

INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO SUDAMERICANO



INSTITUTO TECNOLÓGICO
SUDAMERICANO
Hacemos gente de talento!



ELECTRÓNICA
TECNOLOGÍA SUPERIOR

TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTRÓNICA

“DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN DISPOSITIVO ELECTRÓNICO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DOMICILIARIA.”

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN LA
CARRERA DE ELECTRÓNICA.

AUTOR:

Capa Quizhpe Aurelio Leopoldo

Iñiguez Banegas José Luis

DIRECTOR:

Ing. César Cristian Carrión Aguirre

Loja, Octubre 2021

Certificación del director del Proyecto de Investigación de Fin de Carrera

Ing.

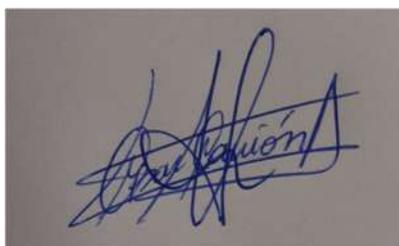
César Carrión Aguirre

DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICA:

Que ha supervisado el presente proyecto de investigación titulado **“DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN DISPOSITIVO ELECTRÓNICO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DOMICILIARIA DE LA CARRERA DE ELECTRÓNICA DEL ISTS DE LA CIUDAD DE LOJA EN EL PERIODO ABRIL – SEPTIEMBRE 2021.”** el mismo que cumple con lo establecido por el Instituto Superior Tecnológico Sudamericano; por consiguiente, autorizo su presentación ante el tribunal respectivo.

Loja, 13 de octubre del 2021



Firma.....

Ing. Cesar Cristian Carrión Aguirre

Autoría

Quien suscribe JOSÉ LUIS IÑIGUEZ BANEGAS C.I. N°1103835003, declaro que el siguiente trabajo titulado **“DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN DISPOSITIVO ELECTRÓNICO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DOMICILIARIA DE LA CARRERA DE ELECTRÓNICA DEL ISTS DE LA CIUDAD DE LOJA EN EL PERIODO ABRIL – SEPTIEMBRE 2021.”**, es original e inédito, dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el proyecto de investigación

Loja, 13 de octubre del 2021

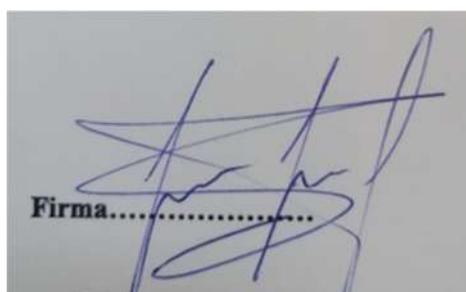


Firma.....

C.I. 1103835003

Quien suscribe AURELIO LEOPOLDO CAPA QUIZHPE C.I. N°1104501505,
declaro que el siguiente trabajo titulado “**DESARROLLO E
IMPLEMENTACIÓN DE UN DISPOSITIVO ELECTRÓNICO PARA
MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA INSTALACIÓN
ELÉCTRICA DOMICILIARIA DE LA CARRERA DE ELECTRÓNICA DEL
ISTS DE LA CIUDAD DE LOJA EN EL PERIODO ABRIL – SEPTIEMBRE
2021.**”, es original e inédito, dejando establecido que aquellos aportes intelectuales
de otros autores se han referenciado debidamente en el proyecto de investigación

Loja, 13 de octubre del 2021



Firma.....

C.I. 1104501505

Dedicatoria

A Dios quien me ha bendecido y me ha permitido estar aquí junto a mis seres queridos. A mis padres, especialmente a mi madre Rosa Banegas quien con su sabiduría y fortaleza ha estado siempre a mi lado. A mis hermanos Jesennia, Cindy, Miller, por su comprensión y apoyo incondicional. A mis hijos Edison y Thiago que son mi todo, mi fortaleza y debilidad. A mi esposa quien fue la mentora principal para que siga esta formación.

José Luis Iñiguez Banegas

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este. Me formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos. A mis hijos Emilio, Isaac, Mía y Erick que son mi motivación e inspiración día a día.

Aurelio Leopoldo Capa Quizhpe

Agradecimiento

En primer lugar, quiero agradecer a mi tutor **Ing. Cesar Cristian Carrión Aguirre**, quien con sus conocimientos y apoyo me guio a través de cada una de las etapas de este proyecto para alcanzar los resultados que buscaba.

También quiero agradecer a **Instituto Superior Tecnológico Sudamericano** por brindarme todos los recursos y herramientas que fueron necesarios para llevar a cabo mis conocimientos adquirido en toda la carrea de Electrónica. No hubiese podido arribar a estos resultados de no haber sido por su incondicional ayuda.

Quiero agradecer a mis docentes, compañeros y a todas las personas que hicieron posible de alguna manera terminar con éxito esta formación.

José Luis Iñiguez Banegas

En primer instancia agradezco, a mis formadores personas de gran sabiduría quienes se han esforzado por ayudarme a llegar al punto en el que me encuentro en especial quiero agradecer a mi tutor **Ing. Cesar Cristian Carrión Aguirre**, quien con sus conocimientos y apoyo me guio a través de cada una de las etapas de este proyecto para alcanzar los resultados que buscaba.

También quiero agradecer a **Instituto Superior Tecnológico Sudamericano** por brindarme todos los recursos y herramientas que fueron necesarios para llevar a cabo mis conocimientos adquirido en toda la carrea de Electrónica. No hubiese podido arribar a estos resultados de no haber sido por su incondicional ayuda.

Quiero agradecer a mis compañeros y a todas las personas que hicieron posible de alguna manera terminar con éxito esta formación.

Aurelio Leopoldo Capa Quizhpe

Acta de cesión de derechos

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE FIN DE CARRERA

Conste por el presente documento la Cesión de los Derechos de proyecto de investigación de fin de carrera, de conformidad con las siguientes cláusulas:

PRIMERA. - Por sus propios derechos; el Ing. Cesar Cristian Carrión Aguirre, en calidad de Director del proyecto de investigación de fin de carrera; y, José Luis Iñiguez Banegas, en calidad de autor del proyecto de investigación de fin de carrera; mayores de edad emiten la presente acta de cesión de derechos.

SEGUNDA. - José Luis Iñiguez Banegas y Aurelio Leopoldo Capa Quizhpe realizó la Investigación titulada “Desarrollo e implementación de un dispositivo electrónico para mejorar la eficiencia energética de una instalación eléctrica domiciliar de la carrera de electrónica del ISTS de la ciudad de Loja en el periodo Abril – Septiembre 2021.”; para optar por el título de Tecnólogo en Electrónica, en el Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de Loja, bajo la dirección de la Ing. Cesar Cristian Carrión Aguirre.

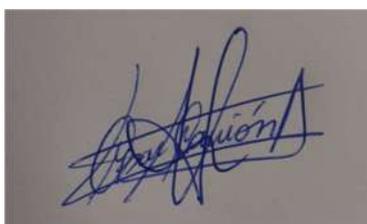
TERCERA. - Es política del Instituto que los proyectos de investigación de fin de carrera se apliquen y materialicen en beneficio de la comunidad.

CUARTA.- Los comparecientes Ing. Cesar Cristian Carrión Aguirre, en calidad de Director del proyecto de investigación de fin de carrera y José Luis Iñiguez Banegas, Aurelio Leopoldo Capa Quizhpe como autores, por medio del presente instrumento, tienen a bien ceder en forma gratuita sus derechos de proyecto de investigación de fin de carrera titulado “Desarrollo e implementación de un dispositivo electrónico para mejorar la eficiencia energética de una instalación eléctrica domiciliar de la carrera de electrónica del ISTS de la ciudad de Loja en el periodo Abril – Septiembre 2021.” a favor del Instituto Superior

Tecnológico Sudamericano de Loja; y, conceden autorización para que el Instituto pueda utilizar esta investigación en su beneficio y/o de la comunidad, sin reserva alguna.

QUINTA. - Aceptación. - Las partes declaran que aceptan expresamente todo lo estipulado en la presente cesión de derechos.

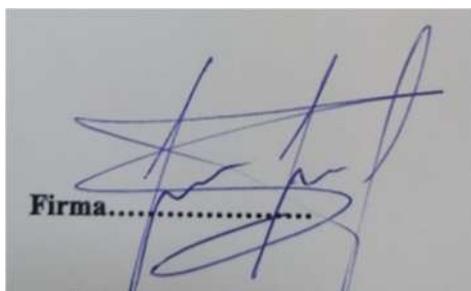
Para constancia suscriben la presente cesión de derechos, en la ciudad de Loja, en el mes de octubre del año 2021.



F. _____
Ing. César Cristian Carrión Aguirre
C.I.1104079494



F. _____
José Luis Iñiguez Banegas
C.I.1103835003



Firma.....

Aurelio Leopoldo Capa Quizhpe
C.I.1103835003

Declaración juramentada

Loja, 13 de octubre del 2021

Nombres: José Luis

Apellidos: Ñíguez Banegas

Cédula de Identidad: 1103835003

Carrera: Electrónica

Semestre de ejecución del proceso de titulación: Abril – Septiembre 2021

Tema de proyecto de investigación de fin de carrera con fines de titulación:

“DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN DISPOSITIVO ELECTRÓNICO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DOMICILIARIA DE LA CARRERA DE ELECTRÓNICA DEL ISTS DE LA CIUDAD DE LOJA EN EL PERIODO ABRIL – SEPTIEMBRE 2021.”

En calidad de estudiante del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de la ciudad de Loja;

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor del trabajo intelectual y de investigación del proyecto de fin de carrera.
2. El trabajo de investigación de fin de carrera no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. El trabajo de investigación de fin de carrera presentada no atenta contra derechos de terceros.

4. El trabajo de investigación de fin de carrera no ha sido publicado ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados. Las imágenes, tablas, gráficas, fotografías y demás son de mi autoría; y en el caso contrario aparecen con las correspondientes citas o fuentes.

Por lo expuesto; mediante la presente asumo frente al INSTITUTO cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del trabajo de investigación de fin de carrera.

En consecuencia, me hago responsable frente al INSTITUTO y frente a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar al INSTITUTO o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causa en el trabajo de investigación de fin de carrera presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello.

Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para EL INSTITUTO en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación de fin de carrera.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente dispuesta por la LOES y sus respectivos reglamentos y del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de la ciudad de Loja.

Firma:.....

C.I. 1103835003

Declaración juramentada

Loja, 13 de octubre del 2021

Nombres: Aurelio Leopoldo**Apellidos:** Capa Quizhpe**Cédula de Identidad:** 1104501505**Carrera:** Electrónica**Semestre de ejecución del proceso de titulación:** Abril – Septiembre 2021**Tema de proyecto de investigación de fin de carrera con fines de titulación:**

“DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN DISPOSITIVO ELECTRÓNICO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DOMICILIARIA DE LA CARRERA DE ELECTRÓNICA DEL ISTS DE LA CIUDAD DE LOJA EN EL PERIODO ABRIL – SEPTIEMBRE 2021.”

En calidad de estudiante del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de la ciudad de Loja;

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor del trabajo intelectual y de investigación del proyecto de fin de carrera.
2. El trabajo de investigación de fin de carrera no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. El trabajo de investigación de fin de carrera presentada no atenta contra derechos de terceros.

4. El trabajo de investigación de fin de carrera no ha sido publicado ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

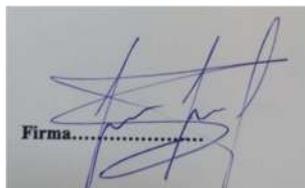
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados. Las imágenes, tablas, gráficas, fotografías y demás son de mi autoría; y en el caso contrario aparecen con las correspondientes citas o fuentes.

Por lo expuesto; mediante la presente asumo frente al INSTITUTO cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del trabajo de investigación de fin de carrera.

En consecuencia, me hago responsable frente al INSTITUTO y frente a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar al INSTITUTO o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causa en el trabajo de investigación de fin de carrera presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello.

Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para EL INSTITUTO en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación de fin de carrera.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente dispuesta por la LOES y sus respectivos reglamentos y del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de la ciudad de Loja.



Firma.....

C.I. 1104501505

1 Índice de contenidos

1.1 Índice de Temas

Certificación del director del Proyecto de Investigación de Fin de Carrera	II
Autoría	III
Dedicatoria	V
Agradecimiento.....	VII
Acta de cesión de derechos	IX
Declaración juramentada	XI
1 Índice de contenidos	1
1.1 Índice de Temas	1
1.2 Índice de Figuras	6
1.3 Índice de tablas.....	10
2 Resumen	11
3 Abstract.....	12
4 Problemática	13
5 Tema	15
6 Justificación.....	16
7 Objetivos.....	18
7.1 Objetivo general	18
7.2 Objetivos específicos.....	18

8	Marco Teórico	19
8.1	Marco institucional.....	19
8.1.1.	Reseña histórica.....	19
8.1.2.	Misión, visión y valores.....	21
8.1.3	Referentes académicos	22
8.1.4.	Políticas institucionales	23
8.1.5	Objetivos institucionales.....	24
8.1.6	Estructura del modelo educativo y pedagógico del Instituto Tecnológico Superior Sudamericano.....	25
8.1.7.	Plan estratégico de desarrollo	25
8.2	Marco Conceptual	27
	Antecedentes investigativos.	27
	Concepto de la Domótica	28
	Concepto del hogar digital.....	28
	Sistemas Electrónicos.	32
9	Diseño metodológico	34
9.1	Métodos de investigación.....	34
9.1.1	Método hermenéutico.	34
9.1.2	Método fenomenológico.....	34
9.1.3	Método práctico proyectual.	35
9.2	Técnicas de investigación.....	36

9.1.1 Investigación documental.....	36
9.2.2 Observación.....	36
9.2.3 Prueba y error.....	36
10 Propuesta práctica de acción.....	38
10.1 Selección de materiales.....	38
10.1.1 Arduino Mega.....	38
10.1.2 NodeMcu.....	39
10.1.3 Arduino Ethernet Shield 2.....	41
10.1.4 Pantallas.....	43
10.1.4.1 Pantalla alfanumérico LCD 20X4 con módulo I2C incorporado.....	43
10.1.5 Módulo I2C.....	46
10.1.6 Sensores.....	47
10.1.7 Dispositivo electrónico de interconexión.....	48
10.1.8 Actuadores.....	51
10.1.9 Dispositivos complementarios.....	55
10.1.9.2 Módulo rtc ds3231 + eeprom at24c32 (i2c).....	56
10.1.10 Plataforma de programación Arduino.....	58
10.1.11 Software de diseño de prototipos electrónicos FRITZING.....	59
10.2 Desarrollo de prototipo.....	59
10.2.1 Detalle de la configuración de los componentes:.....	59
10.2.2 Diagrama de flujo de configuración del MCU para notificación.....	69

10.2.3 Diagramas de flujo del estado del led1 node MCU.....	71
10.2.4 Diagramas de flujo del estado del led2 node MCU.....	72
10.2.5 Diagramas de flujo del estado del led3 node MCU.....	73
10.2.6 Diagrama de flujo de la configuración del servidor web y visualización de estimación de corriente.....	74
10.2.7 Diagrama de flujo del funcionamiento del servidor web y visualización de estimación de corriente.....	75
10.2.8 Circuito para control manual de los ramales y del circuito total.....	76
10.2.9 Diagrama de conexión para envío de notificación de correo electrónico.....	78
10.3 Implementación del prototipo	84
10.3.1 Diagrama de flujo del manejo total del circuito.	89
10.4 Desarrollo del prototipo	90
11 Conclusiones	93
12 Recomendaciones	95
13 Bibliografía	97
14 Anexos	101
14.1 Certificado de aprobación	101
14.2 Certificado o autorización de la ejecución del proyecto	102
14.3 Certificado de implementación del proyecto	104
14.5 Certificado del abstract.....	106
14.6 Cronograma.....	107

14.7 Presupuesto.....	108
14.8 Evidencias – Varios (fotos, Datasheet, planos, etc).	109

1.2 Índice de Figuras

Figura 1 Estructura del modelo educativo	25
Figura 2 Sistema Electrónico.....	33
Figura 3 Arduino Mega 2560 REV3.....	39
Figura 4 Placa NodeMcu v2 ESP8266	41
Figura 5 Arduino Ethernet Shield 2.....	42
Figura 6 Pantalla alfanumérico LCD 20X4	44
Figura 9 ACS712 current sensor.....	48
Figura 10 Módulo Bluetooth HC-05.....	50
Figura 11 Router TP-LINK AC1200.....	51
Figura 12 Diodos Leds.....	52
Figura 13 Relés	53
Figura 14 Breakers.....	54
Figura 15 Foco Led 9W	55
Figura 16 Resistencia 220 1/4W.....	56
Figura 17 Reloj DS3131	57
Figura 18 Concepto de tomacorriente.....	58
Figura 20 Programa Fritzing.....	59
Figura 21 Comando para verificar comunicación.....	60
Figura 22 Resetear valores de fábrica.....	60
Figura 23 Resetear valores de fábrica at+reset.....	60

Figura 24 Comando para el nombre del dispositivo	61
Figura 25 Comando para el password.....	61
Figura 26 Comando para configurar como esclavo	62
Figura 27 Configurado como esclavo	62
Figura 29 Comando para configurar el monitor serial que debe ser igual que el maestro	63
Figura 30 Consultar MAC del dispositivo.....	64
Figura 31 Comando para configurar el nombre.....	64
Figura 32 Comando para configurar el password (Debe ser la misma que el esclavo)...	65
Figura 33 Comando para configuramos modulo como maestro.....	65
Figura 34 Configurar el monitor serial que debe ser la misma que el esclavo	66
Figura 35 Verificar la Conexión especifica por MAC al HC-05 esclavo habilitada.	66
Figura 36 Enlazar con mac de bt esclavo (addr:98d3:51:fdb563).....	67
Figura 37 Salir del modo configuración y guardar cambios.....	67
Figura 38 Librería para envió de correo	68
Figura 39 Proceso de configuración mcu y Shield Ethernet para notificaciones.	69
Figura 40 Proceso de estado Led1	71
Figura 41 Proceso de estado Led2.	72
Figura 42 Proceso de estado Led3.	73
Figura 43 Configuración de servidor HTML.....	74
Figura 44 Funcionamiento del servidor HTML,.....	75

Figura 45 Conexión de pulsantes para el control manual.....	76
Figura 46 Especificación de los pines de conexión del arduino mega y los pulsantes....	77
Figura 47 Conexión del módulo HC-05, pantalla mediante el NodeMCU para notificación por email	78
Figura 48 Esquema de pruebas realizado en protoboard para verificar funcionamiento correcto	80
Figura 49 Quemado de circuitos impresos en baquelita (PCB) parte inferior.....	80
Figura 50 Quemado de circuitos impresos en baquelita (PCB) parte superior.....	81
Figura 51 Diseño en Proteus de la placa PCB para él envío de notificación al correo...	81
Figura 52 Esquema diseñado en PCB con los componentes utilizados.....	82
Figura 53 Esquema principal con los componentes utilizados.....	83
Figura 54 Implementación de Maqueta.	84
Figura 56 Librerías instaladas correctamente.	85
Figura 57 Datos de la IP con su estructura de comunicación.	86
Figura 58 El selector está en forma manual.....	86
Figura 59 Esperando valor de CA a introducir.....	87
Figura 60 Valor de CA.....	87
Figura 61 Información del control automático.	88
Figura 63 Proceso de operación del circuito.....	89
Figura 64 Activamos Breaker D1.	90
Figura 65 Luces encendidas del ramal 1.....	91

Figura 66 Visualización de consumo eléctrico. 91

1.3 Índice de tablas

Tabla 1: <i>Cronograma</i>	107
Tabla 2: <i>Presupuesto</i>	108

2 Resumen

El uso eficiente de la energía o también conocido como eficiencia energética en el hogar, resulta de gran importancia por las ventajas que presentan siendo la principal el ahorro económico. Acciones diarias como desconectar aparatos electrónicos que no se encuentre en uso, apagar luminarias o equipos innecesarios a determinadas horas del día, tener buenas prácticas para el uso de algunos electrodomésticos como la refrigerador cuyo uso constante suponen gran consumo energético, entre otras acciones; pueden contribuir a un consumo responsable de la energía eléctrica que se utiliza en el hogar lo cual puede verse reflejada directamente en la economía de las familias que utilicen esos equipos en casa.

El objetivo de este proyecto de investigación es desarrollar un dispositivo electrónico que permita ofrecer información al usuario sobre la estimación de consumo de corriente y potencia de la carga eléctrica conectada al mismo, pero que a la vez ofrezca múltiples ventajas como por ejemplo el control manual o por interfaz web tanto para el encendido y apagado general de toda la carga eléctrica conectada o para control parcial de luminarias, tomacorrientes y electrodomésticos o equipos de uso común conectados a los mismos .

Además, los sensores presentes en el dispositivo le permiten medir la corriente eléctrica en tiempo real y realizar una estimación de la potencia consumida por la carga eléctrica, permitiendo al usuario no sólo visualizar está información sino almacenarla en una memoria micro SD, la misma que al ser analizada ofrece al usuario una mejor perspectiva sobre el consumo eléctrico y así poder identificar posibles formas de ahorro energético. En caso de presentarse algún consumo excesivo detectado por los sensores envía notificaciones de esas alarmas al usuario para que éste se encuentre informado sobre el evento.

3 Abstract

The efficient use of energy, also known as energy efficiency in the home, is of great importance due to the advantages it offers, being the main one the economic savings. Daily actions such as: disconnecting electronic devices that are not in use, turning off lights or unnecessary equipment at certain times of the day, having good practices for the use of some appliances such as the refrigerator whose constant use involves high energy consumption, among other actions; they can contribute to a responsible consumption of electricity used at home which can be directly reflected in the economy of families who use these equipment at home.

The objective of this research project is to develop an electronic device that provides information to the user about the estimated current and power consumption of the electrical load connected to it, but at the same time offering multiple advantages such as manual control or web interface for both, the general on and off of the whole electrical load connected or for partial control of luminaires, outlets and appliances or common equipment connected to them.

Moreover, the existent sensors in the device allow it to measure the electrical current in real time and to estimate the power consumed by the electrical load, allowing the user not only to visualize this information but also to store it in a micro SD memory, which, when analyzed, offers the user a better perspective on the electrical consumption and thus to identify possible ways to save energy. In case of any excessive consumption detected by the sensors, it sends notifications of these alarms to keep the user informed about the event.

4 Problemática

El consumo promedio de energía eléctrica de los hogares ecuatorianos a nivel nacional es mayor a 138 kW/h, el área urbana registra el consumo más alto con 155 kW/h (INEC, 2012), del cual una gran cantidad de hogares sufre problemas económicos al pagar su factura. Además de afectar de manera económica, genera un impacto negativo en el medio ambiente en el que se disuelve, efecto del que la mayoría de los consumidores de energía eléctrica no conocen, no interesa o no saben cómo contrarrestarlo.

Destacando la falta de tecnología en la visión inicial del proceso de diseño, este documento de investigación procederá a analizar, observar y modelar el proceso integral para optimizar el ingreso y la clara necesidad de implementar domótica en los hogares y por supuesto en las nuevas construcciones (Iglesias, 2018)

El consumo total de energía primaria, se refiere al total de fuentes básicas de energía que se utiliza para generar los servicios energéticos. En los últimos 200 años, el uso de energía primaria ha crecido veinte veces más. (ROSETO, 2015). Dicho aumento está estrechamente relacionado al crecimiento poblacional y al crecimiento de la economía, especialmente en países desarrollados. Como resultado, desde 1970 hasta el presente se ha duplicado el consumo de energía en el mundo. (Arízaga, 2015)

El ahorro en gastos por servicio de electricidad y la necesidad permanente de contar con un eficiente sistema de seguridad; son requerimientos que en todo hogar debe obtenerse, sin que ello signifique un incremento del costo de dichos servicios al presupuesto familiar, por ello se requiere conocer las bondades de la tecnología que nos permita obtener un ahorro significativo de tipo cuantitativo y cualitativo en estos servicios si implementamos dispositivos domóticos en las viviendas.

Bajo este planteamiento, será necesario descubrir la realidad de nuestro medio y conocer si nuestra sociedad está preparada para implementar sistemas inteligentes aplicados a

la construcción de viviendas; porque debemos considerar, cómo los teléfonos móviles han revolucionado las comunicaciones y los negocios; por la razón expuesta se debe de considerar la solución la implementación de este proyecto de manera de dar a conocer las bondades de implementar dispositivos domóticos, y que estos repercutan en beneficios cualitativos y cuantitativos si los aplicamos en las construcciones de viviendas

5 Tema

DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN DISPOSITIVO ELECTRÓNICO
PARA MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA INSTALACIÓN
ELÉCTRICA DOMICILIARIA

6 Justificación

En el desarrollo del presente proyecto de investigación se tiene como objetivo principal dar el cumplimiento a uno de los reglamentos académicos, establecidos por la nueva Ley de Educación Superior previa a la obtención de titulación en la Tecnología Superior en Electrónica, del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano, al mismo tiempo se pretende poner en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de la formación académica, adquirir habilidades mediante la investigación que se realizará y que el resultado de la misma sirva como instrumento de apoyo al desarrollo de futuros proyectos que se realicen en la carrera de electrónica del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano.

La domótica permite automatizar los diferentes sistemas mediante algunas tecnologías aplicadas al control, permitiendo una gestión eficiente de la vivienda, brindando seguridad, ahorro energético, eficiencia y comunicación, la cual va a estar integrado por medio de redes interiores y exteriores ya sea cableada o inalámbrica y cuyo control goce de cierta ubicación desde dentro y fuera del hogar. Es por ello, el interés de enfocar el proyecto de titulación de fin de carrera en este campo, haciendo uso de distintas tecnologías como: Arduino, IoT y servidores, así también se podrá utilizar elementos de bajo coste como sensores y actuadores que le permitan a la persona interactuar con el entorno que lo rodea y disponer de información del funcionamiento de cada uno de ellos.

El dispositivo electrónico que se propone realizar contará con múltiples funciones siendo la principal función que podrá ser utilizado como instrumento de medición de potencia de entrada a una vivienda en tiempo real y bloquear el paso de corriente eléctrica a cada uno de los distintos breakers de la vivienda de manera automática o manual. Como funciones secundarias están el contar con la capacidad de controlar dispositivos de manera remota como focos, tomacorrientes, entre otros, Además, el dispositivo haciendo uso de tecnologías IoT y servidores permitirá ofrecer información al usuario del consumo energético y del estado de

los dispositivos que emularían el control domótico en la vivienda permitiendo al usuario contar con un control sobre los mismos.

Desde la parte económica la automatización y control de dispositivos que funcionan apoyados en los principios de la domótica y el contar con el bloqueo de la energía eléctrica en la vivienda permitirán ahorrar energía eléctrica dando como resultado un ahorro económico al propietario de la vivienda y una mejor administración y control de las luminarias, tomacorrientes y cargas eléctricas colocadas en la vivienda.

7 Objetivos

7.1 Objetivo general

- Desarrollar e implementar un dispositivo electrónico para mejorar la eficiencia energética de una instalación eléctrica domiciliaria

7.2 Objetivos específicos

- Realizar la investigación teórica sobre dispositivos de medición utilizados para estimar el consumo energético en una vivienda, conceptos relacionados a eficiencia energética y aplicaciones de sistemas domóticos, en fuentes de consulta confiables tanto virtuales como físicas.
- Proponer el diseño electrónico del dispositivo para estimación de consumo energético en una vivienda e integrar dispositivos IoT para garantizar el confort, la seguridad, y la conectividad de todas las cargas eléctricas.
- Implementar y verificar el funcionamiento del dispositivo electrónico en base a pruebas de campo

8 Marco Teórico

8.1 Marco institucional

INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO SUDAMERICANO



8.1.1. Reseña histórica

El Señor Manuel Alfonso Manitio Conumba, crea el Instituto Técnico Superior Particular Sudamericano, para la formación de TECNICOS, por lo que se hace el trámite respectivo en el Ministerio de Educación y Cultura, y con fecha 4 de junio de 1996, autoriza con resolución Nro. 2403, la CREACIÓN y el FUNCIONAMIENTO de este Instituto Superior, con las especialidades del ciclo pos bachillerato de:

1. Contabilidad Bancaria
2. Administración de Empresas, y;
3. Análisis de Sistemas

Para el año lectivo 1996-1997, régimen costa y sierra, con dos secciones diurno y nocturno facultando otorgar el Título de Técnico Superior en las especialidades autorizadas.

Posteriormente, con resolución Nro. 4624 del 28 de noviembre de 1997, el Ministerio de Educación y Cultura, autoriza el funcionamiento del ciclo pos bachillerato, en las especialidades de:

1. Secretariado Ejecutivo Trilingüe, y;
2. Administración Bancaria.

Con resolución Nro. 971 del 21 de septiembre de 1999, resuelve el Ministerio de Educación y Cultura, elevar a la categoría de INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR PARTICULAR SUDAMERICANO, con las especialidades de:

1. Administración Empresarial
2. Secretariado Ejecutivo Trilingüe
3. Finanzas y Banca, y;
4. Sistemas de Automatización

Con oficio circular nro. 002-DNPE-A del 3 de junio de 2000, la Dirección Provincial de Educación de Loja, hace conocer la nueva Ley de Educación Superior, publicada en el Registro Oficial, Nro. 77 del mes de junio de 2000, en el cual dispone que los Institutos Superiores Técnicos y Tecnológicos, que dependen del Ministerio de Educación y Cultura, forman parte directamente del “Sistema Nacional de Educación Superior” conforme lo determina en los artículos 23 y 24. Por lo tanto en el mes de noviembre de 2000, el Instituto Tecnológico Sudamericano de la ciudad de Loja, pasa a formar parte del Consejo Nacional de Educación Superior (CONESUP) con Registro Institucional Nro. 11-009 del 29 de noviembre de 2000.

A medida que avanza la demanda educativa el Instituto propone nuevas tecnologías, es así que con Acuerdo Nro. 160 del 17 de noviembre de 2003, la Dirección Ejecutiva del Consejo Nacional de Educación Superior (CONESUP) otorga licencia de funcionamiento en la carrera de:

1. Diseño Gráfico y Publicidad.

Para que conceda títulos de Técnico Superior con 122 créditos de estudios y a nivel Tecnológico con 185 créditos de estudios.

Finalmente, con Acuerdo Nro. 351 del 23 de noviembre de 2006, el Consejo Nacional de Educación Superior (CONESUP) acuerda otorgar licencia de funcionamiento para las tecnologías en las carreras de:

1. Gastronomía
2. Gestión Ambiental
3. Electrónica, y;
4. Administración Turística.

Otorgando los títulos de Tecnólogo en las carreras autorizadas, previo el cumplimiento de 185 créditos de estudio.

Posteriormente y a partir de la creación del Consejo de Educación Superior (CES) en el año 2008, el Tecnológico Sudamericano se somete a los mandatos de tal organismo y además de la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (SENESCYT), del Consejo Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CEAACES); así como de sus organismos anexos.

Posterior al proceso de evaluación y acreditación dispuesto por el CEAACES; y, con Resolución Nro. 405-CEAACES-SE-12-2106, de fecha 18 de mayo del 2016 se otorga al Instituto Tecnológico Superior Sudamericano la categoría de “Acreditado” con una calificación del 91% de eficiencia.

Actualmente las autoridades del Instituto Tecnológico Superior Sudamericano se encuentran laborando en el proyecto de rediseño curricular de sus carreras con el fin de que se ajusten a las necesidades del mercado laboral y aporten al cambio de la Matriz Productiva de la Zona 7 y del Ecuador.

8.1.2. Misión, visión y valores

Desde sus inicios la MISIÓN y VISIÓN, han sido el norte de esta institución y que detallamos a continuación:

8.1.2.1 Misión.

“Formar gente de talento con calidad humana, académica, basada en principios y valores, cultivando pensamiento crítico, reflexivo e investigativo, para que comprendan que la vida es la búsqueda de un permanente aprendizaje”

8.1.2.2 Visión.

“Ser el mejor Instituto Tecnológico del país, con una proyección internacional para entregar a la sociedad, hombres íntegros, profesionales excelentes, líderes en todos los campos, con espíritu emprendedor, con libertad de pensamiento y acción”

8.1.2.3 Valores. Libertad, Responsabilidad, Disciplina, Constancia y estudio.

8.1.3 Referentes académicos

Todas las metas y objetivos de trabajo que desarrolla el Instituto Tecnológico Sudamericano se van cristalizando gracias al trabajo de un equipo humano: autoridades, planta administrativa, catedráticos, padres de familia y estudiantes; que día a día contribuyen con su experiencia y fuerte motivación de pro actividad para lograr las metas institucionales y personales en beneficio del desarrollo socio cultural y económico de la provincia y del país. Con todo este aporte mancomunado la familia sudamericana hace honor a su slogan “gente de talento hace gente de talento”.

Actualmente la Mgs. Ana Marcela Cordero Clavijo, es la Rectora titular; Ing. Patricio Villamarín coronel. - Vicerrector Académico.

El sistema de estudio en esta Institución es por semestre, por lo tanto, en cada semestre existe un incremento de estudiantes, el incremento es de un 10% al 15% esto es desde el 2005. Por lo general los estudiantes provienen especialmente del cantón Loja, pero también tenemos estudiantes de la provincia de Loja como: Cariamanga, Macará, Amaluza,

Zumba, Zapotillo, Catacocha y de otras provincias como: El Oro (Machala), Zamora, la cobertura académica es para personas que residen en la Zona 7 del país.

8.1.4. Políticas institucionales

- Las políticas institucionales del Tecnológico Sudamericano atienden a ejes básicos contenidos en el proceso de mejoramiento de la calidad de la educación superior en el Ecuador.
- Esmero en la atención al estudiante: antes, durante y después de su preparación tecnológica puesto que él es el protagonista del progreso individual y colectivo de la sociedad.
- Preparación continua y eficiente de los docentes; así como definición de políticas contractuales y salariales que le otorguen estabilidad y por ende le faciliten dedicación de tiempo de calidad para atender su rol de educador.
- Asertividad en la gestión académica mediante un adecuado estudio y análisis de la realidad económica, productiva y tecnología del sur del país para la propuesta de carreras que generen solución a los problemas.
- Atención prioritaria al soporte académico con relevancia a la infraestructura y a la tecnología que permitan que docentes y alumnos disfruten de los procesos enseñanza – aprendizaje.
- Fomento de la investigación formativa como medio para determinar problemas sociales y proyectos que propongan soluciones a los mismos.
- Trabajo efectivo en la administración y gestión de la institución enmarcado en lo contenido en las leyes y reglamentos que rigen en el país en lo concerniente a educación y a otros ámbitos legales que le competen.

- Desarrollo de proyectos de vinculación con la colectividad y preservación del medio ambiente; como compromiso de la búsqueda de mejores formas de vida para sectores vulnerables y ambientales.

8.1.5 Objetivos institucionales

Los objetivos del Tecnológico Sudamericano tienen estrecha y lógica relación con las políticas institucionales, ellos enfatizan en las estrategias y mecanismos pertinentes:

- Atender los requerimientos, necesidades, actitudes y aptitudes del estudiante mediante la aplicación de procesos de enseñanza – aprendizaje en apego estricto a la pedagogía, didáctica y psicología que dé lugar a generar gente de talento.
- Seleccionar, capacitar, actualizar y motivar a los docentes para que su labor llegue hacia el estudiante; por medio de la fijación legal y justa de políticas contractuales.
- Determinar procesos asertivos en cuanto a la gestión académica en donde se descarte la improvisación, los intereses personales frente a la propuesta de nuevas carreras, así como de sus contenidos curriculares.
- Adecuar y adquirir periódicamente infraestructura física y equipos tecnológicos en versiones actualizadas de manera que el estudiante domine las TIC'S que le sean de utilidad en el sector productivo.
- Priorizar la investigación y estudio de mercados; por parte de docentes y estudiantes aplicando métodos y técnicas científicamente comprobados que permitan generar trabajo y productividad.
- Planear, organizar, ejecutar y evaluar la administración y gestión institucional en el marco legal que rige para el Ecuador y para la educación superior en particular, de manera que su gestión sea el pilar fundamental para lograr la misión y visión.

- Diseñar proyectos de vinculación con la colectividad y de preservación del medio ambiente partiendo del análisis de la realidad de sectores vulnerables y en riesgo de manera que el Tecnológico Sudamericano se inmiscuya con pertinencia social.

8.1.6 Estructura del modelo educativo y pedagógico del Instituto Tecnológico Superior Sudamericano

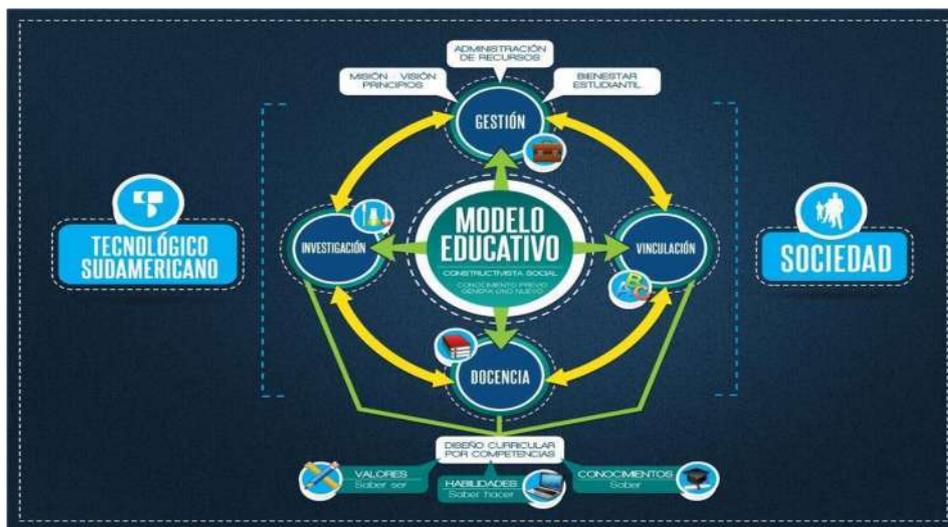


Figura 1

Estructura del modelo educativo

Imagen tomada de: Prentices Hall Hispanoamericana, 1999

8.1.7. Plan estratégico de desarrollo

El Instituto Tecnológico Superior Sudamericano cuenta con un plan de desarrollo y crecimiento institucional trazado desde el 2016 al 2020; el cual enfoca puntos centrales de atención:

- Optimización de la gestión administrativa
- Optimización de recursos económicos
- Excelencia y carrera docente
- Desarrollo de investigación a través de su modelo educativo que implica proyectos y productos integradores para que el alumno desarrolle: el saber ser, el saber y el saber hacer

- Ejecución de programas de vinculación con la colectividad
- Velar en todo momento por el bienestar estudiantil a través de: seguro estudiantil, programas de becas, programas de créditos educativos internos, impulso académico y curricular
- Utilizar la TIC`S como herramienta prioritaria para el avance tecnológico
- Automatizar sistemas para operativizar y agilizar procedimientos
- Adquirir equipo, mobiliario, insumos, herramientas, modernizar laboratorios a fin de que los estudiantes obtengan un aprendizaje significativo
- Rendir cuentas a los organismos de control como CES, SENESCYT, CEAACES, SNIESE, SEGURO SOCIAL, SRI, Ministerio de Relaciones Laborales; CONADIS, docentes, estudiantes, padres de familia y la sociedad en general
- Adquirir el terreno para la edificación de un edificio propio y moderno hasta finales del año dos mil quince.

La presente información es obtenida de los archivos originales que reposan en esta dependencia. (Prentices Hall Hispanoamericana, 1999)

Tlga. Carla Sabrina Benítez Torres

SECRETARIA DEL INSTITUTO SUDAMERICANO

8.2 Marco Conceptual

Antecedentes investigativos.

Al investigar proyectos, archivos, documentos sobre “Desarrollo e implementación de un dispositivo electrónico para optimizar la eficiencia energética de una instalación eléctrica domiciliaria” se han encontrado trabajos que en cierta manera tienen relación con el tema mencionado a continuación se presenta los que son de mayor relevancia al desarrollo de esta investigación:

Tesis con el nombre de “OPTIMIZACIÓN MULTI OBJETIVO DEL CONSUMO ELÉCTRICO BASADO EN LA RESPUESTA A LA DEMANDA” su autor JUAN MIGUEL CHALCO CORELLA, correspondiente a Febrero del año 2017 se lo toma por su importancia en el ahorro de consumo eléctrico lo cual se lo realizará aplicando el uso de la respuesta a la demanda eléctrica mediante el traslado de cargas eléctricas no representativas del usuario comercial hacia horarios fuera de los considerados picos dentro del sistema nacional interconectado.

Tesis con el nombre de “OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO ELÉCTRICO DOMÉSTICO DE CONSUMIDORES CON PVPC” su autor Álvaro Antonio Bermejo Arroyo, correspondiente a Octubre del año 2017, se lo toma por su importancia en el ahorro de consumo eléctrico lo cual se lo realiza aplicando dos suposiciones, la primera es que el total de energía horaria consumida en cada día del año se puede desplazar en el tiempo y la segunda suposición consiste en la diferencia del consumo en energía fija y energía móvil en el tiempo .

En la actualidad no se han realizado dispositivos para el ahorro energético en el instituto ISTS, por lo que esta investigación es única, este trabajo es muy importante para el desarrollo estudiantil e interés de la institución.

Concepto de la Domótica

Desde hace bastantes años se están desarrollando numerosas soluciones para una mayor integración entre todos los sistemas y equipos domésticos. La integración de los sistemas electrotécnicos en el hogar se ha venido denominando en muchas ocasiones como Domótica. Sin embargo, es importante conocer que, de forma estricta, se define la vivienda domótica como: “aquella en la que existen agrupaciones automatizadas de equipos, normalmente asociados por funciones, que disponen de la capacidad de comunicarse interactivamente entre ellas a través de un bus doméstico multimedia que las integra” (Vazquez Alvarez, 1991)

Concepto del hogar digital

El concepto que durante los últimos años ha empezado a ganar terreno es el Hogar Digital. Este concepto es más amplio que el de la domótica, en el sentido que no hace referencia estrictamente a la tecnología. El Hogar Digital tiene su punto de partida en los servicios, sistemas y funcionalidades. (Vazquez Alvarez, 1991)

Ventajas de la domótica

Las ventajas brindadas en un diseño inteligente son infinitas, ya que, gracias a los algoritmos y a la automatización aplicada en las estructuras arquitectónicas, se generan diversas oportunidades espaciales, adaptadas a satisfacer las necesidades de los usuarios. A continuación, listamos algunas de las ventajas más importantes.

Seguridad

La seguridad doméstica es un beneficio que la domótica ofrece, puesto que detecta posibles fugas de gas a tiempo, incendios, escapes de agua e incluso, debido a la utilización de cámaras, esta tecnología alerta en caso de que algún extraño o intruso traspase la

propiedad. A través de este sistema se puede ver todo lo sucedido en los alrededores de un espacio y simular la presencia de personas en el hogar. (Echeverri Montes, 2020). Lo anterior, encendiendo o apagando las luces y con solo un clic en un dispositivo móvil inteligente conectado a la red en la distancia.

Ahorro de energía

Si hablamos de ahorro de consumo energético de una vivienda, el diseño inteligente se caracteriza por la reducción de gastos de servicios de una casa, apartamento u oficina. La domótica gestiona, por medio de una base de datos, todos los elementos controlados que contribuyen al ahorro de agua, luz, gas, es decir, programa todos los aparatos eléctricos para que se enciendan, sólo cuando sean necesarios. (Echeverri Montes, 2020)

A su vez, este sistema domina la apropiada iluminación y climatización, comprimiendo hasta un 70 % del consumo energético. Sin duda alguna, la domótica garantiza el estado "modo ahorro", mientras nadie esté en la vivienda y la detección de presencia, en cada zona de la vivienda, puede activar otras políticas de ahorro, lo que influye en la economía doméstica y promueve el uso de las viviendas ecológicas.

Interrelación e interconexión.

Con la implementación de las nuevas tecnologías y el Internet, el ámbito digital evoluciona hasta formar parte del día a día de los usuarios, tal cual es el caso de la domótica implementada en la arquitectura. (Echeverri Montes, 2020). Este sistema se convierte en una herramienta práctica que facilita, en muchos aspectos, la interacción de un espacio con las personas mediante elementos domóticos como mensajes de texto, correos electrónicos y llamados de voz, entre otros.

La domótica incluye el reconocimiento de voz o de movimientos corporales como un canal de comunicación entre el usuario y la arquitectura; también funciona con la teleasistencia, la cual es un sistema que consta de un conjunto de sensores que monitorizan los hábitos de vida del usuario como, por ejemplo, el tiempo que la persona permanece en la cama, en el baño o ejercitándose, si el usuario toma medicamentos, entre otros hábitos rutinarios. Según los parámetros obtenidos por esos sensores, se configura un perfil almacenado en un servidor central, supervisado las 24 horas por profesionales sociosanitarios.

Simplicidad y comodidad

La domótica garantiza beneficios prácticos en su implementación y se mide por las cantidades de tareas que el sistema ejecuta, brindándole al usuario la comodidad de realizarlas desde su teléfono móvil. A través de la domótica, se efectúa el cierre automático de las persianas, configurando la cantidad de luz solar que entra en las habitaciones o la ventilación deseada.

Reducción de daños medioambientales

La implementación de la domótica es capaz de mitigar, de forma muy eficiente, los impactos negativos que la arquitectura genera al medioambiente, debido a que ayuda a evitar que los aparatos eléctricos estén encendidos sin ningún uso. Además, la domótica vigila cuidadosamente las fugas, ya sean de gas o de agua, previniendo los accidentes domésticos.

Desventajas de la domótica

Las desventajas de la domótica son mínimas, sin embargo, existen algunos contras de este sistema.

Alto costo de instalación

Debido a su alto estándar de seguridad y confort, la instalación del sistema domótico tiene un elevado costo, por lo que se proponen procesos de implementación por etapas, según sea el interés y el alcance del cliente para su proyecto. (Echeverri Montes, 2020)

Mantenimiento

Luego de la instalación, la domótica requiere un mantenimiento esporádico que actualice el sistema y sus redes. En caso de que se produzca algún tipo de avería o falla (que son casi nulas), el arreglo de la red puede ser compleja y costosa, ya que es posible que se bloquee una parte importante del sistema y algunas de sus funciones queden anuladas. (Echeverri Montes, 2020)

Velocidad de transmisión de datos

El desempeño de las funciones dependerá de la velocidad de la red y de la cantidad de usuarios conectados al sistema, puesto que, al transferir una gran cantidad de datos, la red puede congestionarse y disminuir la velocidad de transmisión, provocando la ralentización de las funciones.

Dispositivo

“Una solución domótica puede variar desde un único dispositivo, que realiza una sola acción, hasta amplios sistemas que controlan prácticamente todas las instalaciones dentro de la vivienda.” (Balibrea, 2012)

Los distintos dispositivos de los sistemas domóticos se pueden clasificar en los siguientes grupos:

Controlador: es el dispositivo que gestiona el sistema según la programación y la información que recibe. Puede haber un controlador solo, o varios distribuidos por el sistema. (Hernández Balibrea, 2012)

Actuador: es un dispositivo capaz de ejecutar y/o recibir una orden del controlador y realizar una acción sobre un aparato o sistema (encendido/apagado, subida/bajada, apertura/cierre, etc.).

Sensor: es el dispositivo que monitoriza el entorno, tanto interior como exterior, captando información que transmite al sistema (sensores de agua, gas, humo, temperatura, viento, humedad, lluvia, iluminación, etc.).

Bus: es el medio de transmisión que transporta la información entre los distintos dispositivos por un cableado propio, por las redes de otros sistemas (red eléctrica, red telefónica, red de datos) o de forma inalámbrica. (INMÓTICA, s.f.)

Interface: nos referimos a los dispositivos (pantallas, móvil, Internet, conectores) y los formatos (binario, audio) en que se muestra la información del sistema para los usuarios (u otros sistemas) y donde los mismos pueden interactuar con el sistema.

Sistemas Electrónicos.

Los sistemas electrónicos constan de 3 procesos:

La etapa de entrada: Es esta etapa utilizamos los sensores, interruptor, reloj los cuales son componentes que nos dan la información de su estado actual.

La etapa de proceso: Aquí utilizamos los datos de entrada, convertimos las señales de acuerdo a los valores que se disponga de sensores, pulsantes y registros.

La etapa de Salida: Esta etapa está conformada por los elementos actuadores como bluetooth, relé, led, focos indicadores, micro sd, envió de correos

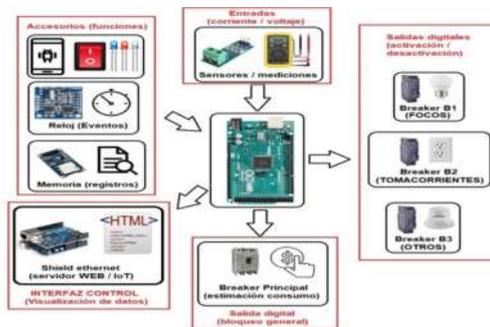


Figura 2 Sistema Electrónico

Elaborada por los autores.

Placas de desarrollo de microcontroladores.

Un microcontrolador es un circuito integrado que incluye en su interior las tres unidades funcionales de una computadora: unidad central de procesamiento, memoria y periféricos de entrada y salida. La memoria del programa en forma de flash ROM a menudo se incluyen en el chip, así como una pequeña cantidad de RAM. Estos son diseñados para aplicaciones embebidas, en contraste con los microprocesadores utilizados en computadoras personales u otras aplicaciones de propósito general. (Garrido et al. 2011)

9 Diseño metodológico

9.1 Métodos de investigación

9.1.1 Método hermenéutico.

Es la ciencia y arte de la interpretación, sobre textos, para determinar el significado exacto de las palabras mediante las cuales se ha expresado un pensamiento. La hermeneuta es aquel que se dedica a interpretar y desvelar el sentido de los mensajes, haciendo su comprensión se más posible y con la finalidad de evitar una desfavorable función normativa. (Camacho, 2011)

La segunda parte del proyecto se utiliza el siguiente método hermenéutico, que parte con los conocimientos de experiencias de los diferentes estudios realizados en eficiencia energética, continúa con la investigación en literatura para proponer un diseño electrónico para IoT eficiente que permite cubrir el objetivo de sostenibilidad y conectividad.

9.1.2 Método fenomenológico.

La metodología busca determinar los contenidos reales, ideales, imaginarios, etc. Suspender la conciencia fenomenológica, de manera tal que resulta posible atenerse a lo dado en cuanto a tal y describirlo en su pureza. (Guillen, 2019)

Para dar cumplimiento del primer objetivo nos guiaremos en el método fenomenológico, que se inicia con la aproximación a dispositivos de medición utilizados para estimar el consumo energético en una vivienda y continúa con determinar con datos reales que tan viable es la gestión de eficiencia energética.

9.1.3 Método práctico proyectual.

Según Gui Bonsiepe (1975) afirma que “El método de proyección, se base en la planificación de las actividades, dividiendo el problema en sub problemas jerarquizados, organizadamente para captar información de forma objetiva y no intuitiva”. (Vera, 2016)

Analizando los diferentes métodos se iniciará con el método hermenéutico el cual ayuda a formar un análisis completo de diferentes medios bibliográficos como son páginas web, artículos, libros, guías y algunas tesis que tenga relación al tema de investigación, logrando tener un pensamiento más claro en implementación de sistemas electrónicos. Siguiendo con la selección y adquisición de los componentes electrónicos, analizando cada uno de ellos.

Aplicando el método fenomenológico se logró entender y evidenciar que con un dispositivo que permita al usuario conocer en términos comprensibles para él como influyen las cargas eléctricas de una vivienda en su consumo energético mensual reflejado en la planilla que debe cancelar a la empresa correspondiente y como la mejor administración de la misma puede generar ahorros económicos, por lo que se pretende diseñar un dispositivo que pueda adaptarse a la vida cotidiana de las personas y contribuir para su bienestar.

El método práctico proyectual, consiste en la implementación de un sistema electrónico capaz administrar de manera eficiente las cargas eléctricas de una vivienda permitiendo o bloqueando el paso de corriente eléctrica hacia las mismas de tal manera que al realizar y analizar las pruebas de campo respectivas se pueda verificar el funcionamiento del sistema electrónico implementado, confirmando que cumpla los objetivos planteados y proceso adecuado del mismo.

9.2 Técnicas de investigación

9.1.1 Investigación documental.

La investigación documental se la pueda considerar, como una serie de métodos y técnicas de búsqueda, procesamiento y almacenamiento de la información contenida en documentos y la presentación sistemática, coherente y suficientemente argumentada de nueva información en un documento científico, de este modo, no debe entenderse ni agotarse la investigación documental como la simple búsqueda de documentos relativos a un tema (Tancara, 1993).

Esta técnica se utiliza para recopilar y seleccionar información precisa de diferentes fuentes digitales, para desarrollar el sistema electrónico, además para seleccionar de manera correcta los diferentes materiales a emplearse en el desarrollo del proyecto.

9.2.2 Observación.

La observación es la forma sistematizada y lógica para el registro visual y verificable de lo que se pretende conocer, es decir, es captar de la manera más objetiva posible, lo que ocurre en el mundo real, ya sea para describirlo, analizarlo o explicarlo desde una perspectiva científica (Martinez & Campos, 2012)

Esta técnica de observación se la realizará de manera directa en el campo de investigación para tomar notas, recoger datos relevantes y sobre todo verificar y evaluar el funcionamiento y la respuesta del dispositivo frente a diferentes eventos externos posibles. Mediante mediciones se podrá realizar un estudio comparativo del consumo energético entre una vivienda convencional y una vivienda que haga uso de los principios de la domótica y eficiencia energética.

9.2.3 Prueba y error.

El método de prueba y error o método científico nos sirve para investigar y encontrar soluciones innovadoras a los problemas de la empresa. Realmente, no hay nada mejor que aprender con la experiencia. Se trata de hacer pequeños experimentos para ver qué funciona mejor en tu empresa. Por eso es tan importante usar una metodología robusta para reforzar los aciertos y aprender de los errores. (Martin, 2016)

La técnica de prueba y error nos ayudará en el proyecto a realizar correcciones tanto en el desarrollo del dispositivo como en las mediciones realizadas y control remoto de salidas, realizando de ser necesario calibraciones correspondientes, mejoras al circuito electrónico de control y modificaciones en el software interno del dispositivo y le permitirá cumplir con el propósito propuesto en los objetivos del proyecto.

10 Propuesta práctica de acción

10.1 Selección de materiales

10.1.1 *Arduino Mega.*

El Arduino Mega 2560 es una placa de microcontrolador basada en el ATmega2560. Tiene 54 pines de entrada/salidas digitales (de los cuales 15 se pueden utilizar como salidas PWM), 16 entradas analógicas, 4 UART (puertos serie de hardware), un oscilador de cristal de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, un cabezal ICSP y un botón de reinicio. Contiene todo lo necesario para soportar el microcontrolador; simplemente conéctelo a una computadora con un cable USB o enciéndalo con un adaptador de CA a CC o una batería para comenzar. La placa Mega 2560 es compatible con la mayoría de los escudos diseñados para el Uno y las antiguas placas Duemilanove o Diecimila (Arduino Store, 2021).

Es el componente principal, en el que se conectarán todos los dispositivos que se van a utilizar en el proyecto.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Microcontrolador: Atmel SAM3X8E ARM Cortex-M3 CPU
- Voltaje de Operación: 3.3V
- Voltaje de alimentación: 6-20V (7-12V recomendado)
- Pines digitales I/O: 54 (12 salidas PWM)
- Entradas analógicas (ADC): 12
- Salidas analógicas (DAC): 2
- Corriente máxima entrada/salida(total): 130mA
- Memoria FLASH: 512 KB
- Memoria SRAM: 94 KB
- Memoria EEPROM: No disponible
- Velocidad de reloj: 84Mhz

- 4 UARTs
- Controlador DMA



Figura 3 *Arduino Mega 2560 REV3.*

Imagen tomada de: <https://store.arduino.cc/usa/mega-2560-r3>

10.1.2 NodeMcu

Es una plataforma de desarrollo similar a Arduino especialmente orientada al Internet de las cosas (IoT). La placa NodeMcu v2 ESP8266 tiene como núcleo al SoM ESP-12E que a su vez está basado en el SoC Wi-Fi ESP8266, integra además el conversor USB-Serial TTL CP2102 y conector micro-USB necesario para la programación y comunicación a PC. NodeMcu v2 ESP8266 está diseñado especialmente para trabajar montado en protoboard o soldado sobre una placa. Posee un regulador de voltaje de 3.3V en placa, esto permite alimentar la placa directamente del puerto micro-USB o por los pines 5V y GND. Los pines de entradas/salidas (GPIO) trabajan a 3.3V por lo que para conexión a sistemas de 5V es necesario utilizar conversores de nivel como: Conversor de nivel 3.3-5V 4CH o Conversor de nivel bidireccional 8CH - TXS0108E.

NodeMCU viene con un firmware pre-instalado el cual nos permite trabajar con el lenguaje interpretado LUA, enviándole comandos mediante el puerto serial (CP2102). Las

tarjetas NodeMCU y Wemos D1 mini son las plataformas más usadas en proyectos de Internet de las cosas (IoT). No compite con Arduino, pues cubren objetivos distintos (Nailamp Mechatronics, s.f.).

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Voltaje de Alimentación: 5V DC
- Voltaje de Entradas/Salidas: 3.3V DC (No usar 5V)
- Placa: NodeMCU v2 (Amica)
- Chip conversor USB-serial: CP2102
- SoM: ESP-12E (Ai-Thinker)
- SoC: ESP8266 (Espressif)
- CPU: Tensilica Xtensa LX3 (32 bit)
- Frecuencia de Reloj: 80MHz/160MHz
- Instruction RAM: 32KB
- Data RAM: 96KB
- Memoria Flash Externa: 4MB
- Pines Digitales GPIO: 17 (4 pueden configurarse como PWM a 3.3V)
- Pin Analógico ADC: 1 (0-1V)
- Puerto Serial UART: 2
- Certificación FCC
- Antena en PCB
- 802.11 b/g/n
- Wi-Fi Direct (P2P), soft-AP
- Stack de Protocolo TCP/IP integrado
- PLLs, reguladores, DCXO y manejo de poder integrados

- Potencia de salida de +19.5dBm en modo 802.11b
- Corriente de fuga menor a 10uA
- STBC, 1×1 MIMO, 2×1 MIMO
- A-MPDU & A-MSDU aggregation & 0.4ms guard interval
- Wake up and transmit packets in < 2ms
- Consumo de potencia Standby < 1.0mW (DTIM3)
- Pulsador RESET y FLASH
- Leds indicadores: 2
- Dimensiones: 49*26*12 mm
- Peso: 9 gramos



Figura 4 Placa NodeMcu v2 ESP8266

Imagen tomada de: <https://naylorlampmechatronics.com/espressif-esp/153-nodemcu-v2-esp8266-wifi.html>

10.1.3 Arduino Ethernet Shield 2

El Arduino Ethernet Shield 2 conecta su Arduino a Internet en cuestión de minutos. Simplemente conecte este módulo a su placa Arduino, conéctelo a su red con un cable RJ45 (no incluido) y siga unos sencillos pasos para comenzar a controlar su mundo a través de

Internet. Como siempre con Arduino, cada elemento de la plataforma – hardware, software y documentación – está disponible gratuitamente y es de código abierto. Esto significa que puede aprender exactamente cómo se hace y utilizar su diseño como punto de partida para sus propios circuitos (Arduino Store, 2021).

Este componente nos permite la interconexión entre la plataforma de internet con los dispositivos que vamos a controlar.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Voltaje de Operación: 5V DC
- Chip Ethernet: Wiznet W5100
- Velocidad Ethernet: 10/100 Mbps
- Conector RJ45
- Interface: SPI
- Compatible con Arduino Uno, Mega, Leonardo
- Lector MicroSD Card



Figura 5 *Arduino Ethernet Shield 2*

Imagen tomada de: <https://store-usa.arduino.cc/products/arduino-ethernet-shield-2>

10.1.4 Pantallas

La luz ha sido desde siempre motivo de estudio y discusión, principalmente por dos razones; la primera es que da lugar a cuestiones de gran interés en la filosofía natural, y la segunda porque tiene aplicaciones prácticas en campos tan atractivos como la astronomía o la oftalmología. Tantas han sido estas aplicaciones, que hoy día, tras dos mil cuatrocientos años desde que Euclides de Alejandría describiera los primeros principios de propagación lineal de la luz en su tratado Óptica, aún sigue siendo motivo de estudio y continúan apareciendo nuevas aplicaciones con las que hacer más fácil nuestras vidas. (Ramos, 2016)

10.1.4.1 Pantalla alfanumérico LCD 20X4 con módulo I2C incorporado

El LCD 20x4 posee 4 filas y 20 columnas de dígitos alfanuméricos, funciona con el controlador interno HD44780, que es un integrado muy utilizado y para el cual existe amplia documentación. Para conectar la pantalla LCD a nuestro Arduino/PIC se necesitan 6 pines: 2 de control y 4 de datos. En cuanto a la programación en Arduino ya se incluye por defecto la librería LiquidCrystal, que incluye ejemplos de prueba.

Si bien es posible conectar directamente la pantalla LCD a nuestro Arduino, es una buena opción utilizar un Adaptador LCD paralelo a serial I2C y de esa forma ahorrar pines, trabajando con solo 2 pines del puerto I2C (Mktronik, s.f.).

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Voltaje de Operación: 5V
- Interface de comunicación: Paralelo 4 u 8 bits
- Color Texto: Blanco
- Backlight: Azul
- Filas: 4
- Columnas: 20

- Incluye headers macho



Figura 6 Pantalla alfanumérico LCD 20X4

Imagen tomada de: <https://naylorlampmechatronics.com/lcd-alfanumerico/158-pantalla-lcd-2004-azul-backlight.html>

10.1.4.2 Pantalla Oled 0.91" I2C 128*32 SSD1306

Las pantallas OLED se destacan por su gran contraste y mínimo consumo de energía, esto es debido a que cada píxel genera su luz y no necesita de retroiluminación (Backlight) como los LCD, lo que hace que su consumo de energía sea mucho menor y aumenta su contraste. La pantalla Oled 0.91" I2C SSD1306 posee una resolución de 128*32 píxeles, permitiendo controlar cada píxel individualmente y mostrar tanto texto como gráficos (Makerschile, s.f.).

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Voltaje de operación: 3V – 5.5V DC
- Driver: SSD1306
- Interfaz: I2C
- Resolución: 128*32 píxeles
- Monocromo: píxeles blancos (fondo negro)

- Ángulo de visión: 160°
- Área visible (pantalla): 22.4*5.8 mm
- Consumo de energía ultra bajo: 0.04W (cuando están encendidos todos los píxeles)
- Temperatura de trabajo: -30°C ~ 70°C
- Dimensiones: 38*12*2.6 mm
- Peso: 4 gramos

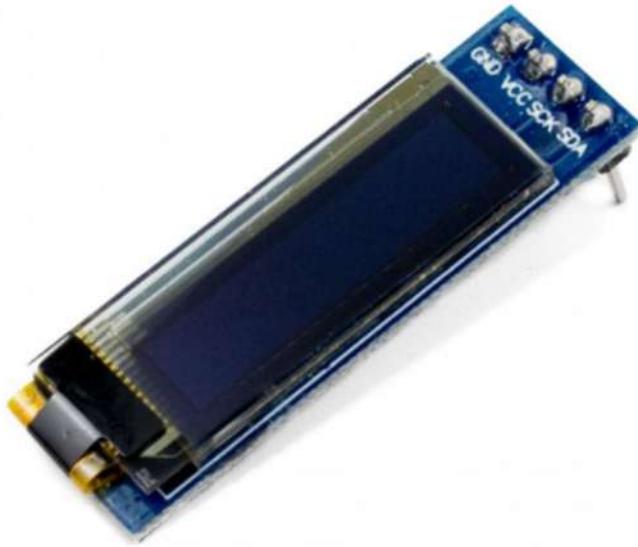


Figura 7 ACS712 current sensor

Imagen tomada de: <https://naylorlampmechatronics.com/oled/391-pantalla-oled-i2c-091-12832-ssd1306.html>

10.1.5 Módulo I2C

Conectar nuestra pantalla LCD con Arduino es mucho más sencillo con la ayuda del Módulo adaptador de LCD a interfaz I2C pues permite manejar nuestro LCD utilizando solo 2 pines (SDA y SCL). Este módulo es compatible con los LCD 1602 y. El Módulo está basado en el controlador I2C PCF8574 que es un Expansor de Entradas y Salidas digitales controlado por I2C. Por el diseño del PCB este módulo se usa especialmente para controlar un LCD Alfanumérico (Naylamp, s.f.).

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Voltaje de Alimentación: 5V DC
- Controlador: PCF8574
- Dirección I2C: 0x3F (en algunos modelos es 0x27)
- Compatible con el protocolo I2C
- Jumper para Luz de fondo
- Potenciómetro para ajuste de contraste

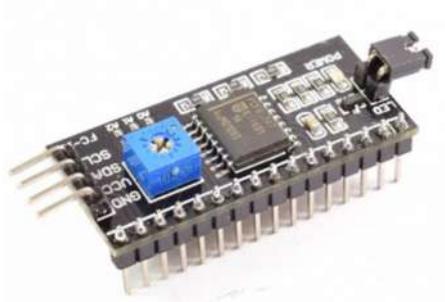


Figura 8 Módulo adaptador de LCD a interfaz I2C

Imagen tomada de: <https://naylampmechatronics.com/lcd-alfanumerico/60-modulo-adaptador-lcd-a-i2c.html>

10.1.6 Sensores

Un sensor es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. (Ginés, 2019)

10.1.6.1 ACS712 current sensor.

ACS712 es un sensor de corriente que puede funcionar tanto en CA como en CC. Este sensor funciona a 5V y produce una salida de voltaje analógica proporcional a la corriente medida. Esta herramienta consiste en una serie de sensores Hall de precisión con líneas de cobre (Arduino, 2019).

Este sensor nos permitirá medir la corriente, lo usaremos en cada ramal del circuito para determinar los valores que nos servirán para los cálculos correspondientes.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Voltaje de Operación: 5V
- Corriente máx: 30A
- Sensibilidad: 100 mV/A
- Señal analógica de bajo ruido
- Ancho de banda configurable mediante el pin FILTER
- Tiempo de respuesta de la salida: 5us
- Ancho de banda máximo: 80kHz
- Error: $\pm 1.5\%$ (@25 °C) ajustado en fábrica
- Resistencia del conductor: 1.2mOhm
- Mide tanto corrientes AC como DC
- Offset de salida sumamente estable
- Histéresis magnética próxima a cero
- Salida ratiometrica contra la tensión de alimentación)



Figura 9 ACS712 current sensor

Imagen tomada de: <https://create.arduino.cc/projecthub/instrumentation-system/acs712-current-sensor-87b4a6>

10.1.7 Dispositivo electrónico de interconexión.

Durante los últimos años se ha notado el progresivo avance que han tenido las tecnologías y la convergencia de las mismas, desapareciendo rápidamente las diferencias para transferir, almacenar y procesar o tratar la información ocasionando de esta manera la interoperabilidad de las redes mediante la interconexión de redes con el uso de dispositivos o equipos de conectividad tales como los routers y Switching. (Belloso, 2005)

10.1.7.1 Módulo bluetooth HC05

El módulo Bluetooth HC-05 nos permite conectar nuestros proyectos con Arduino a un Smartphone, celular o PC de forma inalámbrica (Bluetooth), con la facilidad de operación de un puerto serial. La transmisión se realiza totalmente en forma transparente al programador, por lo que se conecta en forma directa a los pines seriales de nuestro microcontrolador preferido (respetando los niveles de voltaje, ya que el módulo se alimenta con 3.3V). Todos los parámetros del módulo se pueden

configurar mediante comandos AT. La placa también incluye un regulador de 3.3V, que permite alimentar el módulo con un voltaje entre 3.6V - 6V. Este módulo es el complemento ideal para nuestros proyectos de robótica, domótica y control remoto con Arduino, PIC, Raspberry PI, ESP8266, ESP32, STM32, etc (ASKArduino, s.f.). La comunicación Bluetooth se da entre dos tipos de dispositivos: un maestro y un esclavo.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Voltaje de operación: 3.6V - 6V DC
- Consumo corriente: 50mA
- Bluetooth: V2.0+EDR
- Frecuencia: Banda ISM 2.4GHz
- Modulación: GFSK(Gaussian Frequency Shift Keying)
- Potencia de transmisión: 4dBm, Class 2
- Sensibilidad: -84dBm a 0.1% BER
- Alcance 10 metros
- Interface comunicación: Serial TTL
- Velocidad de transmisión: 1200bps hasta 1.3Mbps
- Baudrate por defecto: 38400,8,1,n.
- Seguridad: Autenticación y encriptación
- Temperatura de trabajo: -20C a +75C
- Compatible con Android
- Dimensiones: 37*16 mm
- Peso: 3.6 gramos



Figura 10 *Módulo Bluetooth HC-05*

Nota. Tomada de: <https://naylampmechatronics.com/inalambrico/43-modulo-bluetooth-hc05.html>.

10.1.7.2 Router Tp-Link ac1200

Es un dispositivo que permite interconectar computadoras que funcionan en el marco de una red. Su función es la de establecer la ruta que destinará a cada paquete de datos dentro de una red informática.

Características

- Admite transmisión 4K fluida con Wi-Fi AC1200
- 4 antenas externas proporcionan conexiones inalámbricas estables y una cobertura óptima
- Fácil administración de la red al alcance de su mano con TP-Link Tether
- Admite IGMP Proxy / Snooping, Bridge y Tag VLAN para optimizar la transmisión de IPTV
- Admite el modo de punto de acceso para crear un nuevo punto de acceso Wi-Fi



Figura 11 Router TP-LINK AC1200

Imagen tomada de: <https://www.tp-link.com/es/home-networking/wifi-router/archer-c50/>

10.1.8 Actuadores

Los actuadores son dispositivos que brindan la posibilidad de transformar diferentes tipos de energía para generar algún funcionamiento dentro de un sistema automatizado determinado. Usualmente, los actuadores generan una fuerza mecánica a partir de distintos tipos de energía, como puede ser eléctrica, neumática, o hidráulica. (330OHMS, 2013)

10.1.8.1 Diodos Leds

Los diodos son componentes electrónicos que permiten el paso de la corriente en un solo sentido, en sentido contrario no dejan pasar la corriente.

En el sentido en que su conexión permite pasar la corriente se comporta como un interruptor cerrado y en el sentido contrario de conexión, como un interruptor abierto.

Un diodo Led es un diodo que además de permitir el paso de la corriente solo un sentido, en el sentido en el que la corriente pasa por el diodo, este emite luz (Areatecnología, s.f.).

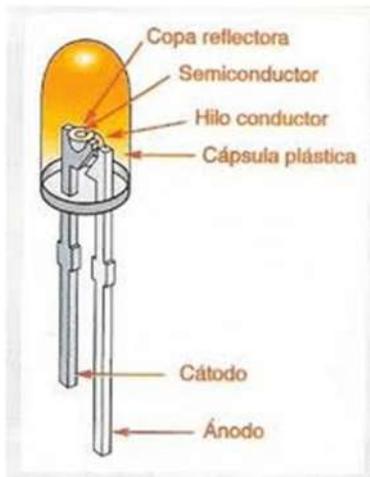


Figura 12 Diodos Leds

Imagen tomada de: <https://www.areatecnologia.com/electronica/como-es-un-led.html>

10.1.8.2 Módulo Relay 4ch 5vdc

El módulo posee 4 Relays de alta calidad, fabricados por Songle, capaces de manejar cargas de hasta 250V/10A. Cada canal posee aislamiento eléctrico por medio de un optoacoplador y un led indicador de estado. Su diseño facilita el trabajo con Arduino, al igual que con muchos otros sistemas como Raspberry Pi, ESP8266 (NodeMCU y Wemos), Teensy y Pic. Este módulo Relay activa la salida normalmente abierta (NO: Normally Open) al recibir un "0" lógico (0 Voltios) y desactiva la salida con un "1" lógico (5 voltios). Para la programación de Arduino y Relays se recomienda el uso de timers con la función "millis()" y de esa forma no utilizar la función "delay" que impide que el sistema continúe trabajando mientras se activa/desactiva un relay.

Entre las cargas que se pueden manejar tenemos: bombillas de luz, luminarias, motores AC (220V), motores DC, solenoides, electroválvulas, calentadores de agua y una gran variedad de actuadores más. Se recomienda realizar y verificar las

conexiones antes de alimentar el circuito, también es una buena práctica proteger el circuito dentro de un case (Nailamp Mechatronics, s.f.).

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Voltaje de Operación: 5V DC
- Señal de Control: TTL (3.3V o 5V)
- N° de Relays (canales): **4 CH**
- Modelo Relay: SRD-05VDC-SL-C
- Capacidad máx: 10A/250VAC, 10A/30VDC
- Corriente máx: 10A (NO), 5A (NC)
- Tiempo de acción: 10 ms / 5 ms
- Para activar salida NO: 0 Voltios
- Entradas Optoacopladas
- Indicadores LED de activación

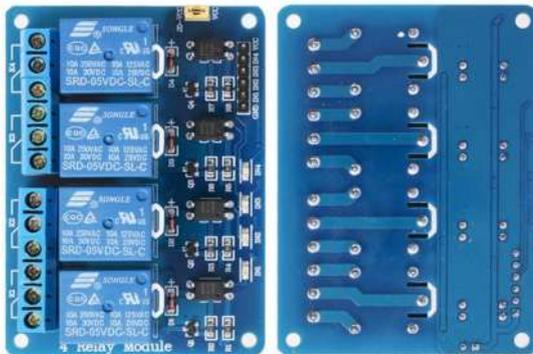


Figura 13 Relés

Imagen tomada de: <https://scidle.com/es/como-usar-un-modulo-de-reles-con-arduino/>

10.1.8.3 Breakers

Este dispositivo es el encargado de cortar el paso de la corriente, cuando supera un determinado umbral.

Los interruptores termomagnéticos (térmicas) se utilizan, en primer término, para proteger contra sobrecargas y cortocircuitos a los cables y conductores eléctricos. De esa manera asumen la protección de medios electrónicos contra calentamientos excesivos.

Cada uno de los circuitos que se instalan, tiene su propio disyuntor termomagnético. Están diseñados para soportar los picos de corriente que se generan durante el encendido de los motores eléctricos. Los interruptores termomagnéticos (térmicas) se utilizan, en primer término, para proteger contra sobrecargas y cortocircuitos a los cables y conductores eléctricos. De esa manera asumen la protección de medios eléctricos contra calentamientos excesivos (J.D, 2020).



Figura 14 Breakers

Imagen tomada de: <https://www.se.com/us/en/product-range/1104-multi-9/?parent-subcategory-id=50310>

10.1.8.4 Foco de 9W

Foco led 9 w 65000k 50-60hz e27 110-260 v 30000 horas, 85 % de ahorro de energía dura hasta 30000 horas, no contiene materiales pesados como el mercurio, no emite sonido, no genera contaminación al ambiente.



Figura 15

Foco Led 9W

Imagen tomada de: <https://www.promesa.com.ec/producto/foco-led-luxar-a60-9w-6500k-e27-100-265v-860-lumens>

10.1.9 Dispositivos complementarios

10.1.9.1 Resistencia de 220 Ohmios

Las resistencias son unos elementos eléctricos cuya misión es dificultar el paso de la corriente eléctrica a través de ellas. Su característica principal es su resistencia óhmica. La resistencia óhmica de una resistencia se mide en ohmios, así como dos de sus múltiplos: el Kilo-Ohmio ($1K\Omega$) y el Mega-Ohmio ($1M\Omega=10^6\Omega$). El valor resistivo puede ser fijo o variable. En el primer caso hablamos de resistencias comunes o fijas y en el segundo de resistencias variables, ajustables, potenciómetros y reóstatos. Las resistencias fijas pueden clasificarse en dos grupos, de acuerdo con el material con el que están constituidas: "resistencias de hilo", solamente para disipaciones superiores a 2 W, y "resistencias químicas" para, en general, potencias inferiores a 2W (Tostatronic, s.f.).



Figura 16 Resistencia 220 1/4W

Imagen tomada de: <https://tostatronic.com/store/componentes-pasivos/889-resistencia-220-14w.html>

10.1.9.2 Módulo rtc ds3231 + eeprom at24c32 (i2c)

Los RTC (Real Time Clock) o reloj en Tiempo Real son la solución ideal cuando necesitamos integrar mediciones de tiempo a nuestros proyectos. Los RTC son de muy bajo consumo por lo que pueden ser alimentados por baterías y de esa forma no perder la sincronización. Si bien los microcontroladores poseen contadores internos, estos no son tan exactos como un RTC dedicado. (Naylamp, s.f.)

El módulo está basado en el RTC DS3231 de MAXIM y la EEPROM AT24C32 de ATMEL. Ambos circuitos integrados comparten el mismo bus comunicación con el Protocolo I2C. El RTC DS3231 es la evolución del clásico RTC DS1307. La principal diferencia con el DS1307 es el oscilador interno compensado por temperatura, lo que hace que su precisión sea muy alta. La memoria EEPROM AT24C32 permite almacenar 32Kbits (4K Bytes) de datos de manera permanente (Naylamp Mechatronics, s.f.).

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Voltaje de alimentación: 3.3V - 5V DC
- RTC de alta precisión DS3231 con oscilador interno

- Exactitud Reloj: 2ppm
- Interfaz de comunicación digital: I2C
- Dirección I2C del DS3132: Read(11010001) Write(11010000)
- Memoria EEPROM AT24C32 (4K * 8bit = 32Kbit = 4KByte)
- Salida de onda cuadrada programable
- La batería puede mantener al RTC funcionando por 10 años.
- Puede ser usado en cascada con otro dispositivo I2C, la dirección del AT24C32 puede ser modificada (por defecto es 0x57)
- Conexión para Arduino Uno:

SCL - A5

SDA - A4

VCC - 5V

GND – GND

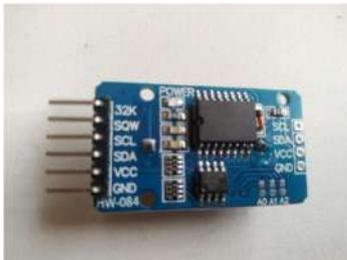


Figura 17 Reloj DS3131

Imagen tomada de: <https://moviltronics.com/tienda/modulo-reloj-rtc-ds3231/>

10.1.9.3 Tomacorrientes

Puede decirse que el tomacorriente es el enchufe hembra y las clavijas, el enchufe macho. Lo habitual es que el tomacorriente se encuentra empotrado en la pared: en su interior cuenta con piezas de metal que reciben a las clavijas para posibilitar que la corriente circule (Modulo informatico 1.1, 2019).

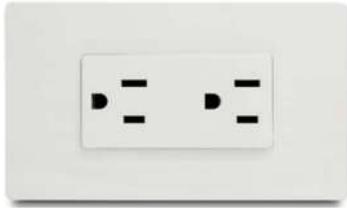


Figura 18 Concepto de tomacorriente

Imagen tomada de:

<https://definicion.de/tomacorriente/#:~:text=Puede%20decirse%20que%20el%20tomacorriente,possibilitar%20que%20la%20corriente%20circule>

10.1.10 Plataforma de programación Arduino

Para la programación de los distintos dispositivos se usará la plataforma Arduino, con el que controlaremos los sensores y actuadores que se utilizarán para el desarrollo del prototipo.

```

1 |E|
2 | * ANEXO 1: CONTROL DE ENCENDIDO Y APAGADO DE LUMINARIAS UTILIZANDO SHIELD ETHERNET *
3 | * Tarjeta utilizada Arduino UNO *
4 | *-----*/
5 |
6 | //Incluimos las librerías para establecer la comunicación con puerto Ethernet
7 | #include <SPI.h>
8 | #include <Ethernet.h>
9 |
10 | // Configuración de los parámetros de red para conexión con el shield Ethernet
11 | byte mac[]={0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED}; //Configuramos la mac del Arduino UNO
12 | IPAddress ip(192,168,0,125); //Asignamos una IP fija para el servidor
13 | IPAddress subnet(255,255,255,0); //Asignamos una máscara de subred de acuerdo a la IP
14 | IPAddress gateway(192, 168, 0, 1);
15 | EthernetServer server(80);
16 |
17 | // Numero máximo de salidas a elegir (máximo 4)
18 | int numsalidas = 4;
19 |
20 | // pin inicial del arduino a enumerar como salida digital
21 | int pinInicial = 30;
22 |
23 | // pin final del arduino a enumerar como salida digital

```

Figura 19 Plataforma de programación Arduino

Elaborada por los autores.

10.1.11 Software de diseño de prototipos electrónicos FRITZING

Fritzing es una iniciativa de hardware de código abierto que hace que la electrónica sea accesible como material creativo para cualquier persona. Ofrecemos una herramienta de software, un sitio web comunitario y servicios en el espíritu de Processing y Arduino, fomentando un ecosistema creativo que permite a los usuarios documentar sus prototipos, compartirlos con otros, enseñar electrónica en un aula y diseñar y fabricar PCB profesionales (Banana Soft, s.f.).



Figura 20 Programa Fritzing

Imagen tomada de: <https://fritzing.org/download/>

10.2 Desarrollo de prototipo

10.2.1 Detalle de la configuración de los componentes:

10.2.1.1 Configuración del dispositivo bluetooth como esclavo

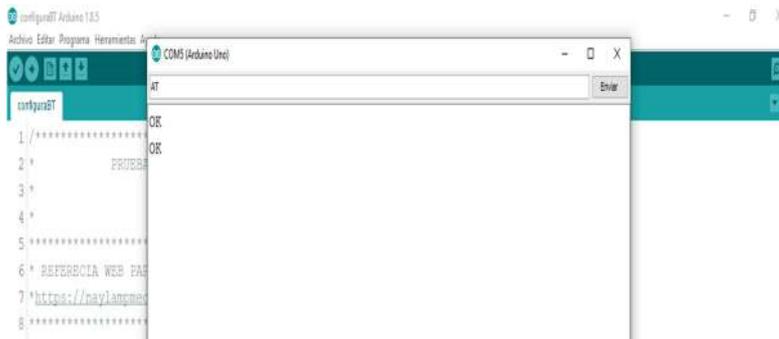


Figura 21 Comando para verificar comunicación

Elaborada por los autores.



Figura 22 Resetear valores de fábrica

Elaborada por los autores.



Figura 23 Resetear valores de fábrica at+reset

Elaborada por los autores.

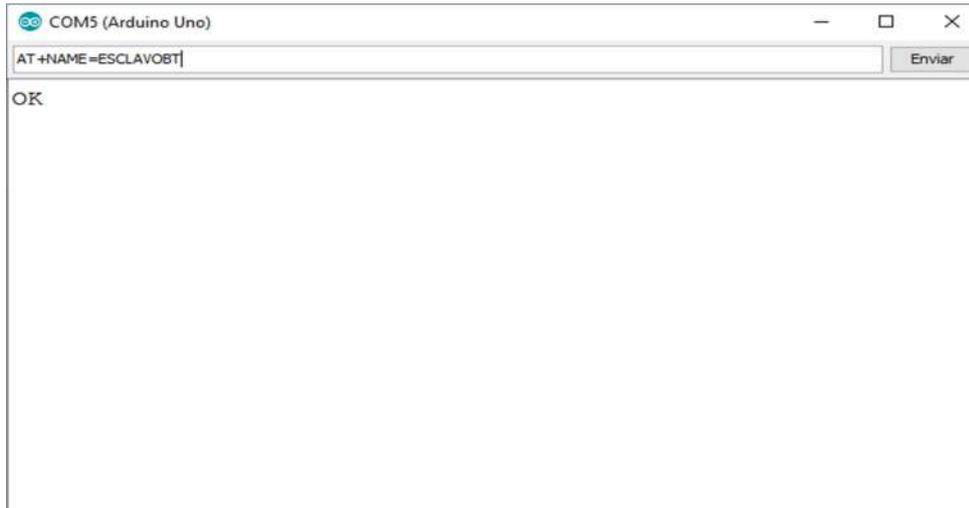


Figura 24 *Comando para el nombre del dispositivo*

Elaborada por los autores.



Figura 25 *Comando para el password*

Elaborada por los autores.



Figura 26 *Comando para configurar como esclavo*

Elaborada por los autores.



Figura 27 *Configurado como esclavo*

Elaborada por los autores.



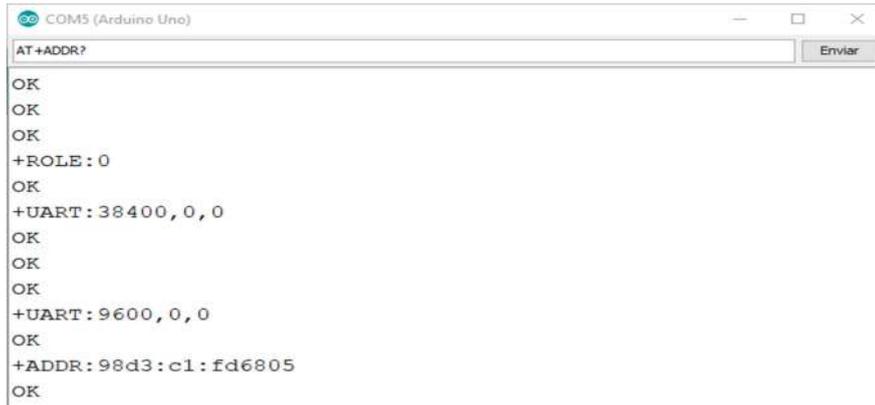
Figura 28 Comando para consultar el monitor serial

Elaborada por los autores.



Figura 29 Comando para configurar el monitor serial que debe ser igual que el maestro

Elaborada por los autores.



```
COM5 (Arduino Uno)
AT+ADDR?
Enviar
OK
OK
OK
+ROLE: 0
OK
+UART: 38400, 0, 0
OK
OK
OK
+UART: 9600, 0, 0
OK
+ADDR: 98d3:c1:fd6805
OK
```

Figura 30 Consultar MAC del dispositivo

Elaborada por los autores.

Luego colocamos el comando AT+RESET para Salir del modo configuración y guardar cambios.

10.2.1.2 Configuración de los dispositivos bluetooth como maestro



```
COM5 (Arduino Uno)
AT+NAME = MAESTROBT
Enviar
```

Figura 31 Comando para configurar el nombre

Elaborada por los autores

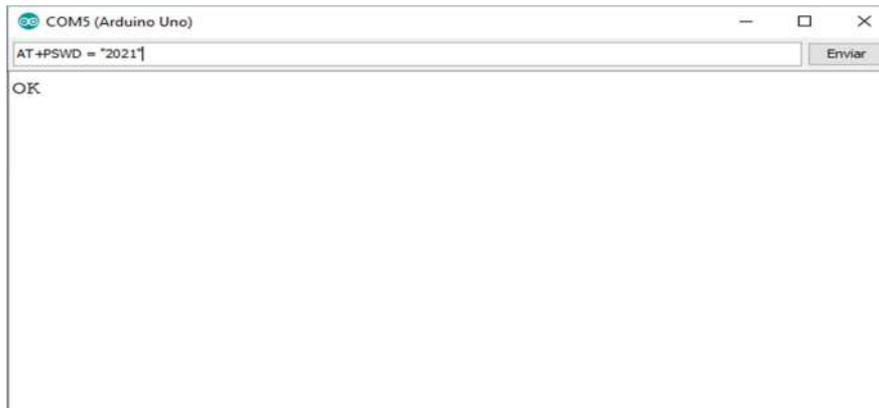


Figura 32 *Comando para configurar el password (Debe ser la misma que el esclavo)*
Elaborada por los autores.

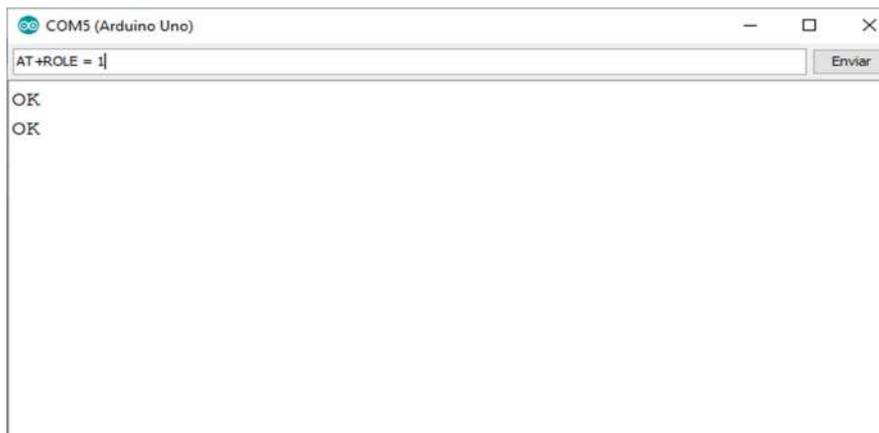


Figura 33 *Comando para configuramos modulo como maestro*
Elaborada por los autores.



Figura 34 *Configurar el monitor serial que debe ser la misma que el esclavo*
Elaborada por los autores.

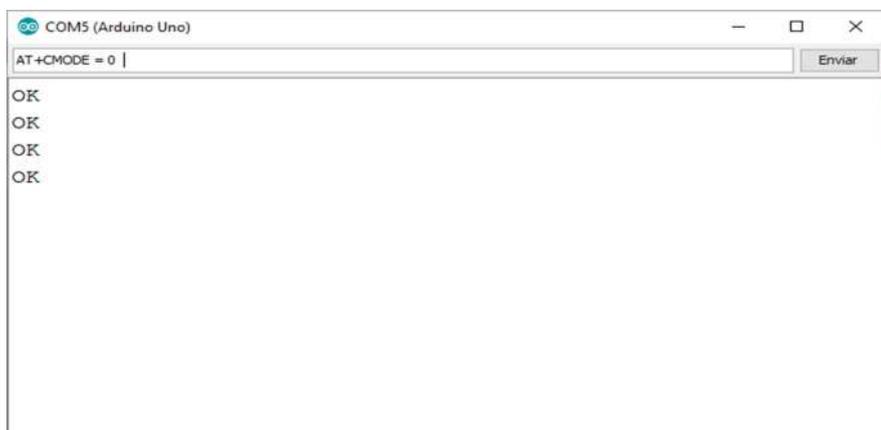


Figura 35 *Verificar la Conexión específica por MAC al HC-05 esclavo habilitada.*
Elaborada por los autores.



Figura 36 *Enlazar con mac de bt esclavo (addr:98d3:51:fdb563)*

Elaborada por los autores.



Figura 37 *Salir del modo configuración y guardar cambios*

Elaborada por los autores.

De esta manera se ha detallado paso a paso como se configura los módulos bluetooth tanto esclavo como maestro para que se comuniquen y se pueda enviar la notificación al correo electrónico mediante el MCU y Ethernet Shell.

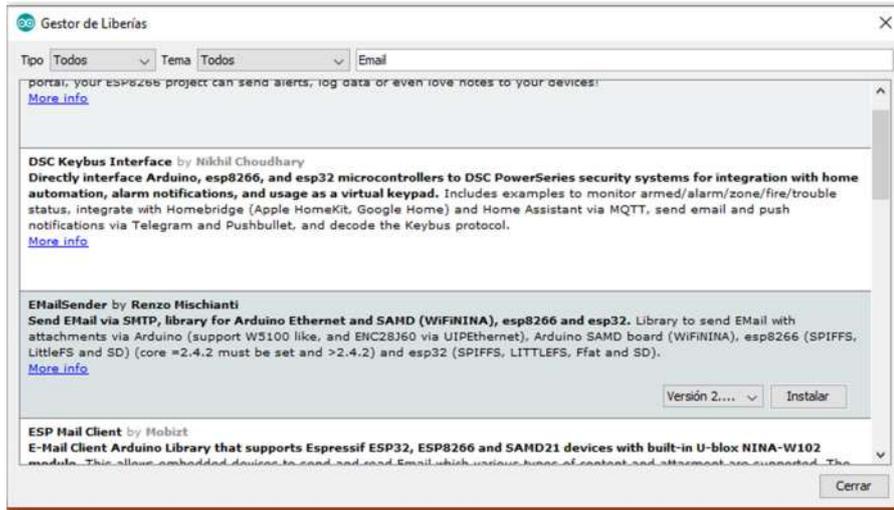


Figura 38 Librería para envío de correo

Elaborada por los autores.

10.2.2 Diagrama de flujo de configuración del MCU para notificación.

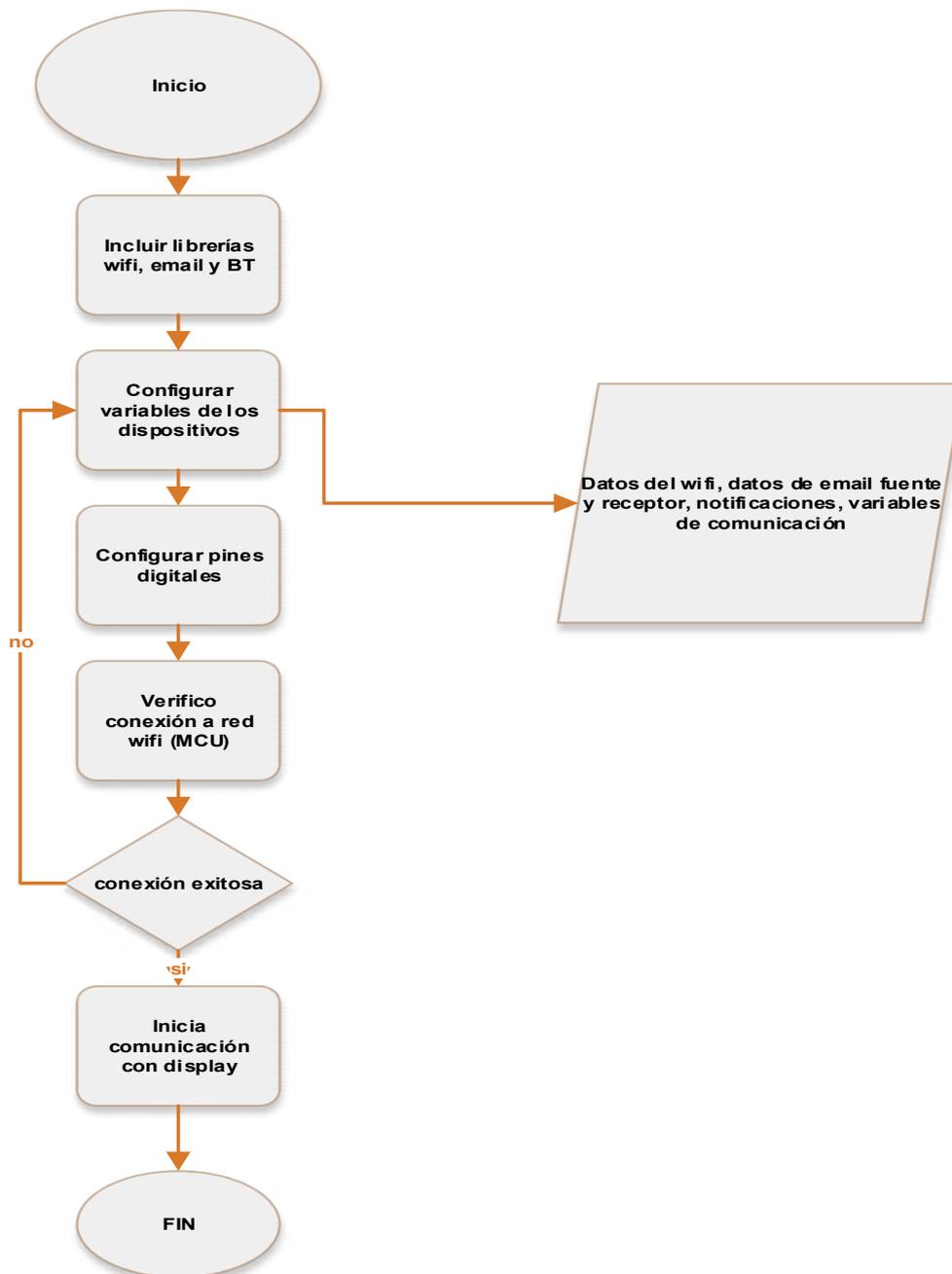


Figura 39 Proceso de configuración mcu y Shield Ethernet para notificaciones.

Elaborada por los autores.

En este diagrama se incluye librerías para conexión a red WIFI, envío de emails, puertos de comunicación virtual para el módulo BT y se declaran variables para

funcionamiento correcto como son: ssid/pass WIFI, datos para email fuente y receptor, asuntos de los emails para notificación, salidas digitales y variable para comunicación con dispositivo principal para ejecutar tareas también se define animaciones para visualizar en el pantalla OLED y se configura los pines digitales como salida, se establecer parámetro de comunicación serial, verificar conexión a red WIFI del nodeMCU y por último se inicia la comunicación con pantalla OLED.

10.2.3 Diagramas de flujo del estado del led1 node MCU.



Figura 40 Proceso de estado Led1

Elaborada por los autores.

10.2.4 Diagramas de flujo del estado del led2 node MCU.

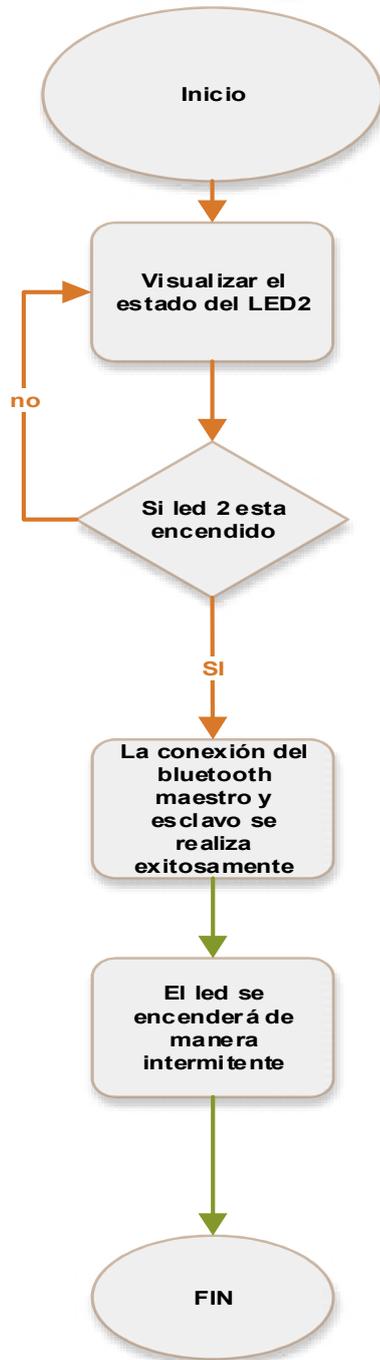


Figura 41 Proceso de estado Led2.

Elaborada por los autores.

10.2.5 Diagramas de flujo del estado del led3 node MCU.



Figura 42 Proceso de estado Led3.

Elaborada por los autores.

10.2.6 Diagrama de flujo de la configuración del servidor web y visualización de estimación de corriente.

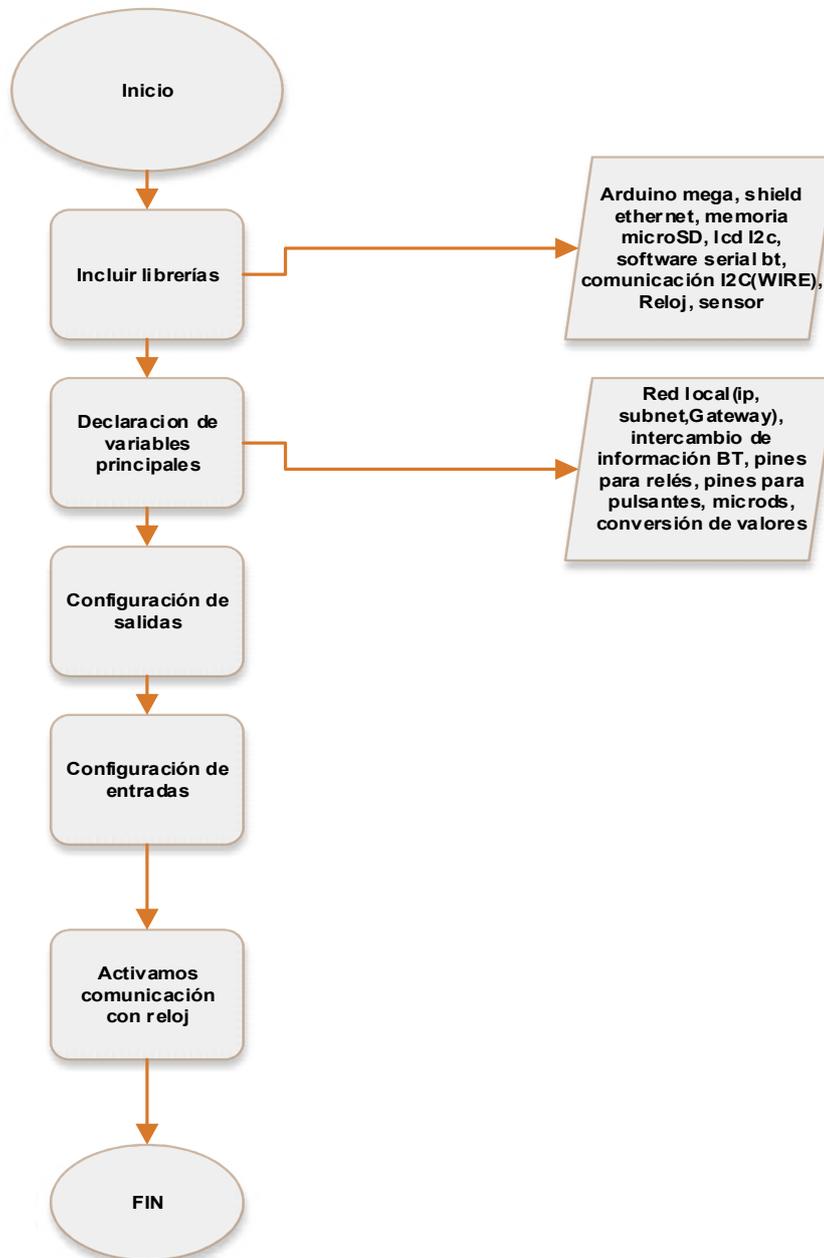


Figura 43 Configuración de servidor HTML.

Elaborada por los autores.

10.2.7 Diagrama de flujo del funcionamiento del servidor web y visualización de estimación de corriente.

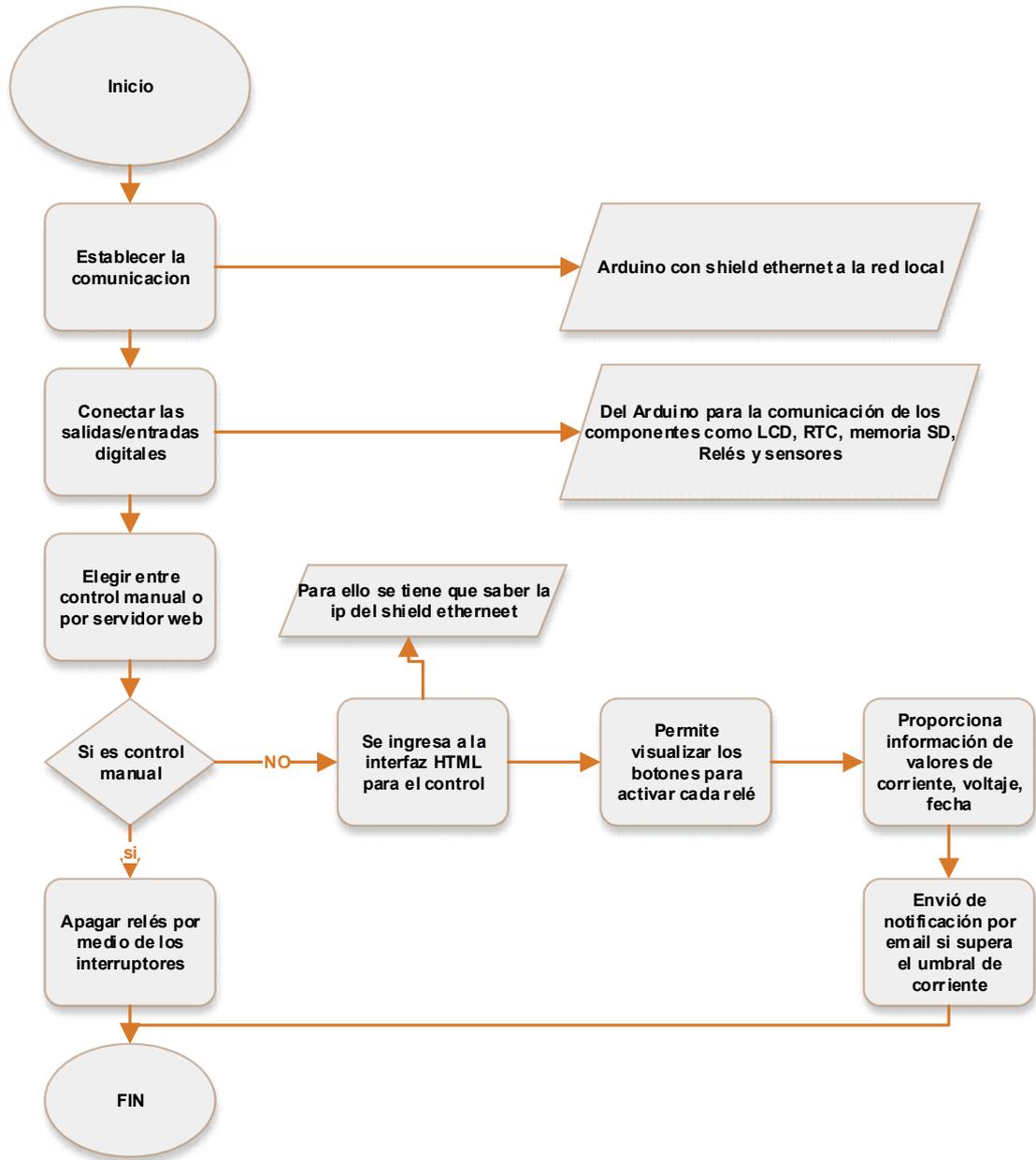


Figura 44 *Funcionamiento del servidor HTML,*

Elaborada por los autores.

NOTA: Se recomienda que los sensores de corriente estén calibrados previamente adaptando los valores respectivos, se recomienda que el RTC este previamente reajustado a la

hora y fecha actual, se recomienda que la memoria tenga características adecuadas para funcionamiento en prototipo, se debe configurar previamente los módulos BT tanto maestro como esclavo para asegurar la comunicación entre los dos dispositivos y por último se recomienda verificar que los demás componentes LCD, Relés, leds, pulsantes, cables se encuentren conectados de manera correcta y de preferencia tengan funcionamiento/estado correcto.

10.2.8 Circuito para control manual de los ramales y del circuito total

Aquí detallaremos la manera de conexión para el control manual de todos los componentes que interviene en todo el sistema.

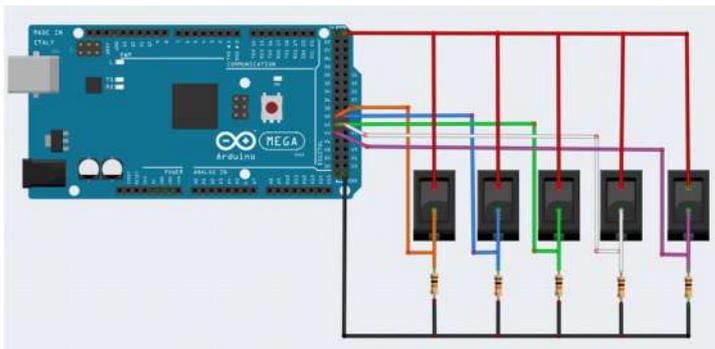


Figura 45 *Conexión de pulsantes para el control manual.*

Elaborada por los autores.

Los pines del 40 al 44 del arduino mega se utilizan para el control manual, utilizando pulsantes en PULL-UP.

Cabe indicar que el selector elige el control manual o web server del P1, P2, P3, P4 controlados por los relés R1, R2, R3, R4.

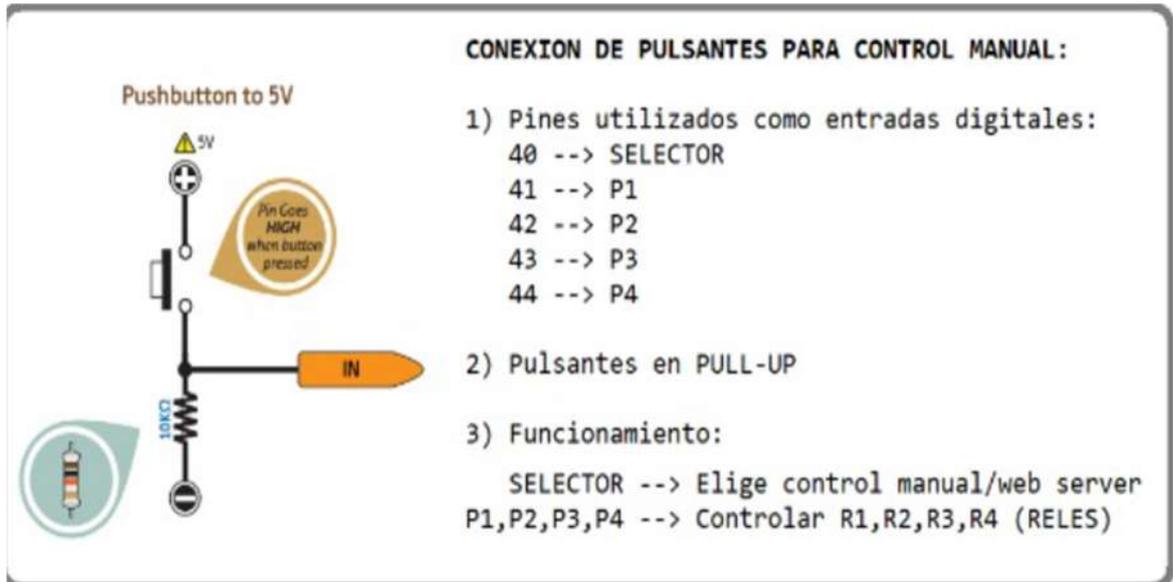


Figura 46 Especificación de los pines de conexión del arduino mega y los pulsantes.

Elaborada por los autores.

NOTA: No se puede tener control manual y por web server de manera simultánea sólo funciona uno a la vez. Se debe verificar que el accesorio para notificaciones por email se encuentre en la misma red local y tenga acceso a internet. Se recomienda no colocar cargas superiores a las sugeridas por ramal. Se debe verificar la conectividad de los módulos BT maestro/esclavo previo a conectarlos en los dispositivos. El tiempo de refresco de la página del servidor web debe ser configurado en base a requerimiento de generación de registros.

10.2.9 Diagrama de conexión para envío de notificación de correo electrónico

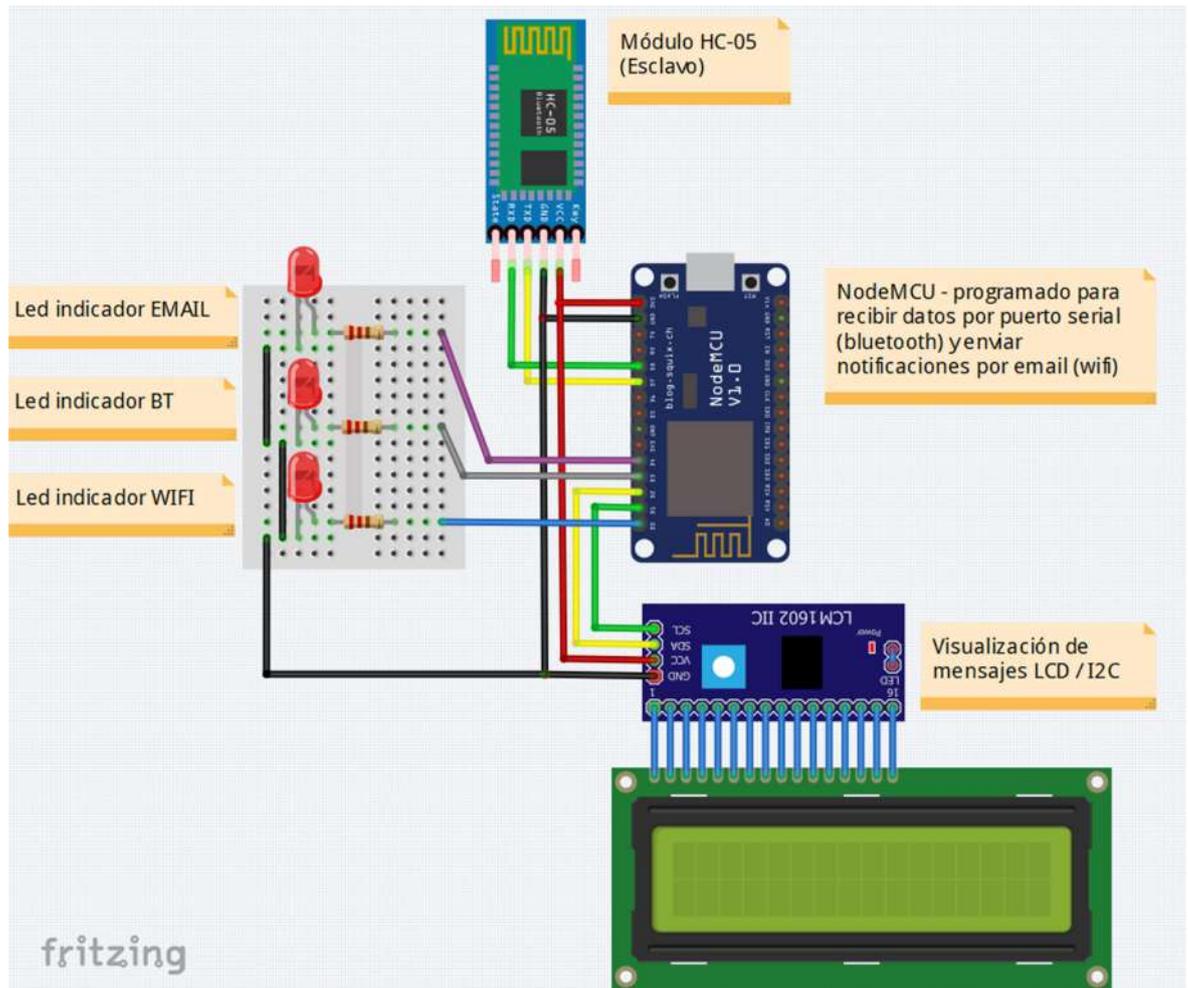


Figura 47 Conexión del módulo HC-05, pantalla mediante el NodeMCU para notificación por email

Elaborada por los autores.

Con cada uno de los componentes se realiza la conexión en el software de Fritzing, detallando la conexión de cada componente electrónico, Módulo HC-05, conectado al NodeMCU para recibir datos por puerto serial(bluetooth) y enviar notificación por email(wifi), los mensajes pueden ser visualizado en el pantalla que está conectado a unos pines del NodeMCU, cabe indicar que en la parte central izquierda de la imagen tenemos

unos led que nos indican el estado tanto de email, bt y wifi para así tener una referencia si las comunicaciones se estableció.

Se conecta pines GND, VCC tanto del HC-05 y I2C al nodeMCU, los pines del HC-05 TX y RX se conectan con los pines D8 y D7 del nodeMCU para establecer la comunicación, luego los pines del I2C SDA y SCL se conectan con los pines D1 y D2 los que permite pasar la información a la pantalla para ser presentada en el mismo. Mientras tanto que los pines D0 va conectado a un led indicando que la conexión a wifi se estableció, también el pin D3 del nodeMCU se conecta con un led indicador de la conexión BT y por último el pin D4 se conecta al led indicador de la notificación a email.

Funcionamiento:

Se conecta a una red inalámbrica sino encuentra no continúa ejecutando ningún proceso, una vez que se conecta por wifi entra en modo espera a recibir datos por BT (los datos que deben llegar son caracteres del 1 al 5 para cada uno de ellos corresponde una acción en particular), si llega dato correcto envía notificación por email caso contrario no hace nada y vuelve a la espera de datos. NOTA: se debe tener preconfigurados los mensajes, asuntos y correo tanto del receptor como de la persona que envía el mensaje y además el dispositivo cuenta con una pantalla oled de 128x32 donde se puede observar información de la ip/wifi, datos del BT para conectarse al dispositivo y tres leds uno para indicar conexión wifi exitosa, el otros para indicar que llega un dato por BT y el ultimo para indicar que se envió notificación por email.

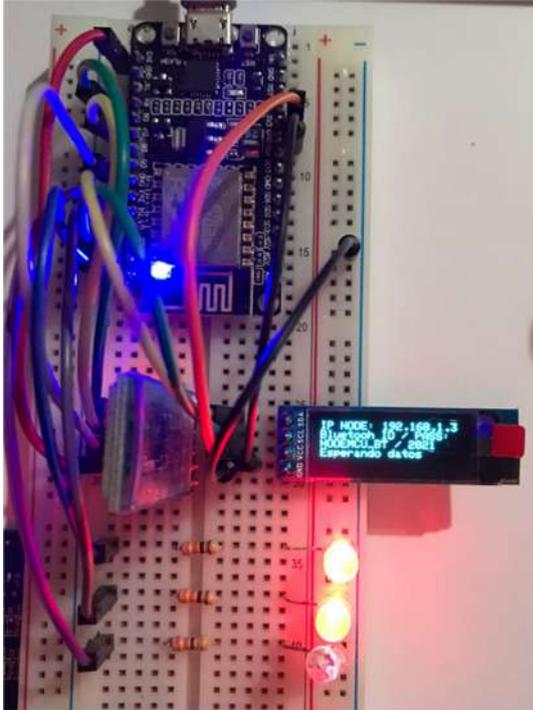


Figura 48 Esquema de pruebas realizado en protoboard para verificar funcionamiento correcto

Elaborada por los autores.

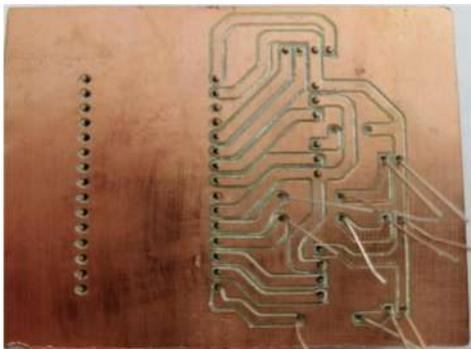


Figura 49 Quemado de circuitos impresos en baquelita (PCB) parte inferior.

Elaborada por los autores.

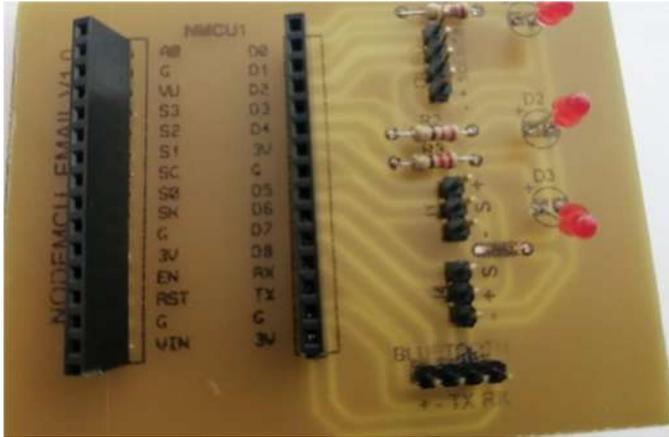


Figura 50 Quemado de circuitos impresos en baquelita (PCB) parte superior.

Elaborada por los autores.

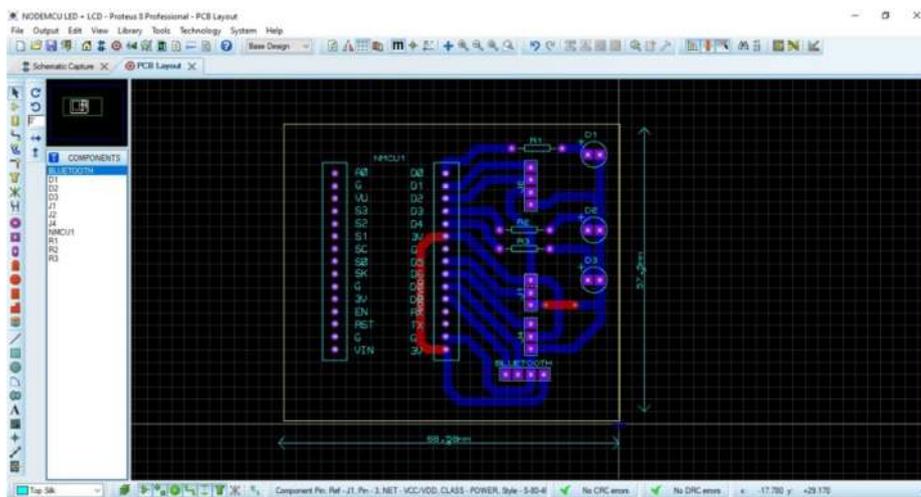


Figura 51 Diseño en Proteus de la placa PCB para él envío de notificación al correo.

Elaborada por los autores.

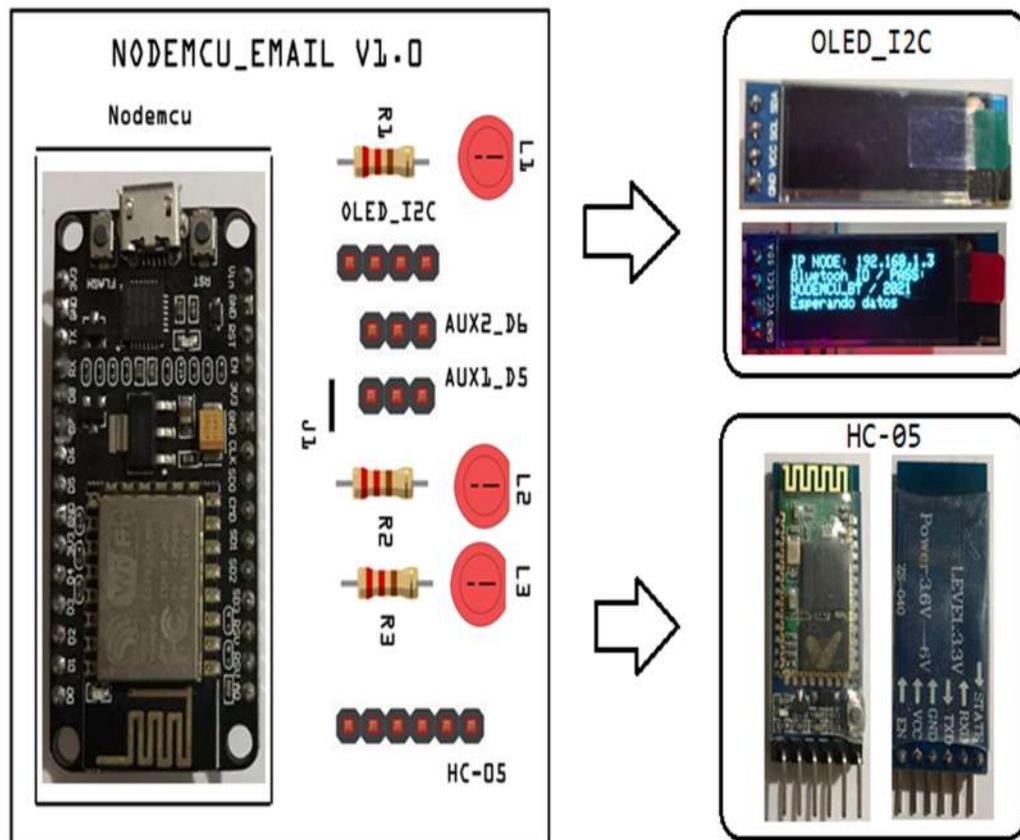
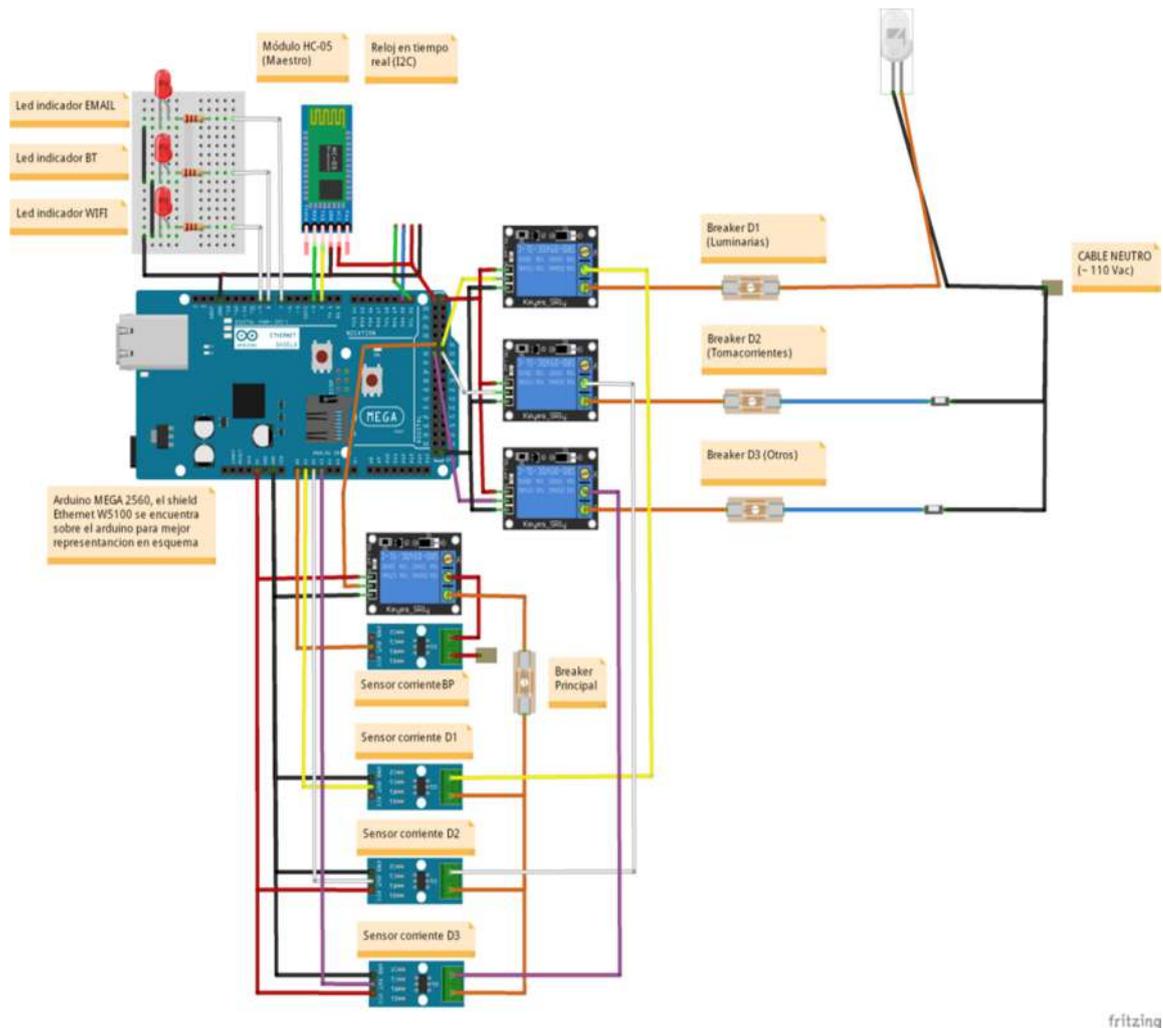


Figura 52 Esquema diseñado en PCB con los componentes utilizados

Elaborada por los autores.



fritzing

Figura 53 Esquema principal con los componentes utilizados

Elaborada por los autores.

El circuito principal lo que hace es visualizar en una página web mediante un servidor programado en el Arduino mega y haciendo uso del shield ethernet información sobre los valores de corriente estimado que miden los sensores de corriente conectados a las entradas analógicas desde la A0 a la A3, mediante esos valores internamente se realizan conversiones de potencia para visualizar esa información en el servidor y también para realizar control de alarmas. Para las alarmas se colocó un módulo reloj en tiempo real que permitiría presentar hora de activación/desactivación de salidas digitales que están conectadas a un banco de 4

relés que son los que a la vez energizan a cada uno de los breakers para cada ramal diferente. Las notificaciones y alarmas también pueden producirse por que los sensores de corriente superen un valor preestablecido para cada uno de ellos de tal manera que al superar ese umbral envíen por medio de un módulo BT un carácter el mismo que al llegar al accesorio del prototipo enviara notificaciones respectivas.

También se optó por colocar una LCD con el fin de que el usuario cuente con visualización de medición de corriente en los ramales y la ip del servidor

Como punto final se colocó una memoria SD dentro del shield ethernet para que mediante protocolo de comunicación SPI se puedan crear registros automáticamente una vez encendido el dispositivo registrando mediciones de corriente hora y fecha principalmente

10.3 Implementación del prototipo

Desarrollo y montaje de la maqueta que se montaran los dispositivos como cargas, componentes y accesorios.



Figura 54 *Implementación de Maqueta.*

Elaborada por los autores.

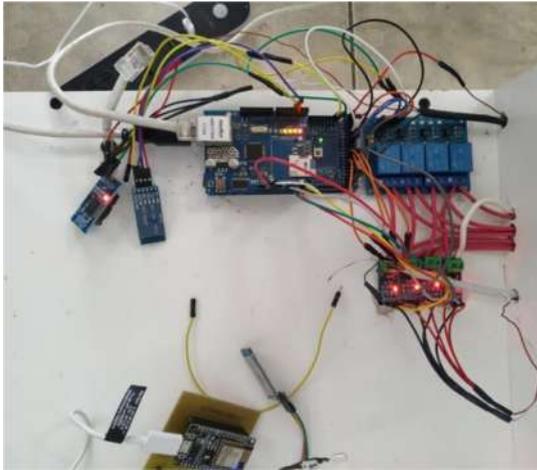


Figura 55 Componentes del circuito.

Elaborada por los autores.

Verificamos que todas las librerías estén incluidas en el programa de Arduino para su buen funcionamiento y ejecución del programa.

```

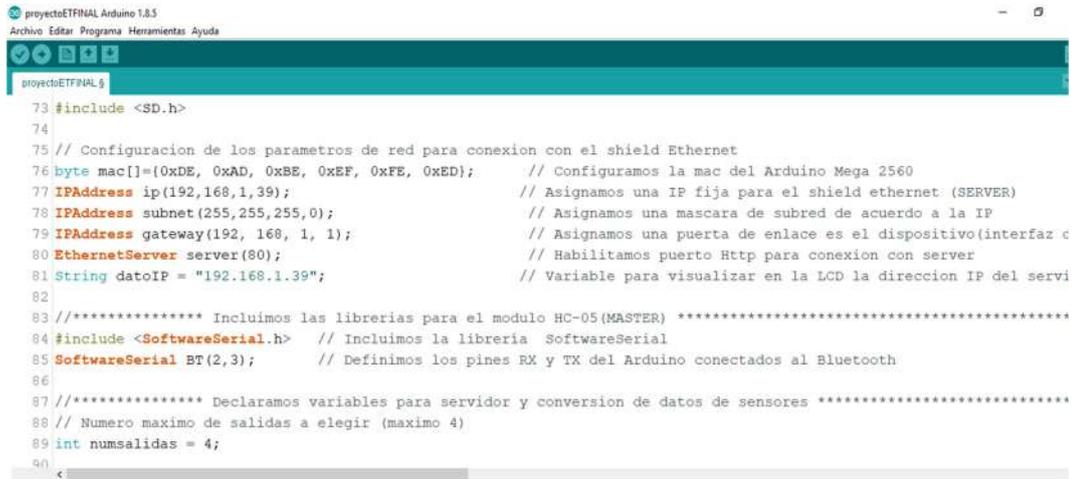
39 proyectoETFINAL Arduino 1.8.5
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
proyectoETFINAL §
64 *
65 * NOTA: El programa realizara lo siguiente mediante el modulo BT envi
66 * consecutivamente uno a la vez y activara/desactivara la salida digi
67 * envio de datos por comunicacion serial
68 *****
69
70 //Incluimos las librerias para establecer la comunicacion con el shie
71 #include <SPI.h>
72 #include <Ethernet.h>
73 #include <SD.h>
74

```

Figura 56 Librerías instaladas correctamente.

Elaborada por los autores.

Colocamos o verificamos que el servidor HTML(Shield Ethernet) tenga una ip dentro de nuestra red en el programa Arduino y mostramos en el pantalla.



```

proyectoETFINAL Arduino 1.8.5
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
proyectoETFINAL.g
73 #include <SD.h>
74
75 // Configuración de los parametros de red para conexión con el shield Ethernet
76 byte mac[]={0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED}; // Configuramos la mac del Arduino Mega 2560
77 IPAddress ip(192,168,1,39); // Asignamos una IP fija para el shield ethernet (SERVER)
78 IPAddress subnet(255,255,255,0); // Asignamos una mascara de subred de acuerdo a la IP
79 IPAddress gateway(192, 168, 1, 1); // Asignamos una puerta de enlace es el dispositivo(interfaz c
80 EthernetServer server(80); // Habilitamos puerto Http para conexión con server
81 String datoIP = "192.168.1.39"; // Variable para visualizar en la LCD la dirección IP del servi
82
83 //***** Incluimos las librerías para el modulo HC-05 (MASTER) *****
84 #include <SoftwareSerial.h> // Incluimos la librería SoftwareSerial
85 SoftwareSerial BT(2,3); // Definimos los pines RX y TX del Arduino conectados al Bluetooth
86
87 //***** Declaramos variables para servidor y conversión de datos de sensores *****
88 // Numero máximo de salidas a elegir (máximo 4)
89 int numsalidas = 4;
90

```

Figura 57 Datos de la IP con su estructura de comunicación.

Elaborada por los autores.

Cabe indicar si el Selector no está en forma automática el programa presenta en el monitor serial lo siguiente previamente cargado el programa al Shield Ethernet:



```

COM3 (Arduino Mega or Mega 2560)
|
IP local del servidor 192.168.1.39
Iniciando memoria SD...
Ingrese el valor del voltaje medido =
Valor medido de voltaje = 123.00
Control manual seleccionado
Autoscroll Ambos NL & CR 9600 baudo Clear output

```

Figura 58 El selector está en forma manual.

Elaborada por los autores.

Ya cambiado el selector en forma automática procedemos a lo siguiente:

Abrimos el monitor serial para introducir el valor de la corriente alterna medido con el voltímetro.

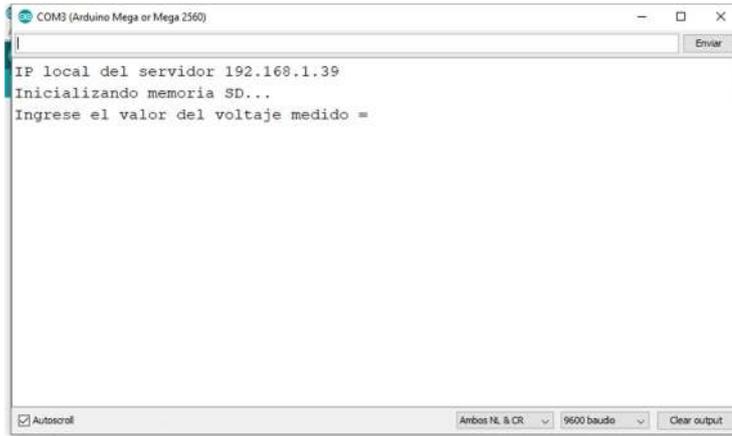


Figura 59 Esperando valor de CA a introducir.

Elaborada por los autores.



Figura 60 Valor de CA.

Elaborada por los autores.

Introducido el valor de CA el programa empieza a establecer comunicación con el servidor HTML y con el node MCU para el envío de notificaciones, hay que tener en cuenta que las notificaciones solo se envían si el dispositivo está conectado a la WAN ya que el dispositivo puede funcionar en una LAN pero esto limitaría el envío de notificaciones.

10.3.1 Diagrama de flujo del manejo total del circuito.

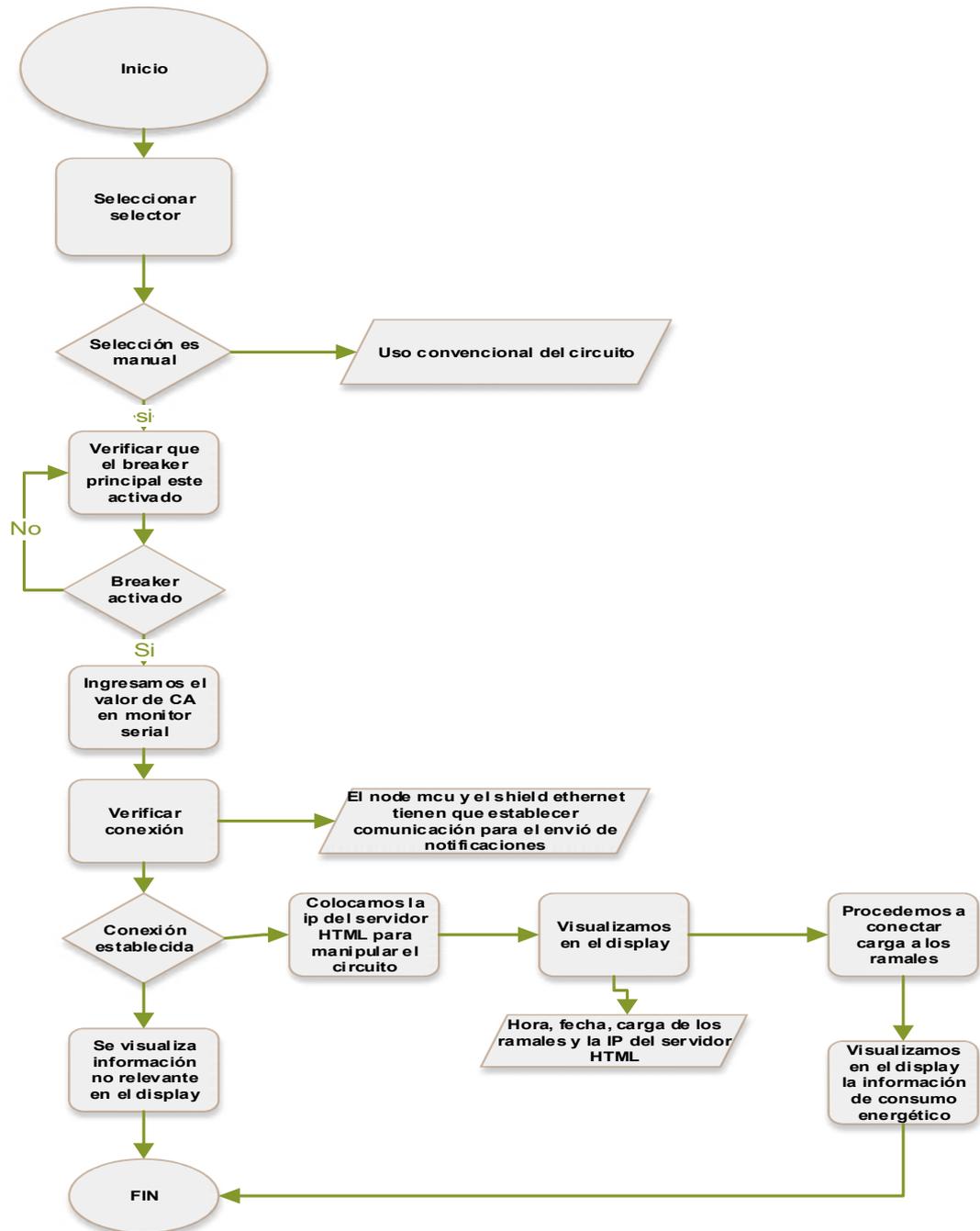


Figura 63 Proceso de operación del circuito.

Elaborada por los autores.

10.4 Desarrollo del prototipo

Una vez ingresado al servidor HTML activamos el Breaker Principal para tener control de los 3 ramales o Breaker, ahora activaremos el Breaker D1 y veremos que se activa.

TABLERO DE CONTROL BREAKERS V1.0 (jz)											
BREAKER PRINCIPAL	LOGO TIEMPO: Hora: 22:6:54 / Fecha:11/9/2021	BREAKERS SECUNDARIOS									
CONTROL  Activado <input type="button" value="ON"/> <input type="button" value="OFF"/>	***** INFORMACION ***** SALIDAS DIGITALES PARA RELES: Pines 30 - 33: SALIDAS DIGITALES PARA ALARMAS: Pines 34-36: RELOJ I2C CONECTADO A: Pines Vcc: GND/20-21 SENSORES ANALOGICOS CORRIENTE: Pines A0 - A3 Valores de referencia: BreakerD1: 7.50 BreakerD2: 7.50 BreakerD3: 1.10 *****	<table border="1"> <thead> <tr> <th>BREAKER D1</th> <th>BREAKER D2</th> <th>BREAKER D3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>  Activado <input type="button" value="ON"/> <input type="button" value="OFF"/> </td> <td>  Desactivado <input type="button" value="ON"/> <input type="button" value="OFF"/> </td> <td>  Desactivado <input type="button" value="ON"/> <input type="button" value="OFF"/> </td> </tr> <tr> <td> Corriente B2= 0.35 (A) Voltaje B2= 120.00 (V) POTENCIA B2= 29.30 (W) Estado_sensor 1= ALARMA1 </td> <td> Corriente B2= 0.01 (A) Voltaje B2= 120.00 (V) POTENCIA B2= 0.61 (W) Estado_sensor 2= ALARMA2 </td> <td> Corriente B3= 0.01 (A) Voltaje B3= 120.00 (V) POTENCIA B3= 0.78 (W) Estado_sensor 3= ALARMA3 </td> </tr> </tbody> </table>	BREAKER D1	BREAKER D2	BREAKER D3	 Activado <input type="button" value="ON"/> <input type="button" value="OFF"/>	 Desactivado <input type="button" value="ON"/> <input type="button" value="OFF"/>	 Desactivado <input type="button" value="ON"/> <input type="button" value="OFF"/>	Corriente B2= 0.35 (A) Voltaje B2= 120.00 (V) POTENCIA B2= 29.30 (W) Estado_sensor 1= ALARMA1	Corriente B2= 0.01 (A) Voltaje B2= 120.00 (V) POTENCIA B2= 0.61 (W) Estado_sensor 2= ALARMA2	Corriente B3= 0.01 (A) Voltaje B3= 120.00 (V) POTENCIA B3= 0.78 (W) Estado_sensor 3= ALARMA3
BREAKER D1	BREAKER D2	BREAKER D3									
 Activado <input type="button" value="ON"/> <input type="button" value="OFF"/>	 Desactivado <input type="button" value="ON"/> <input type="button" value="OFF"/>	 Desactivado <input type="button" value="ON"/> <input type="button" value="OFF"/>									
Corriente B2= 0.35 (A) Voltaje B2= 120.00 (V) POTENCIA B2= 29.30 (W) Estado_sensor 1= ALARMA1	Corriente B2= 0.01 (A) Voltaje B2= 120.00 (V) POTENCIA B2= 0.61 (W) Estado_sensor 2= ALARMA2	Corriente B3= 0.01 (A) Voltaje B3= 120.00 (V) POTENCIA B3= 0.78 (W) Estado_sensor 3= ALARMA3									
MEDICIONES Corriente S1 = 0.356 (A) Voltaje = 120.00 (V) POTENCIA = 30.23 (W) Estado_sensor = ALARMA0											

Figura 64 Activamos Breaker D1.

Elaborada por los autores.

Activado el Breaker D1 vemos que se activaron las luces que se encuentran conectados en ese ramal.

Nota: Los sensores de corriente soportan hasta 10 amperios en la programación del Arduino está programado un valor máximo por cada ramal para que no exceda los amperios permitidos por el sensor y los Breakers.



Figura 65 *Luces encendidas del ramal 1.*

Elaborada por los autores.

El consumo de corriente se visualiza en la pantalla colocada en la maqueta lo cual nos proporciona la fecha, hora, ip y los valores de corrientes de cada ramal y del ramal general.



Figura 66 *Visualización de consumo eléctrico.*

Elaborada por los autores.

Cuando la carga excede a la capacidad permitida por ramal se enviará un mensaje desde el node MCU al correo configurado previamente en el programa de Arduino.

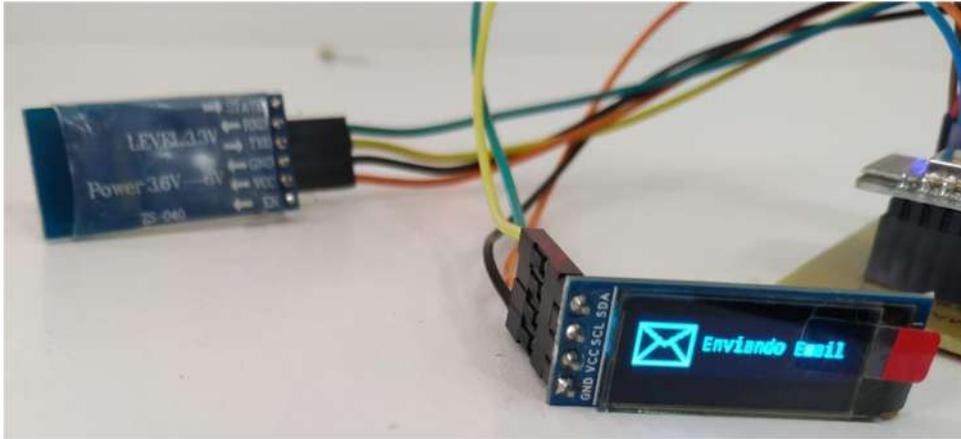


Figura 67 Envío de notificación al correo.

Elaborada por los autores.

11 Conclusiones

La investigación teórica realizada como complemento de este proyecto involucró revisar conceptos relacionados a eficiencia energética y un consumo eficiente de la energía eléctrica a nivel del hogar, uso de Arduino y shield ethernet como elementos principales del sistema de control, sensores para medición de corriente, elaboración de interfaces gráficas de control por páginas web, conceptos relacionados con la lectura y escritura de entradas y salidas digitales y analógicas, comunicaciones inalámbricas, generación de registros de datos y aplicativos para enviar alarmas por correo electrónico.

El diseño electrónico del dispositivo final desarrollado utiliza un Arduino MEGA y un shield ethernet como elementos principales de control. Se implementaron dos alternativas de control independientes, para encendido y apagado de alimentación de la carga total y carga parcial por ramal, el control manual mediante interruptores externos y control por interfaz programada en lenguaje HTML en un servidor web. Además, el dispositivo posee sensores en cada salida para realizar medición de la corriente consumida por la carga en tiempo real, realizar cálculos para estimación de potencia y permitir almacenamiento de las mediciones en una memoria micro SD para estimar proyecciones de gastos de consumo en base a datos registrados. Por último, el dispositivo está programado para enviar notificaciones al correo electrónico del usuario como alarmas que se activarán de manera recurrente una vez que se superen los niveles de umbral.

En base a las pruebas realizadas se puede concluir que el dispositivo electrónico al utilizar el sensor de corriente ACS712-30T permiten medir cargas de consumo por ramal de 30 a 30 amperios, sin embargo, por fines prácticos para el dispositivo la salida principal puede trabajar en rango de 0-30 amperios y cada ramal secundario se estima una corriente de máximo 10 amperios. En función de la vivienda en la que se instalaría el dispositivo se

pueden modificar los distintos niveles de umbral para alarmas y desconexión automática que para este caso se estableció en un 80% del consumo máximo soportado para el cual se pudo verificar que el dispositivo funciono correctamente. La visualización de datos medidos y calculados mediante la interfaz web y el registro de datos se actualiza cada 10 segundos por fines didácticos utilizando el control manual con lo cual se tiene un volumen considerable de información conforme al tiempo de uso del dispositivo, pero en su mayoría el valor se mantiene dentro de rangos dado que se utilizó la misma carga en las pruebas emulando los elementos que se pueden encontrar en una vivienda convencional.

12 Recomendaciones

Se recomienda que para el correcto uso del dispositivo se revise el manual de usuario previo al funcionamiento del mismo. Dicho manual contiene información recopilada en base a investigación teórica sobre los esquemas electrónicos utilizados, las conexiones realizadas y los diferentes elementos que componen el dispositivo. Además, cuenta con información con lo más relevante de las hojas de datos con detalles técnicos de cada componente, las sugerencias para el correcto funcionamiento del dispositivo y configuraciones iniciales del prototipo para realizar modificaciones en caso de implementación o reparación del mismo.

En el caso que este proyecto de titulación sea considerado como base para posibles proyectos futuros, se recomienda considerar algunas modificaciones o mejoras a nivel de diseño electrónico mismas que se podrían resumir en el control por una red WIFI con salida pública y acceso por internet frente al control web con red interna implementado en este proyecto. Además, se podrían colocar sensores de corriente que funcionen con el principio de efecto Hall lo cual podría facilitar la conexión del producto sin embargo el costo sería posiblemente más elevado; se sugiere agregar software o desarrollar aplicaciones móviles para automatizar aún más el control haciendo uso de temporizadores ya que el dispositivo cuenta con un reloj interno que podría ser utilizado para programar el encendido o apagado controlado automáticamente mejorando así el proceso de automatización y por ende ahorro energético, y por último se podría realizar aplicativos sobre la información almacenada en la memoria del dispositivo y con el volumen de datos de la misma con el fin de poder predecir el mejor uso de los dispositivos de consumo en la vivienda y poder generar recomendaciones de ahorro energético personalizados para cada usuario.

Es importante mencionar, que previo a realizar pruebas de campo con el dispositivo los sensores deben ser previamente calibrados y considerando que el mismo nos entrega un

valor de 2.5 voltios para una corriente de 0A y a partir de allí incrementa proporcionalmente de acuerdo a la sensibilidad, así como el ruido y error presentes en la medición que pueden resultar significativos al medir cargas que consuman muy poca corriente. De la misma manera, se recomienda verificar de antemano que el dispositivo de control tenga acceso a la misma red LAN a la que se encuentra conectado el servidor web caso contrario no se tendrá acceso al mismo y el dispositivo electrónico debe contar con acceso a internet para poder enviar notificaciones por correo electrónico.

13 Bibliografía

- 330OHMS. (14 de 10 de 2013). *¿Qué son los actuadores electrónicos?* Obtenido de 330ohms: <https://blog.330ohms.com/2013/10/14/que-son-los-actuadores-electronicos/>
- Arduino. (11 de 11 de 2019). *Sensor de corriente ACS712*. Obtenido de PROJECT HUB: <https://create.arduino.cc/projecthub>
- Arduino Store. (2021). *ARDUINO ETHERNET SHIELD 2*. Obtenido de STORE: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-ethernet-shield-2>
- Arduino Store. (2021). *ARDUINO MEGA 2560 REV3*. Obtenido de STORE: <https://store.arduino.cc/usa/mega-2560-r3>
- Areatecnología. (s.f.). *Diodo led*. Obtenido de Areatecnología: <https://www.areatecnologia.com/electronica/como-es-un-led.html>
- Arízaga, E. S. (2015). *“EFICIENCIA DEL CONSUMO ELECTRICO EN*. Obtenido de <file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/Tesis.pdf>
- ASKArduino. (s.f.). *Módulo Bluetooth HC05 | HC-06*. Obtenido de ASXArduino: <https://asxarduino.blogspot.com/2019/11/modulo-bluetooth-hc05.html>
- Balibrea, R. H. (2012). *Tecnología domótica para el*. Obtenido de <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/2793/pfc4381.pdf>
- Banana Soft. (s.f.). *Fritzing*. Obtenido de Programa de diseño de circuitos lógicos digitales: <http://banana-soft.com/es/fritzing>
- Belloso, R. (1 de 07 de 2005). *EVALUACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS A NIVEL DE LA CAPA 2, 3 y 4 DEL MODELO OSI*. Obtenido de Telematique: <https://www.redalyc.org/pdf/784/78440105.pdf>
- Camacho, A. B. (04 de 2011). *Estudios políticos (México)*. Obtenido de Hermenéutica: Arte y ciencia de la interpretación:

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-16162011000100011

Echeverri Montes, P. (2020). Ventajas y desventajas de la domòtica. *Echeverrimontes*.

Ginés, E. (19 de 07 de 2019). *Sensores Arduino*. Obtenido de Aprendiendo Arduino:

<https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2018/04/14/sensores-arduino-3/#:~:text=Sensores%20Arduino.%20Un%20sensor%20es%20un%20dispositivo%20capaz,distancia%2C%20aceleraci%C3%B3n%2C%20inclinaci%C3%B3n%2C%20desplazamiento%2C%20presi%C3%B3n%2C%20fuerza%2C%20>

Guillen, D. E. (04 de 2019). *Investigación cualitativa: Método fenomenológico hermenéutico*.

Obtenido de Propósitos y Representaciones:

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2307-79992019000100010

Hernández Balibrea, R. (2012). *Tecnología domótica* . Obtenido de Control:

<https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/2793/pfc4381.pdf>

Iglesias, I. J. (2018). *MODELO DE NEGOCIO PARA LA APLICACIÓN DE*. Obtenido de

<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/10870/1/T-UCSG-POS-MAE-176.pdf>

INEC. (2012). *INFORMACIÓN AMBIENTAL EN HOGARES* .

INMÓTICA, A. E. (s.f.). *ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE DOMÓTICA E INMÓTICA*.

Obtenido de <http://www.cedom.es/sobre-domotica/que-es-domotica>

Instituto Tecnológico Superior Sudamericano. (23 de 2 de 2013). *Instituto Tecnológico*

Superior Sudamericano. Obtenido de <http://www.tecnologicosudamericano.edu.ec/>

J.D. (25 de 05 de 2020). *¿QUÉ ES Y CÓMO FUNCIONA UN BREAKER ELÉCTRICO O*

DISYUNTOR? Obtenido de J.D Suministro de materiales eléctricos:

<https://jdelectricos.com.co/como-funciona-un-breaker-electrico/>

- Makerschile. (s.f.). *Pantalla Oled 0.91 128×64 con I2C*. Obtenido de Makerschile:
<https://makerschile.cl/producto/pantalla-oled-0-91-128x64-pulgadas-arduino-i2c/>
- Martin, D. (29 de 5 de 2016). *Estrategia Práctica*. Obtenido de Prueba y error: el secreto para innovar : https://www.estrategiapractica.com/prueba-error-secreto-innovar/#Metodologia_de_prueba_y_error
- Martinez , G., & Campos, L. (2012). “*LA OBSERVACIÓN, UN MÉTODO PARA EL ESTUDIO DE LA REALIDAD*”. Obtenido de La observación como base de la investigación: file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/Dialnet-LaObservacionUnMetodoParaElEstudioDeLaRealidad-3979972.pdf
- Mktronik. (s.f.). *DISPLAY ALFANUMERICO LCD 2004 20X4 AZUL*. Obtenido de Mktronik:
<https://mktronik.mx/display-lcd/3501-display-alfanumerico-lcd-2004-20x4-azul.html>
- Modulo informatico 1.1. (05 de 03 de 2019). *Tomacorriente*. Obtenido de Módulo informático 1.1: <https://violetasomoza.blogspot.com/2019/03/tomacorriente.html>
- Nailamp Mechatronics. (s.f.). *MÓDULO RTC DS3231 + EEPROM AT24C32 (I2C)*. Obtenido de Nailamp Mechatronics: <https://nailampmechatronics.com/sensores/107-modulo-rtc-ds3231-eprom-at24c32-i2c.html>
- Naylamp. (s.f.). *MÓDULO ADAPTADOR LCD A I2C*. Obtenido de Naylamp Mechatronics:
<https://nailampmechatronics.com/lcd-alfanumerico/60-modulo-adaptador-lcd-a-i2c.html>
- Ramos, M. (19 de 09 de 2016). *EXPOSICIÓN A PANTALLAS EN LA ACTUALIDAD*. Obtenido de UNIVERSIDAD DE SEVILLA:
<https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/50470/Ramos%20Enr%C3%ADquez,%20Manuel.pdf?sequence=1>
- ROSERO, A. L. (8 de 2015). *ANÁLISIS ECONÓMICO DEL CAMBIO DE LA MATRIZ*. Obtenido de

<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/10197/Trabajo%20de%20Titulacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Tancara, C. (12 de 1993). *Temas Sociales*. Obtenido de LA INVESTIGACION

DOCUMENTAL:

http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0040-29151993000100008

Tostatronic. (s.f.). *RESISTENCIA 220 1/4W*. Obtenido de Tostatronic:

<https://tostatronic.com/store/componentes-pasivos/889-resistencia-220-14w.html>

Vazquez Alvarez, D. (1991). *DOMOTICA Y HOGAR DIGITAL*. Obtenido de

https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=8ERFqWcdHAEC&oi=fnd&pg=PR3&dq=tesis+sobre+domotica&ots=WROTtNBRLP&sig=IHs3u_OAT0EwC1I0vaCSUEpjZEc#v=onepage&q&f=false

Vera, N. (2016). *Introducción al diseño*. Obtenido de

<http://introduccionnicolasvera.blogspot.com/2016/09/gui-bonsiepe-todo-diseno-se-basa-en-la.html>

14 Anexos

14.1 Certificado de aprobación

VICERRECTORADO ACADÉMICO

Loja, 06 de julio del 2021
Of. N° 143-V-ISTS-2021

Sr. Capa Quizhpe Aurelio Leopoldo
Sr. Iñiguez Banegas José Luis
ESTUDIANTE DE LA CARRERA DE ELECTRÓNICA DEL ISTS
Ciudad

De mi consideración:

Por medio de la presente me dirijo a ustedes para comunicarles que una vez revisado el proyecto de investigación de fin de carrera de su autoría titulado **“DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN DISPOSITIVO ELECTRÓNICO PARA OPTIMIZAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA INSTALACIÓN DOMICILIARIA EN EL PERÍODO ABRIL – SEPTIEMBRE 2021”**, el mismo cumple con los lineamientos establecidos por la institución; por lo que se autoriza su realización y puesta en marcha, para lo cual se nombra como director de su proyecto de fin de carrera (el/la) Ing. Cesar Cristian Carrión Aguirre.

Particular que le hago conocer para los fines pertinentes.

Atentamente,

Ing. Germán Patricio Villamarín Coronel Mgs.
VICERRECTOR ACADEMICO DEL ISTS
c/c. Estudiante, Archivo

Matriz: Miguel Riofrío 156-25 entre Sucre y Bolívar. Telfs: 07-2587258 / 07-2587210 Pagina Web:
www.tecnologicosudamericano.edu.ec

14.2 Certificado o autorización de la ejecución del proyecto



Yo, Ing. Oscar Geovanny Jiménez con documento de identidad 1103571590, coordinador de la carrera de Electrónica del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de la ciudad de Loja a petición verbal del interesado.

AUTORIZO

A José Luis Ñíguez Banegas con cédula de identidad Nro. 1103835003, estudiante del periodo extraordinario de la carrera de Electrónica del “Instituto Superior Tecnológico Sudamericano”; para que realicen su proyecto de investigación de fin de carrera titulado: “DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN DISPOSITIVO ELECTRÓNICO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DOMICILIARIA DE LA CARRERA DE ELECTRÓNICA DEL ISTS DE LA CIUDAD DE LOJA EN EL PERIODO ABRIL – SEPTIEMBRE 2021.” Para lo cual nos comprometemos en entregar a los estudiantes la información necesaria hasta que culmine dicho proceso.

Loja, 13 septiembre del 2021

Ing. Oscar Jiménez

C.I. 1103571590



Yo, Ing. Oscar Geovanny Jiménez con documento de identidad 1103571590, coordinador de la carrera de Electrónica del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de la ciudad de Loja a petición verbal del interesado.

AUTORIZO

A Aurelio Leopoldo Capa Quizhpe con cédula de identidad Nro. 1104501505, estudiante del periodo extraordinario de la carrera de Electrónica del “Instituto Superior Tecnológico Sudamericano”; para que realicen su proyecto de investigación de fin de carrera titulado: “DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN DISPOSITIVO ELECTRÓNICO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DOMICILIARIA DE LA CARRERA DE ELECTRÓNICA DEL ISTS DE LA CIUDAD DE LOJA EN EL PERIODO ABRIL – SEPTIEMBRE 2021.” Para lo cual nos comprometemos en entregar a los estudiantes la información necesaria hasta que culmine dicho proceso.

Loja, 6 julio del 2021

Ing. Oscar Jiménez

C.I. 1103571590

14.3 Certificado de implementación del proyecto



Loja, 13 de octubre del 2021

Ing. Cesar Cristian Carrión Aguirre.

TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE FIN DE CARRERA-ELECTRÓNICA, a petición verbal por parte del interesado.

CERTIFICO

Que el señor José Luis Ñíguez Banegas ha venido trabajando en el Proyecto de fin de carrera titulado “DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN DISPOSITIVO ELECTRÓNICO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DOMICILIARIA DE LA CARRERA DE ELECTRÓNICA DEL ISTS DE LA CIUDAD DE LOJA EN EL PERIODO ABRIL – SEPTIEMBRE 2021.”; el mismo que se encuentra a la presente fecha en un 100% culminado según los requerimientos funcionales planteados. Lo certifico en honor a la verdad para los fines pertinentes y a solicitud del interesado.

Ing. Cesar Cristian Carrión Aguirre.

TUTOR DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DE FIN DE CARRERA

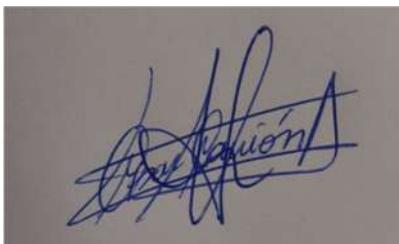
Semestre abril 2021 – septiembre 2021

Ing. Cesar Cristian Carrión Aguirre.

TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE FIN DE CARRERA-ELECTRÓNICA, a petición verbal por parte del interesado.

CERTIFICO

Que el señor Aurelio Leopoldo Capa Quizhpe ha venido trabajando en el Proyecto de fin de carrera titulado “DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN DISPOSITIVO ELECTRÓNICO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DOMICILIARIA DE LA CARRERA DE ELECTRÓNICA DEL ISTS DE LA CIUDAD DE LOJA EN EL PERIODO ABRIL – SEPTIEMBRE 2021.”; el mismo que se encuentra a la presente fecha en un 100% culminado según los requerimientos funcionales planteados. Lo certifico en honor a la verdad para los fines pertinentes y a solicitud del interesado.

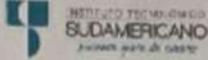


Ing. Cesar Cristian Carrión Aguirre.

TUTOR DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DE FIN DE CARRERA

Semestre abril 2021 – octubre 2021

14.5 Certificado del abstract





CERTE. N° 014-JG-ISTS-2021
 Laja, 05 de Octubre de 2021

El suscrito, Lic. Jordy Christian Granda Feijoo, Mgs., COORDINADOR-DOCENTE DEL ÁREA DE INGLÉS - CIS DEL INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO "SUDAMERICANO", a petición de la parte interesada y en forma legal,

CERTIFICA:

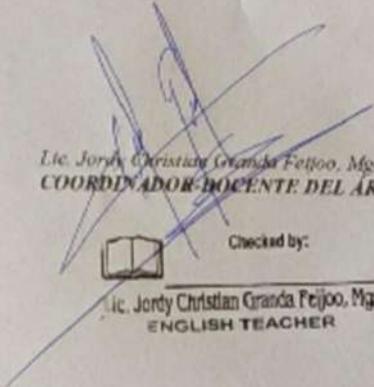
*Que el apartado **ABSTRACT** del Proyecto de Investigación de Fin de Carrera de los señores **INGUEZ BANEGAS JOSÉ LUIS** y **CAPA QUIZHPE AURELIO LEOPOLDO** estudiantes en proceso de titulación periodo Abril - Noviembre 2021 de la carrera de **ELECTRÓNICA**; está correctamente traducido, luego de haber ejecutado las correcciones emitidas por mi persona; por cuanto se autoriza la presentación dentro del empastado final previo a la disertación del proyecto.*

Particular que comunico en honor a la verdad para los fines académicos pertinentes.

English is a piece of cake!

Lic. Jordy Christian Granda Feijoo, Mgs.
COORDINADOR-DOCENTE DEL ÁREA DE INGLÉS ISTS - CIS


 Checked by:


Lic. Jordy Christian Granda Feijoo, Mgs.
ENGLISH TEACHER

Matriz: Miguel Rofrío 156-26 entre Sucre y Bolívar

14.7 Presupuesto

El presente proyecto de investigación tiene un presupuesto, de los materiales a utilizar en el mercado de la provincia y del país

Tabla 2:

Presupuesto.

Datos			
Detalle	Preci	U	valor total
Sensores de	6	5	30
Shield	20	1	20
Arduino	25	1	25
Pantalla	7	1	7
Pantalla	20	1	20
Node MCU	14	1	14
Bluetooth	8	2	16
Relé 4	13	1	13
Lamina de	79	1	79
Breakers	9	5	45
Conectores	10	1	10
Toma	4	6	24
Interruptore	3	2	6
focos	2	8	16
Router	30	1	30
Pernos	3	1	3
Total			358

14.8 Evidencias – Varios (fotos, Datasheet, planos, etc).



