



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

TEMA:

**“Ahorro energético en baja tensión para una residencia, con control y
monitoreo vía celular”**

AUTOR:

Centeno Pinto, Kleber Alexis

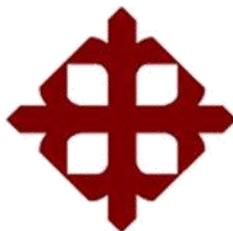
Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de
INGENIERO EN ELÉCTRICO MECÁNICA

TUTOR:

Ing. Montenegro Tejada, Raúl, MSc.

Guayaquil, Ecuador

19 de septiembre del 2017



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. **CENTENO PINTO, KLEBER ALEXIS** como requerimiento para la obtención del título de **INGENIERO EN ELÉCTRICO MECÁNICA**.

TUTOR

Ing. Montenegro Tejada, Raúl, MSc

DIRECTOR DE CARRERA

Ing. Heras Sánchez, Miguel Armando, MSc

Guayaquil, a los 19 días del mes de septiembre de 2017



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Centeno Pinto, Kleber Alexis

DECLARO QUE:

El trabajo de titulación **“Ahorro energético en baja tensión para una residencia, con control y monitoreo vía celular”** previo a la obtención del Título de Ingeniero Eléctrico Mecánico, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 19 días del mes de septiembre de 2017

AUTOR

CENTENO PINTO, KLEBER ALEXIS



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

AUTORIZACIÓN

Yo, Centeno Pinto, Kleber Alexis.

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **“Ahorro energético en baja tensión para una residencia, con control y monitoreo vía celular”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 19 días del mes de septiembre de 2017

AUTOR

CENTENO PINTO, KLEBER ALEXIS

REPORTE DE URKUND

Reporte Urkund de Trabajo de titulación; **“Ahorro energético en baja tensión para una residencia, con control y monitoreo vía celular”** del estudiante **Centeno Pinto, Kleber Alexis**, al 2% de coincidencias.

URKUND

Documento: [T.T ahorro energetico en baja tension.docx](#) (D30207072)

Presentado: 2017-08-22 01:11 (+02:00)

Presentado por: orlandophilco_7@hotmail.com

Recibido: orlando.philco.ucsg@analysis.orkund.com

Mensaje: RV: TRABAJO TITULACION Kleber Centeno. [Mostrar el mensaje completo](#)

2% de estas 28 páginas, se componen de texto presente en 9 fuentes.

Lista de fuentes	Bloques
Categoría	Enlace/nombre d
	Lærke Hvidberg H
100%	hdphoto1.wdp
100%	hdphoto10.wdp
	http://docplayer.
	https://app.mirul
	http://faradayos.
	http://www.tecn

50% # 11 Activo

Fuente externa: [http://www.disai.net/produc](#)

Estado Sólido (SSR) Los Relés de Estado Sólido tensión en su entrada de control de forma el

ver figura 3.49. («Relés de Estado Sólido (SSR)», s. f.)

Figura 3.49: SSR Fuente: El Autor Para el sistema se utiliza un relé GT-2A-40 que soporta hasta 40 amperio, tiene una tensión de entrada de 3 a 32 VDC, esta entrada "input" va a trabajar en paralelo con un LED y un contacto abierto de 24 a 380 VAC con el cual se va a controlar el paso de la corriente de los circuitos eléctricos de la residencia. La tensión de entrada será alimentada por las salidas digitales del módulo y por medio de la placa Bread del módulo mediante el módulo Ethernet y el módulo WiFi en un sistema de control de la casa inteligente.

Atentamente

Ing. Montenegro Tejada, Raúl, MSc

Tutor

DEDICATORIA

A mis padres, quienes jamás perdieron la fé en Dios y siempre estuvieron pendientes de lo que más necesitaba en toda mi carrera universitaria.

A mis hermanas por estar junto a mí, dando el apoyo y motivación para que siga adelante en la carrera.

A mi esposa y a mi hija, quienes fueron mi mayor inspiración para llegar a cumplir esta gran meta.

Centeno Pinto, Kleber Alexis

AGRADECIMIENTO

A Dios principalmente por las bendiciones y la salud que me ha dado en toda mi carrera universitaria.

A mis padres Kleber Alberto Centeno Batalla y Jenny Giselle Pinto Mayorga, por ser mis pilares fundamentales y por sus buenos consejos que me han brindado durante toda mi vida, ayudándome a culminar esta etapa universitaria con éxito.

Agradezco a mi esposa y a mi hija por el apoyo en todas las situaciones que se han presentado en esta etapa universitaria.

Centeno Pinto, Kleber Alexis



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

Ing. HERAS SANCHEZ, MIGUEL ARMANDO, MSc
DIRECTOR DE CARRERA

f. _____

Ing. MONTENEGRO TEJADA, RAÚL, MSc
COORDINADOR DE TITULACIÓN

f. _____

Ing. BOHÓRQUEZ ESCOBAR, CELSO BAYARDO, MSc
OPONENTE

Índice General

Índice de figuras	XIV
Índice de tablas	XIX
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	2
1.1. Introducción.	2
1.2. Antecedentes.	2
1.3. Justificación del problema.	3
1.4. Definición del problema.	3
1.5. Objetivos.	3
1.5.1. Objetivo general.	3
1.5.2. Objetivos específicos.....	3
1.6. Metodología.	3
CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	4
2.1. Red de baja tensión.....	4
2.2. Acometida eléctrica	4
2.2.1. Diagramas de bloques de la acometida	4
2.3. Acometida eléctrica residencial.....	4
2.3.1. Acometida aérea en baja tensión.....	4
2.3.1.1. Aislamiento de los conductores de acometida	5
2.3.1.2. Características y trayectoria de la acometida	5
2.3.1.3. Reversible en la entrada de acometida.....	5
2.3.2. Acometida subterránea en baja tensión	6
2.3.2.1. Aislamiento de los conductores de acometida	6
2.3.2.2. Calibre mínimo de los conductores de acometida	6
2.3.2.3. Protección mecánica y trayectoria de acometida.....	6
2.4. Sistema de puesta a tierra.....	7
2.4.1. Ubicación y característica de puesta a tierra en residencia	7

2.5. Panel de medidor	7
2.5.1. Medidor	8
2.5.2. Características y materiales del panel del medidor	8
2.6. Panel de medidores para varios usuarios	9
2.6.1. Características y medidas del panel de medidores para varios usuarios	9
2.7. Breaker.....	10
2.7.1. Breaker principal.....	10
2.7.2. Ubicación del breaker.....	10
2.8. Conductores.....	11
2.8.1. Ampacidad del conductor.....	11
2.8.2. Calibre de conductores	12
2.8.3. Aislamiento de los conductores	12
2.9. Panel de breaker	13
2.9.1. Característica del panel de breaker	13
2.9.2. Partes principales del panel de breaker	13
2.10. Carga residencial	14
2.11. Carga instalada	14
2.12. Consumo eléctrico	15
2.13. Levantamiento de la carga	15
2.14. Demanda requerida.....	15
2.15. Factor de coincidencia	15
2.16. Diagrama Unifilar.....	15
2.16.1. Nomenclatura para los breaker	16
2.16.2. Forma de nombrar un conductor.....	16
2.17. Circuito de alumbrado	16
2.18. Circuito de toma de corriente 120 V.....	17
2.19. Circuitos especiales de 120 V	17

2.19.1. Normas a seguir para un circuito especial	17
2.20. Circuitos polarizados	17
2.20.1. Varilla de tierra	18
2.21. Circuitos de 240 V	18
2.21.1. Normas a seguir para un circuito de 240 V	18
2.22. Planilla de circuitos.....	18
2.23. Sistema de control	19
2.24. Domótica.....	19
2.24.1. Beneficios de la domótica.....	20
2.24.2. Aplicaciones de la domótica	20
2.24.3. Elementos de una instalación domótica	21
2.24.3.1. Sensores en domótica.....	21
2.24.3.2. Actuadores en domótica	21
2.24.4. Procesadores y controladores en domótica.....	22
2.25. Tarjeta Arduino UNO	23
2.25.1. Pines de alimentación.....	23
2.25.2. Entradas y salidas digitales	24
2.25.3. Entradas análogas.....	25
2.26. Dispositivos acoplables a la Arduino	25
2.26.1. Sensores	25
2.26.2. Actuadores	26
2.26.3. Interfaces	26
2.26.4. Comunicadores.....	27
CAPÍTULO 3: APORTES Y PROPUESTA DEL DISEÑO	28
3.1. Propuesta de un sistema de monitoreo del consumo KWH	28
3.1.1. Mirubee.....	28
3.1.2. Tecnología Inspectee.....	29

3.1.3. Mirubox V2	29
3.1.3.1. Instalación de la Mirubox V2	31
3.1.3.2. Conexión WiFi	33
3.1.3.3. Ficha técnica de la Mirubox V2	33
3.1.4. Configuración de la Mirubox V2 y Mirubee	35
3.1.5. Funcionalidades y uso de Mirubee.....	38
3.2. Sistema control de corriente de los circuitos.....	42
3.2.1. Arduino UNO	42
3.2.1.1. Alimentación de la Arduino UNO.....	43
3.2.1.2. Configuración de la Arduino UNO con el Software	43
3.2.2. Módulo Ethernet	45
3.2.2.1. Tarjeta Screw Shield 1.0	47
3.2.3. Módulo WiFi.....	48
3.2.3.1. Módulo WiFi ESP8266.....	48
3.2.3.2. Conexión del módulo WiFi con la Arduino	49
3.2.4. App Blynk.....	51
3.2.5. Relé de estado sólido (SSR)	53
3.3. Diseño del sistema mediante Ethernet	54
3.3.1. Blynk (configuración Ethernet)	54
3.3.2. Programación de la Arduino UNO (Configuración Ethernet).....	55
3.3.3. Conexiones del sistema de control mediante Ethernet	58
3.3.4. Simulación del sistema de control mediante Ethernet	62
3.4. Diseño del sistema mediante WiFi	64
3.4.1. Programación del módulo WiFi a la red	64
3.4.2. Blynk (configuración WiFi)	67
3.4.3. Programación de la Arduino UNO (Configuración WiFi)	68
3.4.4. Conexiones del sistema de control mediante WiFi.....	69

3.4.5. Confirmación del sistema de control mediante WiFi.....	72
CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	73
4.1. Conclusiones	73
4.2. Recomendaciones	73

Índice de figuras

CAPÍTULO 2

Figura 2. 1: Acometida aérea en baja tensión	5
Figura 2. 2: Acometida subterránea en baja tensión.....	7
Figura 2. 3: Panel de medidor.....	8
Figura 2. 4: Panel de medidores	9
Figura 2. 5: Breaker termomagnético	10
Figura 2. 6: Ubicación del breaker principal.....	10
Figura 2. 7: Partes de un conductor	11
Figura 2. 8: Calibre de conductores desnudos AWG.....	12
Figura 2. 9: Tipos de aislante	12
Figura 2. 10: Panel de breaker, diseño americano	14
Figura 2. 11: Panel de breaker, diseño europeo.....	14
Figura 2. 12: Diagrama Unifilar	16
Figura 2. 13: Nomenclatura del breaker.....	16
Figura 2. 14: Forma de nombrar un conductor.....	16
Figura 2. 15: Automatización y control del hogar digital	19
Figura 2. 16: Tipos de sensores	21
Figura 2. 17: Tipos de actuadores.....	22
Figura 2. 18: Procesadores y controladores	22
Figura 2. 19: Arduino UNO	23
Figura 2. 20: Arduino UNO, pines de alimentación.....	24
Figura 2. 21: Arduino UNO, salidas digitales	24
Figura 2. 22: Arduino UNO, entradas análogas	25
Figura 2. 23: Tipos de sensores para la Arduino	26
Figura 2. 24: Módulo relé.....	26
Figura 2. 25: Actuadores para la Arduino	27

Figura 2. 26: Comunicadores	27
CAPÍTULO 3	
Figura 3. 1: Componentes del sistema Mirubee	28
Figura 3. 2: Huellas eléctricas	29
Figura 3. 3: Mirubox V2	30
Figura 3. 4: Nevera (patrón de encendidos y apagados)	30
Figura 3. 5: Lavadora (patrón de arranques y parones del motor)	30
Figura 3. 6: Apertura y desenergización del panel de breaker	31
Figura 3. 7: Conexión de la alimentación	31
Figura 3. 8: Colocación de la pinza general	32
Figura 3. 9: Pinzas adicionales	32
Figura 3. 10: Cierre y alimentación del panel de breaker	33
Figura 3. 11: Dimensiones de la Mirubox V2	34
Figura 3. 12: Escaneo del código QR	35
Figura 3. 13: Configuración WiFi	35
Figura 3. 14: Selección de la red WiFi	36
Figura 3. 15: Búsqueda de redes.....	36
Figura 3. 16: Menú de configuración de red	37
Figura 3. 17: Configuración de red guardada.....	37
Figura 3. 18: Mensaje de confirmación	38
Figura 3. 19: Sincronización de la Mirubox V2 y la red WiFi.....	38
Figura 3. 20: Consumo en tiempo real.....	39
Figura 3. 21: Energía consumida por electrodoméstico.....	39
Figura 3. 22: Ajuste de la potencia	40
Figura 3. 23: Optimiza tu tarifa	40
Figura 3. 24: Hábitos de consumo	41
Figura 3. 25: Históricos de consumo	41

Figura 3. 26: Equipos utilizados en el sistema	42
Figura 3. 27: Arduino Uno	43
Figura 3. 28: Fuente de Alimentación de la Arduino	43
Figura 3. 29: Configuración de la Arduino con el Software	44
Figura 3. 30: Ventana de Inicio del Software (Arduino)	44
Figura 3. 31: Comunicación entre la PC y la tarjeta Arduino	45
Figura 3. 32: Elección del modelo de la tarjeta Arduino	45
Figura 3. 33: Comunicación por el bus SPI	46
Figura 3. 34: Módulo Ethernet	46
Figura 3. 35: Acoplamiento del módulo Ethernet con la Arduino	47
Figura 3. 36: Tarjeta Screw Shield 1.0	47
Figura 3. 37: Módulos WiFi	48
Figura 3. 38: Módulo WiFi ESP8266	48
Figura 3. 39: Diagrama esquemático del módulo WiFi	49
Figura 3. 40: Pines del módulo WiFi	49
Figura 3. 41: Placa de circuito impreso.....	50
Figura 3. 42: Placa de circuito impreso (Parte Posterior)	50
Figura 3. 43: Módulo WiFi acoplado a la placa de circuito impreso.....	51
Figura 3. 44: Blynk	51
Figura 3. 45: Comunicación Blynk.....	52
Figura 3. 46: Descargando aplicación Blynk	52
Figura 3. 47: Iniciar sesión (Blynk)	53
Figura 3. 48: App Blynk (Ventana principal).....	53
Figura 3. 49: SSR.....	54
Figura 3. 50: Datos del proyecto	55
Figura 3. 51: Código Token (Control Ethernet)	55
Figura 3. 52: Programación del sistema (1 Parte)	56

Figura 3. 53: Programación del sistema (2 Parte)	56
Figura 3. 54: Subir la programación a la Tarjeta.....	57
Figura 3. 55: Monitor Serial	57
Figura 3. 56: Conexión del sistema de control.....	58
Figura 3. 57: Elección del tipo de control.....	59
Figura 3. 58: Selección del tipo de control (Switch)	59
Figura 3. 59: Configuración del pin D2	60
Figura 3. 60: Configuración del pin D3	60
Figura 3. 61: Conexión activada.....	61
Figura 3. 62: Conexión desactivada.....	61
Figura 3. 63: Control del pin Digital 2.....	62
Figura 3. 64: Control del pin Digital 3.....	63
Figura 3. 65: Encendido del pin D2 y D3	63
Figura 3. 66: Conexión de pin Arduino – WiFi.....	64
Figura 3. 67: Alimentación de la Arduino y módulo WiFi	65
Figura 3. 68: Monitor Serial	65
Figura 3. 69: Búsqueda de redes.....	66
Figura 3. 70: Registro de la red	66
Figura 3. 71: Confirmación de la red conectada.....	67
Figura 3. 72: Datos del proyecto	67
Figura 3. 73: Código Token (Control WiFi)	68
Figura 3. 74: Programación del sistema (1 Parte)	68
Figura 3. 75: Programación del sistema (2 Parte)	69
Figura 3. 76: Conexión del sistema de control.....	70
Figura 3. 77: Elección del tipo de control.....	70
Figura 3. 78: Selección del tipo de control (Switch)	71
Figura 3. 79: Configuración del pin D2	71

Figura 3. 80: Configuración del pin D3	72
Figura 3. 81: Control del pin Digital 3	72

Índice de tablas

CAPÍTULO 2

Tabla 2. 1: Diagrama de bloques de acometida eléctrica.....4

Tabla 2. 2: Ampacidad de conductores según su calibre y aislante.....11

Tabla 2. 3: Planilla de circuitos19

CAPÍTULO 3

Tabla 3. 1: Características técnicas.....34

RESÚMEN

El presente trabajo de titulación tiene como fin proponer un sistema de ahorro de energía en baja tensión en el ámbito residencial, monitoreando el consumo KWH en tiempo real y controlando (energizando y desenergizando) los circuitos eléctricos mediante vía celular, dividiendo así el sistema en dos partes. Para la primera parte del sistema consiste en una plataforma profesional llamada Mirubee lo cual se podrá ver los consumos de todos los aparatos eléctricos que la misma plataforma lo detecta y el consumo total de la residencia. También en esta plataforma se podrá observar el historial de consumo como optimizar la tarifa y los hábitos de consumo indicando los picos de consumo. El complemento para la plataforma es el medidor Mirubox V2 que es alimentado directamente del panel de breaker y ubicado junto a este, sincronizado y conectado vía WiFi. La segunda parte del sistema consiste controlar los circuitos eléctricos del panel de breaker principal por medio de un relé de estado sólido SSR, encendiendo o apagando el relé. Para la elaboración del sistema de control se utilizó el hardware arduino y los dispositivos que se puedan acoplar a él, este sistema se realizó mediante Ethernet o WiFi. En este trabajo de titulación se podrá observar las configuraciones de los dispositivos como también su programación y conexiones, basándose en su información técnica y definiciones. Por último se podrá ver la simulación y confirmación del sistema en capítulo 3.

Palabras claves: AHORRO DE ENERGÍA, SISTEMA MONOFÁSICO 220 V, CONSUMO ELÉCTRICO, ARDUINO, ETHERNET, WIFI.

ABSTRACT

The present work of qualifications has as end propose a system of saving of energy in low tension in the residential area, monitoring the consumption real time KWH and controlling (energizing and des energizing) the electrical circuits by means of cellular route, dividing this way the system in two parts. For the first part of the system there consists of a professional platform called Mirubee which will be able to see the consumptions of all the electrical devices that the same platform it detects and the total consumption of the residence. Also in this platform it will be possible observe the record of consumption as optimize the rate and the habits of consumption indicating the beaks of consumption. The complement for the platform is the meter Mirubox V2 that is fed directly on the panel of breaker and located together with this one, synchronized and connected route WiFi. The second part of the system consists to control the electrical circuits of the panel of breaker principally by means of a relay of solid state SSR, igniting or extinguishing the relay. For the production of the system of control the hardware was in use arduino and the devices that could mate to him, this system was realized by means of Ethernet or WiFi. In this work of qualifications it will be possible observe the configurations of the devices as also his programming and connections, being based on his technical information and definitions. Finally there will be able to see the simulation and confirmation of the system in chapter 3.

Key words: SAVING OF ENERGY, SINGLE-PHASE SYSTEM 220 V, ELECTRICAL CONSUMPTION, ARDUINO, ETHERNET, WIFI.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción.

Este trabajo de titulación se enfoca en el ahorro energético de una residencia, que tiene una acometida eléctrica de 220 V monofásico. El sistema que se propone en este trabajo permite controlar apagando circuitos o cargas que estén energizada pero no se utilizan; por ejemplo: luces, acondicionadores de aire, neveras, cocina, microondas, etc. Además se puede verificar la lectura del sistema con el consumo KWH (kilowatt horas) que sale en la planilla de luz que entrega la empresa eléctrica.

Este sistema de control se realizara utilizando tarjetas de Arduino y tarjetas electrónicas, cuya programación se hace en el lenguaje estándar C++, añadiendo los transformadores de corriente CT, una pantalla para ver lo que lee el Arduino y otros equipos.

Con este sistema se tiene la opción de monitorear y controlar vía celular, mediante un módulo Ethernet o un módulo WiFi con los cuales se puede energizar ó desenergizar las cargas de una residencia.

1.2. Antecedentes.

Desde hace un tiempo, el costo de la energía eléctrica va aumentando constantemente y las personas tienden a desperdiciar la energía eléctrica lo cual produce un aumento en la demanda que a su vez implica generar más energía y de hecho más construcciones de nuevas centrales generadoras.

Este sistema de titulación propone utilizar menos carga y así desperdiciar menos energía, ayudando a la conservación del medio ambiente.

Con este sistema se tiene la posibilidad de comparar mediante las tarjetas utilizadas como Arduino, Ethernet y otros equipos los KWH (kilowatt horas) consumidos con respecto a la medición de la Empresa Eléctrica.

1.3. Justificación del problema.

La tendencia actual es generar ahorro de energía eléctrica, el sistema que se propone en este trabajo de titulación permite que en las residencias se pueda controlar el consumo de la mayor parte de los equipos y se monitoree el mismo en tiempo real.

1.4. Definición del problema.

Actualmente en el país se presenta el desperdicio de energía, sobre todo en las residencias, debido al descuido de dejar las luces o aparatos electrónicos (televisor, aire acondicionado, equipo de sonido, computadora, etc.) encendidos.

1.5. Objetivos.

1.5.1. Objetivo general.

Proponer un sistema de ahorro energético, mediante equipos basados en la automatización y electrónica. Este trabajo está propuesto para residencias, oficinas o todo lo que sea sistema de baja tensión, con el fin de monitorear el consumo.

1.5.2. Objetivos específicos.

- Proponer un sistema con el que se pueda monitorear en tiempo real el consumo KWH y a su vez archive para así poder revisar y comparar los datos de cada mes.
- Proponer el diseño de un sistema con el que se pueda controlar mediante internet los circuitos eléctricos.
- Calcular el costo del consumo eléctrico por mes.
- Proponer una aplicación para el teléfono celular.

1.6. Metodología.

En el desarrollo del trabajo de titulación se utilizó el tipo de método deductivo, ya que se analizó el consumo innecesario de energía en las residencias, y el tipo de método inductivo, ya que en la actualidad hay varios equipos que pueden acoplarse a este sistema y desarrollarlo en diversos sectores residenciales e industriales.

CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Red de baja tensión

La red de baja tensión es un sistema que tiene un voltaje de 240 / 120 V (voltios) y puede ser monofásico o trifásico. Esta red se localiza en las aceras de las residencias y es propiedad de la Empresa Eléctrica.

2.2. Acometida eléctrica

La acometida eléctrica en general arranca en la fuente de energía y llega a una carga, específicamente es todo lo que lleva energía de un punto a otro.

El conductor de la acometida lo instala la Empresa Eléctrica, siempre y cuando estén colocados todos los elementos y dispositivos que figuran en las normas NATSIM.

2.2.1. Diagramas de bloques de la acometida

Este diagrama inicia en el punto de interconexión y termina en el panel de breaker.

Punto de Interconexión	Panel de Medidor	Breaker Principal	Panel de Breaker	Todos Circuitos
------------------------	------------------	-------------------	------------------	-----------------

Tabla 2. 1: Diagrama de bloques de acometida eléctrica

Fuente: El Autor

2.3. Acometida eléctrica residencial

Es un conjunto de conductores que arranca en la red de baja tensión y llega al socket o base del medidor con un voltaje de 240 V monofásico y esta puede ser aérea o subterránea.

2.3.1. Acometida aérea en baja tensión

La acometida aérea debe ser de tal forma, que el cable no obstaculice el paso peatonal, el ingreso de las personas a las viviendas y el paso de vehículos en la zona residencial.

La acometida no podrá tener una altura inferior a 5.5 metros del suelo.

2.3.1.1. Aislamiento de los conductores de acometida

Este conductor de acometida aéreo está cubierto por un aislante tipo TTU, THW u otros tipos similares a estos, que resistan la exposición a condiciones ambientales. El conductor neutro puede ser aislado o desnudo y es aterrizado. (NATSIM, 2012)

2.3.1.2. Características y trayectoria de la acometida

La acometida Eléctrica aérea empieza desde el sistema de baja tensión 220 V monofásico más cercano hasta la entrada del panel de medidor de la residencia. Esta acometida tiene como característica pasar por un tubo EMT de 1 1/4 pulgada de diámetro que está ubicado a la parte superior del panel de medidor.

2.3.1.3. Reversible en la entrada de acometida

Este reversible se instala en la tubería de entrada de acometida para eliminar la filtración de aguas lluvias, por ende los conductores de diferentes fases cruzaran por distinto huecos de la boquilla. El reversible se ubica a 20 centímetros aproximadamente por encima o debajo del punto de sujeción de la acometida. (NATSIM, 2012)

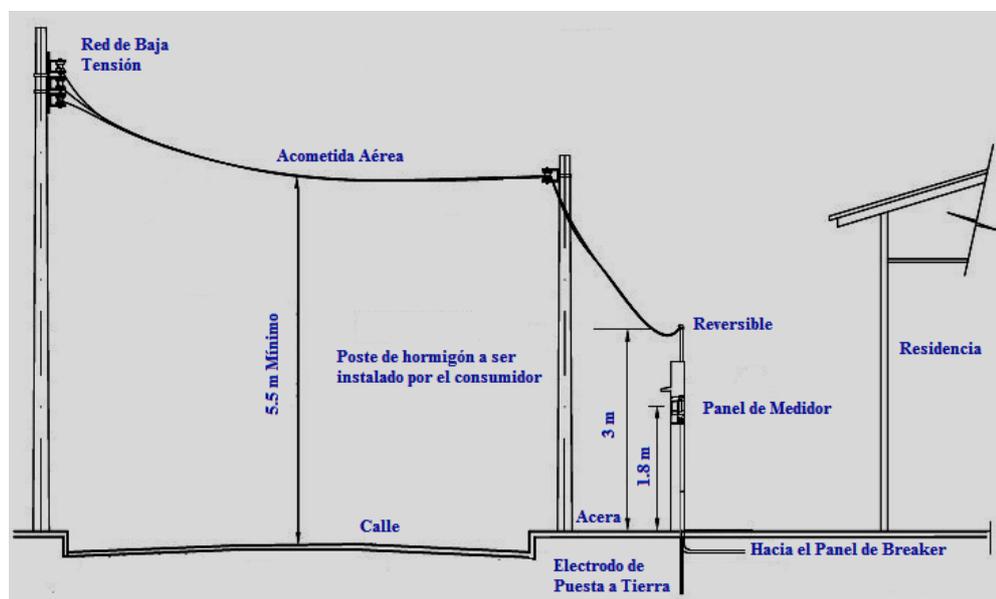


Figura 2. 1: Acometida aérea en baja tensión

Fuente: (NATSIM, 2012)

En la figura 2.1 se puede ver las características nombradas anteriormente de una acometida eléctrica aérea.

2.3.2. Acometida subterránea en baja tensión

Esta acometida tiene como característica iniciar desde la red de baja tensión aérea e ingresa por la parte inferior del medidor, mediante ductos. Este tipo de acometida es más usada en las construcciones como urbanizaciones y regeneraciones, con el objetivo de reducir el impacto visual de los cables aéreos y mejorar la estética de la zona residencial.

2.3.2.1. Aislamiento de los conductores de acometida

Los conductores de acometida subterránea son cables monoconductores con un aislamiento del tipo TTU, RHW, THW u otros que son totalmente equivalentes a estos.(*NATSIM*, 2012)

2.3.2.2. Calibre mínimo de los conductores de acometida

El calibre de los conductores dependerá de la demanda de la residencia, pero el calibre mínimo será: # 4 AWG Cu TTU para acometidas subterráneas.

2.3.2.3. Protección mecánica y trayectoria de acometida

La protección mecánica para los conductores de acometidas subterráneas son protegidos contra daños físicos instalándolos en una tubería rígida El diámetro mínimo para esta tubería es de 1 1/4 pulgadas, que es aprobada por la Empresa Eléctrica.

La acometida vendrá del poste más cercano, la tubería iniciara desde una altura de 6 metros y terminara en una caja de paso de hormigón simple de 0.6x0.6x0.6 metros junto al poste en la parte de abajo.(*NATSIM*, 2012)

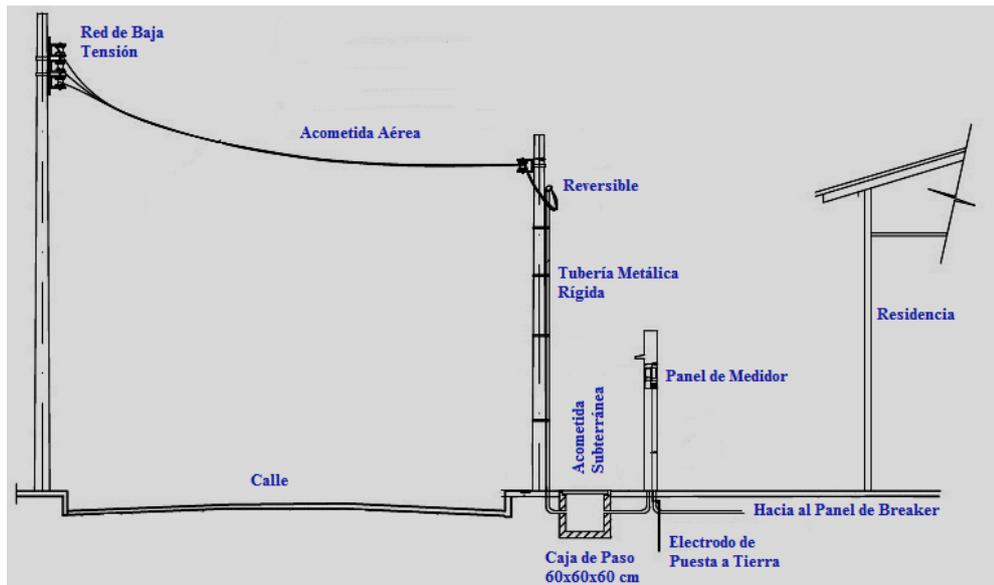


Figura 2. 2: Acometida subterránea en baja tensión
Fuente: (NATSIM, 2012)

En la figura 2.2 se puede ver las características nombradas anteriormente de una acometida eléctrica subterránea.

2.4. Sistema de puesta a tierra

El sistema de puesta a tierra de una instalación eléctrica está compuesto por los electrodos de puesta a tierra existente en la residencia, el conductor de puesta a tierra y las conexiones a tierra de la instalación. Esta conexión entre dichos elementos permite drenar, disipar y conducir las corrientes no deseadas a tierra, así se evita daños a los equipos, a las personas y la contaminación al medio ambiente.

2.4.1. Ubicación y característica de puesta a tierra en residencia

El sistema de puesta a tierra está conformado por una varilla de cobre o Copperweld con dimensiones de 5/8 pulgada de diámetro por 1.5 metros de largo, que está enterrado en la parte inferior del panel de medidor. De esta varilla se instala un cable de color verde y calibre # 8 de cobre con un asilamiento tipo THHN. El cable va dentro de una tubería EMT de 1/2 pulgada que puede ser empotrada o expuesta.

2.5. Panel de medidor

El panel de medidor está compuesto básicamente por el socket y el breaker principal, este panel es aquel donde finaliza la acometida eléctrica residencial.

2.5.1. Medidor

Es un equipo electrónico o electro-mecánico que registra el consumo de energía y otros parámetros eléctricos y el tipo de medidor debe ser Clase 100, 240V, monofásico.(NATSIM, 2012)

2.5.2. Características y materiales del panel del medidor

Las características y los materiales de que esta hecho el panel de medidor son:

- La caja del medidor deber ser instalada a 1.8 metros del piso terminado y este debe estar empotrado.
- La medida de la caja es de 30 x 40 x 10 centímetros.
- En la parte inferior lleva el sello de seguridad de la Empresa Eléctrica.
- La tapa de la caja debe ser removible y se lo asegura con tornillos.
- Construida con plancha de 1/16 pulgadas.
- Debe tener una capa de pintura base (anticorrosivo) y al final una capa de pintura esmalte de color gris o crema.

En la figura 2.3 se muestra las características mencionadas y la ubicación de los elementos que componen el panel de medidor.

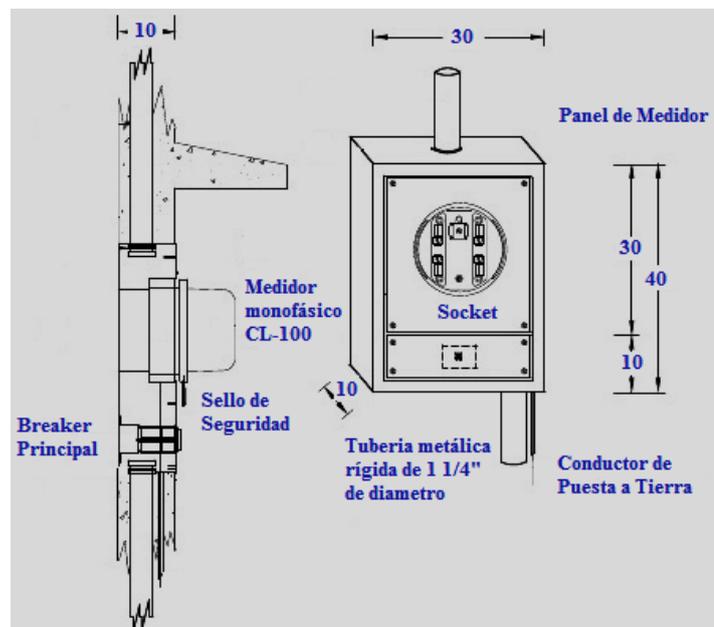


Figura 2. 3: Panel de medidor

Fuente: (NATSIM, 2012)

2.6. Panel de medidores para varios usuarios

En el caso que haya varios medidores para varios usuarios, se utiliza un panel de medidores. Este panel de medidores se construye al momento de contener 3 o más mediciones, y este se utiliza en condominios, edificios, etc.

2.6.1. Características y medidas del panel de medidores para varios usuarios

Las medidas de este panel de medidores dependen del número de medidores que tenga, siempre se debe considerar dejar un o unos espacios libres para instalar más medidores, si en el caso se necesitara a un futuro y sus características principales como se muestra en la figura 2.4 son:

- La plancha debe ser de 1/16 pulgadas de grosor.
- Breaker principal para toda la carga.
- Deben estar instalados los Sockets para cada medidor.
- Breaker principal para cada usuario u oficina.
- Barras de distribución de platinas de cobre.
- Barra de neutro.
- Debe tener tapa metálica de protección para las barras.
- Deber de tener su propio sistema de puesta a tierra.
- La dimensión profunda mínima del panel será de 30 cm.

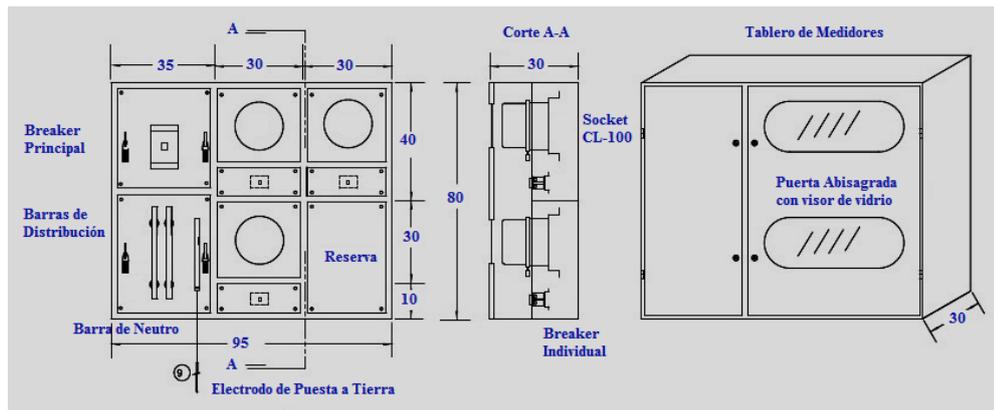


Figura 2. 4: Panel de medidores
Fuente: (NATSIM, 2012)

2.7. Breaker

Se llama breaker al interruptor que abre automáticamente el paso de la corriente al momento de un cortocircuito o sobrecarga de una instalación eléctrica. Estos sirven de protección para los circuitos eléctricos como por ejemplo el breaker termomagnético que se muestra en la figura 2.5.

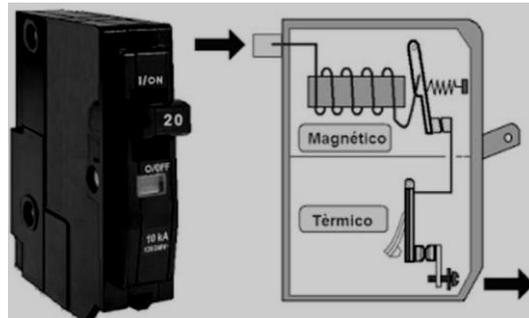


Figura 2. 5: Breaker termomagnético

Fuente: (*Manual Práctico de Electricidad Residencial*, 2016)

2.7.1. Breaker principal

Las Residencias con servicio eléctrico necesitarán en su instalación de acometida un breaker principal con el cual servirá de medio de protección y desconexión de los aparatos eléctricos que estén activos cuando existan cortocircuitos o sobrecargas. (*NATSIM*, 2012)

2.7.2. Ubicación del breaker

La ubicación del breaker principal será en un lugar de simple acceso y a la salida del medidor como se muestra en la figura 2.6.

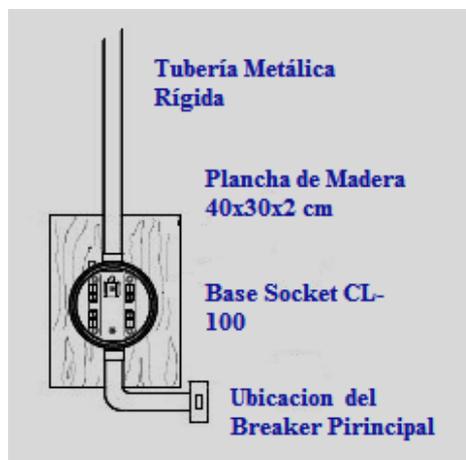


Figura 2. 6: Ubicación del breaker principal

Fuente: (*NATSIM*, 2012)

2.8. Conductores

Los conductores en las instalaciones eléctricas residenciales son los que proveen la circulación de la corriente eléctrica y están hechos de cobre, estos están forrados con un material aislante, alma conductora y una cubierta protectora como en la figura 2.7.(Harper, 2005)

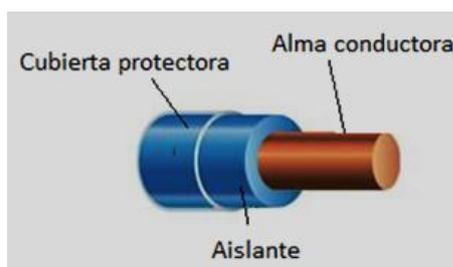


Figura 2. 7: Partes de un conductor
Fuente: (Domínguez, 2014)

2.8.1. Ampacidad del conductor

La ampacidad del conductor depende del material que pueda ser de cobre o aluminio y este lo define su calibre. Mientras más cantidad de cobre o aluminio, más corriente consume. Además si el número del calibre del conductor va aumentando, menos corriente circula por él, ver tabla 2.2.

Calibre AWG o kcmil	Temperatura máxima en conductor						Calibre AWG o kcmil
	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	
	Tipo	Tipo	Tipo	Tipo	Tipo	Tipo	
	TW UF	RHW THHW THW XHHW	RHH THHN XHH XHHW	TW UF	RHW THHW THW XHHW	RHH THHN XHH XHHW	
	Cobre			Aluminio			
18	----	----	14	----	----	----	----
16	----	----	18	----	----	----	----
14	15	20	25	----	----	----	----
12	20	25	30	15	20	25	12
10	30	35	40	25	30	35	10
8	40	50	55	35	40	45	8
6	55	65	75	40	50	55	6
4	70	85	95	55	65	75	4
3	85	100	115	65	75	85	3
2	95	115	130	75	90	100	2
1	110	130	145	85	100	115	1
1/0	125	150	170	100	120	135	1/0
2/0	145	175	195	115	135	150	2/0
3/0	165	200	225	130	155	175	3/0
4/0	195	230	260	150	180	205	4/0
250	215	255	290	170	205	230	250
300	240	285	320	195	230	260	300
350	260	310	350	210	250	280	350
400	280	335	380	225	270	305	400

Tabla 2. 2: Ampacidad de conductores según su calibre y aislante.
Fuente: (Domínguez, 2014)

2.8.2. Calibre de conductores

El calibre de los conductores da una percepción del diámetro y de la sección de los mismos y se lo denomina usando el sistema norteamericano de calibres AWG (America Wire Gage) por medio de un número al cual se hace referencia y se lo denomina calibre del conductor.(Harper, 2005)

Existe numeración de cable desde el # 18 hasta el # 4/0 en el sistema AWG como en la figura 2.8, mientras la medida del número es más grande la sección es menor.

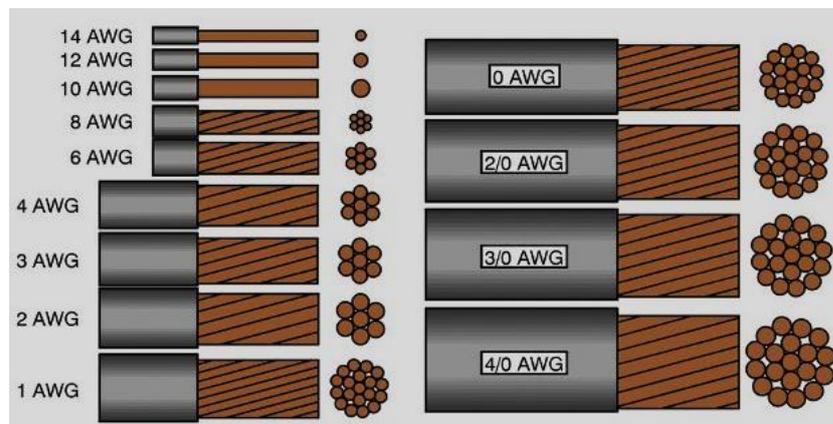


Figura 2. 8: Calibre de conductores desnudos AWG
Fuente: (Domínguez, 2014)

2.8.3. Aislamiento de los conductores

El aislante de los conductores es aquel que separa la circulación de la corriente del exterior. Normalmente el uso del material de los aislantes para los conductores son los polímeros termoplásticos y de hule.

En la figura 2.9 se puede ver los tipos de aislante más usado en las residencias que son los TW y THHN.



Figura 2. 9: Tipos de aislante
Fuente: (Domínguez, 2014)

2.9. Panel de breaker

El panel de breaker es la parte principal de la instalación eléctrica por que distribuye, controla y protege todos los circuitos que se han instalado en una residencia. Este panel es una caja metálica que se lo ubica normalmente en una parte de fácil acceso y a una altura de 1.5 metros empotrado, de este salen todos los conductores que alimentan los diferente circuitos.(Domínguez, 2015)

2.9.1. Característica del panel de breaker

Un panel de breaker se lo define por el voltaje y el número de breakers que se puede instalar en él, también se denomina por el número de polos y fases. En la práctica existen paneles de breaker de 4 polos, 8 polos ,16 polos, etc.

2.9.2. Partes principales del panel de breaker

Las partes principales del panel de breaker son:

- Conductores alimentadores.- Son aquellos conductores que inician en la salida del panel de medidor y termina en el panel de breaker. Estos conductores suministran y soportan la potencia de la instalación eléctrica.
- Interruptor principal.- Este se encarga de proteger toda la instalación eléctrica, ante cualquier cortocircuito o sobrecargas.
- Breaker de circuito ramal.- Son los dispositivos de protección para cada circuito eléctrico de la residencia.
- Conductores de circuito ramal.- Son los conductores que inician en el breaker de circuito ramal y termina en el punto de consumo eléctrico.
- Barra de neutro.- Es una barra de cobre que deriva el neutro de los cables alimentadores hacia los circuitos ramales.
- Barra de tierra.- Es una barra de cobre para la protección contra falla del aislamiento.

A continuación, en la figura 2.10 se muestra un panel de breaker con el tipo de diseño americano. En esta figura se puede ver sus partes principales de dicho panel con sus respectivos nombres de cada una.

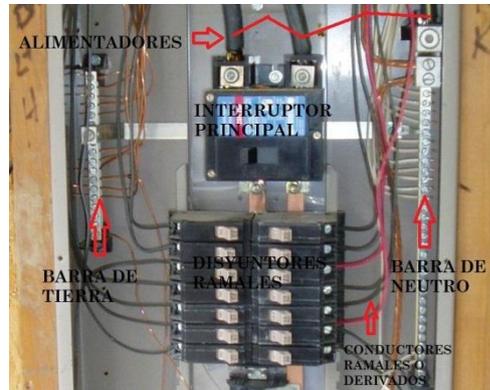


Figura 2. 10: Panel de breaker, diseño americano
Fuente: (Domínguez, 2015)

En cambio, en la figura 2.11 se muestra el diseño del sistema europeo de un panel de breaker.



Figura 2. 11: Panel de breaker, diseño europeo
Fuente: (Domínguez, 2015)

2.10. Carga residencial

La carga residencial se refiere a todos los dispositivos que consumen energía eléctrica en una residencia.

2.11. Carga instalada

La carga instalada es la sumatoria de todas las cargas que funcionen o no. Su unidad es KW (kilowatt) a un voltaje de 240 / 120 V (voltios) monofásico o trifásico.

2.12. Consumo eléctrico

Este se mide en KWH (kilowatt horas) y depende de los aparatos que están funcionando.

2.13. Levantamiento de la carga

Es la tabulación o el inventario de todas las cargas o todos los artefactos que van a funcionar en una residencia, por lo que es necesario conocer las características eléctricas: Voltaje, Potencia y Fases.

Para el levantamiento de carga se necesita pedir esos datos al cliente y una vez terminada se tendrá la carga total de la residencia. Una vez calculada la carga total, se puede determinar la demanda requerida.

2.14. Demanda requerida

Es el producto de la potencia total de la carga multiplicado por el factor de coincidencia. El valor de la demanda requerida sirve para definir el tipo de acometida que entrega la empresa eléctrica, que puede ser en B / T (baja tensión) o M / T (media tensión).

En B / T cuando la demanda requerida es menor a 30 KW.

En M / T cuando la demanda requerida es mayor a 30 KW.

2.15. Factor de coincidencia

Es un numero adimensional que varía entre 0 y 1, este indica la coincidencia como se utiliza los diferentes aparatos al mismo tiempo y los valores varía entre 0.7 a 0.95 dependiendo del nivel socioeconómico.

2.16. Diagrama Unifilar

Es un diagrama dibujado en una sola línea. En este diagrama se debe representar todos y cada uno de los elementos que van a funcionar en el sistema.

El diagrama unifilar queda completo al colocar las características eléctricas de todos los elementos como en la figura 2.12, de tal forma la información sea técnicamente completa y fácil de entender para cualquier persona.

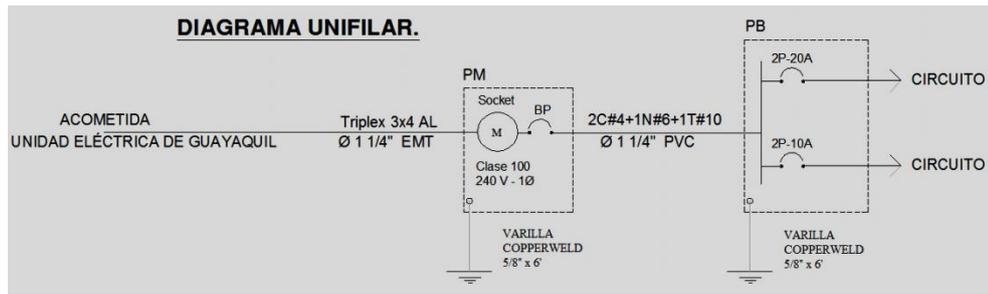


Figura 2. 12: Diagrama Unifilar
Fuente: El Autor

2.16.1. Nomenclatura para los breaker

En el diagrama unifilar cada breaker se lo nombra con el número de polos y su capacidad de amperaje, ver figura 2.13. El número de polos es el número de pasos del circuito y el amperaje es de la carga que es igual a la capacidad del amperaje del circuito.

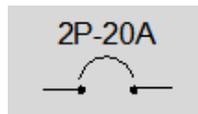


Figura 2. 13: Nomenclatura del breaker
Fuente: El Autor

2.16.2. Forma de nombrar un conductor

La forma de nombrar un conductor en un diagrama unifilar está dada por numerar los cables que pasan por esa alimentación y con el calibre del conductor, indicando la unidad de medida y el tipo de aislamiento como se muestra en la figura 2.14.

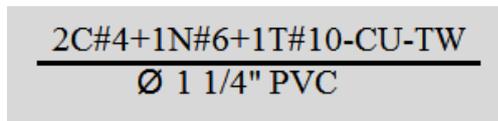


Figura 2. 14: Forma de nombrar un conductor
Fuente: El Autor

2.17. Circuito de alumbrado

De acuerdo a las normas establecidas para formar un circuito de alumbrado debe tener las siguientes características:

- Cada circuito de alumbrado está formado de 6 a 8 puntos de luz.
- El conductor que se utiliza es cable número 12 de cobre y su aislante es TW.

- El ducto utilizado es de 1/2 pulgada de diámetro, y este tubo puede ser PVC o EMT.
- Cada circuito de alumbrado debe tener una protección (breaker), instalada en el panel de breaker.
- Cada circuito de alumbrado es totalmente independiente a otro circuito.

2.18. Circuito de toma de corriente 120 V

- Cada circuito de toma de corriente debe estar conformado por 6 a 8 T/C.
- El conductor que se utiliza es cable número 12 de CU – TW.
- Cada circuito de toma de corriente debe tener una protección, y el breaker es de 1 polos – 20 amperios.
- El circuito de T/C no se puede mezclar con ningún otro circuito, es independiente y no se mezcla con alumbrado.

2.19. Circuitos especiales de 120 V

Estos circuitos son aquellos que protegen a la producción de alteraciones sobre todo en variaciones de voltaje, por lo tanto su diseño y construcción deben cumplir unas normas bien definidas.

Ejemplos de aparatos eléctricos que deben estar con circuitos especiales: nevera, secadora, aire acondicionado, bomba de agua, licuadora, lavadora, microonda, etc. porque producen interferencias.

2.19.1. Normas a seguir para un circuito especial

- Cada aparato constituye un circuito independiente, tiene un breaker de protección exclusivo.
- Se utiliza cable número 12 de cobre como mínimo, pero depende de la carga.
- El ducto por donde pasara el cable es de 1/2 pulgada.

2.20. Circuitos polarizados

Son aquellos que tienen una protección a tierra que es para la seguridad de la persona y del equipo. Si existe un cortocircuito este es llevado a tierra.

Un circuito polarizado generalmente se lo utiliza para T7C de 120 V, este circuito está conformado por 2 conductores de cobre número 12, que una es para Fase y el otro es el Neutro más un conductor de menor calibre número 14 de cobre. Este conductor debe estar conectado a tierra que debería estar conectado a una varilla de tierra.

2.20.1. Varilla de tierra

La varilla de tierra debe ser independiente de la varilla que se instala en el medidor. Esta varilla de tierra para la polarización físicamente es igual a la que se utiliza para el medidor, generalmente se la instala al pie del panel de medidor.

2.21. Circuitos de 240 V

Estos circuitos están sujetos a unas características y normas definidas y son utilizadas en aparatos electrónicos como aire acondicionado, calentadores de agua, bomba de piscina, ascensores, o algunas iluminaciones que son a 240 V.

2.21.1. Normas a seguir para un circuito de 240 V

- Cada T/C de 240 V debe ser independiente y no se mezcla con alumbrado ni T/C de 120 V.
- Utiliza ducto o tubo PVC o EMT de 3/4 pulgada de diámetro.
- Utiliza conductor que depende de la carga a que se va alimentar. Generalmente se utiliza 2 cables número 10 para las fases y 1 cable número 14 para el neutro.
- Cada circuito de 240 V debe tener su breaker de protección independiente.

2.22. Planilla de circuitos

Es una tabla de datos en la que constan todas las características eléctricas de cada uno de los circuitos y paneles de breaker del diseño de la residencia. Esta tabla se la construye con los datos que han sido tabulados en la bitácora.

A continuación, en la tabla 2.3 se muestra una forma de hacer la planilla de circuitos de una instalación eléctrica.

PANEL	#CTO	VOLTAJE	DUCTO	#CONDUCTOR	FASE	#PUNTOS	WATTS/PUNTO	CARGA INSTALADA (W)	BREAKER	
									POLOS	AMPERAJE
PB	1	120	1/2"	2C#12	A	10	60	600	1	20
	2	120	1/2"	2C#12	B	5	150	750	1	20
	3	120	1/2"	2C#12+C#14	A	2	200	400	1	20
	4	120	1/2"	2C#12	B	1	600	600	1	20
	5	240	3/4"	2C#10+C#14	AB	1	1000	1000	2	30
	6	120	1/2"	2C#12+C#14	A	1	600	600	1	20
	7	240	3/4"	2C#10+C#14	BA	1	1800	1800	2	30
	8	240	3/4"	2C#10+C#14	BA	1	1800	1800	2	30
	9	120	1/2"	2C#12	B	10	60	600	1	20
	10	120	1/2"	2C#12	A	7	150	1050	1	20
	11	240	3/4"	2C#10+C#14	BA	1	1800	1800	2	30
	12	240	3/4"	2C#10+C#14	BA	1	1800	1800	2	30
	13	240	3/4"	2C#10+C#14	BA	1	1800	1800	2	30

Tabla 2. 3: Planilla de circuitos

Fuente: El Autor

2.23. Sistema de control

El sistema de control es la instalación e integración de nuevas tecnologías y dispositivos electrónicos en los espacios habitables, que permiten la automatización de actividades cotidianas y el control local o remoto, con el fin de obtener una mayor funcionalidad y confort de las personas.(Redjinn, 2007)

Existen muchos sistemas de control, una de ellos es la domótica la cual se encarga de integrar tecnologías en el hogar.

2.24. Domótica

La domótica es el sistema que permite gestionar de forma eficiente y segura la energía eléctrica, lo cual es confortable para el usuario. Además busca evitar el consumo innecesario de energía gestionando inteligentemente los aparatos electrónicos, aportando seguridad y accesibilidad al sistema.(Redjinn, 2007)



Figura 2. 15: Automatización y control del hogar digital

Fuente: (Redjinn, 2007)

2.24.1. Beneficios de la domótica

La domótica tiene múltiples beneficios y los más importantes son:

- El ahorro energético por el control inteligente de los sistemas y consumos eléctricos.
- La red de comunicaciones se potencia y se enriquece debido al sistema.
- Seguridad personal y patrimonial del inmueble
- La gestión remota de las instalaciones y aparatos electrónicos.
- Se consigue un nivel de confort superior para el usuario.

2.24.2. Aplicaciones de la domótica

La domótica tiene muchas aplicaciones en el ámbito del usuario, de las cuales se va a mencionar las más comunes que son:

a) En el ámbito del ahorro energético.

Desconexión de equipos de uso innecesario en un momento dado, reduciendo la demanda requerida.

Zonificación y programación de los acondicionados de aire.

En el ámbito del nivel de confort.

Apagado general de la iluminación de la residencia.

Automatización del apagado y encendido en cada iluminación.

Automatización de los sistemas de instalación de la residencia.

b) En el ámbito de la protección personal y patrimonial.

Simulación de personas en áreas.

Detección de un posible intruso.

Detección de conatos de fuga de gas, incendio, escapes de agua.

c) En el ámbito de la comunicaciones

Transmisión de alarmas y emergencias.

Intercomunicaciones.

Control remoto.

2.24.3. Elementos de una instalación domótica

Son muchos los elementos que componen una instalación domótica, que va desde una central de gestión para un sistema centralizado hasta un mando automático a distancia. Dentro de estos elementos, están los elementos más frecuentes que son: los actuadores y sensores.(Castiñeira, 2012)

2.24.3.1. Sensores en domótica

Los sensores en la domótica se los utiliza para que el sistema pueda conocer el estado de ciertos parámetros como por ejemplo; la temperatura del ambiente, la existencia de fugas, etc. (Castiñeira, 2012)

Entre los sensores comúnmente utilizados tenemos: termostato de ambiente, sensor de temperatura interior, sensor de temperatura exterior, sondas de temperatura para gestión de calefacción, sonda de humedad, detector de fuga de gas, etc.

A continuación, en la figura 2.16 se tiene la imagen de algunos sensores utilizados en la domótica.



Figura 2. 16: Tipos de sensores
Fuente: (Castiñeira, 2012)

2.24.3.2. Actuadores en domótica

Los actuadores en la domótica son los encargados de ejecutar una acción y utiliza el sistema para modificar el estado de ciertos equipos e instalaciones. Hay algunos sensores que son capaces de ejecutar una acción y se lo llaman actuadores.

Entre los actuadores de la figura 2.17 comúnmente utilizados tenemos: electroválvulas de corte de suministro, válvulas para la zonificación de la calefacción por agua caliente y sirenas o elementos zumbadores.



Figura 2.17: Tipos de actuadores
Fuente: (Castiñeira, 2012)

2.24.4. Procesadores y controladores en domótica

Los procesadores y controladores en domótica son el centro de control que sirve para para gestionar toda la instalación domótica de una residencia desde un aparato. Este centro de control nos permite la programación de los dispositivos y una gran flexibilidad en el sistema domótica. Pueden ser aparatos sencillos de pequeñas consolas, algunos vienen con una pantalla táctil y con su respectivo menú de opciones.(Castiñeira, 2012)

Estos equipos se encargan de analizar la información que recibe, tomar decisiones dependiendo su configuración y dar órdenes a los elementos de salida, ver figura 2.18.



Figura 2.18: Procesadores y controladores
Fuente: (Castiñeira, 2012)

Existen varios métodos de automatización de una instalación eléctrica que puede ser:

- Pequeños automatismos aislados en determinadas partes de la instalación eléctrica como por ejemplo: encendido del alumbrado de escalera, encendido y apagado de equipos, riego automática, etc.
- Sistemas basados en relés o autómatas programables como por ejemplo: PLC, Logos, tarjetas Arduino, etc.
- Sistemas de corrientes portadoras como por ejemplo el X10 que es el más popular.
- Sistemas de bus como por ejemplo los KNX y Lonworks que son los más conocidos.

2.25. Tarjeta Arduino UNO

La tarjeta Arduino es una placa electrónica con la cual se puede controlar y sentir el mundo físico a través de un ordenador personal, esta placa está basada en el microcontrolador. Esta placa utiliza una plataforma de código abierto, que está constituida por un sencillo microcontrolador y un entorno de desarrollo para crear programas para la placa, ver figura 2.19.(«Curso de Arduino - Comenzando con Arduino», 2011)

La Arduino puede ser alimentada mediante conexión USB o con una fuente de poder externa.



Figura 2. 19: Arduino UNO

Fuente: («Curso de Arduino - Comenzando con Arduino», 2011)

2.25.1. Pines de alimentación

Una vez alimentado el Arduino mediante la conexión USB o con una fuente de poder externa de 7 a 12 V, se tiene unas salidas de tensión continua regulada como se muestra en la figura 2.20 con un rectángulo rojo que son:

- VIN: fuente de tensión de entrada (tensión alimentadora de la Arduino).
- 5V: esta la tensión regulada de 5 V y puede venir del pin VIN.
- 3.3V: este pin es generado por un regulador interno, lo cual hace que a la salida haya 3.3V y tiene un consumo máximo de corriente de 50ma.
- GND: Estos son los pines de tierra de la placa.



Figura 2. 20: Arduino UNO, pines de alimentación
 Fuente: («Curso de Arduino - Comenzando con Arduino», 2011)

2.25.2. Entradas y salidas digitales

Como se muestra en la figura 2.21, hay 14 pines digitales que se pueden utilizar como entradas o salidas y proporcionan o reciben un máximo de 40 mA. Estos pines tienen una resistencia de pull-up (desconectado por defecto) de 20 a 50 kOhm.

Además, hay alguno pines que tienen una funcionalidad especial como:

- Pin 0 (RX) y 1 (TX): Se utilizan para recibir y transmitir datos de serie TTL.
- Pin 2 y 3: Son los pines que se utilizan para las interrupciones externas.
- Pin 3, 5, 6, 9, 10 y 11: Son los pines de modulación por ancho de pulso PWM, constituye 8 bits de salida con la función analogWrite ().
- Pin 10, 11, 12, 13: Son pines de apoyo para la comunicación SPI.
- Pin 13: El pin 13 tiene conectado un LED en la placa, cuando el pin es de alto valor el LED enciende y cuan es bajo se apaga.



Figura 2. 21: Arduino UNO, salidas digitales
 Fuente: («Curso de Arduino - Comenzando con Arduino», 2011)

2.25.3. Entradas análogas

La Arduino posee 6 entradas análogas que van desde la A0 a A5, ver figura 2.22. Cada una de estas entradas ofrece 10 bits de resolución. En estos pines por defecto, se tiene una tensión de 5V, que puede ser cambiada utilizando el pin AREF, en donde la señal continua que se introduce se hace de referencia.



Figura 2. 22: Arduino UNO, entradas análogas

Fuente: («Curso de Arduino - Comenzando con Arduino», 2011)

2.26. Dispositivos acoplables a la Arduino

Son los dispositivos o elementos que puedan comunicarse con el sistema y se pueda hacer cualquier cambio o maniobra manualmente por el usuario. Estos dispositivos pueden estar conectados mediante cables o directamente acoplados a la tarjeta arduino, y algunos disponen de su misma librería que se adjunta al programa como sensores, actuadores, interfaces, comunicadores y servidor.(Lledó Sánchez, 2012)

2.26.1. Sensores

Los sensores son dispositivos capaces de detectar magnitudes químicas o físicas, estas magnitudes llamadas también variables de instrumentación las transforma en variables eléctricas.(Lledó Sánchez, 2012)

Las variables de instrumentación pueden ser: distancia, temperatura, aceleración, intensidad lumínica, fuerza, presión, torsión, movimiento, humedad, inclinación, movimiento, desplazamiento, pH, etc.



Figura 2. 23: Tipos de sensores para la Arduino
Fuente: (Lledó Sánchez, 2012)

En la figura 2.23 se puede observar cuatro tipos de sensores con su módulo acoplables a la tarjeta arduino que son: módulo de gas, módulo PIR, módulo de luz y módulo de temperatura.

2.26.2. Actuadores

Los actuadores son dispositivos capaces de transformar la energía eléctrica en la activación de un proceso, con el fin de generar un efecto sobre un proceso automatizado. Un actuador como por ejemplo el módulo relé figura 2.24, función como un interruptor controlado por la Tarjeta arduino.

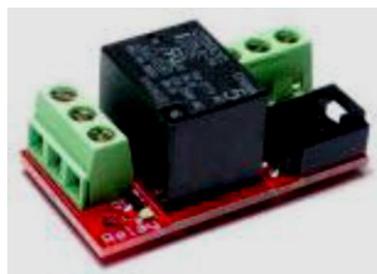


Figura 2. 24: Módulo relé
Fuente: (Lledó Sánchez, 2012)

2.26.3. Interfaces

La principal característica de las interfaces es ofrecer una comunicación entre el sistema y el ser humano. Existen diferentes tipos como visuales, auditivos y táctiles que avisan de los eventos a ejecutar como el módulo LED, módulo timbre, módulo visualizador, etc. Ver figura 2.25.



Figura 2. 25: Actuadores para la Arduino
Fuente: (Lledó Sánchez, 2012)

2.26.4. Comunicadores

Son las distintas placas que permiten la comunicación entre una o más tarjetas de arduino y el servidor. El sistema por el cual circula la información entre estas placas puede ser por aire como la modulación de ondas electromagnéticas o físico como por cable, teniendo en cuenta sus ventajas y desventajas de cada sistema.

A continuación, en la figura 2.26 se muestra diferentes tipos de comunicadores como el módulo Ethernet, módulo WiFi, módulo XBee, etc.



Figura 2. 26: Comunicadores
Fuente: (Lledó Sánchez, 2012)

CAPÍTULO 3: APORTES Y PROPUESTA DEL DISEÑO

3.1. Propuesta de un sistema de monitoreo del consumo KWH

Este trabajo de titulación se enfoca en aportar con un sistema de medición del consumo eléctrico KWH en tiempo real, con el cual se pueda monitorear las cargas de un sistema monofásico 240 / 120 V. A partir de este sistema llamado Mirubee, se propondrá un diseño con el cual se pueda controlar las cargas encendiendo o apagando desde un teléfono celular y así ahorrar energía eléctrica.

3.1.1. Mirubee

Mirubee es una plataforma profesional con la cual se puede monitorear el consumo eléctrico residencial, se basa en la tecnología Inspectee. Con esta plataforma se podrá saber el consumo KWH global e individualmente de cada aparato eléctrico.

El proceso de esta plataforma como se muestra en la figura 3.1 es:

- Colocar el medidor Mirubox V2 junto al Panel de Breaker.
- Consultar los datos de consumo KWH por Internet.
- Seleccionar los momentos de mayor consumo de energía.

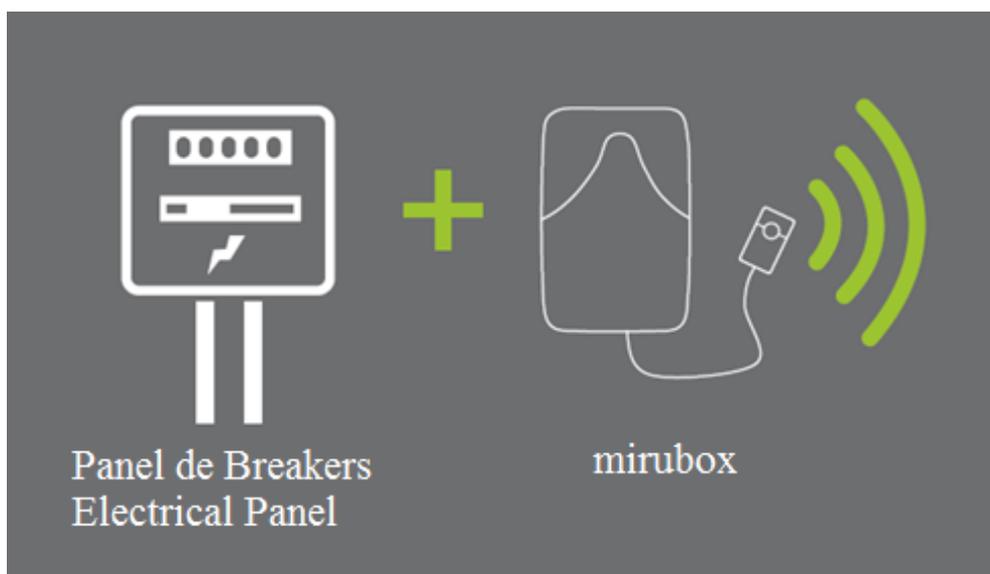


Figura 3. 1: Componentes del sistema Mirubee
Fuente:(«Manual_mirubox_v2_ESP_ENG.pdf», s. f.)

3.1.2. Tecnología Inspectee

La tecnología Inspectee es el reconocimiento de patrones que se basa en un conjunto de algoritmos matemáticos, de tal forma que analizan la señal eléctrica como un sistema de reconocimiento de voz o de escritura con la diferencia que estos analizan los electrodomésticos.

En la figura 3.2 se muestra cómo la tecnología Inspectee tiene un patrón llamado “*huellas eléctricas*” de los electrodomésticos, al ir analizando el consumo de la residencia va detectando estos patrones y son asociados a los electrodomésticos correspondiente.

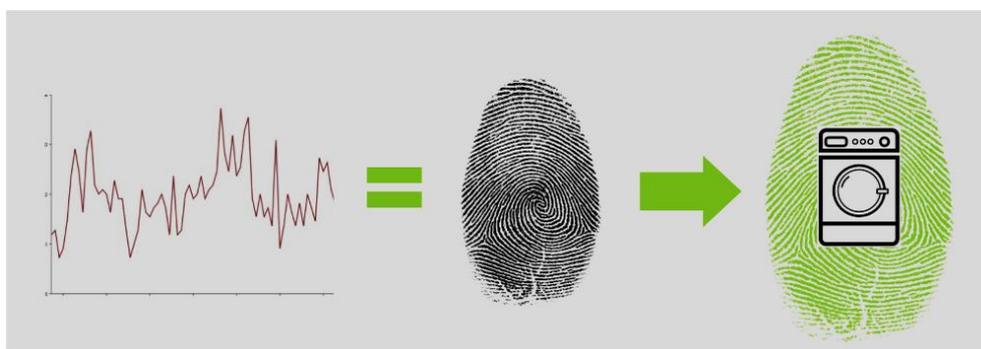


Figura 3. 2: Huellas eléctricas

Fuente:(«Manual_instalacion_mirubox_y_fichas_tecnicas_ESP.pdf», s. f.)

3.1.3. Mirubox V2

La Mirubox V2 es un medidor de consumo KWH de baja tensión, este sirve para medir sistemas monofásicos 220 V y se conecta a internet vía WiFi. La Mirubox V2 facilita la lectura del consumo de energía de una residencia y permite detectar oportunidades para el ahorro.

El equipo es una cajita blanca que viene con unos cables de alimentación que se conecta al panel de breaker de la residencia y dos pinzas de medición de corriente de núcleo partido de hasta 100 A y otra pinza que es opcional, ver figura 3.3.



Figura 3. 3: Mirubox V2

Fuente:(«Manual_instalacion_mirubox_y_fichas_tecnicas_ESP.pdf», s. f.)

En la figura anterior se puede ver dos pinzas de diferente color una negra y una blanca. La pinza negra sirve para medir el consumo general de la residencia, con esta medición se detectara el consumo total y el consumo individual de los principales electrodomésticos (huellas eléctricas) de la residencia como la nevera, lavadora, lavaplatos, secadora, horno, etc.

A continuación en la figura 3.4 y 3.5 se pueden ver ejemplos de “*huellas eléctricas*”.

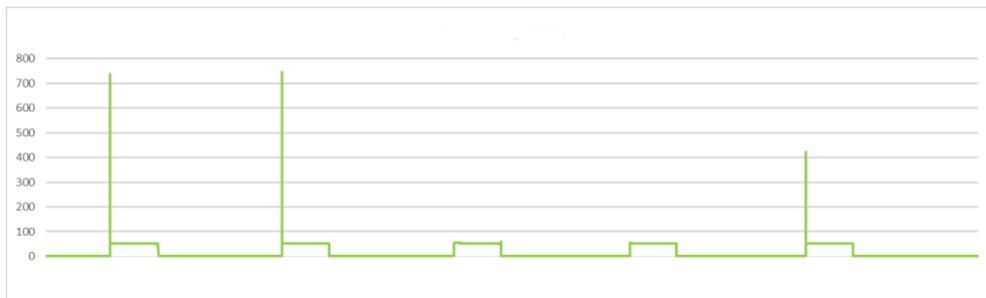


Figura 3. 4: Nevera (patrón de encendidos y apagados)

Fuente:(«Mirubee | La plataforma para ayudarte a ahorrar energía en casa», 2015)

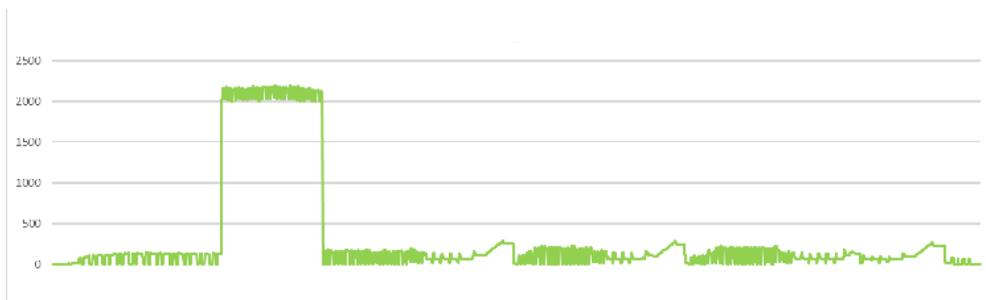


Figura 3. 5: Lavadora (patrón de arranques y parones del motor)

Fuente:(«Mirubee | La plataforma para ayudarte a ahorrar energía en casa», 2015)

La pinza blanca se lo instala en algún circuito de interés del panel de breaker con el cual se mide el consumo de cosas que el análisis de señal no podrá detectar, por ejemplo circuitos de iluminación y toma corriente, aire acondicionado, etc.

3.1.3.1. Instalación de la Mirubox V2

Apertura del panel de breaker: Desenergizar el panel de breakers y retirar la tapa frontal de protección del panel, ver figura 3.6.

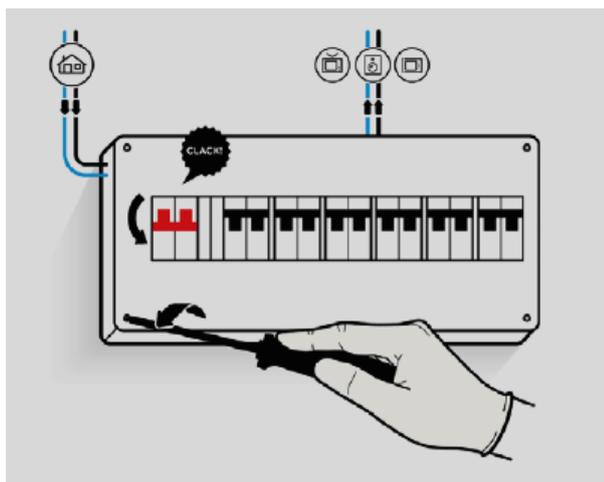


Figura 3. 6: Apertura y desenergización del panel de breaker
Fuente:(«Manual_mirubox_v2_ESP_ENG.pdf», s. f.)

Conexión de la alimentación: Aflojar los bornes del breaker de un circuito derivado a cual se conectara la Mirubox V2, introducir los terminales del cable de alimentación y apretar los bornes de nuevo, ver figura 3.7.

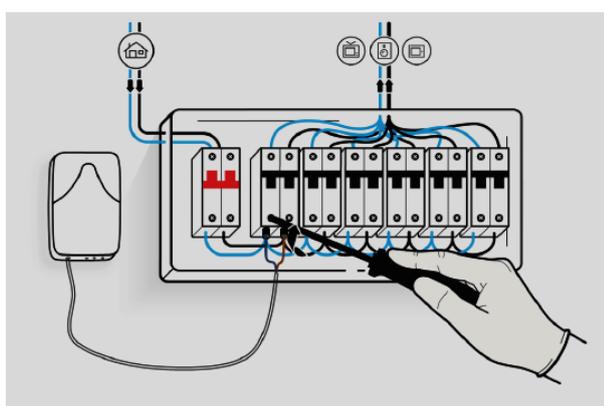


Figura 3. 7: Conexión de la alimentación
Fuente:(«Manual_mirubox_v2_ESP_ENG.pdf», s. f.)

Colocación de la pinza general: Conectar la pinza negra en el canal 1 de la Mirubox V2 y después acoplar la pinza al cable que lleva el consumo total de la residencia, ver figura 3.8.

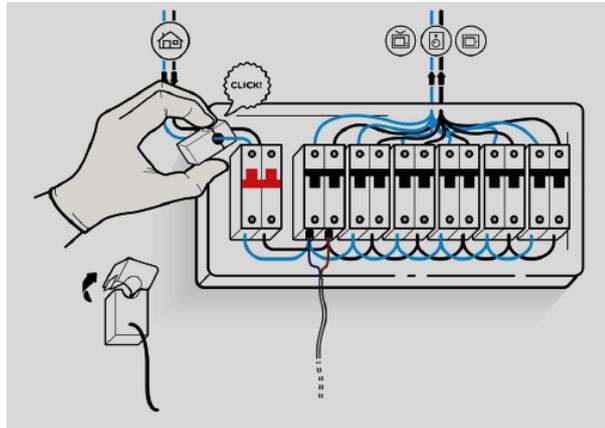


Figura 3. 8: Colocación de la pinza general
Fuente:(«Manual_mirubox_v2_ESP_ENG.pdf», s. f.)

Pinzas adicionales: Repetir el mismo proceso de la colocación de la pinza general, en cambio para estas pinzas estas se conectara en el canal 2 o 3 respectivamente, ver figura 3.9.

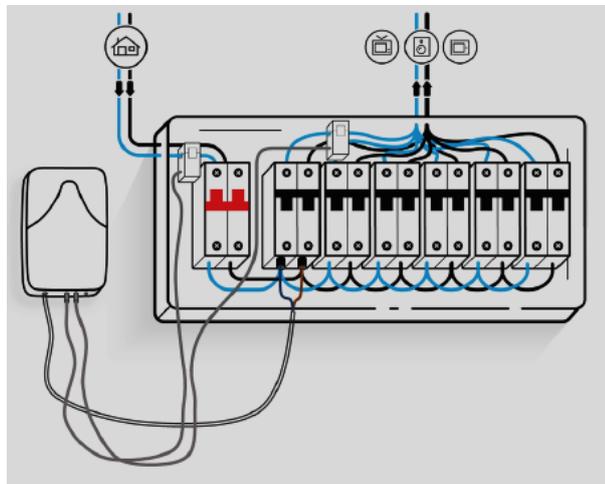


Figura 3. 9: Pinzas adicionales
Fuente:(«Manual_mirubox_v2_ESP_ENG.pdf», s. f.)

Cierre y alimentación del panel de breaker: Colocar la tapa frontal de protección del panel de breaker y energizar el panel. Comprobar en la Mirubox V2 que el LED rojo parpadea y después de unos segundos el LED azul empezará a parpadear, ver figura 3.10.

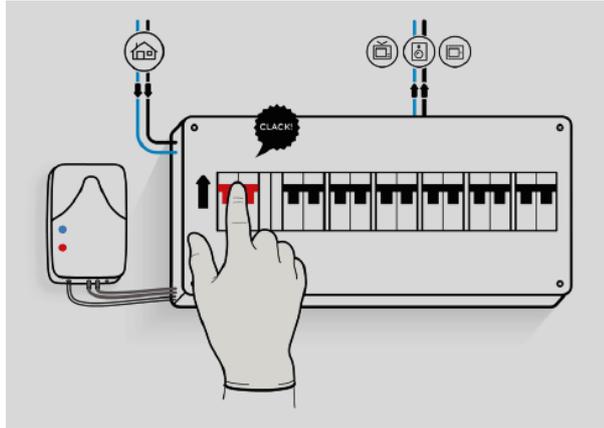


Figura 3. 10: Cierre y alimentación del panel de breaker
Fuente:(«Manual_mirubox_v2_ESP_ENG.pdf», s. f.)

3.1.3.2. Conexión WiFi

Para la conexión de WiFi de la Mirubox V2 a la aplicación móvil se necesita realizar los siguientes pasos:

1. Descargar la App móvil de Mirubee dependiendo al sistema operativo de tu celular, estos pueden ser Google Play o App Store.
2. Abrir la aplicación de Mirubee y registrarse si no lo está con un email válido.
3. Ir al menú de “Medidores” y seguir los pasos indicados en al App.

Si la instalación es correcta le enviará un mensaje de confirmación en la App. A partir de ese momento se tendrá un acceso a los análisis de datos medidos por la Mirubox V2 en el celular. También se podrá analizar los datos a través de la página Web.

3.1.3.3. Ficha técnica de la Mirubox V2

La Mirubox V2 utiliza un sistema de auto-alimentación mediante un circuito de medida de tensión. La conexión a la red WiFi de la Mirubox V2 se realiza a través de la App gratuita (iOS / Android). Sus características técnicas se la muestra en la siguiente tabla 3.1.

Circuito de alimentación	Tipo conexión	Monofásico
	Rango tensión	85...265 Vac
	Frecuencia	50 - 60 Hz
	Consumo	20 mA
Circuito de medida	Tensión nominal	85...265 Vp-n
	Corriente nominal	100 A
Clase de precisión	Tensión	1%
	Corriente	1%
Comunicaciones	Tipo	Wi-Fi (IEEE 802.11)
	Protocolo	HTTP, Modbus/TCP, XML
	Rango frecuencia	2,405 - 2,480 GHz
	Encriptación	AES128
	Certificación	FCC(USA), IC(CANADA), ETSI(EUROPA)
Características constructivas	Material envolvente	Auto-extinguible UNE 21031 90 °C
	Peso	180 g
	Grado de protección	IP 20
Condiciones ambientales	Temperatura de trabajo	-25...+45 °C
	Humedad (sin condensación)	5 ... 95% (sin condensación)
	Altitud máxima	2000 m
Seguridad	IEC 61010-1:2001 Protección al choque eléctrico Por doble aislamiento Clase II	
Normas	UNE-EN 61010-2-030:2011, UNE-EN 61326-1:2006, EN 301 489-17 V2.2.1	

Tabla 3. 1: Características técnicas

Fuente:(«Ficha_tecnica_mirubox_v2_ESP.pdf», s. f.)

Los parámetros de medición de la Mirubox son: tensión, potencia activa y potencia reactiva. Aunque al momento de ver el consumo en la aplicación solo se muestra la potencia activa.

Las dimensiones de la Mirubox V2 son 6.0 x 7.5 x 2.5 centímetros como se muestra en la figura 3.11.

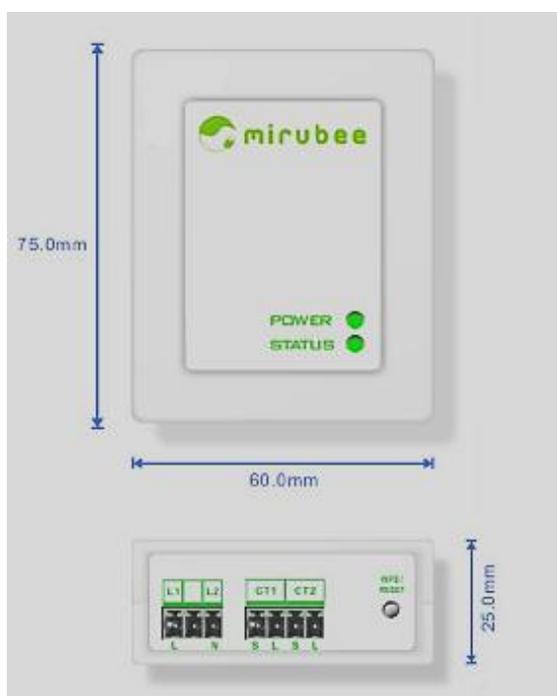


Figura 3. 11: Dimensiones de la Mirubox V2

Fuente:(«Ficha_tecnica_mirubox_v2_ESP.pdf», s. f.)

3.1.4. Configuración de la Mirubox V2 y Mirubee

Para la configuración de la Mirubox V2 con la plataforma Mirubee se debe introducir su código como se muestra en la figura 3.12. Esta se puede hacer de dos diferentes maneras: escaneando el código QR de la pegatina o haciéndolo manualmente.



Figura 3. 12: Escaneo del código QR
Fuente:(«Manual_de_usuario_mirubee_ESP.pdf», s. f.)

El siguiente paso se procederá a configurar la conexión WiFi. Para este paso se necesita que el ordenador o móvil se conecte a una red WiFi creada por el equipo llamada *PT_xxxxxx*, ver figura 3.13.



Figura 3. 13: Configuración WiFi
Fuente:(«Manual_de_usuario_mirubee_ESP.pdf», s. f.)

Cuando se haya conectado a la red *PT_XXXXXX* y pulsado el botón “siguiente” aparecerá un enlace llamado “configurar WiFi dispositivo”. Al momento de que se presione en el enlace se abrirá una ventana en el navegador mostrando la lista de redes WiFi que existen alrededor la Mirubox V2.

Una vez encontrada la red WiFi de la residencia, seleccionarla y pulsar el botón “Select” como se muestra en la figura 3.14.

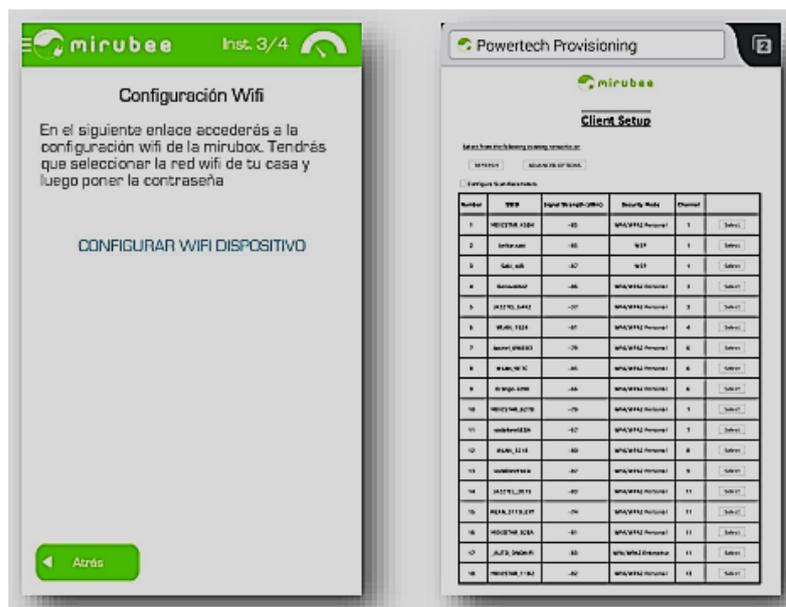


Figura 3. 14: Selección de la red WiFi
Fuente:(«Manual_de_usuario_mirubee_ESP.pdf», s. f.)

Si la red WiFi de la residencia no aparece en la lista de redes pulsar el botón “Refresh” para que vuelva a repetir la búsqueda, ver figura 3.15.

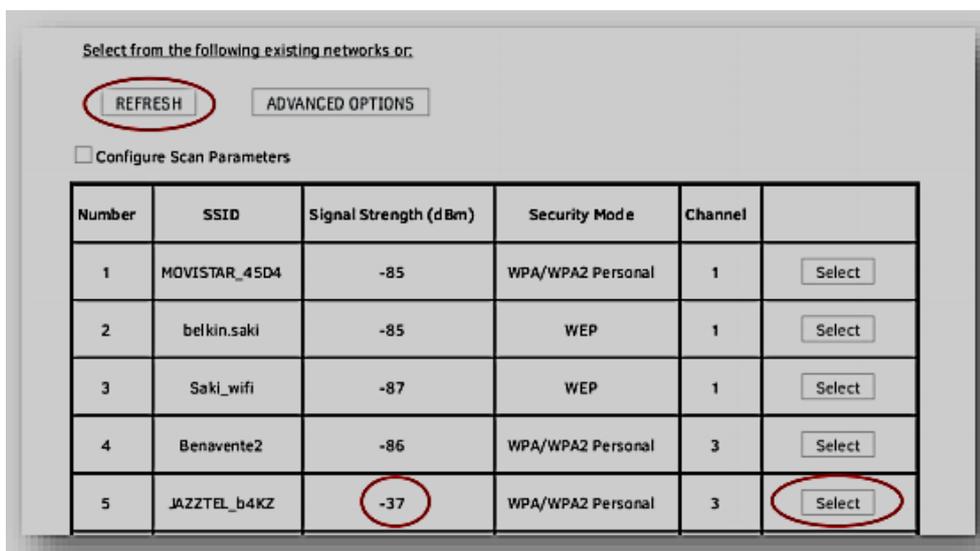
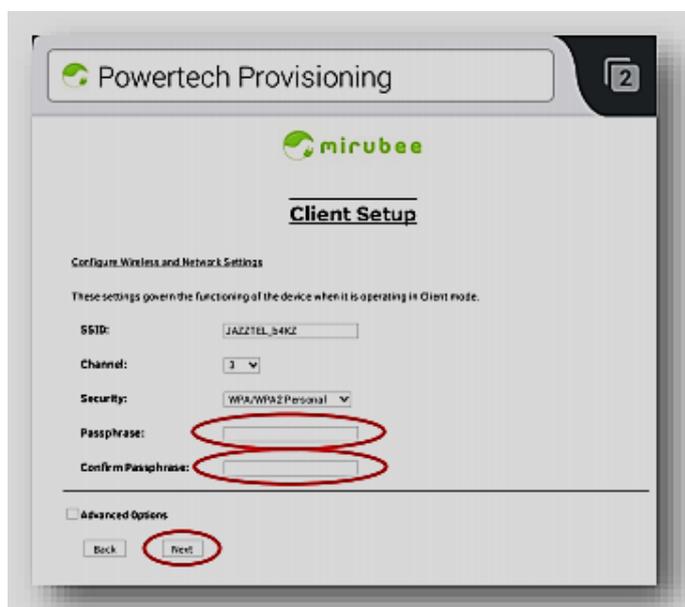


Figura 3. 15: Búsqueda de redes
Fuente:(«Manual_de_usuario_mirubee_ESP.pdf», s. f.)

Después de encontrar la red WiFi de la residencia y seleccionarla, aparecerá el siguiente menú donde se debe introducir la contraseña de dicha red dos veces como se muestra en la figura 3.16.



The screenshot shows the 'Client Setup' page in the Powertech Provisioning interface. The page title is 'Client Setup' and it is under the 'mirubee' logo. The main heading is 'Configure Wireless and Network Settings'. Below this, there is a sub-heading 'These settings govern the functioning of the device when it is operating in Client mode.' The form contains the following fields: SSID (JAZZTEL_b4KZ), Channel (3), Security (WPA/WPA2 Personal), Passphrase, and Confirm Passphrase. The 'Next' button is highlighted with a red circle.

Figura 3. 16: Menú de configuración de red
Fuente:(«Manual_de_usuario_mirubee_ESP.pdf», s. f.)

Luego pulsar “Next” y después “Save”, ver figura 3.17.



The screenshot shows the 'Wireless Configuration Summary' page in the Powertech Provisioning interface. The page title is 'Wireless Configuration Summary' and it is under the 'mirubee' logo. The main heading is 'Client Setup'. The summary shows the following configuration: SSID (JAZZTEL_b4KZ), Channel (3), and Security (WPA/WPA2 Personal). The 'Save' button is highlighted with a red circle.

Figura 3. 17: Configuración de red guardada
Fuente:(«Manual_de_usuario_mirubee_ESP.pdf», s. f.)

A continuación, en la figura 3.18 se muestra el mensaje de confirmación que aparecerá en la página web después de que el medidor se haya reiniciado y conectado a la red WiFi de la residencia.



Figura 3. 18: Mensaje de confirmación
Fuente:(«Manual_de_usuario_mirubee_ESP.pdf», s. f.)

Por último, después de haber hecho toda la configuración se dirige a la App del celular o al acceso web para sincronizar la Mirubox V2 y la red de la residencia como se muestra en la figura 3.19, para de ay llenar el formulario de registro.

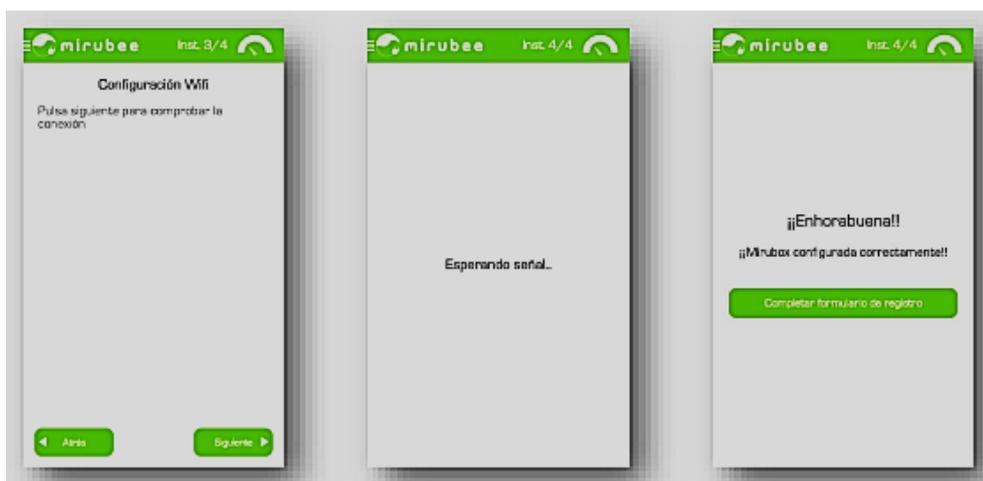


Figura 3. 19: Sincronización de la Mirubox V2 y la red WiFi
Fuente:(«Manual_de_usuario_mirubee_ESP.pdf», s. f.)

3.1.5. Funcionalidades y uso de Mirubee

El funcionamiento y el uso de la plataforma Mirubee después de se haya configurado la Mirubox V2 y llenado el formulario de registro se podrá ver y maniobrar los apartados que tiene la plataforma como:

- Monitoreo del consumo en tiempo real.
- Energía consumida por electrodomésticos.
- Registro de consumo máximos.
- Recomendaciones personalizadas.
- Distribución semanal del consumo.

Consumo en tiempo real.- En la pantalla se podrá observar el consumo general de la residencia en Wattios lo cual se actualiza cada 2 segundos, ver figura 3.20.



Figura 3. 20: Consumo en tiempo real

Fuente:(«Mirubee | La plataforma para ayudarte a ahorrar energía en casa», 2015)

Energía consumida por electrodoméstico.- Esta depende de las huellas eléctricas que va detectando por la tecnología Inspectee, ver figura 3.21.

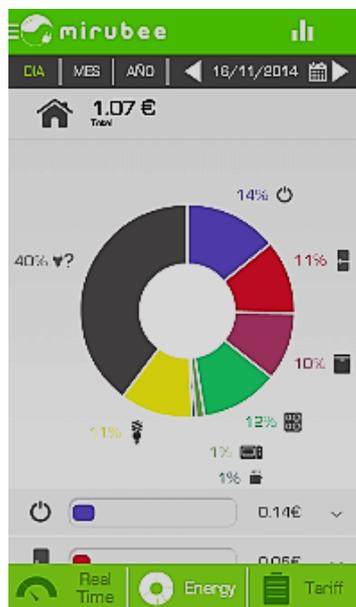


Figura 3. 21: Energía consumida por electrodoméstico

Fuente:(«Mirubee | La plataforma para ayudarte a ahorrar energía en casa», 2015)

Ajuste de la Potencia.- Registro de consumos máximos para el ajuste de la demanda requerida. En el primer apartado de la plataforma se verá un listado de los 5 momentos en donde ha habido un mayor consumo, ver figura 3.22.



Figura 3. 22: Ajuste de la potencia

Fuente:(«Mirubee | La plataforma para ayudarte a ahorrar energía en casa», 2015)

Optimiza la tarifa.- En el segundo apartado se verá las recomendaciones personalizadas de tarifas de electricidad, ver figura 3.23.

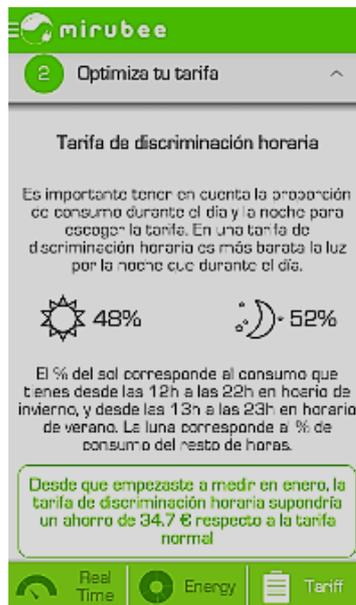


Figura 3. 23: Optimiza tu tarifa

Fuente:(«Mirubee | La plataforma para ayudarte a ahorrar energía en casa», 2015)

Hábitos de consumo.- Esto está en el tercer apartado donde se muestra la distribución semanal del consumo de la residencia por franjas horarias. A la vez indica cuando se debe estar más atento a los consumo, ver figura 3.24.



Figura 3. 24: Hábitos de consumo

Fuente:(«Mirubee | La plataforma para ayudarte a ahorrar energía en casa», 2015)

Históricos de consumo.- En esta sección se podrá ver el historial guardado del consumo por día, mes y año como se muestra en la figura 3.25.



Figura 3. 25: Históricos de consumo

Fuente:(«Mirubee | La plataforma para ayudarte a ahorrar energía en casa», 2015)

3.2. Sistema control de corriente de los circuitos

Para el desarrollo del sistema de control de corriente se revisó los conocimientos y definiciones presentados en el capítulo anterior, con lo cual se pudo realizar este sistema que consiste en los siguientes puntos:

- Recolección de la información de los dispositivos a la tarjeta arduino.
- Envío de la información mediante Ethernet o WiFi.
- Almacenamiento de la información en una base de datos.
- Monitoreo y presentación en tiempo real de la información obtenida.

En la figura 3.26 se puede observar los equipos utilizados en el sistema nombrados a continuación:

- Arduino Uno
- App Blynk (comunicación mediante internet)
- Módulo de Ethernet
- Módulo WiFi
- Módulo Screw Shield 1.0
- Relé de Estado Sólido (SSR)

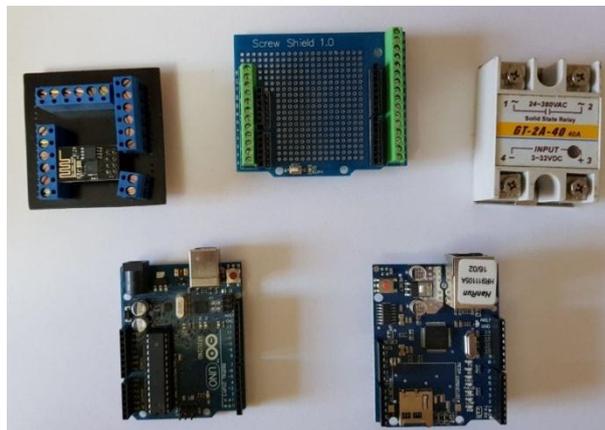


Figura 3. 26: Equipos utilizados en el sistema
Fuente: El Autor

3.2.1. Arduino UNO

La tarjeta Arduino Uno en la figura 3.27, al tener las características suficientes se la utilizó en este sistema para realizar la tarea de energizar o desenergizar la corriente

de los circuitos derivados que más consumen o los que están energizados y no son utilizados, con el fin de disminuir el consumo y así ahorrar energía.



Figura 3. 27: Arduino Uno
Fuente: El Autor

3.2.1.1. Alimentación de la Arduino UNO

La tarjeta arduino será alimentada por una fuente externa de poder AC/DC que tiene de entrada 120 VAC y de salida 12 VDC con una corriente de 5 Amperios como se muestra en la figura 3.28.



Figura 3. 28: Fuente de Alimentación de la Arduino
Fuente: el Autor

3.2.1.2. Configuración de la Arduino UNO con el Software

Para la programación de la tarjeta se utilizó la versión del software Arduino 1.6.12 y el cable USB de la tarjeta Arduino UNO hacia la PC, ver figura 3.29. A continuación se podrá ver todo los detalles de la comunicación paso a paso de la tarjeta.

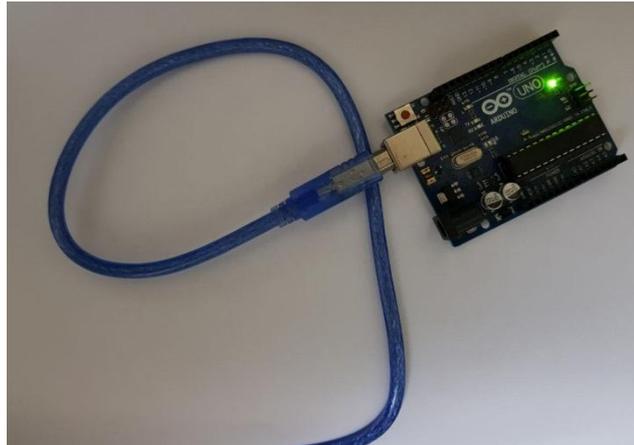


Figura 3. 29: Configuración de la Arduino con el Software
Fuente: El Autor

Al abrir el programa se mostrara automáticamente una ventana de inicio, en la cual se tiene una barra de herramientas con cinco opciones archivo, editar, programa, herramientas y ayuda, ver figura 3.30.

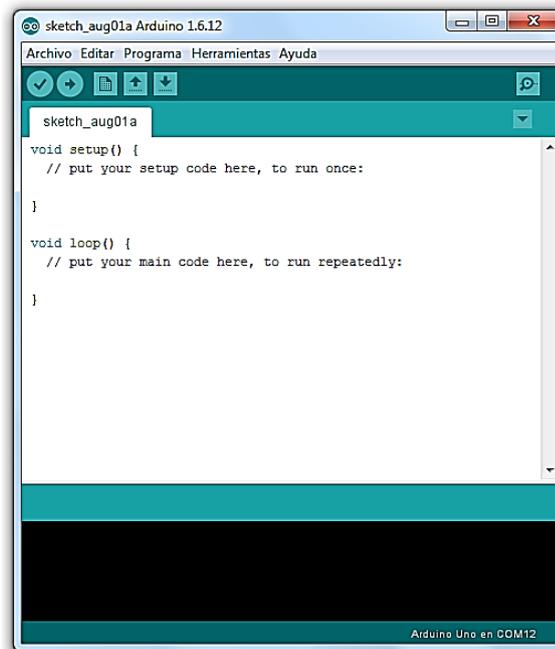


Figura 3. 30: Ventana de Inicio del Software (Arduino)
Fuente: El Autor

Para comunicar la tarjeta Arduino con la PC por medio del puerto de USB, se tiene que ir a la opción “*herramientas*” y después elegir la opción “*puerto*”, ver figura 3.31.

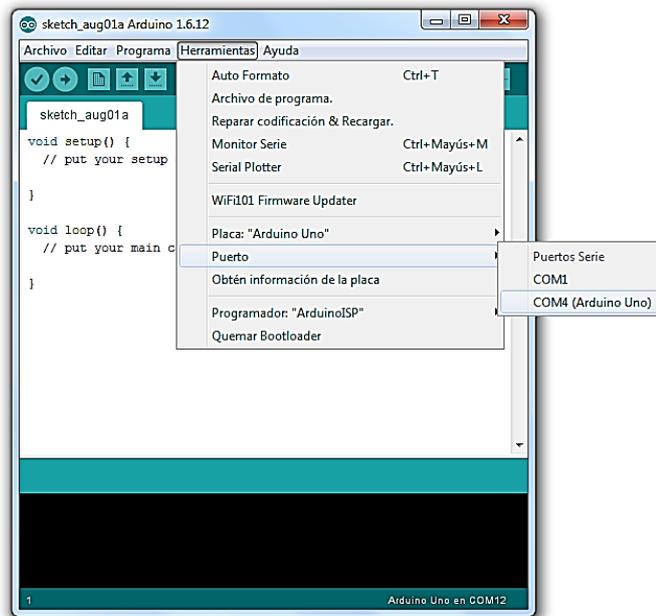


Figura 3. 31: Comunicación entre la PC y la tarjeta Arduino
Fuente: El Autor

Luego de haber elegido el puerto por el cual se va a comunicar, se tendrá que escoger el modelo de la tarjeta que está en la opción “herramientas” y después la opción “placa”, se eligió “Arduino Uno” como se muestra en la figura 3.32.

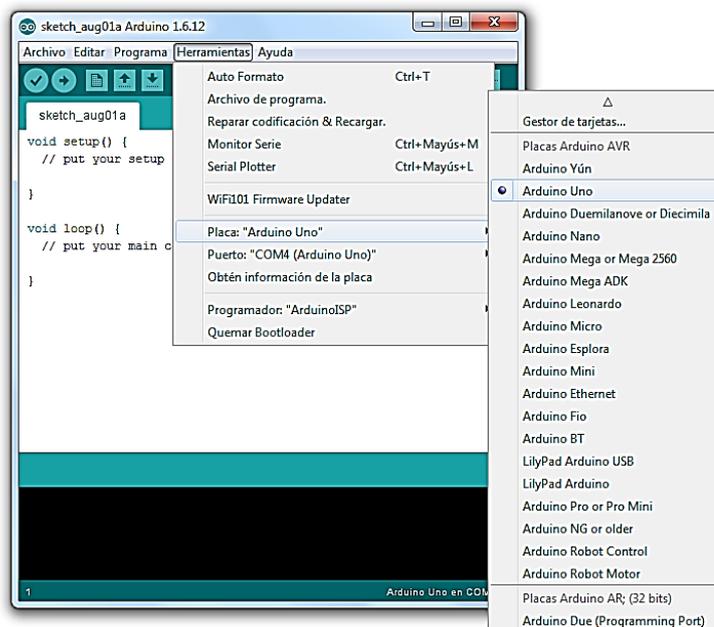


Figura 3. 32: Elección del modelo de la tarjeta Arduino
Fuente: El Autor

3.2.2. Módulo Ethernet

El modulo Ethernet utiliza el sistema estándar Ethernet por medio del protocolo TCP/IP para establecer una conexión a internet. El controlador Ethernet es el W5100

con 16K de buffer interno. Este módulo se comunica por el bus SPI con el microcontrolador del Arduino como se muestra en la figura 3.33, para utilizarlo se debe incluir en la programación la librería SPI.H.

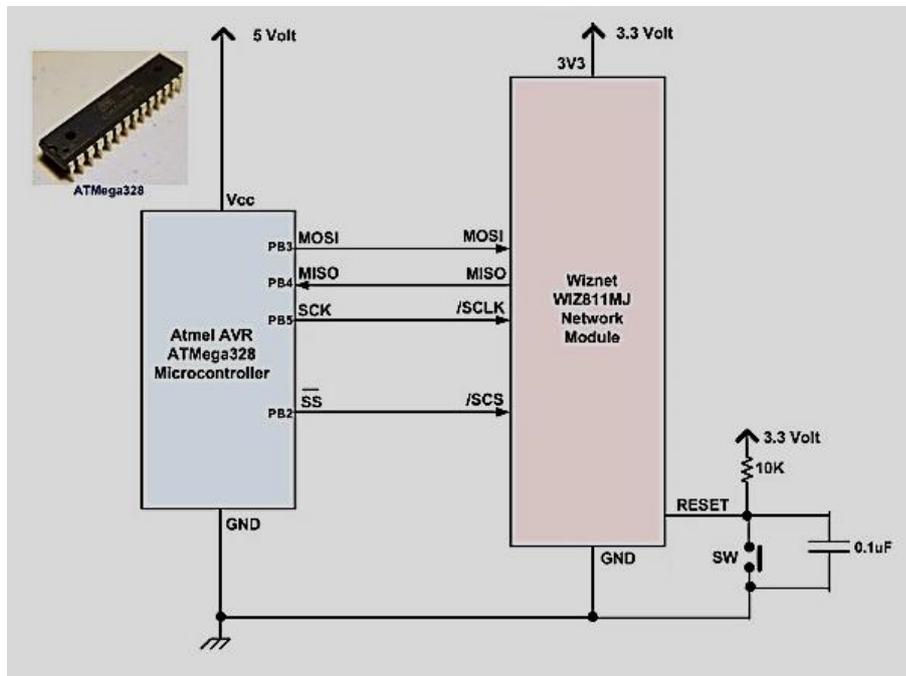


Figura 3. 33: Comunicación por el bus SPI
Fuente:(jecrespom, 2016)

También en el módulo se dispone de un lector de tarjetas micro-SD ver figura 3.34, sirve para guardar información como ficheros y utilizarlos en la red. Para esto se necesita utilizar la librería SD.

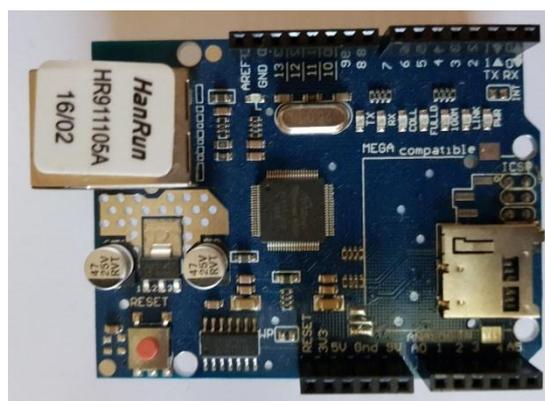


Figura 3. 34: Módulo Ethernet
Fuente: El Autor

Este módulo es una placa que se acopla encima de la tarjeta arduino por medio de los pines que tiene, que son incrustada en la tira de pines de la tarjeta respectivamente, ver figura 3.35.



Figura 3. 35: Acoplamiento del módulo Ethernet con la Arduino
Fuente: El Autor

Después de haber acoplado el módulo con la tarjeta se podrá alimentar la tarjeta arduino que a su vez también alimenta al módulo Ethernet que son 5V. Para establecer la conexión a internet se necesita un cable RJ45 desde el router más cercano de la residencia hasta el módulo Ethernet.

El módulo Ethernet contiene varios LEDs tales:

- ON: Este LED indica que la tarjeta y el módulo están alimentadas.
- LINK: Con este LED se puede ver la presencia de un enlace de red, y cuando parpadea el módulo recibe o envía datos.
- 100M: Este LED indica cuando la red de conexión es de 100Mb/s.
- RX y TX: Esos LEDs parpadea cuando recibe y envía datos respectivamente.

3.2.2.1. Tarjeta Screw Shield 1.0

Es una tarjeta que se acopla por medio de pines al módulo Ethernet y permite hacer las conexiones por medio de borneras y permite que otra placa se pueda acoplar por la parte superior como se muestra en la figura 3.36.



Figura 3. 36: Tarjeta Screw Shield 1.0
Fuente: El Autor

3.2.3. Módulo WiFi

Para que exista una comunicación inalámbrica WiFi del microcontrolador del Arduino UNO, los módulos WiFi es la forma más sencilla y fácil para ampliar esas posibilidades y hacer dicha conexión al router de la residencia.

A continuación, la figura 3.37 muestra todos los módulos existentes para hacer una conexión WiFi entre la tarjeta Arduino y red WiFi de la residencia.



Figura 3. 37: Módulos WiFi
Fuente:(jecrespom, 2016)

3.2.3.1. Módulo WiFi ESP8266

En el desarrollo del sistema se eligió este módulo por ser de bajo costo. Este módulo es un chip WiFi que tiene una pila completa TCP/IP y una capacidad de MCU (Micro Controller Unit). El fabricante de este producto es Espressif Systems.

En la figura 3.38 se puede observar el módulo WiFi ESP8266 utilizado para el sistema, viene con 1 MB de flash incorporado y es alimentado a 3.3V.

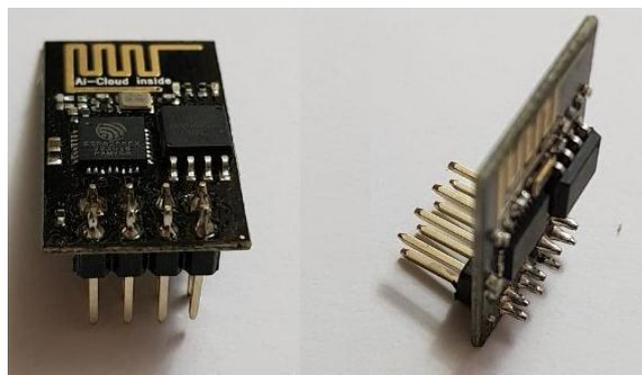


Figura 3. 38: Módulo WiFi ESP8266
Fuente: El Autor

En la figura 3.39 se muestra el diagrama esquemático del módulo WiFi.

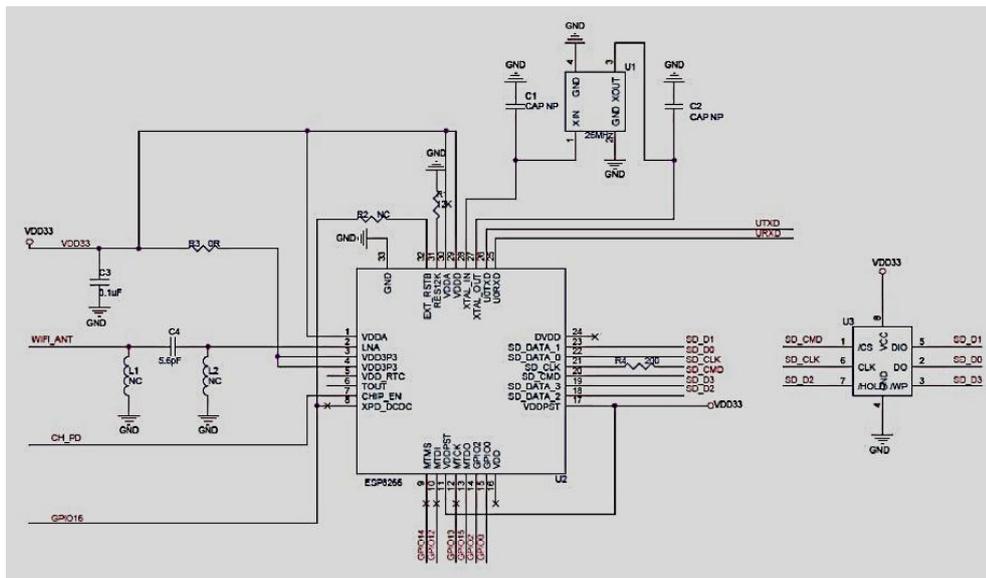


Figura 3. 39: Diagrama esquemático del módulo WiFi

Fuente:(jecrespom, 2016)

3.2.3.2. Conexión del módulo WiFi con la Arduino

Para la conexión del módulo WiFi se necesita saber los pines que contengan el modulo y conectarlo correctamente a la tarjeta Arduino, estos pines son de tipo puerto serie y en la figura 3.40 se muestra los pines con su nombre respectivamente.

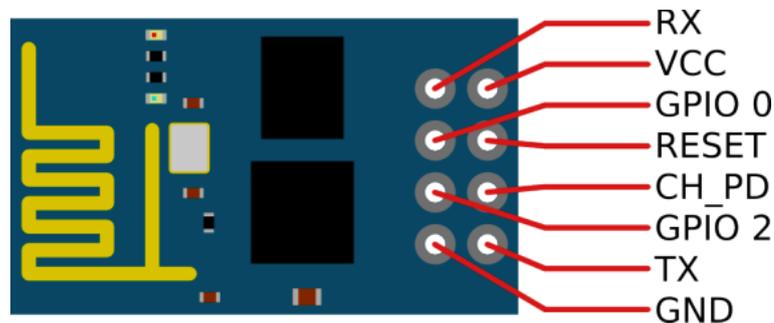


Figura 3. 40: Pines del módulo WiFi

Fuente:(jecrespom, 2016)

Para conectar los pines del módulo WiFi a la Tarjeta Arduino se elaboró una placa de circuito impreso, con sus pistas o buses correspondiente para que se pueda acoplar a la tarjeta Arduino por medio de los pines machos integrados a la placa de circuito impreso como se muestra en la figura 3.41.

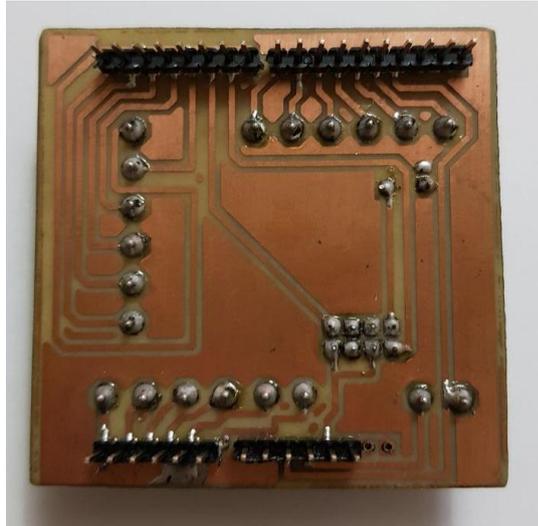


Figura 3. 41: Placa de circuito impreso
Fuente: El Autor

Además, en la parte posterior se tiene unas borneras que están unidas a los pines de salidas digitales de la placa de circuito impreso, también cuenta con ocho pines tipo hembra para que el módulo WiFi se pueda acoplar a la placa de circuito impreso, ver figura 3.42.

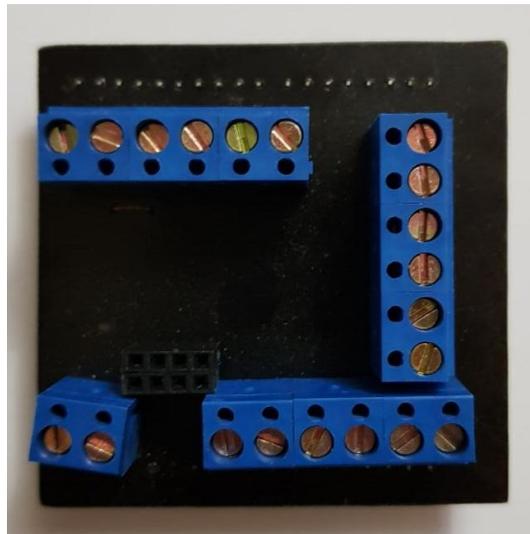


Figura 3. 42: Placa de circuito impreso (Parte Posterior)
Fuente: El Autor

A continuación en la figura 3.43 se puede ver como el módulo WiFi se acopla fácilmente a la placa de circuito impreso sin necesidad de utilizar cables jumper.

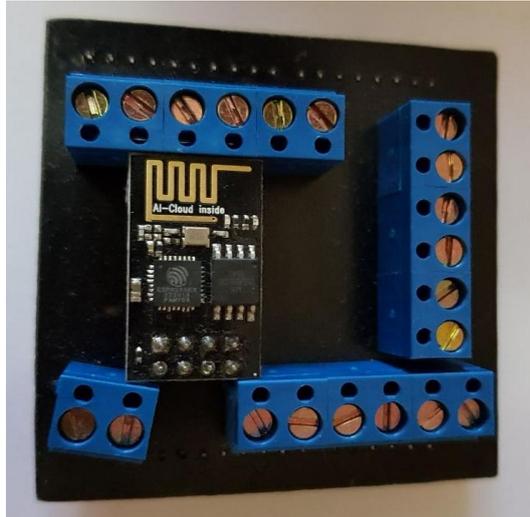


Figura 3. 43: Módulo WiFi acoplado a la placa de circuito impreso
Fuente: El Autor

3.2.4. App Blynk

En el diseño del sistema se utiliza la aplicación Blynk para controlar vía celular los circuitos eléctricos de la residencia, de tal manera que se pueda encender o apagar los aparatos electrónicos que están conectados al circuito, ver figura 3.44.



Figura 3. 44: Blynk
Fuente:(Gómez, 2016)

Esta aplicación permite interactuar con hardware conectado a internet y funciona con varias plataformas como Arduino + Ethernet Shield, Raspberry Pi, módulo WiFi ESP8266, etc. Con la aplicación Blynk se puede controlar y mostrar la información obtenida de los sensores conectados al hardware de manera remotamente, ver figura 3.45.

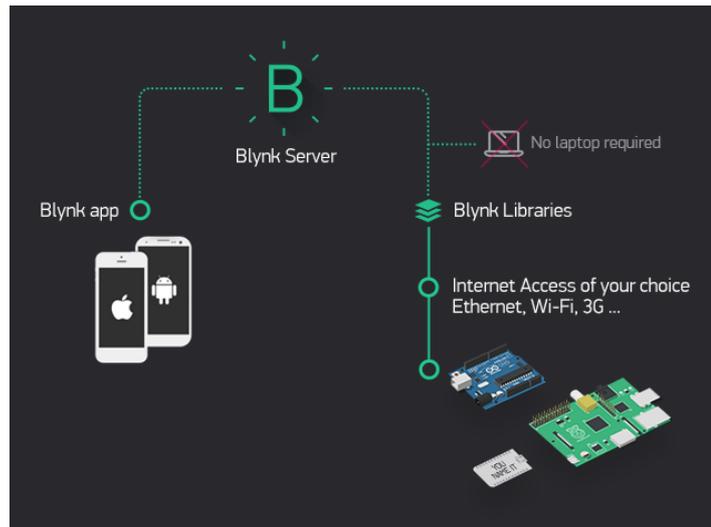


Figura 3. 45: Comunicación Blynk
Fuente: El Autor

Se la puede descargar desde el celular mediante la Play Store para sistema Android y la App Store para sistema iOS dependiendo el tipo de sistema que sea el celular, ver figura 3.46.



Figura 3. 46: Descargando aplicación Blynk
Fuente: El Autor

Luego de haber descargado la aplicación, crear nueva cuenta en el caso de no tener una e iniciar sesión con un correo válido y su respectiva contraseña, ver figura 3.47.

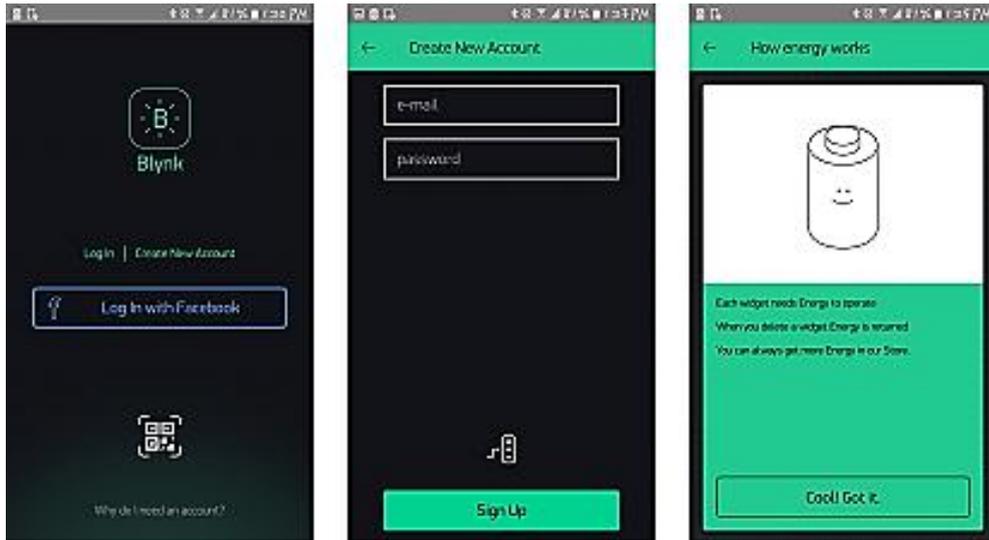


Figura 3. 47: Iniciar sesión (Blynk)
Fuente: El Autor

Por ultimo descargar la librería de Blynk desde la página principal y mover a la carpeta que contiene las librerías de Arduino. Después de haber hecho todos los pasos, la aplicación ya está lista para crear un nuevo proyecto, ver figura 3.48.

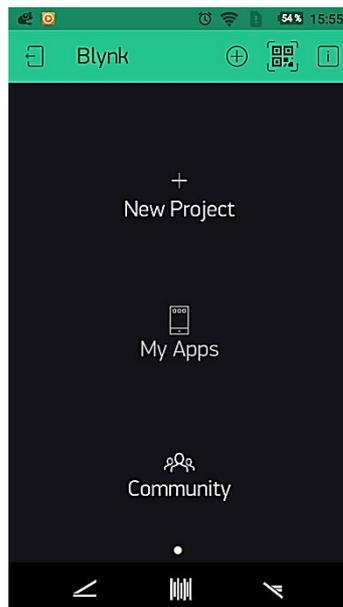


Figura 3. 48: App Blynk (Ventana principal)
Fuente: El Autor

3.2.5. Relé de estado sólido (SSR)

El Relé de estado sólido es un interruptor electrónico que bloquea el paso de la corriente al aplicar una tensión en su entrada continua VDC sin contacto mecánico, ver figura 3.49. («Relés de Estado Sólido (SSR)», s. f.)



Figura 3. 49: SSR
Fuente: El Autor

Para el sistema se utiliza un relé GT-2A-40 que soporta hasta 40 amperio, tiene una tensión de entrada de 3 a 32 VDC, esta entrada “*input*” va a trabajar en paralelo con un LED y un contacto abierto de 24 a 380 VAC con el cual se va a controlar el paso de la corriente de los circuitos eléctricos de la residencia.

La tensión de entrada será alimentada por las salidas digitales del arduino y por medio de la App Blynk del celular, mediante el módulo Ethernet o el módulo WiFi esta entrada se va habilitar o deshabilitar conjuntamente con el LED.

3.3. Diseño del sistema mediante Ethernet

La elaboración de este sistema consiste en una conexión de red de cable del router hacia el sistema en donde se va controlar los circuitos de la residencia. Para el desarrollo de este sistema se necesita realizar lo siguiente:

- Creación del programa en la App Blynk, con el tipo de conexión Ethernet
- Conexión y programación de la Tarjeta Arduino Uno
- Conexión del Módulo Ethernet

3.3.1. Blynk (configuración Ethernet)

Para la configuración de la aplicación Blynk con la conexión Ethernet, se tiene que seleccionar “*new proyect*” en la aplicación. Enseguida preguntara el nombre del

proyecto, tipo de placa con cual se va trabajar y el tipo de conexión. El sistema se configuró como se muestra en la figura 3.50.

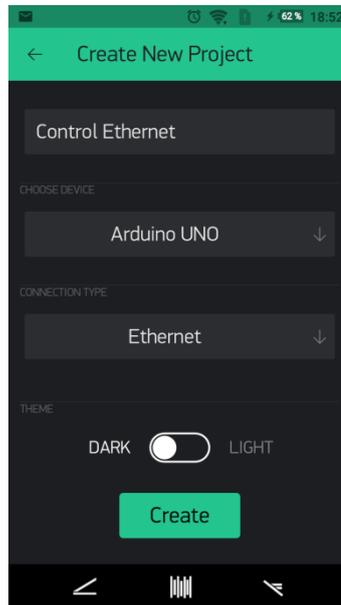


Figura 3. 50: Datos del proyecto
Fuente: El Autor

Luego de llenar los ítems se selecciona “*Create*”, la aplicación enviara un código al correo que se registró al momento de crear la cuenta, este código se llama “*Token*” y se lo usa en la programación de la Arduino más adelante, ver figura 3.51.

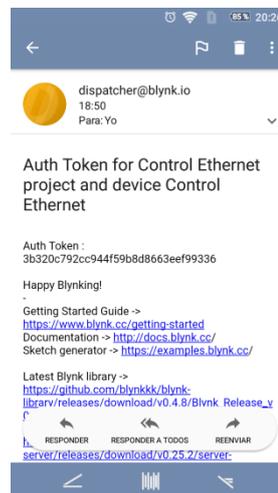
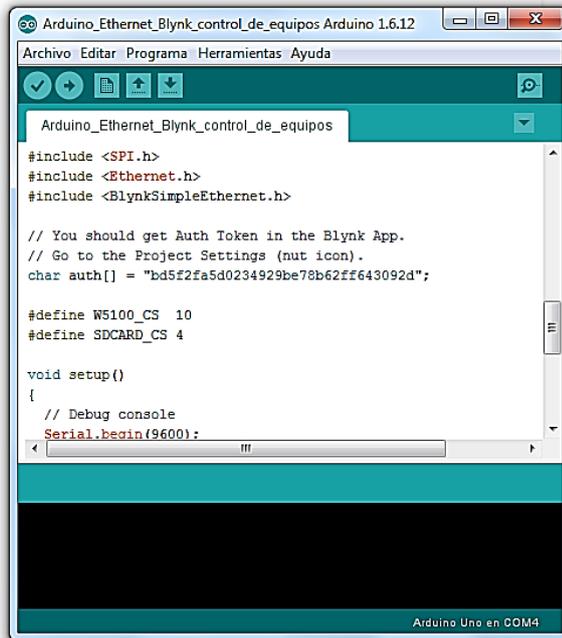


Figura 3. 51: Código Token (Control Ethernet)
Fuente: El Autor

3.3.2. Programación de la Arduino UNO (Configuración Ethernet)

Para la programación de la Arduino se realiza el Sketch correspondiente como se muestra en la figura 3.52 la primera parte de la programación. En esta parte de la

programación se puede observar el código “Token” que sirve de comunicación entre la aplicación y el sistema.



```
Arduino_Ethernet_Blynk_control_de_equipos Arduino 1.6.12
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
Arduino_Ethernet_Blynk_control_de_equipos
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
#include <BlynkSimpleEthernet.h>

// You should get Auth Token in the Blynk App.
// Go to the Project Settings (nut icon).
char auth[] = "bd5f2fa5d0234929be78b62ff643092d";

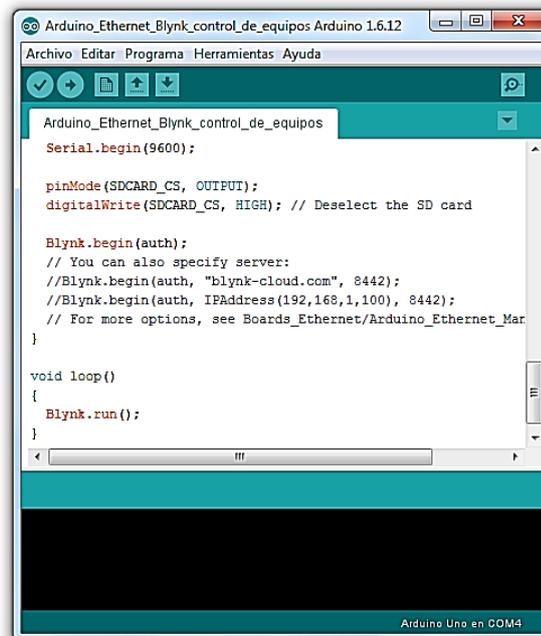
#define W5100_CS 10
#define SDCARD_CS 4

void setup()
{
  // Debug console
  Serial.begin(9600);
}
```

Figura 3. 52: Programación del sistema (1 Parte)

Fuente: El Autor

A continuación, en la figura 3.54 se puede observar otra parte de la programación de la Arduino.



```
Arduino_Ethernet_Blynk_control_de_equipos Arduino 1.6.12
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
Arduino_Ethernet_Blynk_control_de_equipos
Serial.begin(9600);

pinMode(SDCARD_CS, OUTPUT);
digitalWrite(SDCARD_CS, HIGH); // Deselect the SD card

Blynk.begin(auth);
// You can also specify server:
//Blynk.begin(auth, "blynk-cloud.com", 8442);
//Blynk.begin(auth, IPAddress(192,168,1,100), 8442);
// For more options, see Boards_Ethernet/Arduino_Ethernet_Mar
}

void loop()
{
  Blynk.run();
}
```

Figura 3. 53: Programación del sistema (2 Parte)

Fuente: El Autor

Por último se podrá verificar para ver si la programación no tiene un error y luego cargar o subir la programación a la tarjeta que se va a utilizar en el sistema de control de corriente de circuitos como se muestra en la figura 3.55.

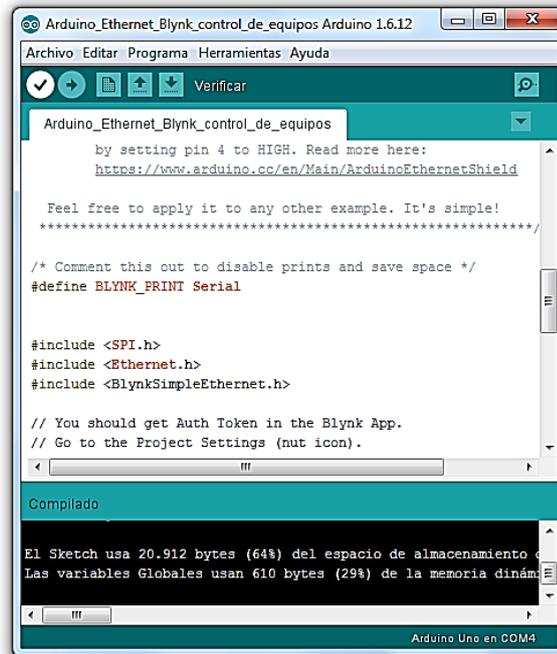


Figura 3. 54: Subir la programación a la Tarjeta
Fuente: El Autor

Finalmente después de haber cargado la programación a la tarjeta, se conectará el módulo de Ethernet para que trabaje conjuntamente con la tarjeta Arduino. Para comprobar en el software que la conexión del sistema esté correcta se debe dar clic al “*monitor serial*” y salir lo siguiente, ver figura 3.55.

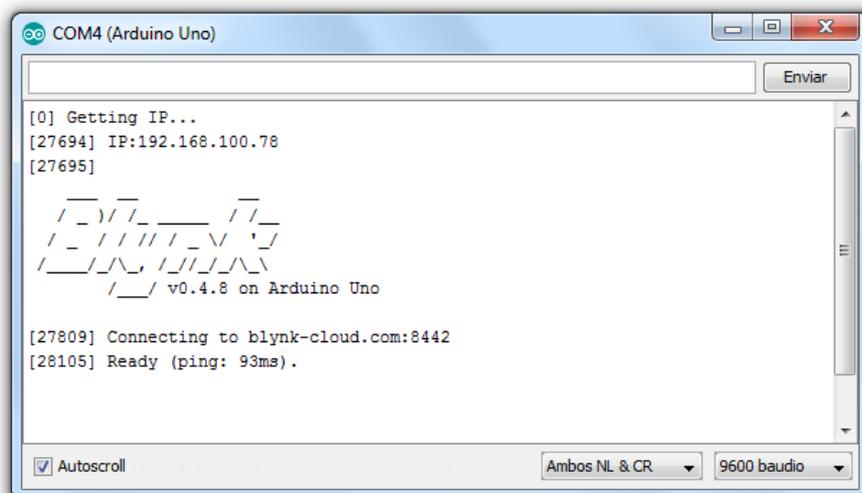


Figura 3. 55: Monitor Serial
Fuente: El Autor

3.3.3. Conexiones del sistema de control mediante Ethernet

Para poder hacer la simulación de control mediante Ethernet se tiene que tomar en cuenta lo siguiente:

- Solo se usarán las señales digitales de la Arduino como salidas para el control, estas pueden detectar solo dos valores 0 o 5 voltios, en cambio la señal analógica pueden detectar los valores comprendido entre 0 y 5 voltios.
- Los pines digital 10, 11,12 y 13 no se podrán usar porque estos sirven de comunicación entre la Arduino y el módulo Ethernet.
- Los pines RX y TX por transmitir y recibir datos TTL no se podrán utilizar.
- La aplicación Blynk por estar sincronizada con el software de la Arduino se puede controlar cualquier pin no utilizado en la conexión.

En la figura 3.56 se puede observar la alimentación del sistema alimentado por medio del cable USB conectado a la Pc y el cable de Red J45 que viene del router hacia el modulo Ethernet. También se tiene la conexión de dos salidas digitales cada una con su respectivo relé de estado sólido. Las salidas digitales utilizadas para la simulación son la D2 y D3 para la entrada positiva “*input*” del relé respectivamente y para la entrada negativa el pin GND que viene hacer de “común”.

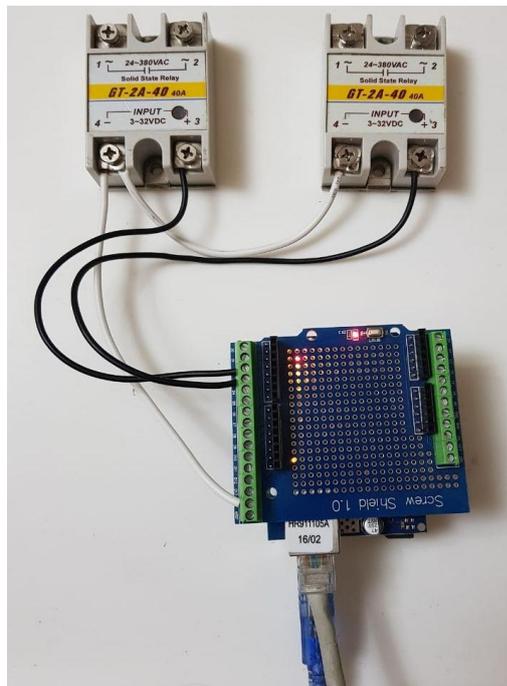


Figura 3. 56: Conexión del sistema de control
Fuente: El Autor

Para poder encender o apagar esas salidas digitales se tiene que configurar en la App Blynk, en la pantalla principal del proyecto Control Ethernet seleccionar en el “+” y este abrirá un apartado llamado “Widget Box” donde se puede escoger cualquier tipo de control, ver figura 3.57.

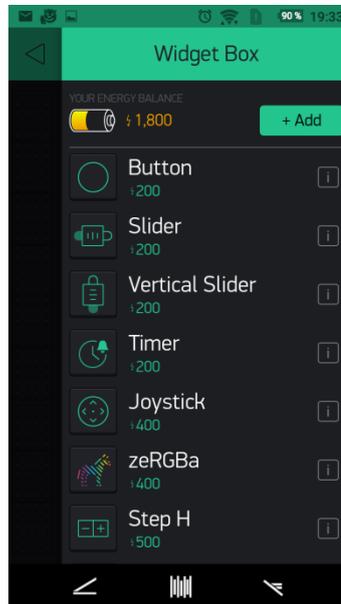


Figura 3. 57: Elección del tipo de control
Fuente: El Autor

Luego que se escoge el tipo de control, este aparecerá en la pantalla principal y dando clic sobre él abrirá una ventana llamada “Button Settings” donde se puede configurar el botón, ver figura 3.58.

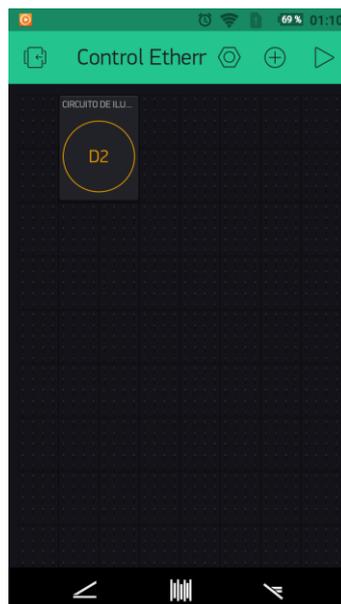


Figura 3. 58: Selección del tipo de control (Switch)
Fuente: El Autor

En la figura 3.59 se puede ver la configuración del tipo de control. Se realizó la configuración para controlar la salida digital del pin D2 y se le dio el nombre de “Circuito de Iluminación #1”.



Figura 3. 59: Configuración del pin D2
Fuente: El Autor

En la figura 3.60 se puede ver la configuración para controlar la salida digital del pin D3 y se le dio el nombre de “Circuito de T/C #1”.

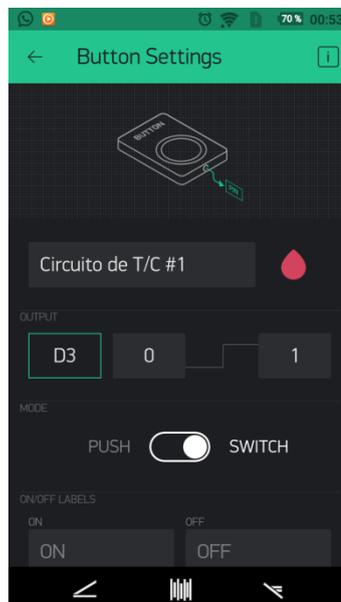


Figura 3. 60: Configuración del pin D3
Fuente: El Autor

Para saber si la conexión esta activa después de haber configurado los tipos de control, dar clic en la flecha a la derecha y seleccionar la imagen del chip. En ese momento aparecerá un apartado donde sale el nombre del proyecto y abajo Online con una luz verde a lado como se muestra en la figura 3.61.

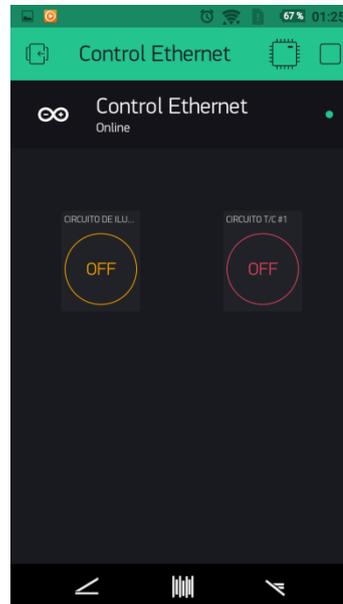


Figura 3. 61: Conexión activada
Fuente: El Autor

En cambio sí está desactivada la conexión aparecerá lo siguiente en la parte de abajo de la App, ver figura 3.62.

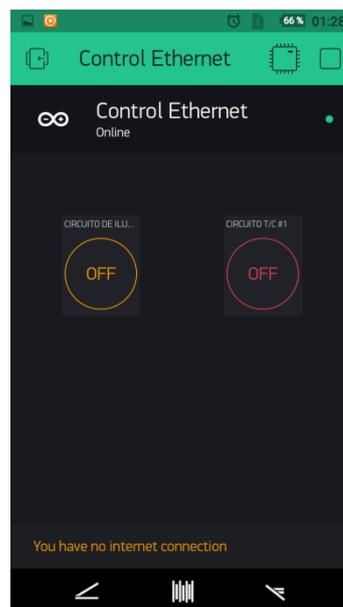


Figura 3. 62: Conexión desactivada
Fuente: El Autor

3.3.4. Simulación del sistema de control mediante Ethernet

Para hacer la simulación se realizó diferente tipo de ejecución para observar el control del sistema, donde los LEDs del relé se encienden y se apaga cuando se controla desde la aplicación del el celular.

En la figura 3.63 se puede ver que el pin D2 está encendido tanto en la aplicación como en el LED del relé.

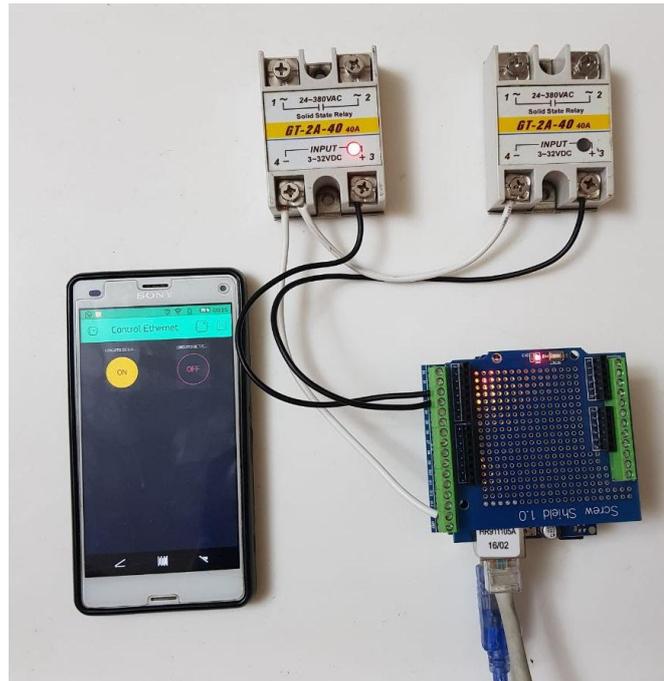


Figura 3. 63: Control del pin Digital 2

Fuente: El Autor

Después se realizó el apagado del pin D2 y luego se encendió el pin D3 por medio de la aplicación como se muestra en la figura 3.64.

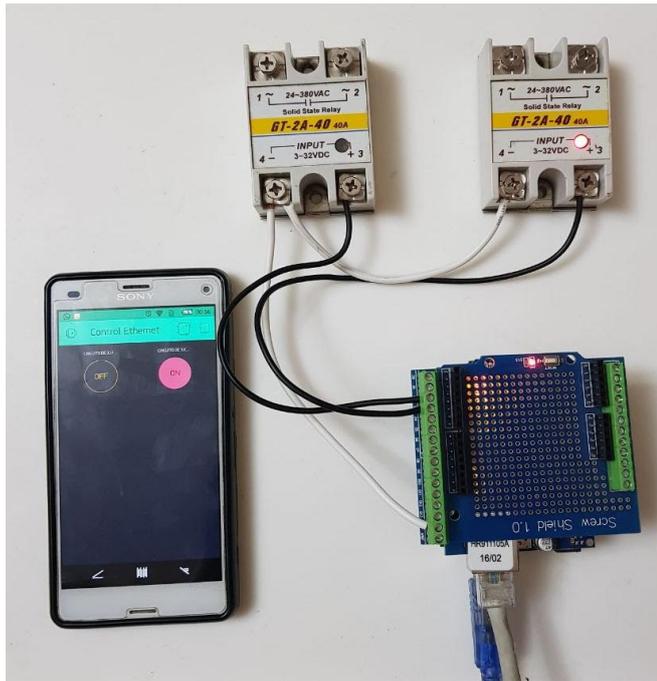


Figura 3. 64: Control del pin Digital 3

Fuente: El Autor

Por último se realizó el control de los dos pines para que estén encendidos como se muestra en la figura 3.65.

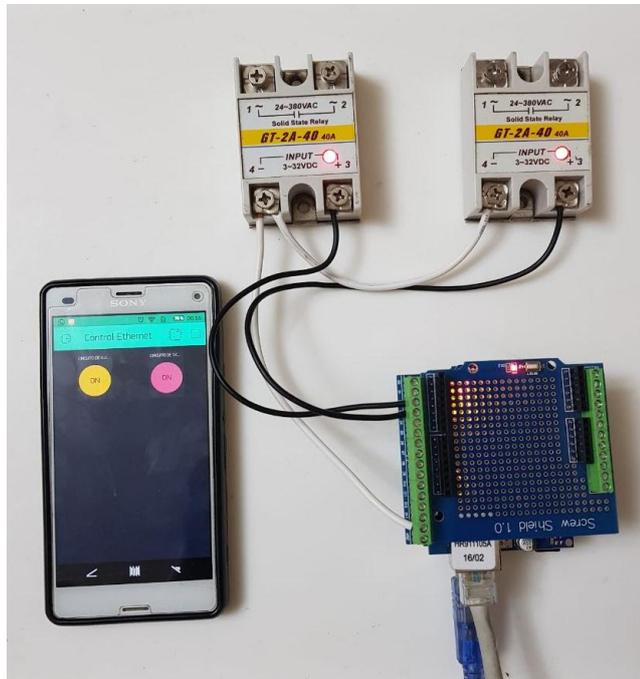


Figura 3. 65: Encendido del pin D2 y D3

Fuente: El Autor

3.4. Diseño del sistema mediante WiFi

La elaboración de este sistema consiste en una conexión de red inalámbrica del router hacia el sistema en donde se va controlar los circuitos de la residencia. Para el desarrollo de este sistema se necesita realizar lo siguiente:

- Configurar el módulo WiFi a la Red de la residencia.
- Creación del programa en la App Blynk, con el tipo de conexión WiFi
- Conexión y programación de la Tarjeta Arduino Uno

3.4.1. Programación del módulo WiFi a la red

Para programar el módulo WiFi se necesita el arduino para la comunicación USB al serial, y desde el software programar con comandos AT. A realizar la programación primero se tiene que quitar el microcontrolador de la Arduino y conectar correctamente el módulo WiFi a esta.

La conexión de los pines output del módulo WiFi a la Arduino es, ver figura 3.66:

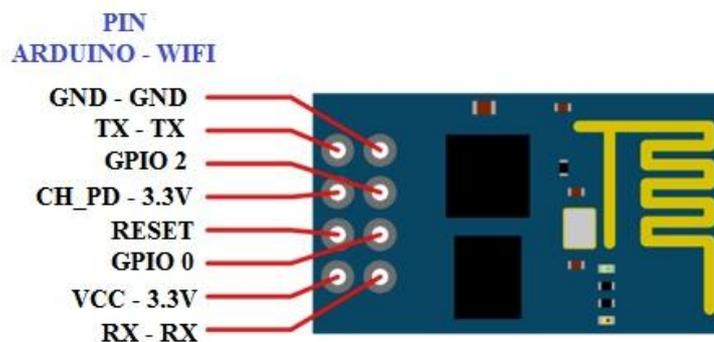


Figura 3. 66: Conexión de pin Arduino – WiFi
Fuente: el Autor

Cuando se realice la respectiva conexión se podrá conectar el cable USB de la Arduino a la PC. Al momento de conectar se alimentará la tarjeta y al módulo como se muestra en la figura 3.67.

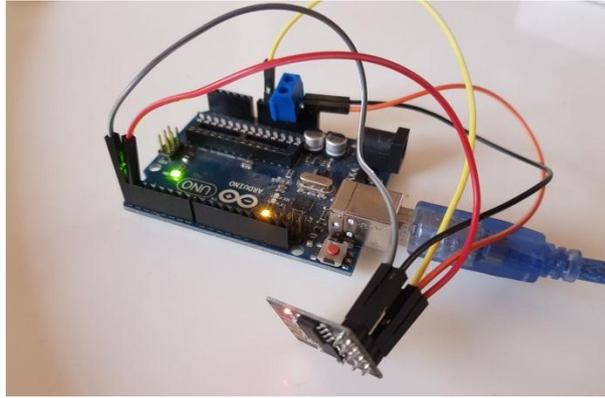


Figura 3. 67: Alimentación de la Arduino y módulo WiFi
Fuente: El Autor

Para empezar a programar el módulo WiFi se tiene que abrir el software de la Arduino sin cargar ningún programa e ir a la derecha superior y dar clic en “Monitor Serial” y seleccionar “Ambos NL & CR” y “9600 baudio”, ver figura 3.68.

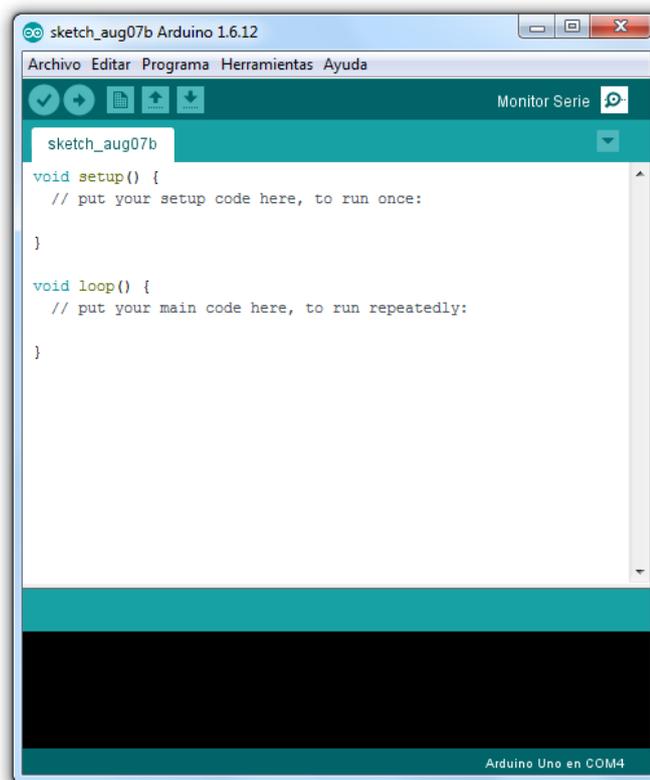


Figura 3. 68: Monitor Serial
Fuente: El Autor

Una vez de haber hecho los pasos anteriores reiniciar el módulo WiFi desconectando el pin de 3.3 V y conectarlo nuevamente para que el software lo reconozca. Después en el “Monitor Serial” ingresar el comando “AT” para confirmar la conexión y luego el comando “AT+CWMODE=3” para registrar en el modo 3.

Para buscar las redes disponibles para que el módulo WiFi se conecte a la red deseada ingresar el comando “AT+CWLAP” y revisar que la red esté en el listado de red WiFi, ver figura 3.69.

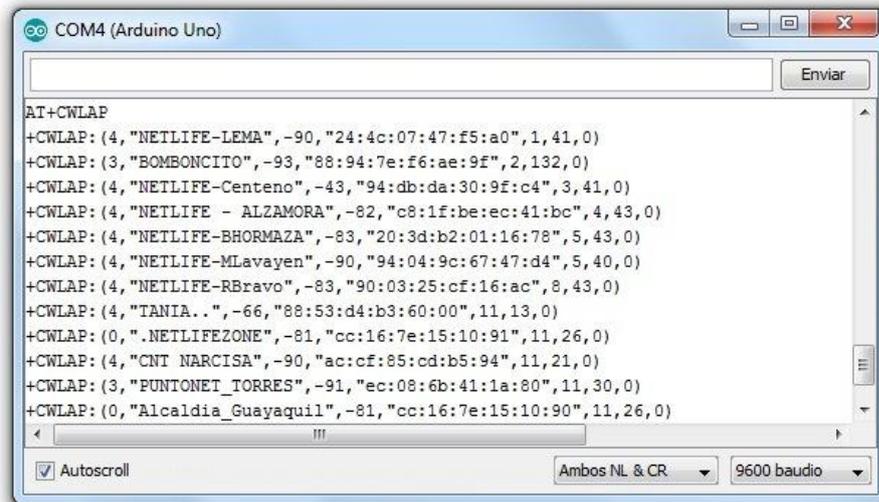


Figura 3. 69: Búsqueda de redes
Fuente: El Autor

Al momento de encontrar la red WiFi de la residencia ingresar el comando “AT+CWJAP=” más el nombre de la red y la contraseña entre comillas y separados por una coma como se muestra en la figura 3.70.

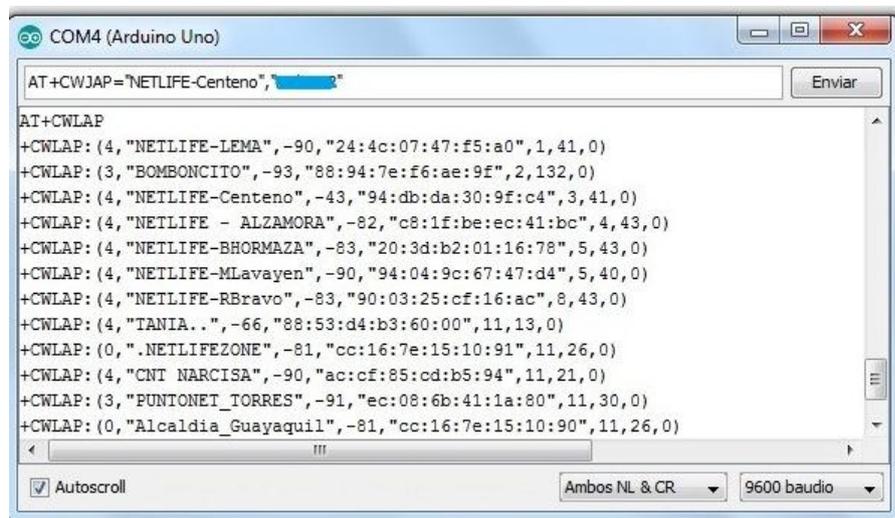


Figura 3. 70: Registro de la red
Fuente: El Autor

Por ultimo en el monitor serial debe confirmar que el módulo WiFi esté conectado a la red de la residencia y ya se podrá utilizar en el sistema, ver figura 3.71.

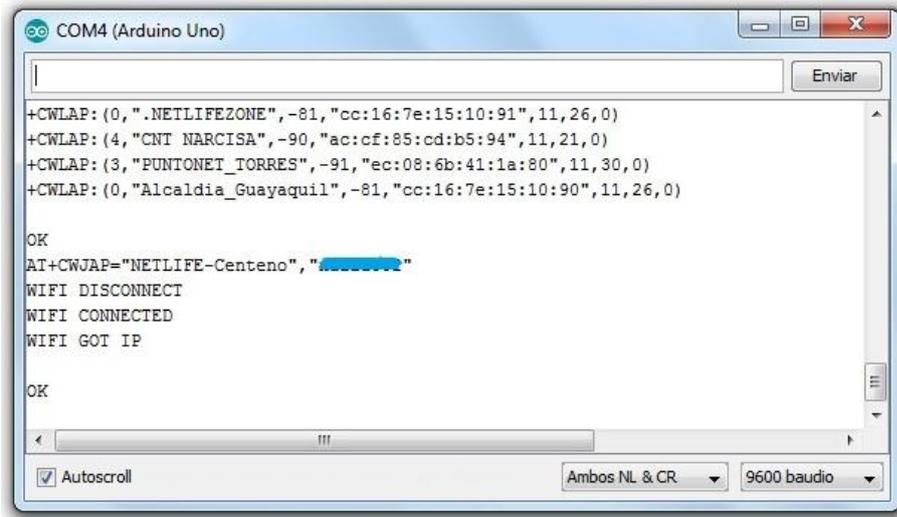


Figura 3. 71: Confirmación de la red conectada
Fuente: El Autor

3.4.2. Blynk (configuración WiFi)

Para la configuración de la aplicación Blynk con la conexión WiFi, se tiene que seleccionar “New Project” en la aplicación. Enseguida preguntará el nombre del proyecto, tipo de placa con cual se va trabajar y el tipo de conexión. El sistema se configuró como se muestra en la figura 3.72.

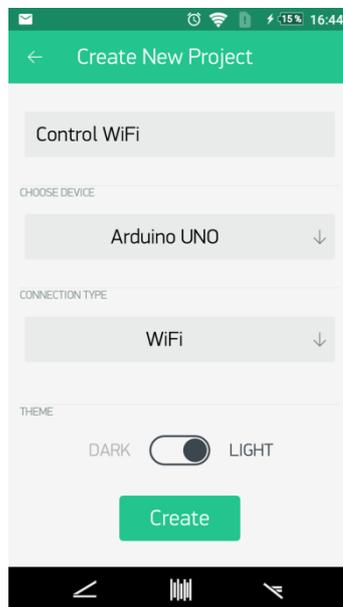


Figura 3. 72: Datos del proyecto
Fuente: El Autor

Luego de llenar los ítems se selecciona “Create”, la aplicación enviará un código al correo que se registró al momento de crear la cuenta, este código se llama “Token” y se lo usa en la programación de la Arduino más adelante, ver figura 3.73.

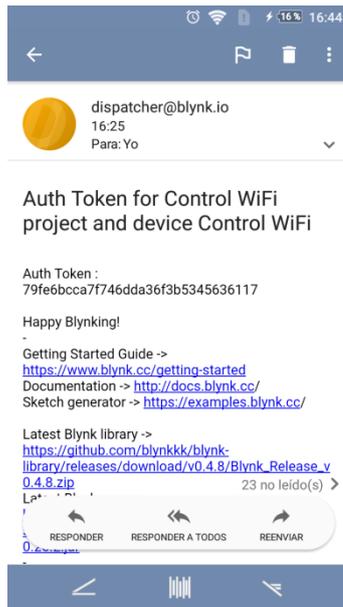


Figura 3. 73: Código Token (Control WiFi)
Fuente: El Autor

3.4.3. Programación de la Arduino UNO (Configuración WiFi)

Para la programación de la Arduino se realiza el Sketch correspondiente como se muestra en la figura 3.74 la primera parte de la programación. En esta parte se puede observar el código “Token” que sirve de comunicación entre la aplicación y el sistema.

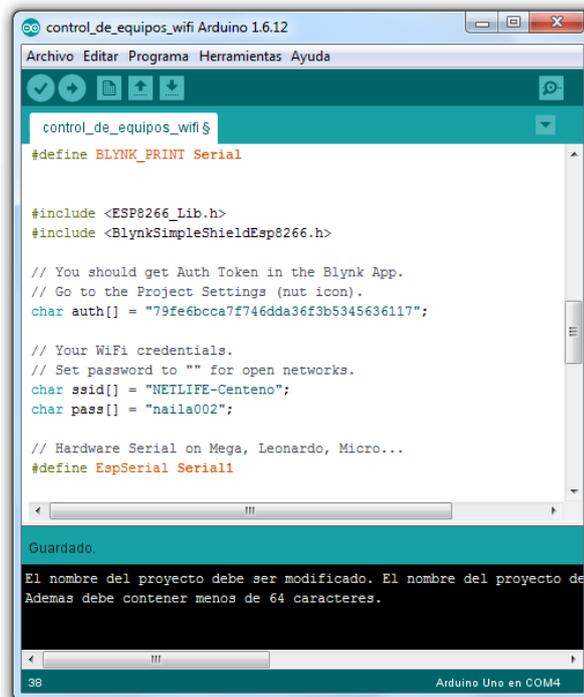
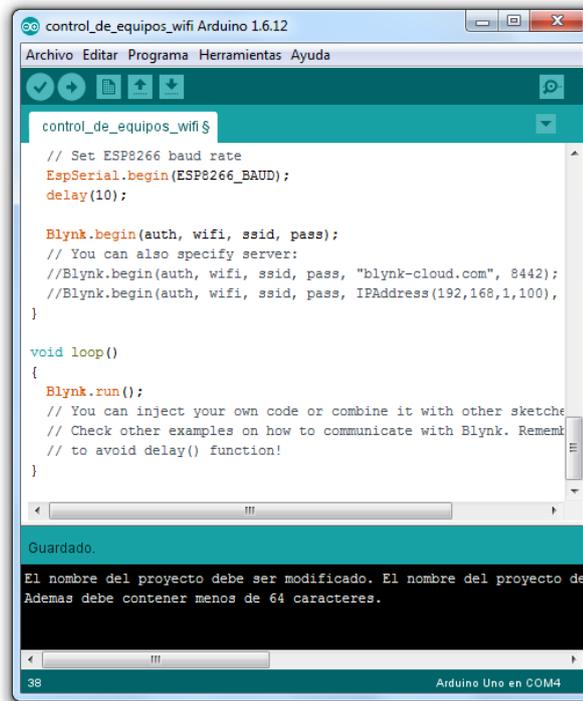


Figura 3. 74: Programación del sistema (1 Parte)
Fuente: El Autor

A continuación, en la figura 3.75 se puede observar otra parte de la programación de la Arduino.



```
control_de Equipos_wifi $
// Set ESP8266 baud rate
EspSerial.begin(ESP8266_BAUD);
delay(10);

Blynk.begin(auth, wifi, ssid, pass);
// You can also specify server:
//Blynk.begin(auth, wifi, ssid, pass, "blynk-cloud.com", 8442);
//Blynk.begin(auth, wifi, ssid, pass, IPAddress(192,168,1,100),
}

void loop()
{
  Blynk.run();
  // You can inject your own code or combine it with other sketches
  // Check other examples on how to communicate with Blynk. Remember
  // to avoid delay() function!
}
```

Guardado.

El nombre del proyecto debe ser modificado. El nombre del proyecto debe contener menos de 64 caracteres.

38 Arduino Uno en COM4

Figura 3. 75: Programación del sistema (2 Parte)

Fuente: El Autor

3.4.4. Conexiones del sistema de control mediante WiFi

Para poder hacer la simulación de control mediante WiFi se tiene que tomar en cuenta lo siguiente:

- Solo se usarán las señales digitales de la Arduino como salidas para el control, estas pueden detectar solo dos valores 0 o 5 voltios, en cambio la señal analógica puede detectar los valores comprendido entre 0 y 5 voltios.
- Los pines RX y TX por transmitir y recibir datos TTL no se podrán utilizar.
- La aplicación Blynk por estar sincronizada con el software de la Arduino se puede controlar cualquier pin no utilizado en la conexión.

En la figura 3.76 se puede observar la alimentación del sistema alimentado por medio del cable USB conectado a la PC con el módulo WiFi. También se tiene la conexión de dos salidas digitales cada una con su respectivo relé de estado sólido. Las salidas digitales utilizadas para la simulación son la D2 y D3 para la entrada

positiva “input” del relé respectivamente y para la entrada negativa el pin GND que viene hacer de “común”.

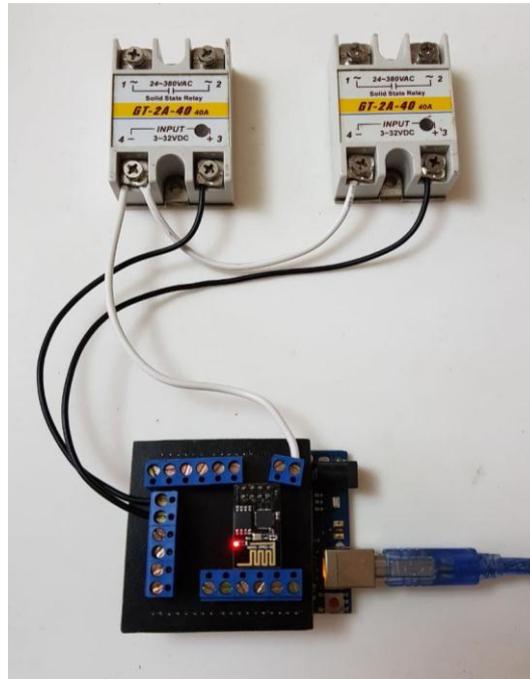


Figura 3. 76: Conexión del sistema de control
Fuente: El Autor

Para poder encender o apagar esas salidas digitales se tiene que configurar en la App Blynk, en la pantalla principal del proyecto Control WiFi seleccionar en el “+” y este abrirá un apartado llamado “Widget Box” donde se puede escoger cualquier tipo de control, ver figura 3.77.

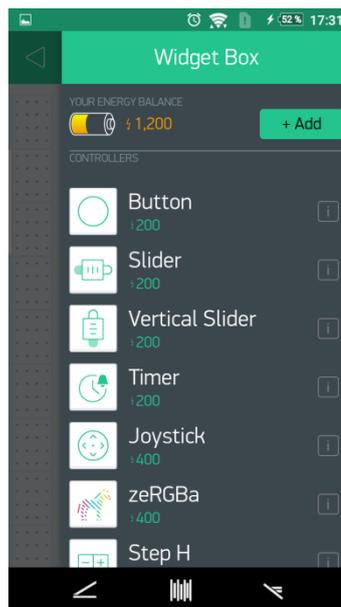


Figura 3. 77: Elección del tipo de control
Fuente: El Autor

Luego que se escoge el tipo de control, este aparecerá en la pantalla principal y dando clic sobre él abrirá una ventana llamada “Button Settings” donde se puede configurar el botón, ver figura 3.58.

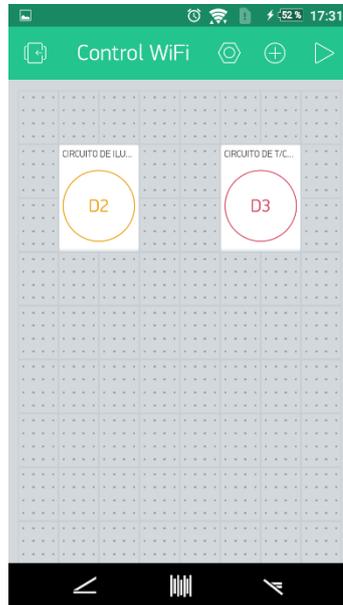


Figura 3. 78: Selección del tipo de control (Switch)
Fuente: El Autor

En la figura 3.79 se puede ver la configuración del tipo de control. Se realizó la configuración para controlar la salida digital del pin D2 y se le dio el nombre de “Circuito de Iluminación #1”.



Figura 3. 79: Configuración del pin D2
Fuente: El Autor

En la figura 3.80 se puede ver la configuración para controlar la salida digital del pin D3 y se le dio el nombre de “Circuito de T/C #1”.

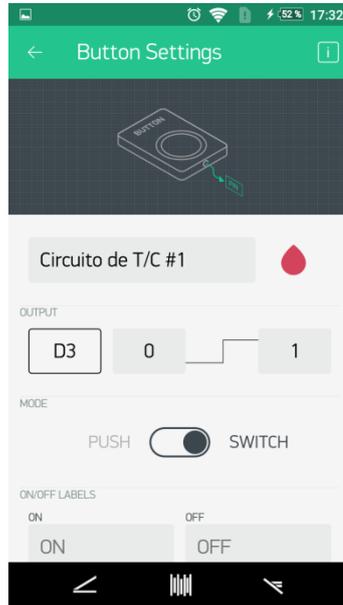


Figura 3. 80: Configuración del pin D3
Fuente: El Autor

3.4.5. Confirmación del sistema de control mediante WiFi

Se realizó la simulación respectiva para observar el control del sistema mediante WiFi, donde el pin D3 esta encendido tanto en la aplicación como en el LED del relé, ver figura 3.81.

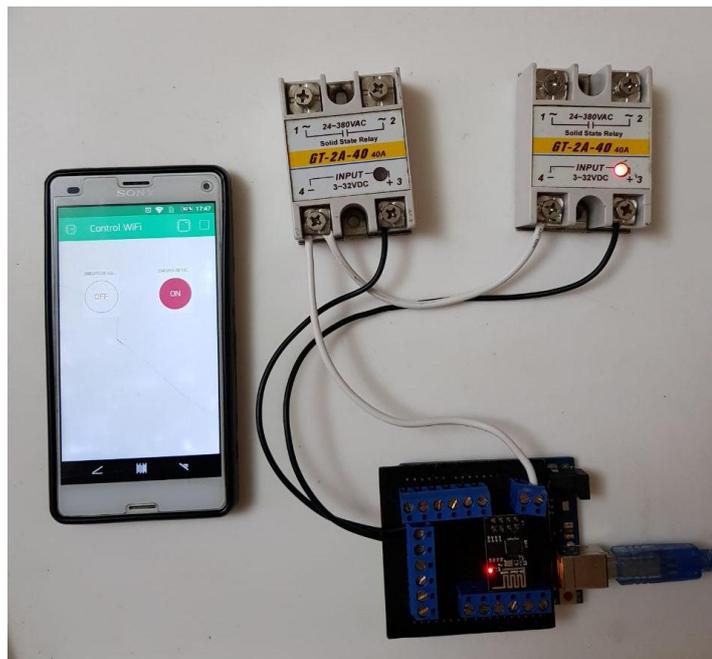


Figura 3. 81: Control del pin Digital 3
Fuente: El Autor

CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- En la búsqueda de ahorro de energía en baja tensión se da conocer este sistema con el cual se pueda hacer plan de uso de los aparatos eléctricos de manera eficiente, monitoreando y controlando el consumo total de la residencia.
- En el sistema de monitoreo en tiempo real se dio a conocer que es de fácil instalación los equipos propios para la medición del consumo eléctrico.
- En el sistema de control de circuitos se pudo observar que los equipos o dispositivos utilizados son de fácil adquisición en el mercado.
- En cuanto al sistema se podrá monitorear y controlar el consumo eléctrico por medio del celular desde cualquier parte de la ciudad mediante internet y ver que aparato eléctrico está consumiendo.

4.2. Recomendaciones

- Para el sistema de monitoreo leer el manual y seguir los pasos para que la configuración de la plataforma Mirubee sea exitosa, además que el medidor Mirubox V2 sea instalado y conectado correctamente en el panel de breaker.
- Instalar junto al panel de breaker un toma corriente 120 V para la alimentación del sistema de control por medio de la fuente de poder externa.
- Para el sistema de control de circuitos realizar la opción mediante WiFi ya que con esta opción no se va a utilizar el cable RJ45 que es necesaria para la opción Ethernet.
- Cuando se esté configurando el módulo WiFi seguir la conexión y alimentación adecuada con el Arduino cómo se indica en el trabajo de titulación para no quemarlo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Castiñeira, N. (2012). Aplicaciones de Sistemas de Control Domótica. Recuperado 18 de julio de 2017, a partir de <http://www.tecnologia-tecnica.com.ar/sistemadecontrolaplicaciones/index%20aplicacionesdelossistemasdecontrol.htm>

Curso de Arduino - Comenzando con Arduino. (2011). Recuperado 20 de julio de 2017, a partir de <http://www.lawebdelprogramador.com/cursos/Arduino/7443-Comenzando-con-Arduino.html>

Domínguez, R. (2014). Características de los cables eléctricos: partes, calibre y ampacidad. - FARADAYOS. Recuperado a partir de <http://faradayos.blogspot.com/2013/12/caracteristicas-cables-conductores.html>

Domínguez, R. (2015). Funciones y partes principales del panel de distribución eléctrico - FARADAYOS. Recuperado a partir de <http://faradayos.blogspot.com/2013/05/panel-caja-breakers-partes-funcion.html>

Ficha_tecnica_mirubox_v2_ESP.pdf. (s. f.). Recuperado a partir de http://app.mirubee.com/installation_guide/download/Ficha_tecnica_mirubox_v2_ESP.pdf

Gómez, M. A. D. (2016, lunes, de diciembre de). Arduino a muete: Introducción a Blynk. Recuperado a partir de <http://arduinoamuede.blogspot.com/2016/12/introduccion-blynk.html>

Harper, G. E. (2005). *El ABC de las instalaciones eléctricas residenciales*. Editorial Limusa.

Jecrespom. (2016). Ethernet Shield. Recuperado 2 de agosto de 2017, a partir de <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2016/07/04/ethernet-shield/>

Jecrespom. (2016). WiFi en Arduino. Recuperado 2 de agosto de 2017, a partir de <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2016/11/12/wifi-en-arduino/>

Lledó Sánchez, E. (2012). *Diseño de un sistema de control domótica basado en la plataforma Arduino*. Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado a partir de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/18228/Memoria.pdf>

Manual Práctico de Electricidad Residencial. (2016).

Manual_de_usuario_mirubee_ESP.pdf. (s. f.). Recuperado a partir de http://app.mirubee.com/installation_guide/download/Manual_de_usuario_mirubee_ESP.pdf

Manual_instalacion_mirubox_y_fichas_tecnicas_ESP.pdf. (s. f.). Recuperado a partir de http://app.mirubee.com/installation_guide/download/Manual_instalacion_mirubox_y_fichas_tecnicas_ESP.pdf

Manual_mirubox_v2_ESP_ENG.pdf. (s. f.). Recuperado a partir de http://app.mirubee.com/installation_guide/download/Manual_mirubox_v2_ESP_ENG.pdf

Mirubee | La plataforma para ayudarte a ahorrar energía en casa. (2015). Recuperado 31 de julio de 2017, a partir de <http://mirubee.com>

NATSIM. (2012) (2012.^a ed.). Guayaquil.

Redjinn, I. W. (2007). *La Domótica como Solución de Futuro (2007) - Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid -FENERCOM*. Recuperado 18 de

julio de 2017, a partir de

<http://www.fenercom.com/pages/publicaciones/publicacion.php?id=76>

Relés de Estado Sólido (SSR). (s. f.). Recuperado 4 de agosto de 2017, a partir de

<http://www.disai.net/producto/relés-de-estado-sólido-ssr/>



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Centeno Pinto, Kleber Alexis** con **C.C: # 0940827553** autor del trabajo de titulación: **“Ahorro energético en baja tensión para una residencia, con control y monitoreo vía celular”** previo a la obtención del título de **INGENIERO EN ELÉCTRICO MECÁNICA CON MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL INDUSTRIAL** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 19 de septiembre de 2017

f. _____

Nombre: **CENTENO PINTO, KLEBER ALEXIS**

C.C: **0940827553**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	“Ahorro energético en baja tensión para una residencia, con control y monitoreo vía celular”		
AUTOR(ES)	Centeno Pinto, Kleber Alexis		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Montenegro Tejada, Raúl, MSc		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería en Eléctrico Mecánica con Mención en Gestión Empresarial Industrial		
TITULO OBTENIDO:	Ingeniero en Eléctrico Mecánica con Mención en Gestión Empresarial Industrial		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	19 de Septiembre de 2017	No. DE PÁGINAS:	76
ÁREAS TEMÁTICAS:	Instalaciones Eléctricas, Automatización Industrial.		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Ahorro de energía, sistema monofásico 220 V, consumo eléctrico, arduino, Ethernet, WiFi.		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):	<p>El presente trabajo de titulación tiene como fin proponer un sistema de ahorro de energía en baja tensión en el ámbito residencial, monitoreando el consumo KWH en tiempo real y controlando los circuitos eléctricos mediante vía celular, dividiendo así el sistema en dos partes.</p> <p>Para la primera parte del sistema consiste en una plataforma profesional llamada Mirubee lo cual se podrá ver los consumos de todos los aparatos eléctricos que la misma plataforma lo detecta y el consumo total de la residencia. También en esta plataforma se podrá observar el historial de consumo como optimizar la tarifa y los hábitos de consumo indicando los picos de consumo.</p> <p>La segunda parte del sistema consiste controlar los circuitos eléctricos del panel de breaker principal por medio de un relé de estado sólido SSR, encendiendo o apagando el relé. Para la elaboración del sistema de control de circuitos mediante Ethernet y WiFi se utilizó el hardware arduino y los dispositivos acoplables a él, para realizar dichos sistema.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-4-2472649 +593-9-88734991	E-mail: klebercenteno01@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):::	Nombre: Ing. Montenegro Tejada, Raúl, MSc		
	Teléfono: +593-9-87272854		
	E-mail: raul.montenegro@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			