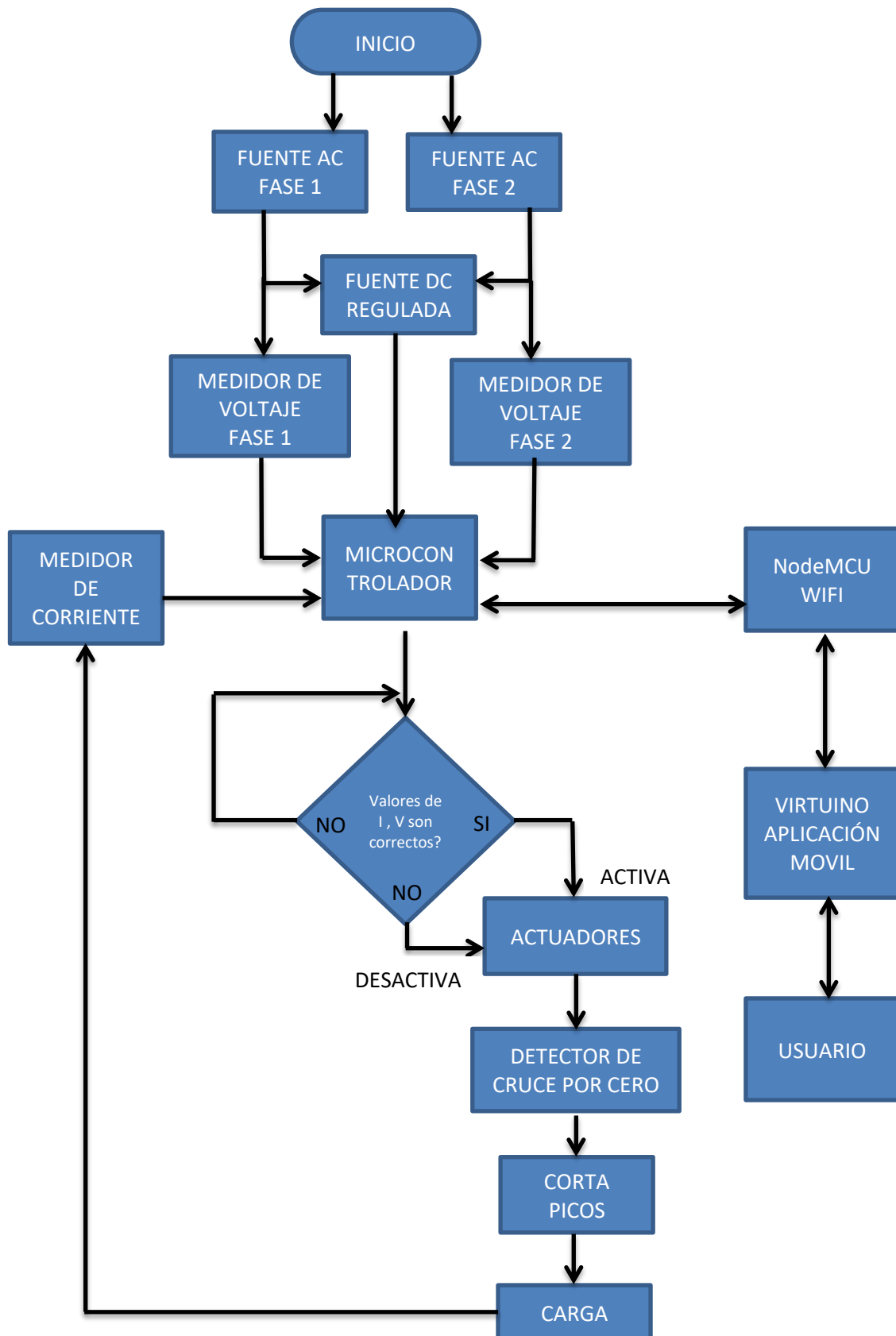


Figura. 3. 2. Diagrama de flujo sistema inteligente de protección eléctrica.

Fuente: (Elaborado por el autor)

Al momento de encender el sistema, la fuente de corriente alterna que provee el medidor eléctrico bifásico 110/220 VAC alimenta la fuente de corriente continua ubicada en la placa principal junto con todos sus componentes, en paralelo también son alimentados los transformadores de voltaje de 110VAC a 9VAC, cada uno por su fase correspondiente, seguidamente, éstos envían el valor de voltaje existente a sus salidas hacia el microcontrolador y éste a su vez toma lectura de los mismos de una manera continua, finalmente, si éstos valores se encuentran dentro de los rangos definidos, se enviará la señal de activación de las diferentes cargas.

En el caso de que los valores estén fuera de los rangos permitidos, se envían señales de alerta al usuario mediante el módulo Wi-Fi NodeMCU y la aplicación móvil hasta que dichos valores se encuentren en el rango permitido, por lo tanto las cargas no pueden ser activadas.

Una vez encendidas las cargas, existirá una corriente que circula por el sensor, el mismo que estará enviando la información correspondiente al microcontrolador para tomar las decisiones de activar o desactivar estas.

El sistema continuamente estará tomando lectura tanto de los valores de voltaje como de corriente y dependiendo de éstos activará o desactivará las cargas.

El usuario estará informado de los valores de voltaje y corriente presentes en el sistema mediante la aplicación móvil, por medio de la cual podrá interactuar con el sistema.

3.4. DISEÑO DE MODULOS

3.4.1. Diseño de la fuente DC 5V

Todo circuito electrónico necesita una fuente DC fija y confiable que garantice que nunca le va a llegar más de 5V a los elementos que energice, para esto se escogió el integrado regulador LM805 que asegura limitar el voltaje de salida ya que toda la tensión excedente suministrada por la fuente será absorbida por el regulador y disipada como calor.

De acuerdo a lo indicado por el fabricante se incorporaron capacitores en la línea de entrada y de salida, como se observa en la figura 3.3.

La alimentación de esta fuente es proporcionada por los transformadores de voltaje de 120VAC a 12VAC.

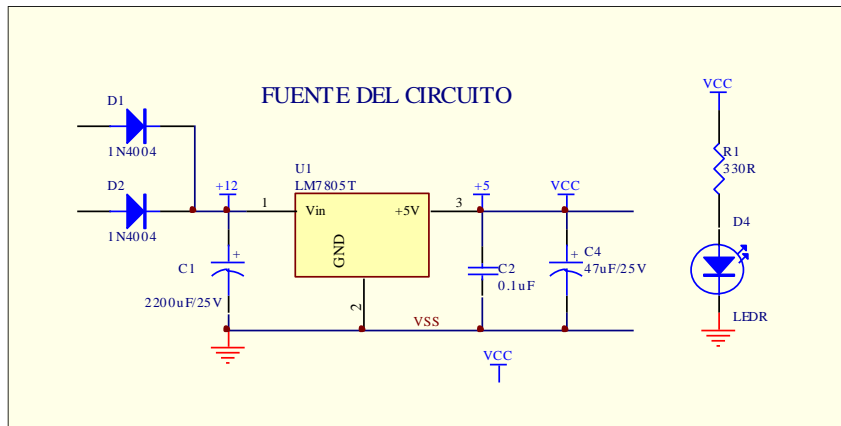


Figura. 3. 3. Diagrama fuente de poder DC a 5V.

Fuente: (Elaborado por el autor)

Una vez obtenido el valor de voltaje deseado, este es utilizado para energizar a todos los elementos como el microcontrolador, los componentes de la tarjeta de control y el módulo Wi-Fi NodeMCU.

3.4.2. Diseño medidor de voltaje.

Para este medidor se usó un transformador de voltaje de 120VAC / 12VAC, el mismo que sirve también para alimentar a la fuente de voltaje continuo que se mostró en el punto anterior.

Para que el valor de voltaje pueda ser interpretado por el microcontrolador, primero se implementan dos resistencias a la salida de cada transformador de voltaje, una de 10Kohm y la otra de 1 Kohm formando un divisor de tensión como se muestra en la figura 3.4 en la cual se observa el diagrama del circuito diseñado.

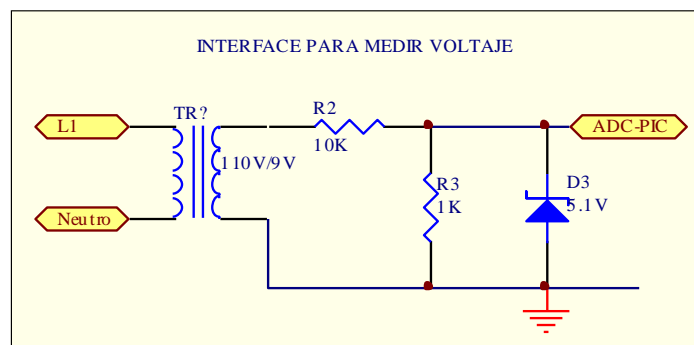


Figura. 3. 4. Interfaz para medir voltaje y enviar al microcontrolador.

Fuente: (Elaborado por el autor)

A continuación, con la ayuda de un multímetro calibrado se mide el valor de voltaje a la entrada del transformador, seguidamente se mide el voltaje que entrega en el divisor de tensión para finalmente con estos datos realizar los cálculos de la relación existente entre el devanado principal y secundario de cada uno de los transformadores de voltaje como se observa en la tabla 3.1.

Tabla. 3. 1. Análisis de relación de voltajes en los transformadores.

Fuente: (Elaborado por el autor)

TRANSFORMADOR	FASE 1	FASE 2
Voltaje entrada [V]	127	129
Voltaje Salida [V]	14,3	12,8
Cálculo	127 / 14,3	129 / 12,8
Relación	8,88	10,07

La relación obtenida anteriormente es utilizada como el factor de multiplicación para el valor de voltaje que recibe el microprocesador puesto que, debe ser transformado al valor real que está presente en la fase, el cual se tiene que enviar y mostrar en la aplicación móvil.

3.4.3. Medidor de corriente

Para la medición de esta variable se definió utilizar el sensor de corriente ACS712 que es un dispositivo tanto para corriente continua como para alterna, por otra parte, con la ayuda del microprocesador que es el dispositivo que interpreta las señales obtenidas, se logra medir la intensidad de corriente que atraviesa cada una de las cargas. En el capítulo 1.7 se detalló el funcionamiento y las conexiones apropiadas sobre el sensor de corriente ACS712, en esta sección se muestra la forma en la cual se conecta hacia el microcontrolador cada una de las salidas de los módulos de medición de corriente. En la figura 3.5 se observa el diagrama de conexiones.

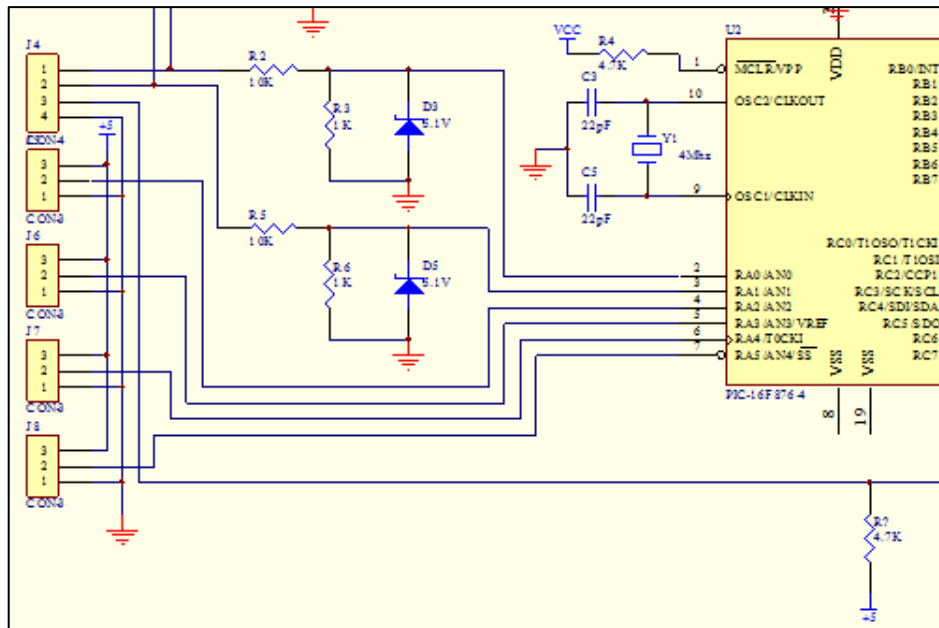


Figura. 3. 5. Diagrama de conexiones de los sensores de corriente con el PIC.

Fuente: (Elaborado por el autor)

3.4.4. Diseño módulo de actuadores

El módulo de actuadores consta de 4 relés de estado sólido que soportan un voltaje de 120/220VAC y 40 amperios de corriente, cada uno controlará una salida del sistema, de las cuales tres son a 120VAC y una a 220VAC.

Los relés de estado sólido vienen integrados con el detector de cruce por cero lo cual garantiza que el encendido de las cargas sea al momento que la señal de voltaje sinusoidal pase por cero, cada uno será comandado por una salida del microcontrolador PIC en los pines de control correspondientes que soportan un valor de voltaje de 3 a 32 VDC.

En la salida de cada relé de estado sólido se encuentra un varistor de las especificaciones de voltaje necesarias para su funcionamiento y protección, esto es, en las 3 primeras salidas para valores de voltaje de 130VAC y para la cuarta salida de 240VAC.

Los relés que controlan la primera y segunda salida se alimentan de la fase # 1 así mismo, el que controla la tercera salida se alimenta de la fase # 2 y finalmente, el de la cuarta salida se alimenta de las dos fases debido a que es de 220VAC.

En la figura 3.6 se muestra el diagrama de conexiones de el módulo de actuadores.

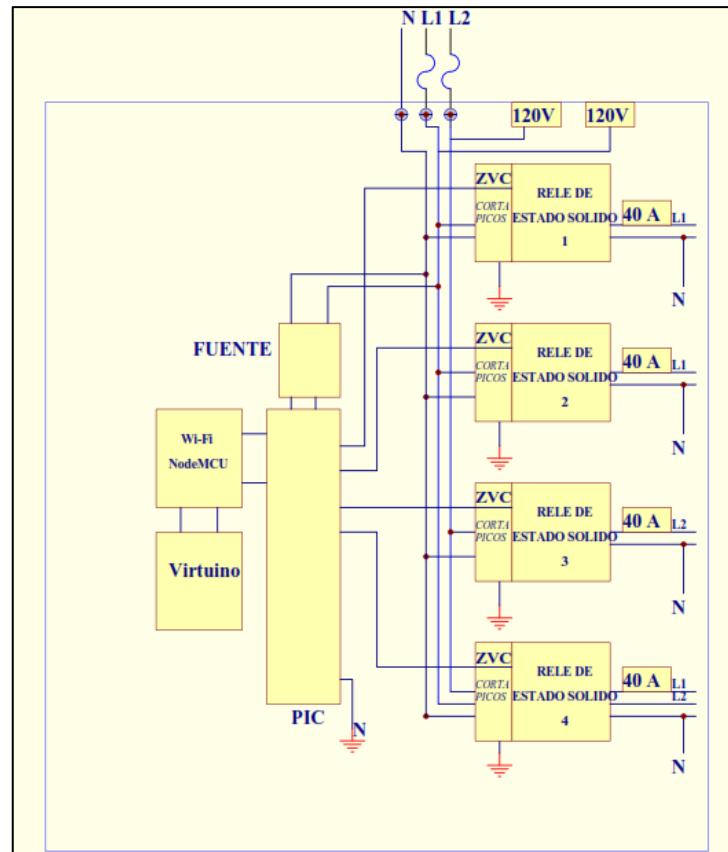


Figura. 3. 6. Diagrama de conexiones del módulo de actuadores.

Fuente: (Elaborado por el autor)

3.4.5. Identificación de los pines a utilizar en el PIC

Para el control de las cargas es necesario manejar variables de entrada y salida con las cuáles el microcontrolador realizará sus actividades, por consiguiente se define que se necesitan: seis entradas analógicas para los valores de voltaje y corriente, cuatro salidas para controlar las cargas y además el puerto serial TX/RX para la comunicación con el modem Wi-Fi.

Por lo mencionado anteriormente, para las entradas de voltaje y corriente a medir se escogió el puerto RA del microcontrolador quedando la distribución y descripción de la siguiente forma:

- RA0 = Voltaje Fase 2 [V2]
- RA1 = Voltaje Fase 1 [V1]
- RA2 = Corriente Carga 4 [I4]
- RA3 = Corriente Carga 3 [I3]

- RA4 = Corriente Carga 2 [I2]
- RA5 = Corriente Carga 1 [I1]

Para el control de las cargas del sistema se escogió el puerto RB del microcontrolador quedando la distribución de la siguiente manera:

- RB0 = Salida Carga 1
- RB1 = Salida Carga 2
- RB2 = Salida Carga 3
- RB3 = Salida Carga 4

Para el puerto de comunicación con el módem Wi-Fi se escogió el puerto RC del microcontrolador, así la distribución es:

- RC0 = Tx
- RC1 = Rx
- RC7 = Auxiliar

En la figura 3.7 se puede apreciar la distribución y conexiones del microcontrolador, así como también el circuito de oscilación necesario para su funcionamiento.

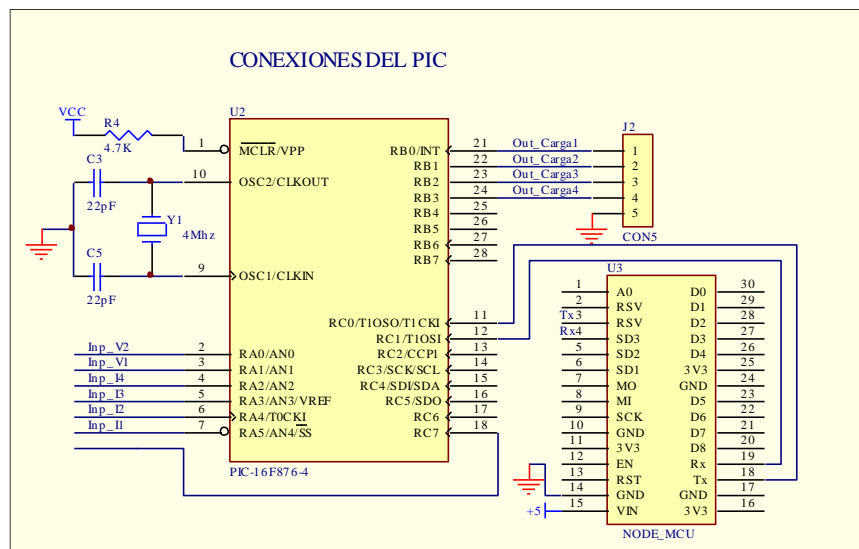


Figura. 3. 7. Identificación de los pines a usar en el microcontrolador.

Fuente: (Elaborado por el autor)

3.4.6. Diseño placa principal de control

Una vez definidos los diferentes módulos a implementar y sus conexiones correspondientes, seguidamente con la ayuda del software Protel 99 se procede a disponer todos sus elementos y conexionarlos entre sí para armar el circuito final de la placa principal de control. En la figura 3.8 se muestra como quedó el diagrama esquemático previo a la generación de la PCB.

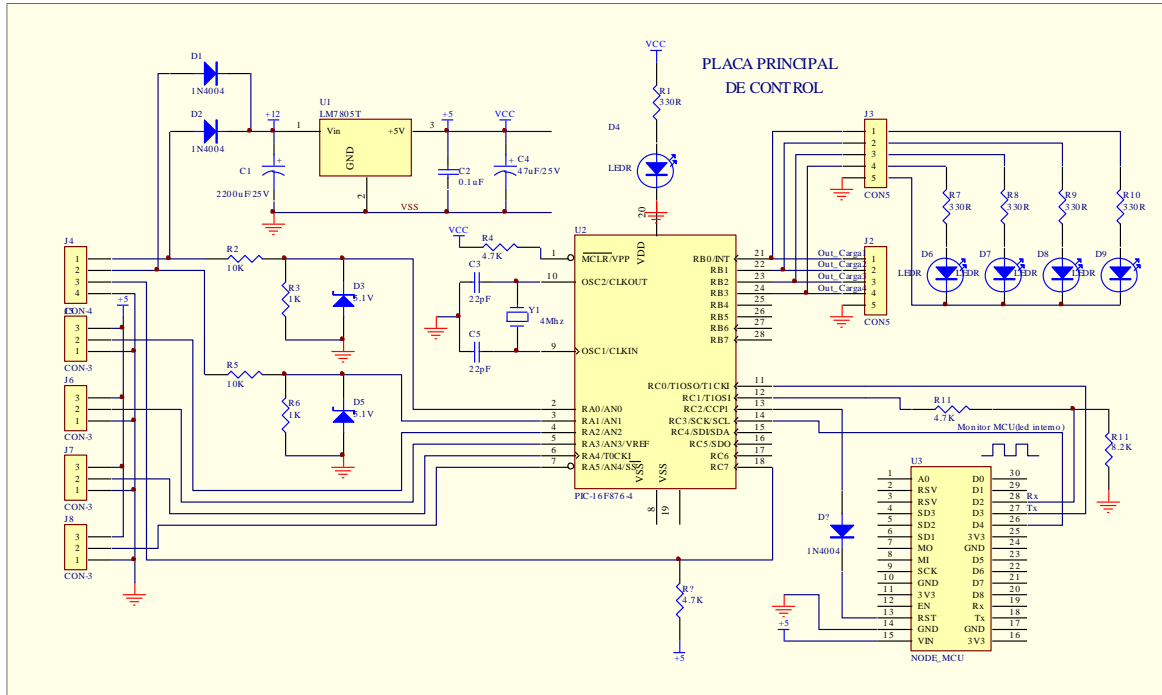


Figura. 3. 8. Diseño placa de control.

Fuente: (Elaborado por el autor)

3.5. ANÁLISIS DE COSTOS

En la tabla 3.2, se presenta el análisis de costos iniciales del proyecto.

Tabla. 3. 2. Análisis de costos
Fuente: (Elaborado por el autor)

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO POR UNIDAD (\$)	TOTAL (\$)
MODULO DE CONTROL				
1	Microprocesador pic 16f876-4	1	7.00	7.00
2	Cristal	1	0.80	0.80
3	Capacitores	2	0.20	0.40
4	Resistencias	2	0.05	0.10
5	Diodos	2	0.10	0.20
6	Borneras	4	0.45	1.80
FUENTE DC				
7	LM7805T	1	1.50	1.50
8	Capacitores	3	0.20	0.60
9	Diodos	2	0.10	0.20
10	Led	5	0.80	4.00
11	Borneras	1	0.45	0.45
MODULO DE MEDICION CORRIENTE				
12	Sensor de Corriente 40A/5A	4	25.00	100.00
13	Resistencia 5W	4	0.50	2.00
MODULO DE MEDICION VOLTAJE				
14	Transformador de Voltaje 110-220 VAC/9VAC	2	25.00	50.00
15	Resistencias	4	0.20	0.80
16	Diodo	2	0.10	0.20
MODULO DE ACTUADORES				
17	Relés de estado Sólido	4	55.00	220.00
MODULO COMUNICACIONES Wi-Fi				
18	Modem Wi-Fi NodeMCU	1	60.00	60.00
OTROS				
19	Caja de distribución eléctrica	1	48.00	48.00
20	Baquelita	2	5.00	10.00
21	Acido	5	0.80	4.00
TOTAL ELEMENTOS				512.05
MANO DE OBRA				
	Armado del sistema en la Caja	1	100.00	100.00
	Placas PCB	1	30.00	30.00
TOTAL MANO DE OBRA				130.00
TOTAL				\$ 642.05

3.6. VENTAJAS DEL SISTEMA

El sistema diseñado presenta las siguientes ventajas en comparación con las cajas de breakers normales que comúnmente se instalan en las residencias.

- El sistema permite que sea monitoreado a distancia por el usuario.
- El sistema puede tomar decisiones inteligentes gracias a la ayuda del módulo de control ante situaciones que pongan en peligro a los aparatos eléctricos y/u electrónicos que estén conectados en los diferentes circuitos de salida.
- Gracias a la implementación del detector de cruce por cero y el corta picos se logra que los equipos conectados al sistema estén seguros ante cualquier fallo de la red de energía residencial y alargar la vida útil de los mismos.
- Se podrá mediante la aplicación móvil, monitorear los consumos de corriente eléctrica individualmente de cada uno de los 4 circuitos de salida.
- Tendrá un circuito de salida a 220 VAC independiente y de igual forma monitoreado y protegido.

CAPITULO 4

IMPLEMENTACIÓN

4.1. DESARROLLO

Una vez diseñados todos los módulos del sistema, se procede a generar el diseño de las placas (PCB) en el software PROTEL 99, una placa para la tarjeta principal de control y otra placa para la tarjeta de indicadores LED` s de las salidas del sistema.

En las figuras 4.1 y 4.2 se muestra la presentación final de las placas tanto en su vista inferior como de la vista superior respectivamente.

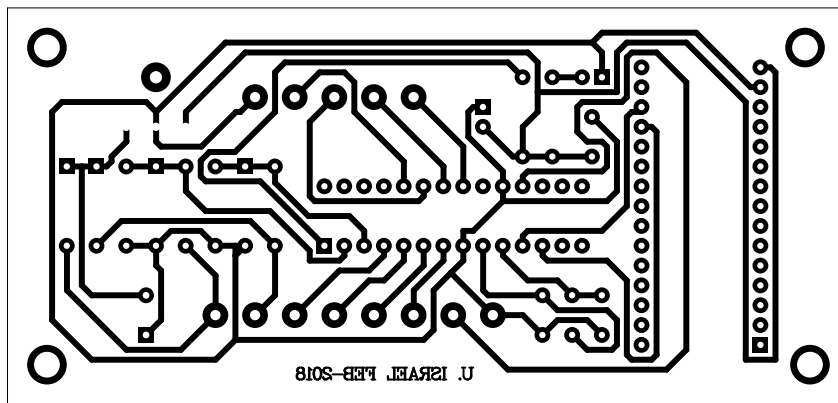


Figura. 4. 1. Diseño inferior placa de control.

Fuente: (Elaborado por el autor)

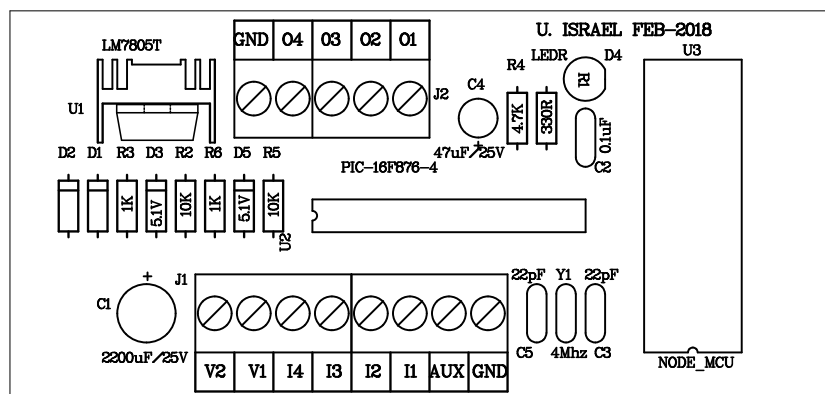


Figura. 4. 2. Diseño superior placa de control.

Fuente: (Elaborado por el autor)

Con las formas de las placas se procede a soldar todos sus componentes, en las figuras 4.3 y 4.4 se muestra la placa principal de control con sus elementos ya instalados tanto en la vista superior e inferior respectivamente.

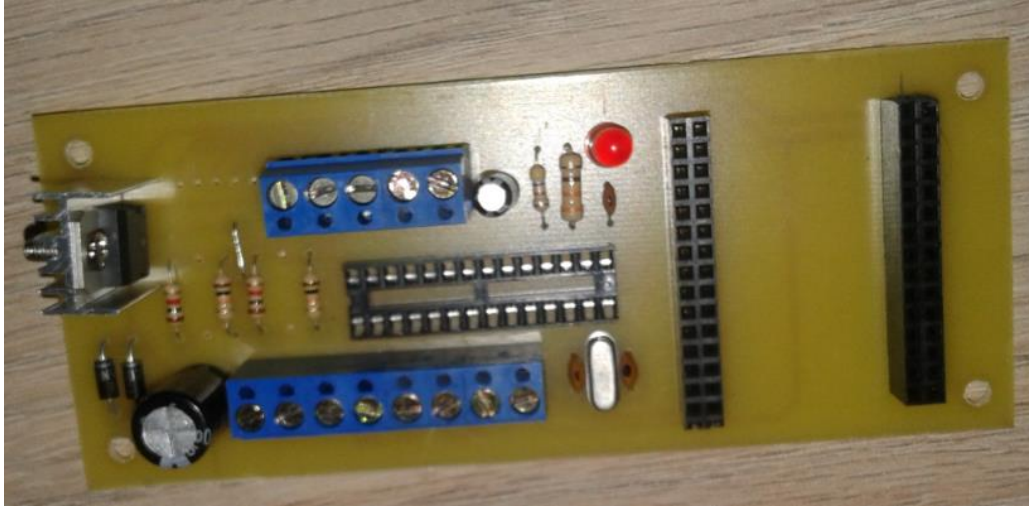


Figura. 4. 3. Placa de control con elementos soldados.

Fuente: (Elaborado por el autor)

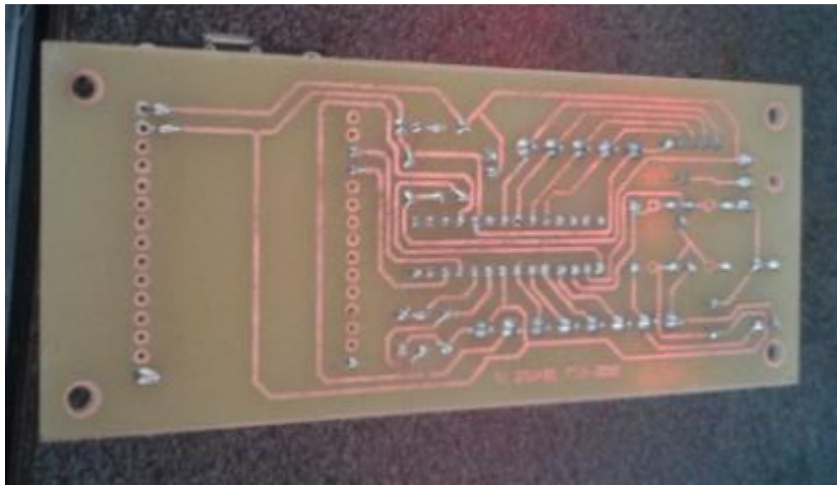


Figura. 4. 4. Pista y soldaduras en placa de control.

Fuente: (Elaborado por el autor)

En la figura 4.5 se muestra la placa de LED`s indicadores del encendido de las salidas del sistema, vista superior.



Figura. 4. 5. Placa de LED`s indicadores de salidas. Vista superior.

Fuente: (Elaborado por el autor)

En la figura 4.6 se muestra la placa de LED`s indicadores del encendido de las salidas del sistema, vista inferior.



Figura. 4. 6. Placa de LED`s indicadores de salidas. Vista posterior.

Fuente: (Elaborado por el autor)

4.1.1. Conexión de los relés de estado sólido

En la instalación de los relés de estado sólido se realizan conexiones físicas desde las borneras instaladas en la tarjeta de control que son las señales de salida del microcontrolador hasta los pines de control de cada relé, el otro pin de control de éstos está conectado a negativo DC.

Luego desde la fase 1 de energía se alimentan los dos primeros relés de estado sólido realizando una conexión en serie con el sensor de corriente ubicado en la tarjeta de control para luego llegar a la bornera de salidas donde se conectarán las cargas.

Desde la fase 2 de energía, se alimenta al tercer relé de estado sólido, de la misma manera pasa por el sensor de corriente y finalmente termina en la bornera donde se conectará la tercera carga.

Desde las dos fases se alimenta el cuarto relé de estado sólido, la fase dos pasa por el sensor de corriente y termina en la bornera donde se conectará la carga a 220VAC.

A continuación, en la figura 4.7 se puede observar las conexiones con los relés de estado sólido.

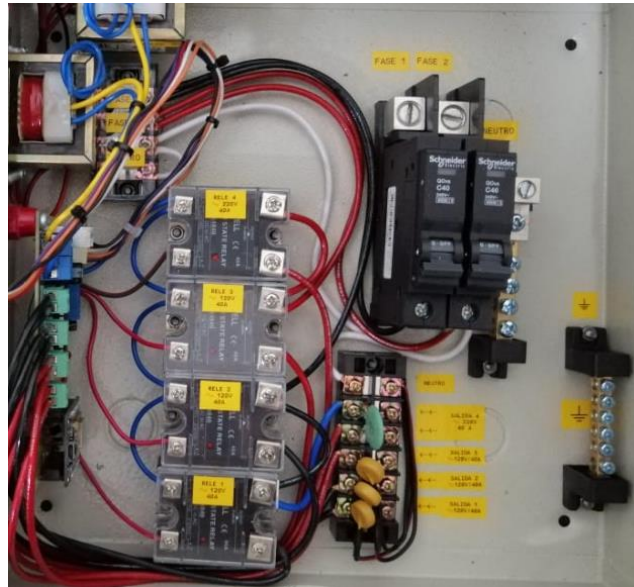


Figura. 4. 7. Conexiones relés de estado sólido.

Fuente: (Elaborado por el autor)

4.1.2. Instalación de transformadores

Los transformadores se ubican en la parte superior izquierda para ganar espacio dentro del chasis, así los dos transformadores quedan como se muestra en la figura 4.8.



Figura. 4. 8. Transformadores ubicados en chasis.

Fuente: (Elaborado por el autor)

4.1.3. Instalación de la placa de control

La placa de control fue instalada en una de las caras laterales del chasis como se muestra en las figuras 4.9 y 4.10.

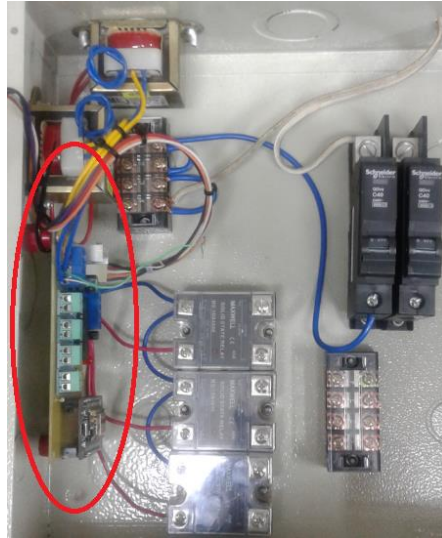


Figura. 4. 9. Placa de control ubicada en chasis. Vista superior.

Fuente: (Elaborado por el autor)

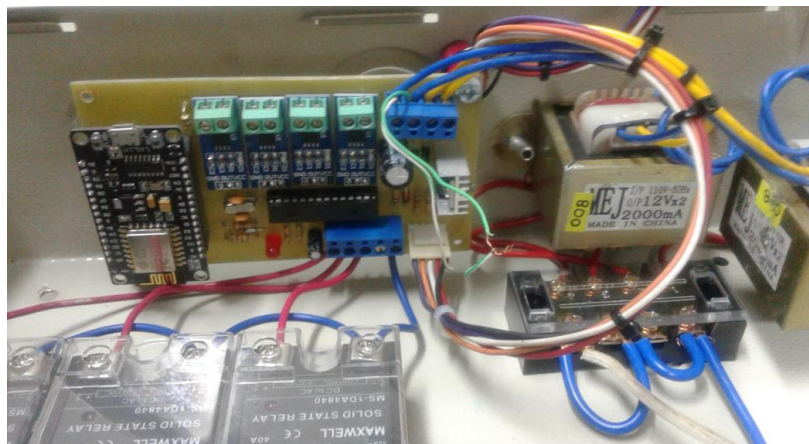


Figura. 4. 10. Placa de control ubicada en chasis. Vista lateral.

Fuente: (Elaborado por el autor)

4.1.4. Instalación de breakers

Los breakers son colocados en la esquina superior derecha para que el usuario pueda realizar la conexión de las fases de una manera cómoda y sin riesgo eléctrico tal como se realiza en una caja de distribución eléctrica residencial, en la figura 4.11 se muestra la ubicación.

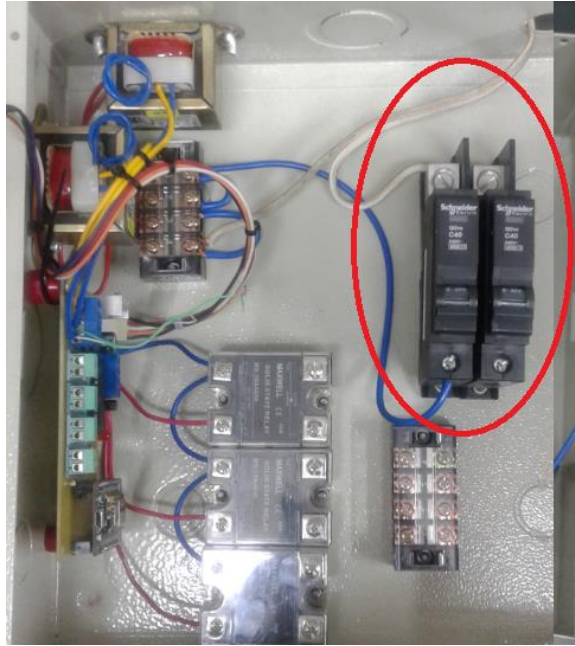


Figura. 4. 11. Breakers ubicados en chasis.

Fuente: (Elaborado por el autor)

4.1.5. Instalación de relés de estado sólido

Los relés de estado sólido se los coloca junto a la placa de control puesto que, la señal de activación proviene de ésta, en la figura 4.12 se muestra la ubicación.

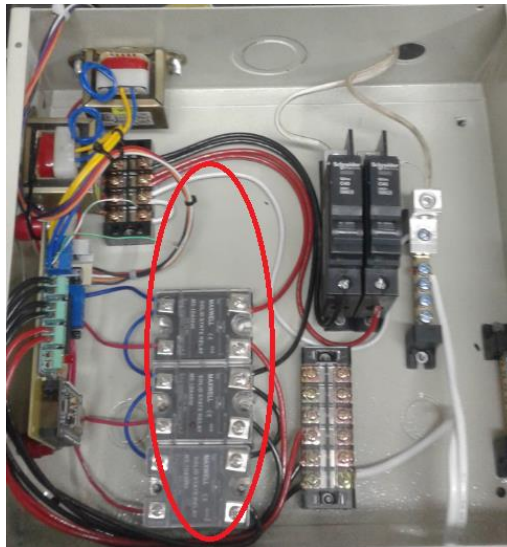


Figura. 4. 12. Relés de estado sólido ubicados en chasis.

Fuente: (Elaborado por el autor)

4.1.6. Cableado entre los elementos

Una vez ubicados los elementos y borneras, se procede a realizar la conexión entre ellos para que el funcionamiento general sea exitoso, como se manejan dos fases de voltaje se utiliza el color negro y el color rojo para las fases 1 y 2 respectivamente de acuerdo con el código de colores vigente en la norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC).

El color blanco y verde se utilizará para el neutro y tierra respectivamente.

A continuación, en las figuras 4.13 y 4.14 se indica el chasis armado y terminado respectivamente.

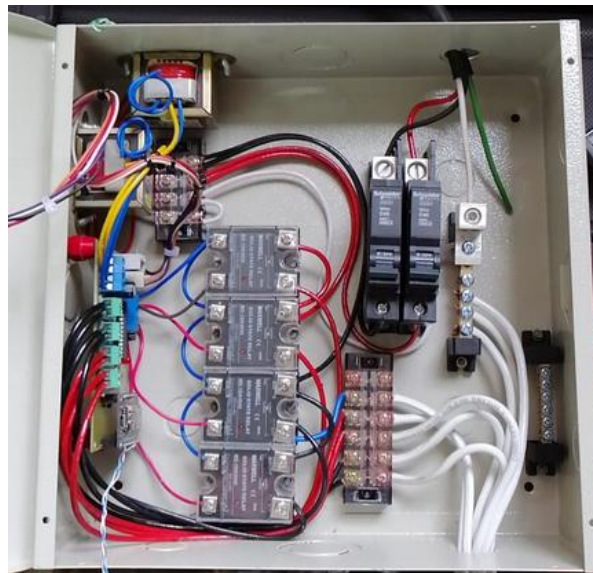


Figura. 4. 13. Cableado final chasis.

Fuente: (Elaborado por el autor)

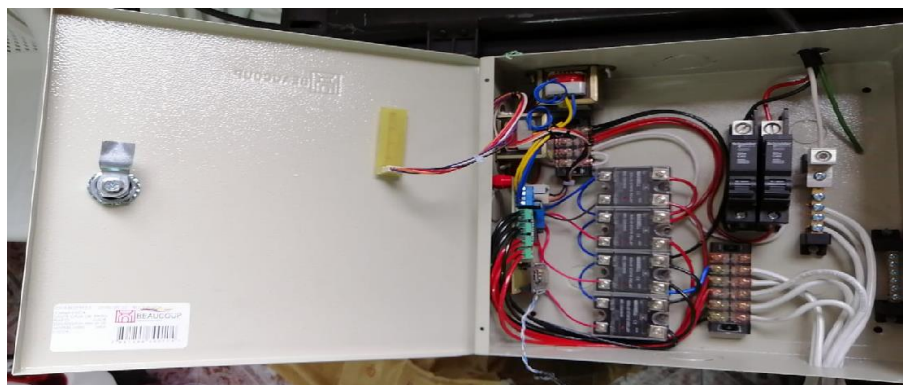


Figura. 4. 14. Chasis terminado.

Fuente: (Elaborado por el autor)

4.1.7. Configuración de la aplicación móvil

Virtuino, descarga de la tienda.

Para iniciar se debe descargar la aplicación Virtuino gratis desde la tienda de Android.

Ingresar a Play Store desde cualquier celular Android y buscar la aplicación Virtuino, en la figura 4.15 se muestra cómo se verá la misma en la tienda.

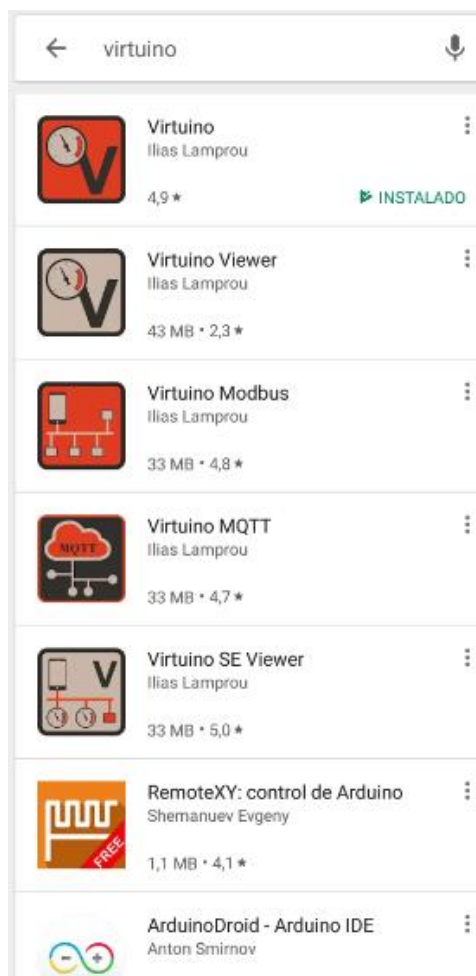


Figura. 4. 15. Búsqueda de Virtuino en tienda Play Store.

Fuente: (Elaborado por el autor)

Encontrada la aplicación Virtuino, se procede a instalarla y en la figura 4.16 se muestra la misma instalada.



Figura. 4. 16. Aplicación Virtuino instalada.

Fuente: (Elaborado por el autor)

Inicio de la aplicación

Una vez instalada la aplicación se creará un ícono en la pantalla principal con el cuál se ingresará a la ventana principal, en la figura 4.17 se observa el mismo.



Figura. 4. 17. Icono de aplicación en móvil.

Fuente: (Elaborado por el autor)

En la figura 4.18 se observa la pantalla principal una vez ingresando a la aplicación por primera vez.

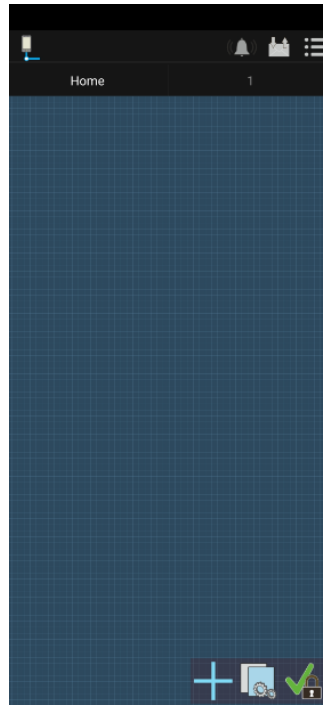


Figura. 4. 18. Pantalla principal Virtuino.

Fuente: (Elaborado por el autor)

Configuración de los elementos en la vista gráfica

Ya en la pantalla principal, es hora de insertar los elementos que se van a utilizar, en este caso se va a necesitar Instrumentos análogos, LED's, botones, cuadros gráficos estadísticos y displays.

Cada elemento tiene sus características individuales para configurar, pero las más usadas son, ajustes, escala gráfica, ajustes para envío de SMS, ajustes para envío de email y configuración de alarmas.

Para adicionar cualquier elemento, ingresar en el icono de la cruz de color celeste ubicada en la esquina inferior derecha de la pantalla principal como se muestra en la figura 4.19.

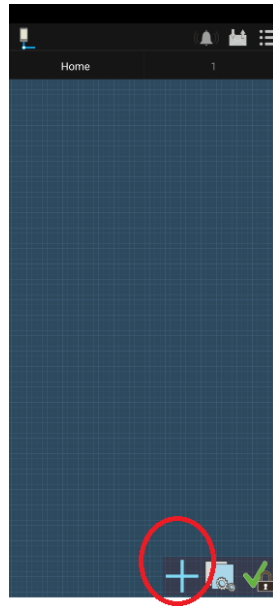


Figura. 4. 19. Adicionar elementos en el tablero principal.

Fuente: (Elaborado por el autor)

Y a continuación se muestra cada uno de los elementos con sus características, que fueron necesarios en el sistema.

Instrumento Análogo:

El instrumento análogo servirá para leer los valores de voltaje provenientes de cada una de las fases de energía eléctrica. En la figura 4.20 se muestra como escoger este instrumento.

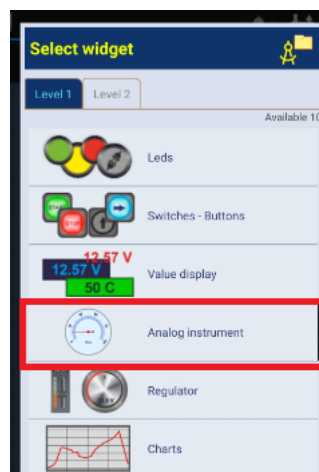


Figura. 4. 20. Seleccionar instrumento análogo

Fuente: (Elaborado por el autor)

El instrumento análogo tiene varias pestañas de configuración como son los ajustes, escala, envío de SMS-email y alarmas.

Ajustes:

- Server: Escoger el nombre del servidor con el cual se conectará la aplicación al sistema, el cual está previamente configurado con la IP por default y tiene por nombre *acces point*.
- Pin: Escoger un pin virtual con el que recibirá la información.
- Position (x,y): De forma automática se llena de acuerdo a la posición del elemento en la pantalla inicial.
- Width: Aumenta o disminuye el tamaño del elemento, números enteros.
- Value type: tipo de valores a leer, por default “número”.
- Value range: Valores mínimo y máximo a mostrar.
- Symbol: Símbolo de la variable a medir.
- Decimal Places: número de posiciones decimales requeridas.
- Value Settings
 - Text color: Color del texto en el instrumento.
 - Align: alineación con el instrumento.
 - Text position: Posición donde aparecerá el valor medido.
 - Font height: tamaño de letra.
 - Font: Tipo de letra.
- Date Settings
 - Date color: Color del texto que muestra la fecha.
 - Align: Alineación con el instrumento
 - Date position: Posición donde aparecerá el valor de la fecha actual.
 - Font height: Tamaño de letra.
 - Date font: Tipo de letra.
 - Date format: Formato de fecha.

En la figura 4.21 se muestra la vista de ajustes del instrumento análogo.

The screenshot shows the configuration window for an analog instrument. It includes fields for server, pin, position, width, value type, range, symbol, decimal places, and detailed settings for text and date display, such as color, alignment, position, font size, and format. There are also checkboxes to hide text and dates.

Figura. 4. 21. Ajustes instrumento análogo.

Fuente: (Elaborado por el autor)

Escala:

- En la sección superior se configura los valores entre la escala de líneas y la escala de texto, se sugiere dejarlo en los valores por default.
- En la sección media se configura las escalas por valores y por colores que se requiere que aparezca al interior del instrumento análogo.
- En la sección inferior se configura las propiedades del puntero del instrumento como son color, ancho y transparencia.

En la figura 4.22 se muestran los valores configurados para el instrumento análogo del sistema.

Analog Instrument

Settings | **Scale** | SMS - email | Alarm | Comm:

Configure the value space between the scale lines and the scale text.
Set the value to 0 to disable the scale lines or the scale text

Small lines	10	
Middle lines	50	
Big lines	100	
Scale text	100	
Decimals	0	Scale text decimals
Scale radius	0.3 * width	
Text radius	0.35 * width	

Configure the colored area of the instrument

Full range area

Area 1		100 to 135
Area 2		0 to 100
Area 3		135 to 300

Area radius 0.2 * width

Area width 0.15 * width

Configure the pointer area of the instrument

Color

Pointer radius 0.1 * width

Pointer width 0.05 * width

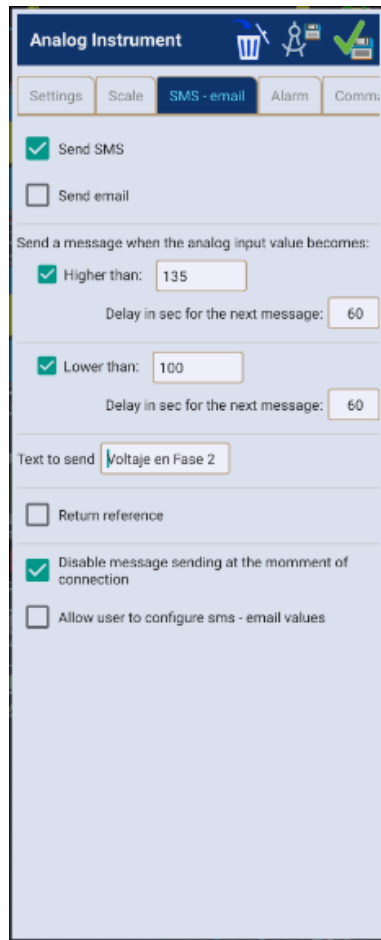
Figura. 4. 22. Scale instrumento análogo.

Fuente: (Elaborado por el autor)

SMS – email:

- En la primera sección se escoge si se requiere enviar SMS, email o los dos a la vez.
- En la segunda sección se colocan los valores: mayor que y menor que, cuando se cumple esta condición el sistema envía el SMS o el email.
- En la tercera sección se coloca el texto o frase que se requiere en se envíe en el SMS y email.
- En la cuarta sección se escoge que la aplicación no envíe mensajes al momento de conectarse por primera vez.

En la figura 4.23 se muestra la configuración realizada para el sistema.



The screenshot displays the 'SMS - email' configuration screen for an analog instrument. At the top, there are navigation tabs: 'Settings', 'Scale', 'SMS - email' (selected), 'Alarm', and 'Comm.'. Below the tabs, the 'Send SMS' checkbox is checked, and 'Send email' is unchecked. The section 'Send a message when the analog input value becomes:' contains two conditions: 'Higher than: 135' and 'Lower than: 100', both with a 'Delay in sec for the next message' of 60. The 'Text to send' field is set to 'Voltaje en Fase 2'. At the bottom, there are three more checkboxes: 'Return reference' (unchecked), 'Disable message sending at the moment of connection' (checked), and 'Allow user to configure sms - email values' (unchecked).

Figura. 4. 23. Configuración SMS – email instrumento análogo.

Fuente: (Elaborado por el autor)

Alarmas:

- En la primera sección se activa y coloca los valores: mayor que y menor que, para los cuales el sistema dará una alerta sonora cuando se cumplan las condiciones configuradas.
- En la segunda sección permite definir el sonido que se requiere para la alarma.
- En la tercera sección se configura si se requiere sonido constante o sin sonido.
- En la cuarta sección se puede escoger si esta alarma reemplaza a otra alarma activa o se silencia si otra alarma está activa.
- En la quinta sección se deshabilita la alarma al momento de la conexión por primera vez.

En la figura 4.24 se muestra la configuración de alarmas para el sistema.

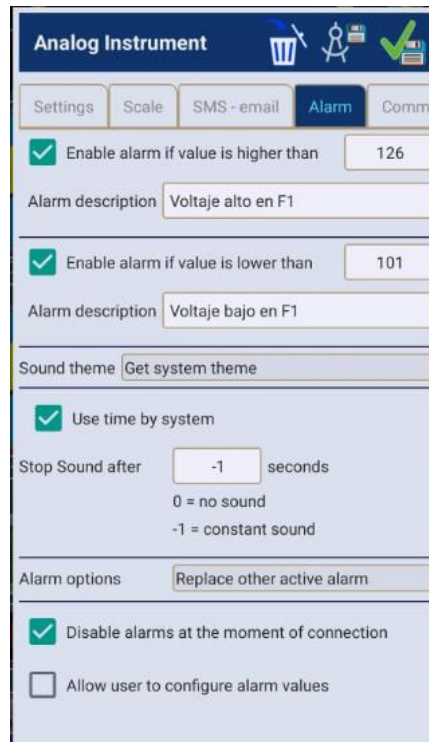


Figura. 4. 24. Alarmas instrumento análogo.

Fuente: (Elaborado por el autor)

Finalmente, luego de todas las configuraciones indicadas anteriormente se obtiene el instrumento final que se muestra en la figura 4.25.



Figura. 4. 25. Instrumento análogo terminado.

Fuente: (Elaborado por el autor)

Botón:

El botón servirá para encender o apagar cada una de las salidas del sistema. En la figura 4.26 se muestra como seleccionar este elemento.



Figura. 4. 26. Seleccionar botón.

Fuente: (Elaborado por el autor)

El botón tiene dos pestañas de configuración tales como, ajustes y envío de SMS.

Ajustes.

- Server: Escoger el nombre del servidor con el cual se conectará la aplicación al sistema, el cual está previamente configurado con la IP por default y tiene por nombre *acces point*.
- Pin: Escoger un pin virtual con el que enviará la información.
- Image set: Escoger el tipo de imagen que se requiere para el botón.
- Position (x,y): De forma automática se llena de acuerdo a la posición del elemento en la pantalla inicial.
- Size: Aumenta o disminuye el tamaño del elemento, números enteros.
- Operation mode: modo de operación del botón, swith, push buton, Set on button y Set off button.

En la figura 4.27 se muestra la configuración definida para el sistema.



Figura. 4. 27. Ajustes botón.

Fuente: (Elaborado por el autor)

SMS.

En esta sección se configura el comando para envío de un mensaje de texto con el cual se encenderá o apagará la carga que dependa de dicho botón. Por ejemplo, si el comando es MOTOR, se envía un SMS con las palabras “MOTOR ON” y se habilitará el botón, de la misma manera si se envía un SMS con las palabras “MOTOR OFF” el botón se deshabilitará.

En la figura 4.28 se puede observar la pestaña de SMS de un botón.

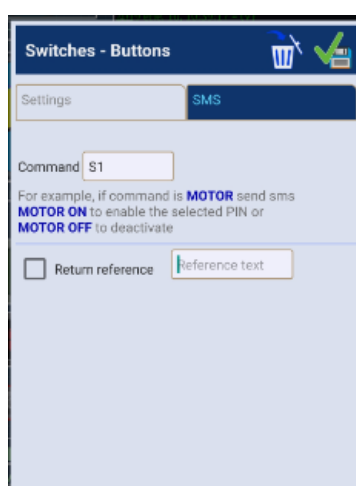


Figura. 4. 28. Configuración SMS botón.

Fuente: (Elaborado por el autor)

LED:

El LED servirá para indicar al usuario el estado de encendido / apagado de cada una de las salidas del sistema. En la figura 4.29 se muestra como escoger este elemento.

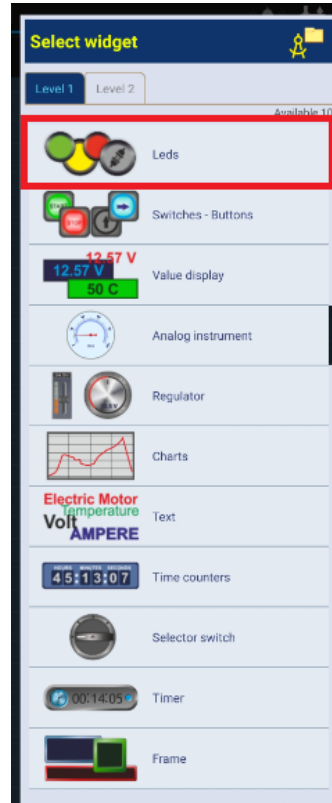


Figura. 4. 29. Seleccionar LED.

Fuente: (Elaborado por el autor)

El LED tiene varias pestañas de configuración tales como ajustes, envío de SMS-email y alarma.

Ajustes.

- Server: Escoger el nombre del servidor con el cual se conectará la aplicación al sistema, el cual está previamente configurado con la IP por default y tiene por nombre *aces point*.
- Pin: Escoger un pin virtual con el que recibirá la información.
- Image set: Definir el tipo de imagen que se requiere para el LED.
- Position (x,y): De forma automática se llena de acuerdo a la posición del elemento en la pantalla inicial.
- Size: Aumenta o disminuye el tamaño del elemento, números enteros.

En la figura 4.30 se muestra la configuración para el sistema.

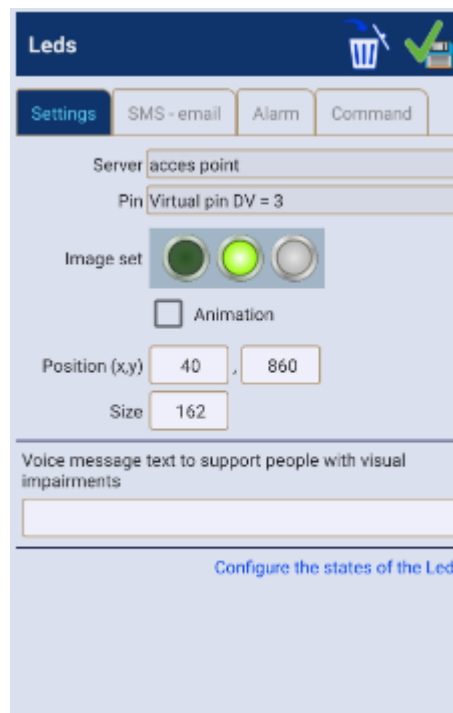


Figura. 4. 30. Ajustes LED.

Fuente: (Elaborado por el autor)

SMS-email:

- En la primera sección se escoge si se requiere enviar SMS, email o los dos a la vez.
- En la segunda sección se colocan los valores: mayor que y menor que, cuando se cumple esta condición el sistema envía el SMS o el email.
- En la tercera sección se coloca el texto o frase que se requiere en se envíe en el SMS y email.
- En la cuarta sección se escoge que la aplicación no envíe mensajes al momento de conectarse por primera vez.

En la figura 4.31 se muestra la configuración realizada para el sistema.

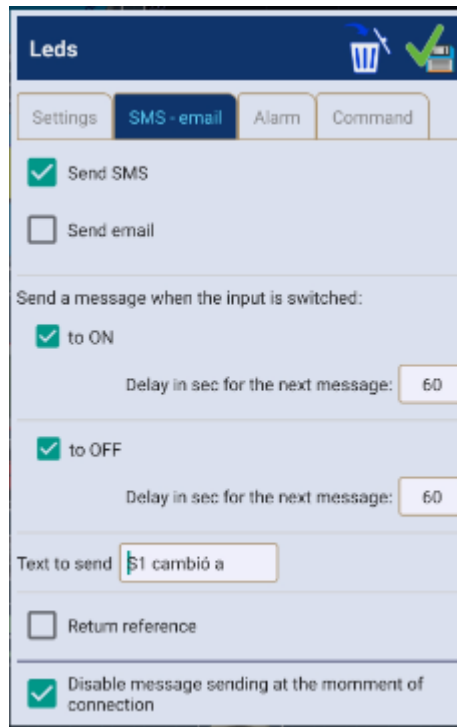


Figura. 4. 31. Configurar SMS-email LED.

Fuente: (Elaborado por el autor)

Alarmas:

- En la primera sección se habilita la opción de alarma.
- En la segunda sección se escoge si la alarma se requiere al momento que se encienda o al momento que se apague el LED.
- En la tercera sección permite colocar una pequeña descripción a la alarma.
- En la cuarta sección se escoge el tipo de sonido que se requiere.
- En la quinta sección se escoge si se requiere sonido constante o sin sonido.
- En la sexta sección se puede escoger si esta alarma reemplaza a otra alarma activa o se silencia si otra alarma está activa.
- En la séptima sección se deshabilita la alarma al momento de la conexión por primera vez.

En la figura 4.32 se muestra la configuración de alarmas para el sistema.

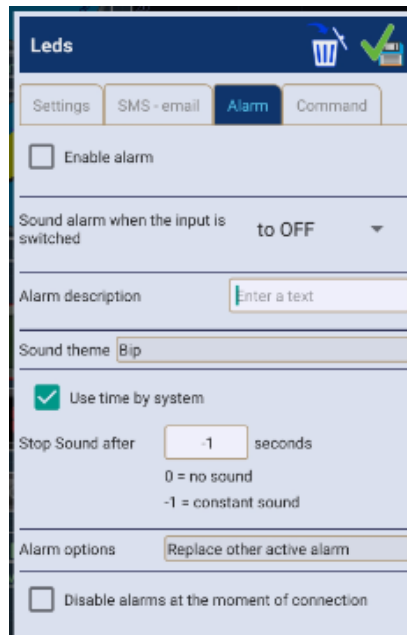


Figura. 4. 32. Alarmas LED.

Fuente: (Elaborado por el autor)

Cuadro gráfico estadístico:

El cuadro gráfico estadístico servirá para realizar un monitoreo continuo de los valores de voltaje presentes en cada una de las fases del sistema. En la figura 4.33 se muestra este elemento.



Figura. 4. 33.- Seleccionar cuadro gráfico estadístico.

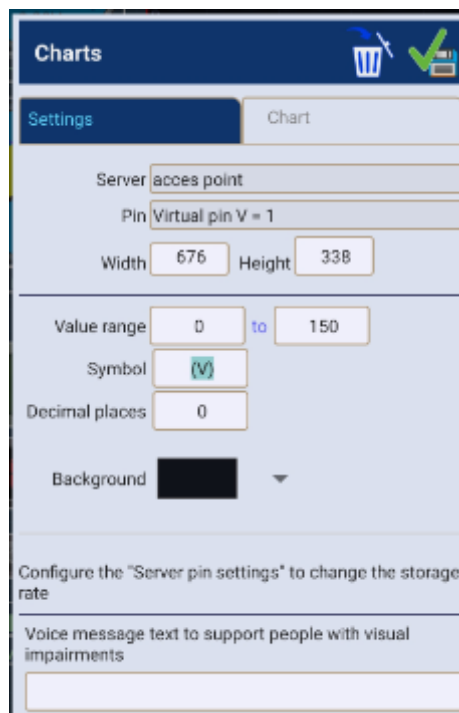
Fuente: (Elaborado por el autor)

El cuadro gráfico estadístico consta de dos pestañas de configuración que son ajustes y chart que se describen a continuación.

Ajustes.

- Server: Escoger el nombre del servidor con el cual se conectará la aplicación al sistema, el cual está previamente configurado con la IP por default y tiene por nombre *aces point*.
- Pin: Configurar un pin virtual con el que recibirá la información.
- Width: Aumenta o disminuye el tamaño del elemento, números enteros.
- Value range: Valores mínimo y máximo a mostrar.
- Symbol: Símbolo de la variable a medir.
- Decimal Places: número de posiciones decimales requeridas.
- Background: Definir el color del fondo del cuadro.
- En la figura 4.32 se muestra la configuración de alarmas para el sistema.

En la figura 4.34 se muestra la configuración de ajustes para el sistema.



The image shows a software interface for configuring a chart. At the top, there is a header bar with the title 'Charts' and two icons: a trash can and a checkmark. Below the header, there are two tabs: 'Settings' (which is selected) and 'Chart'. The 'Settings' tab contains several configuration fields: 'Server' with the value 'aces point', 'Pin' with 'Virtual pin V = 1', 'Width' with '676', and 'Height' with '338'. Below these are 'Value range' with '0' and '150', 'Symbol' with 'V', 'Decimal places' with '0', and 'Background' with a black color swatch. At the bottom of the settings area, there is a note: 'Configure the "Server pin settings" to change the storage rate' and a text input field for 'Voice message text to support people with visual impairments'.

Figura. 4. 34. Ajustes cuadro gráfico estadístico.

Fuente: (Elaborado por el autor)

Chart.

En esta sección se configura la cantidad de decimales que se mostraran junto con el tamaño del texto, en la figura 4.35 se muestra la configuración para el sistema.

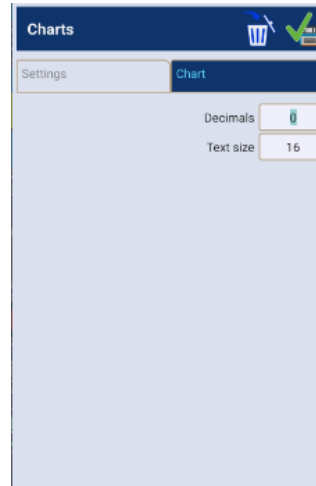


Figura. 4. 35. Configuración chart cuadro gráfico estadístico.

Fuente: (Elaborado por el autor)

Display:

El display servirá para indicar al usuario el valor de corriente de cada uno de los circuitos de las salidas del sistema. En la figura 4.36 se muestra la selección de este elemento.



Figura. 4. 36.- Seleccionar display

Fuente: (Elaborado por el autor)

El display tiene varias pestañas de configuración como son los ajustes, envío de SMS-email y alarmas.

Ajustes:

- Server: Escoger el nombre del servidor con el cual se conectará la aplicación al sistema, el cual está previamente configurado con la IP por default y tiene por nombre *acces point*.
- Pin: Escoger un pin virtual con el que recibirá la información.
- Position (x,y): De forma automática se llena de acuerdo a la posición del elemento en la pantalla inicial.
- Width: Aumenta o disminuye el tamaño del elemento a lo ancho, números enteros.
- Height: Aumenta o disminuye el tamaño del elemento a lo alto, números enteros.
- Value range: Valores mínimo y máximo a mostrar.
- Symbol: Símbolo de la variable a medir.
- Decimal Places: número de posiciones decimales requeridas.
- Text color: Color del texto en el display.
- Align: alineación del texto dentro del display.
- Background: Permite escoger varios diseños de fondos y colores para el display.

En la figura 4.37 se muestra la configuración de ajustes para el sistema.

The screenshot shows a configuration window titled "Value display". At the top, there are three tabs: "Settings", "SMS - email", and "Alarm". The "Settings" tab is selected. Below the tabs, there are several input fields and options:

- Server:** access point
- Pin:** Virtual pin V = 3
- Position (x,y):** 0, 1040
- Width:** 202
- Height:** 136
- Value range:** 0 to 40
- Symbol:** A
- Decimal places:** 1
- Text Color:** A red color swatch is shown.
- Align:** Center
- Background:** A black color swatch is shown.
- Display maximum and minimum value window
- Voice message text to support people with visual impairments:** An empty text input field.

Figura. 4. 37. Ajustes display.

Fuente: (Elaborado por el autor)

SMS-email:

- En la primera sección se escoge si se requiere enviar SMS, email o los dos a la vez.
- En la segunda sección se colocan los valores: mayor que y menor que, cuando se cumple esta condición el sistema envía el SMS o el email.
- En la tercera sección se coloca el texto o frase que se requiere en se envíe en el SMS y email.
- En la cuarta sección se escoge que la aplicación no envíe mensajes al momento de conectarse por primera vez.

En la figura 4.38 se muestra la configuración realizada para el sistema.

The screenshot shows a web-based configuration interface titled "Value display". At the top, there are three tabs: "Settings", "SMS - email" (which is selected), and "Alarm". Below the tabs, there are several sections of configuration options:

- A section with two checkboxes: "Send SMS" (checked) and "Send email" (unchecked).
- A section titled "Send a message when the analog input value becomes:" with two options:
 - "Higher than:" (checked) with a value of "20" and a "Delay in sec for the next message:" of "60".
 - "Lower than:" (unchecked) with a value of "0" and a "Delay in sec for the next message:" of "60".
- A "Text to send" field containing the text "Corriente > 20 A en carga 1".
- A section with three checkboxes:
 - "Return reference" (unchecked).
 - "Disable message sending at the moment of connection" (checked).
 - "Allow user to configure sms - email values" (unchecked).

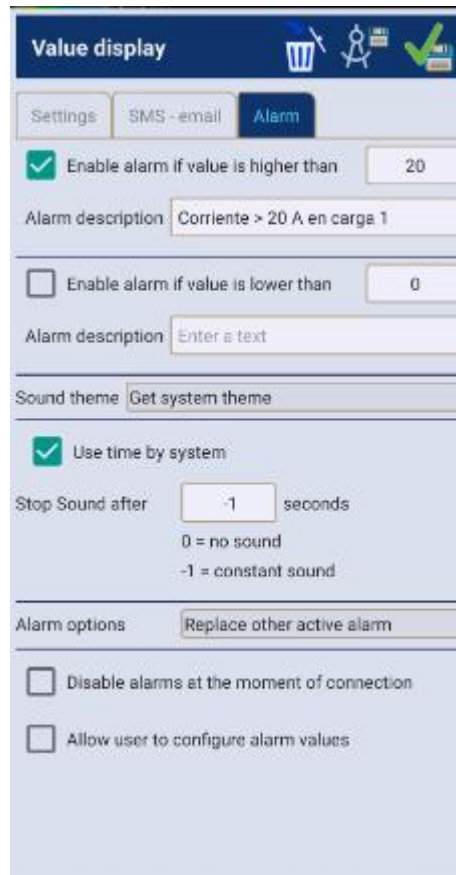
Figura. 4. 38. Configurando SMS-email display.

Fuente: (Elaborado por el autor)

Alarmas.

- En la primera sección se escoge y coloca los valores: mayor que y menor que para los cuales el sistema dará una alerta sonora cuando se cumplan las condiciones configuradas.
- En la segunda sección se escoge el sonido que se requiere para la alarma.
- En la tercera sección se escoge si se requiere sonido constante o sin sonido.
- En la cuarta sección se puede escoger si esta alarma reemplaza a otra alarma activa o se silencia si otra alarma está activa.
- En la quinta sección se deshabilita la alarma al momento de la conexión por primera vez.

En la figura 4.39 se muestra la configuración de alarmas para el sistema.



The screenshot displays the 'Value display' application interface. At the top, there is a title bar with the text 'Value display' and three icons: a trash can, a person, and a checkmark. Below the title bar, there are three tabs: 'Settings', 'SMS - email', and 'Alarm', with 'Alarm' being the active tab. The main content area is divided into several sections:

- High Alarm Section:** A checked checkbox labeled 'Enable alarm if value is higher than' is followed by a text input field containing '20'. Below this is a text input field for 'Alarm description' containing 'Corriente > 20 A en carga 1'.
- Low Alarm Section:** An unchecked checkbox labeled 'Enable alarm if value is lower than' is followed by a text input field containing '0'. Below this is a text input field for 'Alarm description' containing 'Enter a text'.
- Sound Theme Section:** A dropdown menu for 'Sound theme' is set to 'Get system theme'.
- Time Settings Section:** A checked checkbox labeled 'Use time by system' is followed by a text input field for 'Stop Sound after' containing '-1' and the unit 'seconds'. Below this, it states '0 = no sound' and '-1 = constant sound'.
- Alarm Options Section:** A dropdown menu for 'Alarm options' is set to 'Replace other active alarm'.
- Additional Options:** Two unchecked checkboxes: 'Disable alarms at the moment of connection' and 'Allow user to configure alarm values'.

Figura. 4. 39. Alarmas display.

Fuente: (Elaborado por el autor)

Interfaz gráfica final:

Una vez insertados y configurados cada uno de los elementos en la aplicación se obtiene la interfaz final que se muestra en la figura 4.40, la misma se puede observar en modo edición.



Figura. 4. 40. Interfaz terminada modo edición.

Fuente: (Elaborado por el autor)

En la vista de modo edición, al presionar en la figura en forma de visto color verde ubicado en la esquina inferior derecha, finalmente se obtiene la vista en modo producción de la interfaz gráfica la cual se muestra en la figura 4.41.



Figura. 4. 41. Interfaz gráfica terminada en modo producción.

Fuente: (Elaborado por el autor)

Configuración de alarmas y avisos

De manera general los avisos en forma de SMS en la aplicación fueron configurados de la siguiente manera:

- SMS de encendido y apagado de las 4 salidas.
- SMS de voltaje bajo o alto en las dos fases, voltaje alto $>$ a 135 Voltios, voltaje bajo $<$ a 100 Voltios.
- SMS de corriente alta $>$ a 35 Amperios en las cuatro salidas.

Las alarmas en la aplicación con sonido continuo fueron configuradas de la siguiente manera:

- Alarma de voltaje bajo o alto en las dos fases, voltaje alto $>$ a 135 Voltios, voltaje bajo $<$ a 100 Voltios.
- Alarma de corriente alta $>$ a 35 Amperios en las cuatro salidas.

4.1.8. Sistema terminado

Finalmente, en la figura 4.42 se muestra el dispositivo terminado en su respectiva caja con la presentación exterior e interior.

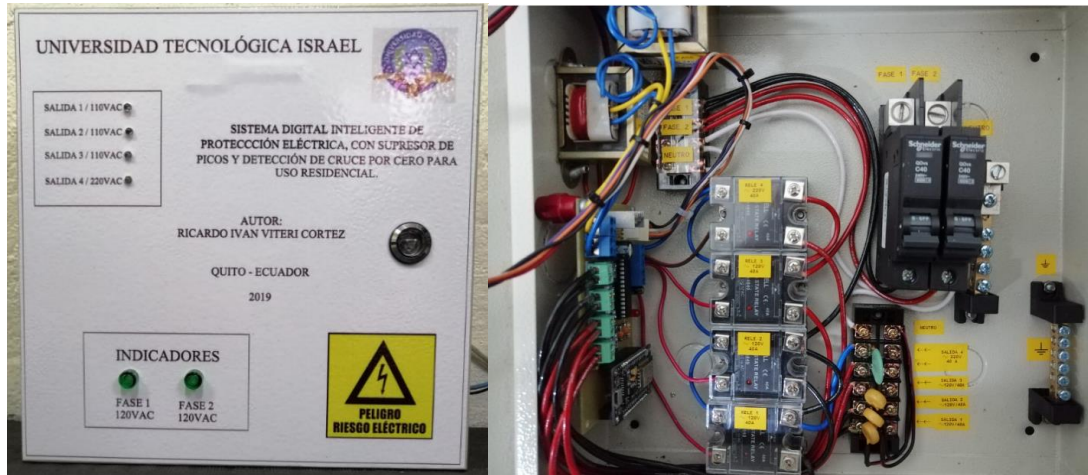


Figura. 4. 42. Dispositivo armado (Presentación).

Fuente: (Elaborado por el autor)

En consecuencia, se obtiene el sistema final encendido y funcionando, en la figura 4.43 se muestra con sus indicadores correspondientes.



Figura. 4. 43. Sistema encendido (Presentación)

Fuente: (Elaborado por el autor)

4.2. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Las pruebas fueron realizadas conectando el sistema a una toma de medidor bifásico, dos fases y un neutro. Adicional se colocaron en las salidas de las cargas, cables con tomas eléctricos para conectar diferentes aparatos tales como un taladro y una niquelina eléctrica.

En la figura 4.44 se observan los tomacorrientes de prueba instalados en las salidas del sistema.

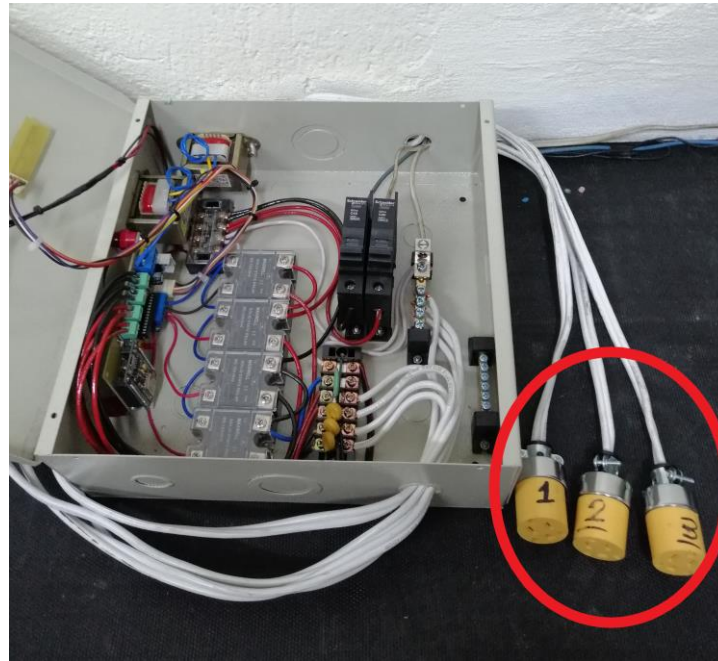


Figura. 4. 44. Tomás eléctricas conectadas en las salidas para pruebas.

Fuente: (Elaborado por el autor)

Las pruebas normales del sistema fueron las siguientes:

1. Encendido con cualquiera de las dos fases

Es necesario que solo una de las fases tenga voltaje para que el dispositivo se encienda, sin embargo, se debe tomar en cuenta que las cargas dependen de cada una de las fases para su funcionamiento, así se tiene que, la carga uno y dos dependen de la fase 1, la carga tres depende de la fase 2 y la carga cuatro depende absolutamente de las dos fases por estar alimentada a 220VAC.

En la figura 4.45 se observa el dispositivo encendido únicamente con la fase 1.

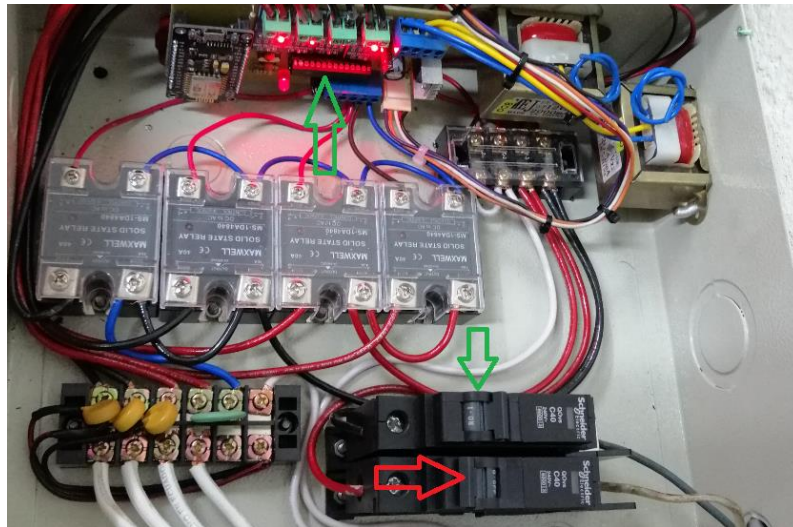


Figura. 4.45. Encendido del dispositivo con Fase 1.

Fuente: (Elaborado por el autor)

En la figura 4.46 se observa el dispositivo encendido únicamente con la fase 2.

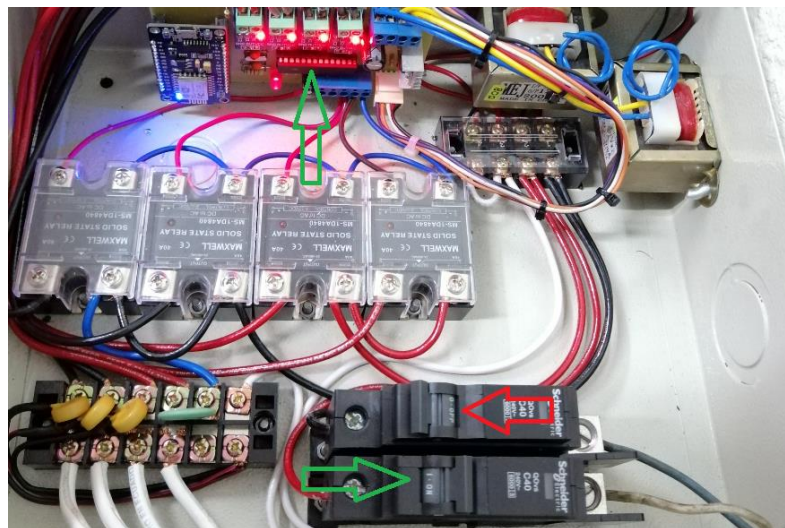


Figura. 4.46 Encendido del dispositivo con fase 2.

Fuente: (Elaborado por el autor)

2. Encendido y apagado de las cargas en condiciones normales de voltaje de entrada en las fases y verificando los indicadores de voltaje y corriente en la aplicación.

Para estas pruebas se utilizó una carga de tipo niquelina eléctrica, la cual fue conectada en cada una de las salidas del dispositivo. En la figura 4.47 se observa el banco de pruebas utilizado.



Figura. 4. 47 Banco de pruebas conexión de carga en diferentes salidas.

Fuente: (Elaborado por el autor)

A continuación en la figura 4.48 se observa en la aplicación la salida 1 encendida y con su correspondiente consumo de corriente.



Figura. 4. 48. Encendido carga 1 con consumo de corriente.

Fuente: (Elaborado por el autor)

En la figura 4.49 se observa en la aplicación la salida 2 encendida y con su correspondiente consumo de corriente.

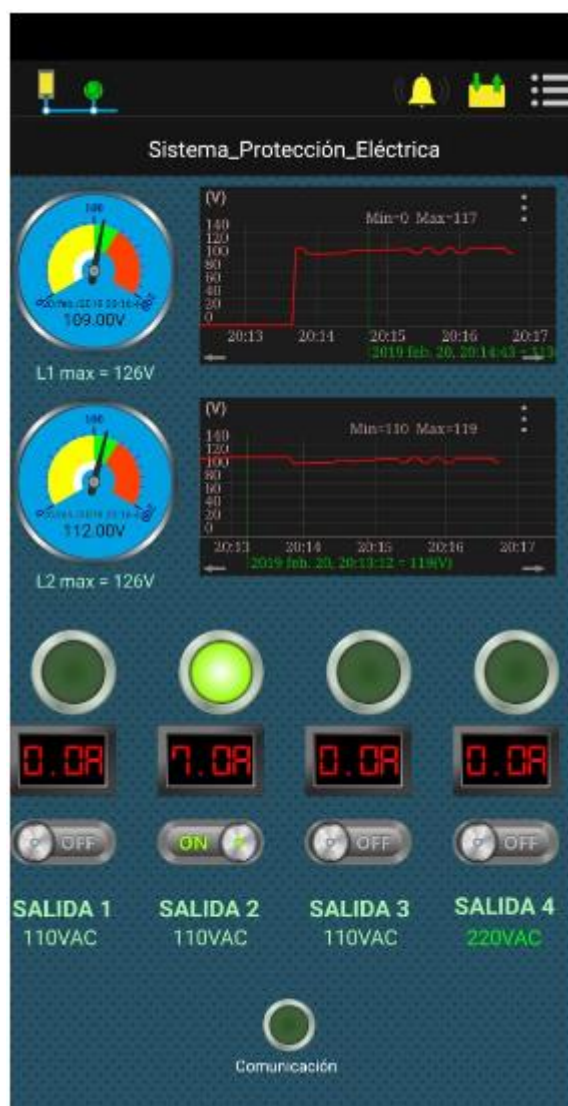


Figura. 4. 49. Encendido carga 2 con consumo de corriente.

Fuente: (Elaborado por el autor)

En la figura 4.50 se observa en la aplicación la salida 3 encendida y con su correspondiente consumo de corriente.



Figura. 4. 50. Encendido carga 3 con consumo de corriente.

Fuente: (Elaborado por el autor)

3. Respuesta del sistema a bajos voltajes.

Con la ayuda de un variac de voltaje para tener voltajes altos y bajos a la entrada del sistema y simular la respuesta del sistema a dichos voltajes, se confirma que en cualquiera de los dos casos voltajes altos $>125V$ y voltajes bajos $<110V$ las cargas son desconectadas hasta que el voltaje se estabilice. En la figura 4.51 se observan los elementos usados para esta prueba.

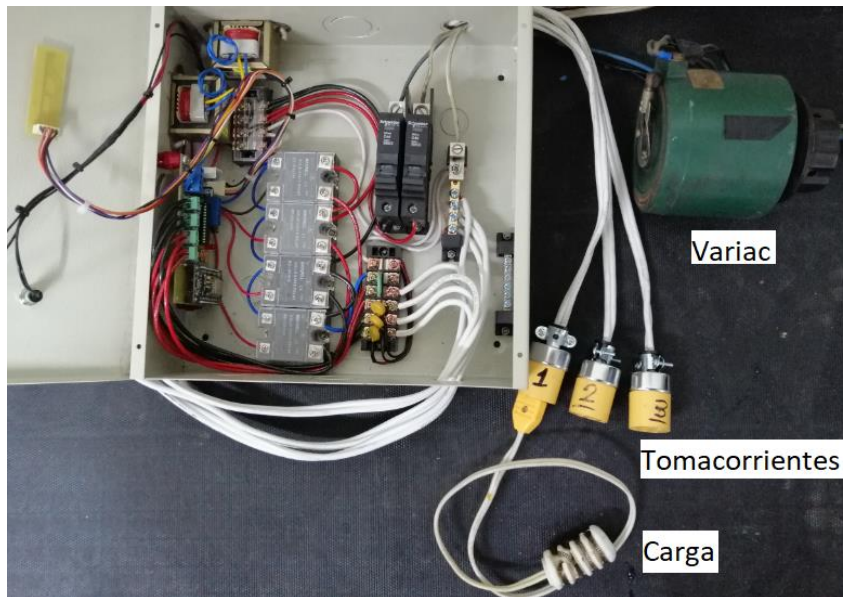


Figura. 4. 51. Montaje para pruebas con variac.

Fuente: (Elaborado por el autor)

En la figura 4.52 se observa en la aplicación que el valor del voltaje en la fase 1 es de 99VAC, por lo tanto el sistema apaga las salidas que utilizan dicha fase, en este caso la salida 1, 2 y 4, únicamente se queda encendida la salida 3 que depende de la fase 2 y ésta tiene valores de voltaje dentro de los rangos aceptados.

Adicional hay que tomar en cuenta que las salidas 1, 2 y 4 siguen con su botón encendidas, sin embargo físicamente no lo están hasta que el valor de voltaje se regularice.



Figura. 4. 52 Voltaje en fase 1 < 100VAC.

Fuente: (Elaborado por el autor)

En la figura 4.53 se observa en la aplicación la alarma por bajo voltaje en la fase 1 que fue manipulada con la ayuda del variac.



Figura. 4. 53. Alarma del sistema por voltaje bajo.

Fuente: (Elaborado por el autor)

Al realizar también las pruebas apagando el breaker correspondiente a cada fase, de la misma manera se observa que el sistema emite las alarmas por bajo voltaje tanto en la fase 1 como en la fase 2 como se puede observar en las figuras 4.54 y 4.55 respectivamente.



Figura. 4. 54. Alarma del sistema por apagado fase 1.

Fuente: (Elaborado por el autor)



Figura. 4. 55. Alarma del sistema por apagado fase 2.

Fuente: (Elaborado por el autor)

4. Respuesta del sistema a altas corrientes.

Para esta prueba se configuró en el PIC a la salida 1 con un tope de corriente de 6A por lo cual al momento de conectar una carga que consuma un valor de corriente más alto, el sistema apaga dicha salida.

A continuación, como en las pruebas anteriores se verificó que la niquelina eléctrica consume una corriente de 7A, se procede a conectarla en la salida 1 provocando que el sistema la apague y muestre las alarmas de sobre corriente. En la figura 4.56 se observa la conexión de la carga al sistema y seguidamente en la figura 4.57 se observa el consumo de corriente que se generó en la salida 1 y también que se encuentra apagada.

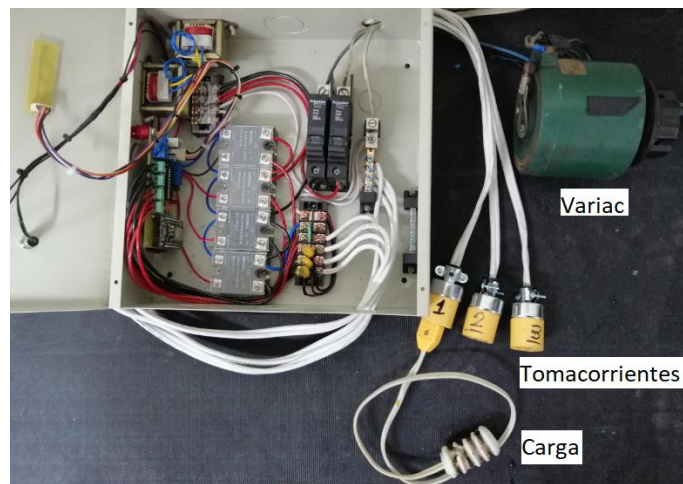


Figura. 4. 56 Niquelina eléctrica conectada en salida 1 del sistema.

Fuente: (Elaborado por el autor)



Figura. 4. 57. Prueba exceso de corriente en salida 1.

Fuente: (Elaborado por el autor)

En la figura 4.58 se observa en la aplicación la alarma generada al sobrepasar el valor de corriente generada.

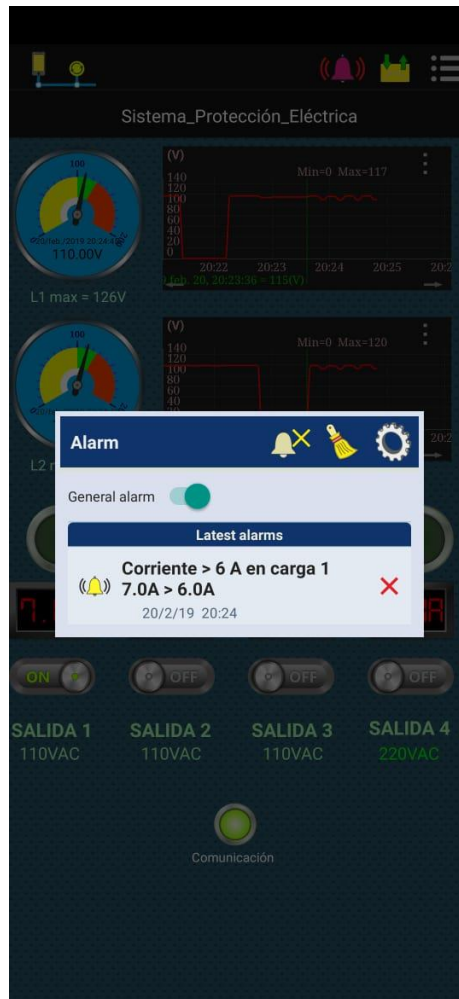


Figura. 4. 58. Alarma en el sistema por exceso de corriente.

Fuente: (Elaborado por el autor)

5. Envío de SMS desde la aplicación al celular en condiciones no óptimas.

El sistema está configurado para enviar SMS al usuario de lo que va pasando en el sistema, en las figuras 4.59 y 4.60 se puede observar ejemplos de las advertencias que hace el sistema via mensaje de texto.



Figura. 4. 59. Ejemplos 1 de SMS de información al usuario.

Fuente: (Elaborado por el autor)

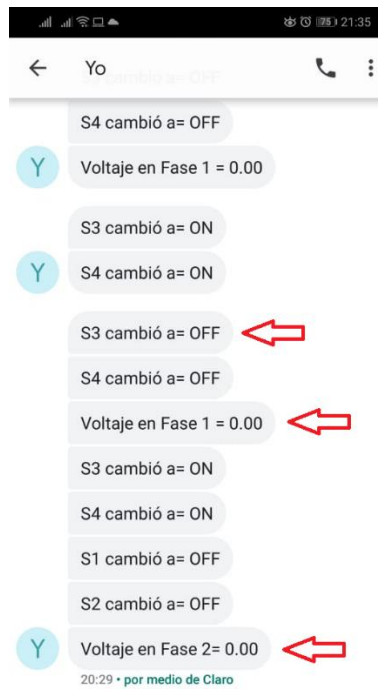


Figura. 4. 60. Ejemplos 2 de SMS de información al usuario.

Fuente: (Elaborado por el autor)

4.3. ANALISIS DE RESULTADOS

En base a todas las pruebas realizadas y explicadas anteriormente en la tabla 4.1 se observan los resultados obtenidos.

Tabla. 4. 1. Análisis de resultados.

Fuente: (Elaborado por el autor)

Prueba	Resultado
Encendido con cualquiera de las dos fases.	Encendido satisfactorio con cada una de las dos fases y las dos juntas.
Encendido y apagado de las cargas en condiciones normales de voltaje de entrada en las fases.	Cada una de las cargas enciende y apaga de manera normal con la interacción de la aplicación móvil. En cada una de las cargas en el indicador correspondiente se puede observar la corriente generada. Y se puede observar la medición de voltaje de manera continua en la aplicación.
Respuesta del sistema a bajos y altos voltajes.	De acuerdo a lo planificado, en presencia de bajos (114V) o altos (125V) voltajes el sistema apaga las cargas hasta que el voltaje de entrada sea el adecuado.
Respuesta del sistema a altas corrientes.	De acuerdo a lo planificado, en presencia de alta corriente $> 35A$, el sistema apaga la carga correspondiente en la cual se está generando dicha corriente.
Envío de SMS desde la aplicación al celular en condiciones no óptimas.	La aplicación móvil envía satisfactoriamente SMS de alerta al usuario cuando las condiciones en el sistema no son óptimas o cuando las salidas hacia las cargas cambian de estado.
Alarmas críticas que envía la aplicación.	La aplicación móvil activa la alarma (sonido) de alerta al usuario en caso de que los voltajes entren en las zonas críticas o cada una de las fases sea apagada. De la misma manera cuando la corriente en una carga llegue a un valor $> 35A$.

CONCLUSIONES

1. Se estableció de acuerdo a la norma ANSI C84.1 los parámetros de voltaje mínimo 114VAC y máximo 125VAC para protección del sistema, así como también el valor de la corriente máxima de 35A para cada salida que es donde el sistema desactivará sus relés para proteger los circuitos, por consiguiente, cuando los valores sean los correctos, se reanude el suministro.
2. Se desarrolló un sistema digital inteligente que cumple con todo lo propuesto en el plan, sobre todo permitió ratificar la necesidad de medir y monitorear la energía eléctrica en un domicilio para la protección eléctrica eficaz.
3. Se implementó tres circuitos a 110VAC y un circuito a 220VAC con un límite máximo de 40A de capacidad cada uno, debido a que la mayoría de los dispositivos que se conectan en una residencia son dispositivos electrónicos, focos, entre otros, de bajo consumo de corriente los cuales se dividieron para cada una de las fases de energía de tal manera que no exista sobrecarga en cualquiera de ellas.
4. El tener un voltímetro y un amperímetro digitales para monitorear el sistema en tiempo real permitió que se pueda tomar acciones frente a posibles anomalías que se presenten en el mismo.
5. Con la instalación de elementos capaces de suprimir los picos de voltaje (Varistores) de la alimentación de energía que ingresa al sistema, así como un detector de cruce por cero para controlar la energía aplicada a la carga al momento de su activación, se consiguió proteger y alargar la vida útil de los aparatos eléctricos y electrónicos conectados al sistema.
6. La integración satisfactoria al sistema de una aplicación informática móvil (Virtuino), por medio de una interfaz gráfica amigable, permite al usuario visualizar lo que sucede con el suministro de energía cuando lo requiera o exista algún inconveniente.

7. Se realizó las diferentes pruebas de funcionamiento del sistema digital, en las cuales se observó con satisfacción que el sistema responde a todos los parámetros configurados aportando a la seguridad en lo referente a la protección de sus equipos.

RECOMENDACIONES

1. Instalar el sistema siguiendo todos los parámetros de seguridad y normas vigentes descritas en la NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción) y en el Código Eléctrico Ecuatoriano para conexiones eléctricas ya que una mala instalación podría averiar el mismo.
2. No instalar el sistema en un ambiente industrial, es decir en fábricas que utilicen maquinaria con encendido de motores, calderos, sueldas entre otros, todos éstos eléctricos ya que éste fue diseñado para un ambiente residencial.
3. Mantener la caja del sistema cerrada para no permitir que el polvo pueda causar daños en los circuitos electrónicos.
4. Antes de iniciar el uso del sistema se deberá leer el manual de usuario que viene incluido para una mejor comprensión de sus características y funcionamiento.
5. Considerar la capacidad máxima de cada uno de los circuitos de salida del sistema antes de conectar la carga respectiva para evitar inconvenientes, estos parámetros se indican en el manual de usuario.
6. El sistema cuenta con la protección de voltaje y corriente sin embargo se recomienda analizar la opción de agregar un servidor IoT (Internet de las cosas) para almacenar información de voltaje y corriente lo cual permitirá obtener la cantidad de kilovatios/hora consumidos en una residencia ya sea diario, mensual o anual.
7. Se recomienda analizar una opción para mejorar el tiempo de respuesta del sistema frente a cada uno de los eventos de voltaje y corriente configurados y que de acuerdo a ellos el sistema actúa.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Chimarro, F. (Marzo de 2007). www.researchgate.net. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Victor_Hinojosa2/publication/27557997_Analisis_y_determinacion_de_tiempos_de_recierres_para_lineas_del_Sistema_Nacional_de_Transmision_del_Ecuador_en_138_kV/links/0deec515d8992ae6f9000000/Analisis-y-determinacion-de-ti
- Cinjordiz, C. (2018). INFOOTEC.NET. Obtenido de <https://www.infootec.net/rele-estado-solido/>
- GUERRA, E. (Febrero de 2011). <http://bibdigital.epn.edu.ec>. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3774/1/CD-3518.pdf>
- Instruments, T. (enero de 2015). Texas Instruments. Obtenido de <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/ua78.pdf>
- J, S. (28 de Agosto de 2012). Proteccionescapitulo1. Obtenido de <https://es.slideshare.net/Sebastian6/proteccionescapitulo1>
- LAMPROY, I. (2017). <http://users.sch.gr>. Obtenido de <http://users.sch.gr/iliaslamprou/index.php/en/component/content/category/75-virtuino>
- Llamas, L. (22 de Diciembre de 2016). Ingeniería, informática y diseño. Obtenido de <https://www.luisllamas.es/arduino-rele-estado-solido-ssr/>
- Llamas, L. (18 de Enero de 2017). Ingeniería, informática y diseño. Obtenido de <https://www.luisllamas.es/arduino-intensidad-consumo-electrico-acsc712/>
- Llamas, L. (1 de Junio de 2018). Ingeniería, Informática y diseño. Obtenido de <https://www.luisllamas.es/esp8266-nodemcu/>
- MakePolo.com. (2013). Jiangyin Maxwell Instrument Co., Ltd. . Obtenido de [http://1119851.en.makepolo.com/products/MAXWELL\(-MS-1DA4840-\)DC-to-AC-p72028192/img.html](http://1119851.en.makepolo.com/products/MAXWELL(-MS-1DA4840-)DC-to-AC-p72028192/img.html)

Microchip. (2 de Septiembre de 2016). PIC16F87X - Microchip Technology. Obtenido de ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/30292d.pdf

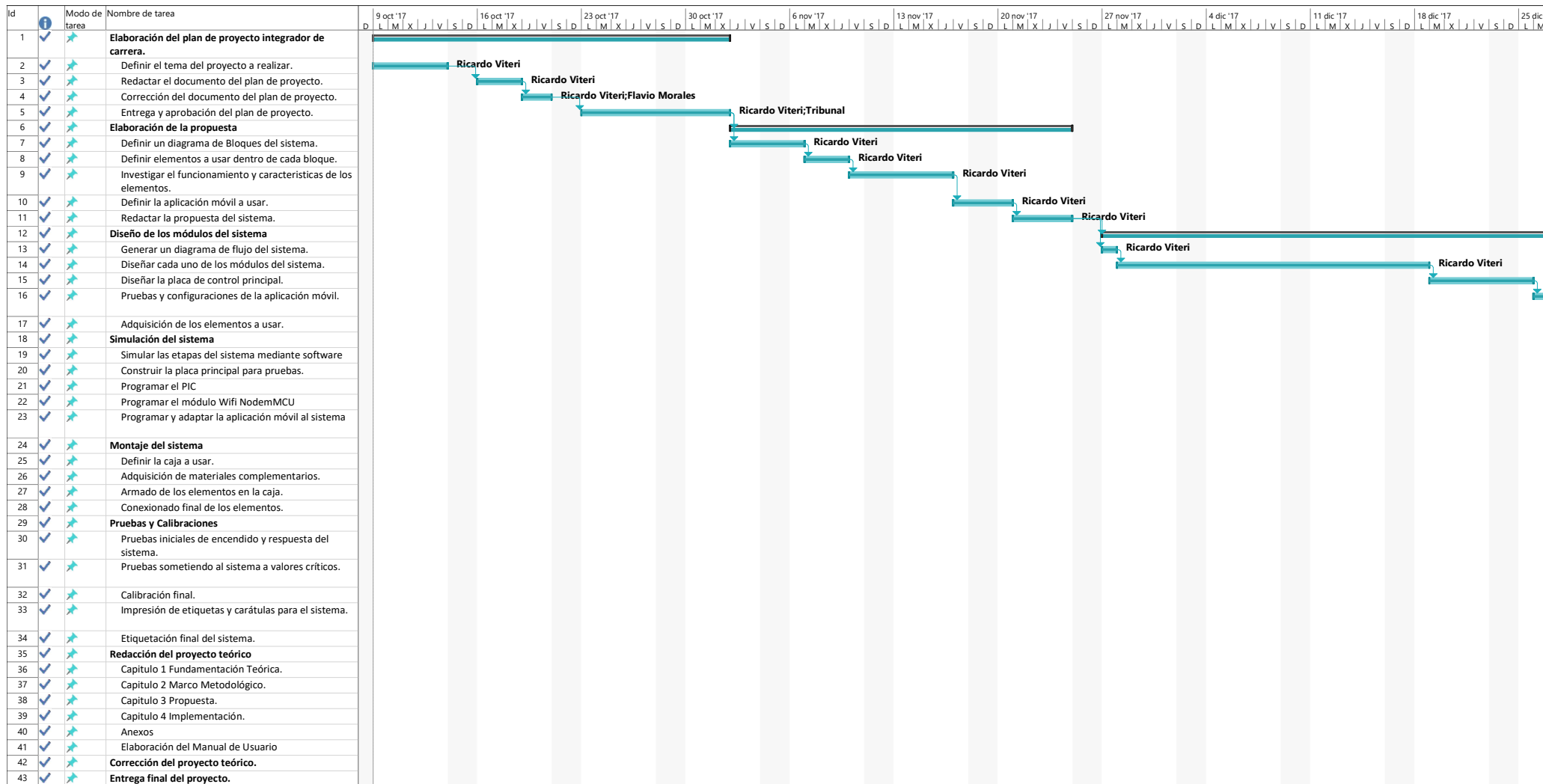
Reyes, C. A. (2008). Microcontroladores PIC Programación en Basic. Quito: RISPGRAF.

Tecnología. (2017). tecnología. Obtenido de <http://www.areatecnologia.com/electronica/varistor.html>

Veloso, C. (9 de Marzo de 2016). TOOLS. Obtenido de <http://www.electrontools.com/Home/WP/2016/03/09/regulador-de-voltaje-7805/>

ANEXOS

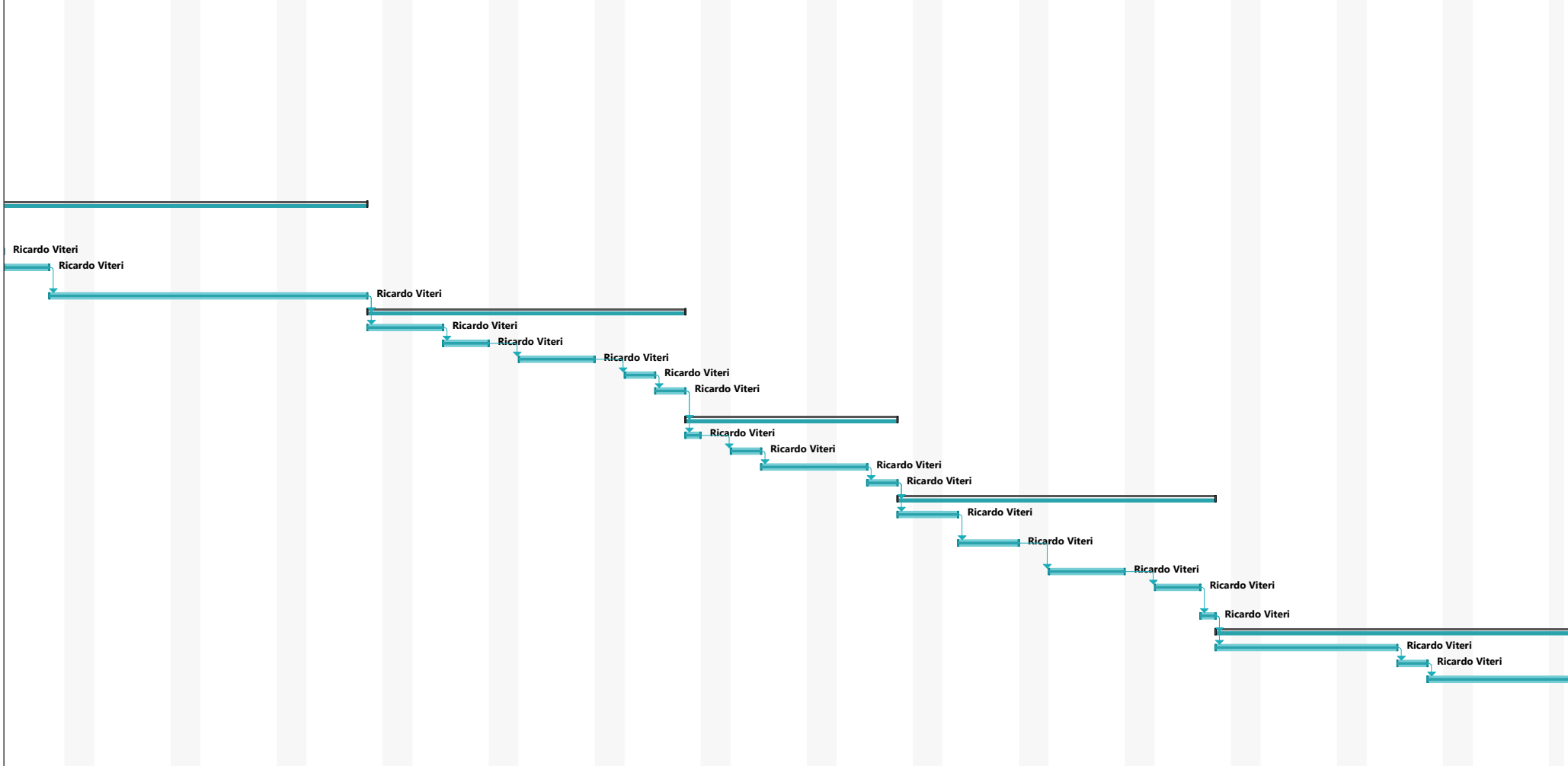
ANEXO 1. Cronograma de actividades



Proyecto: Cronograma_project
Fecha: dom 24/2/19



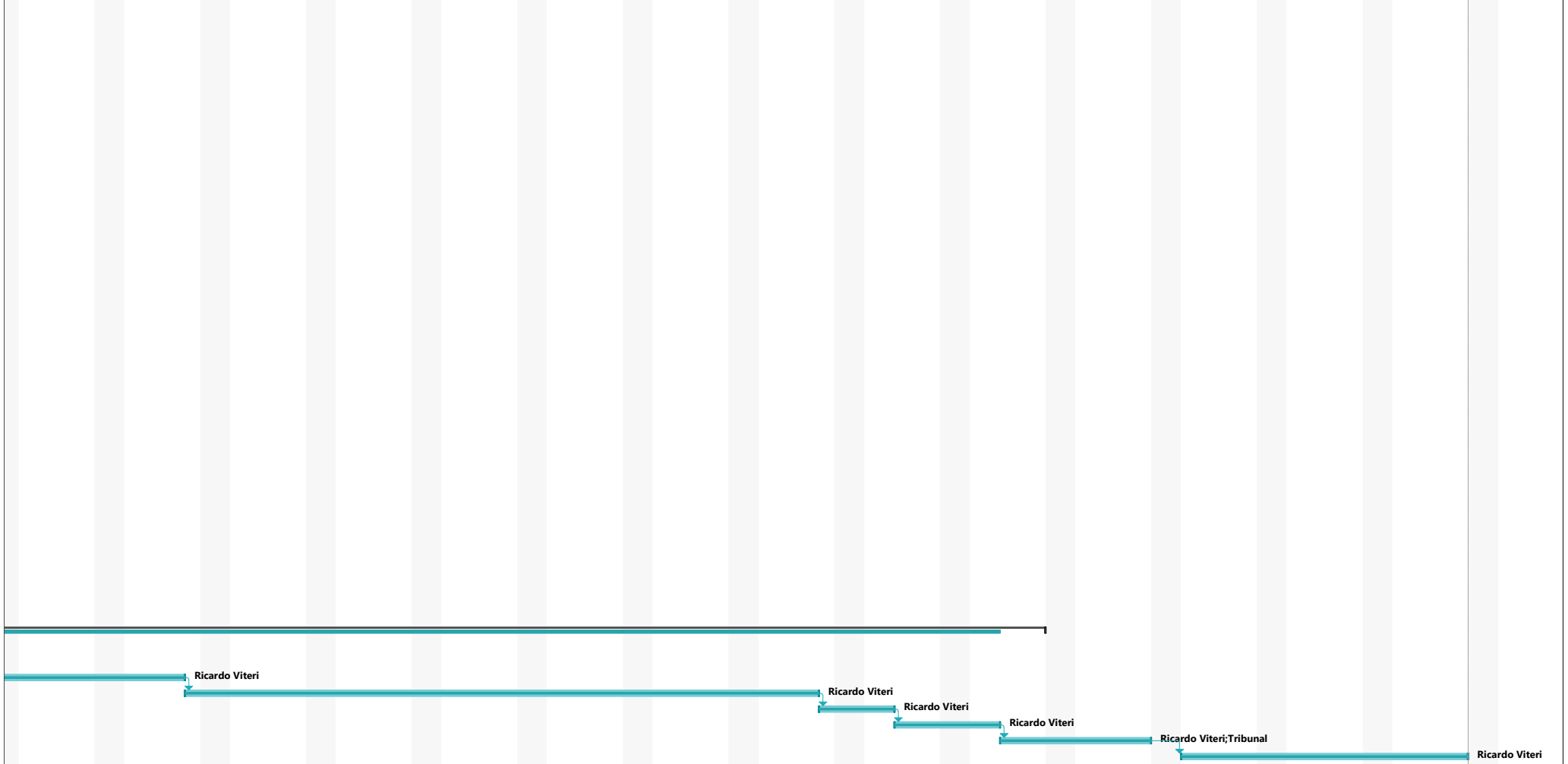
dic '17 | 1 ene '18 | 8 ene '18 | 15 ene '18 | 22 ene '18 | 29 ene '18 | 5 feb '18 | 12 feb '18 | 19 feb '18 | 26 feb '18 | 5 mar '18 | 12 mar '18 | 19 mar '18 | 26 mar '18 | 2 abr '18



Proyecto: Cronograma_project
Fecha: dom 24/2/19

Tarea	Resumen	Hito inactivo	solo duración	solo el comienzo	Hito externo	Progreso manual
División	Resumen del proyecto	Resumen inactivo	Informe de resumen manual	solo fin	Fecha limite	Progreso manual
Hito	Tarea inactiva	Tarea manual	Resumen manual	Tareas externas	Progreso	Progreso manual

9 abr '18 16 abr '18 23 abr '18 30 abr '18 7 may '18 14 may '18 21 may '18 28 may '18 4 jun '18 11 jun '18 18 jun '18 25 jun '18 2 jul '18 9 jul '18 16 jul '18



Proyecto: Cronograma_project
Fecha: dom 24/2/19

Tarea	Resumen	Hito inactivo	solo duración	solo el comienzo	Hito externo	Progreso manual	Progreso
División	Resumen del proyecto	Resumen inactivo	Informe de resumen manual	solo fin	Fecha limite	Progreso	Progreso
Hito	Tarea inactiva	Tarea manual	Resumen manual	Tareas externas	Progreso	Progreso	Progreso

ANEXO 2. Configuración microcontrolador PIC

```

@ DEVICE pic16f876a
;@ DEVICE pic16f628, INTRC_OSC_NOCLKOUT 'Reloj interno solo
;@ DEVICE pic16f628, WDT_OFF ' Watchdog Timer desconectado
;@ DEVICE pic16f628, PWRT_ON ' Power-On Timer conectado
;@ DEVICE pic16f628, BOD_ON ' Brown-Out Detect conectado
;@ DEVICE pic16f628, MCLR_OFF ' Master Clear Externo desconectado
;@ DEVICE pic16f628, LVP_OFF ' Low-Voltage Programming desconectado
;@ DEVICE pic16f628, CPD_OFF ' Data Memory Code Protect desconectado
;DEFINE OSC 12
Include "modedefs.bas"
define osc 20
CARGA_1 VAR PORTB.0
CARGA_2 VAR PORTB.1
CARGA_3 VAR PORTB.2
CARGA_4 VAR PORTB.3
SELECT_V1 VAR PORTB.6 ; SELECCIONA PARA MEDIR VOLTAJE1
SELECT_V2 VAR PORTB.7 ; SELECCIONA PARA MEDIR VOLTAJE2
INP_V1 VAR PORTA.0
;INP_V2 VAR PORTA.1
INP_I1 VAR PORTA.1
INP_I2 VAR PORTA.2
INP_I3 VAR PORTA.3
INP_I4 VAR PORTA.5
Rx VAR PORTC.0
Tx VAR PORTC.1
rst_MCU VAR PORTC.2 ;RESETEA AL NODEMCU
Rx_test var PORTC.3 ;CHEQUEA LA SALIDAS D4 DEL NODEMCU PARA VER SI
NO SE COLGADO
MODE VAR PORTC.7 ; = 1 CONTROL Y MONITOREO =0 SOLO MONITOE0
TRISA = %11111111 ;8 entradas analogas
TRISB = %00000000 ;8 salidas digitales
TRISC = %11111001 ;salida Tx C0 entrada Rx C1, inp aux C7
V1 VAR Word
V2 VAR Word
I1 VAR Word
I2 VAR Word
I3 VAR Word
I4 VAR Word
X var Byte
Y var Word
v1_set_max var BYTE
v2_set_max var BYTE
v1_set_min var BYTE
v2_set_min var BYTE
I1_set var BYTE
I2_set var BYTE
I3_set var BYTE
I4_set var BYTE
dato var byte
DATO1 VAR BYTE

```

DATO2 VAR BYTE
 DATO3 VAR BYTE
 DATO4 VAR BYTE
 DATO10 VAR BYTE
 DATO20 VAR BYTE
 DATO30 VAR BYTE
 DATO40 VAR BYTE
 VOL_L1 VAR WORD
 VOL_L2 VAR WORD
 AUX_V1 VAR WORD
 AUX_V2 VAR WORD
 AUX_I1 VAR WORD
 AUX_I2 VAR WORD
 AUX_I3 VAR WORD
 AUX_I4 VAR WORD
 COR_C1 VAR word
 COR_C2 VAR word
 COR_C3 VAR word
 COR_C4 VAR word
 v1_set_max = 126
 v2_set_max = 126
 v1_set_min = 100;110
 v2_set_min = 100;110
 I1_set = 6
 I2_set = 30
 I3_set = 30
 I4_set = 30

```

ADCON1 = %10000000          ' Escoge A-A-A-A-A-A-A-A analog and right justify
result
DEFINE ADC_BITS      10      ' Set number of bits in result
DEFINE ADC_CLOCK     3       ' Set clock source (3=rc)
DEFINE ADC_SAMPLEUS  50      ' Set sampling time in uS
low carga_1
low carga_2
low carga_3
low carga_4
SEROUT Tx,t9600,["ricardo",13,10]
SEROUT Tx,t9600,["prueba1",13,10]
SEROUT Tx,t9600,["ricardo",13,10]
SEROUT Tx,t9600,["ricardo",13,10]
SEROUT Tx,t9600,["ricardo",13,10]
SEROUT Tx,t9600,["ricardo",13,10]
SEROUT Tx,t9600,["ricardo",13,10]
SEROUT Tx,t9600,["ricardo",13,10]
SEROUT Tx,t9600,["ricardo",13,10]
high rst_MCU
pause 1000
low rst_MCU
pause 1000
  
```



```
high rst_MCU
low carga_1
low carga_2
low carga_3
low carga_4

goto prog
high carga_1
pause 500
low carga_1
pause 500
high carga_2
pause 500
low carga_2
pause 500
high carga_3
pause 500
low carga_3
pause 500
high carga_4
pause 500
low carga_4
pause 500
GOTO PROG
for x= 1 to 4
carga_1=1
carga_2=1
carga_3=1
carga_4=1
V1=125
V2=130
I1=5
I2=10
I3=15
I4=20
gosub Tx_estado
pause 1000
carga_1=0
carga_2=0
carga_3=0
carga_4=0
V1=0
V2=0
I1=0
I2=0
I3=0
I4=0
gosub Tx_estado
pause 1000
next x
```

```

ZZ:
V1=100
V2=150
I1=10
I2=15
I3=20
I4=30
DATO1="A"
DATO2="B"
DATO3="C"
DATO4="D"
GOSUB Tx_ESTADO
PAUSE 5000
V1=0
V2=0
I1=0
I2=0
I3=0
I4=0
DATO1="a"
DATO2="b"
DATO3="c"
DATO4="d"
GOSUB Tx_ESTADO
PAUSE 5000
GOTO ZZ
PROG:
  GoSub test_MCU
;   if MODE=0 then jmp_10 ;selecciona modo monitoreo / monitoreo y control
  GoSub Rx_SERIAL ;mode=0 SOLO MONITOREO
jmp_10:
  GoSub LEE_ADC
;   if MODE=0 then jmp_20 ;selecciona modo monitoreo / monitoreo y control
  GOSUB CONTROL1 ;control1 = monitoreo+control
  GOSUB Tx_ESTADO1
  goto prog
jmp_20:
  GOSUB CONTROL ;control = solo monitoreo
  GOSUB Tx_ESTADO1
  goto prog
;*****
';LEE_ADC:
'   ADCIN 0,V1 ' Read channel 0 to adval (0-1023)
'   ADCIN 1,V2
'   ADCIN 2,I1
'   ADCIN 3,I2
'   ADCIN 4,I3
'   ADCIN 5,I4
'   Return
;*****

```

```

CONTROL: ;solo monitoreo
    IF(V1 < v1_set_max) and (V1 > v1_set_min) THEN JMP_C100
    PAUSE 3000
    IF(V1 < v1_set_max) and (V1 > v1_set_min) THEN JMP_C100
    LOW CARGA_1
    LOW CARGA_2
    PAUSE 3000
    RETURN
JMP_C100:
    HIGH CARGA_1
    HIGH CARGA_2
    IF(V2 < v2_set_max) and (V2 > v2_set_min) THEN JMP_C200
    PAUSE 3000
    IF(V2 < v2_set_max) and (V2 > v2_set_min) THEN JMP_C200
    LOW CARGA_3
    LOW CARGA_4
    PAUSE 3000
    RETURN
JMP_C200:
    HIGH CARGA_3
    HIGH CARGA_4
    IF(I1 < I1_SET) THEN JMP_C300
    PAUSE 3000
    IF(I1 < I1_SET) THEN JMP_C300
    LOW CARGA_1
    PAUSE 3000
    RETURN
JMP_C300:
    IF(I2 < I2_SET) THEN JMP_C400
    PAUSE 3000
    IF(I2 < I2_SET) THEN JMP_C400
    LOW CARGA_2
    PAUSE 3000
    RETURN
JMP_C400:
    HIGH CARGA_2
    IF(I3 < I3_SET) THEN JMP_C500
    PAUSE 3000
    IF(I3 < I3_SET) THEN JMP_C500
    LOW CARGA_3
    PAUSE 3000
    RETURN
JMP_C500:
    HIGH CARGA_3
    IF(I4 < I4_SET) THEN JMP_C600
    PAUSE 3000
    IF(I4 < I4_SET) THEN JMP_C600
    LOW CARGA_4
    PAUSE 3000
    RETURN

```

```

JMP_C600:
    HIGH CARGA_4
    RETURN
';*****
CONTROL1:    ;control + monitoreo
    IF(V1 < v1_set_max) and (V1 > v1_set_min) THEN JMP_C10
    PAUSE 3000
    IF(V1 < v1_set_max) and (V1 > v1_set_min) THEN JMP_C10
    LOW CARGA_1
    LOW CARGA_2
LOW CARGA_4
RETURN
JMP_C10:
    IF(V2 < v2_set_max) and (V2 > v2_set_min) THEN JMP_C20
    PAUSE 3000
    IF(V2 < v2_set_max) and (V2 > v2_set_min) THEN JMP_C20
    LOW CARGA_3
    LOW CARGA_4
    RETURN
JMP_C20:
IF DATO1 = "a" then LOW CARGA_1
IF DATO2 = "b" then LOW CARGA_2
IF DATO3 = "c" then LOW CARGA_3
IF DATO4 = "d" then LOW CARGA_4

    IF(I1 < I1_SET) THEN JMP_C30
    PAUSE 3000
    IF(I1 < I1_SET) THEN JMP_C30
    LOW CARGA_1
    GOTO JMP_C40
JMP_C30:
IF DATO1 = "A" then HIGH CARGA_1
JMP_C40:
    IF(I2 < I2_SET) THEN JMP_C50
    PAUSE 3000
    IF(I2 < I2_SET) THEN JMP_C50
    LOW CARGA_2
    GOTO JMP_C60
JMP_C50:
IF DATO2 = "B" then HIGH CARGA_2
JMP_C60:
    IF(I3 < I3_SET) THEN JMP_C70
    PAUSE 3000
    IF(I3 < I3_SET) THEN JMP_C70
    LOW CARGA_3
    GOTO JMP_C80
JMP_C70:
IF DATO3 = "C" then HIGH CARGA_3
JMP_C80:
    IF(I4 < I4_SET) THEN JMP_C90

```

```

    PAUSE 3000
    IF(I4 < I4_SET) THEN JMP_C90
    LOW CARGA_4
    GOTO JMP_C101
JMP_C90:
IF DATO4 = "D" then HIGH CARGA_4
JMP_C101:
    RETURN
;*****
;chequea si se ha detenido el MCU
test_MCU:
    x = 0
jmp_T10:  PAUSE 100
    X = X+1
    IF X > 50 THEN GOTO CONTI_1
    if Rx_test = 1 THEN GOTO JMP_T10
    x = 0
jmp_T20:  PAUSE 100
    X = X+1
    IF X > 50 THEN GOTO CONTI_1
    if Rx_test = 0 THEN GOTO JMP_T20
    RETURN
CONTI_1:
    low rst_MCU
    pause 1000
    high rst_MCU
    return
;*****
RX_SERIAL:
    SERIN Rx,t9600,5000,rets,["#$"],DATO1,DATO2,DATO3,DATO4
;
;    SERIN Rx,t9600,["#$"],DATO1,DATO2,DATO3,DATO4
;
;    IF DATO1 = "A" THEN HIGH CARGA_1
;
;    IF DATO1 = "a" THEN LOW CARGA_1
;
;    IF DATO2 = "B" THEN HIGH CARGA_2
;
;    IF DATO2 = "b" THEN LOW CARGA_2
;
;    IF DATO3 = "C" THEN HIGH CARGA_3
;
;    IF DATO3 = "c" THEN LOW CARGA_3
;
;    IF DATO4 = "D" THEN HIGH CARGA_4
;
;    IF DATO4 = "d" THEN low CARGA_4
;pause 500;
RETS:  RETURN
;*****
TX_ESTADO:
    SEROUT Tx,t9600,["X",#V1,"Y",#V2,"Z",#I1,"U",#I2,"V",#I3,"W",#I4,
    dato1,dato2,DATO3,DATO4,13,10]
RETT:  RETURN
;*****
;*****
TX_ESTADO1:
IF CARGA_1 = 1 THEN DATO10 = "A"

```

```

IF CARGA_1 = 0 THEN DATO10 = "a"
IF CARGA_2 = 1 THEN DATO20 = "B"
IF CARGA_2 = 0 THEN DATO20 = "b"
IF CARGA_3 = 1 THEN DATO30 = "C"
IF CARGA_3 = 0 THEN DATO30 = "c"
IF CARGA_4 = 1 THEN DATO40 = "D"
IF CARGA_4 = 0 THEN DATO40 = "d"
SEROUT Tx,t9600,["X",#V1,"Y",#V2,"Z",#I1,"U",#I2,"V",#I3,"W",#I4,_
dato10,dato20,DATO30,DATO40,13,10]

```

```

RETT1: RETURN

```

```

;*****
;*****
;SACA EL NUMERO MAYOR DE UNA SERIE LEIDOS...LEE 1 ADC. EN PBP
'LEE_MAX:
'   If PRESION > X_max Then X_max = presion ;Almacena el presion mayor
'   P_MAX = X_max
'   presion = p_max
'   return
;*****
;*****
;SACA EL NUMERO MAYOR DE UNA SERIE LEIDOS...LEE 6 ADC. EN PBP
; SE DEMORA +- 6*20 = 120 msg
LEE_Vpico:
    AUX_V1 = 0
    AUX_V2 = 0
    AUX_I1 = 0
    AUX_I2 = 0
    AUX_I3 = 0
    AUX_I4 = 0
    For X= 1 To 20
HIGH PORTB.6
LOW PORTB.7
    PAUSE 1
    ADCIn 0,V1 ;LEE VOLTAJE L1 POR ADCIN 0
    PAUSE 1
LOW PORTB.6
HIGH PORTB.7
    PAUSE 1
    ADCIn 0,V2 ;LEE VOLTAJE L2 POT RL MISMO ADCIN 0
    PAUSE 1
HIGH PORTB.6
HIGH PORTB.7
    ADCIn 1,I3 ;LEE CORRIENTE I3
    PAUSE 1
    ADCIn 2,I1 ;LEE CORRIENTE I1
    PAUSE 1
    ADCIn 3,I2 ;LEE CORRIENTE I2
    PAUSE 1
;   ADCIn 4,I3 *****ESTE PIN NO SE PUEDE UTILIZAR COMO ADC

```

```

PAUSE 1
ADCIn 4,I4 ;LEE CORRIENTE I4
PAUSE 1
If V1 > AUX_V1 Then AUX_V1 = V1 ;Almacena el voltaje mayor
If V2 > AUX_V2 Then AUX_V2 = V2
If I1 > AUX_I1 Then AUX_I1 = I1
If I2 > AUX_I2 Then AUX_I2 = I2
If I3 > AUX_I3 Then AUX_I3 = I3
If I4 > AUX_I4 Then AUX_I4 = I4
Next X
return
;*****
;*****
;SACA EL PROMEDIO DE 8 LECTURAS MEDIDAS DE Vpico AC DE 6 ADC'S
; CON 8 LECTURAS SE TIENE +- 1seg DE DEMORA POR QUE LA SUB
;LEE_Vpico SE DEMORA +- 6*20=120msg
LEE_ADC:
    Vol_L1 = 0
    Vol_L2 = 0
    COR_C1 = 0
    COR_C2 = 0
    COR_C3 = 0
    COR_C4 = 0
For y = 1 To 4;8
GOSUB LEE_Vpico ; +- 6*20=120msg
VOL_L1 = VOL_L1 + AUX_V1
VOL_L2 = VOL_L2 + AUX_V2
COR_C1 = COR_C1 + AUX_I1
COR_C2 = COR_C2 + AUX_I2
COR_C3 = COR_C3 + AUX_I3
COR_C4 = COR_C4 + AUX_I4
Next y
    Vol_L1 = Vol_L1/4 ;Valor promedio
    Vol_L2 = Vol_L2/4
    COR_C1 = COR_C1/4
    COR_C2 = COR_C2/4
    COR_C3 = COR_C3/4
    COR_C4 = COR_C4/4
;Convierto a VDC 0-5, tomar cuenta que es voltaje PICO
    Vol_L1 = (Vol_L1 */500)>>2
    Vol_L2 = (Vol_L2 */500)>>2
    COR_C1 = (COR_C1 */500)>>2
    COR_C2 = (COR_C2 */500)>>2
    COR_C3 = (COR_C3 */500)>>2
    COR_C4 = (COR_C4 */500)>>2
;SEROUT
Tx,t9600,["X",#V1,"Y",#V2,"Z",#COR_C1,"U",#COR_C2,"V",#COR_C3,"W",#COR_C
4,"*****"]
    V1 = (Vol_L1* 100) / 135 ;1.22 kte para tener V1= VOL MEDIDO rms
    V2 = (Vol_L2* 100) / 135
V1=V1+6 ; SUMA LA CAIDA DEL DIODO

```

```

V2=V2+6 ; SUMA LA CAIDA DEL DIODO
IF V1 < 50 THEN V1=0;
IF V2 < 50 THEN V2=0;
IF V1 < 50 THEN V2=V2+6;      para compensar la medición cuando se desconecta una
fase
IF V2 < 50 THEN V1=V1+6;

IF COR_C1 <50 THEN COR_C1 = 50
IF COR_C2 <50 THEN COR_C2 = 50
IF COR_C3 <50 THEN COR_C3 = 50
IF COR_C4 <50 THEN COR_C4 = 50
    I1 = (COR_C1-50)/2          ;50 = 500mv Offset del medidor
    I2 = (COR_C2-40)/2          ;2 kte, para que presente el valor real.
    I3 = (COR_C3-50)/2
    I4 = (COR_C4-50)/2
    I1 = I1/10      ;Se divide para 10 para enviar solo la parte entera
    I2 = I2/10      ;ej. si es 7,4 amp enviaria 74, pero dividiendo
    I3 = I3/10      ;envia solo el 7
    I4 = I4/10

;Convierto Vpico a RMS = Vpico/raiz de 2
;Primero * 100 para poder dividir 1.41 (RAIZ DE 2)
;    Vol_R1 = (Vol_R1*100)/141
;    Vol_s1 = (Vol_s1*100)/141
;    Vol_t1 = (Vol_t1*100)/141
;    Vol_R2 = (Vol_R2*100)/141
;    Vol_s2 = (Vol_s2*100)/141
;    Vol_t2 = (Vol_t2*100)/141
RETURN
;*****

```


ANEXO 3. Configuración NodeMCU

```

#include <ESP8266WiFi.h>
#include "Virtuino_ESP_WifiServer.h"

#include <SoftwareSerial.h>    // Disable this line if you want to use hardware serial
SoftwareSerial homeSerial = SoftwareSerial (D2, D3); // arduino RX pin=2 arduino TX
pin=3  connect the arduino RX pin to bluetooth module TX pin - connect the arduino TX
pin to bluetooth module RX pin. Disable this line if you want to use hardware serial
//VirtuinoBluetooth virtuino (bluetoothSerial);    // Set SoftwareSerial baud rate. -
Disable this line if you want to use hardware serial

const char* ssid = "CASA MANA";
const char* password = "chio1980.";
WiFiServer server(8000);          // Server port

Virtuino_ESP_WifiServer virtuino(&server);

int v=0;
int qq=0;

//variables
char home_data=0;
int v1_value = 0;
int v2_value = 0;
int i1_value = 0;
int i2_value = 0;
int i3_value = 0;
int i4_value = 0;
int vsw_carga1 = 0;
int vsw_carga2 = 0;
int vsw_carga3 = 0;
int vsw_carga4 = 0;

void setup() {
  //----- Virtuino settings
  virtuino.DEBUG=true;          // set this value TRUE to enable the serial monitor
  status

```

```

virtuino.password="1234"; // Set a password to your web server for more protection
                        // avoid special characters like ! $ = @ # % & * on your
password. Use only numbers or text characters
Serial.begin(9600);      // Enable this line only if DEBUG=true
delay(10);
homeSerial.begin(9600);  // Disable this line if you want to use software serial (Mega,
DUE etc.)
//Serial1.begin(9600);   // Enable this line if you want to use hardware serial (Mega,
DUE etc.)
/*
//---- 1. Settings as Station - Connect to a WiFi network
Serial.println("Connecting to "+String(ssid));
    // If you don't want to config IP manually disable the next four lines
// IPAddress ip(192, 168, 1, 150);      // where 150 is the desired IP Address
// IPAddress gateway(192, 168, 1, 1);   // set gateway to match your network
// IPAddress subnet(255, 255, 255, 0);  // set subnet mask to match your network
// WiFi.config(ip, gateway, subnet);   // If you don't want to config IP manually
disable this line
    WiFi.mode(WIFI_STA);                // Config module as station only.
WiFi.begin(ssid, password);
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
}
Serial.println("");
Serial.println("WiFi connected");
Serial.println(WiFi.localIP());
*/
//---- 2. Settings as Access point - Create a private Wifi Network. Enable the next five
lines to use module as Acces point
Serial.print("Setting soft-AP ... ");      // Default IP: 192.168.4.1
WiFi.mode(WIFI_AP);                       // Config module as Acces point only. Set
WiFi.mode(WIFI_AP_STA); to config module as Acces point and station
boolean result = WiFi.softAP("NodeMCU", "12345678"); // SSID: NodeMCU
Password:12345678
if(result == true) Serial.println("Server Ready");
else Serial.println("Failed!");

```

```

// ---- Start the server
server.begin();
Serial.println("Server started");

//---- Enter your setup code below
pinMode(D2,INPUT); //Rx
pinMode(D3,OUTPUT); //Tx
pinMode(D4,OUTPUT); // On Virtuino panel add a switch to pin D4 to enable or
disable the board led
pinMode(D5,INPUT); // connect a switch. On Virtuino panel add a LED to pin D5
}
void loop() {
  virtuino.run();

//+++++TRANSMISION DE DATOS AL PIC POR D3+++++
  digitalWrite(D4,LOW);
  virtuino.vDigitalMemoryWrite(10,HIGH); // apaga el LED MONITOR en la tablet
DV 10
  virtuino.vDelay(1000);
  digitalWrite(D4,HIGH);
  virtuino.vDigitalMemoryWrite(10,LOW); // prende el LED MONITOR en la tablet
DV 10
  virtuino.vDelay(1000);
//Serial.println("Datos enviados al PIC:");
  vsw_carga1 = virtuino.vDigitalMemoryRead(11); //lee el sw on/off de la carga 1
  virtuino.vDelay(20);
  vsw_carga2 = virtuino.vDigitalMemoryRead(12); //lee el sw on/off de la carga 2
  virtuino.vDelay(20);
  vsw_carga3 = virtuino.vDigitalMemoryRead(13); //lee el sw on/off de la carga 3
  virtuino.vDelay(20);
  vsw_carga4 = virtuino.vDigitalMemoryRead(14); //lee el sw on/off de la carga 4
  virtuino.vDelay(20);
  homeSerial.print("#$");
  if (vsw_carga1==1){homeSerial.print('A');};
  if (vsw_carga1==0){homeSerial.print('a');};

```

```

    if (vsw_carga2==1){homeSerial.print('B');};
    if (vsw_carga2==0){homeSerial.print('b');};
    if (vsw_carga3==1){homeSerial.print('C');};
    if (vsw_carga3==0){homeSerial.print('c');};
    if (vsw_carga4==1){homeSerial.println('D');};
    if (vsw_carga4==0){homeSerial.println('d');};

//+++++RECEPCION DE DATOS SERIALES DEL PIC POR D2+++++
    if (homeSerial.available()){
        home_data=homeSerial.read();
virtuino.vDelay(20);
        if (home_data == 'X'){ v1_value=homeSerial.parseInt();}
home_data=homeSerial.read();
virtuino.vDelay(20);
        if (home_data == 'Y'){ v2_value=homeSerial.parseInt();}
home_data=homeSerial.read();
virtuino.vDelay(20);
        if (home_data == 'Z'){ i1_value=homeSerial.parseInt();}
home_data=homeSerial.read();
virtuino.vDelay(20);
        if (home_data == 'U'){ i2_value=homeSerial.parseInt();}
home_data=homeSerial.read();
virtuino.vDelay(20);
        if (home_data == 'V'){ i3_value=homeSerial.parseInt();}
home_data=homeSerial.read();
virtuino.vDelay(20);
        if (home_data == 'W'){ i4_value=homeSerial.parseInt();}
        home_data=homeSerial.read();
virtuino.vDelay(20);
        if (home_data == 'A'){virtuino.vDigitalMemoryWrite(3,HIGH);vsw_carga1='A';}
        if (home_data == 'a'){virtuino.vDigitalMemoryWrite(3,LOW);vsw_carga1='a';}
home_data=homeSerial.read();
virtuino.vDelay(20);
        if (home_data == 'B'){virtuino.vDigitalMemoryWrite(4,HIGH);vsw_carga2='B';}
        if (home_data == 'b'){virtuino.vDigitalMemoryWrite(4,LOW);vsw_carga2='b';}

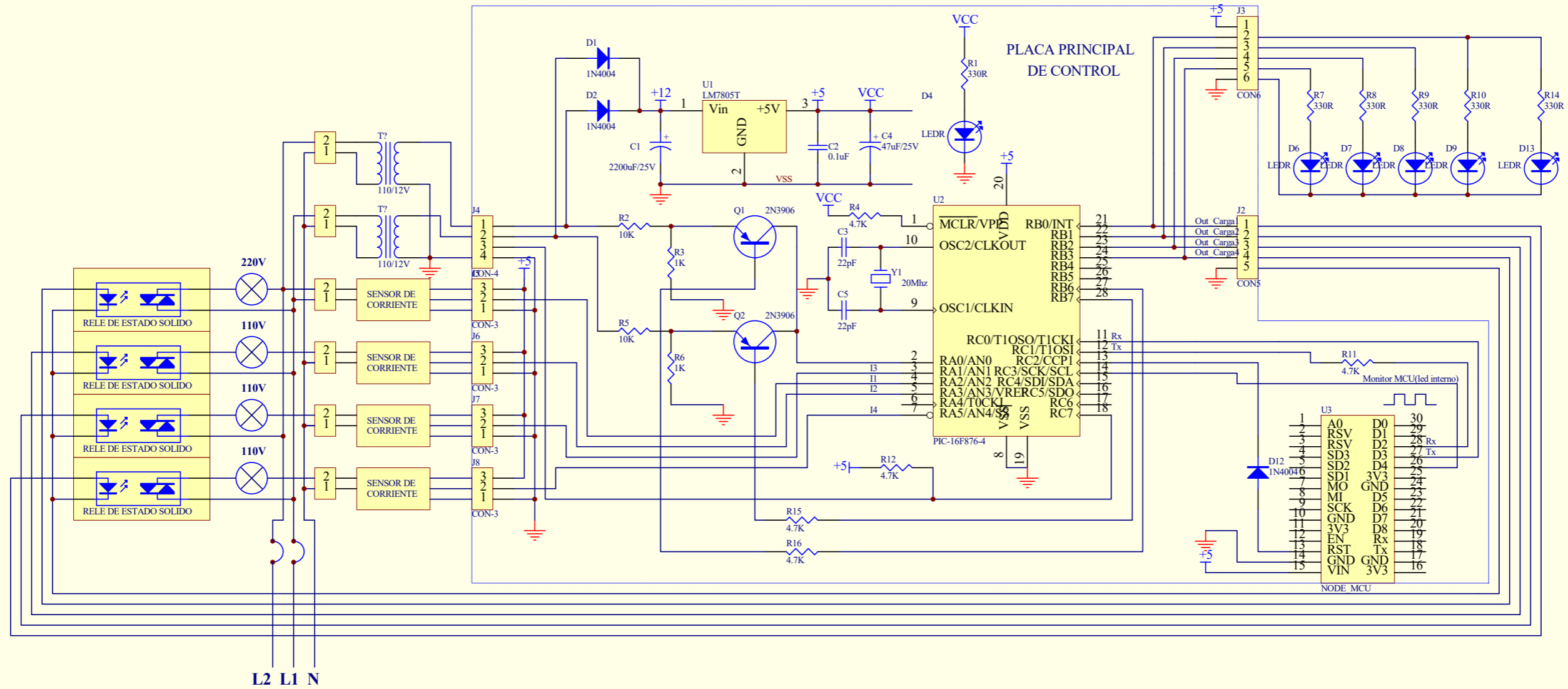
```

```

home_data=homeSerial.read();
virtuino.vDelay(20);
    if (home_data == 'C'){ virtuino.vDigitalMemoryWrite(5,HIGH);vsw_carga3='C';}
    if (home_data == 'c'){ virtuino.vDigitalMemoryWrite(5,LOW);vsw_carga3='c';}
home_data=homeSerial.read();
virtuino.vDelay(20);
    if (home_data == 'D'){ virtuino.vDigitalMemoryWrite(6,HIGH);vsw_carga4='D';}
    if (home_data == 'd'){ virtuino.vDigitalMemoryWrite(6,LOW);vsw_carga4='d';}
while (homeSerial.available()) {homeSerial.read();delay(20);} //borra el buffer serial
    virtuino.vMemoryWrite(1,v1_value);           // change the virtual memory value
virtuino.vDelay(20);
    virtuino.vMemoryWrite(2,v2_value);           // change the virtual memory value
virtuino.vDelay(20);
    virtuino.vMemoryWrite(3,i1_value);           // change the virtual memory value
virtuino.vDelay(20);
    virtuino.vMemoryWrite(4,i2_value);           // change the virtual memory value
virtuino.vDelay(20);
    virtuino.vMemoryWrite(5,i3_value);           // change the virtual memory value
virtuino.vDelay(20);
    virtuino.vMemoryWrite(6,i4_value);           // change the virtual memory value
virtuino.vDelay(20);
}
}

```

ANEXO 4. Plano electrónico del sistema.



Universidad Tecnológica Israel
 Ricardo Iván Viteri Cortez
 Año: 2019

SISTEMA DIGITAL INTELIGENTE DE PROTECCION ELECTRICA.

Size A3	FCSM No.	DWG No. 1	Rev 1
Scale			Sheet 1 of 1

ANEXO 5. Manual de usuario.

MANUAL DE USUARIO

SISTEMA DIGITAL INTELIGENTE DE PROTECCIÓN ELÉCTRICA, CON SUPRESOR DE PICOS Y DETECCIÓN DE CRUCE POR CERO PARA USO RESIDENCIAL.



TABLA DE CONTENIDO

Introducción	1
Objetivos del sistema.....	1
Características técnicas.....	2
Guía de instalación y uso.....	2
Vista exterior:	2
Vista Interior:.....	3
Instalación:	4
Conociendo la pantalla principal y sus funciones:	10
Solución de Problemas:	14
Soporte Técnico:	15

Introducción

Es un sistema automático y digital que puede cerciorar al usuario la seguridad de sus equipos conectados y alargar la vida útil de los mismos, así como también monitorear en tiempo real los valores de voltaje y corriente en el mismo, esto es muy necesario para la comodidad y satisfacción del usuario.

Objetivos del sistema

- Este sistema permite automatizar y monitorizar la energía eléctrica en una residencia, está diseñado para una entrada de suministro bifásico, es decir dos fases y un neutro y consta de 4 salidas, tres de ellas para circuitos a 110VAC y una para circuitos a 220VAC.
- Mediante una aplicación móvil se permite interactuar entre el sistema y el usuario, el cual puede actuar sobre los circuitos de salida ON / OFF a disposición y necesidad, todo remotamente, así como también dicha aplicación le permite monitorear los valores de voltaje y corriente presentes en el sistema en tiempo real.
- El sistema se conecta a la red Wifi de la casa con acceso a Internet y el usuario desde cualquier parte y desde su móvil cargado un plan de datos o cualquier acceso a Internet, puede monitorear o comandar el mismo.
- El sistema envía al usuario mediante el módulo Wifi alertas pre configuradas donde le indica que algo está pasando en el sistema, alerta sobre el encendido y apagado de las salidas, alerta sobre el exceso de corriente y alerta sobre voltajes altos o bajos fuera del rango normal de operación, bajo cualquiera de estas circunstancias de valores de corriente y voltaje fuera de lo normal, las salidas automáticamente son apagadas hasta que el suministro se normalice.

Características técnicas

- Voltaje de entrada
 - Medidor bifásico (2 fases y 1 neutro).
- Salidas
 - 3 X 110VAC (Salida 1, 2 y 3).
 - 1 X 220VAC (Salida 4)
 - Cada salida máximo 40 amperios.
- Teléfono móvil (Smart)
 - Sistema Operativo Android versión 2.0 o superior.
 - Memoria RAM 1GB.

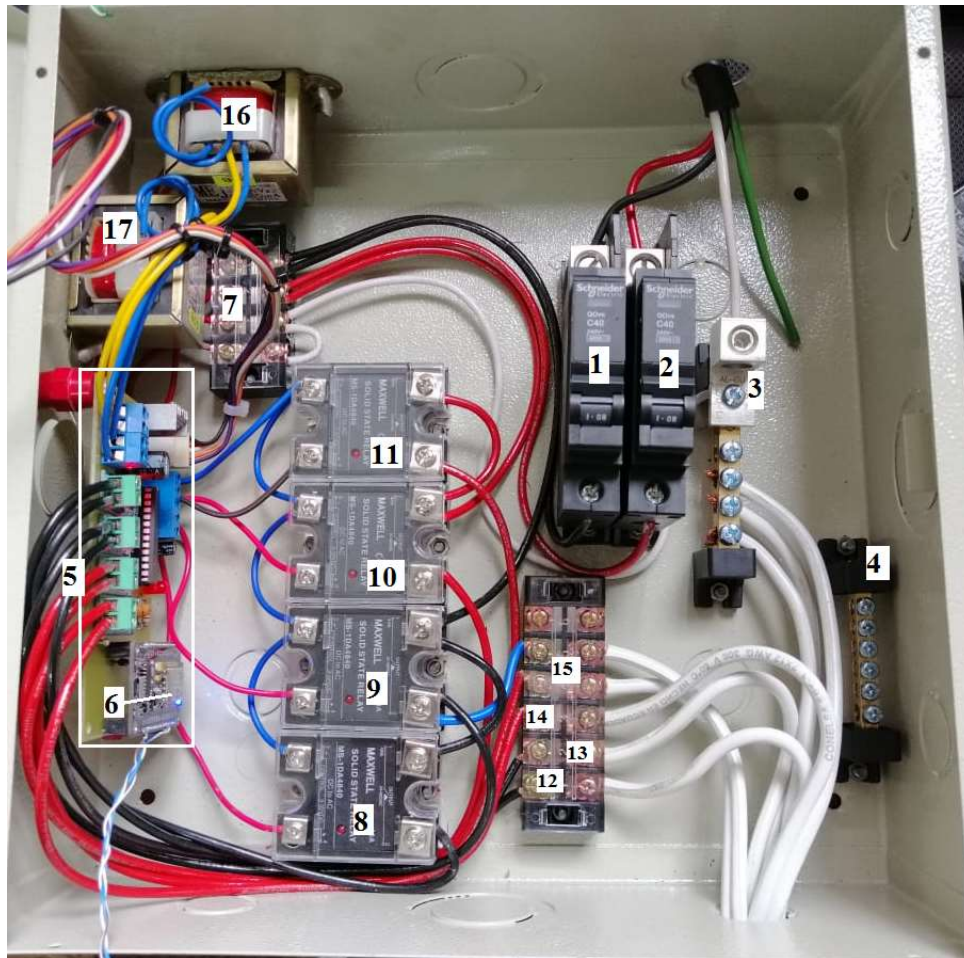
Guía de instalación y uso

Vista exterior:



- 1.- LED's indicadores de encendido de salidas del sistema.
- 2.- LED's indicadores de la presencia de energía en las fases.

Vista Interior:



- 1.- Breaker de Protección Fase 1 (40A). Toma entrada Fase 1.
- 2.- Breaker de Protección Fase 2 (40A). Toma entrada Fase 2.
- 3.- Toma de Neutro.
- 4.- Toma de Tierra.
- 5.- Tarjeta Electrónica de Control.
- 6.- Tarjeta Wifi
- 7.- Bornera de conexiones hacia Transformadores.
- 8.- Relé de Estado Sólido – 40A (Salida 1).
- 9.- Relé de Estado Sólido – 40A (Salida 2).
- 10.- Relé de Estado Sólido – 40A (Salida 3).
- 11.- Relé de Estado Sólido – 40A (Salida 4).
- 12.- Bornera de conexión Carga 1 (Fase1). 110VAC.
- 13.- Bornera de conexión Carga 2 (Fase1). 110VAC.
- 14.- Bornera de conexión Carga 3 (Fase2). 110VAC.
- 15.- Bornera de conexión Carga 4 (Fase1 y Fase 2). 240VAC.
- 16.- Transformador # 1 110VAC/12VAC.
- 17.- Transformador # 2 110VAC/12VAC.

Instalación:

Empotre la caja en el lugar donde se tenga la acometida del medidor eléctrico y los diferentes circuitos hacia las cargas en la residencia.

Conecte las dos fases, el neutro y la tierra que vienen del medidor en la toma correspondiente señalada anteriormente. Referencia: 1 – 2 – 3 – 4.

Proceda a conectar cada uno de los circuitos de la casa conectando para la fase, de la bornera de conexión carga X (1,2,3) y el neutro se lo debe coger de la toma de neutro general (3), para la salida #4 se debe coger los dos hilos de la bornera de conexión carga 4 con eso se obtiene los 220VAC deseados.

Se recomienda que las cargas sean conectadas de la siguiente manera a las salidas del sistema:

- Salida 1: Circuito de focos, 40A max.
- Salida 2: Circuito de tomacorrientes, 40A max.
- Salida 3: Ducha, 40A max.
- Salida 4: Cocina a inducción o cualquier aparato a 220V, 40A max.

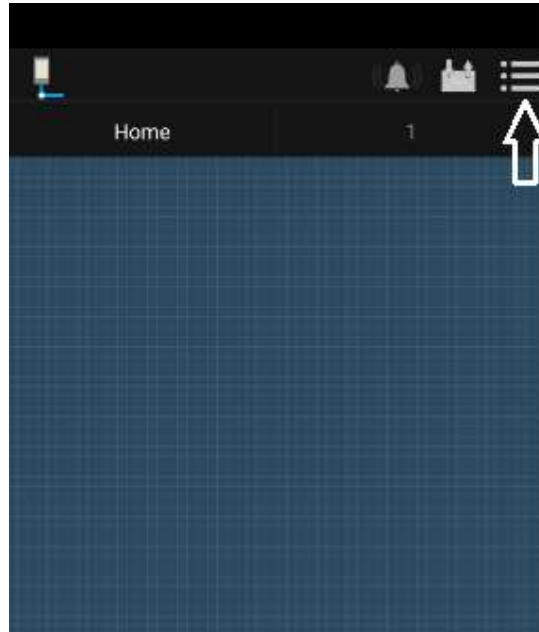
Antes de encender el sistema con cualquiera de los dos breakers de protección se tiene que instalar en el teléfono móvil la aplicación Virtuino, para esto continuar con los siguientes pasos.

Ingresar a la tienda virtual de Android (Play Store), y buscar la aplicación **VIRTUINO**, descargarla e instalarla.

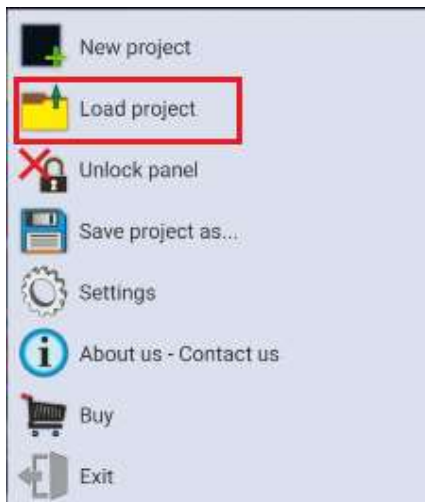
Una vez instalada la aplicación, se debe cargar el archivo **PROTEC-ELEC-HOME.vrt** que viene en su CD adjunto con el sistema.

Para Cargar el archivo realizar lo siguiente:

- En la pantalla principal de Virtuino, ingresar a la parte superior derecha menú principal.



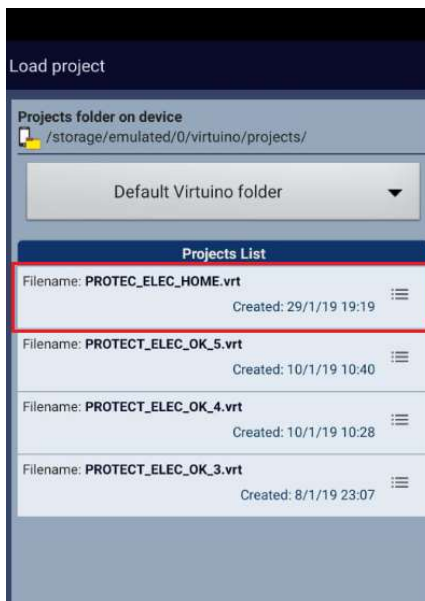
- Aparecerá la siguiente pantalla, escoger la opción **Load project**



- Escoger la carpeta donde se encuentra el archivo.



- Escoger el proyecto copiado en el móvil con el nombre: PROTEC-ELEC-HOME.vrt.



- Aparecerá la pantalla principal con los elementos que controlarán y monitorearán el sistema.



- En la Pantalla Principal de Virtuino, ingresar a la parte superior izquierda en la opción de conexiones disponibles.



- Al hacer click aparecerá la siguiente pantalla.



- Escoger la opción de acces point, verificar que en la esquina superior derecha esté en rojo "Disconnect" y luego salir de esta pantalla dando click en la esquina superior izquierda "Flecha".
- Una vez lista la aplicación, encender el sistema mediante los dos Breakers principales dispuestos en el mismo.
- En el teléfono móvil o tablet ingresar a la configuración de una nueva red WIFI, buscar la red NodeMCU y conectarse con el Password 12345678.
- Una vez conectado a la red, verificar en la aplicación que los indicadores de conexión y comunicación estén de color verde y parpadeando.
- Está listo para iniciar la operación del Sistema.

Conociendo la pantalla principal y sus funciones:



- 1.- Indicador Voltaje Fase # 2.
- 2.- Indicador Voltaje Fase # 1.
- 3.- Monitoreo continuo Voltaje Fase # 2.
- 4.- Monitoreo continuo Voltaje Fase # 1.
- 5.- LED indicador de estado Salida # 1.
- 6.- LED indicador de estado Salida # 2.
- 7.- LED indicador de estado Salida # 3.
- 8.- LED indicador de estado Salida # 4.
- 9.- Display indicador corriente Salida # 1.
- 10.- Display indicador corriente Salida # 2.
- 11.- Display indicador corriente Salida # 3.
- 12.- Display indicador corriente Salida # 4.
- 13.- Switch ON/OFF Salida # 1.
- 14.- Switch ON/OFF Salida # 2.
- 15.- Switch ON/OFF Salida # 3.
- 16.- Switch ON/OFF Salida # 4.
- 17.- LED Indicador de comunicación entre la Aplicación y la Tarjeta de Control.
- 18.- Menú de Conexiones disponibles.
- 19.- Indicador de conexión entre la Aplicación y el servidor escogido.

Cuando se encuentra en color verde la conexión es exitosa.

Cuando se encuentra con un triángulo amarillo sobre el ícono verde, se debe a que existen errores anteriores que deben clarearse.

Cuando se encuentra con un triángulo amarillo sobre el ícono naranja, se debe a que existe error en la conexión, es decir no existe conexión exitosa.

Para clarear los errores dar click en el ícono y luego dar click en el ícono de la escoba.

- 20.- Alarmas.

Haciendo click en el ícono se despliega una pequeña pantalla donde se puede activar las alarmas, borrar las alarmas y configurar el tono que se requiere para las alarmas.

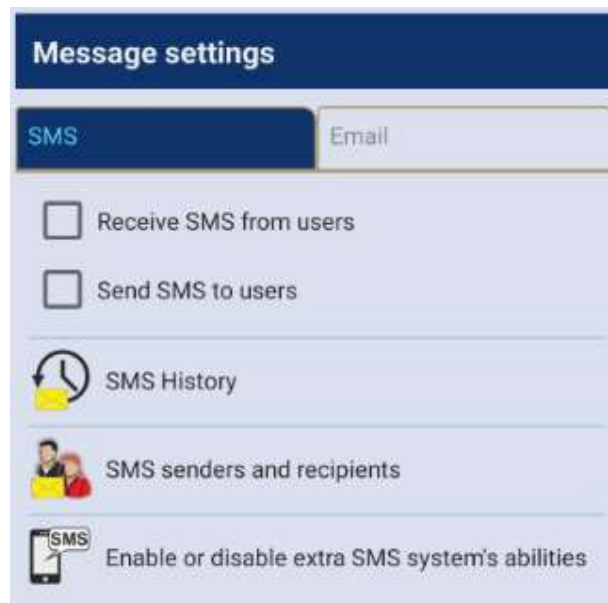


En la pantalla anterior ingresando en la rueda blanca de la esquina superior derecha, aparecerá la siguiente pantalla donde se configura el sonido requerido para la misma.



- 21.- Configuración de SMS

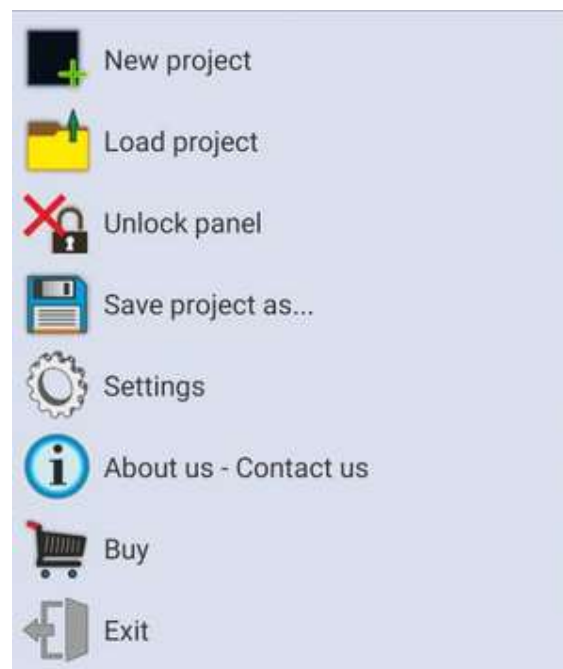
Haciendo click en el ícono se despliega una pequeña pantalla donde se puede configurar en la pestaña SMS si requiere recibir mensajes de los usuarios, enviar mensajes a los usuarios, ver el historial de mensajes, configurar los números telefónicos de los usuarios y habilitar o deshabilitar habilidades extras del sistema de SMS.



En la pestaña **Email** se puede configurar si requiere enviar e-mail a los usuarios, verificar el historial de los e-mails, configurar las cuentas de correo de los usuarios y configurar una cuenta de correo desde donde se enviará los e-mails a todos los usuarios.



- 22.- Menú Principal.



New Project: Sirve para configurar un nuevo Proyecto, adicionando elementos a una pantalla en blanco.

Load Project: Sirve para cargar un proyecto previamente elaborado.

Unlock Panel: Sirve para poner en modo edición la pantalla principal y poder quitar o adicionar elementos. Esta opción tiene una contraseña segura para que el usuario no haga cambios.

Save Project as...: Sirve para grabar un nuevo Proyecto que se esté desarrollando.

Settings: Tiene las opciones de Mantener siempre la pantalla activa, Auto conectarse en el reinicio, configurar una contraseña de seguridad en la aplicación, la contraseña por default es 1910 y finalmente configurar el idioma.



About us – Contact us: Aparece el logo de Virtuino.

Buy: Ingresa al Menú de compras de las versiones pagadas de Virtuino.

Exit: Salir de la aplicación.

Está listo para usar su sistema, puede monitorear en tiempo real los valores de voltaje y corriente, y con los botones de encendido y apagado de las salidas, usted puede controlar su sistema.

Solución de Problemas:

PROBLEMA	POSIBLES CAUSAS
No enciende el Sistema.	1.- Verificar que exista entrada de Voltaje en las Tomas 1 y 2 de los Breakers, verificar los breakers del medidor eléctrico. 2.- Verificar que al menos uno de los breakers del sistema se encuentre en ON y sin rastros de que haya saltado el mismo, caso contrario realizar un reset ON/OFF.
La aplicación no recibe datos del sistema.	1.- Verificar que el teléfono móvil en el cual se encuentra la aplicación esté conectado a la red WIFI NodeMCU. 2.- Verificar en la pantalla principal de la aplicación esquina superior izquierda que se encuentre escogida la opción de AccessPoint y en la parte superior derecha esté la palabra Disconnect , en caso de

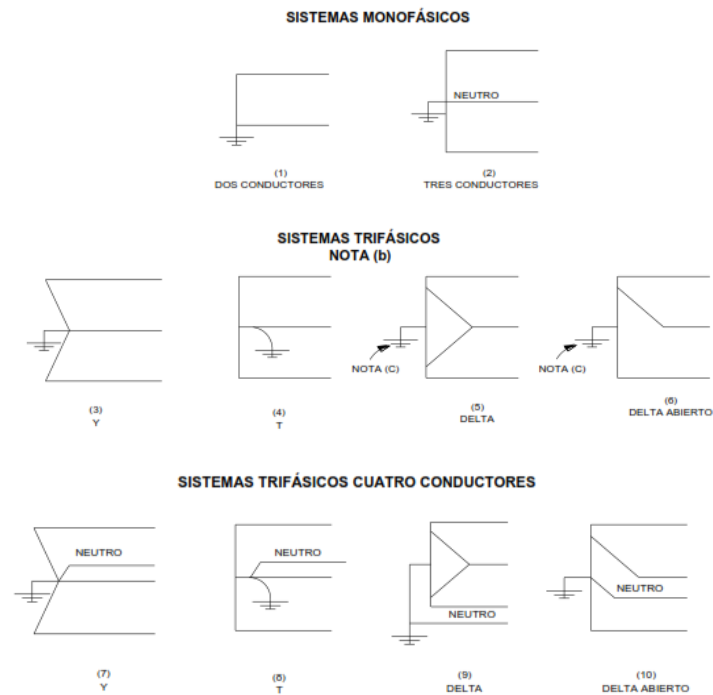
	estar la palabra en color verde Connect , hacer click en ésta para conectarnos al servidor escogido.
Al presionar el Switch de encendido de las salidas, no responde.	Verificar que la comunicación entre la aplicación y la tarjeta de control esté respondiendo. (Ver LED).
No aparece el valor de corriente de las Salidas.	1.- No está conectada ninguna carga al circuito. 2.- La carga conectada no consume más de 1A.
El Sistema no envía alertas por SMS.	1.- Verificar en la configuración de SMS que la opción de Recibir y enviar SMS se encuentren activas. 2.- Verificar los números de teléfono configurados para recibir mensajes.
El sistema no activa las alarmas.	1.- Verificar en el ícono de campana la configuración de alarmas, debe estar activado. 2.- En el campo Stop Sound after , debe estar -1.
El LED de comunicación está apagado.	1.- No existe comunicación entre la tarjeta de control y la aplicación. 2.- Verificar que el teléfono móvil en el cual se encuentra la aplicación esté conectado a la red WIFI NodeMCU.

Soporte Técnico:

Para soporte técnico comunicarse con Ing. Ricardo Viteri.

- **E-MAIL:** richard_ivc@hotmail.com
- **CELULAR:** 593-9 95438703.

ANEXO 6. Principales conexiones de los transformadores de distribución (Tabla 1.1)



Notas:

a) Los diagramas de encima muestran la conexión del bobinado secundario de un transformador para proporcionar los voltajes nominales del sistema de la tabla 1. Los sistemas de más de 600 voltios son normalmente trifásicos suministrados por las conexiones (3), (5) bajo tierra o (7). Sistemas de 120 – 600 voltios pueden ser monofásicos o trifásicos, y todas las conexiones mostradas pueden ser usadas para alguna parte de algunos sistemas en este rango de voltaje.

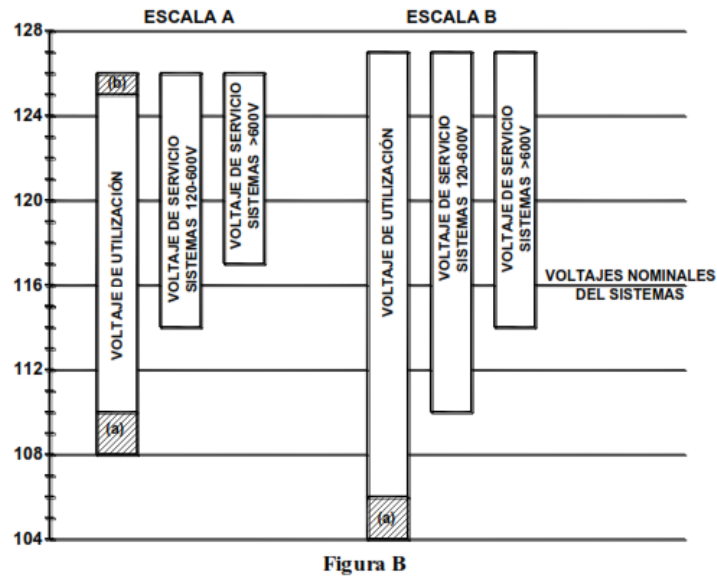
b) Los sistemas trifásicos de tres conductores pueden ser conectados sólidamente a tierra, a través de la impedancia conectada a tierra, o sin conexión a tierra, pero no son recomendables para conectar a cargas de fase a neutro (como en el caso de 4 hilos).

c) En la conexión (5) y (6) delta abierto pueden ser conectado en el punto medio de un bobinado como es mostrado (si está disponible), a una fase de un conductor (“un extremo aterrado”) u omitir completamente (sin conexión a tierra).

d) Servicios monofásicos y cargas monofásicas pueden ser alimentados por sistemas monofásicos o desde sistemas trifásicos. Ellos son conectados fase a fase cuando el suministro es trifásico, sistemas a tres hilos y también fase a fase o fase a neutro para sistemas trifásicos a cuatro hilos

ANEXO 7. Ilustración de las escalas de voltaje de la Tabla 1.1

La Figura B muestra la base de las Escalas A y Escalas B límites de la Tabla 1-1. Los límites en la Tabla 1-1 donde fueron determinados multiplicando los límites mostrados en este cuadro por la relación de cada voltaje nominal del sistemas de 120 voltios base. [Para las excepciones observe la nota (d) de la Figura B.]



Notas:

a) Estas partes sombreadas de las Escalas no se aplican a los circuitos que alimentan cargas de alumbrado. Véase la nota 1 de la Tabla 1.1.

b) La porción sombreada de la escala no es aplicables a sistemas 120–600 voltios. Véase la nota (c) de la Tabla 1.1.

c) La diferencia entre el voltaje de servicio mínimo y el voltaje mínimo de utilización tiene como finalidad de permitir la caída de voltaje en las instalaciones del cableado del usuario.

Esta diferencia es mayor para el servicio en más de 600 voltios permitiendo una caída de voltaje adicional en las transformaciones de voltaje de servicio y voltaje de utilización.

d) El voltaje límite de la Escala B en la Tabla 1.1 para sistemas de 6900 voltios y 13800 voltios es 90% y 100% de la escala de voltaje de los motores estándar que se utiliza en estos sistemas, desviándose ligeramente de esta figura.

ANEXO 8. Datasheet LM7805.

μ A78xx Fixed Positive Voltage Regulators

1 Features

- 3-Terminal Regulators
- Available in fixed 5-V/8-V/10-V/12-V/15-V/24-V options
- Output Current up to 1.5 A
- Internal Thermal-Overload Protection
- High Power-Dissipation Capability
- Internal Short-Circuit Current Limiting
- Output Transistor Safe-Area Compensation
- Output Capacitor Not Needed for Stability

2 Applications

- On-card Regulation
- Portable Devices
- Computing & Servers
- Telecommunications

3 Description

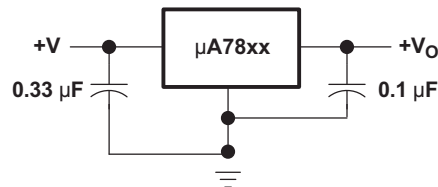
This series of fixed-voltage integrated-circuit voltage regulators is designed for a wide range of applications. These applications include on-card regulation for elimination of noise and distribution problems associated with single-point regulation. Each of these regulators can deliver up to 1.5 A of output current. The internal current-limiting and thermal-shutdown features of these regulators essentially make them immune to overload. In addition to use as fixed-voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable output voltages and currents, and also can be used as the power-pass element in precision regulators.

Device Information⁽¹⁾

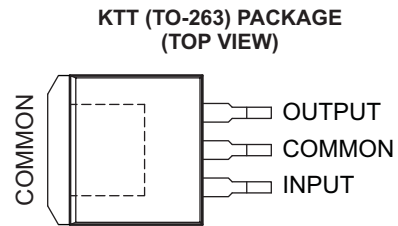
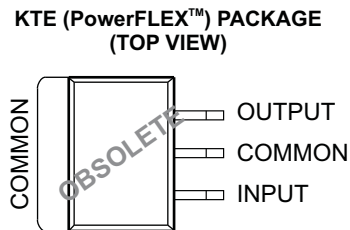
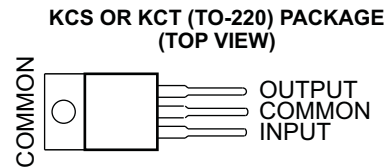
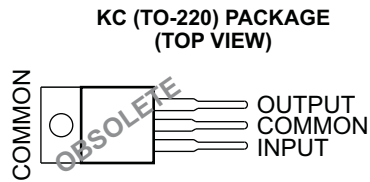
PART NUMBER	PACKAGE	BODY SIZE (NOM)
μ A78xx	TO-220 (3)	10.16 mm x 8.82 mm
	TO-220 (3)	10.16 mm x 8.82 mm
	TO-263 (3)	10.06 mm x 9.02 mm

(1) For all available packages, see the orderable addendum at the end of the data sheet.

4 Simplified Schematic



6 Pin Configuration and Functions



Pin Functions

PIN		TYPE	DESCRIPTION
NAME	NO.		
COMMON	2	—	Ground
INPUT	1	I	Supply Input
OUTPUT	3	O	Voltage Output

7.5 Electrical Characteristics — uA7805

 at specified virtual junction temperature, $V_I = 10\text{ V}$, $I_O = 500\text{ mA}$ (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	T_J ⁽¹⁾	uA7805C			UNIT
			MIN	TYP	MAX	
Output voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$, $V_I = 7\text{ V to }20\text{ V}$, $P_D \leq 15\text{ W}$	25°C	4.8	5	5.2	V
		0°C to 125°C	4.75		5.25	
Input voltage regulation	$V_I = 7\text{ V to }25\text{ V}$	25°C		3	100	mV
	$V_I = 8\text{ V to }12\text{ V}$			1	50	
Ripple rejection ⁽²⁾	$V_I = 8\text{ V to }12\text{ V}$, $f = 120\text{ Hz}$	0°C to 125°C	62	78		dB
	$V_I = 8\text{ V to }12\text{ V}$, $f = 120\text{ Hz (KCT)}$			68		
Output voltage regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$	25°C		15	100	mV
	$I_O = 250\text{ mA to }750\text{ mA}$			5	50	
Output resistance	$f = 1\text{ kHz}$	0°C to 125°C		0.017		Ω
Temperature coefficient of output voltage	$I_O = 5\text{ mA}$	0°C to 125°C		-1.1		mV/°C
Output noise voltage	$f = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$	25°C		40		μV
Dropout voltage	$I_O = 1\text{ A}$	25°C		2		V
Bias current		25°C		4.2	8	mA
Bias current change	$V_I = 7\text{ V to }25\text{ V}$	0°C to 125°C			1.3	mA
	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$				0.5	
Short-circuit output current		25°C		750		mA
Peak output current		25°C		2.2		A

- (1) Pulse-testing techniques maintain the junction temperature as close to the ambient temperature as possible. Thermal effects must be taken into account separately. All characteristics are measured with a 0.33- μF capacitor across the input and a 0.1- μF capacitor across the output.
- (2) This parameter is validated by design and verified during product characterization. It is not tested in production.

ANEXO 9. Hoja Técnica Características PIC16F876-A.



MICROCHIP

PIC16F87X
Data Sheet

28/40-Pin 8-Bit CMOS FLASH
Microcontrollers

“All rights reserved. Copyright © 2001, Microchip Technology Incorporated, USA. Information contained in this publication regarding device applications and the like is intended through suggestion only and may be superseded by updates. No representation or warranty is given and no liability is assumed by Microchip Technology Incorporated with respect to the accuracy or use of such information, or infringement of patents or other intellectual property rights arising from such use or otherwise. Use of Microchip’s products as critical components in life support systems is not authorized except with express written approval by Microchip. No licenses are conveyed, implicitly or otherwise, under any intellectual property rights. The Microchip logo and name are registered trademarks of Microchip Technology Inc. in the U.S.A. and other countries. All rights reserved. All other trademarks mentioned herein are the property of their respective companies. No licenses are conveyed, implicitly or otherwise, under any intellectual property rights.”

Trademarks

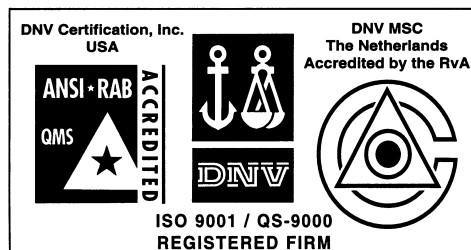
The Microchip name, logo, PIC, PICmicro, PICMASTER, PIC-START, PRO MATE, KEELOQ, SEEVAL, MPLAB and The Embedded Control Solutions Company are registered trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A. and other countries.

Total Endurance, ICSP, In-Circuit Serial Programming, Filter-Lab, MXDEV, microID, FlexROM, fuzzyLAB, MPASM, MPLINK, MPLIB, PICDEM, ICEPIC, Migratable Memory, FanSense, ECONOMONITOR and SelectMode are trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A.

Serialized Quick Term Programming (SQTP) is a service mark of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A.

All other trademarks mentioned herein are property of their respective companies.

© 2001, Microchip Technology Incorporated, Printed in the U.S.A., All Rights Reserved.



Microchip received QS-9000 quality system certification for its worldwide headquarters, design and wafer fabrication facilities in Chandler and Tempe, Arizona in July 1999. The Company's quality system processes and procedures are QS-9000 compliant for its PICmicro® 8-bit MCUs, KEELOQ® code hopping devices, Serial EEPROMs and microperipheral products. In addition, Microchip's quality system for the design and manufacture of development systems is ISO 9001 certified.

28/40-Pin 8-Bit CMOS FLASH Microcontrollers

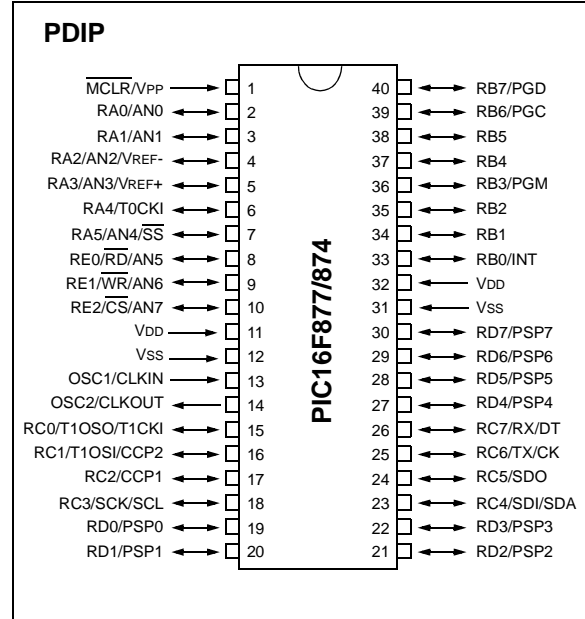
Devices Included in this Data Sheet:

- PIC16F873
- PIC16F876
- PIC16F874
- PIC16F877

Microcontroller Core Features:

- High performance RISC CPU
- Only 35 single word instructions to learn
- All single cycle instructions except for program branches which are two cycle
- Operating speed: DC - 20 MHz clock input
DC - 200 ns instruction cycle
- Up to 8K x 14 words of FLASH Program Memory,
Up to 368 x 8 bytes of Data Memory (RAM)
Up to 256 x 8 bytes of EEPROM Data Memory
- Pinout compatible to the PIC16C73B/74B/76/77
- Interrupt capability (up to 14 sources)
- Eight level deep hardware stack
- Direct, indirect and relative addressing modes
- Power-on Reset (POR)
- Power-up Timer (PWRT) and
Oscillator Start-up Timer (OST)
- Watchdog Timer (WDT) with its own on-chip RC
oscillator for reliable operation
- Programmable code protection
- Power saving SLEEP mode
- Selectable oscillator options
- Low power, high speed CMOS FLASH/EEPROM
technology
- Fully static design
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP) via two
pins
- Single 5V In-Circuit Serial Programming capability
- In-Circuit Debugging via two pins
- Processor read/write access to program memory
- Wide operating voltage range: 2.0V to 5.5V
- High Sink/Source Current: 25 mA
- Commercial, Industrial and Extended temperature
ranges
- Low-power consumption:
 - < 0.6 mA typical @ 3V, 4 MHz
 - 20 µA typical @ 3V, 32 kHz
 - < 1 µA typical standby current

Pin Diagram

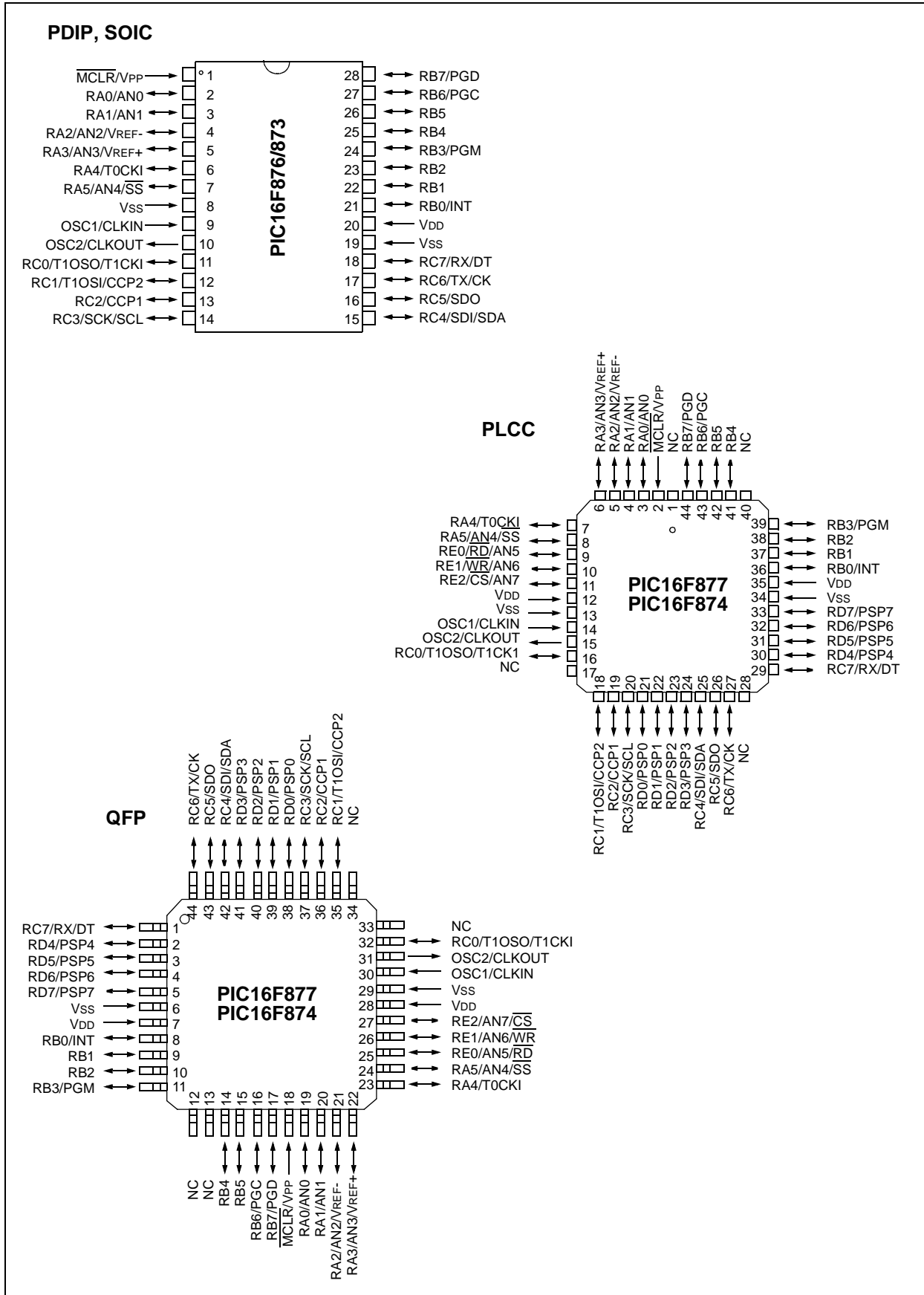


Peripheral Features:

- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with prescaler,
can be incremented during SLEEP via external
crystal/clock
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period
register, prescaler and postscaler
- Two Capture, Compare, PWM modules
 - Capture is 16-bit, max. resolution is 12.5 ns
 - Compare is 16-bit, max. resolution is 200 ns
 - PWM max. resolution is 10-bit
- 10-bit multi-channel Analog-to-Digital converter
- Synchronous Serial Port (SSP) with SPI™ (Master
mode) and I²C™ (Master/Slave)
- Universal Synchronous Asynchronous Receiver
Transmitter (USART/SCI) with 9-bit address
detection
- Parallel Slave Port (PSP) 8-bits wide, with
external \overline{RD} , \overline{WR} and \overline{CS} controls (40/44-pin only)
- Brown-out detection circuitry for
Brown-out Reset (BOR)

PIC16F87X

Pin Diagrams



**ANEXO 10. Hoja Técnica Características
MAXWELL (MS-1DA4840).**

MAXWELL(MS-1DA4840)DC to AC 40A Solid State Relay



[View more product details](#)

- **FOB Price:** [Get Latest Price](#)
- **Min Order:** 10 Pieces
- **Supply Ability:** 30,000 Pieces per Month
- **Payment Terms:** L/C, T/T, Western Union, MoneyGram
- **Brand Name:** MAXWELL
- **Shipment:** 7 days after payment
- **Model Number:** MS-1DA4840
- **Package:** Maxwell standard package, 10pcs in a inner box, 200pcs in a master carton

Description

1:*Solid state relay''s (DC Control AC Type) simple introduction as below:**

Solid State Relay

Control: 3-32VDC, Load 40 amps 480VAC
Zero-crossing trigger
Built-in RC snubber
LED indicator, CE Approval

Input and output isolated.

All models with the same universal standard size
 Operation indicator(red LED) enables monitoring operation
 Protective cover for greater safety
 AC and DC input versions available
 Fast response and robust
 Zero cross function
 No noise during the operation

Chassis mount

Built-in RC snubber

2:*Solid state relay''s (DC Control AC Type) Ordering information :**



Section 1: Basic Model Name

Section 3: Rated Load Current

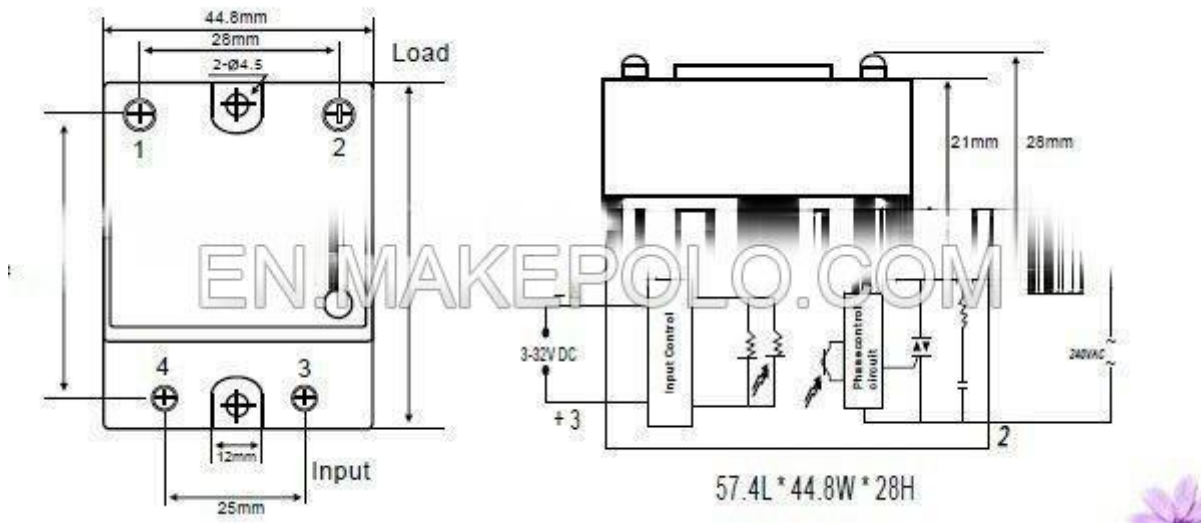
24: 24VAC
 48: 480VAC
 66: 660VAC
 120: 1200VAC

60: 60A
 80: 80A
 100: 100A
 120: 120A

3: *Solid state relay''s (DC Control AC Type) specifications:**

Load Voltage	240V/480V/660V/1200V
Control Voltage	3-32VDC
Control Current	3-25mA DC
On Voltage Drop	≤1.5V
Off-leakage Current	≤2mA
On-off Time	≤20mS
Dielectric Strength	2500V AC
Insulation Resistance	100MΩ /500VDC
Ambient Temperature	-300C~ 750C
Mounting	Chassis mount
Indicator	LED
Weight	0.135kg

4:* Solid state relay's (DC Control AC Type) wiring and dimensions:**



5: *Solid state relay's (DC Control AC Type) showing pics:**

6:*Solid state relay's (DC Control AC Type) package pics:**

7:*Our Company products unique features:**

Our products has been adapted in multiple industrials such as packing, electric heating ,plastic injection/extrusion, Bakerly Solution, industrial Oven, food&beverage etc. The positive feedback has been a dirven facts for us to get better and better.

With strong R&D, Management, manufacturing, marketing, QC and mass production capacity, Maxwell can meet various demands from different customers whether its ODM or OEM

- Better quality with resonable price is what we pursuit
- We think and act in the position of our customer
- We care about the products and the message carried by the products
- We follow through every case and we share things with customer

Maxwell components is the best choice for your automation solutions.

MAXWELL(MS-1DA4840)DC to AC 40A Solid State Relay

**ANEXO 11. Hoja Técnica Características
NodeMCU.**

CARACTERISTICAS:

Código abierto
Interactivo
Programable
Bajo costo
Sencillo
Inteligente
Wi-Fi
Compatible con Arduino
USB-TTL included, plug&play
10 GPIO, every GPIO can be PWM, I2C, 1-wire
FCC CERTIFIED WI-FI module
PCB antenna

ESPECIFICACIONES TECNICAS:

Voltaje de Alimentación (USB): 5V DC
Voltaje de Entradas/Salidas: 3.3V DC
SoC: ESP8266 (Módulo ESP-12)
CPU: Tensilica Xtensa LX3 (32 bit)
Frecuencia de Reloj: 80MHz/160MHz
Instruction RAM: 32KB
Data RAM: 96KB
Memoria Flash Externa: 4MB
Pines Digitales GPIO: 17 (pueden configurarse como PWM a 3.3V)
Pin Analógico ADC: 1 (0-1V)
UART: 2
Chip USB-Serial: CH340G
Certificación FCC
Antena en PCB
802.11 b/g/n
Wi-Fi Direct (P2P), soft-AP
Stack de Protocolo TCP/IP integrado
PLLs, reguladores, DCXO y manejo de poder integrados
Potencia de salida de +19.5dBm en modo 802.11b
Corriente de fuga menor a 10uA
STBC, 1×1 MIMO, 2×1 MIMO
A-MPDU & A-MSDU aggregation & 0.4ms guard interval
Wake up and transmit packets in 2ms
Consumo de potencia Standby 1.0mW (DTIM3)
SDIO 2.0, SPI, UART
Integra RF switch, balun, 24dBm PA, DCXO y PMU
Posee un procesador RISC, memoria en chip e interface para memoria externa
Procesador MAC/Baseband integrado
Interface I2S para aplicaciones de audio de alta calidad
Reguladores de voltaje lineales "low-dropout" en chip
Arquitectura propietaria de generacion de clock "spurious free"
Módulos WEP, TKIP, AES y WAPI integrados
Referencia de producto: NODEMCU LOLIN CH340