



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS CARRERA DE
INGENIERÍA EN NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA INTELIGENTE PARA MONITOREO Y
CONTROL DE CONSUMO ELECTRICO EN RESIDENCIAS.”**

PROYECTO DE TITULACIÓN

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO EN NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES

AUTOR (ES):

VICENTE MARIANO RODRIGUEZ LITARDO

JONATHAN GREGORIO LUNA CRUZ

TUTOR:

Mte. CARLOS GUZMAN REAL

GUAYAQUIL – ECUADOR

2019

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE GRADUACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	“DISEÑO DE UN SISTEMA INTELIGENTE PARA MONITOREO Y CONTROL DE CONSUMO ELECTRICO EN RESIDENCIAS.”		
AUTOR(ES) (apellidos/nombres):	VICENTE MARIANO RODRIGUEZ LITARDO – JONATHAN GREGORIO LUNA CRUZ		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Mte. CARLOS GUZMAN REAL		
INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL		
UNIDAD/FACULTAD:	FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICA		
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:	INGENIERIA EN NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES		
GRADO OBTENIDO:	INGENIERIA EN NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES		
FECHA DE PUBLICACIÓN:		No. DE PÁGINAS:	
ÁREAS TEMÁTICAS:	Networking Telecomunicaciones		
PALABRAS CLAVES /KEYWORDS:	Sistema de Control, IOT, Cayenne		
<p>En el presente proyecto de titulación sobre el diseño de un sistema inteligente para el monitoreo y control de consumo eléctrico en una residencia, que va orientado a los usuarios de este servicio básico por carecer de conocimientos de ahorro de energía y de las escasas herramientas que permitan dicha finalidad, se plantea la solución a desarrollar y ofrecer a los consumidores de energía, debido al problema generado al principio de años por la mala toma de lectura en los medidores de energía por medio de una empresa externa a la corporación nacional de energía eléctrica CNEL. Por lo que se genera esta necesidad de poder controlar y monitorear se establece como va hacer el cuerpo del proyecto y todos los requisitos para que sea un proyecto viable.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0994234775 - 0960454278	E-mail: vicente.rodriquezli@ug.edu.ec Jonathan.lunacr@ug.edu.ec	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Universidad de Guayaquil		
	Teléfono:		
	E-mail:		

CARTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del trabajo de titulación **DISEÑO DE UN SISTEMA INTELIGENTE PARA MONITOREO Y CONTROL DE CONSUMO ELECTRICO EN RESIDENCIAS**. Elaborados por el Señores RODRIGUEZ LITARDO VICENTE MARIANO y LUNA CRUZ JONATHAN GREGORIO, Alumnos no titulados de la Carrera de Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil, previo a la obtención del Título de Ingeniero en Networking y Telecomunicaciones, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, la apruebo en todas sus partes.

Atentamente

Mte. CARLOS GUZMAN REAL
TUTOR

DEDICATORIA

Dedicar el presente proyecto de titulación a mis seres amados, a los que siempre estuvieron ahí dándome animo a seguir adelante, a quienes son la fuente de mi fortaleza y motivo de vida mi familia (mi esposa, madre, mis hermanos, mis hijos, a mi padre que está en el cielo) y a Dios ya que me dio la bendición de contar con las personas correctas estén a mi lado.

Atentamente,

Vicente Mariano Rodríguez Litardo

El presente trabajo de investigación se lo dedico en primer lugar a Dios por guiar mis pasos darme sabiduría e inteligencia para poder culminar una meta más en mi vida. A mis padres Roció y Gregorio quienes con sus esfuerzos y sacrificios supieron enseñarme a nunca rendirme que confiaron en mí y apoyaron todas las decisiones que tome en mi vida estudiantil. Para mí es un gran honor y un privilegio ser el hijo de los mejores padres que existen. A mis hermanos Karolina y Matías por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día para llegar a ser un ejemplo a seguir. A todas las personas que me apoyaron para que este trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que abrieron sus puertas, compartieron sus experiencias y conocimientos conmigo.

Atentamente,

Jonathan Gregorio Luna Cruz

AGRADECIMIENTO

Primeramente agradezco a Dios por la oportunidad de volver a estudiar y terminar esta carrera, a mi esposa, a mis hijos, a mi madre por estar siempre ahí, a mi padre desde el cielo estará orgulloso viéndome como se logró el objetivo.

Atentamente,

Vicente Mariano Rodríguez Litardo

Quiero expresar mi agradecimiento a Dios por brindarme vida, salud y sabiduría diariamente, a mis Padres Rocío y Gregorio por todo el apoyo brindado incondicionalmente, a pesar de las adversidades y conflictos siempre he podido contar con ellos, en especial a mi Madre Roció quien estuvo conmigo, me brindo todo su amor además me ayudo a salir adelante a pesar de su delicado estado de salud. A mis Padrinos Elsa y Milton quienes fueron como unos segundos Padres para mí por sus consejos y enseñanzas influyeron en mi formación, los llevo presente cada día de mi vida.

Atentamente,

Jonathan Gregorio Luna Cruz

TRIBUNAL PROYECTO DE TITULACIÓN

Ing. , M.Sc. FAUSTO CABRERA
DECANO DE LA FACULTAD
CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS

Ing. , M.Sc ABEL ALARCON
DIRECTOR CINT

Mte. CARLOS GUZMAN REAL
PROFESOR DIRECTOR DEL
PROYECTO DE TITULACIÓN

Ing. , M.Sc. JUAN CHAW TUTIVEN
PROFESOR TUTOR REVISOR DEL
PROYECTO DE TITULACIÓN

Ab. Juan Chávez A.
SECRETARIO

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Titulación, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL”

RODRIGUEZ LITARDO VICENTE y LUNA CRUZ JONATHAN



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS

**CARRERA DE INGENIERÍA EN NETWORKING Y
TELECOMUNICACIONES**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA INTELIGENTE PARA MONITOREO Y
CONTROL DE CONSUMO ELECTRICO EN RESIDENCIAS.”**

Proyecto de Titulación que se presenta como requisito para optar por el
título de

INGENIERO EN NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES

AUTORES:

RODRIGUEZ LITARDO VICENTE MARIANO

C.I. 0921685681

LUNA CRUZ JONATHAN GREGORIO

C.I. 0940826753

TUTOR: Mte. CARLOS GUZMAN REAL

Guayaquil, 2 de octubre de 2019

CERTIFICADO DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del proyecto de titulación, nombrado por el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil.

CERTIFICO:

Que he analizado el Proyecto de Titulación presentado por los estudiantes VICENTE RODRIGUEZ y LUNA JONATHAN, como requisito previo para optar por el título de Ingeniero en Networking y Telecomunicaciones cuyo tema es:

“DISEÑO DE UN SISTEMA INTELIGENTE PARA MONITOREO Y CONTROL DE CONSUMO ELECTRICO EN RESIDENCIAS.”

Considero aprobado el trabajo en su totalidad.

Presentado por:

RODRIGUEZ LITARDO VICENTE MARIANO CÉDULA DE CIUDADANÍA
N° 0921685681

LUNA CRUZ JONATHAN GREGORIO CÉDULA DE CIUDADANÍA
N° 0940826753

TUTOR: MG. CARLOS GUZMAN REAL

Guayaquil, 2 de octubre de 2019



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN NETWORKING Y
TELECOMUNICACIONES**

Autorización para Publicación de Proyecto de Titulación en Formato Digital

1. Identificación del Proyecto de Titulación

Nombre del Alumno: RODRIGUEZ LITARDO VICENTE MARIANO –	
Dirección: San Martin #4708 entre la 22 y 23	
Teléfono: 0994234775	E-mail: vicente.rodriquezli@ug.edu.ec

Nombre del Alumno: LUNA CRUZ JONATHAN GREGORIO –	
Dirección: La E 513 entre Alberto Guerrero Martinez y Leonidas PLaza	
Teléfono: 0960454278	E-mail: jonathan.lunacr@ug.edu.ec

Facultad: Ciencias Matemáticas y Físicas
Carrera: Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones
Título al que opta: Ingeniero en Networking y Telecomunicaciones
Profesor guía: Ing. Carlos Guzmán Real M.SC.
Título del Proyecto de Titulación: “DISEÑO DE UN SISTEMA INTELIGENTE PARA MONITOREO Y CONTROL DE CONSUMO ELECTRICO EN RESIDENCIAS.”

Tema del Proyecto de Titulación: “Control y monitoreo de tomacorrientes inteligentes mediante placas arduino, software libre cayenne.”

2. Autorización de Publicación de Versión Electrónica del Proyecto de Titulación

A través de este medio autorizo a la Biblioteca de la Universidad de Guayaquil y a la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas a publicar la versión electrónica de este Proyecto de titulación.

Publicación electrónica:

Inmediata	<input checked="" type="checkbox"/>	Después de 1 año	<input type="checkbox"/>
-----------	-------------------------------------	------------------	--------------------------

Firma Alumno:

3. Forma de envío:

El texto del proyecto de titulación debe ser enviado en formato Word, como archivo .Doc. O .RTF y. Puf para PC. Las imágenes que la acompañen pueden ser: .gif, .jpg o.TIFF.

DVDROM

CDROM

INDICE GENERAL

Contenido

CARTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
TRIBUNAL PROYECTO DE TITULACIÓN.....	vi
INDICE GENERAL.....	xii
INDICE DE TABLAS.....	xiv
INDICE DE GRÁFICOS.....	xv
ABREVIATURAS	xv
INTRODUCCIÓN	xx
CERTIFICADO DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR	ix
CAPÍTULO I	22
EL PROBLEMA	22
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	22
CAUSAS Y CONSECUENCIAS DEL PROBLEMA.....	24
DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	25
FORMULACION DEL PROBLEMA	25
EVALUACIÓN DEL PROBLEMA.....	26
CAPÍTULO II	31
MARCO TEÓRICO.....	31
ANTECEDENTES DE ESTUDIO	31
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	35
CORRIENTE MONOFÁSICA	37
¿CÓMO CALCULAR EL CONSUMO ELECTRICO?	39
DOMOTICA.....	40
SOFTWARE LIBRE	41
PREGUNTA CIENTÍFICA A CONTESTARSE.....	52
DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	53
CAPÍTULO III	55

PROPUESTA TECNOLÓGICA	55
FACTIBILIDAD OPERACIONAL	56
FACTIBILIDAD TÉCNICA.....	56
FACTIBILIDAD LEGAL	57
FACTIBILIDAD ECONOMICA	57
ENTREGABLES DEL PROYECTO	88
PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.....	93
CAPITULO IV.....	107
CRITERIOS DE ACEPTACION DE PRODUCTO O SERVICIO.....	107
CONCLUSIONES.....	109
RECOMENDACIONES.....	111
BIBLIOGRAFIA.....	112
ANEXOS.....	114

INDICE DE TABLAS

Tabla No. 1 Causas y Consecuencias.....	24
Tabla No. 2 Delimitación del Problema.....	25
Tabla No. 3 Criterios de Validación de propuesta.....	97
Tabla No. 4 Toma de lecturas	101
Tabla No. 5 Quejas de usuarios	102
Tabla No. 6 Información de ahorro actual	102
Tabla No. 7 Información sobre ahorro futuro.....	103
Tabla No. 8 Domótica.....	103
Tabla No. 9 Dispositivos controlados	104
Tabla No. 10 Búsqueda en internet.....	104
Tabla No. 11 Campaña de concientización.....	105
Tabla No. 12 Compra de dispositivo	105
Tabla No. 13 Demostración de dispositivo.....	106

INDICE DE GRÁFICOS

Figura No. 1	Kit de bombilla LED WIFI.....	34
Figura No. 2	Diagrama de un campo electrico con cargas positivas y negativas.....	36
Figura No. 3	La corriente eléctrica tipos y efectos.....	37
Figura No. 4	Átomo.....	38
Figura No. 5	Corriente Monofásica.....	40
Figura No. 6	Como se genera la energía trifásica.....	40
Figura No. 7	Conductor de corriente	41
Figura No. 8	Como medir voltajes	42
Figura No. 9	Código de Colores.....	43
Figura No. 10	Ley de Ohm.....	45
Figura No. 11	Instrumentos de medición.....	46
Figura No. 12	Kit de Domótica.....	48
Figura No. 13	Inicio de Sesión en Cayenne.....	60
Figura No. 14	Placa arduino nodemcuesp8622.....	61
Figura No. 15	Sensor Lm358.....	66
Figura No. 16	NodemcuESP8622.....	67
Figura No. 17	Modulo Relee.....	67
Figura No. 18	Sensor de corriente no invasivo.....	68
Figura No. 19	Jumper.....	69
Figura No. 20	Esquema general del proyecto	75
Figura No. 21	Esquema general de medición.....	76
Figura No. 22	Esquema general de control.....	78
Figura No. 23	Dispositivo de control.....	80
Figura No. 24	Dispositivo de Monitoreo.....	81
Figura No. 25	Usuario y Contraseña de la plataforma Cayenne.....	82
Figura No. 26	Modulo principal de plataforma.....	83
Figura No. 27	Tarjetas que soporta.....	83
Figura No. 28	Módulos creados en el cayenne.....	84
Figura No. 29	Creación de canales de control.....	85
Figura No. 30	Creación de canales de sensor de medición	85
Figura No. 31	Tarjetas Agregadas.....	86
Figura No. 32	Conexión a punto de acceso.....	86
Figura No. 33	Datos de usuarios.....	87
Figura No. 34	Conexión a punto de acceso.....	87
Figura No. 35	Base de Datos.....	88
Figura No. 36	Código para transferencia de datos	88
Figura No. 37	Aplicación en el celular	89
Figura No. 38	Proyecto en la aplicación celular	89
Figura No. 39	Lectura de medición en tiempo real.....	90
Figura No. 40	Verificación en la base de datos.....	90
Figura No. 41	Carga de consulta personalizada DB	91
Figura No. 42	Consulta personalizada por fecha.....	91
Figura No. 43	Resultado de búsqueda personalizado por fecha.....	92

Figura No. 44	Grafico estadístico en Amperios.....	92
Figura No. 45	Grafico estadístico de la potencia.....	93
Figura No. 46	Grafico costo vatio/hora	93
Figura No. 47	Prueba de encendido en todos los elementos.....	94
Figura No. 48	Configuración de Alarmas	94
Figura No. 49	Encendido de focos	117
Figura No. 50	Ingreso a la página de arduino.....	119
Figura No. 51	Descarga de software.....	119
Figura No. 52	Descargando Aplicación.....	120
Figura No. 53	Abriendo archivo Zip.....	120
Figura No. 54	Búsqueda de carpeta drivers.....	121
Figura No. 55	Ejecutar como administrador.....	121
Figura No. 56	Iniciando la instalación.....	122
Figura No. 57	Finalizando la instalación.....	122
Figura No. 58	Ejecutando la aplicación arduino.....	123
Figura No. 59	Configuración de placas.....	123
Figura No. 60	Agregando a la tabla de placas.....	124
Figura No. 61	Bajando el driver genérico de la placa.....	124
Figura No. 62	Placa ya acoplada	125
Figura No. 63	Acoplamiento de placa.....	126
Figura No. 64	Vista de Perfil.....	126
Figura No. 65	Creación de perfiles.....	127
Figura No. 66	Dispositivo en funcionamiento.....	127
Figura No. 67	Página de inicio de plataforma.....	128
Figura No. 68	Generación de credenciales.....	129
Figura No. 69	Programación de Nodos.....	129
Figura No. 70	Dispositivo en funcionamiento.....	130

ABREVIATURAS

UG Universidad de Guayaquil

FCMF Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas

CA Corriente Alterna

CC Corriente Continua

HZ Hercios

V Voltios

A Amperios

W Watts

Kw Kilo Watts

FEM Fuerza Electromotriz



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS
MATEMÁTICAS Y FÍSICAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN NETWORKING Y
TELECOMUNICACIONES**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA INTELIGENTE PARA MONITOREO Y
CONTROL DE CONSUMO ELECTRICO EN RESIDENCIAS.”**

Autores: Rodríguez Vicente – Luna Jonathan

Tutor: Ing. Carlos Guzmán Real

Resumen

La energía eléctrica en las últimas décadas ha sido de vital importancia para el uso diario de las personas sin embargo, la facturación del servicio eléctrico en el presente año afectó a los usuarios de la ciudad de Guayaquil por la mala toma de lecturas. El proyecto a desarrollar tiene como fin diseñar un sistema de monitoreo y control del consumo eléctrico en residencias, empleando controladores programables, software libre, junto con sensores. La metodología empleada para la solución fue PMI la cual nos permitió a través de cinco fases el desarrollo del prototipo. Para el desarrollo del prototipo y para medir la factibilidad operacional y técnica se hizo una investigación bibliográfica y se tomaron encuestas, para comprobar la funcionalidad del mismo, se realizaron pruebas de validación, que confirman el alcance de los objetivos, reforzando el proyecto por medio de expertos en las áreas involucradas.



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS
MATEMÁTICAS Y FÍSICAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN NETWORKING Y
TELECOMUNICACIONES**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA INTELIGENTE PARA MONITOREO Y
CONTROL DE CONSUMO ELECTRICO EN RESIDENCIAS.”**

Autores: Rodríguez Vicente – Luna Jonathan

Tutor: Ing. Carlos Guzman Real

Abstract

Electricity in recent decades has been of vital importance for the daily use of people, however, the billing of the electric service this year affected users in the city of Guayaquil due to poor reading. The project to be developed is designed to design a system for monitoring and controlling electricity consumption in residences, using programmable controllers, free software, along with sensors. The methodology used for the solution was PMI which allowed us to develop the prototype through five phases. For the development of the prototype and to measure the operational and technical feasibility a bibliographic investigation was made and surveys were taken, to verify its functionality, validation tests were carried out, confirming the scope of the objectives, reinforcing the project through experts in the areas involved.

INTRODUCCIÓN

Actualmente está en auge el concepto de controlar remotamente su hogar, oficina, taller o cualquier lugar de trabajo, bajo esta premisa se han creado un sinnúmero de aplicaciones y dispositivos como por ejemplo, las cámaras de vigilancia, que con una sencilla conexión a la red de internet nos permite ver desde cualquier lado del mundo el lugar que queramos controlar, basado en que casi en que casi todas las ciudades existe conexión a internet, los desarrolladores han implementado un sinnúmero de soluciones para ayudar a las personas.

Basado en esto y viendo la necesidad que tienen las personas por tener el control y que el mundo moderno exige a los trabajadores a estar más tiempo lejos de casa, se diseña mediante las plataformas electrónicas disponibles y los materiales electrónicos de bajo costo, el sistema de control y monitoreo de electricidad para residencias, el cual le va a permitir mediante una aplicación móvil o desde una portátil que tenga acceso a la web ver en tiempo real si un dispositivo está conectado o si algún foco, televisor o cualquier otro electrodoméstico se dejó encendido y proceder mediante un clic inhabilitar la toma que proporciona energía para que el consumo no se siga generando.

A continuación describiremos los capítulos en que el proyecto fu dividido y que se hizo en cada uno, los procedimientos que se siguieron, los beneficios y alcances que tendrá el proyecto, las limitantes y la escalabilidad del mismo, donde se deja abierto el proyecto para actualizaciones futuras.

En el capítulo 1 vamos a definir el problema principal por el cual se presenta este proyecto de titulación, además de los alcances, los objetivos que se van a alcanzar en el desarrollo del proyecto el cual lo presentamos como solución tecnológica a un problema que tiene la sociedad guayaquileña.

Para el capítulo 2 donde veremos más profundamente la parte teórica que compone este proyecto de titulación, conceptos como: electricidad, medición eléctrica, voltaje, la ley de ohm, corriente continua, corriente alterna, sistema monofásico y trifásico, además de la elaboración de la pregunta científica y las

definiciones conceptuales que se van a encontrar en el desarrollo del proyecto de titulación.

En el capítulo 3 nos centramos en lo que va hacer el desarrollo del proyecto de titulación en la cual veremos las factibilidades técnicas, económicas, legales y los recursos operacionales que va a contar el prototipo, mediante la metodología indicada en el capítulo 1, además de cuáles son los entregables que se va a dar y los criterios de validación.

Para finalizar el capítulo 4 se elabora la tabla de aceptación del producto o servicio donde mediante una lista de chequeo o más conocida como "CHECK LIST", se verifica si se cumple con los objetivos planteados, y se termina con las recomendaciones y conclusiones.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Ubicación del problema en un contexto

Actualmente existen muchos problemas de consumos de energía eléctrica residencial y malas facturaciones por parte de la empresa que provee el servicio de energía en Guayaquil, sin ninguna clase de control o regularización según la publicación de diario (EXPRESO, 2019), es decir la ciudadanía tiene que regirse a los elevados costos de facturación que estas demandan y a las negligencias que existen dentro de la empresa que ofrecen este servicio expuesto en este artículo.

La desconfianza generada por la empresa proveedora de energía al momento de tomar las mediciones, requiere de manera urgente alguna solución tecnológica que permita al usuario tener un sistema alternativo al medidor de energía para apreciar en tiempo real y en cualquier parte el consumo generado en ese momento. Lamentablemente en la ciudad de Guayaquil, el mercado carece de sistemas que ayuden a controlar el consumo de energía residencial hasta donde los autores conocen.

Adicional a lo anteriormente expuesto, durante la investigación no se encontró ningún mecanismo que permita la prevención de eventos para residencias en caso de surgir alguna anomalía. Estas anomalías pueden ser: mal funcionamiento de dispositivos electrónicos conectados al sistema eléctrico residencial que pueden dar lugar a incendios en el peor de los casos. De acuerdo con lo mencionado en un artículo del diario (El Universo, 2019) gran parte de los incendios se generan por errores humanos tales como dejar planchas y otros electrodomésticos encendidos.

La propuesta de este proyecto de titulación está dirigido a la prevención de daños y el control de consumo de energía eléctrica en las residencias de la ciudad de Guayaquil para un mejor registro estadístico, brindando un mecanismo de medición al establecido por la empresa eléctrica de la ciudad.

Situación Conflicto Nudos Críticos

Los usuarios de la Empresa Eléctrica de la ciudad de Guayaquil ante el incremento indiscriminado de la factura en sus planillas de consumo, según datos recogidos de diario (El Universo, 2019), están con la preocupación y el malestar causado por dicha facturación. Se pretende desarrollar un sistema de control y monitoreo de consumo de energía el cual va a permitir ahorro y prevención en una residencia cuando el usuario se encuentre fuera de su casa o deje a sus hijos solos y así evitar pérdidas irreparables.

Otro punto importante es la poca información que poseen los usuarios con datos relevantes que ayuden a disminuir el costo de su planilla. La empresa debería establecer un plan de sociabilización en la cual incluya los sectores más vulnerables de la ciudad para incentivar el ahorro en los usuarios explicándoles cuales son los dispositivos que consumen más energía. Desde el punto de vista tecnológico, la herramienta permitirá llevar un control del consumo energético para que el cliente pueda determinar qué elementos conllevan inciden en una alta medición.

Causas y Consecuencias Del Problema

Las principales causas y consecuencias del problema planteado en el proyecto de titulación se lo resumen en la tabla No. 1.

Tabla No. 1 Causas y Consecuencias

CAUSAS	CONSECUENCIAS
Mala lectura de los medidores por parte de la empresa encargada	Incremento excesivo de planilla de energía incrementándose hasta 4 veces más el valor normal de la factura.
Desconocimiento por parte de los usuarios de herramientas tecnológicas	No poder controlar en tiempo real su consumo de energía lo que va a llevar a no tomar los correctivos del caso.
Poca sociabilización sobre el consumo de energía en los hogares	Al tener desconocimientos de temas eléctricos básicos, la ciudadanía no posee cultura del ahorro

Fuente: Trabajo de Investigación

Autores: Vicente Rodríguez – Jonathan Luna

DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

En la tabla No. 2 se detallará la delimitación del problema en términos de campo, área, aspecto y tema.

Tabla No. 2 Delimitación del Problema

DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	
Campo	Redes y Telecomunicaciones
Área	Electrónica
Aspecto	Consumo Eléctrico
Tema	DISEÑO DE UN SISTEMA INTELIGENTE PARA MONITOREO Y CONTROL DE CONSUMO ELECTRICO EN RESIDENCIAS.

Fuente: Trabajo de Investigación

Autores: Vicente Rodríguez – Jonathan Luna

Formulación Del Problema

¿Cómo registrar de manera efectiva el consumo eléctrico de una residencia, que ayude a controlar las mediciones realizadas por la empresa de servicio y a prevenir accidentes por mala operación de electrodomésticos por parte de los usuarios?

Evaluación Del Problema

Dentro de la evaluación del problema de este proyecto de titulación se indicarán los aspectos que se consideraron para definir el problema sobre la mala toma de lectura de los medidores y el escaso conocimiento por parte de los usuarios en cuanto a ahorro de su consumo eléctrico.

Los aspectos de evaluación del problema son los siguientes:

Delimitado: Este proyecto de titulación va orientado inicialmente para residencias de la ciudad de Guayaquil, para controlar el consumo eléctrico a través de una plataforma tecnológica con un dispositivo electrónico inteligente.

Claro: El problema fue identificado por una mala toma de lectura, por lo cual la ciudadanía mostro su inconformidad a los cobros excesivos.

Evidente: Los altos valores en las facturas de electricidad que se emitieron a principios de año en la ciudad de Guayaquil, por fallas en las lecturas en los medidores y ajustes en la tarifa.

Factible: Es factible debido que existen los elementos para el desarrollo de la solución, se empleará controladores, relays, plataformas gratuitas, tarjetas de codificación Arduino, sensores y todos los elementos electrónicos necesarios para su implementación.

Original: Este proyecto de titulación, el cual puede ser explotado y comercializado de una forma tal que los usuarios vean que van a generar un ahorro en el consumo de sus planillas al final de mes.

Identifica los productos esperados: Contribuir a la sociedad mediante este mecanismo tenga la confianza necesaria que al corte de su planilla los valores que pagarán serán los reales, y evitar así incrementos innecesarios por parte de la empresa proveedora de electricidad.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema inteligente para el monitoreo y control de consumo eléctrico en residencias.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Recopilar información de estudios realizados, mediante investigación documental para identificar los problemas y posibles soluciones al problema planteado.
2. Diseñar un sistema de monitoreo y control de energía eléctrica con tecnología arduino, wireles y herramientas open source, con el fin de reducir costos de implementación.
3. Implementar un prototipo, que nos permita mantener un monitoreo continuo y un control referencial del consumo eléctrico residencial.
4. Evaluar el funcionamiento del prototipo con el fin de realizar los ajustes pertinentes para su correcta operación.

ALCANCES DEL PROBLEMA

El alcance del problema en este proyecto de titulación se definirá de la siguiente manera:

- Desarrollar un sistema de medición de energía para determinar el consumo total generado solo en las líneas de 110v, no aplica para líneas de energía de 220v.
- Implementar un prototipo que me permita controlar el flujo de energía en terminales convencionales de toma corrientes en una residencia que manejan 110v.
- Emplear un medio de comunicación inalámbrico a través de wifi como canal de acceso entre el prototipo y App móvil desarrollada en unas plataformas open source.
- Presentar un manual detallando la instalación y el funcionamiento de cada uno de los mecanismos así mismo un manual de usuario para el uso de la plataforma y la App móvil.

JUSTIFICACION E IMPORTANCIA

Este mecanismo de monitoreo y control de energía eléctrica busca ser implementado como medida preventiva para evitar posibles accidentes o desastres no intencionados, así como una herramienta alterna que ayude constatar una medición real por parte de la empresa eléctrica. La posibilidad de provenir incidentes y accidentes provocados por electrodomésticos o errores involuntarios es de vital importancia para evitar pérdidas significativas.

IPCAE es una empresa mexicana que se dedica a hacer ingeniería para el control y ahorro de energía, mediante su lema “lo que no se mide no se puede controlar”, lo hacen mediante un exhaustivo estudio de recibos eléctricos, diagramas, líneas de producción, etc. Se hace una evaluación para detectar las donde hay una oportunidad para poder indicar al cliente donde puede ahorrar costos, luego también hacen un análisis económico del consumo de energía del sitio intervenido y presentan el proyecto con todos los correctivos (IPCAE, 2018).

Shaar-Velázquez, L. C. (2016). Prácticas de consumo más sustentables de la energía eléctrica. Fue un proyecto de titulación sobre cómo reducir el consumo de energía eléctrica, este estudio indica como tal que México el 91% del consumo de energía proviene de los hogares, los cuales son los que genera contaminación ambiental y ayuda a que el calentamiento global aumente considerablemente, propone alternativas de ahorro como la tecnología LED, los paneles solares, la sustitución de los combustibles fósiles de una forma paulatina, ya que hacerlo de forma irresponsable provocaría un daño severo en la economía local y mundial.

Ante lo expuesto, el ahorro de energía es un factor importante dentro de la economía de los hogares guayaquileños, se recomienda educar en esta metodología a los usuarios de este servicio, un mal uso de este servicio provocará un costo financiero que no se podrá recuperar fácilmente.

METODOLOGIA DEL PROYECTO

La metodología de desarrollo e implementación de este proyecto de titulación será PPDIOO.

La metodología contempla en 5 etapas:

- Etapa I: Analizar detenidamente la información recopilada y determinar los requisitos y requerimientos principales, herramientas que vamos a utilizar para el desarrollo del prototipo y de la aplicación que maneja remotamente el dispositivo desarrollado
- Etapa II: Diseñar y desarrollar el dispositivo de control y monitoreo, mediante el uso de tarjeta electrónica arduino (Hardware) y aplicación que maneja el prototipo (Software)
- Etapa III: Implementar las funciones y procedimientos sobre la plataforma y en la App móvil, para que el sistema de control sea más amigable para los usuarios que lo utilice.
- Etapa IV: Ejecutar y presentar el sistema de medición y control de energía realizando las pruebas respectivas de funcionamiento, instalando la plataforma a un grupo de usuarios que permitan su verifiquen su funcionamiento y funcionalidad.
- Etapa V: Control de funcionamiento y calidad del sistema ya presentado e instalado, preguntando a los usuarios que tal les pareció el producto y la aplicación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

ANTECEDENTES DE ESTUDIO

Debido al problema que se presentó a inicios del año 2019 con el alto costo de las planillas de consumo de energía en la ciudad de Guayaquil por parte de una empresa encargada de la toma de lectura personalizada en cada casa de la ciudad, provocó que la ciudadanía exprese su malestar por medio de las redes sociales, reclamos en las afueras de las oficinas de la empresa proveedora de este servicio y por los diferentes medios de comunicaciones escritos, televisivos y radiales.

Este problema que afecto a toda la ciudadanía que usa este servicio y que vieron que sus valores subieron drásticamente y al no haber un método tecnológico que permita verificar el consumo en tiempo real y poder tomar medidas correctivas, lo que afecta directamente a los usuarios de este servicio básico en la ciudad de Guayaquil.

Con relación a los costos del KW/h en nuestro país, según la publicación el diario el comercio (El comercio, 2018), se dio a conocer la nueva tarifa debido al alza en el precio de cada kilovatio hora (KW/h) de consumo mensual en residencias; es de \$0.01 y en industrias o comercios es de \$0.02. El Consejo Nacional de la Electricidad Conelec dio a conocer estos valores ya que la tarifa en el país es de 0.933 en el sector residencial. Como medida consecutiva buscan compensar el subsidio brindado por el estado a la población y regularlo de alguna manera.

Estas aplicaciones tarifarias están dirigidas a usuarios que, en su consumo tienen una lectura mayor a 110 kilovatio hora (kw) (sierra) y 130 kilovatios hora (kw) (costa), para aquellos que poseen tarifa dignidad ya que este es su restricción de consumo máximo. La tarifa dignidad consiste en un subsidio del \$0.04 por kw siendo el costo actual en el país de \$0.93 por kw con un ahorro de casi el 50% en estos casos especiales. En la población que es alrededor de 4.1 millones abonados, 2.5 millones usan la tarifa dignidad por lo tanto más de 1.5 millones de clientes se verán afectados en sus planillas (El comercio, 2018).

El consumo excesivo de energía eléctrica no es un problema local sino mundial, en España por ejemplo se diseñó una página web que permite identificar cuáles dispositivos son los de menor consumo energético (TopTen, 2018). Esta página se encuentra actualizada con dispositivos fabricados hasta el 2018, y la ECODES, que es el ente rector de la página de TOPTEN, se encuentra en búsqueda de la actualización de la base de datos y para eso ha lanzado una campaña con las empresas fabricantes de productos eléctricos para que registren sus productos, a su vez puedan ofrecer mejoras para los usuarios finales (ECODES, 2018)

El desarrollo de tecnologías para el ahorro de energía ha ido aumentando con el transcurso del tiempo ya que en la actualidad hay empresas como Phillips que son fabricantes de productos eléctricos, ellos han apostado a la tecnología LED que al contrario de los focos convencionales llegan a un ahorro de hasta el 88,88% del consumo de energía. Aunque la tecnología LED ((Light Emitting Diode), fue atribuido en el año 1962 en el mes de octubre al ingeniero que trabajaba en la compañía General Electric Nick Holonyak, se dice que los estudios para esta tecnología los inició el científico británico Henry Joseph Round (1881-1966), cuando hizo su estudio sobre la electroluminiscencia que es el principio base del LED (INMESOL, 2014).

Actualmente a las bombillas LED están acaparando el mercado mundial y están ganando terreno frente a las bombillas tradicionales, permitiendo ahorro de energía y dinero en los usuarios, pero la tecnología LED no quedó ahí se

implementó la conexión wifi para poder controlar desde un dispositivo móvil por intermedio de una aplicación controlar el encendido y apagado de la bombilla, y realizar múltiples funciones como (XATACA, 2015):

- Los costos de instalación de la bombilla son bajos porque uno mismo lo puede instalar en su domicilio y en unos sencillos pasos en su celular bajarse la aplicación que es fácil de configurar y manejar.
- El costo de la bombilla LED wifi es mayor a una bombilla tradicional pero en el costo del tiempo representa un ahorro significativo, al poder regular la intensidad, el tiempo de encendido, y muchos otros beneficios ya que es una tecnología escalable y actualizable.
- Un foco LED de 7w genera la misma luminosidad que una bombilla tradicional de 60w, lo que representa un ahorro del casi 88% frente a una bombilla generadora de luz tradicional.
- Tiene simulación de estados de ánimos, atardecer, anochecer o sincronización con tu TV Smart para regular la luz con los videos de YouTube por ejemplo, que crea un ambiente de satisfacción y tranquilidad al usuario.
- Aumenta la seguridad en nuestra casa ya que se puede combinar con un sensor de movimiento y activarse si un intruso ingresa a un área no permitida, y nos puede generar un estado de alerta para poder tomar las acciones correspondientes de seguridad.

Estos dispositivos LED están diseñados para una durabilidad de 25000 horas, que aproximadamente serian 11 años, el costo de ese dispositivo que actualmente se promociona en Europa está alrededor de los 150 Euros (200 dólares), (tu casa inteligente, 2018).

Figura No. 1 Kit de bombilla LED WIFI



Fuente: <https://www2.meethue.com/en-us>

Autor: Tú casa inteligente

En la figura #1 vemos una bombilla led wifi de la empresa Phillips, la cual decidió adentrarse en las nuevas tecnologías que están saliendo en el mercado, y que cada vez más usuarios están implementándolas no solo en sus hogares sino también en empresas.

Hace algunos años empezó la implementación de la domótica (CEDOM, 2015), que comenzó con la implementación de controles a los diferentes dispositivos electrónicos desde una aplicación que se instala en un dispositivo móvil, el cual puede monitorear las cámaras de video vigilancia, luces, sensores de movimiento, cerraduras.

La domótica ha ido implementando más dispositivos facilitando su uso y llevando eso a un ahorro energético, y una tranquilidad para el usuario por el aumento de la seguridad en el hogar ya que por medio del Internet podemos interactuar con los dispositivos inteligentes instalados en nuestro hogar, las aplicaciones suelen ser gratuitas para los usuarios, pocos son los fabricantes que vende por separado el software.

Este control y la automatización, ayuda a los usuarios a tener un ahorro energético por la optimización que se le puede realizar a los dispositivos instalados, lo interesante del sistema es que lo podemos controlar desde cualquier parte del mundo que tenga cobertura de internet.

Como este sistema es programable, incluso puede ejecutar una orden para que a determinada hora del día se riegue las plantas automáticamente, desde la oficina controlar la temperatura interna de la casa, apagado de luces innecesarias, y un sin número de acciones que se pueden incrementar para tener la confiabilidad y seguridad de nuestro hogar.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

FUNDAMENTOS DE LA ELECTRICIDAD

En fundamentos de la electricidad, se analiza los circuitos en los cuales vamos a estudiar elementos como: el voltaje de las celdas, las caídas que sufre el circuito en el diseño, distribución de corriente en el plano y muchas teorías más que se pueden encontrar en el circuito.

En la parte eléctrica el material que mayormente se utiliza para la conductividad de energía es el cobre, este es el que lleva la conductividad eléctrica en el circuito porque permite el flujo de la carga para determinar la movilidad de los iones o los electrones.

Los conductores se dividen en 3 tipos que son los de primero, segundo y tercer orden, estos últimos también son conocidos como conductores mixtos debido a que poseen dos elementos iónicos y eléctricos, las desventajas de ellos es que aumentan aceleradamente de temperatura, por lo que su conductividad es demasiada baja.

Otro material que es parte de este estudio son los aislantes, que son un medio de protección para el exterior y de acuerdo al material que se encuentra elaborado, ofrece la resistencia que requiere la energía que tiene el conductor.

CORRIENTE CONTINUA

Cuando se produce el movimiento de electrones va en un mismo sentido se llama Corriente Continua (CC). Los aparatos que utilizan corriente continua son todos los que funcionan con pilas o baterías, De igual manera aquellos dispositivos que dependen de una fuente de energía para su funcionamiento.

La frecuencia es una característica básica de la corriente alterna. En Ecuador es de 60 Hercios (Hz); En nuestra toma de corriente “enchufes”, y en los terminales de algún dispositivo que se encuentre en uso, la dirección de la corriente se invierte secuencialmente 60 veces por segundo. Los electrones están cambiando de sentido sucesivamente y lo que es transmitido por los conductores son solo sus vibraciones, (profetolocka, 2019).

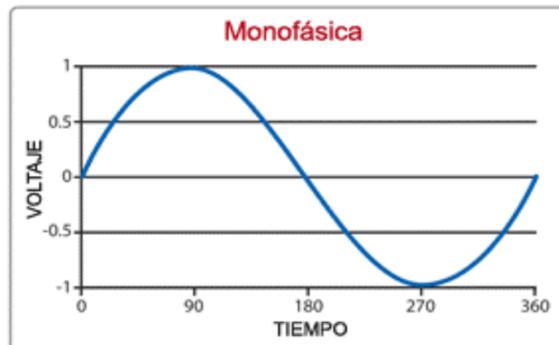
CORRIENTE ALTERNA

Ahora cuando los electrones cambian de sentido en un determinado tiempo se llama Corriente Alterna (CA). Los que utilizan corriente alterna son todos los dispositivos que se conectan directamente a la red eléctrica.

Toma de corriente es un dispositivo de conexión donde los polos positivo y negativo se están invirtiendo constantemente, (profetolocka, 2019).

CORRIENTE MONOFÁSICA

Figura No. 2 Corriente Monofásica.



Fuente: <http://www.nexus.com.pe/novedades-detalle/cual-es-la-diferencia-entre-energia-monofasica-y-trifasica/>

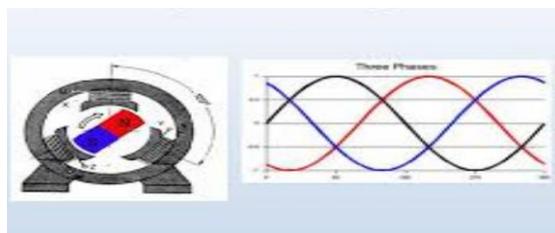
Autor: (Nexus, 2017)

La corriente monofásica se consigue cuando se toma una fase de corriente trifásica y un cable neutro, es un sistema que usa la distribución, la producción y el consumo eléctrico generado en una sola fase, en que la tensión cambiara siempre de forma uniforme.

Su uso más frecuente suele ser para motores eléctricos, calefacción o iluminación.

CORRIENTE TRIFÁSICA

Figura No. 3 Como se genera la energía trifásica.



Fuente: <https://www.monografias.com/trabajos104/sistema-trifasico/sistema-trifasico.shtml>

Autor: (Monografías, 2014)

La corriente trifásica es un sistema compuesto por 3 corrientes alternas que se encargan de generar la producción, el consumo y la distribución, sus tensiones son alternas y ellos usan para su transporte los conductores que tienen por nombre R, S y T.

Una de las ventajas de utiliza esta corriente que su valor es menor a otras debido a que se me usan menos transformadores y las líneas de transporte que usan hilos más finos que los que usa la corriente monofásica, consiguiendo mayor rendimiento en los motores, (monografías, 2014).

POTENCIA ELECTRICA

La potencia es la energía entregada por un flujo o la que un elemento absorbe en una determinada cantidad de tiempo, dicha potencia es representada por la letra alfabética P mayúscula, tiene al Vatio (W) como su unidad principal de medida (ecured, 2018), la fórmula de la potencia es la siguiente:

$$P=R \cdot I^2$$

Donde R representa a la resistencia e I a la Intensidad.

¿CÓMO CALCULAR EL CONSUMO ELECTRICO?

Según la página web de la empresa eléctrica del sur (centro sur, 2019), la manera de calcular el consumo es el siguiente:

CONSUMO MENSUAL = (Potencia (w) * horas de uso por día * días uso del mes)/1000

Un ejemplo que podemos es la medición es el consumo de un foco y lo podemos a ver a continuación:

1ER. PASO CALCULAMOS CUANTO CONSUME UN FOCO PROMEDIO MENSUAL

CONSUMO = (60W * 5 HORAS * 30 DIAS) / (KWH) 1000

CONSUMO = 9 KWH / MES

2DO. PASO CALCULAMOS EL VALOR A PAGAR POR ESTE CONSUMO

VALOR DEL CONSUMO MENSUAL = 9 KWH/MES * \$ 0.0933

VALOR DEL CONSUMO MENSUAL = \$ 0.8397

Este valor generado por la formula corresponde al consumo del foco de 60w para la planilla se debe hacer lo mismo con todos los dispositivos conectados a la red de energía de la casa, adicional aumentarle los valores que correspondes a impuestos y a terceros que vienen en la planilla.

DOMOTICA

La tecnología hoy en día se está adentrando cada vez a los hogares de los usuarios y proviene del griego DOMO que significa casa y motica que significa automática, lo que implica de dotar a los hogares comunes en hogares inteligentes capaces de realizar ciertas funciones desde una central de comandos, que puede ser un dispositivo móvil o computador. Al principio empezó con el control de las cámaras de vigilancia pero luego fue desarrollando y logro adjuntar más dispositivos como sensores de movimiento, temperatura, luces.

En la figura #12 nos muestra como desde un dispositivo móvil, se pueden realizar múltiples opciones de control y monitoreo remotamente con la aplicación instalada en el celular, la aplicación puede ser en algunos casos gratuitas en otras pagadas dependiendo del fabricante de los dispositivos de control.

Figura No. 4 Kit de Domótica.



Fuente: <https://www2.meethue.com/en-us>

Autor: CEDOM

SOFTWARE LIBRE

Se define software libre o free a un conjunto de reglas y condiciones que un programa debe cumplir para ser considerado como libre.

- Este programa puede ser usado y ejecutado como se desee.
- Acceso al código fuente, efectuar cambios y modificaciones para adaptar el programa a nuestras necesidades y gustos.
- Copiarlo o redistribuirlo libremente para ayudar a terceros.
- Redistribuir las versiones modificadas a terceros, que estos se beneficien de los cambios realizados entregando libre acceso a todas sus configuraciones (monografías, 2017).

OPEN SOURCE

Se define herramienta open source es definida por el hecho de ser software de código abierto de libre acceso para su modificación. Tienen una gran diferencia del software libre ya que no está sujeta a reglas para ser código abierto.

Open source y software libre comparten ciertos criterios pero con objetivos totalmente diferentes, (monografías, 2017).

Esta herramienta la vamos a utilizar para el desarrollo de la aplicación de conectividad entre el dispositivo inteligente (toma corriente, foco) y el equipo que tenga acceso a internet.

ARDUINO

Arduino se define a una plataforma de hardware y software de código abierto programable. Basada en micro controladores y un entorno de desarrollo, usada en proyectos de varias disciplinas. Dependiendo el tipo de trabajo a realizarse, el programador puede realizar cambios. Está basado en un lenguaje de programación Processing, con la finalidad de adaptar sus funciones a las necesidades del usuario al realizar tareas de propósitos electrónicos, (monografías, 2017).

Entre la varias tarjetas arduino que hay como la raspberry, Lora, escogimos la NodeMCu V1.0 para el desarrollo de este prototipo.

FUNDAMENTACION LEGAL

Según las leyes ecuatorianas todos los ciudadanos tienen derechos que deben cumplirse al contratar un servicio de cualquier tipo básico o especial, para eso se crearon artículos de defensa al consumidor el cual lo protege en algún caso de abuso.

Los artículos que veremos a continuación corresponden al capítulo 4 de defensa al consumidor de los servicios públicos domiciliarios.

SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS

Art. 32.- Obligaciones.- Las empresas encargadas de la provisión de servicios públicos domiciliarios, sea directamente o en virtud de contratos de concesión, están obligadas a prestar servicios eficientes, de calidad, oportunos, continuos y permanentes a precios justos

Art. 33.- Información al Consumidor.- Las condiciones, obligaciones, modificaciones y derechos de las partes en la contratación del servicio público domiciliario, deberán ser cabalmente conocidas por ellas en virtud de la celebración de un instrumento escrito. Sin perjuicio de dicho instrumento, los proveedores de servicios públicos domiciliarios mantendrán dicha información a disposición permanente de los consumidores en las oficinas de atención al público.

El consumidor tiene el derecho de ser oportuna y verazmente informado sobre la existencia o no de seguros accesorios al contrato de prestación del servicio, cobertura y demás condiciones. En caso de seguros de vida, su monto nunca podrá ser menor al establecido en el Código del Trabajo.

Sin perjuicio de la cobertura que los seguros accesorios den para el caso de muerte o perjuicio a la salud del consumidor, la empresa proveedora de servicios públicos domiciliarios, será directamente responsable de indemnizar por los daños causados a los consumidores por negligencia o mala calidad en la prestación de dichos servicios.

Art. 34.- Reciprocidad.- Las empresas proveedoras de servicios públicos domiciliarios están en la obligación de otorgar un trato recíproco a los consumidores, aplicando en lo referente a reintegros y devoluciones, los mismos criterios que se utilicen para los recargos por mora en el pago del servicio.

Art. 35.- Registro de Reclamos.- Las empresas proveedoras de servicios públicos domiciliarios deben contar con una oficina y un registro de reclamaciones en donde constarán las presentadas por los consumidores. Dichos reclamos deberán ser subsanados en el plazo perentorio que contendrá el Reglamento a la presente Ley.

Art. 36.- Seguridad de las Instalaciones.- Los consumidores de servicios públicos que se prestan a domicilio y requieren instalaciones específicas, deben ser convenientemente informados sobre las condiciones de seguridad de las instalaciones y de los artefactos.

Art. 37.- Instrumentos y Unidades de Medición.- La autoridad competente queda facultada para intervenir de oficio, o a petición de parte interesada, en la verificación del buen funcionamiento de los instrumentos de medición de energía, combustible, comunicaciones, agua potable, o cualquier otro similar, cuando existan dudas sobre las lecturas efectuadas por las empresas proveedoras del servicio.

Tanto los instrumentos como las unidades de medición deberán ser legalmente reconocidos y autorizados. Las empresas proveedoras del servicio garantizarán al consumidor el control individual de los consumos. Las facturas deberán ser entregadas al usuario con no menos de diez días de anticipación a su vencimiento.

Art. 38.- Interrupción de la Prestación del Servicio.- Cuando la prestación del servicio público domiciliario se interrumpa o sufra alteraciones, por causas imputables al proveedor, éste deberá reintegrar los valores cobrados por servicios no prestados, dentro del plazo de 30 días, contados desde la fecha en que se realice el reclamo. Sin perjuicio de lo señalado, el proveedor reconocerá los daños y perjuicios ocasionados al consumidor por la alteración o interrupción culposa del servicio.

Art. 39.- Facturación de Consumo Excesivo.- Cuando el consumidor considere que existe facturación excesiva en la planilla de un período, podrá cancelar únicamente un valor equivalente al promedio del consumo mensual de los 6 meses inmediatamente anteriores.

Para poder ejercer este derecho, el consumidor debe presentar hasta dentro de los 10 días Posteriores al vencimiento de la factura o planilla, las correspondientes al período de 6 meses inmediatos anteriores a la objetada. De no contar con los documentos anotados, el consumidor podrá solicitar las respectivas copias a la empresa prestadora del servicio, en cuyo caso, el plazo anotado comenzará a correr desde la fecha en que se entreguen las copias.

La empresa proveedora del servicio dispondrá de un plazo de treinta días a partir del reclamo del usuario para acreditar que el consumo facturado fue efectivamente realizado, en cuyo caso tendrá derecho a reclamar el pago de la diferencia más los intereses legales correspondientes.

Si el pago efectuado por el consumidor en ejercicio del derecho contemplado en el inciso primero del presente artículo excede del valor real de consumo, la empresa otorgará un crédito idéntico a dicho exceso a favor del consumidor, el mismo que deberá hacerse efectivo en la planilla inmediata posterior.

Mientras se desarrolle el trámite previsto en los incisos precedentes, la empresa proveedora estará obligada a seguir prestando el servicio sin interrupción alguna.

Art. 40.- Valores de las Planillas.- En las planillas emitidas por las empresas proveedoras de los servicios públicos domiciliarios, deberá constar exclusivamente el valor del consumo respectivo, más los recargos legales pertinentes y cobros adicionales establecidos expresamente por leyes y ordenanzas. Queda prohibido incluir en dichas planillas rubros adicionales a los señalados.

Es un derecho del consumidor el conocer el valor exacto que debe cancelar por concepto de Consumo y recargos legales adicionales, por tanto, queda prohibido el planillaje en base de sistemas diferentes a la medición directa, tales como

valores presuntivos o estimativos, con excepción del sector rural que no disponga de instrumentos de medición. Por excepción, en caso de pérdida, daño o imposibilidad física de acceder al sistema de medición, la planilla correspondiente al período inmediatamente posterior al momento del daño, podrá ser emitida por un valor equivalente al promedio mensual de los 6 períodos inmediatamente anteriores. En tal caso, es obligación de quien presta el servicio público domiciliario, reparar o reponer el sistema de medición respectivo o notificar al consumidor sobre la imposibilidad física de acceder al medidor para que éste solucione dicha situación, con la finalidad de que la factura o planilla del siguiente período sea emitida en función de datos reales. Si quien presta el servicio no cumple con la obligación de reparar o reponer el sistema de medición, en ningún caso los montos de las planillas de los períodos posteriores podrán ser aumentados presuntiva o estimativamente, siendo obligación del consumidor en los siguientes períodos, pagar exclusivamente un valor igual al del promedio mensual de las planillas de los 6 meses inmediatamente anteriores.

Los proveedores de servicios públicos domiciliarios que sufrieren pérdidas por deficiencias técnicas, u otras causas debidamente comprobadas, imputables a la empresa, deberán asumirlas en su totalidad, quedando prohibido el traslado de dichas pérdidas a las planillas de los consumidores.

SOBRE EL USO DEL SOFTWARE LIBRE

Art. 1. Establecer como política pública para las entidades de administración Pública central la utilización del Software Libre en sus sistemas y equipamientos informáticos.

Art. 2. Se entiende por software libre, a los programas de computación que se pueden utilizar y distribuir sin restricción alguna, que permitan el acceso a los códigos fuentes y que sus aplicaciones puedan ser mejoradas. Estos programas de computación tienen las siguientes libertades:

- Utilización del programa con cualquier propósito de uso común
- Distribución de copias sin restricción alguna.

- Estudio y modificación de programa (Requisito: código fuente disponible)
- Publicación del programa mejorado (Requisito: código fuente disponible)

Art. 3. Las entidades de la administración pública central previa a la instalación del software libre en sus equipos deberán verificar la existencia de capacidad técnica que brinde el soporte necesario para este tipo de software.

Art. 4. Se faculta la utilización de software propietario (no libre) únicamente cuando no exista una solución de software libre que supla las necesidades requeridas, o cuando esté en riesgo de seguridad nacional, o cuando el proyecto informático se encuentre en un punto de no retorno.

Art. 5. Tanto para software libre como software propietario, siempre y cuando se satisfagan los requerimientos.

- Nacionales que permitan autonomía y soberanía tecnológica
- Regionales con componente nacional
- Regionales con proveedores nacionales
- Internacionales con componente nacional
- Internacionales con proveedores nacionales
- Internacionales

Art. 6. La subsecretaría de Informática como órgano regulador y ejecutor de las políticas y proyectos informáticos en las entidades de Gobierno Central deberá realizar el control y seguimiento de este Decreto.

Art. 7. Encargue de la ejecución de este decreto los señores Ministros Coordinadores y el señor Secretario General de la Administración Pública y Comunicación. (Correa Delgado, 2008).

LEY ORGÁNICA DEL SERVICIO PÚBLICO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Título I

DISPOSICIONES FUNDAMENTALES

Art. 1.- Objeto y alcance de la ley.- La presente ley tiene por objeto garantizar que el servicio público de energía eléctrica cumpla los principios constitucionales de obligatoriedad, generalidad, uniformidad, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad, calidad, sostenibilidad, ambiental, precaución, prevención y eficiencia, para lo cual, corresponde a través del presente instrumento, normar el ejercicio de la responsabilidad del Estado de planificar, ejecutar, regular, controlar y administrar el servicio público de energía eléctrica.

La presente ley regula la participación de los sectores público y privado, en actividades relacionadas con el servicio público de energía eléctrica, así como también la promoción y ejecución de planes y proyectos con fuentes de energías renovables, y el establecimiento de mecanismos de eficiencia energética.

Capítulo III

RÉGIMEN TARIFARIO

Art. 54.- Precios sujetos a regulación. Tarifas. - El ARCONEL, dentro del primer semestre de cada año, determinará los costos de generación, transmisión, distribución y comercialización, y de alumbrado público -general, que se aplicarán en las transacciones eléctricas, que servirán de base para la determinación de las tarifas al consumidor o usuario final para el año inmediato subsiguiente.

En los casos, expresamente establecidos en la regulación correspondiente, se podrán revisar las tarifas aprobadas para el año de vigencia.

ARCONEL, previo el estudio correspondiente, podrá fijar tarifas que promuevan e incentiven el desarrollo de industrias básicas, considerando para el efecto la utilización de energías renovables y amigables con el medio ambiente, a precios competitivos y estables, o subsidios, de ser necesarios.

Así mismo, ARCONEL podrá establecer tarifas para lograr el uso eficiente de la energía. El ajuste, modificación y reestructuración del pliego tarifario, implicará la modificación automática de los contratos de suministro del servicio público de energía eléctrica que incluya el servicio público de alumbrado general.

Art. 55.- Principios tarifarios. - Los pliegos tarifarios serán elaborados por el ARCONEL, observando los principios de solidaridad, equidad, cobertura de costos, eficiencia energética, mismos que deberán ser desarrollados en la regulación respectiva. La tarifa será única en todo el territorio nacional según las modalidades de consumo y niveles de tensión. Adicionalmente, se deberán considerar principios de responsabilidad social y ambiental.

Excepcionalmente podrán fijarse tarifas diferenciadas a los consumidores que a la fecha de expedición de esta ley mantienen tarifas diferentes a la tarifa única fijada a nivel nacional.

Los contratos de inversión en el sector eléctrico que se suscriban con la República del Ecuador al amparo de lo dispuesto en el artículo 25 del Código Orgánico de la Producción, incluirán una cláusula de estabilidad de precios de compra de la energía o, en su defecto, de reajuste programado de los mismos.

Art. 56.- Costo del servicio público de energía eléctrica.- El costo del servicio público y estratégico de energía eléctrica comprenderá los costos vinculados a las etapas de generación, de transmisión, de distribución y comercialización; y del servicio de alumbrado público general, los mismos que serán determinados por el ARCONEL.

El costo de generación corresponde al valor que tendrá que pagar un consumidor o usuario final del suministro de energía eléctrica, para cubrir los costos de la actividad de generación operada en forma óptima.

Para las empresas de generación privadas o de economía popular y solidaria, los costos deberán considerar la remuneración de los activos en servicio, así como los rubros por concepto de administración, operación y mantenimiento; y, los costos asociados con la responsabilidad ambiental.

Para las empresas públicas y mixtas de generación y transmisión, los costos deberán considerar los rubros por concepto de calidad, confiabilidad, disponibilidad, administración, operación y mantenimiento; y, los costos asociados con la responsabilidad ambiental.

Para los generadores de energía eléctrica a cargo de empresas públicas, el 30% del superávit que se obtenga en la fase de operación será destinado a proyectos de desarrollo territorial en el área de influencia del proyecto; en tanto que para el caso de los generadores de capital privado y de economía mixta, a partir de la entrada en vigencia de esta ley, el 3% de las utilidades será destinado a los trabajadores y el 12% restante será destinado a proyectos de desarrollo territorial en el área de influencia del proyecto. En ambos casos, los criterios de asignación a proyectos de desarrollo territorial, así como el periodo de asignación, serán determinados en el reglamento general de aplicación a esta ley.

Los costos de distribución y comercialización y alumbrado público general cubrirán el valor correspondiente a los rubros por concepto de calidad, confiabilidad, administración, operación y mantenimiento, y la expansión de cada sistema resultantes del estudio técnico-económico elaborado por el ARCONEL.

Art. 59.- Subsidios.- Si por circunstancias de carácter social o económico, el Estado hubiere otorgado o decidiera otorgar compensaciones, subsidios o rebajas directos y focalizados en el servicio público de energía eléctrica, a un determinado segmento de la población, mediante leyes, o políticas sectoriales, o si por intermedio de ARCONEL, aprobare o hubiere aprobado pliegos tarifarios que se ubiquen por debajo de los costos del servicio público de energía eléctrica, los

valores que correspondan a estos subsidios, compensaciones o rebajas serán cubiertos por el Estado ecuatoriano, y constarán obligatoriamente en el Presupuesto General del Estado.

El Ministerio de Electricidad y Energía Renovable será el encargado de informar, al Ministerio de Finanzas, sobre el monto de las compensaciones, subsidios o rebajas indicadas en el párrafo anterior, aplicables para el año inmediato siguiente.

El Ministerio de Electricidad y Energía Renovable gestionará la entrega oportuna de los referidos montos a las empresas eléctricas que corresponda, a fin de garantizar la estabilidad económica y financiera del sector. El Ministerio de Finanzas cubrirá mensualmente, con base en la información consolidada por el ARCONEL los valores correspondientes a los subsidios y rebajas.

Los consumidores o usuarios finales residenciales de bajo consumo podrán ser subsidiados por los restantes consumidores o usuarios finales residenciales, de conformidad con la regulación que para el efecto emita el ARCONEL.

Título VI

EFICIENCIA ENERGÉTICA

Art. 74.- Objetivos. - La eficiencia energética tendrá como objetivo general la obtención de un mismo servicio o producto con el menor consumo de energía. En particular, los siguientes:

1. Fomentar la eficiencia en la economía y en la sociedad en general, y en particular en el sistema eléctrico;
2. Promover valores y conductas orientados al empleo racional de los recursos energéticos, priorizando el uso de energías renovables;
3. Propiciar la utilización racional de la energía eléctrica por parte de los consumidores o usuarios finales;

4. Incentivar la reducción de costos de producción a través del uso eficiente de la energía, para promover la competitividad;
5. Disminuir el consumo de combustibles fósiles;
6. Orientar y defender los derechos del consumidor o usuario final;
7. Disminuir los impactos ambientales con el manejo sustentable del sistema energético. (Asamblea Nacional, 2015)

PREGUNTA CIENTÍFICA A CONTESTARSE

¿El sistema de control y monitoreo del consumo eléctrico residencia ayudará a llevar un registro adecuado y referencial de las mediciones eléctricas?

DEFINICIONES CONCEPTUALES

CAYENNE

Es una plataforma tecnológica que nos ayuda a incorporar funcionalidades de una tarjeta arduino a un ambiente web, también nos permite trabajar en IOS ya que tiene unas herramientas muy potentes y fáciles de usar, cuenta con widget pre configurados con solo arrastrar y soltar ya están listas para usar (programafacil,2018).

FIGURA # 5 INICIO DE SESION EN CAYENNE



Fuente: <https://programarfacil.com>

Autor: Trabajo de investigación

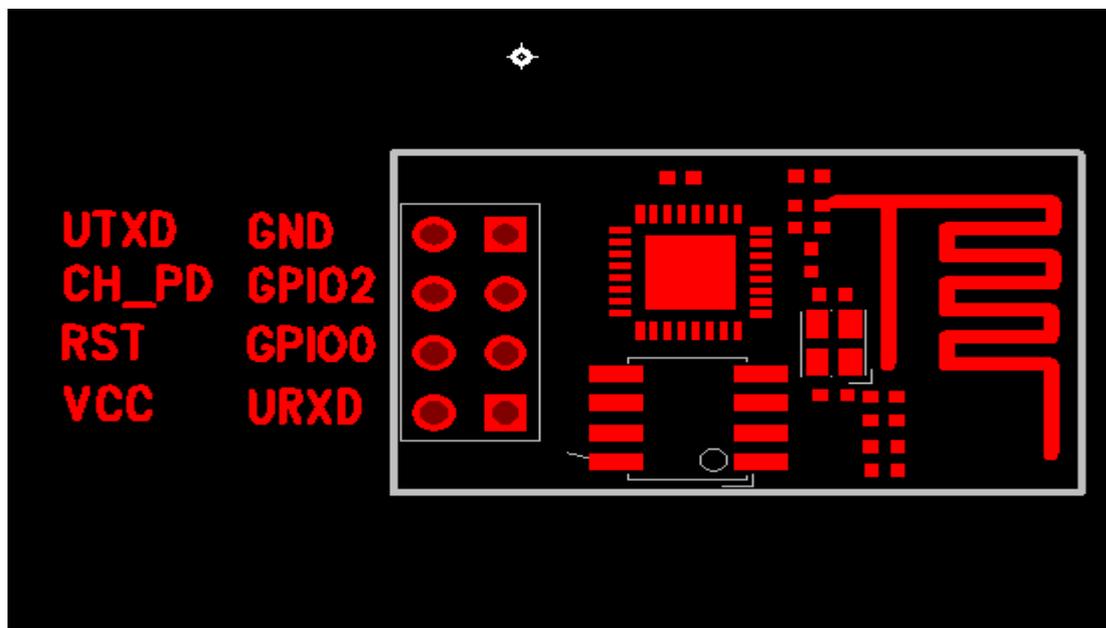
IOT

El internet de las cosas no es más que la capacidad tecnológica que tiene un dispositivo electrónico para la conectividad de red, este concepto de combinación entre los computadores y los sensores con las redes para poder controlar y monitorear, pero últimamente la necesidad de mantener la información en la nube ha dado paso a este concepto que ha ganado fuerza en los últimos años aprovechando la globalización del internet (internetsociety,2015).

NODEmcu SPE8622

Al inicio con las placas arduinos nos acostumbramos a trabajar con Bluetooth, pero como la tecnología avanza constantemente, ahora vamos a utilizar el wifi, las razones son muchas primero mayor alcance, mayor seguridad, la mayoría de hogares cuentan con una conexión de wifi, adicional estos módulos son muy parecidos a los Bluetooth, y es de fácil configuración, (prometec,nd).

FIGURA # 6 PLACA ARDUINO NODEmcuESP8622



Fuente: <https://www.prometec.net/arduino-wifi/>

Autor: PROMETEC

CAPÍTULO III

PROPUESTA TECNOLÓGICA

En base al problema generado este año 2019 y sumado a esto la poca cultura que tienen los usuarios en el ahorro de energía, se propone el diseño de un sistema inteligente para monitoreo y control de consumo eléctrico en residencias empleando herramientas existentes en el mercado tales como tarjeta arduinos, programas para la plataforma de android, relays y conectores wifi.

Criterios de Diseño

- El prototipo a desarrollar deberá ser capaz de tener una conexión vía wifi.
- Una plataforma que sirva de enlace entre el sistema desarrollado y el prototipo.
- Sistema de Monitoreo de las placas y los sensores para la medición de los parámetros eléctricos.
- Sistema de Control que permita el accionar de las tarjetas incorporadas.

Análisis De Factibilidad

El siguiente estudio se encargará de analizar que nuestra propuesta tecnológica en varios campos para determinar la viabilidad del proyecto y su probable implementación en un entorno residencial

Factibilidad Operacional

El ambiente de malestar generado en la ciudadanía por la empresa proveedora de servicios eléctricos, hace que este proyecto sea factible ya que la ciudadanía se encuentra en busca de soluciones inmediata que le permita al usuario constatar y controlar con una herramienta alterna el consumo eléctrico mensual para evitar una alta facturación. El desarrollo incluye además la gestión remota de tomacorrientes para evitar accidentes. El grado de aceptación de este producto se realizó mediante encuestas en las cuales los ciudadanos, realizaron pruebas con el prototipo cumpliendo con las funciones ofrecidas.

Factibilidad Técnica

La solución planteada emplea hardware y software existentes en el mercado, además que puede adaptarse a las conexiones eléctricas de residencias desplegadas actualmente. Hay que destacar adicionalmente lo siguiente:

- Ya existen proyectos similares, los cuales incentivan al ahorro de energía pero implementando soluciones muy costosas.
- Existen las herramientas tecnológicas para su desarrollo, las cuales pueden ser conseguidas fácilmente.
- Los conocimientos técnicos aprendidos e investigados durante el desarrollo del proyecto de titulación.
- Elementos electrónicos disponibles en el mercado nacional y a bajo costo que permiten su implementación.
- Herramientas Open Source de fácil uso y acceso en la cual se realizó la configuración del prototipo.

Factibilidad Legal

La factibilidad legal de este proyecto de diseño del prototipo no viola ninguna ley de derechos de autor por que se desarrolla en un ambiente open source, los componentes electrónicos que usa el dispositivo para su confección son de libre venta en el mercado, cabe destacar que existen dispositivos electrónicos parecidos no cumplen la misma función de dar una estadística.

Al usar este tipo de herramientas de libre acceso, nosotros los diseñadores y creadores de este prototipo y su plataforma no tenemos responsabilidad legal con ninguna empresa o persona que se dedique a esta labor, como lo expuesto en líneas anteriores este producto fue creado en base a una necesidad y en base a estudios de casos similares.

Factibilidad Económica

La factibilidad económica de este proyecto de diseño del prototipo es en valores de software cero, ya que como es una herramienta open source no genera ningún costo de compra, se puede implementar en un dispositivo móvil con android que la mayoría de las personas lo tiene.

Por último los componentes electrónicos que se utilizan para el desarrollo del prototipo son de bajo costo y lo vamos a demostrar en el siguiente cuadro que hemos elaborado a continuación:

CUADRO # 1: Presupuesto

NOMBRE	CAN	PRECIO	USO
Lm358	1	\$ 2.80	Amplificador de corriente
NODEmcuESP8622	2	\$ 42.70	Chip wifi de comunicaciones
Módulo relay de 4 canales:	1	\$11.15	Módulo de control
Sensor de corriente no invasivo 30 ^a	1	\$54.70	Lector de datos
Cable eléctrico #12	29	\$22.60	Conductor eléctrico
Tomacorriente	3	\$9.50	Pruebas
Caja mdf	1	\$19.00	Base del sistema
Boquilla	2	\$5.00	Pruebas
Foco	2	\$6.00	Pruebas
Jumpers	13	\$2.15	Pruebas
Bornera para 110v	2	\$5.00	Distribuidor de electricidad
Baquelita doble cara perforada	1	\$5.00	Base de ensamblaje de todo el circuito
Soldadura	1	\$1.00	Estaño
Jack hembra	2	\$ 1.50	Terminales receptoras de corriente
Fuente de poder 5V 2A	1	\$15.00	Generador de energía
Soportes metálicos	8	\$ 8.00	Soportes para circuitos
Mano de obra	1	\$ 475.00	implementación
Documentación	1	\$ 21.00	
Laptop Lenovo Core i5	1	\$ 580.00	
Laptop HP Core i3	1	\$ 435.00	
Alimentación	1	\$ 100.00	Alimentación para 2 personas
Transportación	1	\$ 75.00	Transportación para 2 personas
Sensor DHT11	1	\$ 12.75	
TOTAL		\$ 1909.85	

ETAPA DE LA METODOLOGIA DEL PROYECTO

Vamos a usar la metodología PMI, que constara de las siguientes etapas en la implementación del prototipo.

Etapa 1. Análisis

En este proceso de desarrollo de la solución planteada vamos a deducir los requerimientos necesarios para su implementación. Tomando en cuenta estos requerimientos se implementará un sistema de monitoreo y control de energía eléctrica en una residencia con la finalidad de beneficiar a los usuarios.

Requerimiento de software:

Arduino: es un software dedicado para micro controladores de una sola placa posibilitando la interacción del software con una placa y la creación de aplicaciones interactivas. Arduino está conformado por varias herramientas y funciones y está equipado dentro de una plataforma open source. La placa de arduino puede estar ya ensamblada o puede ser ensamblada manualmente. Este mecanismo es muy utilizado por usuarios activamente interesados en la electrónica y a su vez su interface es amigable ya que está basada en programación estructurada c++.

Cayenne myDivices. Es una plataforma dedicada a prototipos de iot, nos permite la interacción sin necesidad de programar es decir posee una interface amigable con el usuario y fácil de usar, cuenta con una base de datos integrada. Entre los servicios que esta plataforma nos ofrece es el control y monitorización remota, mensajes de alerta, personalización de códigos, eventos programables y un sinnúmero de funcionalidades adicionales. Esta plataforma cuenta con 2 componentes que nos permitirá manejar y controlar nuestros dispositivos hardware remotamente:

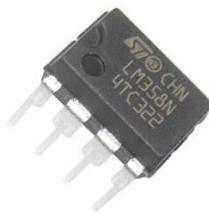
- Aplicaciones móviles en android/ios para y acceso y control remoto de dispositivos.
- Control panel online para gestionar activamente nuestros dispositivos.

Requerimiento de hardware:

Sensor Lm358

Es un dispositivo de amplificación de potencia operacional, el cual nos va a ayudar a amplificar la potencia de salida de 1v a 3.5v.

FIGURA # 7 Sensor Lm358



Fuente: <https://www.victrionica.com/componentes-activos/amplificador-operacional-dual-lm358-detail.html>

Autor: (victrionica,nd)

Tarje wifi NODEmcuESP8622

Es un chip wifi de comunicación basado en protocolo tcp/ip posee un microcontrolador Tensilica Xtensa LX106 integrado este dispositivo es de bajo costo y es usado para la transformación de datos analógicos a digitales y el envío de datos a la plataforma para nuestro caso cayenne.

FIGURA # 8 NodemcuESP8622



Fuente: <https://programarfacil.com/esp8266/como-programar-nodemcu-ide-arduino/>

Autor: (programarfacil,2018)

Módulo rele de 4 canales

Este es un dispositivo de control compatible con arduino. Permite el encendido/apagado de electrodomésticos de alta potencia (electrodomésticos).

FIGURA # 9 Modulo Relee



Fuente: <http://dinastiatecnologica.com/producto/modulo-rele-de-4-canales-arduino/>

Autor: (dinastiatecnologica,nd)

Sensor de corriente no invasivo 30 (A)

Es un dispositivo de medición mediante campos magnéticos, se encarga de realizar la medición de corriente en tiempo real.

FIGURA # 10 Sensor de corriente no invasivo



Fuente: <https://naylampmechatronics.com/sensores-corriente-voltaje/154-sensor-de-corriente-ac-30a.html>

Autor: (naylampmechatronics,nd)

Cable eléctrico # 12

Es un elemento conductor de cobre encargado del flujo de energía de 110v AC.

Tomacorriente: es una terminal de conexión de energía eléctrica.

Protocolos de comunicación

El dispositivo encargado de la comunicación es la placa NODEmcuESP8622, este dispositivo tiene un protocolo estándar IEEE 802.11 b/g/n Wi-Fi.

Jumper

Cable para conexión dentro de la placa.

FIGURA # 11 Jumper



Fuente: <https://electronicastore.net/producto/cable-dupont-hembra-hembra-tira-con-40-jumpers/>

Autor: (electronicastore,nd)

Consideraciones para la medición.

Para la medición del consumo eléctrico, se consideró tomar muestras cada 0.5 segundos luego la multiplicamos por la constante del voltaje que en nuestro país es 110v.

Programación del sistema de monitoreo de energía eléctrica

Usuario y Password de plataforma cayenne

Usuario: vicente.rodriguezli@ug.edu.ec

pass: tesis2019

USO DE LIBRERÍA PARA COMUNICACION CON IOT

```
#define CAYENNE_PRINT Serial
```

```
#include <CayenneMQTTESP8266.h>
```

INFORMACIÓN DE WIFI

```
char ssid[] = "sensor"; //SSID - USUARIO WIFI
```

```
char wifiPassword[] = "abc12345"; //CLAVE WIFI
```

Información de autenticación de cayena Esto debe obtenerse desde el tablero de Cayenne.

```
char username[] = "ca383550-b7ac-11e9-9f0a-fd8975d06205"; //USUARIO
```

```
char password[] = "82e63796bc6a455cb4d918b694e2212d9124a2e2"; //CLAVE
```

```
char clientID[] = "ccb657d0-b874-11e9-9f0a-fd8975d06205"; //ID CLIENTE
```

```
unsigned long lastMillis = 0;
```

```
float Corriente_Total, Potencia_Total;
```

```
float consumo, ValorConsumo;
```

FUNCIONES

```
void setup() {
```

\\COMUNICACION CON EL PUERTO SERIE

```
  Serial.begin(115200);
```

```
  Cayenne.begin(username, password, clientID, ssid, wifiPassword);
```

```
}
```

```
void loop() {
```

```

Cayenne.loop();

if (millis() - lastMillis > 500) {
  lastMillis = millis();
  get_corriente();
  Cayenne.virtualWrite(1, Corriente_Total);
  Cayenne.virtualWrite(2, Potencia_Total);
  Cayenne.virtualWrite(3, ValorConsumo);
}
}

float get_corriente()
{
//Corriente eficaz (A)
  float Irms; // = get_corriente();
  float P;// = Irms * 110.0; // P=IV (Watts)
  float voltajeSensor;
  float corriente=0;
  float OndaAC=0;
  long tiempo=millis();
  int N=0;
//Duración 0.5 segundos (Aprox. 30 ciclos de 60Hz)

  while(millis()-tiempo<500)
  {
//Ecuaciones para el cálculo de la intensidad y potencia
////voltaje del sensor

    voltajeSensor = analogRead(A0) * (1 / 1023.0);

//corriente=VoltajeSensor*(30A/1V)

    corriente = voltajeSensor * 30.0;
    OndaAC = OndaAC + sq(corriente);

```

```

//Sumatoria de Cuadrados / sq-->cuadrado de un número
  N=N+1;
  delay(1);
}
OndaAC=OndaAC*2;
//Para compensar los cuadrados de los semiciclos negativos.
  corriente=sqrt((OndaAC)/N);
//ecuación del RMS sqrt-->raiz cuadrada
  //return(corriente);
  P = corriente * 110.0; //// P=IV (Watts)
  Serial.print("Corriente: ");
  Serial.print(corriente,4);
  Serial.print("Ampers, Potencia: ");
  Serial.print(P,4);
  Serial.println(" Watts");

//Consumo Hora
  Corriente_Total = corriente;
  Potencia_Total = P;
  consumo = (P * 24.0 * 30.0);
  consumo = consumo / 100.0;
  ValorConsumo = consumo * 0.0933;
  ValorConsumo = ValorConsumo / 24.0;

}

```

Programación del sistema de control de energía eléctrica

```

//USO DE LIBRERÍA PARA COMUNICACION CON IOT
#define CAYENNE_PRINT Serial
#include <CayenneMQTTESP8266.h>
//Mapeamento de pinos do NodeMCU
///#define ledPinD0 16

```

```
#define ledPinD1 5 //GPIO_5 (OLED - SCL)
#define ledPinD2 4 //GPIO_4 (OLED - SDA)
#define ledPinD3 0
#define ledPinD4 2
```

//INFORMACIÓN DE WIFI

```
char ssid[] = "sensor."; //SSID - USUARIO WIFI
char wifiPassword[] = "abc12345"; //CLAVE WIFI
```

// Información de autenticación de cayena Esto debe obtenerse desde el tablero de Cayenne.

```
char username[] = "ca383550-b7ac-11e9-9f0a-fd8975d06205"; //USUARIO
char password[] = "82e63796bc6a455cb4d918b694e2212d9124a2e2"; //CLAVE
char clientID[] = "ead66520-b87e-11e9-879f-4ff2bd1b7688"; //ID CLIENTE
```

```
unsigned long lastMillis = 0;
const int sensor = A0;
float temp;
```

FUNCIONES

```
void setup() {
```

//COMUNICACION CON EL PUERTO SERIE

```
Serial.begin(9600);
Cayenne.begin(username, password, clientID, ssid, wifiPassword);
pinMode(ledPinD1, OUTPUT);
pinMode(ledPinD2, OUTPUT);
pinMode(ledPinD3, OUTPUT);
pinMode(ledPinD4, OUTPUT);
```

```
digitalWrite(ledPinD1, HIGH);
digitalWrite(ledPinD1, HIGH);
digitalWrite(ledPinD1, HIGH);
digitalWrite(ledPinD1, HIGH);
```

```
}
void loop() {
```

```

Cayenne.loop();

float valor_Analog_temp = analogRead(sensor);
float temperatura_Volt = (valor_Analog_temp / 1023.0) * 5000;
//100.0/(valor_Analog_temp*0.3112);
float temperatura_T = temperatura_Volt / 2;

if (millis() - lastMillis > 5000) {
  lastMillis = millis();
  Cayenne.virtualWrite(5, temperatura_T);
}
}
CAYENNE_IN(1){
  if( getValue.asInt() == 0 ){
    digitalWrite(ledPinD1, HIGH);
  }
  else digitalWrite(ledPinD1, LOW);
}

CAYENNE_IN(2){
  if( getValue.asInt() == 0 ){
    digitalWrite(ledPinD2, HIGH);
  }
  else digitalWrite(ledPinD2, LOW);
}

CAYENNE_IN(3){
  if( getValue.asInt() == 0 ){
    digitalWrite(ledPinD3, HIGH);
  }
  else digitalWrite(ledPinD3, LOW);
}

CAYENNE_IN(4){

```

```
if( getValue.asInt() == 0 ){  
    digitalWrite(ledPinD4, HIGH);  
}  
else digitalWrite(ledPinD4, LOW);  
}
```

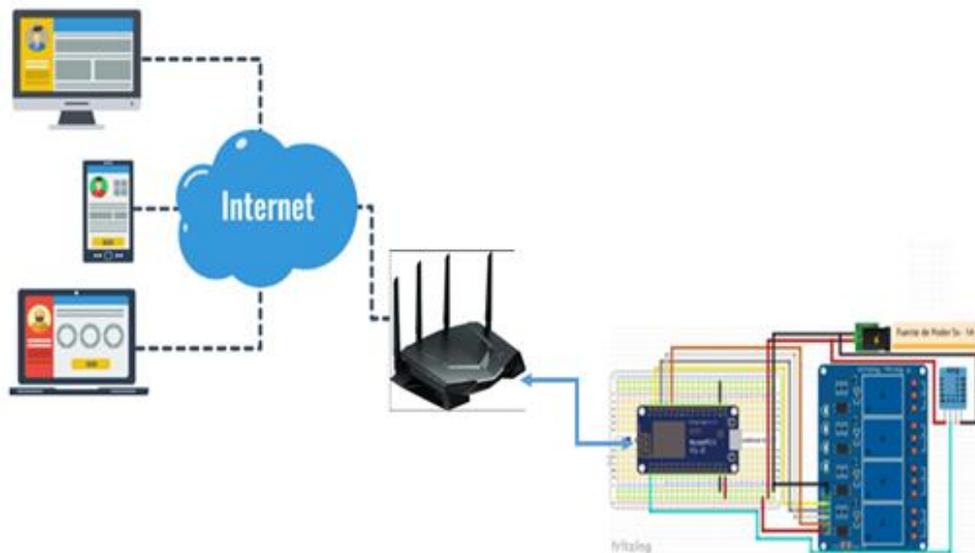
Etapa 2. Diseño Y Desarrollo

Aquí se comenzó a definir cuales iban a hacer los objetivos que iba a tener este proyecto de titulación, así mismo como los alcances, los requisitos para poder desarrollar e implementar este proyecto de monitoreo y control de energía eléctrica en una residencia.

La figura que presentamos a continuación nos muestra el esquema de la solución.

Esquema General:

Figura # 12 Esquema general del proyecto



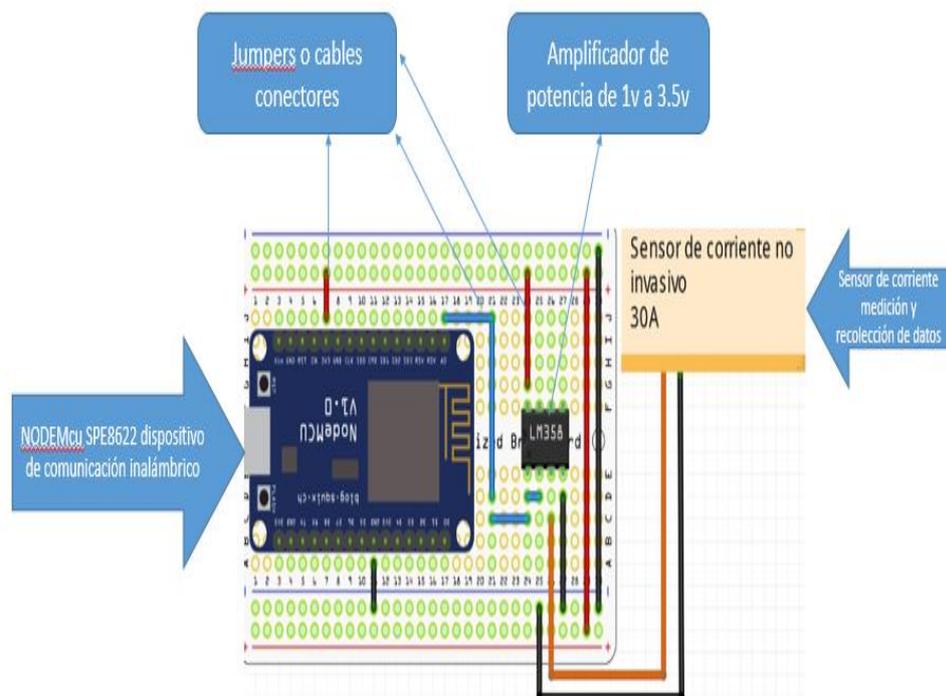
Autores: Vicente Rodríguez / Jonathan Luna

En la figura 12 podemos ver el esquema general utilizado en el presente proyecto de titulación, el cual consta de 2 placas arduinos, una tiene la función de medición que lo cumple el sensor de corriente no invasivo de 30A, y la otra controla el encendido y apagado de los dispositivos conectados a la red eléctrica, mediante el router instalado en hogar u oficina que va a servir como medio de comunicación entre las placas y el dispositivo móvil o computadora, donde el almacenamiento y procesamiento de la información la maneja la plataforma cayenne.

Esquema Individualizado:

Componente De Medición De Corriente

Figura # 13 Esquema general de medición



Fuente: Datos de la Investigación

Autores: Vicente Rodríguez / Jonathan Luna

Este circuito se encarga de recolectar la información, obtenida por el sensor de corriente no invasivo y mediante la tarjeta arduino NODEmcuSPE8622 transmitirla a la plataforma web open source (cayenne), manteniendo una comunicación constante con la misma.

Tarjeta NODEmcuESP8622

Esta tarjeta se encarga de la comunicación, ya que es compatible con los protocolos estándar IEEE802.11.b/g/n WI-FI.

Sensor de Corriente No invasivo de 30 Amperios

Este dispositivo se encarga de tomar lecturas en tiempo real de la potencia eléctrica que circula en una fase, mediante la creación de campos magnéticos

Tarjeta LM358

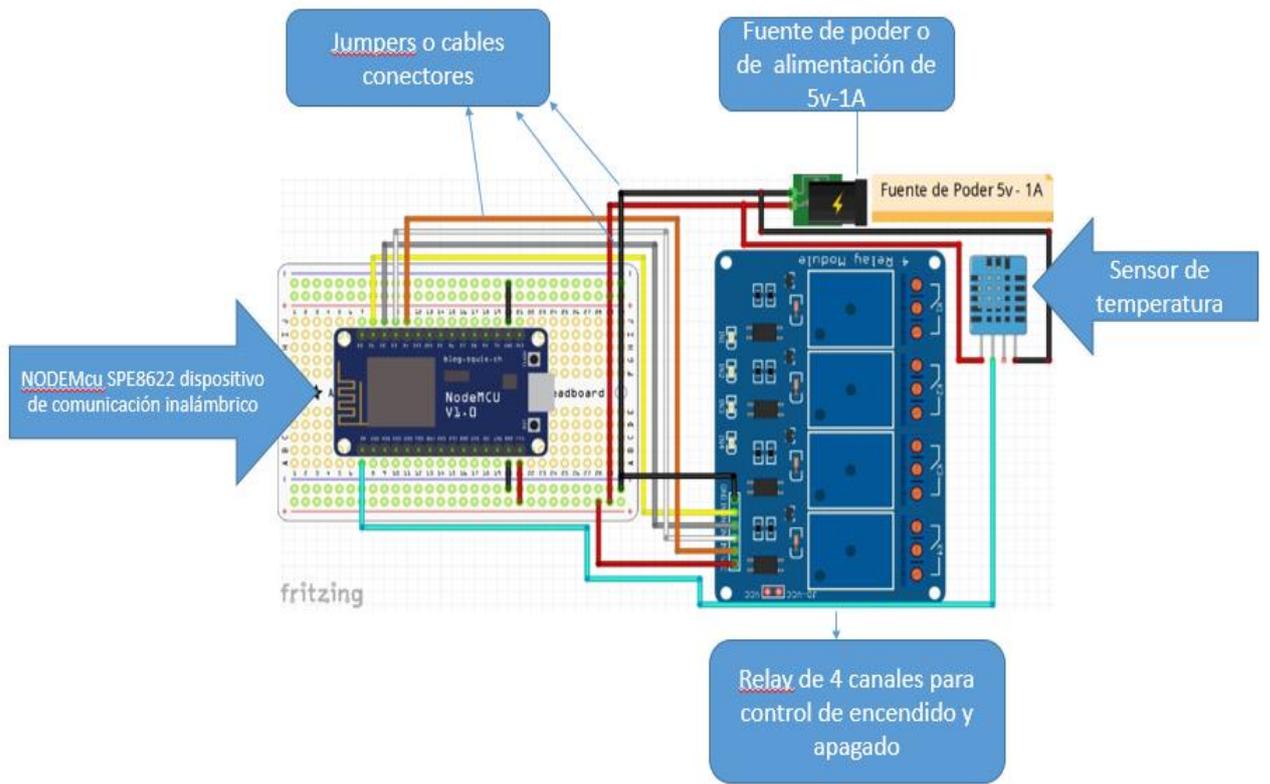
Esta tarjeta se encarga de la amplificación de voltaje para el uso operacional, ya que el voltaje que emite la NODEmcuESP8622 es de 1 voltio y el sensor de corriente no invasivo se alimenta con mínimo 3.3 voltios.

Jumper o cables conectores

Son los elementos conductores para la conexión interna de la placa, que nos permiten comunicar dentro de los circuitos del prototipo.

Componente De Control

Figura # 14 Esquema general de control



Fuente: Datos de la Investigación

Autores: Vicente Rodríguez / Jonathan Luna

Este dispositivo se encarga de controlar y monitorear el flujo de energía que llega hasta nuestros tomacorrientes o interruptores, el cual nos permitirá encender y apagar electrodomésticos de alta potencia o luminarias, teniendo un control continuo del flujo de energía.

Tarjeta NODEMcuESP8622

Esta tarjeta se encarga de la comunicación, ya que es compatible con los protocolos estándar IEEE802.11.b/g/n WI-FI.

Módulo de Relay de 4 canales

Es el dispositivo, nos permitirá controlar el flujo de energía para encender o apagar las luminarias o interruptores

Sensor de Temperatura DHT11

Es el que nos va a permitir digitalmente medir la temperatura y humedad dentro del área residencial y la información será transmitida por la NODEmcuESP8622 a la plataforma diseñada

Jumper o cables conectores

Son los elementos conductores para la conexión interna de la placa, que nos permiten comunicar dentro de los circuitos del prototipo.

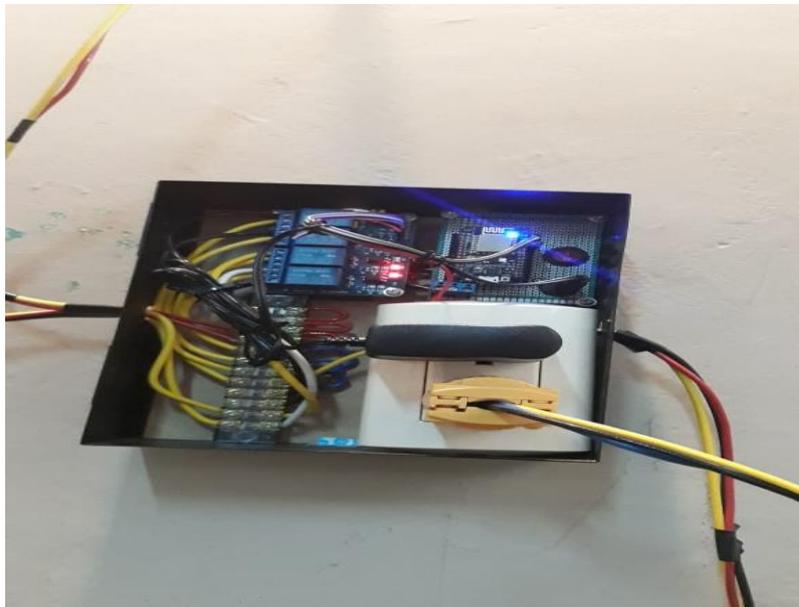
Plataforma Cayenne

Cayenne es la plataforma tecnológica en la cual se va a configurar las placas y es donde está alojada la base de datos de este proyecto, esta herramienta es gratuita por lo tanto al crear la cuenta de usuario no nos pedirá algún valor a cancelar, en la plataforma tendrá dos ambientes uno de control y otro de medición, los cuales podrán acceder en cualquier momento, le sacara un cálculo aproximado de cuanto es el valor a pagar a fin de mes y si quiere ver cuánto está consumiendo en ese momento, además de poder encender o apagar algún dispositivo conectado al sistema.

Etapa 3. Implementación

En la etapa de implementación, se procede a realizar las conexiones acordes el diseño y las respectivas configuraciones en la plataforma. En la figura #24 se muestra el dispositivo de control ya terminado, con el cual ya vamos a proceder hacer las pruebas de medición, en la caja se podrá observar los elementos que conforman el prototipo como por ejemplo: el tomacorriente polarizado, la tarjeta de control, la tarjeta de comunicación, la baquelita y la bornera

Figura # 15 Dispositivo de control



Fuente: Datos de la Investigación

Autores: Vicente Rodríguez / Jonathan Luna

Figura # 16 Dispositivo de Monitoreo



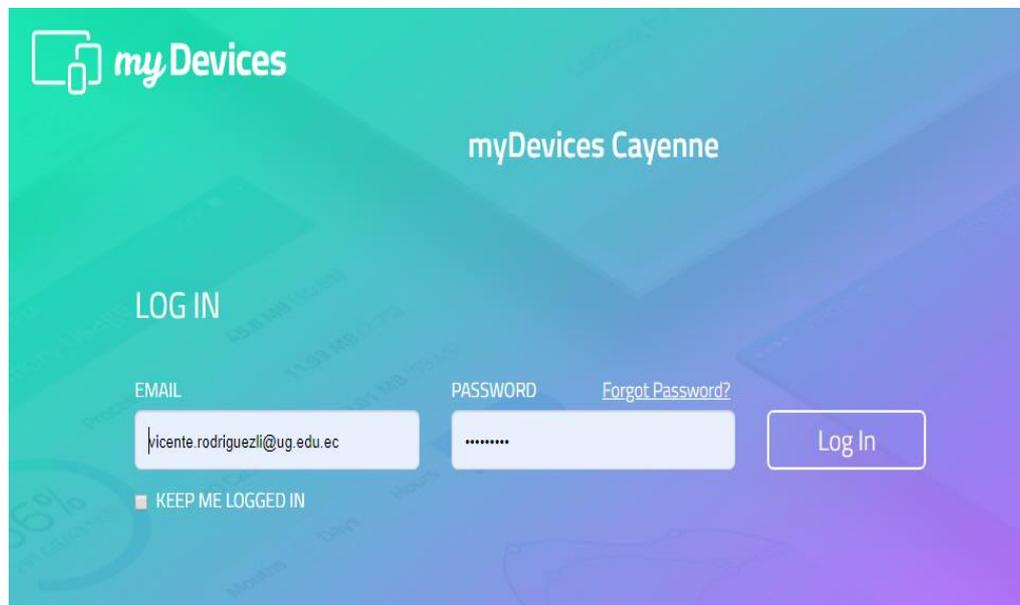
Fuente: Datos de la Investigación

Autores: Vicente Rodríguez / Jonathan Luna

Esta imagen nos muestra la implementación del dispositivo de monitoreo, con el cual vamos a medir la potencia total, el ohmiaje del circuito de la residencia, y enviarle a la plataforma web por medio de la tarjeta wifi.

Programación En El Cayenne

Figura # 17 Usuario y Contraseña de la plataforma Cayenne



Fuente: Datos de la Investigación

Autores: Vicente Rodríguez / Jonathan Luna

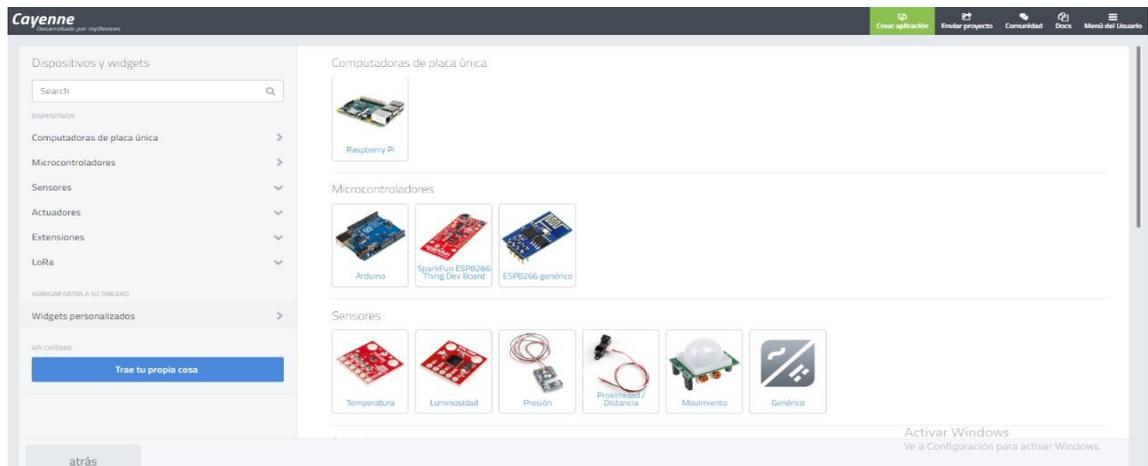
La figura presenta el inicio de sesión a la plataforma open source Cayenne, como primer paso se debe crear un usuario, nos pide una cuenta de correo y una contraseña segura, nosotros usamos los siguientes datos para la creación del usuario:

Usuario: Vicente.rodriguezli@ug.edu.ec

Clave de acceso: tesis2019

Con esto ya obtendremos acceso a todos los beneficios que nos presenta la plataforma tecnológica, la cual el primer paso vamos a crear un proyecto en el cual agregaremos las tarjetas para su respectiva programación, las cuales deberán estar conectadas a la red.

Figura # 18 Modulo principal de plataforma

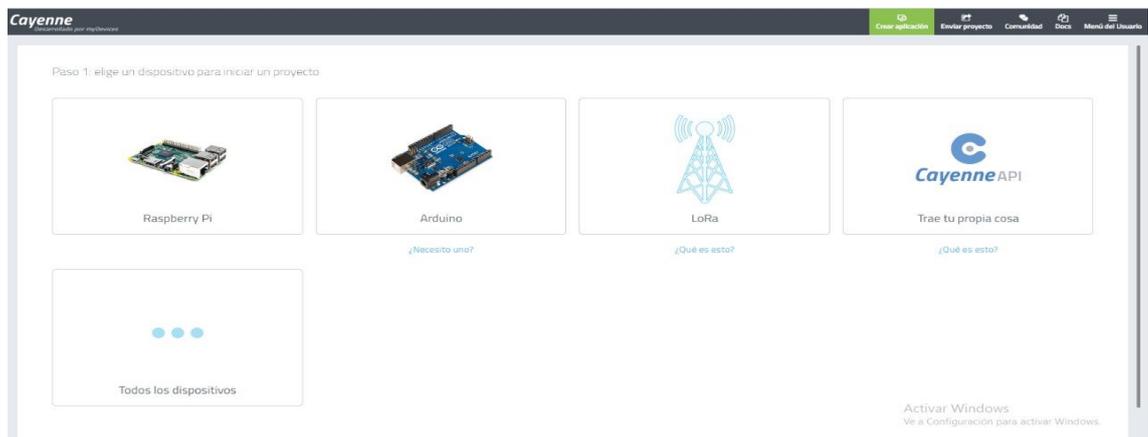


Fuente: Datos de la Investigación

Autores: Vicente Rodríguez / Jonathan Luna

En esta parte de la plataforma nos muestra donde vamos a agregar las tarjetas, se ven ya las tarjetas agregadas, y las series de opciones que presenta para su respectiva configuración y programación.

Figura # 19 Tarjetas que soporta

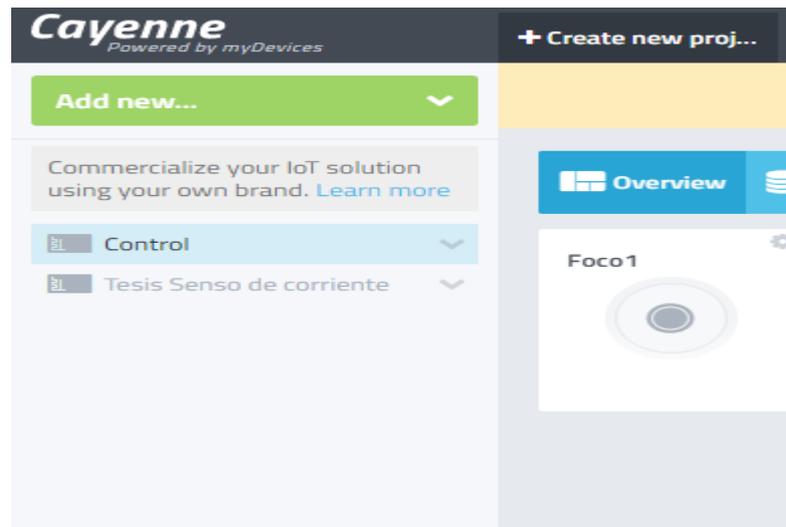


Fuente: Datos de la Investigación

Autores: Vicente Rodríguez / Jonathan Luna

La figura nos muestra las tarjetas soportadas, en este caso son la Raspberry y la Arduino, en el caso de nuestro proyecto de titulación, vamos a escoger la tarjeta arduino la cual procederemos a configurar y programar.

Figura # 20 Módulos creados en el cayenne

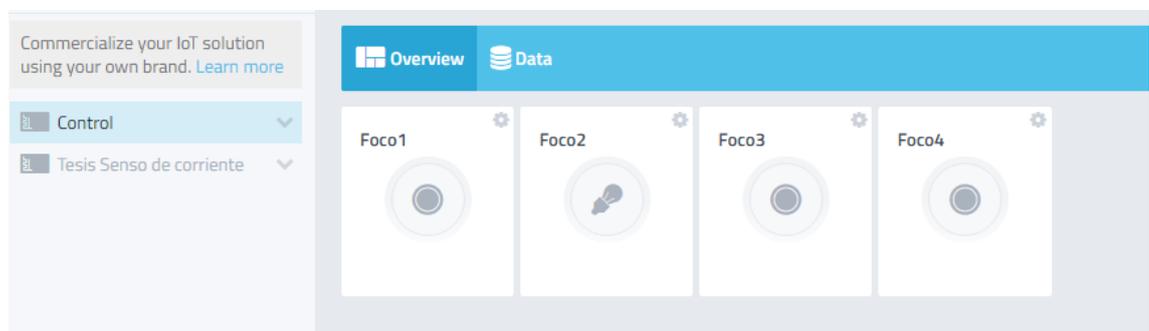


Fuente: Datos de la Investigación

Autores: Vicente Rodríguez / Jonathan Luna

En la figura vemos como hemos creado dentro del proyecto dos módulos, el módulo de control y el módulo de sensor de corriente, la cual se basa nuestro proyecto de titulación

Figura # 21 Creación de canales de control

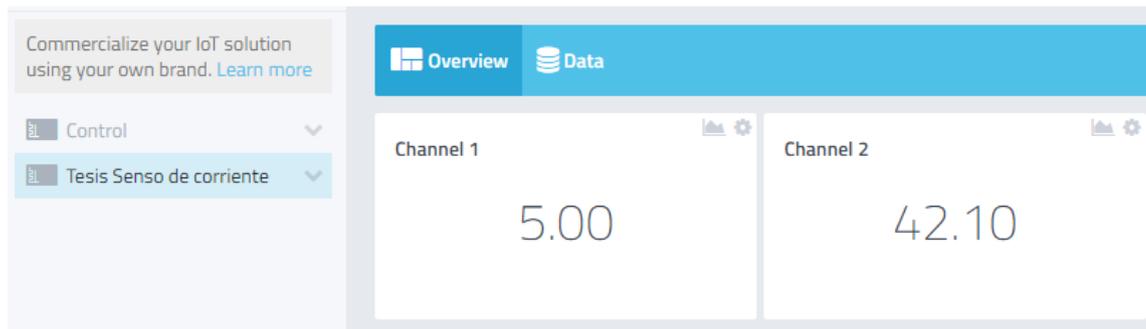


Fuente: Datos de la Investigación

Autores: Vicente Rodríguez / Jonathan Luna

En la figura vemos la creación de los 4 canales del relay, que lo hemos identificado como foco1, foco2, foco3 y foco4, pero esto no nos limita a focos, pueden ser tomacorrientes, en la cual se pueden conectar cualquier dispositivo eléctrico o electrónico.

Figura # 22 Creación de canales de sensor de medición

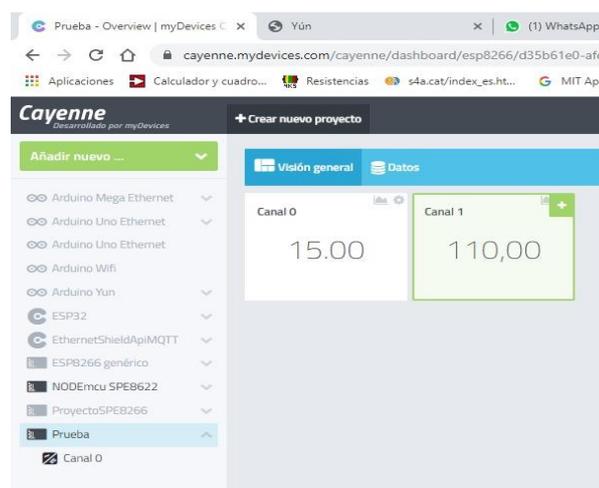


Fuente: Datos de la Investigación

Autores: Vicente Rodríguez / Jonathan Luna

En la figura vemos la creación de 2 canales en la cual el canal 1 se encarga de la variable flotante, y el canal 2 se encarga de medir la potencia total.

Figura # 23 Tarjetas Agregadas



Fuente: Datos de la Investigación

Autores: Vicente Rodríguez / Jonathan Luna

En la figura ya se ven en línea las tarjetas agregadas y los elementos que las componen, adicional se ve las características en este caso que son wifi.

Figura # 24 Conexión a punto de acceso



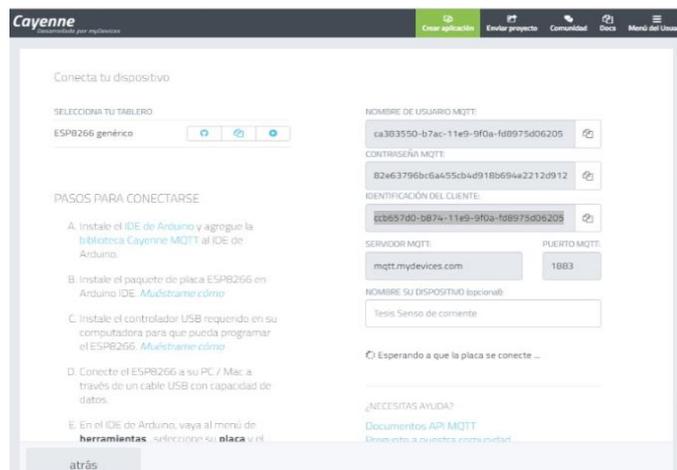
```
1 //USO DE LIBRERÍA PARA COMUNICACION CON IOT
2 #define CAYENNE_PRINT Serial
3 #include <CayenneMQTTESP8266.h>
4
5 //INFORMACIÓN DE WIFI
6 char ssid[] = "MEGA WORLD ELECTRONIC."; //SSID - USUARIO WIFI
7 char wifiPassword[] = "0950035550"; //CLAVE WIFI
8
9 // Información de autenticación de cayena Esto debe obtenerse desde el tablero de Cayenne.
10 char username[] = "14290780-38ec-11e7-afce-8d5fd2a310a7"; //USUARIO
11 char password[] = "3b29099d13f1ef5712cd3fb943850deb56b0363b"; //CLAVE
12 char clientID[] = "d35b61e0-afdf-11e9-b01f-db5cf74e7fb7"; //ID CLIENTE
13
14 unsigned long lastMillis = 0;
15
16 void setup() {
17   Serial.begin(115200); //COMUNICACION CON EL PUERTO SERIE
18   Cayenne.begin(username, password, clientID, ssid, wifiPassword);
19   pinMode(2, OUTPUT);
20 }
21
22 void loop() {
23   Cayenne.loop();
24   float corriente = 110;
25
26   if (millis() - lastMillis > 500) {
27     lastMillis = millis();
28     Cayenne.virtualWrite(1, corriente);
29   }
30 }
31
```

Fuente: Datos de la Investigación

Autores: Vicente Rodríguez / Jonathan Luna

En la figura se comienza a ver parte de la configuración como primer punto se configura el acceso al wifi de la residencia y se define como corriente 110, y la comunicación con el puerto serie 115200.

Figura # 25 Datos de usuarios



The screenshot shows the Cayenne web interface with the following configuration details:

- SELECCIONA TU TABLERO:** ESP8266 genérico
- NOMBRE DE USUARIO MQTT:** ca383550-b7ac-11e9-9f0a-f88975d06205
- CONTRASEÑA MQTT:** 82e63796bc6a455cb4d918b694a2212d912
- IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE:** ccb957d0-5874-11e9-9f0a-f88975d06205
- SERVIDOR MQTT:** mqtt.mysdevices.com
- PUERTO MQTT:** 1883
- NOMBRE SU DISPOSITIVO (opcional):** Tesis Senso de corriente

Below the configuration fields, there are instructions for connecting the device and a "¿NECESITAS AYUDA?" section with links to documentation and support.

Fuente: Datos de la Investigación

Autores: Vicente Rodríguez / Jonathan Luna

En la figura vemos la base de datos de la plataforma cayenne, en la cual se van a guardar todas las mediciones de corriente hecha por los dispositivos de control y monitoreo.

Figura # 28 Base de Datos

```
void loop() {
  float Irms=get_corriente(); //Corriente eficaz (A)
  float P=Irms*110.0; // P=IV (Watts)
  Serial.print("Irms: ");
  Serial.print(Irms,3);
  Serial.print("A, Potencia: ");
  Serial.print(P,3);
  Serial.println("W");
  //delay(100);
}

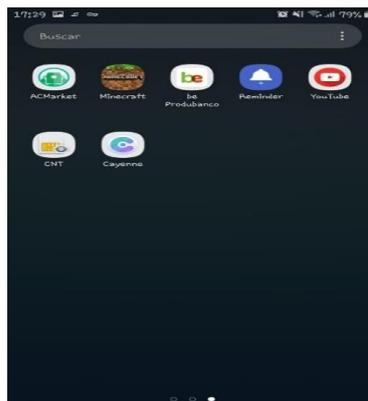
float get_corriente()
{
  float voltajeSensor;
  float corriente=0;
  float Sumatoria=0;
  long tiempo=millis();
  int N=0;
  while(millis()-tiempo<500)//Duración 0.5 segundos(Aprox. 30 ciclos de 60Hz)
  {
    voltajeSensor = analogRead(A0) * (1.1 / 1023.0); //voltage del sensor
    corriente=voltajeSensor*100.0; //corriente=voltajeSensor*(R0R/IV)
    Sumatoria=Sumatoria+sq(corriente); //Sumatoria de Cuadrados
    N=N+1;
    delay(1);
  }
  Sumatoria=Sumatoria*2;//Para compensar los cuadrados de los semiciclos negativos.
  corriente=sqrt((Sumatoria)/N); //ecuación del RMS
  return(corriente);
}
```

Fuente: Datos de la Investigación

Autores: Vicente Rodríguez / Jonathan Luna

La figura nos habla del cálculo de la medición de la corriente, aquí declaramos variables tipo float para el voltaje y la corriente, long para el tiempo, la variable N que es de tipo entero.

Figura # 29 Aplicación en el celular



Fuente: Datos de la Investigación

Autores: Vicente Rodríguez / Jonathan Luna

En la figura vemos como la aplicación puede ser usada en el celular, la podemos descargar desde el play store de google, como es una herramienta open source, no tiene costo para la instalación en el dispositivo móvil.

Figura # 30 Proyecto en la aplicación celular



Fuente: Datos de la Investigación

Autores: Vicente Rodríguez / Jonathan Luna

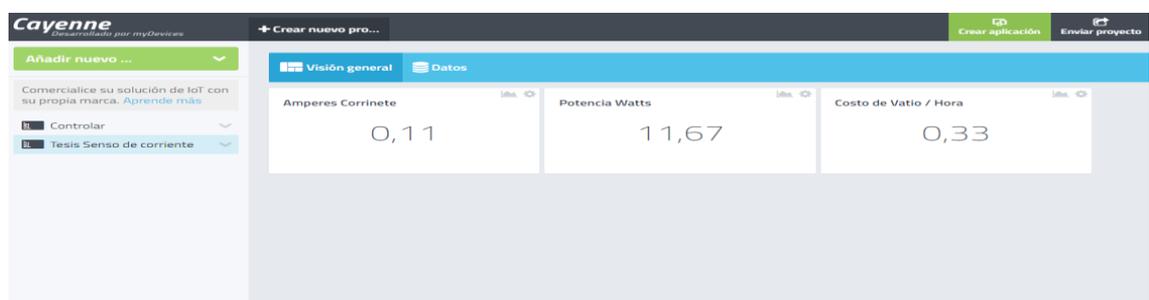
En la figura 38 vemos como la aplicación que está instalada en el móvil, contiene los 2 controles que han sido configurados previamente.

Etapa 4. Ejecución.

En la etapa de ejecución del proyecto realizamos las primeras pruebas de funcionamiento sobre el control y medición.

Mediante la siguiente imagen podemos presenciar la toma de lecturas en tiempo real del prototipo de monitoreo haciendo énfasis en el los valores de potencia, amperaje y vatio/hora.

Figura # 31 Lecturas de medición en tiempo real



Fuente: Datos de la Investigación

Autores: Vicente Rodríguez / Jonathan Luna

En la siguiente imagen verificamos a información receptada en la base de datos directamente en tiempo real, verificamos la hora de las lecturas en la base de datos y comparamos con la hora de nuestro ordenador ubicado en la parte inferior derecha de la pantalla.

Figura # 32 Verificación en la base de datos

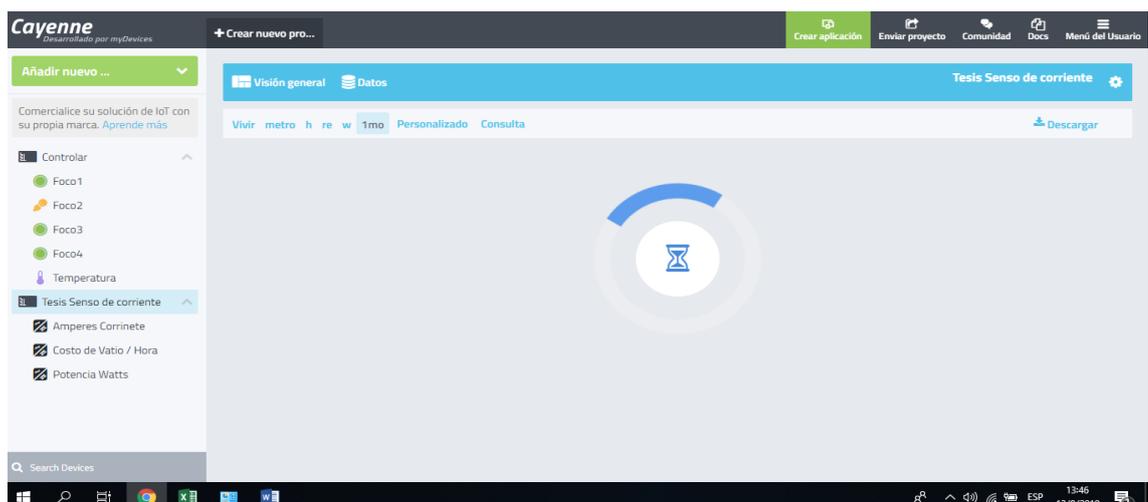
Marca de tiempo	Nombr...	Canal	Nombre del sensor	ID del sensor	Tipo d...	Unidad	Valores
2019-08-13 1:21:25	Tesis Sens...	1	Amperes Corrinete	bae78410-b875-11e9-b0...			0.099
2019-08-13 1:21:00	Tesis Sens...	1	Amperes Corrinete	bae78410-b875-11e9-b0...			0.100
2019-08-13 1:21:20	Tesis Sens...	1	Amperes Corrinete	bae78410-b875-11e9-b0...			0.101
2019-08-13 1:21:17	Tesis Sens...	1	Amperes Corrinete	bae78410-b875-11e9-b0...			0.102
2019-08-13 1:21:07	Tesis Sens...	1	Amperes Corrinete	bae78410-b875-11e9-b0...			0.102
2019-08-13 1:21:05	Tesis Sens...	1	Amperes Corrinete	bae78410-b875-11e9-b0...			0.102
2019-08-13 1:22:16	Tesis Sens...	1	Corrinete Ampers	bae78410-b875-11e9-b0...			0.103
2019-08-13 1:21:27	Tesis Sens...	1	Amperes Corrinete	bae78410-b875-11e9-b0...			0.103
2019-08-13 1:21:26	Tesis Sens...	1	Amperes Corrinete	bae78410-b875-11e9-b0...			0.103
2019-08-13 1:22:17	Tesis Sens...	1	Corrinete Ampers	bae78410-b875-11e9-b0...			0.104
2019-08-13 1:22:08	Tesis Sens...	1	Amperes Corrinete	bae78410-b875-11e9-b0...			0.104
2019-08-13 1:22:01	Tesis Sens...	1	Amperes Corrinete	bae78410-b875-11e9-b0...			0.104
2019-08-13 1:21:23	Tesis Sens...	1	Amperes Corrinete	bae78410-b875-11e9-b0...			0.104
2019-08-13 1:21:22	Tesis Sens...	1	Amperes Corrinete	bae78410-b875-11e9-b0...			0.104
2019-08-13 1:21:15	Tesis Sens...	1	Amperes Corrinete	bae78410-b875-11e9-b0...			0.104
2019-08-13 1:21:11	Tesis Sens...	1	Amperes Corrinete	bae78410-b875-11e9-b0...			0.104

Fuente: Datos de la Investigación

Autores: Vicente Rodríguez / Jonathan Luna

También podemos personalizar nuestras consultas es decir podemos realizarlas por fecha, hora etc. Así mismo la forma de hacer una consulta personalizada es ir al icono de datos y elegir la opción consulta personalizada y elegir la fecha que desean consultar.

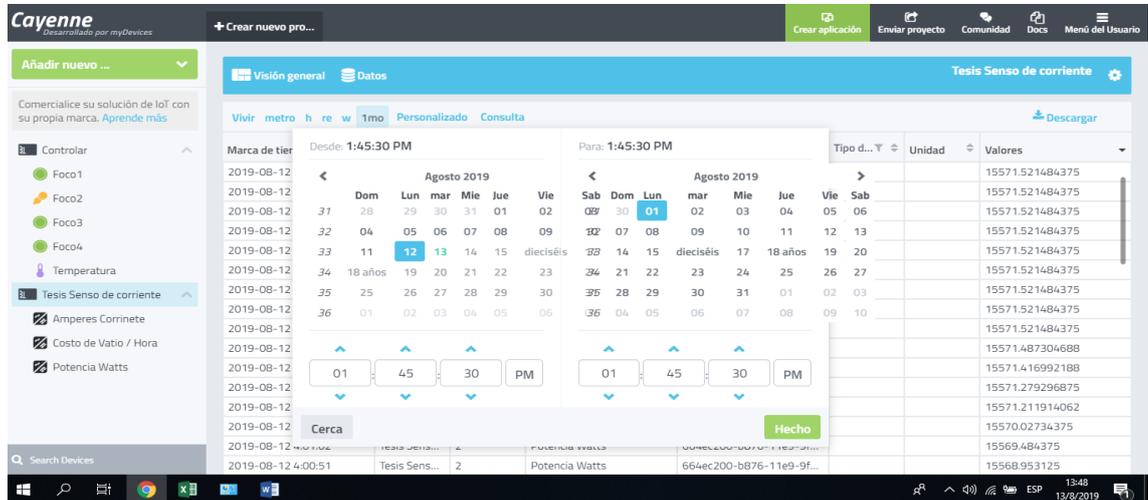
Figura # 33 Carga de la consulta personalizada BD



Fuente: Datos de la Investigación

Autores: Vicente Rodríguez / Jonathan Luna

Figura # 34 Consulta personalizada por fecha

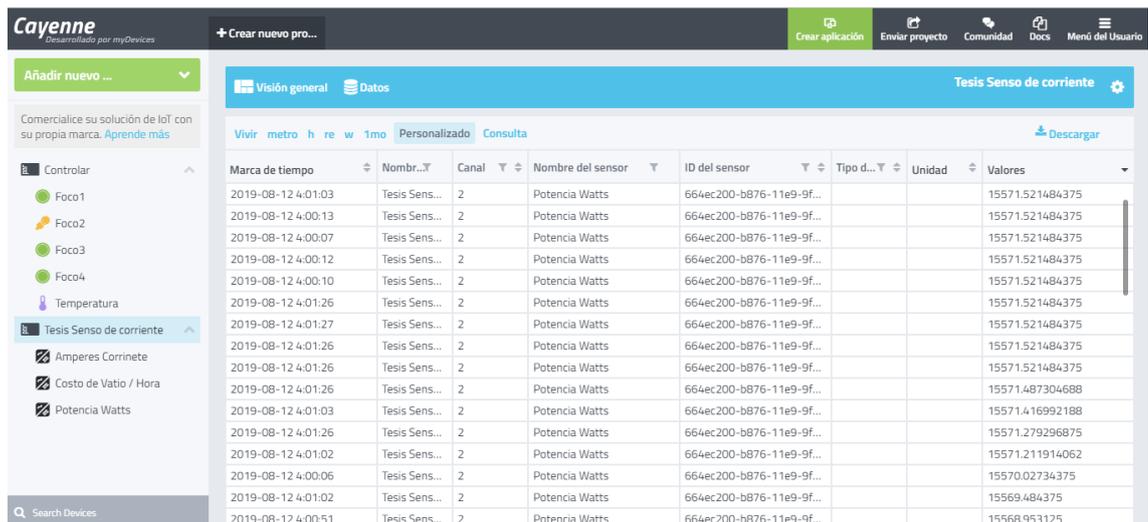


Fuente: Datos de la Investigación

Autores: Vicente Rodríguez / Jonathan Luna

Y entonces obtenemos lo que deseamos ver específicamente en la base de datos.

Figura # 35 Resultado de la búsqueda personalizada por fecha

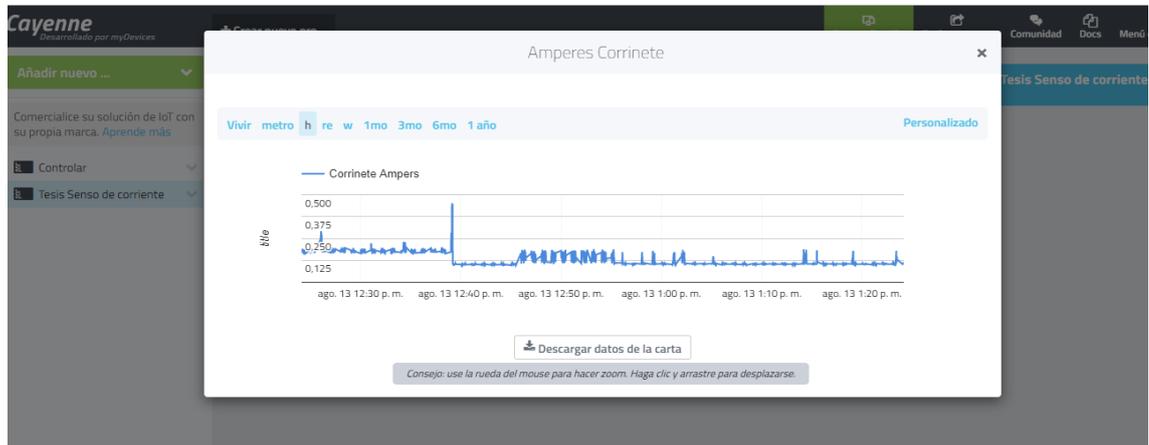


Fuente: Datos de la Investigación

Autores: Vicente Rodríguez / Jonathan Luna

En la siguiente imagen podemos verificar los datos en una tabla estadística proporcionada por la herramienta cayenne dándonos otro ángulo perspectivo.

Figura # 36 Grafico estadístico en Amperios

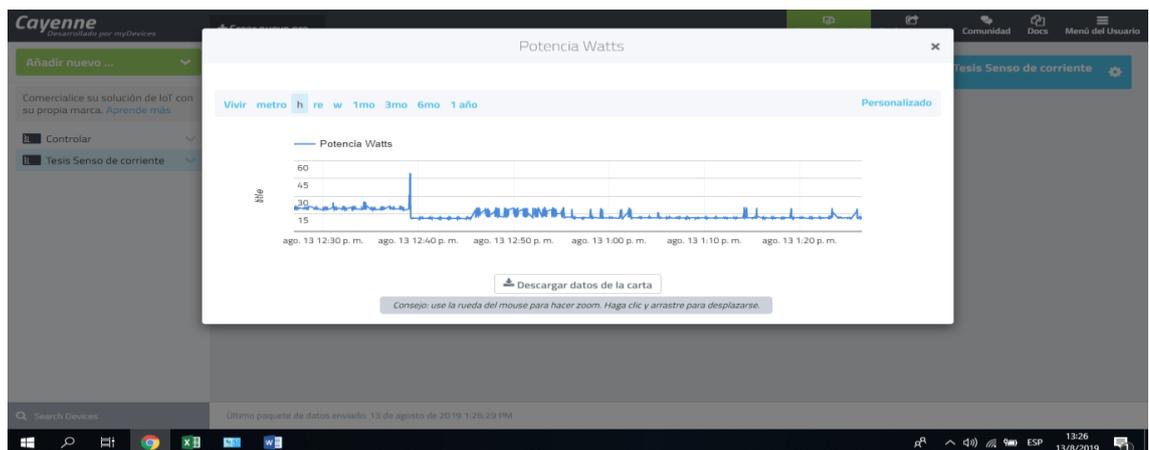


Fuente: Datos de la Investigación

Autores: Vicente Rodríguez / Jonathan Luna

En esta imagen verificamos la potencia en wats mediante un cuadro estadístico Proporcionado por la herramienta.

Figura # 37 Grafico estadístico de la Potencia

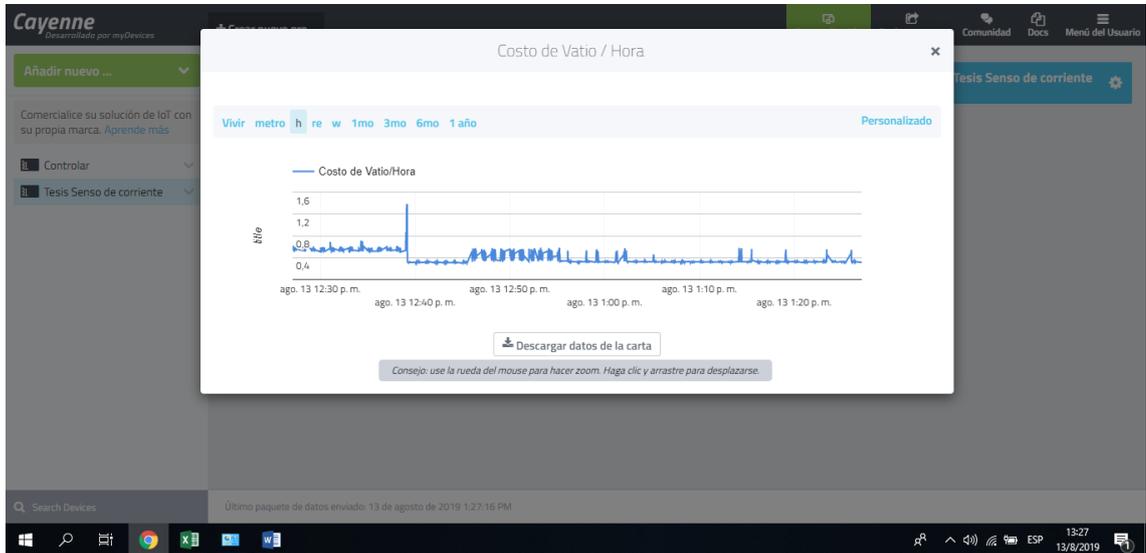


Fuente: Datos de la Investigación

Autores: Vicente Rodríguez / Jonathan Luna

En la siguiente imagen verificamos el costo de vatio hora consumido en el momento.

Figura # 38 Grafico Costo Vatio/Hora

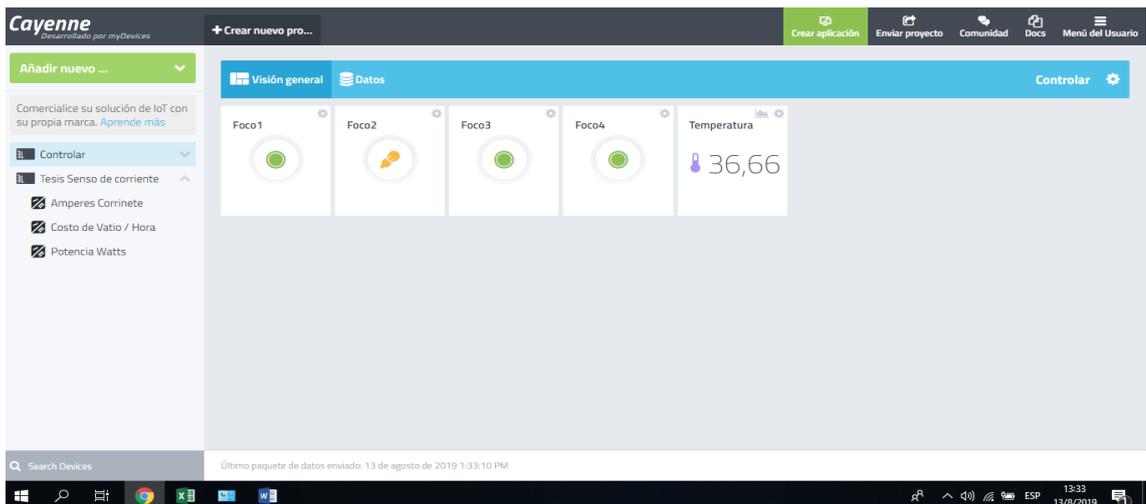


Fuente: Datos de la Investigación

Autores: Vicente Rodríguez / Jonathan Luna

En la siguiente imagen nos muestra la interface del prototipo de control en el que podemos verificar que cada uno de los canales está encendido y mantiene un flujo constante, así mismo verificamos el sensor de temperatura que nos muestra la lectura en tiempo real.

Figura # 39 Prueba de encendido de todos los elementos



Fuente: Datos de la Investigación

Autores: Vicente Rodríguez / Jonathan Luna

A más de solo medir y controlar podemos configurar alertas de seguridad en caso que se generen incidentes no previstos y poder evitarlos o estar preparados de antemano.

Figura # 40 Configuración de Alarmas



Fuente: Datos de la Investigación

Autores: Vicente Rodríguez / Jonathan Luna

Etapa 5. Control Y Funcionamiento.

En la última etapa que es la de control y funcionamiento, se trata de monitorear el prototipo una vez ya en estado de ejecución del proyecto, la toma de lectura, los reportes de consumo, el cálculo de factura, si hay algún dispositivo generando o un tipo de inconveniente dentro del circuito protegido por medio del prototipo diseñado.

Adicional esta esta etapa de post instalación e implementación, también se emitirán reportes del funcionamiento del dispositivos, estos reportes serán muy diferentes a los hechos en etapas anteriores ya que nos basaremos en si cómo funciona el hardware y software del prototipo diseñado, los cuales serán de seguimiento de la puesta en marcha del producto.

Si bien es cierto este sistema al ser una innovación depende de muchos controles de calidad para ser viable y funcional sobre todo de la acogida que tenga la población con el producto, tomando en cuenta esta normativa podemos verificar el nivel de esfuerzo puesto en el prototipo al momento de fabricarlo, ya que debe cumplir ciertos estándares y mejoras en caso de que se lo comercialice en el país.

Para la fase de control se implementó el prototipo en una residencia por aproximadamente 8 horas. En esta última etapa de funcionamiento verificamos que la información recolectada sea precisa en comparación con el funcionamiento de un medidor análogo. Como resultado de esta prueba verificamos un porcentaje de error del 3% en la exactitud de las cifras y la deducción realizada es debido a que la toma de lecturas de la empresa encargada de este servicio es inexacta. La lectura tomada del dispositivo de monitoreo es más puntual y precisa en el momento de la toma de la lectura, esto se da debido a que el formulario programado en el sensor utiliza fórmulas de transformación de cifras de manera teórica exacta y en los medidores utilizan formularios basados en datos estadísticos de consumo.

Entregables Del Proyecto

En lo que corresponde a los entregables del proyecto se presenta los siguientes aspectos:

- Prototipo del sistema de control y monitoreo
- Manual detallando la instalación
- Manual de usuario para el uso de la plataforma y la App móvil

CRITERIOS DE VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

El proyecto de titulación sobre el desarrollo del prototipo para el control y monitoreo de uso de energía en residencias, para que cumpla el objetivo principal que es que los usuarios de la empresa proveedora de energía eléctrica en la ciudad de Guayaquil, puedan controlar y monitorear el sistema eléctrico de su hogar mediante la aplicación diseñada en la plataforma cayenne, ya que no se cuenta con una plataforma digital que permita remotamente controlar el uso de energía innecesaria dentro del hogar de los habitantes de la ciudad.

En este proyecto de titulación se ha tomado en cuenta el criterio de 3 profesionales de distintas ramas:

Ingeniero Eléctrico Freddy Benavides graduado en la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), afiliado al Colegio de Ingenieros Eléctricos de Guayaquil trabajo en empresas como Banred S.A., Tavidal, Cnel, Trabelect, en las cuales estuvo a cargo en la parte de diseño y elaboración de proyectos eléctricos.

El ingeniero en redes y telecomunicaciones Alex Castro, graduado en la Universidad de Guayaquil actualmente presta sus conocimientos para la empresa Compuservicios en la cual se encarga de las instalaciones de redes que la empresa ejecuta a clientes como Servientrega, Maxdrive, Grupo Carvajal de Colombia, Alerta Red, Alpina.

El ingeniero Juan Banchon, graduado de ingeniería en sistemas en la Universidad de Guayaquil, labora en la empresa Cogescorp y es encargado del sistema general de cobranzas y manejo de la base de datos de los clientes de la compañía, que son importantes grupos financieros como el Banco Guayaquil y empresas como Yanbal, Claro, Movistar.

Entre las puntos que se trataran en la evaluación con experto, tendremos el número de prueba en la cual pondremos la cantidad de pruebas por parte del equipo de expertos, la descripción que es el nombre de la prueba y los parámetros de éxito o fracaso de la prueba, adicional un campo de observación en el caso de la que la hubiera.

Dentro de las pruebas realizadas con el Ing. Freddy Benavidez, tenemos el siguiente cuadro:

Cuadro #2 Pruebas con el Ingeniero Eléctrico

Prueba #	Descripción	Éxito	Fracaso	Observación
1	Encendido	X		
2	Funcionamiento Control de encendido/apagado	X		
3	Medición de corriente	X		
4	Medición de Amperaje	X		
5	Verificación de fórmulas para cálculo de mediciones	X		
6	Revisión de cableado y conexiones eléctricas	X		

Fuente: Trabajo de Investigación

Autor: Vicente Rodríguez – Jonathan Luna

Como resultados todas las pruebas fueron exitosa como se evidencia en la carta de validación donde consta su firma en la sección anexos.

Dentro de las pruebas realizadas con el Ingeniero Alex Castro, tenemos el siguiente cuadro:

Cuadro #3 Pruebas con el Ingeniero en Redes

Prueba #	Descripción	Éxito	Fracaso	Observación
1	Conexión de dispositivos con la plataforma	X		
2	Configuración de tarjetas wifi	X		
3	Medición y transmisión de datos	X		
4	Configuraciones de router	X		
5	Instalación de dispositivos	X		
6	Configuraciones de seguridades	X		

Fuente: Trabajo de Investigación

Autor: Vicente Rodríguez – Jonathan Luna

Como resultados todas las pruebas fueron exitosa como se evidencia en la carta de validación donde consta su firma en la sección anexos.

Dentro de las pruebas realizadas con el Ing. Juan Banchon, tenemos el siguiente cuadro:

Cuadro #4 Pruebas con el Ingeniero en Sistemas

Prueba #	Descripción	Éxito	Fracaso	Observación
1	Conexión a la base de datos	X		
2	Funcionamiento De aplicación en laptop	X		
3	Funcionamiento de aplicación en dispositivo móvil	X		
4	Consultas en la base de datos de la plataforma	X		
5	Consulta de cálculos hechos por la aplicación	X		
6	Pruebas de comunicaciones de control externo	X		

Fuente: Trabajo de Investigación

Autor: Vicente Rodríguez – Jonathan Luna

Como resultados todas las pruebas fueron exitosa como se evidencia en la carta de validación donde consta su firma en la sección anexos.

PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

Luego de observar las publicaciones en los medios de comunicación escritos y televisivos, se realizó encuesta a 100 usuarios de la empresa de servicios de la empresa proveedora de energía eléctrica, se formularon 10 preguntas para corroborar la problemática y validar la aceptación que tendría el producto en la ciudadanía. A continuación vamos a detallar con los porcentajes de lo que respondieron las personas encuestadas.

Análisis de factibilidad operacional

1. **¿Está de acuerdo con las lecturas eléctricas tomadas en el mes de enero y febrero del 2019?**

Tabla No. 4 Toma de lecturas

OPCIONES	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	2	2%
NO	98	98%
INDIFERENTE	0	0%
TOTAL	100	100%

Fuente: Trabajo de Investigación

Autor: Vicente Rodríguez – Jonathan Luna

Con esta pregunta vemos que casi el 100% de los usuarios de la empresa eléctrica de Guayaquil, están en total desacuerdo con la toma de la lectura que se realizó, por medio de una empresa externa, lo que provoco que las planillas correspondientes a estos meses salieran con un valor exagerado.

2. ¿Ud. ha ido a la empresa proveedora de servicios eléctricos a poner una queja?

Tabla No. 5 Quejas de usuarios

OPCIONES	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	47	47%
NO	39	39%
NO TENGO TIEMPO	14	14%
TOTAL	100	100%

Fuente: Trabajo de Investigación
Autor: Vicente Rodríguez – Jonathan Luna

Casi la mitad de los usuarios encuestados fueron a reclamar por la facturación realizada por la empresa proveedora del servicio eléctrico, un porcentaje poco igual no fue aunque si hubo usuarios a quien no les pareció importarles el valor generado en su planilla.

3. ¿Ha recibido información acerca de cómo ahorrar energía?

Tabla No. 6 Información de ahorro actual

OPCIONES	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	6	6%
NO	94	94%
TOTAL	100	100%

Fuente: Trabajo de Investigación
Autor: Vicente Rodríguez – Jonathan Luna

Casi la totalidad de los usuarios no han recibido información acerca de cómo ahorrar energía dentro del hogar. Por lo que la situación es preocupante ya que al no tener una herramienta de cómo controlar el consumo de energía hay una falencia en la sociedad con respecto a este tema crítico.

4. ¿Estaría interesado en recibir información de cómo ahorrar energía?

Tabla No. 7 Información sobre ahorro futuro

OPCIONES	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	97	97%
NO	3	3%
TOTAL	100	100%

Fuente: Trabajo de Investigación
Autor: Vicente Rodríguez – Jonathan Luna

Debido al desconocimiento y a la mala lectura de la empresa proveedora del servicio de energía, los usuarios han mostrado un agrado al tener la idea de recibir información de cómo ahorrar energía dentro de una residencia en la ciudad de Guayaquil.

5. ¿Ha escuchado sobre Domótica?

Tabla No. 8 Domótica

OPCIONES	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	67	67%
NO	33	33%
TOTAL	100	100%

Fuente: Trabajo de Investigación
Autor: Vicente Rodríguez – Jonathan Luna

A pesar de haber escuchado este término la mayoría de personas, no sabe a ciencia cierta cómo funciona esta tecnología, y por lo tanto no confían en su gran efecto que tendría dentro de los hogares, como fuente de ahorro de energía, lo que se traduciría al final del mes en ahorro económico.

6. ¿Ha escuchado sobre dispositivos que pueden ser controlados remotamente para monitorear el consumo de energía de su residencia?

Tabla No. 9 Dispositivos controlados

OPCIONES	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	21	21%
NO	69	69%
TOTAL	100	100%

Fuente: Trabajo de Investigación
Autor: Vicente Rodríguez – Jonathan Luna

Muchos de los usuarios encuestados no han escuchado que en el mercado existen dispositivos que los pueden ayudar a controlar el consumo de energía en su residencia, y a pesar de que si hay usuarios que lo han escuchado no lo usan porque no se ha profundizado en este tema dentro de los usuarios de energía eléctrica.

7. ¿Ud. Cree que hay aplicaciones en el internet que le permiten medir su consumo de energía?

Tabla No. 10 Búsqueda en internet

OPCIONES	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	36	36%
NO	41	41%
NO SE	23	23%
TOTAL	100	100%

Fuente: Trabajo de Investigación
Autor: Vicente Rodríguez – Jonathan Luna

A pesar de que los usuarios piensan que si hay aplicaciones en internet que lo ayuden a medir su consumo, no las utilizan como en otros países donde el ahorro de energía lo tienen como política de hogar, debido a que en otros países el costo por kilovatio hora es mayor que en nuestro país.

8. ¿Ud. Cree que debería haber una campaña de concientización por parte de la empresa proveedora de servicio eléctrico sobre ahorro de energía?

Tabla No. 11 Campaña de concientización

OPCIONES	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	93	93%
NO	3	3%
LO MISMO DA	4	4%
TOTAL	100	100%

Fuente: Trabajo de Investigación

Autor: Vicente Rodríguez – Jonathan Luna

Casi la totalidad de los usuarios de la empresa proveedora de servicios eléctricos, está de acuerdo con la posibilidad de que se haga una campaña de concientización en cuanto a ahorro de energía dentro de los hogares de los guayaquileños se trata, los motiva la idea de que pueden ahorrar energía en sus residencias.

9. ¿Desearía comprar un dispositivo que le permita controlar y monitorear su consumo eléctrico?

Tabla No. 12 Compra de dispositivo

OPCIONES	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	79	79%
NO	13	13%
NO SE	8	8%
TOTAL	100	100%

Fuente: Trabajo de Investigación

Autor: Vicente Rodríguez – Jonathan Luna

Casi un 80% de los usuarios encuestados están de acuerdo en comprar un dispositivo, que le permita controlar el servicio de energía que cuenta su hogar, y la idea de tener un ahorro significativo al final del mes cuando llegue la planilla de la empresa proveedora de energía eléctrica.

10. ¿Aceptaría una demostración en su hogar sobre un dispositivo que le permita ahorrar energía?

Tabla No. 13 Demostración de dispositivo

OPCIONES	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	96	96%
NO	4	4%
TOTAL	100	100%

Fuente: Trabajo de Investigación

Autor: Vicente Rodríguez – Jonathan Luna

Así mismo casi la totalidad de los usuarios encuestados, acepto una demostración gratuita de conectar a su sistema eléctrico, un dispositivo que les va a permitir ahorrar energía, por lo que nos indica que este tipo de proyecto dentro del mercado guayaquileño tiene gran apertura y hay que apuntalarlo.

Análisis De Las Pruebas

Para la validación de los criterios de diseño se realizaron las diferentes pruebas, dando cumplimiento a lo propuesto en este proyecto de titulación:

1. El prototipo a desarrollar deberá ser capaz de tener una conexión vía wifi.

El prototipo tiene su conexión a través de wifi incorporado en la tarjeta Arduino NODEmcuESP8622 la cual esta descrita en las definiciones conceptuales en el capítulo 2 de este proyecto de titulación siendo la figura #14

2. Una plataforma que sirva de enlace entre el sistema desarrollado y el prototipo.

La plataforma que nos sirve de base es la cayenne la cual tiene su propio sistema de seguridad, lo que nos permite para acceder tener un usuario y contraseña valida, y asi desde cualquier parte del mundo que tenga una conexión a internet poder acceder a nuestro sistema de control y monitoreo.

3. Sistema de Monitoreo de las placas y los sensores para la medición de los parámetros eléctricos.

El sistema de monitoreo desarrollado en la plataforma cayenne nos permite ver en cualquier momento el estado de nuestro consumo energético, como lo podemos ver en la etapa 2 del capítulo 3 que corresponde al diseño y desarrollo.

4. Sistema de Control que permita el accionar de las tarjetas incorporadas.

El sistema de control que es la parte donde podemos encender/apagar un foco o habilitar/deshabilitar un tomacorriente en tiempo real, lo podemos ver en el capítulo 3 en la etapa 3 de implementación donde tenemos ya el prototipo funcionando al 100%.

CAPITULO IV

CRITERIOS DE ACEPTACION DEL PRODUCTO O SERVICIO

A continuación, presentamos el cuadro donde se procedió a validar cada proceso dentro del proyecto, donde cada prueba se realizó en conjunto con los expertos.

CUADRO N. 2

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN DEL SISTEMA

CRITERIOS O ALCANCES	CUMPLE	PORCENTAJE
Implementación del sistema de control de energía.	Si Cumple, sistema funcionando	100 %
Implementación del sistema de monitoreo	Si cumple, sistema funcionando	100 %
Aplicación funciona en dispositivos móviles	Si cumple, fue probado en diferentes celulares	100 %
Aplicación funciona remotamente	Si cumple, fue corroborado por el experto en redes	100 %
Puede encender y apagar un tomacorriente	Si cumple, los expertos y usuarios lo probaron	100 %
Toma de lectura es similar a la que toma los medidores	Si cumple, el ingeniero eléctrico pudo probar su funcionamiento	100 %

Puede encender y apagar una luminaria	Si cumple, fu probado por expertos y usuarios	100 %
Sensor de corriente no invasivo lee correctamente el consumo de energía generado en tiempo real	Si cumple, fue corroborado por el experto eléctrico	100 %
La base de datos de la plataforma procesa y guarda los datos correctamente	Si cumple, fue corroborado por el experto en sistemas	100 %
ENTREGABLES		
Manual de usuarios	Si cumple, está en anexos	100 %
Código fuente	Si cumple, está en el capítulo 3	100 %
Prototipo	Si cumple, se entrega el día de la sustentación	100 %

Fuente: Datos de la Investigación

Elaborado por: Vicente Rodríguez – Jonathan Luna.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Como resultado de la recopilación de información de medios de comunicación, redes sociales y opinión pública obtenemos que el problema analizado es real y que la inexistencia de mecanismos para regular el consumo eléctrico en domicilios nos lleva la necesidad de fabricar estas herramientas de control y monitoreo de la red eléctrica domiciliaria.

De acuerdo con las necesidades de los usuarios llegamos a diseñar y ensamblar un sistema de monitoreo y control de energía eléctrica residencial, usando plataformas open source como Cayenne con una interface amigable con el usuario, que posee una base de datos integrada para registros o consultas en donde almacenar los datos leídos y posteriormente realizar consultas en caso de ser necesario, cuadros estadísticos, programación de alertas o alarmas.

Los resultados obtenidos son concluyentes al tener un sistema de medición del consumo y control de este pudiendo ahorrar energía verificando los dispositivos conectados o encendidos tomando acciones de apagado obteniendo un ahorro de energía que se verá reflejado en la factura mensual.

Este dispositivo a pesar de estar enfocado en líneas de 110v puede ser cambiado ya que los mecanismos de comunicación y control tiene la suficiente tolerancia para cumplir funciones en 220v mediante unos cambios en la programación siendo los ajustes realizados a este nivel mínimos, sobre todo de calibración en los dispositivos de medición. Los resultados de las pruebas evidencian que su funcionamiento fue exitoso y cumple con todo lo propuesto.

RECOMENDACIONES

Este dispositivo tiene la posibilidad de crecer o de mejorarse, las aplicaciones del mismo son de uso variable para los procesos que requieran automatización y control, por lo que se recomienda realizar pruebas de funcionamiento para otras aplicaciones y verificar el nivel de acogida en la ciudadanía con la finalidad de impulsar esta invención hasta el siguiente nivel (industrialización).

Se puede mejorar el almacenamiento de datos en una base de datos más detallada con finalidad de obtener más información y ser más precisos en los cálculos de valores a pagar, así como mejorar la seguridad inalámbrica de la comunicación Arduino del domicilio.

Es necesario aumentar la tolerancia y resistencia de los mecanismos para el caso de implementación a 220v o en caso de industrializar o automatizar un dispositivo de mayor potencia diferente a los dispositivos domésticos como por ejemplo en equipos para fábricas, bodegas etc.

Se puede mejorar la escalabilidad del proyecto, teniendo en cuenta que esta tarjeta NODEmcu admite hasta 8 canales de entrada. Por una tarjeta que admita más canales de entrada o a su vez aumentar más tarjetas.

BIBLIOGRAFIA

FORO NUCLEAR (2019). Concepto de la electricidad, informacion recolectada de <https://www.foronuclear.org/es/el-experto-te-cuenta/121636-que-es-la-electricidad>

PHILLIPS (ND) concepto de smart home, informacion recolectada de <https://www2.meethue.com/en-us>

ESPACIO Y CIENCIA (2019) Concepto de la corriente eléctrica, informacion recolectada de <https://espaciociencia.com/la-corriente-electrica/>

DIEGO CALVO (2005) Que es un atomo, informacion de como se crea, informacion recolectada de <http://www.diegocalvo.es/definicion-de-atomo/>

PROFETOLOCKA (2019) Conceptos y definiciones sobre la corriente alterna, informacion recolectada de <http://www.profetolocka.com.ar/2012/09/26/la-corriente-alterna/>

NEXUS (2017) Diferencia entre la energia monofasica y trifasica, informacion recolectada de <http://www.nexus.com.pe/novedades-detalle/cual-es-la-diferencia-entre-energia-monofasica-y-trifasica/>

MONOGRAFIAS (2014) Concpeto de sistema trifasico, informacion recolectada de <https://www.monografias.com/trabajos104/sistema-trifasico/sistema-trifasico.shtml>

LOS MUNDOS DE BRANA (2014) los efectos que causa la corriente en el cuerpo humano, informacion recolectada de <https://losmundosdebrana.com/2014/11/25/efectos-de-la-corriente-electrica-en-elcuerpo-humano-ii-la-edad-de-la-gran-potencia/>

ESPACIO Y CIENCIA (ND) conceptos y definiciones de la corriente electrica , informacion recolectada de <https://espaciociencia.com/la-corriente-electrica/>

MULTIMETRO DIGITAL (2008) Pasos para el uso de un multmetro digital, informacion recolectada de <https://multimetrodigital.online/como-usar-un-multimetro-digital/como-medir-voltajes/>

ESPACIO HONDURAS (2017) conceptos y definiciones de las resistencias

electricas, informacion recolectada de <https://www.doncomo.com/resistencia-electrica.html>

TODO MATERIA (2014) Historia y definicion sobre la ley de ohm, informacion recolectada de <https://www.todamateria.com/ley-de-ohm/>

INSTRUMENTO DE MEDICION (2016) informacion sobre los dispositivos para la medicion de energia electrica, informacion recolectada de <https://instrumentosdemedicion.org/electrica/>

DINASTIA TECNOLOGICA (ND) Detalles de el modulo rele de 4 canales, informacion recolectada de <http://dinastiatecnologica.com/producto/modulo-rele-de-4-canales-arduino/>

VISTRIONICA (ND) Detalle técnico del amplificador de 1v a 3.5v, informacion recolectada de <https://www.vistrionica.com/componentes-activos/amplificador-operacional-dual-lm358-detail.html>

NAYLANPMECHATRONICS (ND) Detalle técnico del sensor de corriente, informacion recolectada de <https://naylampmechatronics.com/sensores-corriente-voltaje/154-sensor-de-corriente-ac-30a.html>

ANEXOS

Anexo I: Cartas de Juicio de Experto y Aceptación del Producto

CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN DE PRODUCTO

Nombre del Experto: Ing. Sis. Juan Miguel Banchon Cedeño

Por medio de la presente hago constancia que durante la revisión del proyecto de titulación cuyo tema es: "DISEÑO DE UN SISTEMA INTELIGENTE PARA MONITOREO Y CONTROL DE CONSUMO ELÉCTRICO EN RESIDENCIAS."

Este proyecto desarrollado por los estudiantes **RODRÍGUEZ LITARDO VICENTE MARIANO** con cédula de identidad 0921685681 y **LUNA CRUZ JONATHAN GREGORIO** con cédula de identidad 0940826753, se cumplieron con todos los objetivos específicos y alcances planteados en la propuesta tecnológica, determinando que el proyecto es aceptable para una implementación en una institución del sector público o privado.

A continuación se describirá las pruebas realizadas.

Prueba #	Descripción	Éxito	Fallo	Observación
1	Conexión a la base de datos	/		
2	Funcionamiento De aplicación en laptop	✓		
3	Funcionamiento de aplicación en dispositivo móvil	✓		
4	Consultas en la base de datos de la plataforma	/		
5	Consulta de cálculos hechos por la aplicación	✓		
6	Pruebas de comunicaciones de control externo	/		

Atte.


Ing. Sis. Juan Miguel Banchon Cedeño

CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN DE PRODUCTO

Nombre del Experto: Ing. Elec. Freddy Guillermo Benavidez Carriel

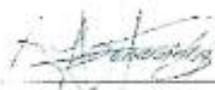
Por medio de la presente hago constancia que durante la revisión del proyecto de titulación cuyo tema es: **"DISEÑO DE UN SISTEMA INTELIGENTE PARA MONITOREO Y CONTROL DE CONSUMO ELÉCTRICO EN RESIDENCIAS."**

Este proyecto desarrollado por los estudiantes **RODRÍGUEZ LITARDO VICENTE MARIANO** con cédula de identidad 0921685681 y **LUNA CRUZ JONATHAN GREGORIO** con cédula de identidad 0940826753, se cumplieron con todos los objetivos específicos y alcances planteados en la propuesta tecnológica, determinando que el proyecto es aceptable para una implementación en una institución del sector público o privado.

A continuación se describirá las pruebas realizadas.

Prueba #	Deecripción	Éxito	Fallo	Observación
1	Encendido	/		
2	Funcionamiento Control de encendido/apagado	/		
3	Medición de corriente	/		
4	Medición de Amperaje	/		
5	Verificación de fómulas para cálculo de mediciones	/		
6	Revisión de cableado y conexiones eléctricas	/		

Atte.


Ing. Elec. Freddy Guillermo Benavidez Carriel

CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN DE PRODUCTO

Nombre del Experto: Ing. Net. Alex Antonio Castro Gómez

Por medio de la presente hago constancia que durante la revisión del proyecto de titulación cuyo tema es: **“DISEÑO DE UN SISTEMA INTELIGENTE PARA MONITOREO Y CONTROL DE CONSUMO ELÉCTRICO EN RESIDENCIAS.”**

Este proyecto desarrollado por los estudiantes **RODRÍGUEZ LITARDO VICENTE MARIANO** con cédula de identidad 0921685681 y **LUNA CRUZ JONATHAN GREGORIO** con cédula de identidad 0940826753, se cumplieron con todos los objetivos específicos y alcances planteados en la propuesta tecnológica, determinando que el proyecto es aceptable para una implementación en una institución del sector público o privado

A continuación se describirá las pruebas realizadas.

Prueba #	Descripción	Éxito	Fallo	Observación
1	Conexión de dispositivos con la plataforma	✓		
2	Configuración de tarjetas wifi	✓		
3	Medición y transmisión de datos	✓		
4	Configuraciones de router	✓		
5	Instalación de dispositivos	✓		
6	Configuraciones de seguridades	✓		

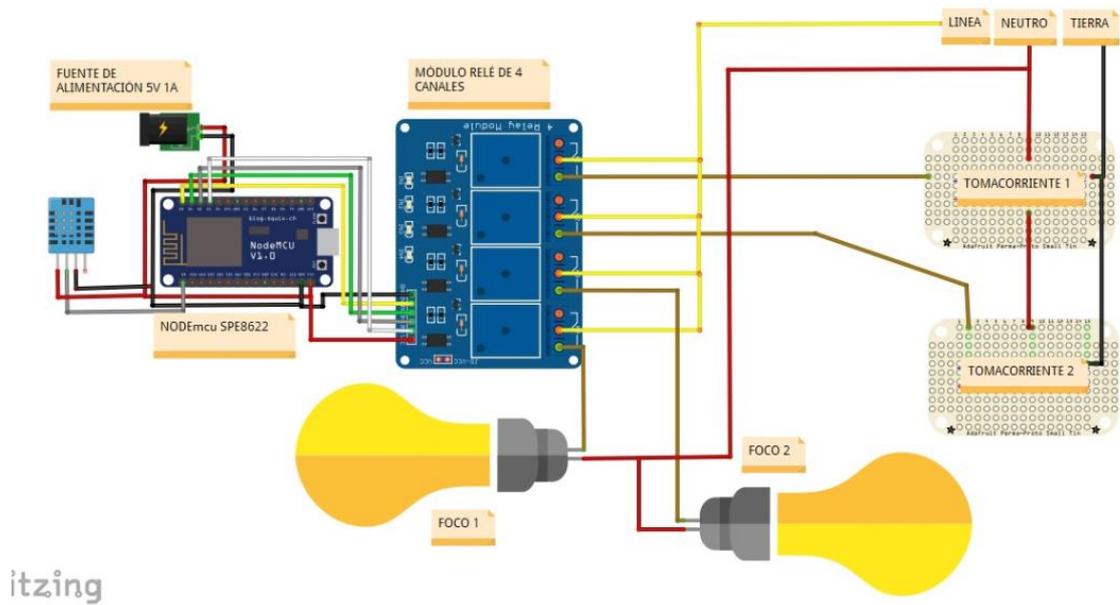
Atte.



Ing. Net. Alex Antonio Castro Gómez

Anexo II: Funcionamiento de encendido de Focos

Figura # 41 Encendido de Focos



Fuente: Datos de la Investigación

Autores: Vicente Rodríguez / Jonathan Luna

Anexo 2: Manual de configuración del sistema

PRINCIPALES DATOS DE CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA:

USUARIO Y PASSWORD DE PLATAFORMA CAYENNE

Usuario: vicente.rodriguezli@ug.edu.ec

Password: tesis2019

INFORMACIÓN DE WIFI

```
char ssid[] = "sensor"; //SSID - USUARIO WIFI
```

```
char wifiPassword[] = "abc12345"; //CLAVE WIFI
```

VARIABLES Y FORMULAS USADAS

```
float voltajeSensor;
```

```
float corriente=0;
```

```
float OndaAC=0;
```

```
long tiempo=millis();
```

```
int N=0;
```

```
float Irms; // = get_corriente();
```

```
float P; // = Irms * 110.0; // P=IV (Watts)
```

```
voltajeSensor = analogRead(A0) * (1 / 1023.0);
```

```
corriente=VoltajeSensor*(30A/1V)
corriente = voltajeSensor * 30.0;
OndaAC = OndaAC + sq(corriente);
```

PASO A PASO CONFIGURACION DEL SISTEMA

Ingreso a la página de arduino.cc y descargar el software de arduino

Figura # 42 Ingreso a la página de Arduino



Fuente: www.arduino.cc

Autores: Arduino (2018)

Descargar el archivo zip que es el paquete completo de instalación de arduino incluyendo los drivers de arduino.

Figura # 43 Descarga de software



Fuente: www.arduino.cc

Autores: Arduino (2018)

Dar clic en “solo descargar”.

Figura # 44. Descargando aplicación

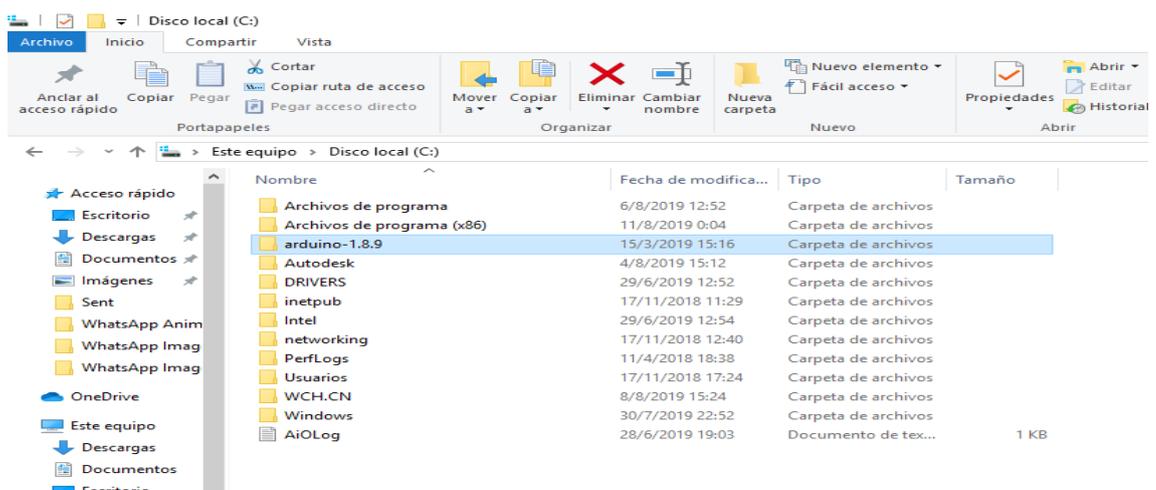


Fuente: www.arduino.cc

Autores: Arduino (2018)

Abrimos el archivo .Zip y extraemos todo el documento en disco local “c”.

Figura # 45. Abriendo archivo Zip

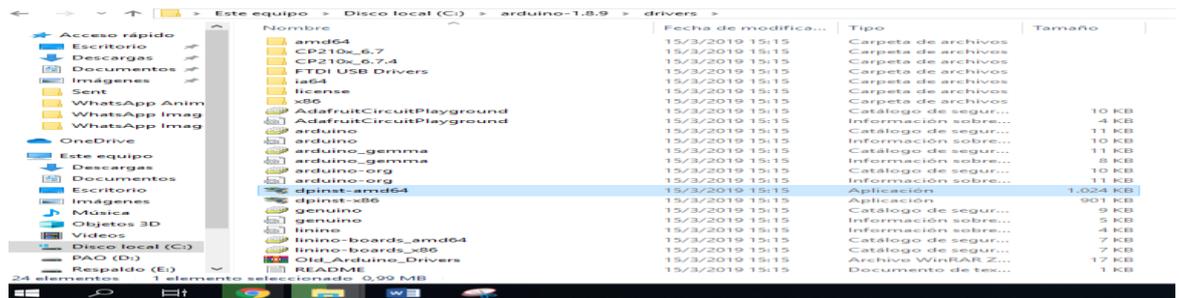


Fuente: Laptop del proyecto

Autores: Vicente Rodríguez – Jonathan Luna

Nos vamos a la carpeta arduino y buscamos la carpeta drivers, procedemos a instalar los drivers de arduino para proceder a instalar el software. Verificamos que el driver sea el indicado de 32 o 26 bits según nuestro sistema operativo.

Figura # 46. Búsqueda de carpeta drivers

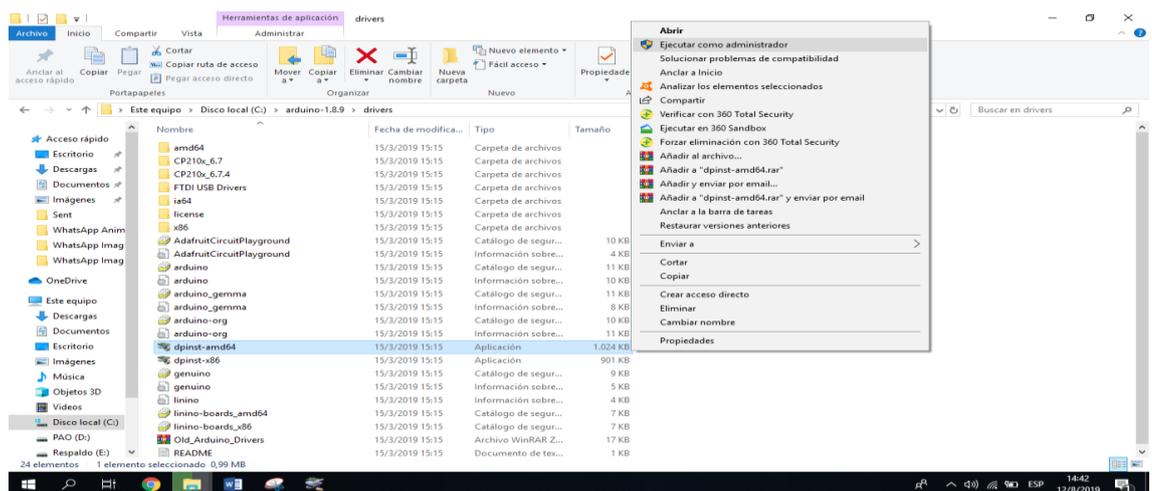


Fuente: Laptop del proyecto

Autores: Vicente Rodríguez – Jonathan Luna

Ejecutamos el driver como administrador y le damos los permisos correspondientes para ejecutar.

Figura # 47. Ejecutar como administrador

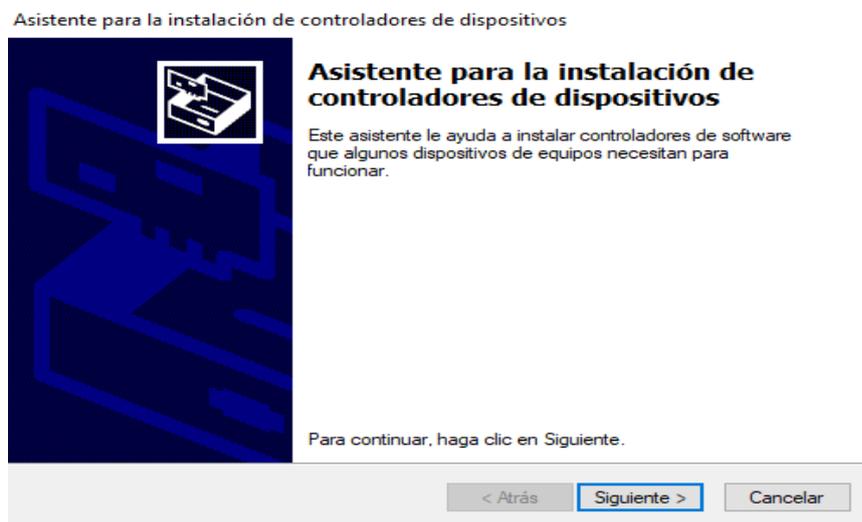


Fuente: Laptop del proyecto

Autores: Vicente Rodríguez – Jonathan Luna

Comenzamos con la instalación.

Figura # 48. Iniciando la instalación

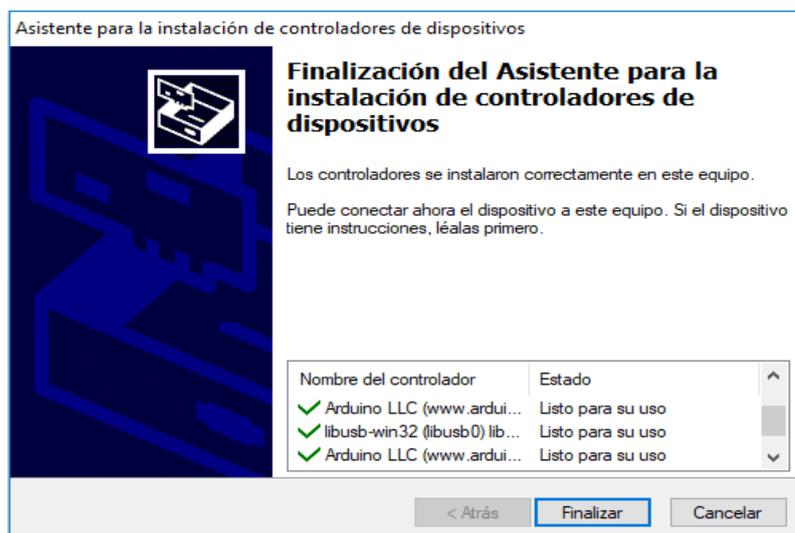


Fuente: Laptop del proyecto

Autores: Vicente Rodríguez – Jonathan Luna

Damos siguiente y finalizamos con la instalación.

Figura # 49. Finalizando la instalación

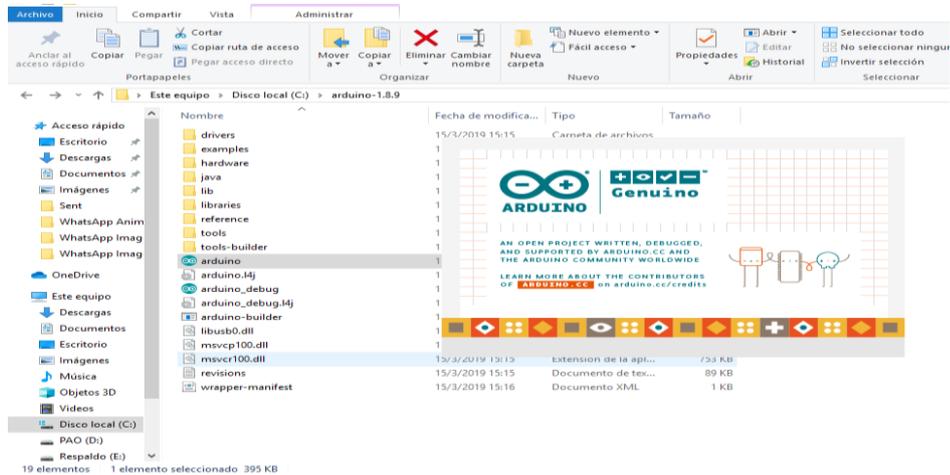


Fuente: Laptop del proyecto

Autores: Vicente Rodríguez – Jonathan Luna

A continuación procedemos a ejecutar la aplicación arduino.

Figura # 50. Ejecutando la aplicación Arduino

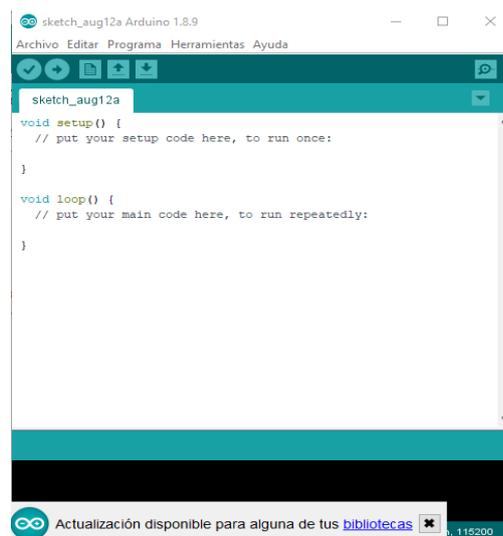


Fuente: Laptop del proyecto

Autores: Vicente Rodríguez – Jonathan Luna

Podemos proceder a programar nuestras placas

Figura # 51. Configuración de Placas

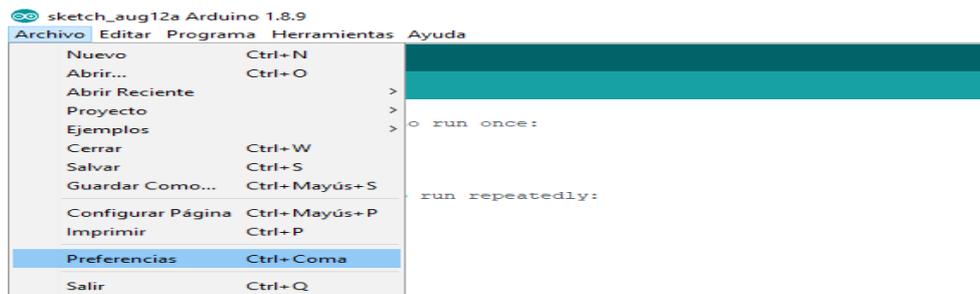


Fuente: Laptop del proyecto

Autores: Vicente Rodríguez – Jonathan Luna

La placa NODEmcuSPE8266 no es arduino pero es compatible con esta plataforma y puede ser gramada cn este software, para que el software de arduino la reconozca debemos agregarla a la tabla de placas.

Figura # 52. Agregando a la tabla de placas

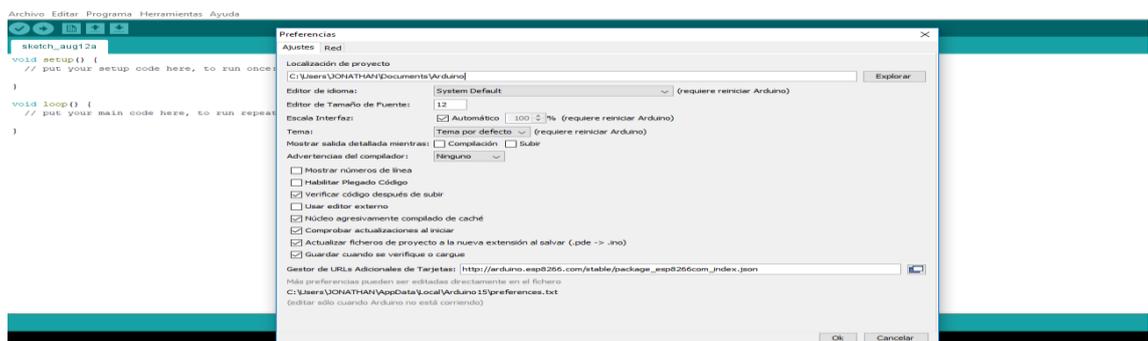


Fuente: Laptop del proyecto

Autores: Autor: Vicente Rodríguez – Jonathan Luna

Añadimos el siguiente link el cual es la dirección donde se encuentra el driver genérico de esta placa http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json, damos OK.

Figura # 53. Bajando el driver genérico de la placa

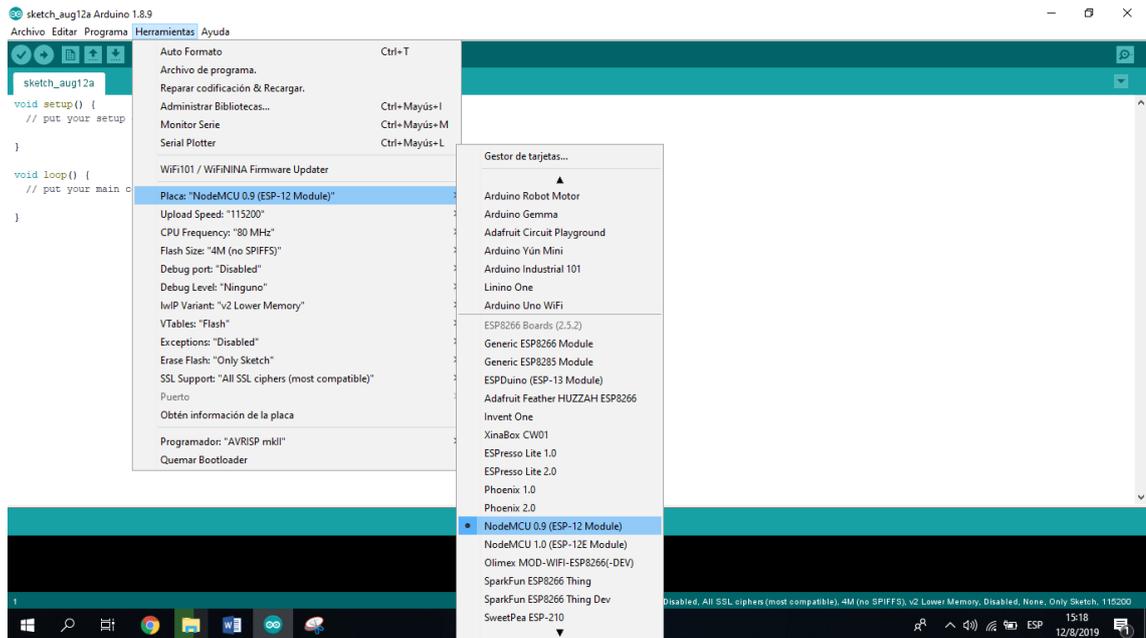


Fuente: http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json,

Autores: arduino (2018)

Luego nos vamos a herramientas placa node mcu y buscamos la versión de la placa que agregamos y encontraremos esta placa ya acoplada.

Figura # 54. Placa ya acoplada

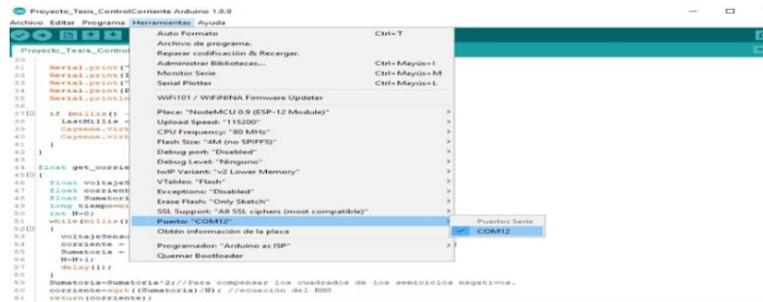


Fuente: Laptop del proyecto

Autores: Autor: Vicente Rodríguez – Jonathan Luna

Luego verificamos el puerto en el que se encuentra acoplada la node mcu y lo configuramos

Figura # 55. Acoplamiento de placa



Fuente: Laptop del proyecto

Autores: Vicente Rodríguez – Jonathan Luna

A continuación comenzaremos con la programación de él la placa node mcu la cual cumplirá la función de receptor datos analógicos para transformarlos a digital con las fórmulas programadas en la misma y luego transmitirlos vía wifi a la plataforma open source

En el siguiente código veremos la configuración de ssid y el pass de la conexión wifi para la conectividad.

Figura # 56. Vista de perfil



Fuente: Laptop del proyecto

Autores: Vicente Rodríguez – Jonathan Luna

En la siguiente imagen configuraremos el cliente, el usuario y la clave que nos da las plataformas open source Cayenne, también el puerto de salida y a que dispositivo está conectado en este caso es el sensor de corriente.

Figura # 57. Creación de perfiles

```

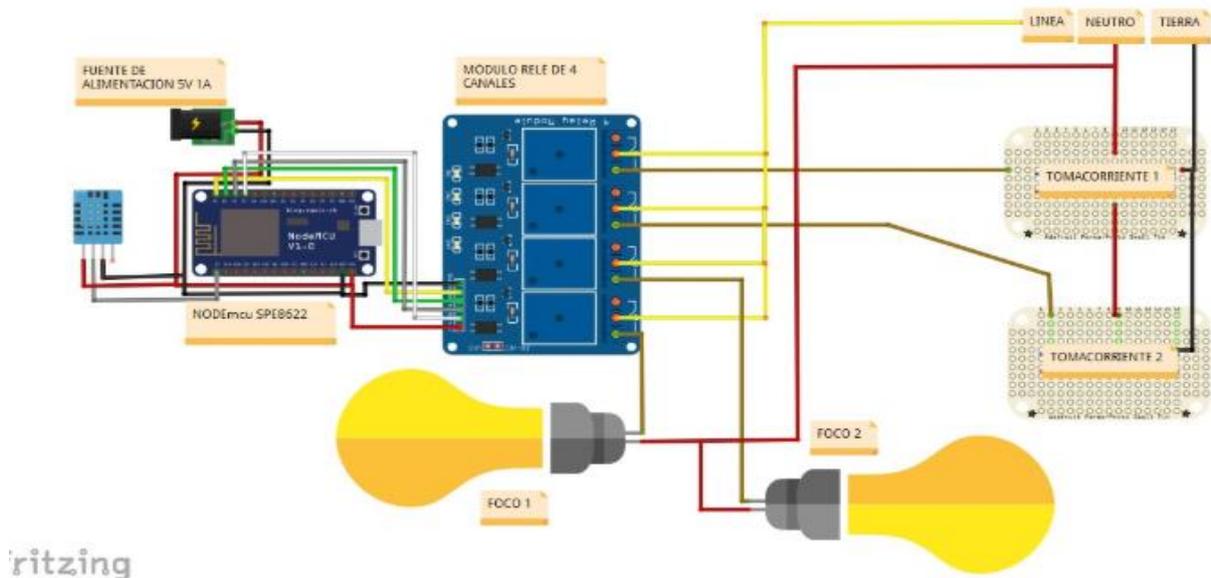
8
9 // Información de autenticación de cayenne Esto debe obtenerse desde el tablero de Cayenne.
10 char username[] = "14290790-38ec-11e7-afce-8d5fd2a310a7"; //USUARIO
11 char password[] = "8b29909313f1ef5712cd3fb963850deb5eb0363b"; //CLAVE
12 char clientID[] = "d39b61e0-afdf-11e9-b01f-d85cf74e7fb7"; //ID CLIENTE
13
14 unsigned long lastMillis = 0;
15
16 void setup() {
17   Serial.begin(115200); //COMUNICACION CON EL PUERTO SERIE
18   Cayenne.begin(username, password, clientID, ssid, wifiPassword);
19   pinMode(2, OUTPUT);
20 }
21
22 void loop() {
23   Cayenne.loop();
24   float corriente = 110;
25
26   if (millis() - lastMillis > 500) {
27     lastMillis = millis();
28     Cayenne.virtualWrite(1, corriente);
29   }
30 }
31

```

Fuente: Laptop del proyecto

Autores: Vicente Rodríguez – Jonathan Luna

Figura # 58. Dispositivo en funcionamiento



Fuente: Datos de Investigación

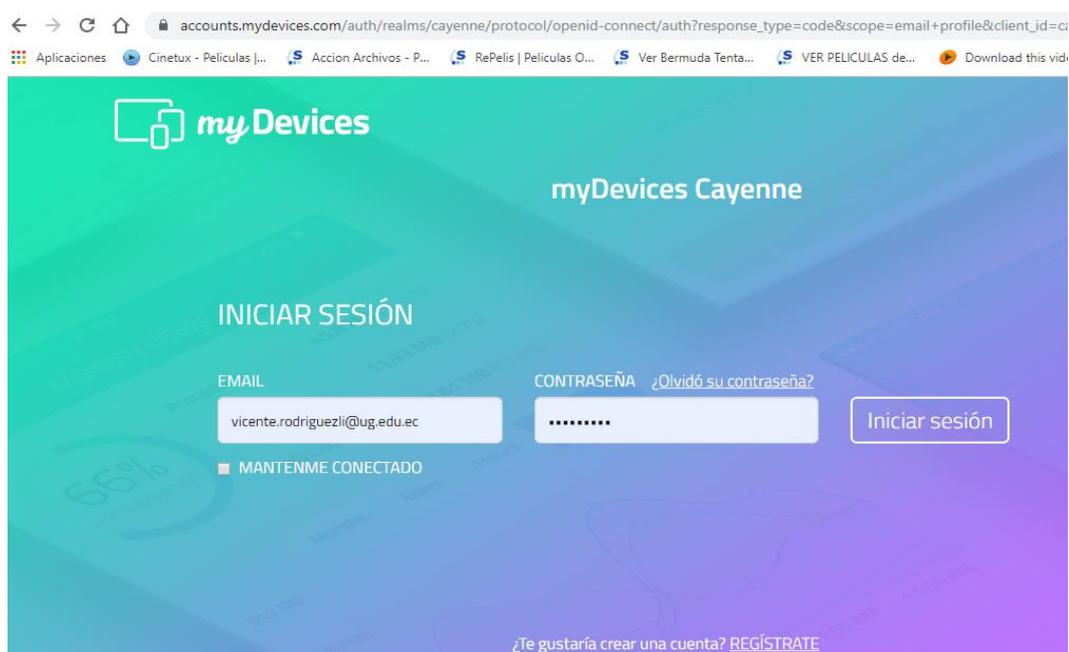
Autores: Vicente Rodríguez – Jonathan Luna

Anexo 2: Manual de usuario del sistema

Ingresamos a la plataforma cayenne nos registramos y creamos una cuenta de usuario con el siguiente link:

https://accounts.mydevices.com/auth/realms/cayenne/protocol/openid-connect/auth?response_type=code&scope=email+profile&client_id=cayenne-web-app&state=wrvMK0e2LFfcTN5D3v7JhaE6SyphlbVEQxD0jA9V&redirect_uri=https%3A%2F%2Fcayenne.mydevices.com%2Fauth%2Fcallback

Figura # 59. Página de inicio plataforma

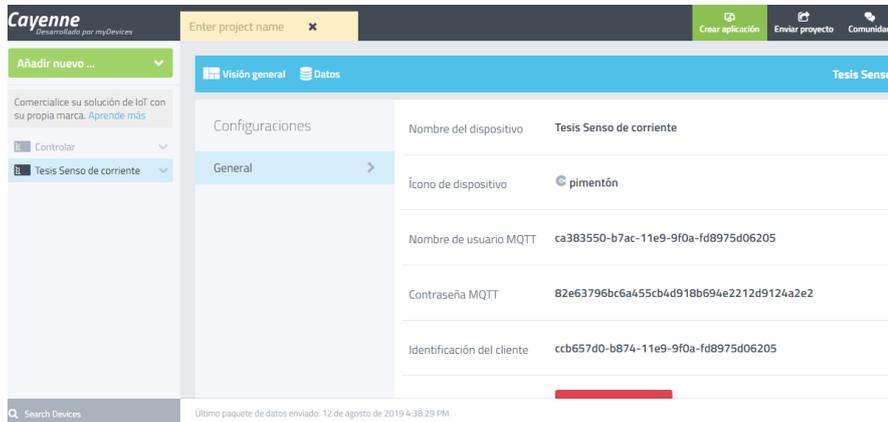


Fuente: https://accounts.mydevices.com/auth/realms/cayenne/protocol/openid-connect/auth?response_type=code&scope=email+profile&client_id=cayenne-web-app&state=wrvMK0e2LFfcTN5D3v7JhaE6SyphlbVEQxD0jA9V&redirect_uri=https%3A%2F%2Fcayenne.mydevices.com%2Fauth%2Fcallback

Autores: Cayenne (2018)

Y la plataforma nos generara nuestras credenciales que son MQTT, el pass y nuestra identificación de cliente.

Figura # 60. Generación de credenciales



Fuente: https://accounts.mydevices.com/auth/realms/cayenne/protocol/openid-connect/auth?response_type=code&scope=email+profile&client_id=cayenne-web-app&state=wrvMK0e2LFFcTN5D3v7JhaE6SyphlVEQxD0jA9V&redirect_uri=https%3A%2F%2Fcayenne.mydevices.com%2Fauth%2Fcallback

Autores: Cayenne (2018)

Las mismas que serán configuradas en la programación de la placa de comunicación NODE mcu SPE 8266 y así puedan tener comunicación la placa con la plataforma.

Figura # 61. Programación de nodos

```
8
9 // Información de autenticación de cayena Esto debe obtenerse desde el tablero de Cayenne.
10 char username[] = "14290780-38ec-11e7-afce-8d5fd2a310a7"; //USUARIO
11 char password[] = "8b29909313f1ef5712cd3fb963850deb56b0363b"; //CLAVE
12 char clientID[] = "d35b61e0-afdf-11e9-b01f-db5cf74e7fb7"; //ID CLIENTE
13
14 unsigned long lastMillis = 0;
15
16 void setup() {
17   Serial.begin(115200); //COMUNICACION CON EL PUERTO SERIE
18   Cayenne.begin(username, password, clientID, ssid, wifiPassword);
19   pinMode(2, OUTPUT);
20 }
```

Fuente: https://accounts.mydevices.com/auth/realms/cayenne/protocol/openid-connect/auth?response_type=code&scope=email+profile&client_id=cayenne-web-app&state=wrvMK0e2LFFcTN5D3v7JhaE6SyphlVEQxD0jA9V&redirect_uri=https%3A%2F%2Fcayenne.mydevices.com%2Fauth%2Fcallback

Autores: Cayenne (2018)

Reset de prototipo

El dispositivo cuenta con 2 botones el de encendido y el de reset y para configurar la red de internet debemos resetear el dispositivo y ponerlo en modo AP.

Figura # 62. Reset del Dispositivo



Fuente: Datos de Investigación

Autores: Vicente Rodríguez – Jonathan Luna

Figura # 63. Cambio a modo Access Point el dispositivo



Fuente: Datos de Investigación

Autores: Vicente Rodríguez – Jonathan Luna

Configuración de red en modo ap con modulo html

Nos conectamos a la red llamada tesisUG y su contraseña es“12345678”.

Figura # 64. Conectarse a la red

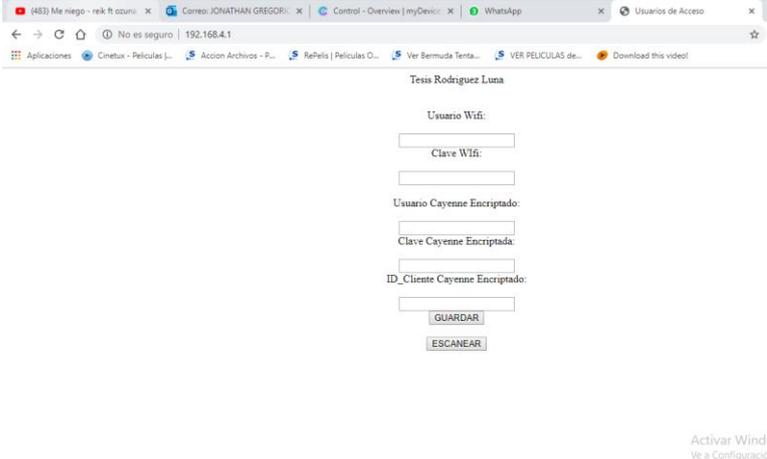
Tipo de acceso: Sin acceso a Internet
Conexiones:  Wi-Fi (TesisUG)

Fuente: Datos de Investigación

Autores: Vicente Rodríguez – Jonathan Luna

Ingresamos a la ip definida 192.168.4.1

Figura # 65 Pantalla de cambio de SSDI



The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying '192.168.4.1'. The page title is 'Tesis Rodriguez Luna'. The form contains the following fields and buttons:

- Usuario Wifi:
- Clave Wifi:
- Usuario Cayenne Encriptado:
- Clave Cayenne Encriptada:
- ID_Cliente Cayenne Encriptado:
- GUARDAR button
- ESCANEAR button

At the bottom right, there is a link: 'Activar Windi Ve a Configuración'.

Fuente: Datos de Investigación

Autores: Vicente Rodríguez – Jonathan Luna

Configuramos los parámetros requeridos por la red wifi y los datos del usuario cayenne

USUARIO MQTT - CONTRASEÑA - IDENTIFICACION DE CLIENTE

Figura # 66. Credenciales de Cayenne.

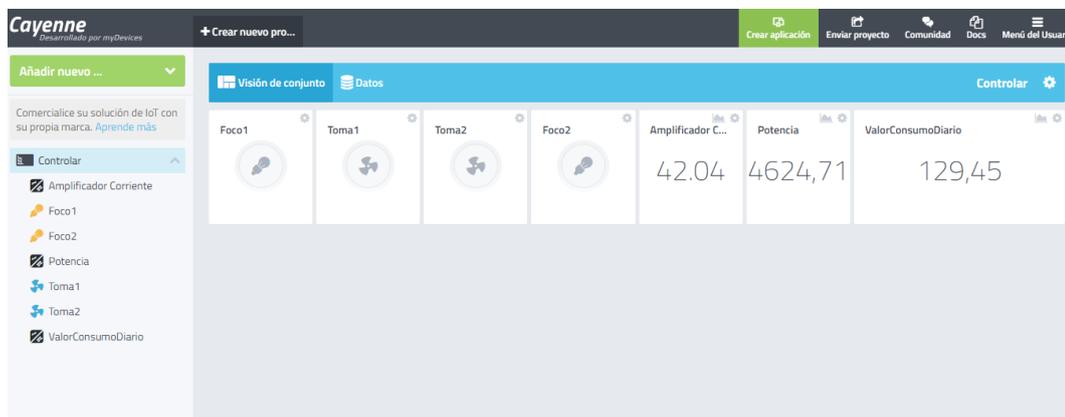
Nombre del dispositivo	Controlar	
Ícono de dispositivo	 pimentón	
Nombre de usuario MQTT	ca383550-b7ac-11e9-9f0a-fd8975d06205	
Contraseña MQTT	82e63796bc6a455cb4d918b694e2212d9124a2e2	
Identificación del cliente	ead66520-b87e-11e9-879f-4ff2bd1b7688	
Retire el dispositivo	Retire el dispositivo Esta acción no se puede deshacer	

Fuente: Datos de Investigación

Autores: Vicente Rodríguez – Jonathan Luna

Y con esta configuración nuestra plataforma open source Cayenne y nuestro prototipo tienen interconexión y empiezan a emitir datos entre sí.

Figura # 67. Vista de canales



Fuente: https://accounts.mydevices.com/auth/realms/cayenne/protocol/openid-connect/auth?response_type=code&scope=email+profile&client_id=cayenne-web-app&state=wrvMK0e2LFfcTN5D3v7JhaE6SyphlbVEQxD0jA9V&redirect_uri=https%3A%2F%2Fcayenne.mydevices.com%2Fauth%2Fcallback

Autores: Cayenne (2018)