



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL**

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES

Tema:

**SMART PDU PARA LOS ACCESS POINT PERTENECIENTES A LA
EMPRESA SAI TEL SUCURSAL LATACUNGA**

Trabajo de Titulación. Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo a la
obtención del título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones

ÁREA: Física y Electrónica

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Sistemas de Comunicación

AUTOR: Miguel Angel Bautista Acuña

TUTOR: Ing. Paulina Elizabeth Ayala Baño, Mg.

Ambato – Ecuador

Septiembre – 2022

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor de Trabajo de Investigación sobre el tema: SMART PDU PARA LOS ACCESS POINT PERTENECIENTES A LA EMPRESA SAITEL SUCURSAL LATACUNGA, elaborado por el señor Miguel Angel Bautista Acuña, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 15 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y el numeral 7.4 del respectivo instructivo.

Ambato, septiembre 2022.

Ing. Paulina Elizabeth Ayala Baño, Mg.

TUTOR

AUTORÍA

El presente proyecto de investigación titulado: SMART PDU PARA LOS ACCESS POINT PERTENECIENTES A LA EMPRESA SAI TEL SUCURSAL LATACUNGA, es absolutamente original, auténtico y personal. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, septiembre 2022.



Miguel Angel Bautista Acuña

C.C 0503505489

AUTOR

APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del Informe Final del Trabajo de Titulación presentado por el señor Miguel Ángel Bautista Acuña, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad de Proyecto de Investigación, titulado: SMART PDU PARA LOS ACCESS POINT PERTENECIENTES A LA EMPRESA SAITEL SUCURSAL LATACUNGA, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 17 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y al numeral 7.6 del respectivo instructivo. Para cuya constancia suscribimos, juntamente con la señora Presidenta del Tribunal.

Ambato, septiembre 2022.

Ing. Pilar Urrutia, Mg.
PRESIDENTA DEL TRIBUNAL

Ing. Julio Cuji
PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Santiago Manzano
PROFESOR CALIFICADOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación en favor de la Universidad Técnica de Ambato, con fines de difusión pública. Además, autorizó su reproducción total o parcial dentro de las regulaciones de la institución.

Ambato, septiembre 2022.



Miguel Angel Bautista Acuña

C.C 0503505489

AUTOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a Dios porque es quien me dio salud, sabiduría, paciencia, inteligencia y calma para culminar satisfactoriamente con el proyecto.

A mis Padres quienes fueron a lo largo de este tiempo de estudios mi apoyo incondicional tanto moral y económicamente, quienes me han brindado ánimos, sus consejos y confianza para seguir adelante y cumplir todas mis metas y propósitos. A mi madre por su esfuerzo, confianza y paciencia que me tuvo durante el tiempo que duro mi preparación.

Miguel Angel Bautista Acuña

AGRADECIMIENTO

A Dios, por ser mi fortaleza en cada día de mi vida y permitirme llegar a cumplir este tan anhelado sueño.

A mi Esposa Mónica y a mi Hija Astrid, por ser las personas quienes están conmigo en las buenas y en las malas, apoyándome siempre, brindándome su apoyo, comprensión y amor incondicional, por motivarme a ser mejor cada día y apoyarme para cumplir todos mis sueños y ser un pilar fundamental en mi vida.

A mis hermanos Yadira y Mauricio quienes me han brindado todo el cariño recibido, por todos los momentos de felicidad y tristeza compartidos de los cuales hemos salido juntos, por los ejemplos de superación y ánimos para salir adelante.

Agradezco a la Ing. Paulina Ayala quien fue la persona que me guio a lo largo del desarrollo de este proyecto, quien me brindo todo su apoyo y conocimientos para culminar con satisfacción mi trabajo de titulación.

Miguel Angel Bautista Acuña

ÍNDICE PÁGINAS PRELIMINARES

APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA	iii
APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO	iv
DERECHOS DE AUTOR	iv
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE PAGINAS PRELIMINARES	viii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
RESUMEN EJECUTIVO.....	xiii
ABSTRACT	xiv

ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO	iv
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE PÁGINAS PRELIMINARES	viii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
RESUMEN EJECUTIVO.....	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO	1
1.1 Antecedentes Investigativos.....	1
1.1.1. Contextualización del Problema	3
1.1.2. Fundamentación Teórica.....	5

Smart PDU	5
Sistemas de control y monitorización	5
Servicio de Internet	6
Radio enlaces.....	7
Redes Inalámbricas	8
Tipos de redes inalámbricas	8
Configuraciones de Red	10
Modo ad hoc o IBSS:	10
Modo infraestructura o BSS:.....	11
Modo ESS:	12
WIFI	13
IEEE 802	13
Diferencia entre el IEEE802.11 y WIFI.....	13
Redes de cable.....	14
Puntos de acceso inalámbrico	15
Sensores.....	18
Características de Sensores	18
Sensores de Temperatura	18
1.2 Objetivos	20
CAPITULO II.....	21
METODOLOGIA.....	21
2.1 Materiales.....	21
2.2 Métodos.....	21
2.2.1 Modalidad de la Investigación	21
2.2.2 Recolección de Información	22
2.2.3 Procesamiento y Análisis de Datos.....	22
2.2.4. Desarrollo del proyecto.....	23
CAPITULO III	24
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
3.1. Análisis y discusión de los resultados.....	24
3.2 Diseño del prototipo.....	25
3.2.1. Diseño de adquisición de variables de medición para el dispositivo Smart PDU	25
3.2.2. Diseño de la página web	25

3.2.3. Diseño de la carcasa.....	26
3.3. Implementación del prototipo	26
3.4. Desarrollo de la propuesta	27
3.4.1. Fase 1: Etapa de medición	27
3.5.2. Fase 2: Etapa de Comunicación.....	29
3.5.3. Fase 3: Etapa de Usuario.....	31
3.5.4. Fase 4: Etapa de control.....	34
3.5.5. Fase 5: Etapa de visualización	37
3.6. Programación del prototipo.....	40
3.7. Arquitectura del Smart PDU	42
3.8. Diagramas de flujo.....	43
3.9. Presupuesto	39
3.10. Pruebas de funcionamiento	40
3.10.1. Resultados con el prototipo implementado.....	41
CAPITULO IV	49
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
4.1. Conclusiones	49
4.2. Recomendaciones	49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
ANEXOS	54
Anexo 1. Programación del controlador – Arduino.....	54
Anexo 2 Programación del diseño en la página web	64
PROGRAMACIÓN PÁGINA LOGIN.....	64
Anexo 3 Programación de la página visualizar HMI del SMART PDU	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No. 1	Aspectos que el cliente valora para contratar un servicio de Internet.....	7
Figura No. 2	Redes inalámbricas de área personal.....	9
Figura No. 3	Red conectada por varios dispositivos	12
Figura No. 4	Escenario de simulación del modo BSS.....	12
Figura No. 5	Conexión de dispositivos al AP	16
Figura No. 6	Estructura AP autónomos.....	17
Figura No. 7	Estructura AP Controlados.....	17
Figura No. 8	Imagen del tomacorriente y led.....	37
Figura No. 9	Página principal de la interfaz del control.....	38
Figura No. 10	Interfaz de control	38
Figura No. 11	Visualización de la temperatura	39
Figura No. 12	Visualización del historial de variables de corriente.....	39
Figura No. 13	Visualización del historial de la corriente en un archivo TXT	40
Figura No. 14	Arquitectura del SMART PDU	42
Figura No. 15	Diagrama de flujo del proceso de funcionamiento del prototipo.....	37
Figura No. 16	Diagrama de flujo del proceso de funcionamiento del prototipo.....	38
Figura No. 17	Pruebas de laboratorio de modificación.....	40
Figura No. 18	Implementación del prototipo en los Access point de la empresa SAITEL	40
Figura No. 19	Pruebas del prototipo en las antenas de la empresa SAITEL.....	41
Figura No. 20	Presentación del prototipo final a la empresa SAITEL.....	41
Figura No. 21	Tiempo de duración del servicio entre el año 2021 y 2022	43
Figura No. 22	Cálculo de error de temperatura.....	44
Figura No. 23	Cálculo de error de corriente.....	45
Figura No. 24	Ingreso de contraseñas para validad por defecto.....	46
Figura No. 25	Ingreso de campos vacíos.....	46
Figura No. 26	Ingreso de contraseña correcta	46

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°. 1	Cuadro comparativo de sensores.....	27
Cuadro N°. 2	Cuadro comparativo de sensores de temperatura.....	28
Cuadro N°. 3	Cuadro comparativo de sensores de temperatura.....	29

Cuadro N°. 4 Cuadro comparativo de sensores de temperatura.....	30
Cuadro N°. 5 Cuadro comparativo de arduinos	35
Cuadro N°. 6 Cuadro comparativo de módulos	36
Cuadro N°. 7 Datos de tiempo del servicio sin implementar el prototipo	42
Cuadro N°. 8 Datos de tiempo del servicio sin implementar el prototipo	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°. 1 Capa de enlace de datos y capa física	14
Tabla N°. 2 Grupos de trabajo del Comité de Normalización IEEE 802	15
Tabla N°. 3 Dispositivos de medición de temperatura	19
Tabla N°. 4 Rangos de temperatura métodos más comunes.....	19

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo el desarrollo de un Smart PDU para los access point pertenecientes a la empresa SAITEL sucursal Latacunga, el mismo que permitió el monitoreo, administración y control del consumo energético conectado a varios dispositivos. La PDU brindó un acceso remoto de red a datos de instalaciones en tiempo real garantizando la máxima disponibilidad y cumplimiento de las exigencias de eficiencia. Las empresas ISP (Internet Service Provider) presentaron problemas con los microcortes afectando a la calidad de servicio al usuario y la confiabilidad de la operadora de internet, es decir, que el servicio de internet sea demasiado lento para los clientes o no se pueda acceder a él. Para la ejecución del presente proyecto se empleó una investigación aplicada y experimental con la construcción de un smart PDU que permitió el control ON-OFF y monitoreo energético de access point de forma remota con la finalidad de identificar la inhibición de estos. El prototipo está conformado por dos etapas, ya que se ejecutó varias pruebas directamente en los nodos, observando si el control remoto permitió la energización y desenergización del tomacorriente para que se pueda reiniciar el sistema con un correcto funcionamiento que aportó a la mejora del proceso de mantenimiento y revisión de los equipos, a su vez garantizando un mejor servicio a sus usuarios.

Palabras clave: Smart PDU, Access Point, prototipo y microcortes,

ABSTRACT

The objective of this research project is to develop a Smart PDU for the access points belonging to the SAITEL Latacunga branch company, which will allow monitoring, managing, and controlling the energy consumption connected to various devices. The PDU will provide remote network access to facility data in real time ensuring maximum availability and meeting efficiency demands. ISP (Internet Service Provider) companies have problems with microcuts affecting the quality of service to the user and affecting the reliability of the internet operator. The SAITEL company is an ISP that has presented constant microcuts in the access points, causing the internet service to be too slow for customers or not to be accessed. For the execution of this project, an applied and experimental research will be used with the construction of a smart PDU that allows remote ON-OFF control and energy monitoring of the access point in order to identify their inhibition. This prototype will generally be formed in two stages through the execution of several tests directly on the nodes to see if the remote control allows the energization and de-energization of the outlets and, in turn, the system can be restarted with a correct operation that contributes to the improvement of the process of maintenance and revision of the equipment and in turn guarantee a better service to its users.

Keywords: Smart PDU, Access Point, prototype and microcuts

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes Investigativos

Al analizar varias fuentes de investigación para el proyecto de titulación, se descubre que el desarrollo de este tipo de sistema de control de tomacorrientes tiene un campo más acogido en la domótica, debido a la gran tendencia que poseen los seres humanos para adaptar sus necesidades a los lugares donde habitan. Existen varias innovaciones en el mundo de los hogares que permiten controlar dispositivos tecnológicos como los electrodomésticos o un control de consumo eléctrico residencial automatizado, a continuación, se realiza un pequeño resumen con algunos ejemplos de los dispositivos que permiten trabajar con la automatización de tomacorrientes:

Hablar sobre este prototipo ingresa los temas relacionados con el término Smart como lo menciona la empresa D-Link, los Smart Plug son dispositivos compactos, multifuncionales y de fácil uso, que permiten monitorizar y controlar los aparatos eléctricos de un hogar desde cualquier lugar. Este ensamblado con sensores térmicos que ayudan a evitar un sobrecalentamiento innecesario. Se menciona además que el dispositivo trabaja con su propia Aplicación mydlink Home.[6]

En el año 2020 Hussain Muhammad Majid, Siddique Muhammad, Raees Ahmad, Nouman Muhammad, Javed Waqas y Razaq Abdul realizaron una investigación titulada “Gestión de energía a través de redes inteligentes e infraestructura de medición avanzada”, describen sobre la infraestructura de un Smart PDU que mejora los nuevos estándares tecnológicos para que la energía sea entregada constantemente y el sistema esté bien administrado, el prototipo permite monitorear y ajustar el uso de la electricidad. El proyecto fue desarrollado de acuerdo a la selección de componentes eléctrico y electrónicos necesarios para la realización de los esquemas y el desarrollo del código de control, el resultado esperado producto de la ejecución del proyecto fue una red inteligente que permite la comunicación directa con el equipo del usuario final para reducir el consumo durante los períodos pico y la resolución de problemas en tiempo real, con tales mejoras los aumentos de eficiencia reducen costos de operación y mantenimiento.[7]

En el año 2019, en la revista ITCA FEPADE, se publicó una investigación proveniente de Salvador, denominada “Plataforma IOT para el control y monitoreo de variables físicas con tecnología open hardware”, el proyecto consiste en el diseño e implementación de una plataforma IoT para el monitoreo de variables físicas con fines didácticos utilizando tecnologías asociadas al Internet de las Cosas ,esta plataforma IoT permite el control de cargas eléctricas y el monitoreo de variables tales como: corriente eléctrica, potencia eléctrica, energía eléctrica y temperatura de áreas específicas. Los resultados obtenidos permiten visualizar y controlar variables físicas desde un smartphone, una computadora o una tablet que estén conectados a la Red.[8]

También en el año 2018 Faisal Muhammad, Walter Thomas, Montenegro Sergio en su tema de investigación titulada “Unidad de distribución de energía (PDU) para una red informática distribuida”, el proyecto tiene como objetivo ofrecer un sistema completamente fiable y eficaz desde el punto de vista operativo, sistemas informáticos con recursos físicos mínimos para pequeños satélites en misiones orbitales e interplanetarias. En este proyecto presentan el módulo de hardware y software para una PDU inteligente que ofrece las capacidades para distribuir la energía, supervisar el consumo de corriente y carga y transmite todos sus parámetros al administrador, esta PDU se basa en la técnica Microcontrolador ARMCortex M4 que se utiliza bajo un tiempo real del sistema operativo.[9]

En el año 2018 Jessica Solórzano realizo una investigación titulada “Sistema smart home para la eficiencia del consumo de energía eléctrica”, describe el diseño e implementación de un sistema inteligente para hogares o SMART HOME, el cual permite tener un control remoto y manual de iluminación, monitorización de intrusos, reducción de recursos eléctricos a más de un sistema de seguridad basado en cámaras. Constituido por dos etapas en el apartado del control, uno de forma remota a través de mensajes de WhatsApp y el otro de forma manual con ayuda de una interfaz HMI. El sistema tiene un monitoreo del proceso de los dispositivos del hogar, los resultados obtenidos permite la activación remota de luces, consulta de los estados de los sensores de humedad, humo, movimiento, flujo, en caso de incendio se recibirán notificaciones de alertas a través de la aplicación de WhatsApp, aquí se destaca que para la automatización de algunos procesos es importante tener en cuenta las protecciones a

la circulación de corriente y los picos de tensión que se presentan al trabajar con la línea de tensión eléctrica de 120 V.[10]

En el año 2016 según Álvarez Karol y Palaguachi Isaías en su tema de investigación titulada “Diseño de un módulo didáctico para sistemas de control domotico con aplicaciones de video vigilancia supervisado por un teléfono móvil”, hablan sobre la implementación de tecnologías eléctricas, electrónicas y de comunicación para realizar un sistema de control Domótico capaz de automatizar una vivienda utilizando tecnologías Insteon, respecto al diseño eléctrico detalla que las terminales de tomacorriente se encuentran conectados a fusibles por protección, los resultados obtenidos permite el monitoreo de sensores de movimiento , dinamización de luces y control de tomacorrientes desde un teléfono móvil Android o manualmente dese el keypadlink o los actuadores.[11]

1.1.1. Contextualización del Problema

Dentro de las empresas ISP (Internet Service Provider), uno de los principales problemas que se presenta son los microcortes en el servicio; se trata de cortes constantes o intermitentes durante algunas horas creando una baja calidad de servicio para el usuario y a la vez generando una mala imagen a la empresa operadora de internet. Los estudios realizados en algunas investigaciones describen que los equipos electrónicos necesitan el consumo de energía eléctrica controlada y monitorizada para saber si existe el suministro necesario de energía en todas las unidades conectadas. Los usuarios de internet indican que prefieren que se les informe de cortes prolongados con antelación, antes de pasar por continuos microcortes o que la velocidad contratada por el cliente disminuya frecuentemente y sea inestable.[1] Los clientes siempre elegirán el servicio sin ningún corte o microcortes para sus actividades diarias.

El servicio de internet a nivel nacional es bastante demandado hoy en día, en los últimos años se han emitido gran número de permisos para las empresas ISP, pero es muy común que en ocasiones presten mal servicio a los clientes por una baja cobertura debido a algunos problemas de infraestructura, cortes de energía eléctrica, falta de cobertura o saturación en sus redes afectando directamente a los beneficiarios (estudiantes, instituciones y trabajadores) que tienen la necesidad de utilizarlo.[2]

A continuación, se describen algunas razones que pueden provocar estos microcortes: como el ancho de banda insuficiente, configuraciones sin protocolo y elección errónea de los equipos; destacando como principal problema la sobrecarga de energía eléctrica en los tomacorrientes que hacen que la empresa pierda el 100% de efectividad en la calidad del servicio.[1]

Con respecto a la sobrecarga de energía eléctrica se pueden producir por problemas de cableado, puesta a tierra, transformadores en mal estado y sobrecargas del CPU que conllevan a los reinicios continuos de los equipos.[1] Cuando se produce una subida o bajada de tensión puede dar lugar a una sobrecarga eléctrica o incremento de la corriente. Sin embargo, existen otras variaciones en la electricidad que también pueden producir sobrecarga eléctrica, como una tensión discontinua o una demanda excesiva de corriente.[3] Los relámpagos también pueden causar una sobrecarga eléctrica severa a los equipos de comunicación como puntos de acceso, puentes, antenas y transmisores mediante los cables de antena y Ethernet.[4] Actualmente para solucionar estos problemas es a través de una prueba ping de conexión entre sus dispositivos, los técnicos encargados de dar solución a este tipo de problema sugieren reiniciar dichos equipos, pero el tiempo que se ocupa en el proceso de dirigirse hasta el lugar para poder realizar este procedimiento se convierte en acciones que provocan un tiempo más prolongado para la habilitación del servicio, creando como consecuencia malestar en el cliente.[5]

Con el estudio y análisis de las causas que se hace referencia anteriormente, lo que busca el presente proyecto es la identificación de variaciones de energía por sobrecargas eléctricas para brindar un servicio de calidad y beneficiar inmediatamente al consumidor.[2] La empresa SAITEL es un ISP que presenta continuamente microcortes debido a diferentes problemas de energía eléctrica en los puntos de acceso, ocasionando que el servicio de internet este demasiado lento para los clientes o no se pueda acceder a él.

En vista de los problemas mencionados es necesario desarrollar un smart PDU que permita controlar el reinicio de los equipos de manera remota, este producto es muy escaso a nivel nacional, ya que este controlador con este tipo de funcionalidad se vuelve demasiado costoso para poder exportar e implementar en algunos puntos de acceso que manipula la empresa, destacando que las características físicas que

presentan los smart PDU que están destinados a la automatización de hogares no cumplen con los requerimientos para poder desempeñarse en un ambiente externo.

Directamente los beneficiarios de este proyecto son la empresa SAITEL debido que se va instalar el prototipo en uno de sus nodos que presentan dichos problemas diariamente, mencionando que cualquier empresa ISP que presente estos mismos problemas podría hacer uso de este dispositivo, por ello se plantea como funciones esenciales de esta herramienta que permita controlar el encendido y apagado de sus puntos de acceso ubicados en las radios bases y la monitorización de corriente de este prototipo a través de una red de sensores, por medio de una interfaz gráfica con acceso a internet.

1.1.2. Fundamentación Teórica

Smart PDU

Una unidad de distribución de energía inteligente (PDU) es una fuente de alimentación para dispositivos de TI en un bastidor de servidores que está conectado en red para permitir el monitoreo remoto de energía y ambiente en tiempo real. Las smart PDU, también conocidas como PDU inteligentes, permiten una mejor gestión de la infraestructura de TI para mejorar el tiempo de actividad, la eficiencia, la planificación de la capacidad y el consumo de energía.[12]

Características:

- Gestión remota.
- Sensores ambientales.
- Actualizaciones de firmware
- Notificaciones de trampas SNMP.
- Gestión de seguridad.

Sistemas de control y monitorización

Un sistema de control es el conjunto de elementos o partes organizadas que interactúan entre sí, valorizando el cumplimiento de sus objetivos mediante parámetros de control estipulados y aplicando medidas correctivas en el caso de desviarse de los objetivos para satisfacer una función deseada.[13]

La Monitorización ayuda a establecer un seguimiento de valores adoptados por sensores que conforman la red. Es así como, los sistemas de monitorización poseen un interfaz que ayuda a identificar los datos capturados ya sea en una computadora, teléfono celular o Tablet. En base a los datos obtenidos de estadísticas, gráficas, entre, otras. Por ello, esta etapa es pasiva pues es solo una consulta de datos que no infiere en el sistema.[14]

Para poder desarrollar el dispositivo es importante conocer que un sistema de control se define como un sistema dinámico de dispositivos que gestiona, ordena, regula el comportamiento de otros dispositivos o sistemas para lograr un resultado deseado. Un sistema de control trabaja con bucles de control, que son un proceso diseñado para mantener una variable del proceso en un punto de ajuste deseado, es decir es un sistema que controla otros sistemas.[15]

En los últimos años han desempeñado un papel fundamental en el desarrollo y el avance de la tecnología y la civilización modernas. Prácticamente todos los aspectos de la vida cotidiana se ven afectados en mayor o menor medida por algún tipo de sistema de control, por ejemplo: El aire acondicionado, El frigorífico, La plancha automática, Procesos dentro de un automóvil.[15] La principal característica de un sistema de control es que debe existir una relación entre la entrada y la salida del sistema.[15]

Servicio de Internet

El mundo del internet ha permitido revolucionar varios aspectos de la sociedad, ya que se ha transformado en una herramienta de consulta, desarrollo y trabajo; por esta razón las empresas proveedores de servicios de Internet han alcanzado una gran acogida a nivel global. Las empresas ISP al trabajar con diferentes formas de conexión a la red como por acceso telefónico, ADSL, cable módem, red de telefonía móvil, acceso inalámbrico entre otras, tratando de conectar eficientemente a sus usuarios a internet lo primero que buscan y se proponen es que su efectividad no disminuya de un 100% y así el usuario tenga disposición del servicio las 24 horas del día, los 7 días de la semana.[16]

Específicamente en el Ecuador en estos tiempos el tener acceso a internet en todos los entornos en los que se moviliza el usuario se ha convertido en una necesidad primordial y por ende ha provocado que la demanda en el mercado ecuatoriano de este servicio crezca inmensamente registrando hasta 10.17 millones de usuarios de internet, lo que representa que el 78,8% de la población accede a este servicio.[17]

Es aquí entonces en donde brindar un servicio de calidad por parte de las empresas ISP de Ecuador se convierte en su principal objetivo, para entender de mejor manera las características que el usuario busca para realizar un contrato con el servicio de internet se mencionará a continuación en la Figura 1.[18]

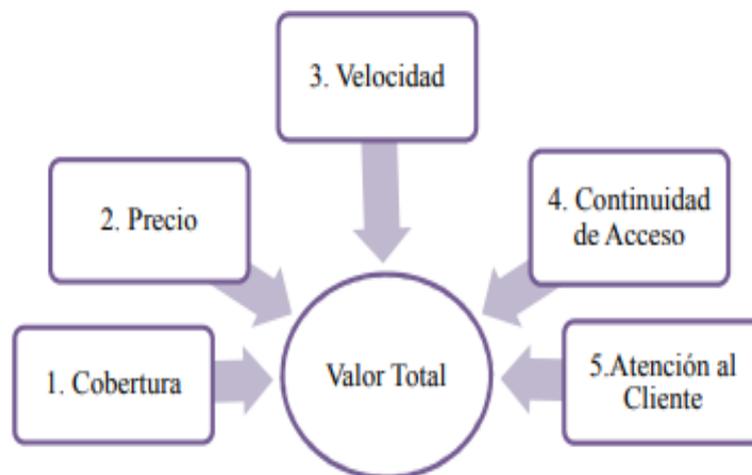


Figura No. 1 Aspectos que el cliente valora para contratar un servicio de Internet
Fuente:[18]

Radio enlaces

Los radios enlaces son conexiones entre dos o más antenas que trabajan con ondas electromagnéticas para transmitir datos, permiten brindar servicios de telefonía móvil, WiMax, Internet, operador VoIP entre otras. Está conformado por repetidoras intermedias, estaciones terminales con antenas, equipos transceptores y elementos de supervisión y reserva.[19]

El funcionamiento de este radio enlace inicia cuando una antena envía los datos a otra, permitiendo llevar los servicios mencionados a lugares que por una ubicación geográfica complicada implica algunas dificultades y mayores costos para llegar, por

esta razón se puede definir al radio enlace como un sistema en serie, es decir que si un enlace presenta fallos se pierde la comunicación en la red, como solución a esto se:[19]

1. Instala equipos en cada nodo para que tengan un alto nivel de disponibilidad y confiabilidad,
2. Utiliza sistemas de supervisión y control con un alto rendimiento para reconocer fácilmente un error.

Por este motivo para constituir una empresa ISP, es importante contar con tres elementos fundamentales como:[19]

1. Proveedores ISP
2. Ubicación estratégica de la torre matriz
3. Equipos para el nodo principal y clientes

Redes Inalámbricas

Una red inalámbrica es un conjunto de dispositivos informáticos conectados entre sí a través de soluciones que no necesitan claves de interconexión, ya que solo es importante la instalación de una red inalámbrica en el computador para operar y realizar una configuración interna, es decir que, instalar una red inalámbrica es un proceso más fácil que la instalación de una red de cableado común, ya que las redes inalámbricas permiten a sus usuarios movilizarse libremente sin perder la calidad de la comunicación. [20]

Tipos de redes inalámbricas

Estas se pueden clasificar en varias formas dependiendo del criterio de utilización. A continuación, se clasifica los sistemas de comunicaciones inalámbricos con relación a su alcance (distancia máxima situada entre las dos partes de las comunicaciones inalámbricas), las redes inalámbricas según su alcance con:

- Las redes inalámbricas de área personal o WPAN (Wireless Personal Área Network), son redes inalámbricas de corto alcance ya que solo se interceptan en áreas con cierta distancia de metros. Estas se utilizan comúnmente para conectar dispositivos periféricos como: impresoras, teléfonos o asistentes personales digitales (PDA) además se le puede conectar a computadoras que se encuentren cerca de la periferia, como se muestra en la Figura No.2 [21]



Figura No. 2 Redes inalámbricas de área personal

Fuente: [21]

- ✓ Las redes inalámbricas de área local o WLAN (Wireless Local Área Network), estas redes tradicionales cableadas tienen tres categorías.
 - WWAN/MAN (Wireless Wide Area Network/Metropolitan Area Network)
 - WLAN (Wireless Local Area Network)
 - WPAN (Wireless Personal Area Network)

En la primera WWAN/MAN que cubren un área de decenas y hasta miles de kilómetros, mientras que, las LAN tienen un área que va desde varios metros hasta decenas de metros. Y por último una nueva categoría PAN, que comprenden desde metros hasta 30 metros [22].

- ✓ Las redes inalámbricas de área metropolitana o WMAN (Wireless Metropolitan Área Network), las WMAN se refiere a una red inalámbrica instalada en una misma área metropolitana. Es así como, se realizan conexiones que estén dentro de las periferias siempre y cuando sean conexiones inalámbricas, no obstante, estas poseen un mayor alcance de varios kilómetros.

Por ende, es más compleja que una simple red Wi-Fi doméstica o de un sitio comercial.

En este tipo de redes se debe evitar el mucho cableado. Ya que simplemente puede conectar de manera inalámbrica gracias a la utilización de ondas de radio o luz infrarroja para transferir los datos. Por ello se dice que las WMAN poseen un alcance de conexión mayor que una WLAN común [23].

- ✓ Redes globales o de área amplia WWAN, son redes de gran escala que tiene una radio de países e incluso continentes. No conectan sistemas individuales, sino otras redes como LAN o MAN. Estas redes WAN pueden ser gestionadas por instituciones que necesiten conexiones a grandes distancias o puedes estar situadas en puntos públicos.

Dichas redes pueden extenderse en áreas geográficas y conectarse a redes más pequeñas, ya que, solo se la utilizan en sectores profesionales. Además, las WAN públicas pueden ser gestionadas por proveedores de servicios de Internet para permitir a sus clientes el acceso a este [24].

Configuraciones de Red

Las redes inalámbricas al igual que la cableada, pueden interconectar todo dispositivo informático que permita instalar un dispositivo inalámbrico reduciendo la utilización de cables, facilitando la instalación y disminuyendo tiempos. Al usar radiofrecuencias para comunicación, permite unir zonas a las cuales el cable en normales condiciones no puede llegar por varias limitaciones logísticas. Además, este tipo de redes permiten la transmisión en tiempo real de usuarios, generando grandes ventajas de servicio y productividad.

A su vez, las redes inalámbricas WIFI permiten varias configuraciones a modos:

- **Modo ad hoc o IBSS:**

Las redes inalámbricas ad hoc permiten ejecutarse a través de una conexión directa de terminales sin que exista la intermediación de un access-point. Por ello, se crean conjuntos de servicios básicos (IBSS – Independent Basic Service Set). Dichos terminales inalámbricos logran comunicarse directamente entre sí.

No obstante, el número de dispositivos es limitado gracias a los problemas de coordinación y de aparición de colisiones. Este tipo se constituye cuando dos dispositivos de placa con red inalámbrica están uno dentro del área del otro. En este contexto solo se requiere compartir un conjunto común de lineamientos básicos (frecuencia, SSID, etc.) para lograr comunicarse.

- ✓ La primera terminal está determinada por las normativas de radio y del nombre del grupo (SSID).
- ✓ La segunda estación permite identificar un nombre de agrupamiento ajustándose a los lineamientos conjuntos definidos en la primera estación.
- ✓ Como resultado de las estaciones se forma un equipo conocido como red ad hoc. Es así como, comúnmente estos sistemas operativos se diseñan gestionando un tipo de red fácil de configurar.

Los BSS no son más que el conjunto de servicios básicos establecidos dentro de un área que permite el acceso a una computadora gracias a una conexión inalámbrica. Ya que los operadores en una red ad hoc se comunican sin la necesidad de otros dispositivos (AP, conmutador, etc.), el BSS en una red ad hoc se denomina IBSS. Por ejemplo, la conexión y comunicación inalámbrica de un operador se le llama red ad hoc, IBSS o red punto a punto (inalámbrica) [25].

- **Modo infraestructura o BSS:**

En dicha infraestructura, la red se modela con un punto de acceso (Access Point, AP), un servidor Ethernet que alberga a la aplicación. La figura no. 3 muestra el modelado BSS con siete usuarios. Gracias al nodo central llamado punto de acceso (AP) permite el enlace con todas las estaciones inalámbricas ubicadas en la zona de cobertura del AP. Pues a comparación del IBSS, en BSS las estaciones no se logran comunicar directamente, sino que, dichas comunicaciones deberán pasar obligatoriamente por un AP encargado de gestionar la información y direccionarla.



Figura No. 3 Red conectada por varios dispositivos
Fuente: [22]

- **Modo ESS:**

ESS no es más que un Conjunto de Servicios Extendido. Una modalidad que ayuda a formar una red inalámbrica creada por más de un punto de acceso. Así esta puede expandirse en un área de cobertura de la red que está constituida por un conjunto de celdas unidas unas a otras. Así se determina que una red ESS está conformada por varias redes BSS. Asimismo, la configuración ESS ayudar a formar una red local inalámbrica constituida con una amplia área de cobertura, gracias a que se disponen de múltiples celdas BSS, cada una con su punto de acceso. En dicha configuración, los terminales pueden trasladarse por toda el área de acceso sin disipar la comunicación. Por esto, la configuración ESS puede resultar interesante a la vez que se utiliza para cubrir una amplia área de oficinas que pueden a su vez estar ubicadas en distintas plantas, un espacio público o lugares de concentración masiva como terminales, lugares en donde poseer un solo punto de acceso resulta insuficiente.

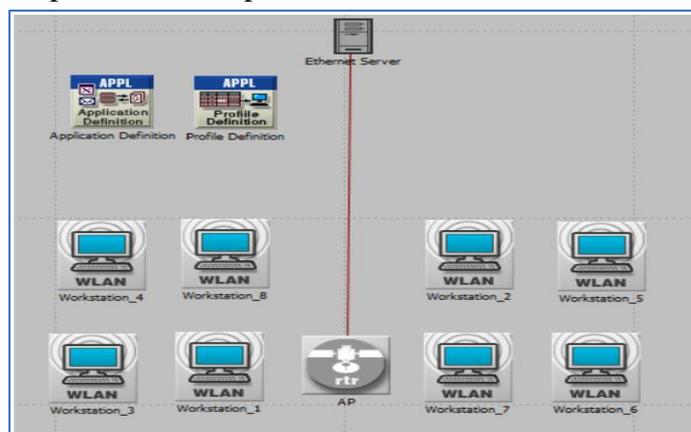


Figura No. 4 Escenario de simulación del modo BSS
Fuente: [26]

WIFI

La tecnología WIFI refiere a la WI-FI Alliance, es decir, es una organización sin fines de lucro conformado por un equipo de fabricantes que tienen el fin de promocionar la utilización de la tecnología inalámbrica en redes de área local, y que ésta sea compatible con los fabricantes relacionados con los estándares IEEE 802.11.

La propagación del uso de esta tecnología ha sido rápida, tanto que se presupone que en un par de años el 90% de los dispositivos tengan WIFI [27]. Gracias a sus importantes ventajas de conectividad, abaratamiento y facilidad de implantación de redes LAN, en aplicaciones y dispositivos móviles, creando espacios de comunicación inmediato y al alcance de la economía promedio.

Actualmente existen dos tipos de comunicación WIFI:

- ✓ 802.11b, que emite a 11 Mb/seg
- ✓ 802.11g, más rápida a 54 MB/seg

IEEE 802

IEEE 802 es parte de la familia de referentes a redes de área local (LAN) y metropolitanas (MAN). Por definición los estándares IEEE 802 restringen a redes que direccionan a paquetes de tamaño variable. Los estándares IEEE 802 se establecen gracias al comité de estándares LAN/MAN (LMSC) del IEEE que constituyen un trabajo individual en cada una de las 22 áreas que incluye. El IEE802.11 (LAN inalámbricas) y el IEEE 802.16 (Acceso Inalámbrico de Banda Ancha) son parte de las áreas[28].

Diferencia entre el IEEE802.11 y WIFI

Wi-Fi es una “marca” establecida por una licencia gracias a la alianza Wi-Fi con los dispositivos que cumplen las exigencias para la interoperabilidad entre dispositivos basados en el estándar IEEE 802.11, es así como, Wi-Fi es parte de una aplicación generada en una gama de aplicaciones implementadas por el estándar IEEE802.11. Dicho estándar que establece las características de operación que posee la tecnología inalámbrica en la operación, con el objetivo de formar una compatibilidad entre dispositivos del mismo tipo. Los estándares 802.11 determinan por los niveles del

modelo OSI para establecerse con las conexiones inalámbricas que usan ondas electromagnéticas, así:

- La capa física (PHY) que constituye tres modelos de codificación de la información.
- La capa de enlace de datos constituida por más subcapas: control de enlace lógico (LLC) y control de acceso al medio (MAC).
- La capa física está establecida por una modulación de ondas de radio y señalización que transmite los datos hasta que la capa de enlace defina la interfaz entre el transmisor y la capa física, proceso parecido al método estándar Ethernet, Generalmente, el estándar 802.11 posee tres capas físicas que determinan los modos de transmisión.

Tabla N°. 1 Capa de enlace de datos y capa física

Capa de enlace de datos (MAC)	802.2		
	802.11		
Capa física (PHY)	DSS	FHSS	INFRARROJO

Fuente: [22]

Redes de cable

De las siete capas del modelo OSI la norma IEEE 802 está establecida por los temas relacionados a: las capas físicas y de enlace. Como técnica de acceso que determinó la IEE 802 se dirigió para las redes de cable [29].

Asimismo, se empezó a establecer los primeros participantes de 802 expuesta en la Tabla no. 2.

- IEEE 802.3 está definida por la tecnología CSMAICD (Carrier Sense Multiple Access With Collision Detection) conocida como Ethernet, Sin embargo, dichas capas se basan en el CSMA/CD, IEE 802.3 como estándar.
- IEEE802.4 está determinada por la tecnología tokenbus o red de área local con paso de testigo.
- IEEE 802.5 se establece por la tecnología tokenring o red de área local en anillo.

Tabla N°. 2 Grupos de trabajo del Comité de Normalización IEEE 802

802.1	Normalización de interfaz
802.2	Control de enlace lógico
802.3	CSMA / CD (ETHERNET)
802.4	Token bus
802.5	Token ring
802.6	MAN (ciudad) fibra óptica)
802.7	Grupo Asesor en Banda Ancha
802.8	Grupo Asesor en Fibras ópticas
802.9	Voz y datos en LAN
802.10	Seguridad
802.11	Redes inalámbricas WLAN
802.12	Prioridad por demanda
802.13	Se ha evitado su uso por superstición
802.14	Módems de cable
802.15	WPAN (Bluetooth)
802.16	Redes de acceso metropolitanas sin hilos de banda ancha
802.17	Anillo de paquete elástico
802.18	Grupo de Asesoría Técnica sobre Normativas de Radio
802.19	Grupo de Asesoría Técnica de Coexistencia
802.20	Mobile Broadband Wireless Access
802.21	Media Independent Handoff
802.22	Wireless Regional Área Network

Fuente: [22]

Puntos de acceso inalámbrico

Los AP o WAP (Access point o Wireless Access point) son ciertos dispositivos que ayudan a iniciar una conexión inalámbrica de ciertos equipos, pero, asimismo crean una red inalámbrica externa (local o internet) que pueden interconectar dispositivos móviles. Dicha red inalámbrica se la llama WLAN (Wireless local área network) y es usada comúnmente para disminuir las conexiones cableadas [30].

Los usos básicos de los AP son:

- Crear un acceso inalámbrico LAN de un cierto entorno de conexión.
- Determinar el acceso a una red inalámbrica de ciertos clientes.
- Reubicar la conexión local a varios lugares que no cuenten con dicho servicio, sin disipar el ancho de banda con repetidores.
- Proteger las áreas gracias a establecer una conexión segura, ayudando a la reducción del cableado.
- Admite interconexiones entre dispositivos convencionales e inalámbricos conectados a un switch.

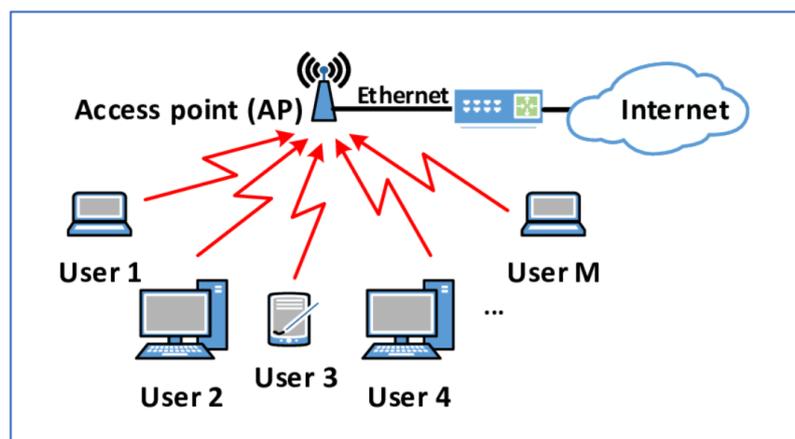


Figura No. 5 Conexión de dispositivos al AP

Fuente: [30]

Los AP como se mostró en la Figura No.5 es una técnica que ha permitido solucionar varios problemas de conectividad y comunicación, ya que elimina por completo el cableado, ayudando a la movilidad, estética y ahorro de instalaciones. Es decir, los puntos de acceso hoy por hoy son el elemento principal de la comunicación en redes inalámbricas, pues además es el puente de interconexión con las redes fijas e internet.

Habitualmente los AP utilizan conexiones a otras redes, por esto se debe tomar en cuenta que, no se debe fijar en las características del router del punto de acceso: DHCP, NAT o propiedades de firewall, pues estas ayudan a la configuración y manejo de otras redes.

Los Access Point se muestran como un dispositivo inalámbrico que funcionan gracias al trabajo en la capa 2 de un modelo OSI, así ayuda a acceder a una red configurada previamente establecida. Según [31] existen dos modos de operación:

1. **Access Point Autónomo:** Se constituye mediante una configuración personalizada e independiente en cada AP previamente instalada en una red, como se muestra la estructura de AP en la Figura No.6.

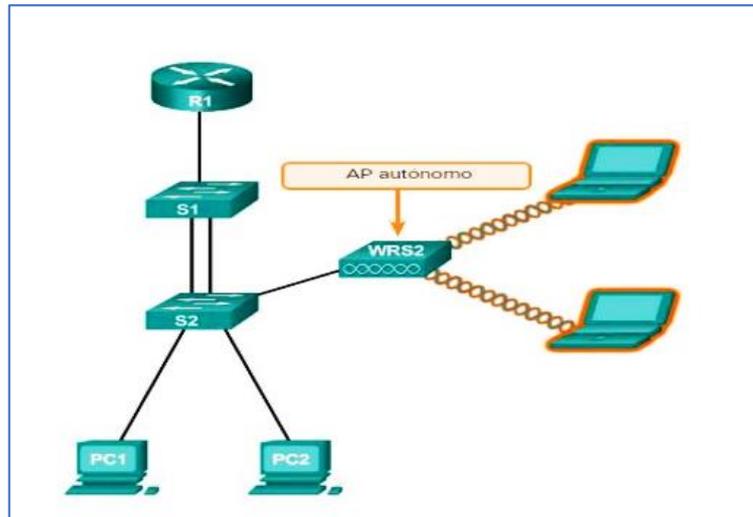


Figura No. 6 Estructura AP autónomos

Fuente: [31]

2. **Access Point Controlados:** En relación y diferencia con los AP autónomos, este dispositivo cuenta con un protocolo llamado LWAPP que proporciona al Wireless LAN Controller un control centralizado de los AP.

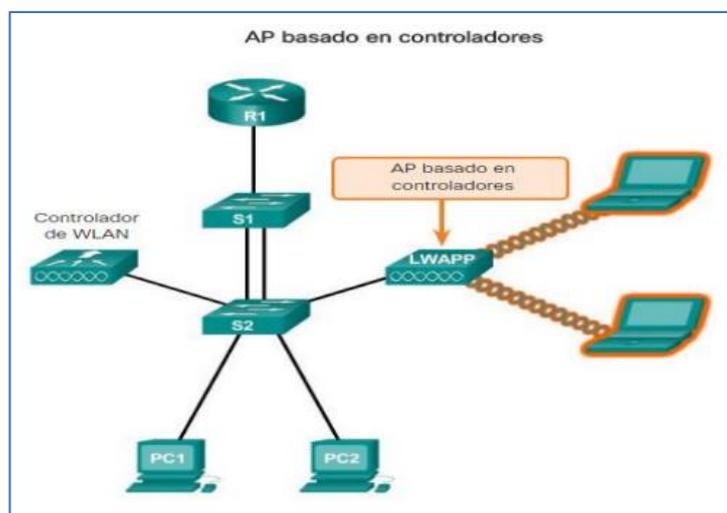


Figura No. 7 Estructura AP Controlados

Fuente: [31]

Sensores

Son dispositivos que tienen la capacidad de detectar magnitudes físicas o químicas, conocidas como variables de instrumentación para posterior transformarlas en variables eléctricas [32]. A diferencia de un transductor, el sensor se mantiene en contacto con la variable de instrumentación por lo que se considera además como un dispositivo que adapta la señal medida a fin de que esta pueda ser interpretada. Así como, el termómetro de mercurio que aprovecha su condición de dilatación y contracción por la acción de la temperatura. Por esto, el sensor también se considera como un dispositivo que convierte las formas de energía [33]

Características de Sensores

Las características en los sensores están proporcionalmente relacionadas con la variable medible. Según [34] se debe identificar los siguientes aspectos al momento de seleccionar un sensor adecuado:

- **Exactitud.** Determina la posibilidad de la diferencia entre el valor medido y del valor real en una variable.
- **Conformidad o repetitividad.** Identifica el nivel de contraste entre unas mediciones y otras.
- **Resolución.** El más pequeño cambio medible.
- **Precisión.** Constituido por las propiedades de conformidad y resolución.
- **Sensibilidad.** Establece el mínimo valor de la variable medida que produce una diferenciación en la salida.
- **Linealidad.** Permite identificar la distancia de la correlación entre la entrada y la salida a una línea recta.
- **Rango.** La mayor diferencia entre el mayor valor y el menor valor medido.
- **Rapidez de respuesta.** Está determinada por la capacidad que el instrumento identifica las variaciones de la entrada.

Sensores de Temperatura

La temperatura es una magnitud que normalmente se le refiere como caliente, tibio o frío, medida a través de un termómetro. Actualmente existen varias maneras de medir la temperatura de acuerdo con las diversas naturalezas. Además, la ingeniería de

control de procesos ha perfeccionado la disponibilidad de sensores que permiten controlar las variaciones de temperatura en procesos industriales. La tabla No. 3 muestra la diversidad de dispositivos con la capacidad de medir la temperatura:

Tabla N°. 3 Dispositivos de medición de temperatura

Eléctricos	Mecánicos	Radiación térmica	Varios
Termocuplas	Sistemas de dilatación	Pirómetros de radiación	Indicadores de color Lápices Pinturas
Termorresistencias	Termómetros de vidrio	Total (banda ancha)	Sondas neumáticas
Termistores	Termómetros bimetálicos	Óptico Pasabanda Relación	Sensores ultrasónicos
Diodos		Termómetros infrarrojos	Indicadores paramétricos Termómetros acústicos Cristales Líquidos

Fuente: [33]

Tabla N°. 4 Rangos de temperatura métodos más comunes

Sistema	Rango en C
Termocuplas	-200 a 2800
Sistemas de dilatación (capilares o bimetálicos)	-195 a 760
Termo resistencias	-250 a 850
Termistores	-195 a 450
Pirómetros de radiación	-40 a 4000

Fuente: [33]

Los dispositivos de medición de temperatura están determinados por rangos comunes que permiten facilitar el cálculo.

1.2. Objetivos

Objetivo General

- Implementar un smart PDU para los access point pertenecientes a la empresa SAITEL sucursal LATACUNGA.

Objetivos Específicos

- Analizar la situación actual de los access point en la empresa SAITEL sucursal Latacunga y las causas de inhibición de los equipos.
- Diseñar un smart PDU para el reinicio de los access point en dicha empresa.
- Desarrollo de una interfaz de control y monitoreo para el smart PDU.

CAPITULO II

METODOLOGIA

2.1 Materiales

Para desarrollar el presente proyecto de investigación se efectuó a través de una selección de fuentes bibliográficas como: artículos científicos, proyectos de investigación con características similares y demás información en plataformas digitales. A fin de establecer una comparación y selección la PDU que brindará un acceso remoto de red a datos de instalaciones en tiempo real de la empresa SAITEL sucursal Latacunga, que garantice la máxima disponibilidad y cumplimiento de las exigencias de eficiencia. En la que dicho prototipo este formado en dos etapas a través de la ejecución de varias pruebas directamente en los nodos para observar si el control remoto permite la energización y desenergización del tomacorriente y a su vez se puedan reiniciar el sistema con un correcto funcionamiento que aporte a la mejora del proceso de mantenimiento y revisión de los equipos y a su vez garantizar un mejor servicio a sus usuarios.

2.2 Métodos

2.2.1 Modalidad de la Investigación

Para efectos de ejecución se realizó de manera directa experimental en el campo de acción lugar en el cual se presentan los fenómenos de estudio, pues la modalidad que utiliza el presente proyecto es la Investigación Aplicada.

No obstante, se utilizó un tipo de investigación bibliográfica-documental para el fortalecimiento de la fundamentación teórica con la indagación, interpretación y presentación de datos e información sobre el prototipo de un Smart PDU para los access point para la empresa SAITEL sucursal Latacunga, el mismo que permitió monitorear, administrar y controlar el consumo energético conectado a varios dispositivos.

La Investigación de Campo estuvo dirigida netamente a analizar, monitorear, administrar y controlar el consumo energético conectado a varios dispositivos, gracias

a la implementación de la PDU, que brindó un acceso remoto de red a datos de instalaciones en tiempo real, garantizando la máxima disponibilidad y cumplimiento de las exigencias de eficiencia, el mismo que permitió el control ON-OFF y monitoreo energético de access point de forma remota, con la finalidad de identificar la inhibición de estos. Por otra parte, también se realizó una Investigación Experimental que aportó a la mejora del proceso de mantenimiento y revisión de los equipos y a su vez garantizar un mejor servicio a sus usuarios.

2.2.2 Recolección de Información

La información necesaria se la recopiló a través de libros, revistas, fuentes online y proyectos de investigación, artículos científicos, que aportaron al desarrollo del presente proyecto y a la construcción del Smart PDU para los access point de la empresa SAITEL sucursal Latacunga.

2.2.3 Procesamiento y Análisis de Datos

El procesamiento y análisis de datos se efectuó considerando los siguientes pasos:

- Revisión de información recopilada.
- Análisis de información recolectada de los miembros del personal de la empresa SAITEL
- Análisis de la información y características de prototipos de Smart PDU
- Planteamiento de la solución a los problemas con los microcortes que afectan a la calidad de servicio al usuario y a la confiabilidad de la operadora de internet.
- Control y verificación de los datos obtenidos mediante la depuración del sistema.
- Construcción de un Smart PDU para los access point pertenecientes a la empresa SAITEL sucursal Latacunga

2.2.4. Desarrollo del proyecto

- 1.** Recopilación de información sobre el Access point
- 2.** Determinar el funcionamiento de los access point en la empresa SAITEL.
- 3.** Determinar las causas que produce su inhibición en los equipos de los access point.
- 4.** Establecer las características y funcionalidad del smart PDU.
- 5.** Determinar hardware del sistema a implementarse para desarrollar los smart PDU.
- 6.** Determinar software del sistema a implementarse en los smart PDU.
- 7.** Diseñar e implementar un smart PDU para controlar los access point.
- 8.** Configurar la interfaz de la página web para el smart PDU.
- 9.** Diseñar la página web para el smart PDU.
- 10.** Validar el prototipo con pruebas para la detección y corrección de errores del dispositivo electrónico.
- 11.** Elaboración del informe final de la propuesta.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis y discusión de los resultados

A medida que la infraestructura eléctrica y electrónica se convierte en más compleja, las PDU permiten resolver una amplia gama de inconvenientes severos para el desarrollo y funcionamiento seguro y estable de los centros de datos de las empresa. Permitiendo crear accesos a variadas tomas de corriente, gracias a su útil capacidad, ya que otros sistemas tienen por defecto solo una toma disponible por bastidor. Es así como las PDU aportan al encendido y apagado en distancias remotas, a pesar incluso de tener entornos muy técnicos, para el usuario solo le basta con encender y apagar la alimentación para contar con el servicio. Es por ello que gracias a la creación de un Smart PDU permite aportar a la planificación de las instalaciones facilitando la gestión y el despliegue de los equipos. Por ello, se desarrolla un Smart PDU para los access point pertenecientes a la empresa SAITEL sucursal Latacunga, el cual permite monitorear, administrar y controlar el consumo energético conectado a varios dispositivos, brindando un acceso remoto de red a datos de instalaciones en tiempo real garantizando la máxima disponibilidad y cumplimiento de las exigencias de eficiencia.

La empresa Saitel ha presentado problemas con los microcortes afectando a la calidad de servicio al usuario y a la confiabilidad de la operadora de internet, ocasionando que el servicio sea demasiado lento para los clientes o no se pueda acceder a él. Es así como, se efectuó la construcción de un Smart PDU que permita el control ON-OFF y monitoreo energético de access point de forma remota con la finalidad de identificar la inhibición de estos. Este prototipo está formado generalmente en etapas a través de la ejecución de varias pruebas directamente en los nodos para observar si el control remoto permite la energización y desenergización del tomacorriente y a su vez se puedan reiniciar el sistema con un correcto funcionamiento del proceso de mantenimiento y revisión de los equipos y a su vez garantizar un mejor servicio a sus usuarios. Asimismo, el dispositivo Smart PDU beneficia a la empresa Saitel en lo siguiente:

- Control remoto del encendido y apagado de los puntos de acceso de las antenas, mediante una página web manejada en una red Local (Red de empresa SAITEL);
- Control y visualización de la corriente de los puntos de acceso conectados al dispositivo;
- Luz de encendido y apagado de los toma corriente controlado en base a la corriente límite de consumo de cada punto de acceso;
- Visualización de la temperatura interna de funcionamiento;
- Visualizar un historial de corriente de los access point conectados con la finalidad de conocer el tiempo de duración de la inhibición;
- Modificar la dirección IP de conexión del dispositivo para mayor versatilidad en diferentes redes de control locales; y,
- Alarmas de variación de corriente y temperatura.

3.2 Diseño del prototipo

Para el diseño del prototipo, es importante que se lo realice mediante tres niveles, que permiten controlar, visualizar y desarrollar las funcionalidades que tiene el mismo, razón por la cual se debe seguir los siguientes pasos:

3.2.1. Diseño de adquisición de variables de medición para el dispositivo Smart PDU

Es importante tener presente que las variables a controlar y visualizar son:

- Temperatura
- Corriente
- Encendido y Apagado de los tomacorrientes
- Conexión

3.2.2. Diseño de la página web

Para el desarrollo de la página web se utilizó programación en:

HTML → Diseño general de la página web

JAVASCRIPT → programación de las funciones que contiene la página web

AJAX → programación para la actualización inmediata de las variables de entrada y salida

CSS → programación para el estilo y formato de la página web

El HTML es parte fundamental de las normas de creación de una página web, en conjunto con las tecnologías de CSS o el JavaScript, pues permitieron determinar un lenguaje sencillo como base de construcción de la página de Internet. Es así como, para configurar el estilo, colores, alineación, entre otros relacionados con las necesidades existentes de la empresa se empleó el CSS.

3.2.3. Diseño de la carcasa

Por relación costo beneficio se optó por realizar el diseño de la estructura física del prototipo utilizando herramientas para la impresión en 3D, ya que permitieron brindar una mayor variación en las dimensiones del diseño y de esa manera, adaptarse fácilmente a los equipos de telecomunicaciones ubicados en las torres de chitan, cabe recalcar que se utiliza una caja plástica cuadrada de medidas establecidas y de un difícil grado de modificación.

Gracias a la amplia gama de materiales y tecnologías que ofrece el diseño en 3D superando barreras y limitaciones en los métodos de fabricación. El diseño se efectuó en varias partes, primero se desarrolló un boceto o croquis del Smart PDU, posterior se diseñó el objeto en 3D mediante un software, para después a través de programación establecer la laminación del archivo y finalizar con la impresión del objeto en 3D.

Para la construcción del dispositivo en el cual se ubica el prototipo es una impresora en 3D, la cual utiliza un material de Filaflex, que es un filamento elástico con una base de poliuretano, se puede mostrar que la impresión con este tipo de material es más lenta, pero es muy útil para este tipo de objetos, este filamento también permite crear un objeto flexible y elástico, ideal para prótesis, pulseras o carcasas de móvil, entre otros, cabe recalcar que el tiempo de duración para la impresión de la caja fue de 4 horas y media.

3.3. Implementación del prototipo

Para la implementación del prototipo se toma en cuenta las siguientes consideraciones:

- Alimentación del dispositivo en general 120 V AC porque los access point funcionan con el voltaje detallado, a 60Hz porque es la frecuencia estándar establecida en la red ecuatoriana.
- Alimentación del controlador, sensores, actuadores, indicadores es a 5V DC por lo que necesita un elemento transformador de 120V AC a 5V DC con un alto valor de corriente.
- Líneas de alimentación FASE – NEUTRO – TIERRA
- La comunicación se la realiza mediante cable Ethernet debido a que la red a la que se conecta el dispositivo en la empresa SAITEL es una red local y los dispositivos con conexión WIFI no son de mucha ayuda ya que la red no tiene salida a internet.

3.4. Desarrollo de la propuesta

3.4.1. Fase 1: Etapa de medición

En esta fase el dispositivo adquiere todas las mediciones de corriente y temperatura a través de señales analógicas y digitales que envían los sensores.

Cuadro 3. 1 Cuadro comparativo de sensores de corriente.

Parámetros de sensores de corriente			
Características	Sensor de corriente ACS712 a 20A 	Sensor de corriente ACS712 a 5A 	Sensores de corriente SCT 013 
Dimensiones	31 (mm) x14 (mm)	31 mm x 14 mm	13mm x 13mm
Resistencia interna	1.2 mΩ	1.2 mΩ	

Voltaje	4.5V ~ 5.5V	.5V ~ 3.5V (-5A ~ 5A)	
Sensibilidad	66 to 185 mV/A	185mV / A	
Costo	\$ 4	\$10	\$11,75

Fuente: Investigador

Se utilizó un sensor de corriente ACS712 a 5A, ya que posee una mejor sensibilidad y sus dispositivos trabajan en base a corrientes pequeñas, mientras que el de corriente de los ACS712 a 20A pueden provocar corrientes altas en los puntos de acceso, debido a sus altos componentes eléctricos, asimismo los de SCT 013 no tienen una conexión directa con los tomacorrientes y puede generar campo magnético que afecta a las demás señales.

Cuadro 3. 2 Cuadro comparativo de sensores de temperatura

Parámetros de sensores de temperatura			
Características	Sensor de temperatura DHT11	Sensor de temperatura DHT22	Sensores de temperatura PT100
			
Dimensiones	3.5 * 1.4cm / 1.37 * 0.55	28.22 x 13.1 x 10 mm	1 a 5 mm/10 a 50 mm
Precisión de medición de temperatura	4% RH	2% RH	3% RH

Resolución de temperatura	0.1°C	0.1°C	0.1°C
Voltaje	3V - 5V DC	3V - 6V DC	3V - 6V DC
Tiempo de censado	2 seg	2 seg	2 seg
Costo	\$ 1,50	\$7	\$5

Fuente: Investigador

Se utilizó el Sensor de temperatura DHT11 ya que el DHT22 es sobredimensionado en base a sus valores y la funcionalidad que posee, mientras que con PT100 su uso es invasivo y no tiene un funcionamiento práctico.

3.5.2. Fase 2: Etapa de Comunicación

En esta fase el usuario crea un servidor dentro de la tarjeta electrónica Ethernet shield utilizando comunicación SPI con el controlador, ya que el proyecto trabaja con una red local la comunicación debe realizarse utilizando cable y puerto Ethernet.

Cuadro 3. 3 Cuadro comparativo de tarjetas electrónicas

Parámetros de tarjetas electrónicas			
Características	Ethernet Shield W5100	Modulo Ethernet Mini Enc28j60	Placa ESP32
			
Dimensiones	73 x 53 x 28 mm	55x36 mm	18 mm x 31,4 mm x 3,3 mm
Peso	27 g	11g	6,8 g

Compatible	Arduino Uno y Mega	Arduino Uno o placas basadas en el Atmega328	Arduino Uno
Voltaje	5V DC	+3.3 V	5V DC
Velocidad	10/100 Mbps	10Mbps/s	240 MHz
Costo	\$ 11	\$6,50	\$12

Fuente: Investigador

Se utilizó la tarjeta Ethernet Shield W5100 pues a comparación con Modulo Ethernet Mini Enc28j60 es una tarjeta muy pequeña y de limitada capacidad de procesamiento y visualización del servidor, mientras que con Placa ESP32 no se tiene una conexión mediante cable Ethernet lo cual puede influenciar en la capacidad de comunicación dentro de una red local sin acceso a internet.

Cuadro 3. 4 Cuadro comparativo de Conexión

Parámetros de Conexión			
Características	Cable de conexión Ethernet	Conexión Bluetooth	Conexión Radiofrecuencia
			
Bandas	2,4 GHz y 5 GHz, 6 GHz	2,4 GHz	2,4 GHz

Alcance	100m a 150m	Radio de 100m	7 km de alcance con apertura de 60° y 3 km de alcance con apertura de 120°
Costo	\$ 10	\$8	\$ 79

Fuente: Investigador

Se utilizó un Cable de conexión Ethernet ya que el alcance de la conexión mediante bluetooth tiene poca distancia de comunicación, mientras que la conexión mediante radiofrecuencia con los dispositivos utilizados en la red es sensibles a percibir este tipo de señales y puede afectar en el servicio de la empresa.

3.5.3. Fase 3: Etapa de Usuario

En esta fase se habla de la interfaz que tendrá el desarrollo de la página web, estará formada por 3 páginas. Es importante destacar que los cálculos de las variables leídas.

Fórmula de la corriente eficaz de voltaje rms

Para poder calcular la corriente eficaz del voltaje, se debe aplicar los siguientes pasos, ya que de esta forma se puede calcular la cantidad de corriente que necesita el prototipo y así evitar daños dentro del mismo.

1.- Colocar el voltaje que entrega el sensor de corriente

- **Voltaje del sensor:** VS
- **Lectura del sensor:** A2

$$V = m * I + 2.5$$

Fuente: [35]

$$VS = A2 * \left(\frac{4,97}{1023,0} \right)$$

2.- Calcular la corriente utilizando un filtro para los ruidos en la señal de la corriente

$$\text{Corriente} = 0,9 * corriente + 0,1 * \left(\frac{vs - 2,45}{\text{Sensibilidad}} \right)$$

Fuente: [36]

- **Sensibilidad**= 0,185

3.- Promediar por 500 milisegundos (valores de las corrientes)

$$lp = \frac{lmax - lmin}{2}$$

- lp = Corriente pico
- $lmax$ = corriente máxima
- $lmin$ = corriente mínima

Fuente: [37]

4.- Una vez obtenida la corriente pico, colocar la corriente lrms

$$lrms = \frac{lp}{\sqrt{2}}$$

Fuente: [38]

5.-Fórmula para calcular la temperatura del sensor DHT11

$$RH = \left(\frac{\rho w}{\rho s} \right) * 100\%$$

Donde:

ρw :Densidad de vapor

ρs :Densidad de vapor y saturación

Fuente: [39]

```
Float sen_corriente() {
Ip= obt_corriente1 (); // obtenemos la corriente pico
Irms= Ip * 0.707; // Intensidad RMS=Ipico/ (21/2)
P= Irms * 120.0; // P= I * V watts
Ip2= obt_corriente 2(); // obtenemos la corriente pico
Irms2= Ip2 * 0.707; // Intensidad RMS=Ipico/ (21/2)
```

```

P2= Irms2* 120.0; // P= I * V watts
Ip3= obt_corriente 3(); // obtenemos la corriente pico
Irms3= Ip3 * 0.707; // Intensidad RMS=Ipico/ (21/3)
P3= Irms3* 120.0; // P= I * V watts
Ip4= obt_corriente 4(); // obtenemos la corriente pico
Irms4= Ip4 * 0.707; // Intensidad RMS=Ipico/ (21/4)
P4= Irms4* 120.0; // P= I * V watts
Return Irms, Irms2, Irms4;

```

```

Float obt_corriente1 () {
Float voltajeSensor;
Float tiempo=millis();
Float Imax=0.00;
Float Imin=0.00;
//for (int i=0; i<=100; i++){
While (,millis() - tiempo<200){
VoltajeSensor=analogRead (A2) + (4.97/1023.0);//lectura
Corriente=((voltajeSenso-2.45)/Sensibilidad);
If(corriente>Imax){
Imax=corriente;
}
If(corriente<Imin){
Imin=corriente;
}
}
Return (((Imax-Imin)/2-offset);
Foat obt_corriente2(){

```

Para el diseño de una página web se utilizó HTML, pues permite establecer una página Web estática ya que su desarrollo es más simple que una dinámica y no requiere conocimientos de programación al incluir todo su contenido en los archivos.

3.5.4.1. Estándares y normas que se utilizó para la creación de la página web

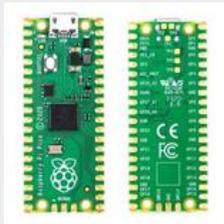
Siguiendo a la guía GEDIS:

- Primero se debe establecer la arquitectura de la página web, estableciendo un mapa donde se define las pantallas que tendrá el operador para interactuar con el sistema de automatización y control.
- Como segundo paso se deben desarrollar las plantillas que regirán el desarrollo de la interfaz.
- Después se determina la navegación con el objetivo de que el esquema de navegación sea intuitivo y fácil de usar para el usuario, se deben aplicar las normativas de menús, submenús, barras, etc.
- El color es uno de los instrumentos más necesario como parte del contexto de las interfaces persona-máquina, por ende, su uso debe ser adecuado en base a las normativas de color de estatus, color de alarma, color del texto, color de fondo de pantalla, etc.
- La información textual del proceso debe ser presentada al usuario a través de elementos comunes, con normalidad regulados para informar eficazmente al operador respecto al estado del proceso.
- En cuanto al estatus del equipo y eventos del proceso, se debe definir el estándar gráfico de símbolos e iconos representados de los equipos de la planta tales como: ventiladores, bombas, bandas, válvulas, filtros, etc., así como los cambios de estado digitales (On/Off).
- Aplicar los gráficos de tendencias y tablas como medios de agrupamiento de las variables que crean esquemas informativos para el usuario.
- Finalmente se debe establecer alarmas que en conjunto con la representación del estatus de los equipos y de los valores analógicos del sistema son elementos principales de información al operador sobre el estado de la planta.

3.5.4. Fase 4: Etapa de control

En esta etapa se realizó el control de los tomacorrientes, procesamiento de las variables enviadas por los sensores, la comunicación del dispositivo y asimismo interactuar con el servidor y crear un cliente que tenga acceso a la interfaz de usuario y acceso a la etapa de visualización.

Cuadro 3. 5 Cuadro comparativo de tarjetas Arduino.

Parámetros de Arduino			
Características	Arduino DUE	Arduino UNO	RASPBERRY
			
Microcontrolador	AT91SAM3X8E	ATMega328P	Pi RP2040
Voltaje	3.3V	5V	5,1 V
Dimensiones	101.52 mm/ 53.3 mm	6.8 cm x 5.3 cm	85mm x 53mm
Velocidad	84 MHz	16 MHz	2.400MHz
Costo	\$ 20	\$8	12\$

Fuente: Investigador

Se utilizó la tarjeta de Arduino DUE, ya que el Arduino UNO no posee mucha capacidad en el procesamiento de la información y el RASPBERRY se encuentra sobredimensionado y demasiado costoso para una solución conveniente.

Cuadro 3. 6 Cuadro comparativo de módulos

Parámetros de módulos		
Módulo de 4 Reles	Módulo de Relé	Módulo de 1 Relé
		
4 canales independientes protegidos con optoacopladores	1 canal independiente	1 canal independiente
El voltaje de la bobina del relé es de 5 VDC	Voltaje de Operación: 5V DC	El voltaje de la bobina del relé es de 5 VDC
Led indicador para cada canal (enciende cuando la bobina del relé está activa)	<i>LED indicadores</i> ideal para Arduino y Raspberry	Led indicador para cada canal (enciende cuando la bobina del relé está activa)
Valor \$ 10	\$14	\$3,90

Fuente: Investigador

Se aplicó el módulo de 4 Relés ya que en el relé se necesitaba un circuito externo para su activación, asimismo este tiene menor estabilidad de control, mientras que el módulo de 1 relé requería activar 4 toma corrientes y el precio es un poco más elevado que adquirir solamente el módulo completo y capacidad de corriente.

3.5.5. Fase 5: Etapa de visualización

Esta etapa, el operador como cliente tendrá acceso directamente al servidor del dispositivo, es decir, tendrá la capacidad de controlar las variables de ENCENDIDO Y APAGADO de los tomacorrientes y visualizar las medidas de corriente y temperatura, historial de corriente de cada una de las tomas. Acceso a una gráfica de temperatura y visualización de las alarmas, utilizando tomacorrientes y leds. Además, en la parte de hardware se puede ver como actuadores los tomacorrientes y los leds que serán los que interactúen con los dispositivos y el operador.

Para el funcionamiento del software se utilizó una Interfaz HTML para la creación de la página web, el mismo que permitió el contacto y la funcionalidad entre los sistemas a través del conjunto gráfico que ayudó a la correcta presentación y la navegación de la página web. Esto se consiguió con la inserción de elementos a toda la web en base a los estándares, pues permite que el usuario posea el completo control sobre las funcionalidades de la página web.



Figura No. 8 Imagen del tomacorriente y led

Fuente: Investigador

3.5.5.1. Seguridad del Login



Figura No. 9 Página principal de la interfaz del control
Fuente: Investigador



Figura No. 10 Interfaz de control
Fuente: Investigador

Para la utilización de la interfaz se la realiza de la siguiente forma:

Se ingresa con una contraseña y usuario proporcionado por el investigador a la interfaz de control, para posteriormente poder modificar la contraseña emitida con la finalidad de tener una mayor seguridad del monitoreo y control de los tomacorrientes para accionar los Access Point de la empresa.

3.5.5.2. Visualización de la temperatura



Figura No. 11 Visualización de la temperatura

Fuente: Investigador

La temperatura que se visualiza es del ambiente, la misma que ha sido tomada de los datos del sensor DHT11 implementado en el prototipo, es importante su monitoreo constante para que tenga un buen funcionamiento, se puede recalcar que en el caso de sobrepasar la temperatura sugerida inmediatamente se activará una luz roja de aviso.

3.5.5.3 Visualización del historial de variables de corriente

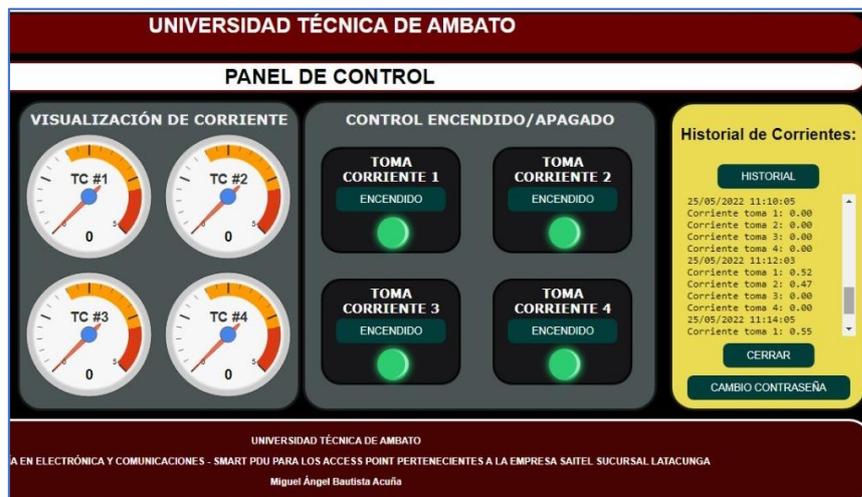
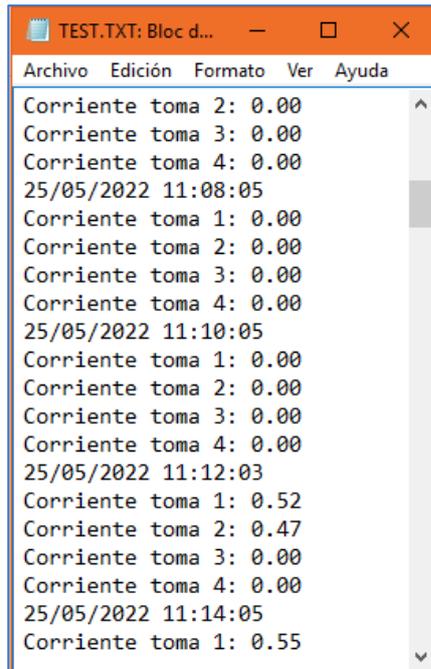


Figura No. 12 Visualización del historial de variables de corriente

Fuente: Investigador



```
TEST.TXT: Bloc d...
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
Corriente toma 2: 0.00
Corriente toma 3: 0.00
Corriente toma 4: 0.00
25/05/2022 11:08:05
Corriente toma 1: 0.00
Corriente toma 2: 0.00
Corriente toma 3: 0.00
Corriente toma 4: 0.00
25/05/2022 11:10:05
Corriente toma 1: 0.00
Corriente toma 2: 0.00
Corriente toma 3: 0.00
Corriente toma 4: 0.00
25/05/2022 11:12:03
Corriente toma 1: 0.52
Corriente toma 2: 0.47
Corriente toma 3: 0.00
Corriente toma 4: 0.00
25/05/2022 11:14:05
Corriente toma 1: 0.55
```

Figura No. 13 Visualización del historial de la corriente en un archivo TXT
Fuente: Investigador

Como se muestra en la Figura No. 12, se puede observar el historial de las variables de corriente determinada dentro del proceso de circuito de creación del SMART PDU, tomado de los sensores de corriente ACS712 a 5A, que permite el despliegue de los datos que se obtienen mediante un archivo TXT para una mejor visualización.

3.6. Programación del prototipo

El software se programó a través del código que va grabado en el microcontrolador con el Arduino DUE, para efectuar una correcta programación primero se debe descargar el software que es gratuito a través de la página oficial. Una vez descargado es importante contar con las librerías SPI pues permiten trabajar con los diferentes módulos y tener una comunicación del servidor con el Arduino. En este caso, la librería Ethernet, permite la creación del servidor, asimismo, la librería SD permite tener acceso a la tarjeta SD y por ende a la página HTML y al archivo de las corrientes que se despliega como un archivo TXT, lugar en donde se almacena las variables de la corriente de la librería EPROM, dicha librería ayuda a almacenar la dirección IP que va a tener el servidor a fin de que sea estática, una vez modificada la librería DHT permite manejar el sensor de temperatura.

Es así como, las constantes permiten actualizar la lectura de las corrientes, pues se van a obtener las lecturas de intervalo que varían cada dos minutos ya que, se colocó en intervalos de tiempo de dos, de cuatro y de un minuto para evitar retrasos en la actualización de los de los botones de encendido y apagado controlados por los tomacorrientes.

En cuanto a la declaración de las variables para la creación del servidor es importante saber que a las telecomunicaciones de los equipos se le asigna una dirección que no coincida con el de la computadora o con el de algún equipo. Por ello, se utilizó tres direcciones más, para poder elegir cualquiera de ellas, ya que el trabajo se realiza con una red local, por ende, ya está predeterminado, la misma que está conectada en SayT y debidamente asignada la dirección IP de la cual se obtiene los valores almacenados en la memoria EP. Posteriormente se creó un servidor de internet con un puerto de una red local para proceder a la creación del archivo que va a permitir el acceso a la página web, de ahí se crean las variables que almacenan la cadena de caracteres que permiten la obtención de las variables de la página web. El encendido, el apagado, las corrientes, la temperatura, las alarmas, el historial, se envían al Arduino y al servidor de devolución de función para que el operador pueda ver en la página HTML.

Todas las variables almacenan los valores del prototipo a través de la función XML ya que permiten una constante actualización de toda la página o a su vez de lo que el cliente necesite. Por último, se realiza una constatación de la cadena del servidor la cual permite visualizar los valores encontrados y acceder a ellos, asimismo la función que permite enviar y leer las variables de corriente. Para ello, es importante conocer primero que la corriente pico obtenida está con un IP igual a una corriente uno, la cual permite almacenar la variable IP con un valor obtenido de la función de la corriente.

Los valores trabajados con los equipos de Access Point de Saitel tuvieron una corriente de 0.5A en base a tal valor se efectuó la fórmula ejecutada en función de obtener corriente 1, 2, 3 y 4 como parte de la función de tiempo. Finalmente, gracias al sensor se puede leer la humedad y la temperatura correcta que debe tener el prototipo con variables de operaciones establecidas de la librería creadas con un archivo TXT.

3.7. Arquitectura del Smart PDU

Para establecer el diseño del SMART PDU, primero se conectan los sensores de corriente al Arduino Due para así poder monitorear y comparar si el Access point se inhiben o no, esto permitirá saber si se está brindando el servicio. Con el Arduino Due se controla los módulos de los 4 relés, ya que con estos módulos se permite el encendido y apagado de los 4 tomacorrientes. El Shield Ethernet ayuda a enlazar la comunicación entre el cliente y el dispositivo (la computadora o celular), ya que se le asigna una dirección IP a fin de que la empresa pueda utilizar remotamente y monitorear la base de control, cabe mencionar que esta puede ser utilizada sin conexión a internet. Los indicadores led permiten alertar que él toma corriente este encendido o pagado, ya que, si se inhiben las antenas dejan de brindar el servicio, pero con el dispositivo únicamente hay que apagar y volver a encender para restaurar el servicio acortando tiempos de cortes.

Finalmente, con el sensor de temperatura se puede controlar la temperatura del prototipo, ya que los componentes del prototipo pueden recalentarse y dañarse, entre 26°C a 27°C es la correcta temperatura que se debe mantener, este es únicamente para el prototipo más no para las antenas.

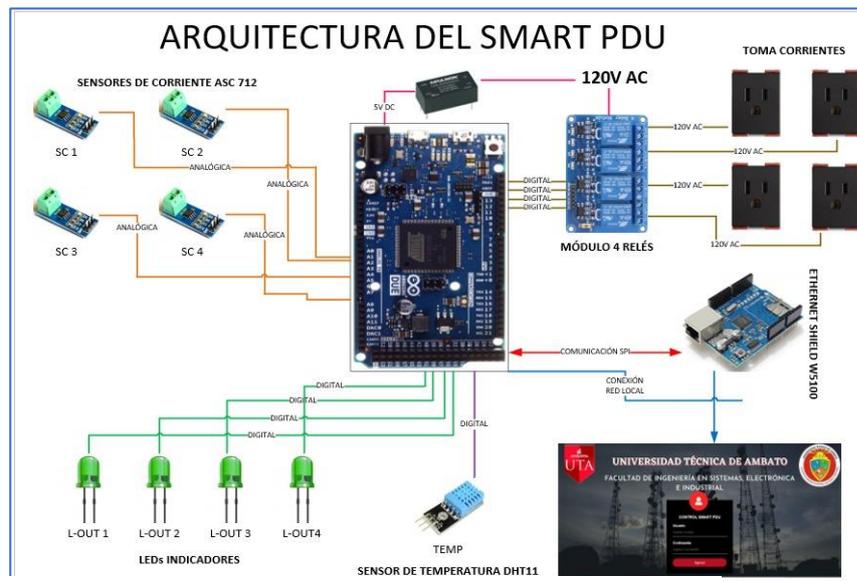


Figura No. 14 Arquitectura del SMART PDU

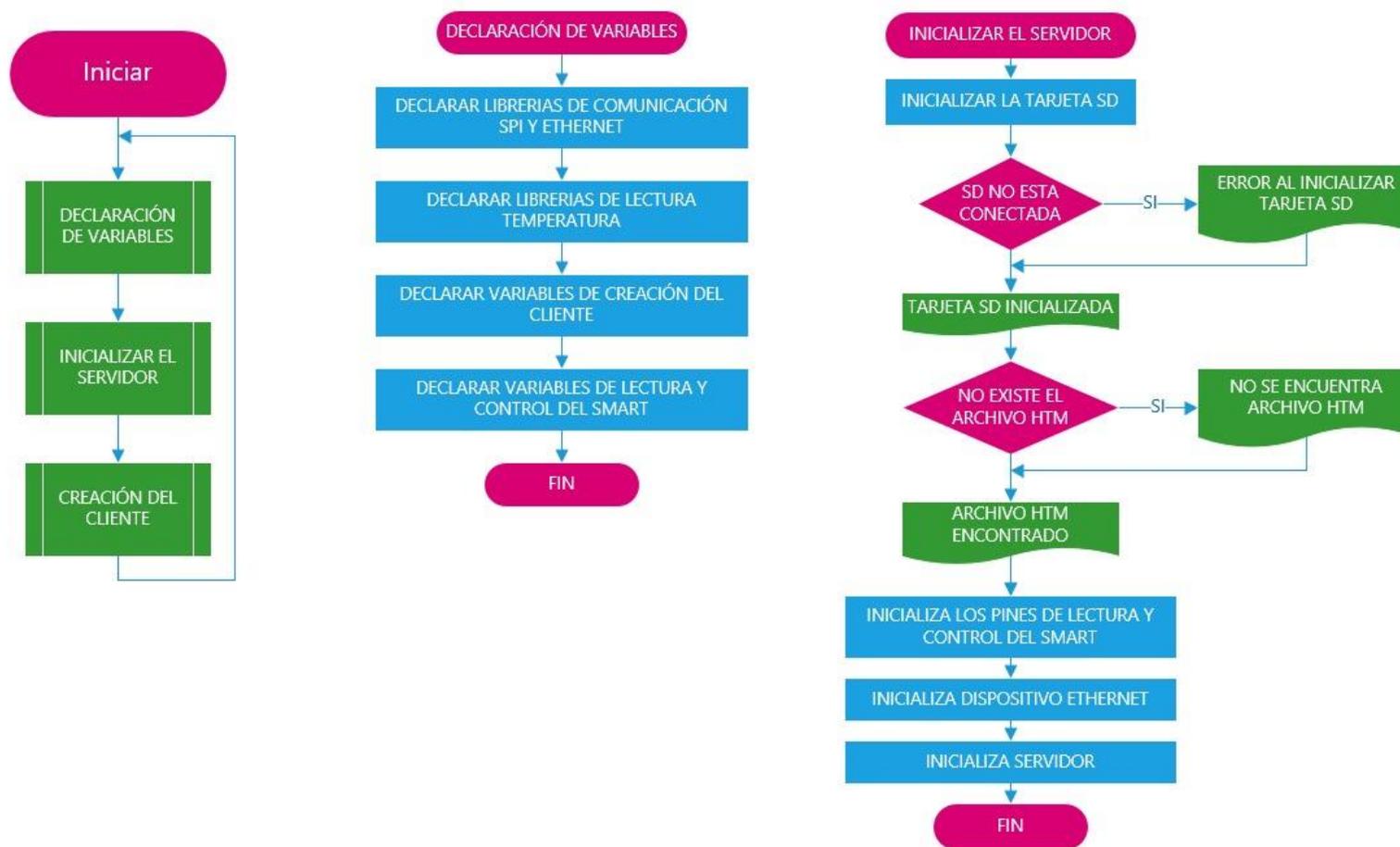
Fuente: Investigador

3.8. Diagramas de flujo

El diagrama de flujo es una herramienta que permite representar la secuencia de las actividades del proceso de diseño del SMART PDU, por ello, se muestra el comienzo del proceso con la declaración de variables; de comunicación SPI y Ethernet, la lectura de temperatura, de creación del cliente y del control del Smart PDU, asimismo, la fase de inicialización del servidor, los puntos de decisión y la final creación del cliente. Todo ello proporciona una visualización del funcionamiento del proceso del diseño del Smart permitiendo una comprensión y descripción más intuitiva y analítica, con el diagrama de flujo se expresa los canales de información, los materiales, las derivaciones del proceso y el número de pasos.

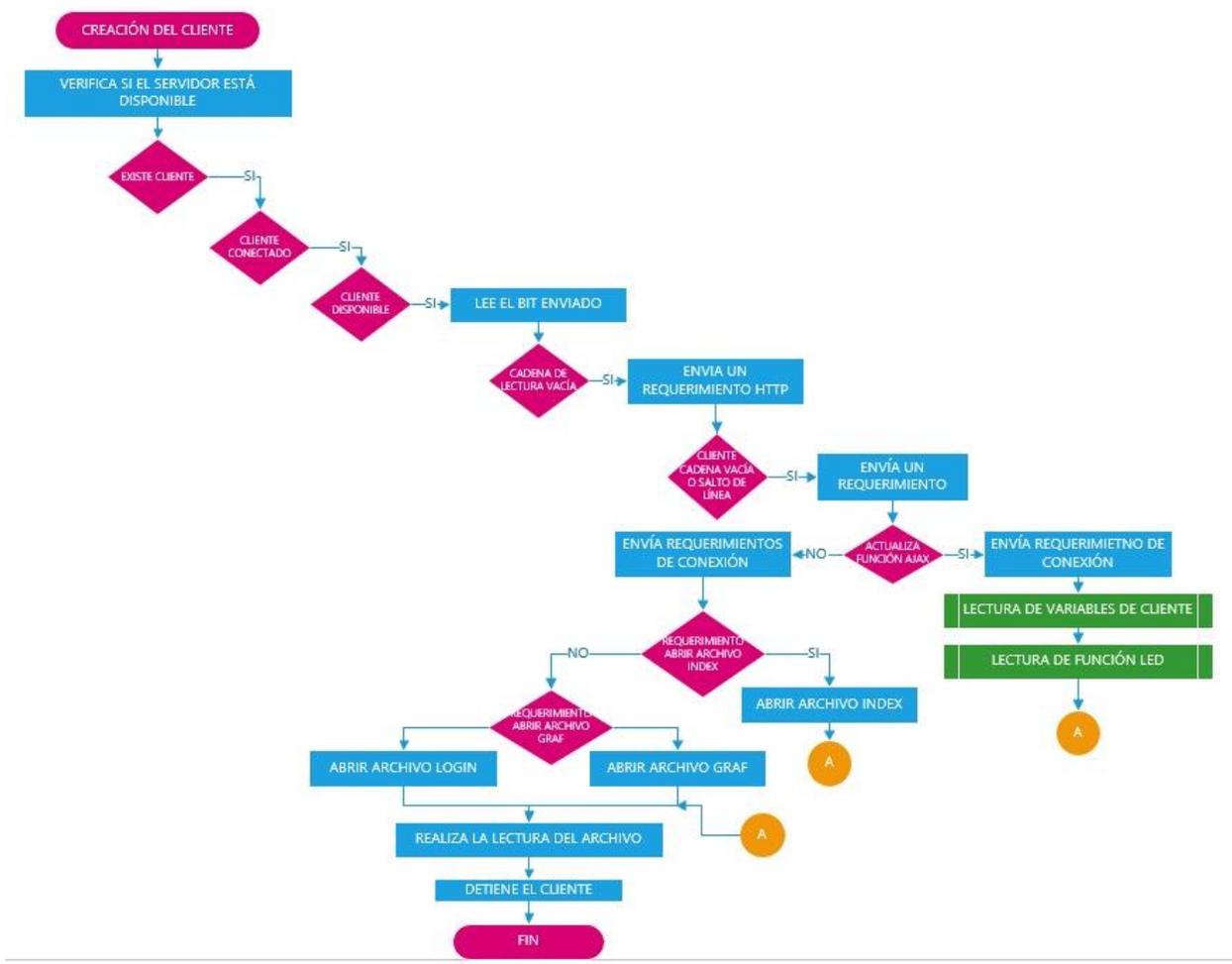
Asegurando la calidad y mejora de la productividad del prototipo. El diagrama de flujo se lo presenta a continuación con una presentación gráfica del proceso construcción y para identificar su calidad.

Figura No. 15 Diagrama de flujo del proceso de funcionamiento del prototipo



Fuente: Investigador

Figura No. 16 Diagrama de flujo del proceso de funcionamiento del prototipo



Fuente: Investigador

3.9. Presupuesto

Ítem	Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
1	Material de impresión 3D	1	\$30	\$30
2	Cables de conexión	1	\$8	\$8
3	Pines de conexión	1	\$4	\$4
4	Borneras pequeñas	2	\$1	\$2
5	Sensores de corriente acs712 a 5A	4	\$4	\$16
6	Sensor de temperatura dt11	1	\$1,50	\$1,50
7	Baquelita	1	\$1	\$1
8	Ácido férrico	1	\$1,30	\$1,30
9	Cautín	1	\$8,99	\$8,99
10	Estaño y pasta	1	\$7,99	\$7,99
11	Módulo de 4 relés	1	\$10	\$10
12	Ethernet shield w5100	1	\$11	\$11
13	Arduino Due	1	\$20	\$20
14	Cable Ethernet	1	\$10	\$10
15	2m de Cable awg 16	1	\$2,50	\$2,50
16	Toma corrientes	4	\$21	\$84
17	Botón de encendido y apagado	1	\$5	\$5
18	Cable de conexión trifásico 1m	1	\$6	\$6
Total				200,28

Fuente: Investigador

3.10. Pruebas de funcionamiento

En la primera parte se puede apreciar la modificación de la dirección IP del dispositivo en cuanto a la contraseña y usuario, debido a que la dirección estándar asignada de prueba es 10.10.10.10 para el funcionamiento y uso del prototipo, posteriormente se utilizará la IP de la empresa.



Figura No. 17 Pruebas de laboratorio de modificación
Fuente: Investigador

En esta segunda parte, se realiza la instalación remota del dispositivo en los armarios de los Access point para controlar los dispositivos de los 4 Access point de la empresa, a través del POE que permite la conexión con los tomacorrientes al prototipo. Al conectar los Access point con el dispositivo se puede controlar el encendido y apagado del servicio.



Figura No. 18 Implementación del prototipo en los Access point de la empresa SAITEL
Fuente: Investigador

Continúa la instalación y pruebas de encendido y apagado del dispositivo, ya que es importante su conexión para evitar fallas en el funcionamiento permitiendo controlar la llegada de la correcta de señal a fin de verificar si le llega la corriente y el voltaje al prototipo.

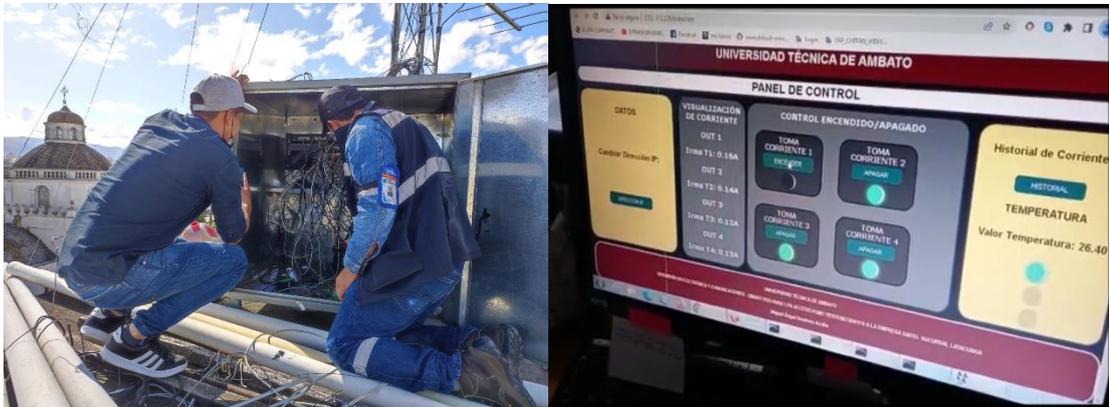


Figura No. 19 Pruebas del prototipo en las antenas de la empresa SAITEL

Fuente: Investigador

A continuación, se presenta el dispositivo del prototipo final, el cual, está conectado a un POE a través de un cable Ethernet que permite la unión al Access point de la empresa SAITEL.



Figura No. 20 Presentación del prototipo final a la empresa SAITEL

Fuente: Investigador

3.10.1. Resultados con el prototipo implementado

A continuación, se presentará un cuadro comparativo de los resultados obtenidos con la implementación del prototipo en base a los tiempos de duración. La empresa SAITEL de la ciudad de Latacunga, brinda el servicio de internet a sus usuarios, sin

embargo, el servicio presentaba constantes fallas por desconexión en los Access point ocasionado problemas con los clientes, por ende, se efectuó el proyecto a fin de diseñar un Smart PDU ajustado a las necesidades empresariales que les permita mejorar el servicio y acortar los tiempos de atención a dichos cortes y fallas, como se puede observar en la tabla 5, en el año 2021 la empresa tenía una media de atención al corte entre 15 minutos hasta 3 horas, los factores de retardo eran la movilización de los técnicos a los Access point para encender y apagar el sistema y así restablecer el servicio. No obstante, gracias a la implementación del SMART PDU, el encendido y apagado del Access point al presentar cortes de servicio lo pueden hacer remotamente desde las centrales del servicio, gracias a la creación de la página web controlada con la IP empresarial sin la necesidad de tener acceso a internet, como se muestra en la tabla 6, los tiempos de atención a las fallas se redujeron significativamente a segundos, permitiendo a la empresa SAITEL mejorar la calidad del servicio y atender a las peticiones del clientes de manera pronta y oportuna.

Tabla N°. 5 Datos de tiempo del servicio sin implementar el prototipo

AÑO 2021 (sin implementar el prototipo)				
ESTADO	FECHA	HORA	DURACIÓN	SERVICIO
Resuelto	Enero/18/2021	21:01:28	0:11:50	Ping
Resuelto	Enero/20/2021	21:08:28	0:20:21	Ping
Resuelto	Enero/25/2021	21:00:58	0:00:20	Ping
Resuelto	Enero/26/2021	5:17:33	0:17:21	Ping
Resuelto	Enero/27/2021	8:22:45	3:38:29	Ping
Resuelto	Febrero/10/2021	8:46:13	0:01:21	Ping
Resuelto	Febrero/13/2021	17:52:29	15:42:17	Ping
Resuelto	Febrero/14/2021	16:31:08	3:09:56	Ping
Resuelto	Febrero/18/2021	8:56:24	0:01:50	Ping
Resuelto	Febrero/18/2021	8:45:53	0:03:20	Ping
Resuelto	Febrero/20/2021	12:09:44	0:45:50	Ping

Fuente: Investigador

Tabla N°. 6 Datos de tiempo del servicio implementado el prototipo

AÑO 2022 (con implementación del prototipo)				
ESTADO	FECHA	HORA	DURACIÓN	SERVICIO
Resuelto	Enero/20/2022	22:15:24	0:00:50	Ping
Resuelto	Enero/21/2022	23:12:53	0:00:20	Ping
Resuelto	Enero/21/2022	15:57:40	0:00:20	Ping
Resuelto	Enero/22/2022	20:28:00	0:00:20	Ping
Resuelto	Enero/24/2022	19:07:12	0:00:50	Ping
Resuelto	Febrero/02/2022	22:12:07	0:00:50	Ping
Resuelto	Febrero/03/2022	15:37:10	0:00:20	Ping
Resuelto	Febrero/04/2022	22:48:01	0:00:20	Ping
Resuelto	Febrero/04/2022	21:03:57	0:00:20	Ping
Resuelto	Febrero/13/2022	14:58:48	0:02:19	Ping

Fuente: Investigador

A continuación, se muestra una gráfica con la comparativa de tiempos de atención a fallas del servicio antes de utilizar el prototipo y después de su implementación:

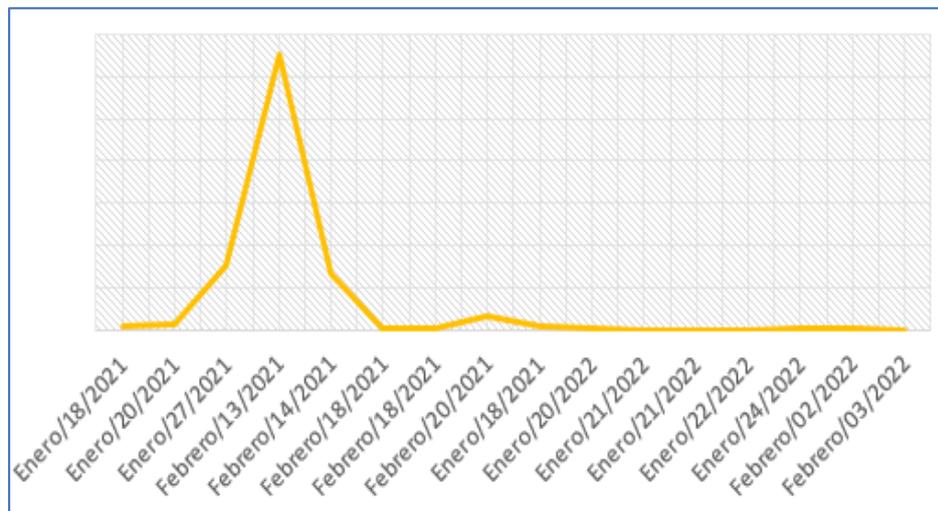


Figura No. 21 Tiempo de duración del servicio entre el año 2021 y 2022

Fuente: Investigador

3.10.1. Cálculo del error Temperatura

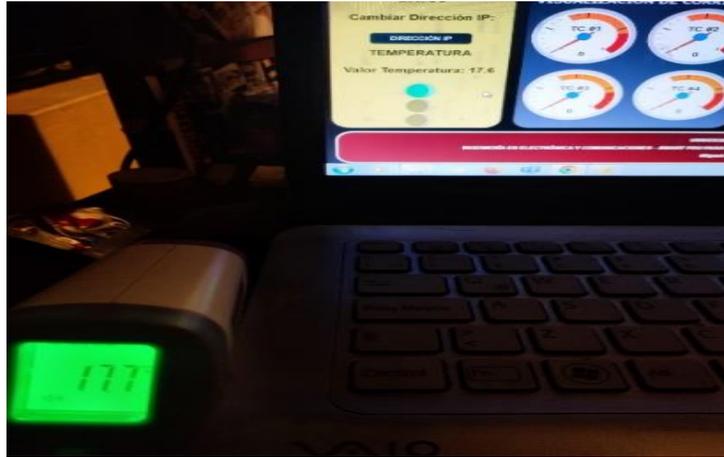


Figura No. 22 Cálculo de error de temperatura

Fuente: Investigador

$$\text{Error porcentual} = \frac{\text{valor estimado} - \text{valor real}}{\text{valor real}} \times 100\%$$

$$\text{Error porcentual} = \frac{17.7 - 17.6}{17.6} \times 100\%$$

$$\text{Error porcentual} = 0,56\%$$

Fuente: [40]

El cálculo del error de temperatura permite realizar la medición de la temperatura ambiente, ya que en el prototipo hay un sensor DHT11 que denota una temperatura de 17,6° C la misma que está alineado con la programación del Arduino, además se comparó con un medidor de temperatura convencional en el cual, se obtiene una medición 17,7° C con un error porcentual del 0,56 %, debido a que el medidor convencional toma la medida a través de un sensor infrarrojo que no es tan exacto como el DHT11. Pues el DHT11 actúa a través de la humedad, obteniendo de esta forma la temperatura ambiente, es importante que la misma incremente según el tiempo en el que se encuentre implementado en el prototipo.

3.10.2. Cálculo error de corriente

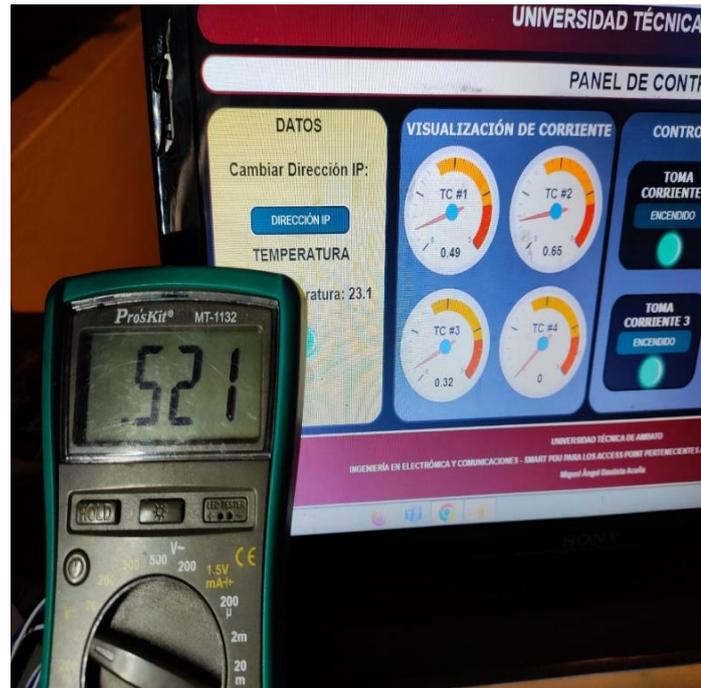


Figura No. 23 Cálculo de error de corriente

Fuente: Investigador

$$\text{Error porcentual} = \frac{\text{valor estimado} - \text{valor real}}{\text{valor real}} \times 100\%$$

$$\text{Error porcentual} = \frac{0.52 - 0.49}{0.49} \times 100\%$$

$$\text{Error porcentual} = 6.12\%$$

Fuente: [40]

Al comparar el sensor de corriente con la medición del multímetro el sensor de corriente es más inestable, debido a que la sensibilidad con la que trabaja es de 0,185 a 1A y las corrientes utilizadas son pequeñas las cuales generan una corriente de 0,5A los access point por ello, genera una mínima sensibilidad variable, ya que las corrientes pueden verse afectadas por los campos magnéticos.

3.11 Pruebas de Seguridad

La página tiene tres opciones de seguridad: la primera de campos vacíos, la segunda, es el ingreso de contraseñas incorrectas y así enviar un mensaje de advertencia, la última es el ingreso de contraseña correcta para el ingreso a la página de control y visualización.

Para una configuración inicial se asignó un usuario y una contraseña sencilla con la finalidad de que el operador pueda modificar en la siguiente página sin ningún inconveniente.



Figura No. 24 Ingreso de contraseñas para validad por defecto

Fuente: Investigador



Figura No. 25 Ingreso de campos vacíos

Fuente: Investigador



Figura No. 26 Ingreso de contraseña correcta

Fuente: Investigador

Para hackeos de la página, la empresa posee seguridad interna de red, además solo el operador deberá conocer el usuario y contraseña nueva asignada, por ello, es recomendable que el operador no se olvide de la contraseña ya que requerirá de un reinicio físico del prototipo.

3. 11. Cálculo costo beneficio de implementar el proyecto

$$VAN = -Inversión\ inicial + \Sigma \frac{FNC_1}{(1+i)^1} + \frac{FNC_2}{(1+i)^2} + \frac{FNC_3}{(1+i)^3} + \frac{FNC_4}{(1+i)^4}$$

Fuente: [41]

VAN= Valor Actual Neto

FNC= Flujos Netos de Caja (tiempo, insumos, descuento)

i= Tasa de descuento

n= tiempo (años)

Cálculo del Valor Actual Neto (VAN)

Tabla N° 7 Valores para el cálculo del VAN y TIR

AÑO	FLUJO BENEFICIO	FLUJO COSTO	FLUJO NETO
0	0	2000	-2000
1	1200	600	600
2	1450	800	650
3	1500	900	600
4	1900	900	1000

Fuente: Investigador

Inversión Inicial= - 2000

Tasa de descuento= 12%

$$VAN = -Inversión\ inicial + \Sigma \frac{FNC_1}{(1+i)^1} + \frac{FNC_2}{(1+i)^2} + \frac{FNC_3}{(1+i)^3} + \frac{FNC_4}{(1+i)^4}$$

$$VAN = -2000 + \frac{600}{(1+0,12)^1} + \frac{650}{(1+0,12)^2} + \frac{600}{(1+0,12)^3} + \frac{1000}{(1+0,12)^4}$$

$$VAN = -2000 + 2116,48$$

$$VAN = 116,48$$

Tasa de descuento= 16%

$$VAN = -Inversión\ inicial + \Sigma \frac{FNC_1}{(1+i)^1} + \frac{FNC_2}{(1+i)^2} + \frac{FNC_3}{(1+i)^3} + \frac{FNC_4}{(1+i)^4}$$

$$VAN = -2000 + \frac{600}{(1 + 0,16)^1} + \frac{650}{(1 + 0,16)^2} + \frac{600}{(1 + 0,16)^3} + \frac{1000}{(1 + 0,16)^4}$$

$$VAN = -2000 + 1936,98$$

$$VAN = -63,02$$

Cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR)

16%	-63,02
TIR	0
12%	116,48

Fuente: Investigador

$$\frac{16 - 12}{16 - TIR} = \frac{-63,02 - 116,48}{-63,02 - 0}$$

$$\frac{4}{16 - TIR} = 2,84$$

$$\frac{4}{2,84} = 16 - TIR$$

$$1,408 = 16 - TIR$$

$$TIR = 14,59 \%$$

El proyecto es aceptable, ya que la rentabilidad es mayor que la mínima requerida, de acuerdo al coste de oportunidad, esto significa que si se invierte en el proyecto se obtendrá ganancias, por lo cual el beneficio que la empresa va a tener es a largo plazo, entendiendo que los Access point se pueden inhibir una vez a la semana en relación con la situación climática ya que, en invierno se inhiben dos o más veces a la semana. Para que la empresa obtenga más beneficio anual, se debería implementar el prototipo con más tomacorrientes incluyendo los sensores de corriente.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- La SMART PDU brinda un acceso remoto de red a datos de instalaciones en tiempo real garantizando la máxima disponibilidad y cumplimiento de las exigencias de eficiencia de la empresa SAITEL, permitiendo el control ON-OFF y monitoreo energético de access point de forma remota con la finalidad de identificar la inhibición de estos a través de la energización y desenergización del tomacorriente y a su vez se puedan reiniciar el sistema con un correcto funcionamiento que aporte a la mejora del proceso de mantenimiento y revisión de los equipos y a su vez garantizar un mejor servicio a sus usuarios.
- La empresa SAITEL realizaba el restablecimiento del servicio de internet manualmente generando horas de retardo y por ende, incomodidad en los clientes; mientras que con la implementación del SMART PDU personalizado permitió la disminución significativa de atención a cortes y fallas del servicio de la empresa SAITEL gracias a sus componentes que permiten el control del encendido y apagado de los Access Point de manera remota y así mejorar la calidad y atención de la empresa.
- El prototipo de Smart PDU diseñado tiene una menor inversión y una mejor calidad en comparación a otros Smart PDU industriales, ya que este, además de adaptarse a las necesidades que requiere la empresa posee componentes más baratos y de mejor calidad, además, su control y monitoreo no requiere de acceso a internet como otros dispositivos, asimismo, con la modificación de la dirección IP la empresa tiene la seguridad de no presentar intrusos en el sistema.

4.2. Recomendaciones

- Para la construcción y diseño del dispositivo se recomienda trabajar con controladores que tengan una alta capacidad de procesamiento, como el Arduino Due, ya que esta placa posee importantes similitudes con otras placas de desarrollo Arduino que pueden confundir, sin embargo, el Arduino Due

puede permitirnos crear una multitud de proyectos electrónicos y programar diversos sketches para controlarlos fácilmente.

- Se recomienda configurar al Arduino como un servidor Web, ya que el mismo tiene como finalidad el poder conectarse desde cualquier dispositivo que sea compatible en la red.
- Finalmente se recomienda a la empresa continuar con la aplicación del prototipo, ya que en base a los resultados se ha demostrado que ha permitido mejorar la atención de cortes y fallas de servicio, además de automatizar los procesos de arreglo y atención al usuario.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BANDALIBRE, “DOS PROBLEMAS EN LA GESTIÓN DE UN NEGOCIO WISP Y CÓMO RESOLVERLOS,” *BANDALIBRE COMUNICACIONES*, 2016. <https://bandalibre.es/dos-problemas-en-la-gestion-de-un-negocio-wisp-y-como-resolverlos/> (accessed Jul. 20, 2021).
- [2] LUIS ANDRES MONTIEL ARMIJOS, ““ESTUDIO Y DISEÑO DE UN MINI NODO PARA BRINDAR COBERTURA DEL SERVICIO DE INTERNET INALAMBRICO (WISP) A LA CIUDADELA VILLA ESPAÑA DEL NORTE DE GUAYAQUIL,”” pp. 1–27, 2015.
- [3] PLUSULTRA, “Qué es una sobrecarga eléctrica y cómo evitarla,” *PLUS ULTRA SEGUROS*, 2019. <https://www.plusultra.es/blog/que-es-una-sobrecarga-electrica/> (accessed Jul. 20, 2021).
- [4] Alliance, “Ubiquiti, MikroTik, Antenas, Cables de Antenas y Red, POE,” *alliance.net*, 2018. <https://es.data-alliance.net/> (accessed Jul. 20, 2021).
- [5] SAITEL, “SAITEL,” 2021. <http://saitel.ec/glosario-de-terminos/> (accessed Jul. 20, 2021).
- [6] Eu.dlink, “Wi-Fi Smart Plug,” *D-LINK*, 2021. <https://eu.dlink.com/es/es/products/dsp-w115-mydlink-wifi-smart-plug>. (accessed Jul. 20, 2021).
- [7] M. M. Hussain, M. Siddique, A. Raees, M. Nouman, W. Javed, and A. Razaq, “Power management through smart grids and advance metering infrastructure,” *6th IEEE International Energy Conference, ENERGYCon 2020*, pp. 767–772, 2020, doi: 10.1109/ENERGYCon48941.2020.9236443.
- [8] C. Cartagena Lobos and R. Quintanilla Padilla, “Plataforma IoT para el control y monitoreo de variables físicas con tecnología Open Hardware,” pp. 29–35, 2019.
- [9] M. Faisal, T. Walter, and S. Montenegro, “Power distribution unit (PDU) for a distributed computing network,” *Conference of Open Innovation Association, FRUCT*, pp. 108–113, 2018, doi: 10.23919/FRUCT.2017.8250171.
- [10] Jéssica Pricila Solórzano Heredia, ““SISTEMA SMART HOME PARA LA EFICIENCIA DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.”” *Biomass Chem Eng*, vol. 3, no. 2, pp. 19–20, 2018.
- [11] P. I. Álvarez K, “Diseño de un Módulo didáctico para Sistemas de Control Domótica con aplicaciones de video vigilancia supervisado por un teléfono móvil,” p. 107, 2016.
- [12] Sunbird, “Smart PDU,” *sunbirdcim*, 2020. <https://www.sunbirdcim.com/glossary/smart-pdu> (accessed Aug. 03, 2021).

- [13] M. B. Gutiérrez Sotomayor, “Sistema de control y monitoreo para mejorar los procesos de administración de los laboratorios de las carreras de Sistemas, Electrónica e Industrial en la FISEI- UTA,” p. 250, 2013.
- [14] Nihonkasetu, “Qué es un sistema de telemetría, monitorización y control,” *nihonkasetu*, 2015. <https://nihonkasetu.com/es/que-es-un-sistema-de-telemetria-monitorizacion-y-control/> (accessed Jul. 21, 2021).
- [15] Electrical4U, “Control Systems,” *Electrical4U*, 2020. <https://www.electrical4u.com/control-system-closed-loop-open-loop-control-system/> (accessed Jul. 21, 2021).
- [16] M. E. Raffino., “ISP,” *Concepto.de*, 2020. <https://concepto.de/isp/> (accessed Jul. 21, 2021).
- [17] C. Alvino, “Estadísticas de la situación digital de Ecuador en el 2020-2021,” *BRANCH*, 2021. <https://branch.com.co/marketing-digital/estadisticas-de-la-situacion-digital-de-ecuador-en-el-2020-2021/#:~:text=El número de dispositivos móviles,%2C8%25 de la población..> (accessed Jul. 20, 2021).
- [18] J. Calle and M. Rivera, “Propuesta para la medición de la calidad del servicio de internet en la zona urbana de la ciudad de Cuenca aplicando la norma ISO 9001:2008 e identificación de los factores que influyen en la decisión de compra de los clientes caso Etapa EP.,” pp. 2–225, 2013.
- [19] S. Carchipulla and K. Mauricio, “Estudio e implementación de un radio enlace con tecnología MIKROTIK para el I.S.P. JJSISTEMAS en el cantón Gualaquiza, provincia Morona Santiago,” *Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca*, vol. 0, no. 0, pp. 1–277, 2010.
- [20] Iván Ahuja, Rodrigo Arriaga, Leslie Medellín, and Angélica Mendoza, “Las tecnologías aplicadas en redes de computadoras DES/ESME-CU,” México, 2010.
- [21] Carlos López, “¿Qué es una red WPAN?,” <https://es.ccm.net/contents/821-wpan-wireless-personal-area-network>, 2021.
- [22] Mayda Heredia, “Redes Inalámbricas de Área Local (WLAN) de alta densidad,” 2014.
- [23] Javier Jiménez, “Redes WiFi WMAN y WWAN: qué son estos tipos de redes y en qué se diferencian,” <https://www.redeszone.net/tutoriales/redes-wifi/wman-wwan-diferencias-usos-redes-inalambricas/>, Jan. 2022.
- [24] Digital Guide Ionos, “¿Qué es una red de área amplia (WAN)?,” <https://www.ionos.es/digitalguide/servidores/know-how/wan/>, 2020.
- [25] Oscar Gerometta, “Arquitecturas WLAN,” [http://librosnetworking.blogspot.com/2020/06/arquitecturas-wlan.html#:~:text=Redes%20ad%20hoc,%E2%80%93%20Independent%20Basic%20Service%20Set\).](http://librosnetworking.blogspot.com/2020/06/arquitecturas-wlan.html#:~:text=Redes%20ad%20hoc,%E2%80%93%20Independent%20Basic%20Service%20Set).), 2020.

- [26] Cristhian Solano, “Evaluación de las métricas de rendimiento y retardo para una red WLAN con modos de infraestructura BSS y ESS,” 2018.
- [27] “Avanzando en la seguridad de las redes WIFI,” *Enfoques*, pp. 23–24, 2005.
- [28] Darío López, “EVALUACIÓN DEL ESTÁNDAR IEEE 802.11AC CON TECNOLOGÍA MU-MIMO EN COMPARACIÓN AL ESTÁNDAR DE FIBRA ÓPTICA EN REDES DE TRANSPORTE DE DATOS.,” 2018.
- [29] María Paz Prendes, “Educación, tecnología y redes de cable,” *Universidad de Murcia*, 1995.
- [30] servicios informáticos YMANT, “¿Qué es un AP (Access Point) y que usos y modos tiene?,” <https://www.ymant.com/blog/que-es-un-ap-access-point-y-que-usos-y-modos-tiene/>, 2021.
- [31] Jefferson Delgao, “Rediseño de la red inalámbrica e implementación de un mecanismo de seguridad utilizando Mikrotik router OS basado en un servidor HOTSPOT aplicando las normas IEEE 802.11,” 2018.
- [32] Mecafenix, “Ingeniería Mecafenix,” <https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/sensores/>, 2021.
- [33] Marllelis Gutierrez, “Fundamentos básicos de instrumentación y control,” 2017.
- [34] Control Real Español, “Sensores. Definición y características,” <https://controlreal.com/es/sensores-definicion-y-caracteristicas/>, 2015.
- [35] Naylam Mechatronics, Tutorial Sensor de corriente ACS712, https://naylampmechatronics.com/blog/48_tutorial-sensor-de-corriente-ac712.html, 2022.
- [36] Fórmulas de electricidad corriente, Obtenido de: <https://usuaris.tinet.cat/fbd/electricidad/ca/ca.html>. 2022
- [37] Circuitos de corriente alterna. Obtenido de: <https://www.monografias.com/trabajos106/circuitos-corriente-alterna-ii/circuitos-corriente-alterna-ii>. 2022
- [39] DHT11, como configurar este sensor de humedad en un Arduino. Obtenido de: <https://descubrearduino.com/dht11/>. 2022
- [40] MiniWebtool. Calculadora de error porcentual. Obtenido de <https://miniwebtool.com/es/percentage-error-calculator/>. 2022
- [41] Velayos, V. Valor actual Neto (VAN). Economipedia. Obtenido de: <https://economipedia.com/definiciones/valor-actual-neto.html>. 2022

ANEXOS

Anexo 1. Programación del controlador – Arduino

```
/*LIBRERIAS DE USO*/
#include <SPI.h> //Comunicación
#include <Ethernet.h> //Creación del Servidor
#include <SD.h> //Conexión con la tarjeta SD
#include <EEPROM.h> // incluye la librería para el manejo de la memoria
EEPROM
#include <DHT.h> //Librería de Temperatura

//#include <TimeLib.h>
const long interval = 12000;
unsigned long previousMillis = 0; // Tiempo anterior 0

/*DECLARACIÓN DE VARIABLES PARA LA CONEXIÓN*/
//Creamos las variables como byte para almacenar en ellas los datos ingresados de la
dirección ip
int Pp1=EEPROM.read(0);
int Pp2=EEPROM.read(1);
int Pp3=EEPROM.read(2);
int Pp4=EEPROM.read(3);

/*DECLARAMOS VARIABLES DE ESCRITURA DE ARCHIVO*/
File miArchivo;
float valor;
char orden;
String nombreArchivo="test.txt";
#define REQ_BUF_SZ 60 // size of buffer used to capture HTTP requests

/*DECLARAR VARIABLES PARA MEDIR TEMPERATURA*/
#define DHTPIN 34 // Definimos el pin digital donde se conecta el sensor
#define DHTTYPE DHT11 // Dependiendo del tipo de sensor

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE); // Inicializamos el sensor DHT11
File myFileT;
// MAC address from Ethernet shield sticker under board
byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED };
IPAddress ip(Pp1, Pp2, Pp3, Pp4); // IP address, may need to change depending on
network
EthernetServer server(80); // create a server at port 80
File webFile; // the web page file on the SD card
String readString = String(50); //Cadena para almacena información
char HTTP_req[REQ_BUF_SZ] = {0}; // buffered HTTP request stored as null
terminated string
char req_index = 0; // index into HTTP_req buffer
```

```

boolean LED_state[4] = {0}; // stores the states of the LEDs

//Cambiar dirección IP
String Analog1;
String Analog2;
String Analog3;
String Analog4;

//Sensor de Corriente
float Sensibilidad = 0.185; //sensibilidad en V/A para nuestro sensor

//float offset, valor, mitadV;
float offset=0.000;
float Irms, Irms2, Irms3, Irms4;
float Ip, Ip2, Ip3, Ip4;
float P, P2, P3, P4;

//Sensor de temperatura
float t;

void setup()
{
  // disable Ethernet chip
  //pinMode(10, OUTPUT);
  Serial.begin(9600); // for debugging
  // setTime(0,0,0,13,05,2022);
  //EEPROM.write(4,200);
  delay(100);
  int holi = 500; //Este valor debe ser igual que el que se escribe en la memoria
  EEPROM en el cambio de IP, si desea asignarle por código la IP por defecto debe
  cambiar el valor del Holi y el valo de la EEPROM de abajo
  Serial.println(EEPROM.read(4));
  if (EEPROM.read(4) != holi){
    Serial.print("YA ESTA ASIGNADO LA IP 10.10.10.10");
    EEPROM.put(0, 10); // escribe en la dirección indicada
    EEPROM.put(1, 10); // escribe en la dirección indicada
    EEPROM.put(2, 10); // escribe en la dirección indicada
    EEPROM.put(3, 10);
  }
}

dht.begin();

//Inicializar la tarjeta SD
Serial.println("Initializing SD card...");
if (!SD.begin(4)) {
  Serial.println("ERROR - SD card initialization failed!");
  return;
}
Serial.println("SUCCESS - SD card initialized.");

```

```

if (!SD.exists("login.htm")) {
  Serial.println("ERROR - Can't find login.htm file!");
  return;
}
Serial.println("SUCCESS - Found index.htm file.");

// Declaración de pines de control de los rele
pinMode(2, OUTPUT);
pinMode(3, OUTPUT);
pinMode(5, OUTPUT);
pinMode(6, OUTPUT);
pinMode(24, OUTPUT);
pinMode(26, OUTPUT);
pinMode(28, OUTPUT);
pinMode(30, OUTPUT);
digitalWrite(24,HIGH);
digitalWrite(26,HIGH);
digitalWrite(28,HIGH);
digitalWrite(30,HIGH);

//Inicializar Dispositivo Ethernet
Ethernet.begin(mac, ip);
server.begin(); //Comienza a escuchar a los clientes
previousMillis = millis();
}

void loop()
{
  EthernetClient client = server.available(); // try to get client

  if (client) { // got client?
    boolean currentLineIsBlank = true;
    while (client.connected()) {
      if (client.available()) { // client data available to read
        char c = client.read(); // read 1 byte (character) from client
        if (req_index < (REQ_BUF_SZ - 1)) {
          HTTP_req[req_index] = c; // save HTTP request character
          req_index++;
          readString += c;
        }
        if (c == '\n' && currentLineIsBlank) {
          client.println("HTTP/1.1 200 OK");
          if (StrContains(HTTP_req, "ajax_inputs")) {
            client.println("Content-Type: text/xml");
            client.println("Connection: keep-alive");
            client.println();
            SetLEDs();
            if (millis() - previousMillis >= interval) {
              //envío cada 30 min = 180000 millis

```

```

        sen_corriente();
        escribirDatos();
        previousMillis = millis();
    }

    LEERTemp();
    //delay(20);
    //sen_corriente();
    XML_response(client);
}
else {
    client.println("Content-Type: text/html");
    client.println("Connection: keep-alive");
    client.println();
    if (StrContains(HTTP_req, "GET /index.htm")){
        webFile = SD.open("index.htm");}
    else if (StrContains(HTTP_req, "GET /analog.htm")) webFile =
SD.open("analog.htm");
    else webFile = SD.open("login.htm");
    }
    if (webFile) {
        while(webFile.available()) {
            client.write(webFile.read()); // send web page to client
        }
        webFile.close();
    }
    Serial.print(HTTP_req);
    req_index = 0;
    StrClear(HTTP_req, REQ_BUF_SZ);
    cambiarIP();
    break;
}
if (c == '\n') {
    currentLineIsBlank = true;
}
else if (c != '\r') {
    currentLineIsBlank = false;
}
}
}
delay(1);
readString = "";
client.stop();
}
}

```

```

/*Función para cambiar la dirección IP del módulo ARDUINO*/
void cambiarIP() {
    Serial.println(readString);
}

```

```

int firstEqual1 = readString.indexOf("IP1=");
int firstEqual2 = readString.indexOf("IP2=");
int firstEqual3 = readString.indexOf("IP3=");
int firstEqual4 = readString.indexOf("IP4=");
/*Serial.println("HOLIIIIIII ESTOY AQUÍ");
Serial.println(firstEqual1);
Serial.println(firstEqual2);
Serial.println(firstEqual3);
Serial.println(firstEqual4);*/
Analog1 = readString.substring((firstEqual1 + 4), (firstEqual1 + 7));
Analog2 = readString.substring((firstEqual2 + 4), (firstEqual2 + 7));
Analog3 = readString.substring((firstEqual3 + 4), (firstEqual3 + 7));
Analog4 = readString.substring((firstEqual4 + 4), (firstEqual4 + 7));
/*Serial.println(Analog1);
Serial.println(Analog2);
Serial.println(Analog3);
Serial.println(Analog4);
Serial.println(Analog1.toInt());
Serial.println(Analog2.toInt());
Serial.println(Analog3.toInt());
Serial.println(Analog4.toInt());*/
if ((Analog1 != "") &&(Analog1 != " /") && (Analog1 != "ET ") && (Analog1 != "
/f") && (Analog1 != " /i") && (Analog1 != " /a")&& (Analog1 != " /L"))
{
  EEPROM.put(0, Analog1.toInt()); // escribe en la dirección indicada
  EEPROM.put(1, Analog2.toInt()); // escribe en la dirección indicada
  EEPROM.put(2, Analog3.toInt()); // escribe en la dirección indicada
  EEPROM.put(3, Analog4.toInt()); // escribe en la dirección indicada
  EEPROM.write(4,500); //ESTE VALOR TAMBIÉN SE CAMBIA
  Serial.println("Que está pasando");
}
readString = "";
}

void SetLEDs(void)
{
  // LED 1 (pin 2)
  if (StrContains(HTTP_req, "LED1=0")) {
    LED_state[0] = 0; // save LED state
    digitalWrite(2, LOW);
    digitalWrite(24, HIGH);
  }
  else if (StrContains(HTTP_req, "LED1=1")) {
    LED_state[0] = 1; // save LED state
    digitalWrite(2, HIGH);
    digitalWrite(24, LOW);
  }
  // LED 2 (pin 3)
  if (StrContains(HTTP_req, "LED2=0")) {
    LED_state[1] = 0; // save LED state

```

```

    digitalWrite(3, LOW);
    digitalWrite(26, HIGH);
}
else if (StrContains(HTTP_req, "LED2=1")) {
    LED_state[1] = 1; // save LED state
    digitalWrite(3, HIGH);
    digitalWrite(26, LOW);
}
// LED 3 (pin 5)
if (StrContains(HTTP_req, "LED3=0")) {
    LED_state[2] = 0; // save LED state
    digitalWrite(5, LOW);
    digitalWrite(28, HIGH);
}
else if (StrContains(HTTP_req, "LED3=1")) {
    LED_state[2] = 1; // save LED state
    digitalWrite(5, HIGH);
    digitalWrite(28, LOW);
}
// LED 3 (pin 6)
if (StrContains(HTTP_req, "LED4=0")) {
    LED_state[3] = 0; // save LED state
    digitalWrite(6, LOW);
    digitalWrite(30, HIGH);
}
else if (StrContains(HTTP_req, "LED4=1")) {
    LED_state[3] = 1; // save LED state
    digitalWrite(6, HIGH);
    digitalWrite(30, LOW);
}
}
}

void XML_response(EthernetClient cl)
{
    float analog_val;
    int digital_24=0;
    int count; // used by 'for' loops
    int sw_arr[] = {2, 3}; // pins interfaced to switches

    //analog_0 = analogRead(7);
    cl.print("<?xml version = \"1.0\" ?>");
    cl.print("<inputs>");
    // button LED states
    // LED1
    cl.print("<LED>");
    if (LED_state[0]) {cl.print("on");}
    else {cl.print("off");}
    cl.println("</LED>");
}

```

```

// LED2
cl.print("<LED>");
if (LED_state[1]) {cl.print("on");}
else {cl.print("off");}
cl.println("</LED>");
// LED3
cl.print("<LED>");
if (LED_state[2]) {cl.print("on");}
else {cl.print("off");}
cl.println("</LED>");
// LED4
cl.print("<LED>");
if (LED_state[3]) {cl.print("on");}
else {cl.print("off");}
cl.println("</LED>");

// read analog pin A7-A8-A9-A10
analog_val = Irms;
cl.print("<analog>");
Serial.print(analog_val);
cl.print(analog_val);
cl.print("</analog>");
analog_val = Irms2;
cl.print("<analog>");
cl.print(analog_val);
cl.print("</analog>");
analog_val = Irms3;
cl.print("<analog>");
cl.print(analog_val);
cl.print("</analog>");
analog_val = Irms4;
cl.print("<analog>");
cl.print(analog_val);
cl.print("</analog>");
analog_val = t;
cl.print("<analog>");
cl.print(analog_val);
cl.print("</analog>");
cl.print("</inputs>");
}

void StrClear(char *str, char length)
{
    for (int i = 0; i < length; i++) {
        str[i] = 0;
    }
}

char StrContains(char *str, char *sfind){

```

```

char found = 0;
char index = 0;
char len;

len = strlen(str);
if (strlen(sfind) > len) {
    return 0;
}
while (index < len) {
    if (str[index] == sfind[found]) {
        found++;
        if (strlen(sfind) == found) {
            return 1;
        }
    }
    else {
        found = 0;
    }
    index++;
}
return 0;
}

float sen_corriente(){
    Ip = obt_corriente1();//obtenemos la corriente pico
    Irms = Ip * 0.707; //Intensidad RMS = Ipico/(2^1/2)
    P = Irms * 120.0; // P = I * V watts
    //Serial.print("Ip: "); Serial.print(Ip,3); Serial.print("A ");
    //Serial.print("Irms: "); Serial.print(Irms,3);Serial.print("A ");
    //Serial.print("Potencia: "); Serial.print(P,3); Serial.println("W");
    //Serial.print("Contador: "); Serial.print(cont); Serial.println("pulsadores");
    Ip2 = obt_corriente2();//obtenemos la corriente pico
    Irms2 = Ip2 * 0.707; //Intensidad RMS = Ipico/(2^1/2)
    P2 = Irms2 * 110.0; // P = I * V watts
    //Serial.print("Ip: "); Serial.print(Ip2,3); Serial.print("A ");
    //Serial.print("Irms: "); Serial.print(Irms2,3);Serial.print("A ");
    //Serial.print("Potencia: "); Serial.print(P2,3); Serial.println("W");
    Ip3 = obt_corriente3();//obtenemos la corriente pico
    Irms3 = Ip3 * 0.707; //Intensidad RMS = Ipico/(2^1/2)
    P3 = Irms3 * 110.0; // P = I * V watts
    //Serial.print("Ip: "); Serial.print(Ip3,3); Serial.print("A ");
    //Serial.print("Irms: "); Serial.print(Irms3,3);Serial.print("A ");
    //Serial.print("Potencia: "); Serial.print(P3,3); Serial.println("W");
    Ip4 = obt_corriente4();//obtenemos la corriente pico
    Irms4 = Ip4 * 0.707; //Intensidad RMS = Ipico/(2^1/2)
    P4 = Irms4 * 110.0; // P = I * V watts
    //Serial.print("Ip: "); Serial.print(Ip4,3); Serial.print("A ");
    //Serial.print("Irms: "); Serial.print(Irms4,3);Serial.print("A ");
    //Serial.print("Potencia: "); Serial.print(P4,3); Serial.println("W");
}

```

```

//delay(500);
return Irms, Irms2, Irms3, Irms4;
}

float obt_corriente1(){
float voltajeSensor;
float tiempo = millis();
float corriente = 0.00;
float Imax=0.00;
float Imin=0.00;
//for(int i=0; i<=100; i++){
while(millis() - tiempo<200){
    voltajeSensor = analogRead(A2)*(4.97/1023.0);//lectura
    corriente = 0.9*corriente+0.1*((voltajeSensor-2.45)/Sensibilidad);
    if(corriente>Imax){
        Imax = corriente;
    }
    if(corriente<Imin){
        Imin = corriente;
    }
}
return(((Imax-Imin)/2)-offset);
}

float obt_corriente2(){
float voltajeSensor;
float tiempo = millis();
float corriente = 0.00;
float Imax=0.00;
float Imin=0.00;
while(millis() - tiempo<500){
    voltajeSensor = analogRead(A3)*(5.03/1023.0);//lectura
    corriente = 0.9*corriente+0.1*((voltajeSensor-2.5)/Sensibilidad);
    if(corriente>Imax){
        Imax = corriente;
    }
    if(corriente<Imin){
        Imin = corriente;
    }
}
return(((Imax-Imin)/2)-offset);
}

float obt_corriente3(){
float voltajeSensor;
float tiempo = millis();
float corriente = 0.00;
float Imax=0.00;
float Imin=0.00;

```

```

while(millis() - tiempo<500){
  voltajeSensor = analogRead(A4)*(5.03/1023.0);//lectura
  corriente = 0.9*corriente+0.1*((voltajeSensor-2.5)/Sensibilidad);
  if(corriente>Imax){
    Imax = corriente;
  }
  if(corriente<Imin){
    Imin = corriente;
  }
}
return(((Imax-Imin)/2)-offset);
}

```

```

float obt_corriente4(){
  float voltajeSensor;
  float tiempo = millis();
  float corriente = 0.00;
  float Imax=0.00;
  float Imin=0.00;
  while(millis() - tiempo<500){
    voltajeSensor = analogRead(A5)*(5.03/1023.0);//lectura
    corriente = 0.9*corriente+0.1*((voltajeSensor-2.5)/Sensibilidad);
    if(corriente>Imax){
      Imax = corriente;
    }
    if(corriente<Imin){
      Imin = corriente;
    }
  }
  return(((Imax-Imin)/2)-offset);
}

```

```

void LEERTemp(){
  delay(500);
  Serial.println("MIDIENDO TEMPERATURA");
  float h = dht.readHumidity();
  // Leemos la temperatura en grados centígrados (por defecto)
  t = dht.readTemperature();
  Serial.print("Humedad: ");
  Serial.print(h);
  Serial.print(" %\t");
  Serial.print("Temperatura: ");
  Serial.print(t);
  Serial.print(" *C ");
  return t;
}

```

```

void escribirDatos(){
  valor=Irms;

```

```

Serial.println("ESTOY AQUÍ EL VALOR DE LA CORRIENTE ES");
Serial.println(valor);
miArchivo=SD.open(nombreArchivo, FILE_WRITE);
if(miArchivo){
  Serial.print("Escribiendo en el archivo");
  miArchivo.print("Corriente toma 1: ");
  miArchivo.println(Irms);
  miArchivo.print("Corriente toma 2: ");
  miArchivo.println(Irms2);
  miArchivo.print("Corriente toma 3: ");
  miArchivo.println(Irms3);
  miArchivo.print("Corriente toma 4:");
  miArchivo.println(Irms4);
  miArchivo.close();
  Serial.print("todo correcto");
}else{
  Serial.print("Error al abrir el archivo");
}
}
}

```

Anexo 2 Programación del diseño en la página web

PROGRAMACIÓN PÁGINA LOGIN

```

<!--Encabezdo de HTML LOGIN-->
<!DOCTYPE html>
<html>
  <head>
    <meta charset="utf-8">
    <title>Login SMART PDU | UTA </title> <!--Título del sitio-->
    <!--link rel="stylesheet" href="master.css"-->
    <style>
      body{
        background-color: #810000;
        margin: 0;
        padding: 0;
        background-size: cover;
        font-family: sans-serif;
        height: 70vh;
      }
      h1 {
        color: #FFFFFFF;
        display: block;
        font-size: 2em;
        margin-top: 0.67em;
        margin-bottom: 0.67em;
      }
    </style>
  </head>
</html>

```

```

        margin-left: 0;
        margin-right: 0;
        font-weight: bold;
    }
    .login-box {
        width: 320px;
        height: 345px;
        background: #000;
        color: #fff;
        top: 70%;
        left: 50%;
        position: absolute;
        transform: translate(-50%, -50%);
        box-sizing: border-box;
        padding: 70px 30px;
    }
    .icono2 {
        width: 90px;
        height: 90px;
        border-radius: 55%;
        position: absolute;
        top: -40px;
        left: calc(50% - 50px);
    }
    .login-box h1 {
        margin: 0;
        padding: 0 0 20px;
        text-align: center;
        font-size: 18px;
    }
    .login-box label {
        margin: 0;
        padding: 0;
        font-weight: bold;
        display: block;
    }
    .login-box input {
        width: 100%;
        margin-bottom: 20px;
    }

    .login-box input[type="text"], .login-box input[type="password"] {
        border: none;
        border-bottom: 1px solid #fff;
        background: transparent;
        outline: none;
    }

```

```

        height: 40px;
        color: #fff;
        font-size: 14px;
    }

    .login-box input[type="button"] {
        border: none;
        outline: none;
        height: 40px;
        background: #b80f22;
        color: #fff;
        font-size: 14px;
        border-radius: 20px;
    }

    .login-box input[type="submit"]:hover {
        cursor: pointer;
        background: #ffc107;
        color: #000;
    }

    .login-box a {
        text-decoration: none;
        font-size: 12px;
        line-height: 20px;
        color: darkgrey;
    }

    .login-box a:hover {
        color: #fff;
    }
</style>
<script>
    function comprobarDatos(){
        username = document.login1.username.value;
        password = document.login1.password.value;
        if (password == "UTAmaba123" && username ==
"Operador1"){
            alert("El usuario y la contrase\361a ingresada es
correcta");
            window.close("login.htm", "Diseño Web")
            window.open("index.htm", "Diseño Web")
        }
        else if (username == "" || password == ""){
            alert("Verifique los datos ingresados uno o ambos
campos se encuentran vacios");

```

```

        location.reload();
    }
    else {
        alert("El usuario o la contrase\361a ingresadas son
incorrectas");
        location.reload();
    }
}
</script>
</head>
<!-- DISEÑO DE LA PRESENTACIÓN DE LOGIN -->
<body>
    <h1 align="center">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</h1>
    <h2 align="center">FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS,
ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL</h2>
    <div class="login-box"> <!--Contenedor-->
         <!--Agregaos la
imagen del avatar-->
        <h1>CONTROL SMART PDU</h1>
        <!-- DISEÑO DEL FORMULARIO-->
        <form action="" name="login1">
            <!-- USERNAME INPUT -->
            <label for="username">Usuario</label>
            <input type="text" placeholder="Ingrese Usuario" name="username">
            <!-- PASSWORD INPUT -->
            <label for="password">Contraseña</label>
            <input type="password" placeholder="Ingrese Contraseña" name="password">
            <input type="button" value="Ingresar" onClick="comprobarDatos()"> <!--
Creacion del Boton-->
            <!--<a href="#">¿Olvidaste tú contraseña?</a><br>
            <a href="#">Don't have An account?</a-->
        </form>
    </div>
</body>
</html>

```

Anexo 3 Programación de la página visualizar HMI del SMART PDU

```

<!DOCTYPE html>
<html>
    <head>
        <meta charset="utf-8">
        <script type="text/javascript" src="loader.js"></script>
        <script type="text/javascript">
            strLED1 = "";

```

```

strLED2 = "";
strLED3 = "";
strLED4 = "";
var LED1_state = 0;
var LED2_state = 0;
var LED3_state = 0;
var LED4_state = 0;
var data_val1 = 0;
var data_val2 = 0;
var data_val3 = 0;
var data_val4 = 0;

```

```

<!-- Gauge Code Starts -->

```

```

var Gauge=function(b){function l(a,b){for(var c in b)"object"===typeof
b[c]&&"[object
Array]"!==Object.prototype.toString.call(b[c])&&"renderTo"!==c?("object"!==typeof
a[c]&&(a[c]={}),l(a[c],b[c])):a[c]=b[c]}function
q(){z.width=b.width;z.height=b.height;A=z.cloneNode(!0);B=A.getContext("2d");C
=z.width;D=z.height;t=C/2;u=D/2;f=t<u?t:u;A.i8d=!1;B.translate(t,u);B.save();a.trans
late(t,u);a.save()}function v(a){var b=new Date;G=setInterval(function(){var
c=(new Date-b)/a.duration;1<c&&(c=1);var f=("function"===
typeof
a.delta?a.delta:M[a.delta])(c);a.step(f);1===c&&clearInterval(G)},a.delay||10)}functio
n k(){G&&clearInterval(G);var a=I-
n,h=n,c=b.animation;v({delay:c.delay,duration:c.duration,delta:c.fn,step:function(b){
n=parseFloat(h)+a*b;E.draw()})})function e(a){return a*Math.PI/180}function
g(b,h,c){c=a.createLinearGradient(0,0,0,c);c.addColorStop(0,b);c.addColorStop(1,h)
;return c}function p(){var m=93*(f/100),h=f-
m,c=91*(f/100),e=88*(f/100),d=85*(f/100);a.save();b.glow&&(a.shadowBlur=h,a.sh
adowColor=
"rgba(0, 0, 0,
0.5)");a.beginPath();a.arc(0,0,m,0,2*Math.PI,!0);a.fillStyle=g("#ddd", "#aaa",m);a.fill
();a.restore();a.beginPath();a.arc(0,0,c,0,2*Math.PI,!0);a.fillStyle=g("#fafafa", "#ccc",
c);a.fill();a.beginPath();a.arc(0,0,e,0,2*Math.PI,!0);a.fillStyle=g("#eee", "#f0f0f0",e);
a.fill();a.beginPath();a.arc(0,0,d,0,2*Math.PI,!0);a.fillStyle=b.colors.plate;a.fill();a.sa
ve()}function w(a){var
h=!1;a=0===b.majorTicksFormat.dec?Math.round(a).toString():a.toFixed(b.majorTi
cksFormat.dec);return 1<b.majorTicksFormat["int"?
(h=-1<a.indexOf("."),-1<a.indexOf("-")?"-
"+(b.majorTicksFormat["int"]+b.majorTicksFormat.dec+2+(h?1:0)-
a.length)+a.replace("-
", ""):""+(b.majorTicksFormat["int"]+b.majorTicksFormat.dec+1+(h?1:0)-
a.length)+a):a}function d(){var
m=81*(f/100);a.lineWidth=2;a.strokeStyle=b.colors.majorTicks;a.save();if(0===b.m
ajorTicks.length){for(var h=(b.maxValue-
b.minValue)/5,c=0;5>c;c++)b.majorTicks.push(w(b.minValue+h*c));b.majorTicks.p

```

```

ush(w(b.maxValue))}for(c=0;c<b.majorTicks.length;++c)a.rotate(e(45+c*(270/(b.m
ajorTicks.length-
1))))a.beginPath(),a.moveTo(0,m),a.lineTo(0,m-
15*(f/100)),a.stroke(),a.restore(),a.save();b.strokeTicks&&(a.rotate(e(90)),a.beginPat
h(),a.arc(0,0,m,e(45),e(315),!1),a.stroke(),a.restore(),a.save())}function J(){var
m=81*(f/100);a.lineWidth=1;a.strokeStyle=b.colors.minorTicks;a.save();for(var
h=b.minorTicks*(b.majorTicks.length-
1),c=0;c<h;++c)a.rotate(e(45+c*(270/h))),a.beginPath(),a.moveTo(0,m),a.lineTo(0,
m-7.5*(f/100)),a.stroke(),a.restore(),a.save()}function s(){for(var
m=55*(f/100),h=0;h<b.majorTicks.length;++h){var c=
F(m,e(45+h*(270/(b.majorTicks.length-1)))));a.font=20*(f/200)+"px
Arial";a.fillStyle=b.colors.numbers;a.lineWidth=0;a.textAlign="center";a.fillText(b.
majorTicks[h],c.x,c.y+3)}function x(a){var
h=b.valueFormat.dec,c=b.valueFormat["int"];a=parseFloat(a);var
f=0>a;a=Math.abs(a);if(0<h){a=a.toFixed(h).toString().split(".");h=0;for(c-
=a[0].length;h<c;++h)a[0]="0"+a[0];a=(f?"-
":"")+a[0]+"."+a[1]}else{a=Math.round(a).toString();h=0;for(c-
=a.length;h<c;++h)a="0"+a;a=(f?"-":"")+a}return a}function F(a,b){var c=
Math.sin(b),f=Math.cos(b);return{x:0*f-a*c,y:0*c+a*f}}function
N(){a.save();for(var m=81*(f/100),h=m-
15*(f/100),c=0,g=b.highlights.length;c<g;c++){var
d=b.highlights[c],r=(b.maxValue-b.minValue)/270,k=e(45+(d.from-
b.minValue)/r),r=e(45+(d.to-
b.minValue)/r);a.beginPath();a.rotate(e(90));a.arc(0,0,m,k,r,!1);a.restore();a.save();va
r l=F(h,k),p=F(m,k);a.moveTo(l.x,l.y);a.lineTo(p.x,p.y);var
p=F(m,r),n=F(h,r);a.lineTo(p.x,p.y);a.lineTo(n.x,n.y);a.lineTo(l.x,l.y);a.closePath();a
.fillStyle=d.color;a.fill();
a.beginPath();a.rotate(e(90));a.arc(0,0,h,k-
0.2,r+0.2,!1);a.restore();a.closePath();a.fillStyle=b.colors.plate;a.fill();a.save()}func
tion K(){var
m=12*(f/100),h=8*(f/100),c=77*(f/100),d=20*(f/100),k=4*(f/100),r=2*(f/100),l=fu
nction(){a.shadowOffsetX=2;a.shadowOffsetY=2;a.shadowBlur=10;a.shadowColor=
"rgba(188, 143, 143, 0.45)"};l();a.save();n=0>n?Math.abs(b.minValue-
n):0<b.minValue?n-
b.minValue:Math.abs(b.minValue)+n;a.rotate(e(45+n/((b.maxValue-
b.minValue)/270)));a.beginPath();a.moveTo(-r,-d);a.lineTo(-k,
0);a.lineTo(-1,c);a.lineTo(1,c);a.lineTo(k,0);a.lineTo(r,-
d);a.closePath();a.fillStyle=g(b.colors.needle.start,b.colors.needle.end,c-
d);a.fill();a.beginPath();a.lineTo(-0.5,c);a.lineTo(-1,c);a.lineTo(-k,0);a.lineTo(-r,-
d);a.lineTo(r/2-2,-d);a.closePath();a.fillStyle="rgba(255, 255, 255,
0.2)";a.fill();a.restore();l();a.beginPath();a.arc(0,0,m,0,2*Math.PI,!0);a.fillStyle=g("#
f0f0f0","#ccc",m);a.fill();a.restore();a.beginPath();a.arc(0,0,h,0,2*Math.PI,!0);a.fillSt
yle=g("#e8e8e8","#f5f5f5",h);a.fill()}
function L(){a.save();a.font=40*(f/200)+"px Led";var b=x(y),h=a.measureText("-
"+x(0)).width,c=f-33*(f/100),g=0.12*f;a.save();var d=-h/2-0.025*f,e=c-g-
0.04*f,h=h+0.05*f,g=g+0.07*f,k=0.025*f;a.beginPath();a.moveTo(d+k,e);a.lineTo(d

```

```

+h-k,e);a.quadraticCurveTo(d+h,e,d+h,e+k);a.lineTo(d+h,e+g-
k);a.quadraticCurveTo(d+h,e+g,d+h-
k,e+g);a.lineTo(d+k,e+g);a.quadraticCurveTo(d,e+g,d,e+g-
k);a.lineTo(d,e+k);a.quadraticCurveTo(d,e,d+k,e);a.closePath();d=a.createRadialGra
dient(0,c-0.12*f-0.025*f+(0.12*f+0.045*f)/
2,f/10,0,c-0.12*f-
0.025*f+(0.12*f+0.045*f)/2,f/5);d.addColorStop(0,"#888");d.addColorStop(1,"#666
");a.strokeStyle=d;a.lineWidth=0.05*f;a.stroke();a.shadowBlur=0.012*f;a.shadowCo
lor="rgba(0,0,0,
1)";a.fillStyle="#babab2";a.fill();a.restore();a.shadowOffsetX=0.004*f;a.shadowOffs
etY=0.004*f;a.shadowBlur=0.012*f;a.shadowColor="rgba(0,0,0,
0.3)";a.fillStyle="#444";a.textAlign="center";a.fillText(b,-
0,c);a.restore())Gauge.Collection.push(this);this.config={renderTo:null,width:200,he
ight:200,title:!1,
maxValue:100,minValue:0,majorTicks:[],minorTicks:10,strokeTicks:!0,units:!1,valu
eFormat:{"int":3,dec:2},majorTicksFormat:{"int":1,dec:0},glow:!0,animation:{delay
:10,duration:250,fn:"cycle"},colors:{plate:"#fff",majorTicks:"#444",minorTicks:"#6
66",title:"#888",units:"#888",numbers:"#444",needle:{start:"rgba(240,128,128,
1)",end:"rgba(255,160,122,
.9)"}},highlights:[{from:20,to:60,color:"#eee"},{from:60,to:80,color:"#ccc"},{from:
80,to:100,color:"#999"}];var y=0,E=this,n=0,I=0,H=!1;this.setValue=
function(a){n=b.animation?a:(b.maxValue-
b.minValue)/100;I=a>b.maxValue?b.maxValue+d:a<b.minValue?b.minValue-
d:a;y=a;b.animation?k():this.draw();return
this};this.setRawValue=function(a){n=y=a;this.draw();return
this};this.clear=function(){y=n=I=this.config.minValue;this.draw();return
this};this.getValue=function(){return
y};this.onready=function(){l(this.config,b);this.config.minValue=parseFloat(this.c
onfig.minValue);this.config.maxValue=parseFloat(this.config.maxValue);b=this.con
fig;n=
y=b.minValue;if(!b.renderTo)throw Error("Canvas element was not specified when
creating the Gauge object!");var
z=b.renderTo.tagName?b.renderTo:document.getElementById(b.renderTo),a=z.getCon
text("2d"),A,C,D,t,u,f,B;q();this.updateConfig=function(a){l(this.config,a);q();this
.draw();return this};var M={linear:function(a){return a},quad:function(a){return
Math.pow(a,2)},quint:function(a){return Math.pow(a,5)},cycle:function(a){return 1-
Math.sin(Math.acos(a))},bounce:function(a){a:{a=1-a;for(var b=0,
c=1;;b+=c,c/=2)if(a>=(7-4*b)/11){a=-Math.pow((11-6*b-
11*a)/4,2)+Math.pow(c,2);break a}a=void 0}return 1-a},elastic:function(a){a=1-
a;return 1-Math.pow(2,10*(a-
1))*Math.cos(30*Math.PI/3*a)}};G=null;a.lineCap="round";this.draw=function(){if
(!A.i8d){B.clearRect(-t,-u,C,D);B.save();var
g={ctx:a};a=B;p();N();J();d();s();b.title&&(a.save(),a.font=24*(f/200)+"px
Arial",a.fillStyle=b.colors.title,a.textAlign="center",a.fillText(b.title,0,-
f/4.25),a.restore());b.units&&(a.save(),a.font=22*(f/200)+"px Arial",

```

```

a.fillStyle=b.colors.units,a.textAlign="center",a.fillText(b.units,0,f/3.25),a.restore());
A.i8d=!0;a=g.ctx;delete g.ctx } a.clearRect(-t,-u,C,D);a.save();a.drawImage(A,-t,-
u,C,D);if(Gauge.initialized)L(),K(),H||(E.onready&&E.onready(),H=!0);else var
e=setInterval(function(){ Gauge.initialized&&(clearInterval(e),L(),K(),H||(E.onready
&&E.onready(),H=!0))},10);return this } };Gauge.initialized=!1;
(function(){ var b=document,l=b.getElementsByTagName("head")[0],q=-
1!=navigator.userAgent.toLocaleLowerCase().indexOf("msie"),v="@font-face
{ font-family: 'Led';src: url('fonts/digital-7-
mono."+q?"eot":"ttf")+";} ",k=b.createElement("style");k.type="text/css";if(q)l.app
endChild(k),l=k.styleSheet,l.cssText=v;else { try { k.appendChild(b.createTextNode(v)
)} catch(e) { k.cssText=v } l.appendChild(k);l=k.styleSheet?k.styleSheet:k.sheet||b.style
Sheets[b.styleSheets.length-1] } var
g=setInterval(function(){ if(b.body){ clearInterval(g);
var
e=b.createElement("div");e.style.fontFamily="Led";e.style.position="absolute";e.styl
e.height=e.style.width=0;e.style.overflow="hidden";e.innerHTML=".";b.body.appen
dChild(e);setTimeout(function(){ Gauge.initialized=!0;e.parentNode.removeChild(e)
},250) },1)})();Gauge.Collection=[];
Gauge.Collection.get=function(b){ if("string"===typeof b)for(var
l=0,q=this.length;l<q;l++){ if((this[l].config.renderTo.tagName?this[l].config.render
To:document.getElementById(this[l].config.renderTo)).getAttribute("id")==b)return
this[l]}else return "number"===typeof b?this[b]:null };function
domReady(b){ window.addEventListener?window.addEventListener("DOMContentLoaded",b,!1):window.attachEvent("onload",b)
}
domReady(function(){ function b(b){ for(var
e=b[0],d=1,g=b.length;d<g;d++)e+=b[d].substr(0,1).toUpperCase()+b[d].substr(1,b[
d].length-1);return e } for(var
l=document.getElementsByTagName("canvas"),q=0,v=l.length;q<v;q++)if("canv-
gauge"===l[q].getAttribute("data-type")){ var
k=l[q],e={ },g,p=parseInt(k.getAttribute("width"),10),w=parseInt(k.getAttribute("hei
ght"),10);e.renderTo=k;p&&(e.width=p);w&&(e.height=w);p=0;for(w=k.attributes.l
ength;p<w;p++)if(g=k.attributes.item(p).nodeName,"data-type"!=g&&"data-"==
g.substr(0,5)){ var d=g.substr(5,g.length-5).toLowerCase().split("-
");if(g=k.getAttribute(g))switch(d[0]){ case
"colors":d[1]&&(e.colors||(e.colors={ }),"needle"===d[1]?(d=g.split(/\s+/),e.colors.need
le=d[0]&&d[1]? { start:d[0],end:d[1] } :g):(d.shift(),e.colors[b(d)]=g));break;case
"highlights":e.highlights||(e.highlights=[]);g=g.match(/(?:?:-?\d*\.)?(-?\d+){ 1,2
}){ 2 }(?:?:#(0x)?(?:[0-9A-F|a-f]){ 3,8 }|rgba?(. *?))/g);for(var
d=0,J=g.length;d<J;d++){ var s=g[d].replace(/^\s+|\s+$/g,"").split(/\s+/),x={ };
s[0]&&"!"!=s[0]&&(x.from=s[0]);s[1]&&"!"!=s[1]&&(x.to=s[1]);s[2]&&"!"!=s[2]&&
(x.color=s[2]);e.highlights.push(x) } break;case
"animation":d[1]&&(e.animation||(e.animation={ }),"fn"===d[1]&&/^\s*function\s*(/
.test(g)&&(g=eval("(" + g + ")")),e.animation[d[1]]=g);break;default:d=b(d);if("onread
y"===d)continue;if("majorTicks"===d)g=g.split(/\s+/);else
if("strokeTicks"===d||"glow"===d)g="true"===g?!0:!1;else

```

```

if("valueFormat"==d)if(g=g.split("."),2==g.length)g={"int":parseInt(g[0],10),dec:par
seInt(g[1],10)};else continue;
e[d]=g }e=new Gauge(e);k.getAttribute("data-
value")&&e.setRawValue(parseFloat(k.getAttribute("data-
value")));k.getAttribute("data-
onready")&&(e.onready=function(){eval(this.config.renderTo.getAttribute("data-
onready"))});e.draw()});window.Gauge=Gauge;
<!-- Gauge Code Ends -->

```

```

function GetArduinoIO(){
    nocache = "&nocache=" + Math.random() *
1000000;

    var request = new XMLHttpRequest();
    request.onreadystatechange = function(){
        if (this.readyState == 4) {
            if (this.status == 200) {
                if (this.responseXML !=
null) {
                    // XML file
                    received - contains analog values, switch values and LED states
                    var count;
                    // LED 1
                    if
(this.responseXML.getElementsByTagName('LED')[0].childNodes[0].nodeValue
=== "on") {

                        document.getElementById("LED1").innerHTML = "T1 ENCENDER";

                        LED1_state = 0;

                    }
                    else {

                        document.getElementById("LED1").innerHTML = "T1 APAGAR";

                        LED1_state = 1;

                    }
                    // LED 2
                    if
(this.responseXML.getElementsByTagName('LED')[1].childNodes[0].nodeValue
=== "on") {

                        document.getElementById("LED2").innerHTML = "T2 ENCENDER";

                        LED2_state = 0;

                    }
                    else {

```

```

document.getElementById("LED2").innerHTML = "T2 APAGAR";

LED2_state = 1;

}
// LED 3
if
(this.responseXML.getElementsByTagName('LED')[2].childNodes[0].nodeValue
=== "on") {

document.getElementById("LED3").innerHTML = "T3 ENCENDER";

LED3_state = 0;

}
else {

document.getElementById("LED3").innerHTML = "T3 APAGAR";

LED3_state = 1;

}
// LED 4
if
(this.responseXML.getElementsByTagName('LED')[3].childNodes[0].nodeValue
=== "on") {

document.getElementById("LED4").innerHTML = "T4 ENCENDER";

LED4_state = 0;

}
else {

document.getElementById("LED4").innerHTML = "T4 APAGAR";

LED4_state = 1;

}

document.getElementById("input1").innerHTML =

this.responseXML.getElementsByTagName('analog')[0].childNodes[0].nodeValue;
document.getElementById("input2").innerHTML =

this.responseXML.getElementsByTagName('analog')[1].childNodes[0].nodeValue;
document.getElementById("input3").innerHTML =

this.responseXML.getElementsByTagName('analog')[2].childNodes[0].nodeValue;
document.getElementById("input4").innerHTML =

```

```

this.responseXML.getElementsByTagName('analog')[3].childNodes[0].nodeValue;
    data_val1 =
this.responseXML.getElementsByTagName('analog')[0].childNodes[0].nodeValue;
    data_val2 =
this.responseXML.getElementsByTagName('analog')[1].childNodes[0].nodeValue;
    data_val3 =
this.responseXML.getElementsByTagName('analog')[2].childNodes[0].nodeValue;
    data_val4 =
this.responseXML.getElementsByTagName('analog')[3].childNodes[0].nodeValue;
    num1=parseInt(data_val1);
    }
    }
}
// send HTTP GET request with LEDs to switch
on/off if any
request.open("GET", "ajax_inputs" + strLED1 +
strLED2 + strLED3 + strLED4 + nocache, true);
request.send(null);
setTimeout('GetArduinoIO()', 1000);
strLED1 = "";
strLED2 = "";
strLED3 = "";
strLED4 = "";
}
function GetButton1(){
    if (LED1_state === 1) {
        LED1_state = 1;
        strLED1 = "&LED1=1";

        element =
document.getElementById("LED1");
    }
    else {
        LED1_state = 0;
        strLED1 = "&LED1=0";
    }
}
function GetButton2(){
    if (LED2_state === 1) {
        LED2_state = 1;
        strLED2 = "&LED2=1";
    }
    else {
        LED2_state = 0;

```

```

        strLED2 = "&LED2=0";
    }
}
function GetButton3(){
    if (LED3_state === 1) {
        LED3_state = 1;
        strLED3 = "&LED3=1";
    }
    else {
        LED3_state = 0;
        strLED3 = "&LED3=0";
    }
}
function GetButton4(){
    if (LED4_state === 1) {
        LED4_state = 1;
        strLED4 = "&LED4=1";
    }
    else {
        LED4_state = 0;
        strLED4 = "&LED4=0";
    }
}

google.charts.load('current', {'packages':['gauge']});
google.charts.setOnLoadCallback(drawChart);
function drawChart() {
    var data =
google.visualization.arrayToDataTable([
        ['Label', 'Value'],
        ['TC #1', 0],
        ['TC #2', 0],
        ['TC #3', 0],
        ['TC #4', 0]
    ]);
    var options = {
        width: 350, height: 350,
        redFrom: 510, redTo: 1023,
        yellowFrom:75, yellowTo: 90,
        minorTicks: 5,
        max: 1023
    };
    var chart = new
google.visualization.Gauge(document.getElementById('Medidores'));
    chart.draw(data, options);
    setInterval(function() {

```

```

        data.setValue(0, 1, input1);
        data.setValue(1, 1, data_val2);
        data.setValue(2, 1, data_val3);
        data.setValue(3, 1, data_val4);
        chart.draw(data, options);
    }, 1000);
}

$(document).ready(function(){
    $("#myTab a").click(function(e){
        e.preventDefault();
        $(this).tab('show');
    });
});
/*VALIDACIÓN DE CONTRASEÑA*/
function comprobarClave(){
    element =
document.getElementById("content");
    element.style.display='block';
}
function valideKey(evt){
    // code is the decimal ASCII representation of
the pressed key.
    var code = (evt.which) ? evt.which :
evt.keyCode;

    if(code==8) { // backspace.
        return true;
    } else if(code>=48 && code<=57) { // is a number.
        return true;
    } else{ // other keys.
        return false;
    }
}
}

</script>
<style>
    body {margin: 0px;
        background: #000000;}
    a{
        margin: 0px;
        font-family: Arial, Helvetica, sans-serif;
        font-size: 14px;
        color: #006699;
        text-decoration: none;
    }
    h1{ font-family: Arial;

```

```

        font-weight: bold;
        color: inherit;
        text-rendering: optimizelegibility;
        color: #255392;
    }
h2, h3, h4 {
    font-size: 16px;
    color: #3194C4;
    text-align: center;
}
.header-top {
    height: 50px;
    background-color: #6b0000;
    box-sizing: border-box;
    padding-right: 2px;
    padding-bottom: 2px;
    padding-left: 8px;
    margin-top: 8px;
    margin-right: auto;
    margin-left: auto;
    width: 99%;
    font-family: Helvetica, sans-serif;
    font-weight: bold;
    font-size: 26px;
    color: #fcfcfc;
    border-radius: 30px;
}
.top{
    float: left;
    height: 75px;
    width: 49%;
    margin-right: auto;
    margin-left: 10px;
    background-color: #262626;
    margin-top: 5px;
    color: #FFFFFF;
    font-family: Verdana, Arial, Helvetica, sans-
serif;

    box-sizing: border-box;
    font-size: 14px;
    border-radius: 20px;
    padding: 3px 20px 3px 50px;
}
.header-menu {
    height: 40px;
    background-color: #ffffff;

```

```

        box-sizing: border-box;
        padding-top: 2px;
        padding-right: 2px;
        padding-bottom: 2px;
        padding-left: 2px;
        width: 99%;
        margin-top: 30px;
        margin-right: auto;
        margin-left: auto;
        font-family: Helvetica, sans-serif;
        font-weight: bold;
        font-size: 26px;
        color: #000000;
        border-radius: 30px;
        border: 3px solid #5c0b0a;
    }
    .article {
        float: left;
        margin-top: 10px;
        margin-left: 3px;
        padding-top: 10px;
        font-family: Verdana, Arial, Helvetica, sans-
serif;

        font-size: 18px;
        color: #f2f2f2;
        background-color: #0f1414;
        font-weight: bold;
        border-radius: 30px;
        border: 3px solid #17171a;
    }
    .right {
        width: 470px;
        float: right;
        background-color: #262424;
        font-family: Arial, Helvetica, sans-serif;
        font-size: 20px;
        color: #FFFFFF;
        box-sizing: border-box;
        margin-left: 16px;
        padding-top: 6px;
        padding-right: 6px;
        padding-bottom: 6px;
        padding-left: 6px;
        margin-top: 12px;
        font-weight: bold;
        display: grid;

```

```

        place-items: center;
        border-radius: 30px;
        border: 3px solid #403c3c;
    }
    .left {
        width: 500px;
        float: left;
        padding: 3px;
        background-color: #262424;
        font-family: Arial, Helvetica, sans-serif;
        font-size: 20px;
        color: #FFFFFF;
        margin-top: 12px;
        margin-left: 2px;
        margin-right: 12px;
        font-weight: bold;
        display: grid;
        place-items: center;
        border-radius: 30px;
        border: 3px solid #403c3c;
    }
    .main {
        display: flex;
        min-height: calc(100vh - 40vh);
        width: 99%;
        margin-right: auto;
        margin-left: auto;
    }
    .footer {
        height: 60px;
        width: 99%;
        margin-right: auto;
        margin-left: auto;
        background-color: #F4F4F4;
        margin-bottom: 4px;
        padding-top: 8px;
        text-align: center;
        margin-top: 12px;
        font-size: 20px;
        font-weight: bold;
        color: #333333;
    }
    .IO_box{
        float: left;
        display: grid;
        place-items: center;

```

```

        background-color: #17171a;
        border-radius: 25px;
        margin: 2px 20px 30px 20px;
        border: 3px solid #070708;
        padding: 6px 5px 6px 5px;
        width: 160px;
        font-size: 16px;
        color: #FFFFFF;
    }
    .lucis-TC{
        position: relative;
        display: block;
        top: 3px;
        left: 3px;
        width: 40px;
        height: 40px;
        border-radius: 50%;
        background-color: rgb(0,0,0,0.3);
    }
    .lucis-TC::after{
        content:"";
        position: absolute;
        width: 35px;
        height: 35px;
        border-radius: 50%;
        border-right: 4px solid rgb(255,255,255,0.6);
        top: 5%;
    }
    .red{
        background-color: #c0392b;
        box-shadow: 0 0 10px 1px #c0392b;
    }
    .naranja{
        background-color: #ff6524;
        box-shadow: 0 0 10px 1px #ff6524;
    }
    .green{
        background-color: #2ecc71;
        box-shadow: 0 0 10px 1px #2ecc71;
    }
    .button{
        background-color: #013d3a; /* Green */
        border: none;
        color: white;
        padding: 8px 30px;
        text-align: center;

```

```

font-size: 13px;
margin: 4px 2px;
border-radius: 8px;
    }
</style>
</head>
<body onload="GetArduinoIO()">
    <div class="header-top">
        <center>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE
AMBATO</center>
    </div>
    <div class="header-menu">
        <center>PANEL DE CONTROL</center>
    </div>

    <div class="main">
        <div class="left">
            <center>DATOS</center>
            <p>Cambiar Dirección IP:</p>
            <button class="button" type="button" id="IP"
onclick="comprobarClave()">DIRECCIÓN IP</button>
            <form>
                <!--<input type="number" id=v name=v
min=0 max=255>-->
                <div id="content" style="display:
none;"><center>
                    <input type="text" size="2"
maxlength="3" name="IP1" id="IP1" placeholder="B1" onkeypress="return
valideKey(event);" required/>.
                    <input type="text" size="2"
maxlength="3" name="IP2" id="IP2" placeholder="B2" onkeypress="return
valideKey(event);" required/>.
                    <input type="text" size="2"
maxlength="3" name="IP3" name="IP3" id="IP3" placeholder="B3"
onkeypress="return valideKey(event);" required/>.
                    <input type="text" size="2"
maxlength="3" name="IP4" id="IP4" placeholder="B4" onkeypress="return
valideKey(event);" required/>
                    <br><input type=submit
value=Enviar-IP >
                </center></div>
            </form>
            <p align="center">Historial de Corrientes:</p>
            <button class="button" type="button" id="HIS"
src="temp.txt">HISTORIAL</button>
        </div>

```

```

<div class="article">
  <center>VISUALIZACIÓN DE
CORRIENTE</center>
  <div id="Medidores"></div>
  <!--<canvas id="an_gauge_1" data-
title="Inside" data-units="Temp. &deg;C" width="170px" height="170px" data-
major-ticks="0 54 108 162 216 270 324 378 432 486 540 594 648 702 756 810 864
918 972 1023" data-type="canv-gauge" data-min-value="0" data-max-value="1023"
data-highlights="-40 0 #4D89F2, 0 10 #25B8D9, 10 30 #0BB950, 30 40 #cc5, 40
150 #f33" data-onready="setInterval( function() {
Gauge.Collection.get('an_gauge_1').setValue(data_val1);}, 200);"></canvas>
  <canvas id="an_gauge_2" data-title="Outside"
data-units="Temp. &deg;C" width="170" height="170" data-major-ticks="0 54 108
162 216 270 324 378 432 486 540 594 648 702 756 810 864 918 972 1023" data-
type="canv-gauge" data-min-value="0" data-max-value="1023" data-highlights="-
40 0 #4D89F2, 0 10 #25B8D9, 10 30 #0BB950, 30 40 #cc5, 40 150 #f33" data-
onready="setInterval( function() {
Gauge.Collection.get('an_gauge_2').setValue(data_val2);}, 200);"></canvas-->
  </div>
  <div class="article">
  <center>CONTROL
ENCENDIDO/APAGADO</center><br>
  <div class="IO_box">
  <center>TOMA CORRIENTE
1</center>
  <button class="button" type="button"
id="LED1" onclick="GetButton1()">T1 APAGAR</button>
  <div class="luces-TC"
color="green"></div>
  </div>
  <div class="IO_box">
  <center>TOMA CORRIENTE
2</center>
  <button class="button" type="button"
id="LED2" onclick="GetButton2()">T2 APAGAR</button>
  <div class="luces-TC"
color="green"></div>
  </div>
  <div class="IO_box">
  <center>TOMA CORRIENTE
3</center>
  <button class="button" type="button"
id="LED3" onclick="GetButton3()">T3 APAGAR</button>
  <div class="luces-TC"
color="green"></div>

```

```

        </div>
        <div class="IO_box">
            <center>TOMA CORRIENTE
4</center>
            <button class="button" type="button"
id="LED4" onclick="GetButton4()">T4 APAGAR</button>
            <div class="luces-TC"
color="green"></div>
        </div>
    </div>
    <div class="right">
        <center>TEMPERATURA</center>
        <button class="button" type="button"
id="TEMP">GRÁFICA TEMPERATURA</button>
        <p>Valor Temperatura: <span
id="input1">...</span></p>
        <div class="luces-TC red"></div>
        <div class="luces-TC naranja"
color="naranja"></div>
        <div class="luces-TC green"
color="red"></div>
    </div>
</div>
</body>
</html>

```