

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

**APLICACIÓN DE INTERNET DE LAS COSAS,
IoT, PARA ESCALAR EL MONITOREO Y
GESTIÓN REMOTA DE DISPOSITIVOS EN
CENTROS DE CÓMPUTO DE
INSTITUCIONES EDUCATIVAS**

Aplicación en ITCA-FEPADE Centro Regional
Santa Ana

DOCENTE INVESTIGADOR PRINCIPAL:
ING. RICARDO EDGARDO QUINTANILLA PADILLA

DOCENTE CO-INVESTIGADOR:
ING. CARLOS LEVI CARTAGENA LOBOS

CARRERA TÉCNICO EN SISTEMAS INFORMÁTICOS
E INGENIERÍA ELÉCTRICA
ITCA-FEPADE CENTRO REGIONAL SANTA ANA

ENERO 2020

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

**APLICACIÓN DE INTERNET DE LAS COSAS,
IoT, PARA ESCALAR EL MONITOREO Y
GESTIÓN REMOTA DE DISPOSITIVOS EN
CENTROS DE CÓMPUTO DE
INSTITUCIONES EDUCATIVAS**

Aplicación en ITCA-FEPADE Centro Regional
Santa Ana

DOCENTE INVESTIGADOR PRINCIPAL:
ING. RICARDO EDGARDO QUINTANILLA PADILLA

DOCENTE CO-INVESTIGADOR:
ING. CARLOS LEVI CARTAGENA LOBOS

CARRERA TÉCNICO EN SISTEMAS INFORMÁTICOS
E INGENIERÍA ELÉCTRICA
ITCA-FEPADE CENTRO REGIONAL SANTA ANA

ENERO 2020

Rectora

Licda. Elsy Escolar SantoDomingo

Vicerrector Académico

Ing. Carlos Alberto Arriola Martínez

Vicerrectora Técnica Administrativa

Inga. Frineé Violeta Castillo

Director de Investigación y Proyección Social

Ing. Mario W. Montes Arias

Dirección de Investigación y Proyección Social

Ing. David Emmanuel Ágreda Trujillo

Inga. Ingrid Janeth Ulloa de Posada

Sra. Edith Aracely Cardoza de González

Director Centro Regional Santa Ana

Ing. Manuel Antonio Chicas Villeda

621.317

Q7a

Quintanilla Padilla, Ricardo Edgardo, 1976 -

slv

Aplicación de Internet de las Cosas, IoT, para escalar el monitoreo y gestión remota de dispositivos en centros de cómputo de instituciones educativas [recurso electrónico] : aplicación en ITCA-FEPADE Centro Regional Santa Ana / Ricardo Edgardo Quintanilla Padilla, Carlos Levi Cartagena Lobos, coaut. -- 1ª ed. -- Santa Tecla, La Libertad, El Salv. : ITCA Editores, 2020.

1 recurso electrónico (46 p. : il. col. ; 28 cm.)

Datos electrónicos (1 archivo : pdf, 3.7 mb). –

<https://www.itca.edu.sv/produccion-academica/>

ISBN 978-99961-39-46-8 (E-Book, pdf)

ISBN 978-99961-32-1 (impreso)

1. Consumo de energía eléctrica – Mediciones. 2. Control de la temperatura – Automatización. 3. Internet de las Cosas. I. Cartagena Lobos, Carlos Levi, coaut. II. Título.

Autor

Ing. Ricardo Edgardo Quintanilla Padilla

Co Autor

Ing. Carlos Levi Cartagena Lobos

Tiraje: 13 ejemplares

Año 2020

Este documento técnico es una publicación de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE; tiene el propósito de difundir la Ciencia, la Tecnología y la Innovación CTI, entre la comunidad académica, el sector empresarial y la sociedad, como un aporte al desarrollo del país. Para referirse al contenido debe citar el nombre del autor y el título del documento. El contenido de este Informe es responsabilidad de los autores.



Atribución-No Comercial
Compartir Igual
4.0 Internacional

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons. No se permite el uso comercial de la obra original ni de las posibles obras derivadas, cuya distribución debe hacerse mediante una licencia igual que la sujeta a la obra original.

Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE

Km 11.5 carretera a Santa Tecla, La Libertad, El Salvador, Centro América

Sitio Web: www.itca.edu.sv

TEL: (503)2132-7423

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	4
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
2.1.	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	5
2.2.	ANTECEDENTES / ESTADO DE LA TÉCNICA	5
2.3.	JUSTIFICACIÓN.....	9
3.	OBJETIVOS.....	9
3.1.	OBJETIVO GENERAL.....	9
3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
4.	HIPÓTESIS	10
5.	MARCO TEÓRICO	10
5.1.	SISTEMA ESCALABLE	10
5.1.1.	ESCALABILIDAD VERTICAL	10
5.1.2.	ESCALABILIDAD HORIZONTAL.....	11
5.2.	PLATAFORMAS PARA CONECTAR EL MUNDO FÍSICO CON LA WEB.....	12
5.2.1.	CAPA DE SENSORES	13
5.2.2.	CAPA DE RED.....	14
5.2.3.	CAPA DE SERVICIOS	15
5.2.4.	CAPA DE INTERFAZ (APLICACIONES).....	17
5.3	UN ECOSISTEMA IoT ESTÁ COMPUESTO POR CUATRO ELEMENTOS CLAVE	18
6.	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	20
7.	RESULTADOS.....	21
7.1.	ARQUITECTURA DEL SISTEMA	21
7.2.	NODO DE SENSORES.....	22
7.3.	PUNTOS DE ACCESO (RED).....	29
7.4.	PROCESAMIENTO DE DATOS.....	30
7.5.	INTERFAZ PARA LA VISUALIZACIÓN DE DATOS	33
8.	CONCLUSIONES	33
9.	RECOMENDACIONES.....	34
10.	GLOSARIO	34
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36
12.	ANEXOS	37
12.1.	ANEXO 1: CIRCUITOS ESQUEMÁTICOS PARA LOS NODOS DE SENSORES	37
12.2.	ANEXO2: DIAGRAMA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN EL PANEL DE CONTROL	39
12.3.	ANEXO 3: DISEÑO DE PANEL DE CONTROL	40
12.4.	ANEXO 4: PLANO DE LOCALIZACIÓN DE PANELES DE CONTROL.....	41
12.5.	ANEXO 5: DISEÑO DE PCB PARA LOS NODOS DE SENSORES	42
12.6.	ANEXO 6: INSTALACIÓN DE TABLERO DE CONTROL	44
12.7.	ANEXO 7: INTERFAZ PARA VISUALIZAR LA POTENCIA ELÉCTRICA	45
12.8.	ANEXO 8: APLICACIÓN BACK -END PARA EL FILTRADO DE DATOS	46

1. INTRODUCCIÓN

La tecnología actual con la incorporación del Internet de las Cosas IoT permite un flujo de información sin precedentes. Al implementar IoT para el monitoreo y gestión remota de dispositivos en instituciones educativas se obtienen datos valiosos que pueden ser de utilidad para mejorar la eficiencia energética y anticipar problemas antes de que ocurran, realizando el mantenimiento preventivo y predictivo de la instalación eléctrica.

La era digital de las redes, Internet, los dispositivos móviles, así como las posibilidades del monitoreo remoto, han experimentado un crecimiento exponencial y se han vuelto indispensables en un mundo globalizado. En tal sentido, aplicando soluciones tecnológicas para el monitoreo y gestión remota de dispositivos, se tiene la capacidad de adquirir datos del consumo de energía eléctrica de los equipos que normalmente se instalan en instituciones educativas, sean estos: computadoras, impresoras, lámparas, aire acondicionado, hardware para redes, etc. Los usuarios obtienen información al instante, ayudándoles a mantenerse al tanto de cualquier necesidad, incluyendo las relacionadas con el mantenimiento y la detección de fallas del sistema.

Con el proyecto “Aplicación de Internet de las Cosas para escalar el monitoreo y gestión remota de dispositivos en instituciones educativas. Aplicación en ITCA-FEPADE Centro Regional Santa Ana”, se tuvo como objetivo crear una aplicación de Internet de las Cosas IoT escalable. Se diseñó y construyó un circuito de hardware modular para la captura del consumo de energía eléctrica y gradientes de temperatura utilizando el protocolo de comunicación 802.11a o 802.11g. El sistema permite detectar la presencia de personas y la calidad de la iluminación en los centros de cómputo de ITCA-FEPADE Centro Regional Santa Ana. Se creó una interfaz de software para visualización e interpretación de datos y una red de comunicación para los diferentes dispositivos del sistema.

Con el propósito de probar la funcionalidad del sistema se instalaron nodos de control y monitoreo en los centros de cómputo CC1 y CC3 de ITCA-FEPADE Centro Regional Santa Ana. Los resultados del proyecto incluyen una tarjeta electrónica de adquisición de datos para la medición de energía eléctrica y gradientes de temperatura, una tarjeta electrónica para control de cargas eléctricas a través de IoT, una plataforma informática para monitoreo de energía eléctrica, temperatura y control de cargas eléctricas.

Contar con el monitoreo y control remoto de dispositivos en instituciones educativas permite realizar una mejor gestión de los recursos energéticos; ya que aplicando tecnologías del Internet de las Cosas IoT se puede rastrear el consumo de energía y hacer una auditoría las veinticuatro horas y los siete días de la semana para cada circuito de la instalación eléctrica. La documentación de los datos del consumo eléctrico de forma automatizada es esencial para detectar anomalías que pueden pasar desapercibidas en una instalación eléctrica y aportan información valiosa para implementar acciones que permitan reducir la factura de energía eléctrica.

Cualquier institución educativa que desee implementar el monitoreo y control remoto de dispositivos basado en el Internet de las Cosas IoT requiere de cuatro elementos que son imprescindibles, estos son: hardware, conectividad, software e interfaz de usuario. Por lo cual, el diseño modular de los circuitos construidos en este proyecto es una alternativa tecnológica de menor costo que puede ser instalada en instituciones educativas donde los recursos financieros sean limitados.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Dado los avances en las tecnologías de la información es de gran importancia contar con sistemas de monitoreo con toma de decisiones autónomas. La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE cuenta con 4 Centros Regionales y la Sede Central en Santa Tecla. Es importante conocer con certeza el consumo de energía demandada por los diferentes edificios y espacios físicos.

A pesar de que ITCA-FEPADE ha implementado sistemas domóticos, no tiene datos exactos de cuanto energía es demanda por cada espacio y la toma de decisiones para optimizar es a discreción de los humanos. Además, con referencia al acondicionamiento del aire no se cuenta con medición de la temperatura según la demanda de la cantidad de personas.

ITCA-FEPADE Centro Regional Santa Ana cuenta con 5 centros de cómputo y el Taller CISCO. Previo a la ejecución de este proyecto, solo se tenía el control de un centro de cómputo con monitoreo de energía y control de cargas. El cual no cuenta con automatización de procesos ni toma de decisión ante eventos predecibles, como por ejemplo el uso del aire acondicionado sin presencia de personas en los locales.

En este sentido surge la siguiente interrogante ¿Cómo escalar y mejorar el sistema IoT para que cuente con la función de automatización de procesos y toma de decisiones para optimizar el uso de la energía eléctrica?

2.2. ANTECEDENTES / ESTADO DE LA TÉCNICA

En el año 2018 en el Centro Regional Santa Ana se creó una plataforma IoT para la captura de información en tiempo real de las variables físicas relacionadas con el consumo de energía eléctrica y la temperatura ambiente del Centro de Cómputo 2 y el Aula 103. Para la implementación del sistema se diseñaron y construyeron las siguientes tarjetas de control.

Tarjeta para monitor de energía eléctrica (PWRMONTX_v2)

Se diseñó y construyó la tarjeta PWRMONTX_v2, la cual cuenta con las siguientes características:

- Tiene cuatro puertos con conectores tipo Jack de audio de 3.5 mm.
- La interfaz para el acondicionamiento de señales está diseñada para que se puedan utilizar los sensores SCT013-30 y el SCT13-100.
- La unidad de cálculo es un microcontrolador Atmega 328P.
- Comunicación inalámbrica con antena XBee.
- Capacidad máxima de medida usando sensores SCT13-100 es de 400.
- Capacidad máxima de medida usando sensores SCT13-30 es de 120.

Las aplicaciones potenciales de la tarjeta son:

- Medir el consumo eléctrico en una instalación eléctrica de baja tensión.
- Comprobar el estado de una instalación eléctrica.

- Obtener patrones de consumo.
- Monitoreo del desbalance de carga en tiempo real para instalaciones eléctricas de baja tensión.

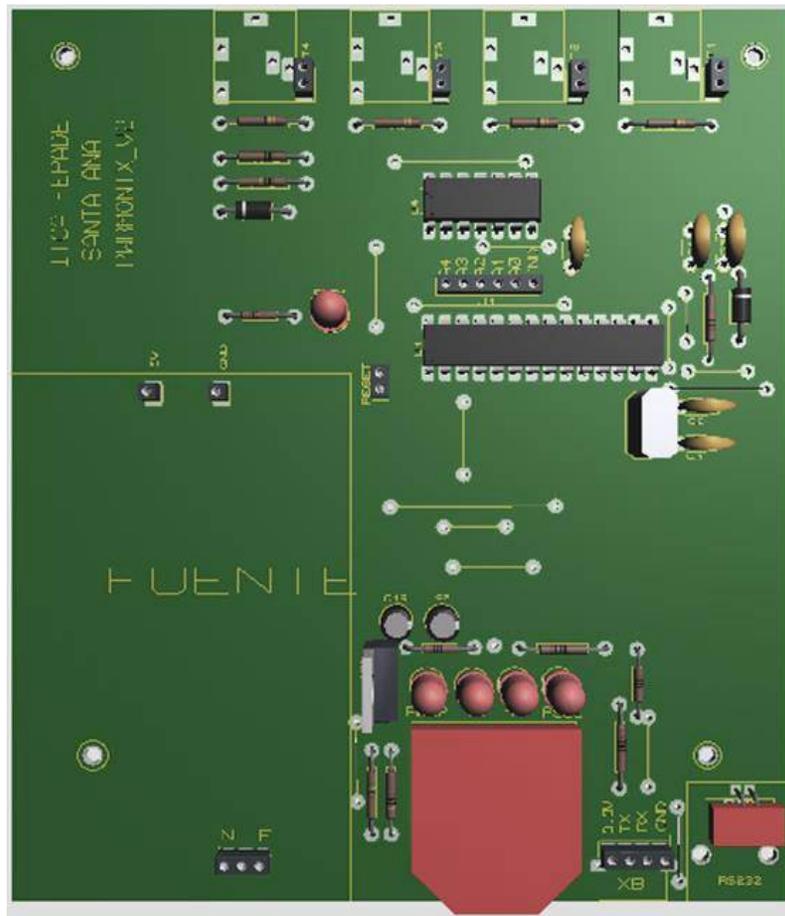


Fig. 1. Tarjeta para el monitoreo de la energía eléctrica.

Tarjeta para el manejo de cargas eléctricas (POWERCONTROL_V1)

La tarjeta POWERCONTROL_V1 tiene las siguientes características:

- Utiliza salidas de relé con capacidad de manejar cargas de hasta 10A (250V/125V) con corriente alterna y 10A (30V/28V) con corriente directa.
- Comunicación inalámbrica con antena XBee.

Las aplicaciones potenciales de la tarjeta son:

- Control remoto de cargas que funcionan con corriente AC.
- Control remoto de cargas que funcionan con corriente DC.

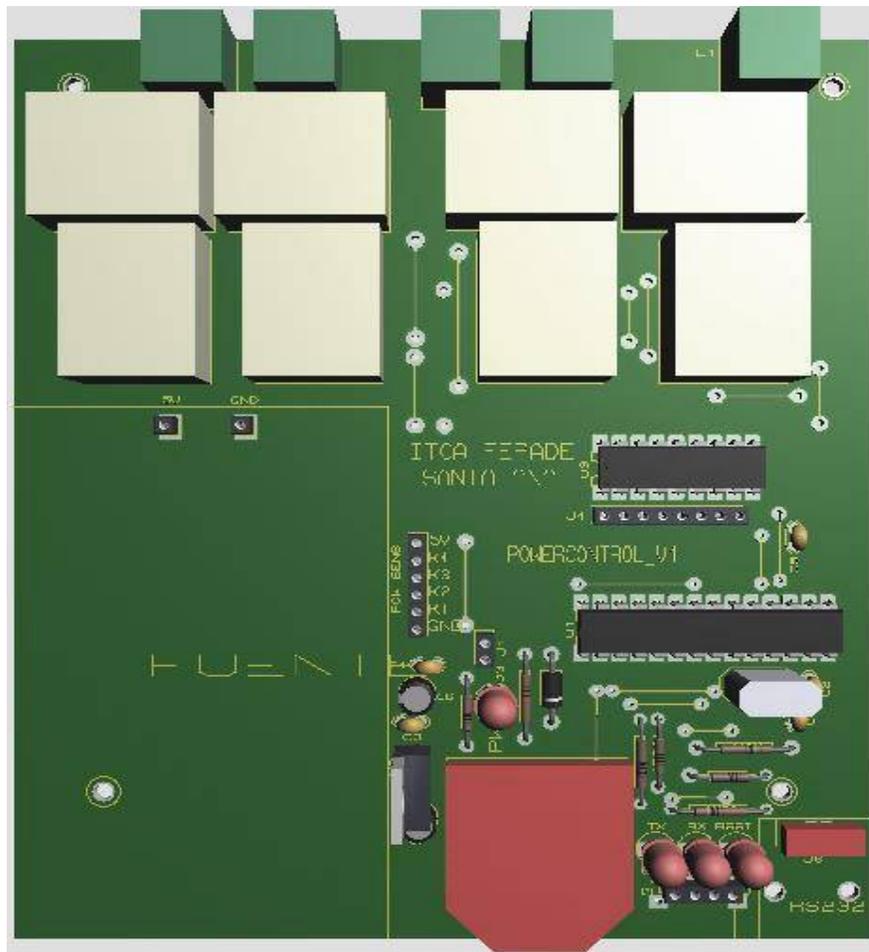


Fig. 2. Tarjeta para el control de carga.

Tarjeta para la medición de la temperatura (TMONTX_V1)

La tarjeta TMONTX_V1 tiene las siguientes características:

- Integra dos puertos que permiten conectar sensores de temperatura del tipo DS18B20 con el que se pueden medir temperatura desde los -55°C hasta los 125°C .
- Comunicación inalámbrica con antena XBee.
- Un puerto digital para conectar un sensor PIR.

Se puede utilizar para:

- Monitoreo de la temperatura ambiente.
- En estudios de aislamiento térmico de diferentes tipos de materiales.
- En conjunto con la tarjeta PWRMONTX_V2 (fig. 1) se puede realizar estudios de la eficiencia energética de los sistemas de climatización.

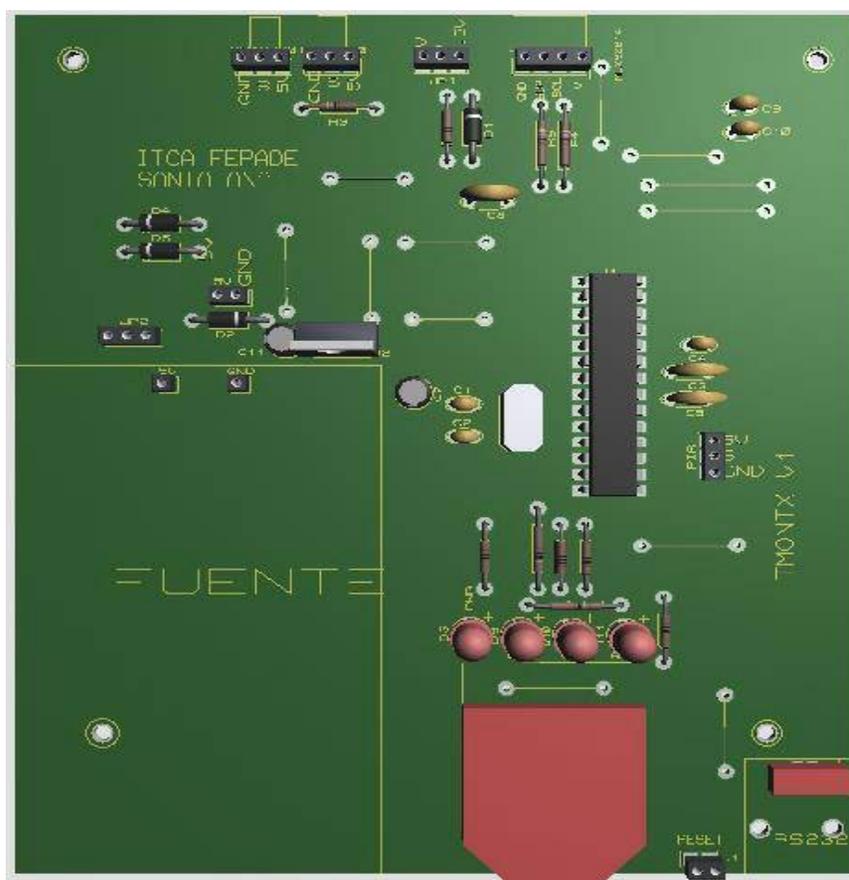


Fig. 3. Tarjeta para el monitoreo de temperaturas.

En investigaciones previas se ha elaborado un sistema de control por Internet de luces, aire acondicionado, control de acceso y monitoreo de cámaras Web IP del Centro Regional Santa Ana, con las características siguientes:

Tarjetas electrónicas que incorporan microcontroladores y circuitos de potencia como interfaz conectados a una computadora central.

Software que controlan desde la Web los dispositivos: luces, aire acondicionado, acceso a las aulas y monitoreo de cámaras Web IP.

Sistemas locales de:

- Automatización de luces y aire acondicionado del Centro de Cómputo 1 utilizando PLC.
- Automatización de las luminarias del pasillo de primera y segunda planta utilizando Mini Controlador LOGO.
- Automatización de luces, tomas de corriente y aire acondicionado del Centro de Cómputo 2 utilizando tarjeta electrónica.
- Luces de emergencia con circuitos centralizados para el pasillo del departamento de Ingeniería Eléctrica.

2.3. JUSTIFICACIÓN

Como resultado de la investigación aplicada del año 2018 se logró monitorear el consumo eléctrico, temperatura y control de los circuitos eléctricos del Centro de Cómputo 2 y el Aula 103. Se desarrolló una serie de tarjetas electrónicas para llevar a cabo estas funciones, pero con este proyecto se pretende reducir el tamaño de las tarjetas y mejorar el diseño para que se pueda tener aplicabilidad en el entorno industrial.

El sistema desarrollado en el 2018 cuenta con los siguientes inconvenientes:

- Las tarjetas embebidas que se diseñaron carecen de las protecciones necesarias para poder usarlas en entornos industriales.
- Por el modelo de antena (XBee XBP24CZ7SIT-004) y la configuración de red que se está usando la transferencia inalámbrica de datos entre los nodos esclavos y el nodo coordinador está limitada a 1000 m en línea de vista y entre 50m y 100 m con paredes.
- Con el protocolo 802.15.4 no se tiene acceso directo a la información que proporcionan los nodos desde un servidor web y para acceder a los datos se requiere una puerta de enlace.
- Si la puerta de enlace no funciona se pierde la comunicación con todos los nodos de la red usando la configuración de red actual.
- Las tarjetas se diseñan con una cantidad limitada de entradas y salidas que no pueden ampliarse a menos que se rediseñe la tarjeta.
- Las tarjetas diseñadas no están pensadas para ser utilizadas en entornos industriales.
- Las dimensiones de la tarjeta fueron diseñadas de tal forma que se pudieran utilizar carcasas desarrolladas para otro fin.

Con la aplicación de IOT escalar se pretende dar solución a las limitantes mencionadas anteriormente.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Crear una aplicación IOT escalable para el monitoreo y control remoto de dispositivos en instituciones educativas, con aplicación en ITCA-FEPADE Centro Regional Santa Ana.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Diseñar y construir hardware modular para la captura del consumo de energía eléctrica y gradientes de temperatura utilizando el protocolo de comunicación 802.11a o 802.11g.
- b) Detectar la presencia de personas y la calidad de la iluminación en los centros de cómputo.
- c) Desarrollar una interfaz de software para visualización e interpretación de datos.
- d) Crear red de comunicación para los diferentes dispositivos del proyecto.

4. HIPÓTESIS

¿Es posible que mediante el monitoreo de variables físicas se auto gestione el uso de energía en los Centros de Cómputo 1 y 3 de ITCA-FEPADE Centro Regional Santa Ana?

5. MARCO TEÓRICO

5.1. SISTEMA ESCALABLE

En programas de cómputo se dice que el sistema es escalable cuando puede aumentar el número de usuarios, de datos que procesa o de solicitudes que recibe, sin que se afecte significativamente su velocidad de respuesta.

Escalabilidad se puede aplicar también a la funcionalidad de un sistema. Si se le pueden agregar funciones nuevas con un esfuerzo mínimo, se dice que el sistema es escalable. Por otro lado, se puede decir que un sistema es escalable geográficamente si se le pueden agregar con facilidad nuevos puntos de acceso, que se encuentren en diversas localizaciones geográficas.

5.1.1. ESCALABILIDAD VERTICAL

La escalabilidad vertical o hacia arriba, este es la más simple, pues significa *crecer el hardware* de uno de los nodos, es decir aumentar el hardware por uno más potente, como disco duro, memoria, procesador, etc. pero también puede ser la migración completa del hardware por uno más potente. *El esfuerzo de este crecimiento es mínimo*, pues no tiene repercusiones en el software, ya que solo será respaldar y migrar los sistemas al nuevo hardware [1].

Este tipo de escalamiento tiene algunos aspectos negativos, ya que el crecimiento está ligado al hardware, y este; tarde o temprano tendrá un límite, llegará el momento que tenga que mejorar el procesador, el mejor disco duro, la mejor memoria y no se pueda crecer más o se podría comprar el siguiente modelo de servidores con un costo elevado y el rendimiento solo mejoraría un poco, lo que se convierte en un problema cíclico [1].

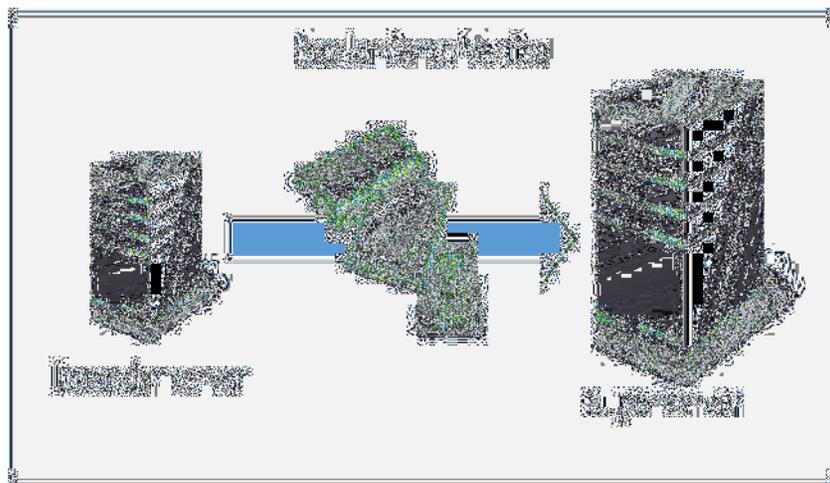


Fig. 4. Escalamiento vertical. Fuente [1].

Ventajas:

- No implica un gran problema para las aplicaciones, pues todo el cambio es sobre el hardware.
- Es mucho más fácil de implementar que el escalamiento horizontal.
- Puede ser una solución rápida y económica (compara con modificar el software).

Desventajas:

- El crecimiento está limitado por el hardware.
- Una falla en el servidor implica que la aplicación se detenga.
- No soporta la Alta disponibilidad.
- Potenciar el hardware al máximo puede llegar a ser muy caro, ya que las partes más nuevas suelen ser caras con respecto al rendimiento de un modelo anterior.

5.1.2. ESCALABILIDAD HORIZONTAL

El escalamiento horizontal es sin duda el más potente, pero también el más complicado. Este modelo implica tener varios servidores (conocidos como Nodos) trabajando como un todo. Se crea una red de servidores conocida como clúster, con la finalidad de repartirse el trabajo entre todos nodos del clúster, cuando el performance del clúster se ve afectada con el incremento de usuarios, se añaden nuevos nodos al clúster, de esta forma a medida que es requeridos, más y más nodos son agregados. [1]

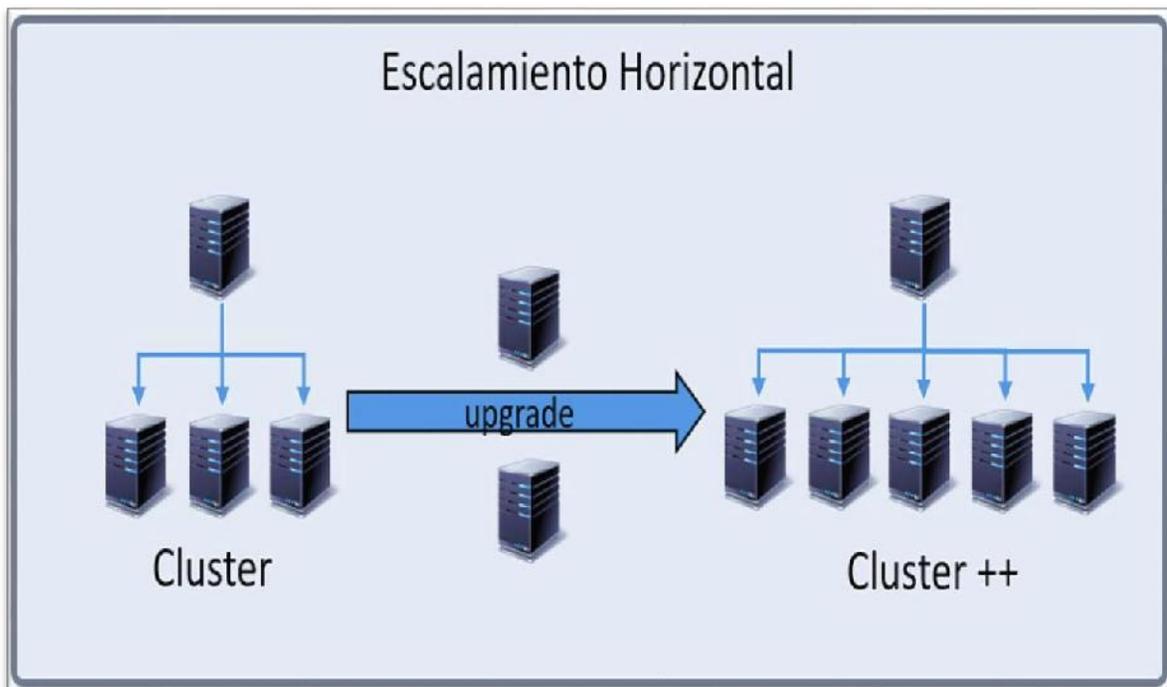


Fig. 5. Escalamiento Horizontal. Fuente [1].

Para que el escalamiento horizontal funcione deberá existir un servidor primario desde el cual se administra el clúster. Cada servidor del clúster deberá tener un software que permite integrarse al clúster, por ejemplo, para las aplicaciones Java, tenemos los servidores de aplicaciones como Weblogic, Widfly, Websphere, etc. y sobre estos se montan las aplicaciones que queremos escalar.

Ventajas:

- El crecimiento es prácticamente infinito, podríamos agregar cuantos servidores sean necesarios.
- Es posible combinarse con el escalamiento vertical.
- Soporta la alta disponibilidad.
- Si un nodo falla, los demás sigue trabajando.
- Soporta el balanceo de cargas.

Desventajas:

- Requiere de mucho mantenimiento.
- Es difícil de configurar.
- Requiere de grandes cambios en las aplicaciones (si no fueron diseñadas para trabajar en clúster).
- Requiere de una infraestructura más grande.

5.2. PLATAFORMAS PARA CONECTAR EL MUNDO FÍSICO CON LA WEB

La Plataforma de Internet de las cosas (IoT) es un software que permite conectar las máquinas y dispositivos y luego adquirir, procesar, organizar y almacenar los datos del sensor [2]. Existen diversos tipos de plataformas IoT [Fig6], lo normal es que se hagan cargo del procesamiento de datos y de la interfaz de usuario; simplificando la implementación de entornos IoT, ya que facilitan la comunicación, el flujo de datos, la administración de dispositivos y la funcionalidad de las aplicaciones.

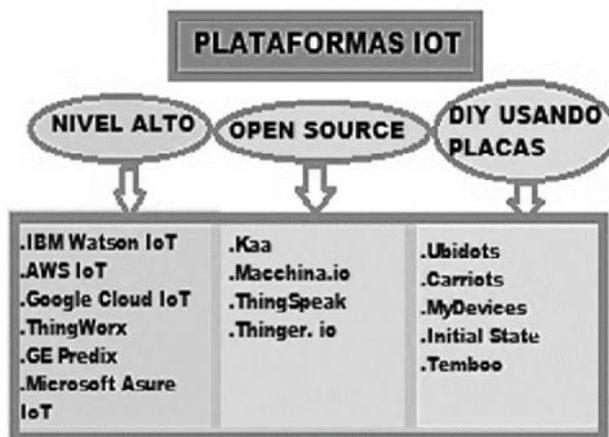


Fig. 6. Categorización de las plataformas IoT.

Los dispositivos del IoT siguen un proceso por el cual la información fluye del medio físico a un medio virtual. Este proceso se puede dividir en cuatro fases según la arquitectura propuesta por Sumit Sharma de MuleSoft, empresa creada en el 2006 y centrada en la creación de software para conectar aplicaciones, fuentes de datos y APIS [Fig. 7].



Fig. 7. Arquitectura de cuatro capas para IoT.

5.2.1. CAPA DE SENSORES

Esta es la parte visible a los usuarios. Dentro de este bloque se encuentran los sensores, actuadores y el hardware necesario para comunicar el mundo físico con el mundo virtual. Se han desarrollado varias plataformas de hardware para ejecutar aplicaciones IoT como Arduino UDOO [fig.8], FriendlyARM, Intel Galileo, Raspberry PI, Gadgeteer, BeagleBone, Cubieboard, Z1, WiSense, Mulle y T-Mote Sky [3]. El primer problema se encuentra aquí, ¿cómo comunicar diferentes dispositivos de diferentes marcas? Cada fabricante utiliza su propio software, hardware y protocolo. [4] Para reducir la complejidad se deben tener estándares para facilitar el trabajo de los desarrolladores.

Se proponen muchos estándares de IoT para facilitar y simplificar los trabajos de los programadores de aplicaciones y los proveedores de servicios. Se han creado diferentes grupos para proporcionar protocolos en apoyo de la IoT, incluidos los esfuerzos dirigidos por el Consorcio de la World Wide Web (W3C), el Grupo de trabajo de ingeniería de Internet (IETF), EPC global, el Instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos (IEEE) y los Estándares europeos de telecomunicaciones Instituto (ETSI).[3]

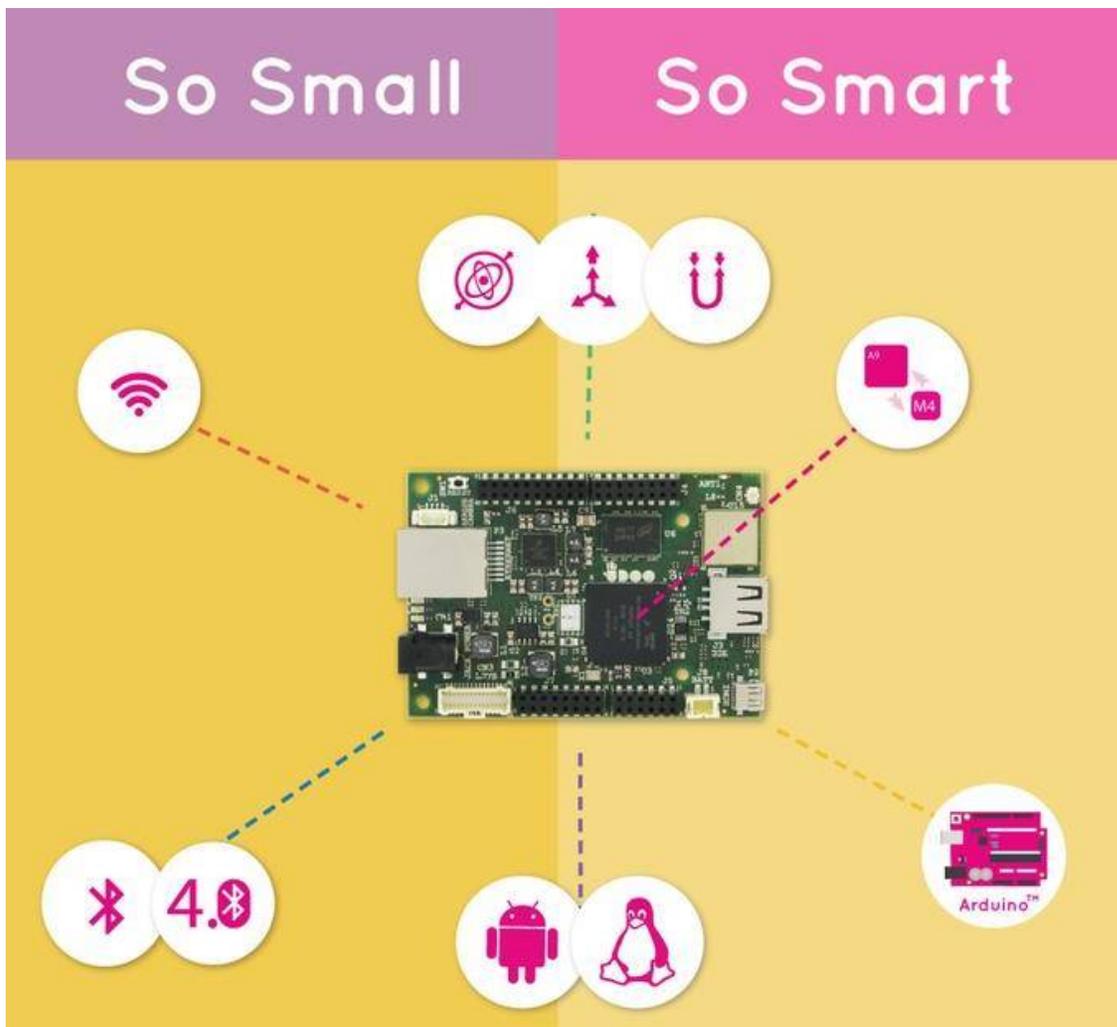


Fig. 8. Placa de desarrollo UDoo, Fuente: www.fabtolab.com/udoo-neo-board.

5.2.2. CAPA DE RED

El papel de la capa de red es conectar todas las cosas juntas y permitir que las cosas compartan la información con otros objetos conectados. Además, la capa de red es capaz de agregar información de infraestructuras de TI existentes (p. ej., negocios sistemas, sistemas de transporte, redes eléctricas, sistemas de salud, sistemas TIC, etc.) [5] En este eslabón del sistema se tienen los puntos de acceso que permiten la conectividad de las cosas, objetos o dispositivos a Internet. El objetivo fundamental es establecer una conexión entre los sensores y el servidor periférico (niebla), pero también debe existir conectividad entre ellos. Esta conexión tiene que ser segura, robusta, tolerante a fallos a fin de que recoja la información obtenida de los dispositivos y a la vez, se puedan gestionar [4].

Para garantizar que todos los dispositivos tengan conectividad entre ellos y con la nube, se utiliza un Gateway o interfaz de comunicación. Existen multitud de protocolos y tecnologías de comunicación. Por citar unos pocos y los más conocidos ZigBee, WiFi, MQTT [fig9], Zwave o Bluetooth. Cada objeto o dispositivo utiliza una tecnología para comunicarse con otros objetos o con los servidores. Los puntos de acceso deben ser capaces de entender todos estos sistemas y hacerlos compatibles [4].

Los objetos necesitan ser asignados automáticamente con roles para implementar, administrar y programar el comportamiento de las cosas y poder cambiar a cualquier otro rol en cualquier momento según sea necesario. Estas capacidades permiten que los dispositivos sean capaces de realizar tareas en colaboración. Para diseñar la capa de red en IoT, los diseñadores deben abordar problemas como el tipo de red, la tecnología de gestión para redes heterogéneas (fijo, inalámbrico, móvil, etc.), eficiencia energética en redes, requisitos, descubrimiento y recuperación de servicios, datos y señales procesamiento, seguridad y privacidad [4].

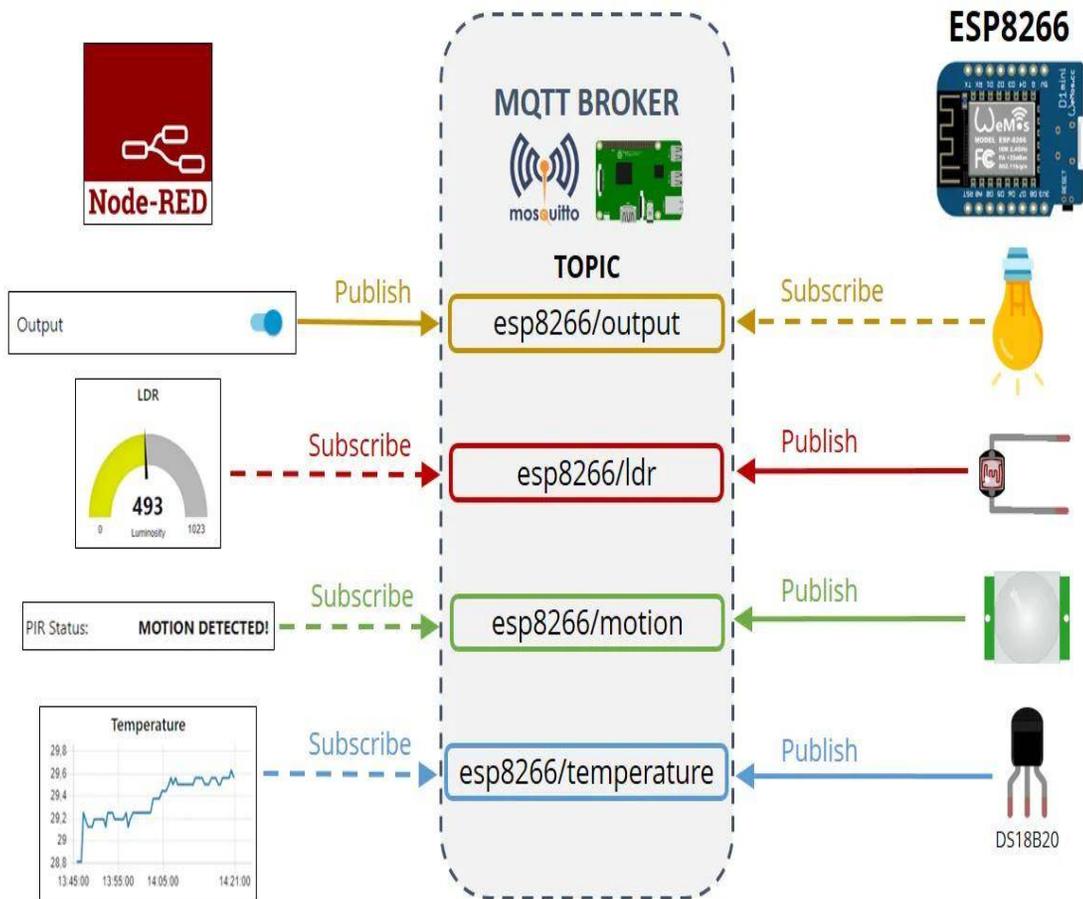


Fig. 9. Node-RED y MQTT, Fuente: aprendiendoarduino.wordpress.com.

5.2.3. CAPA DE SERVICIOS

La capa de servicio se basa en la tecnología de middleware que proporciona funcionalidades para integrar a la perfección servicios y aplicaciones en IoT. La tecnología de middleware proporciona IoT con una plataforma rentable, donde las plataformas de hardware y software pueden ser reutilizadas [3].

En esta capa es donde se gestionan los datos. El buen funcionamiento de un sistema con estas características dependerá de las capacidades en la gestión de estos datos y el uso *inteligente* que se haga de ellos. Por este motivo, un sistema IoT debe ser capaz de recolectar información de los

sensores, almacenarlos y analizarlos. Además, deben ser capaces con los datos analizados lanzar alertas basadas en reglas [4].

Una capa de servicios bien diseñada podrá identificar requisitos de aplicaciones comunes y proporcionar protocolos para soportar los servicios requeridos, aplicaciones y necesidades del usuario. Esta capa también procesa todos los problemas orientados al servicio, incluido el intercambio de información y almacenamiento, gestión de datos, motores de búsqueda y comunicación. La capa de servicios incluye los siguientes componentes.

1. Descubrimiento del servicio: encontrar objetos que puedan ofrecer lo necesario servicios e información de manera eficiente.
2. Composición del servicio: posibilitando la interacción y la comunicación entre cosas conectadas. La fase de descubrimiento aprovecha las relaciones entre diferentes cosas para descubrir el servicio deseado y la composición del servicio es programar o recrear servicios más adecuados con el fin de adquirir los servicios más confiables para cumplir la solicitud.
3. Gestión de la confiabilidad: con el objetivo de determinar la confianza y mecanismos de reputación que pueden evaluar y utilizar la información provista por otros servicios para crear un sistema de servicio confiable.
4. API de servicio: soporte de las interacciones entre servicios requerido en IoT.

Un modelo de arquitectura de servicios web se muestra en la [fig. 10].

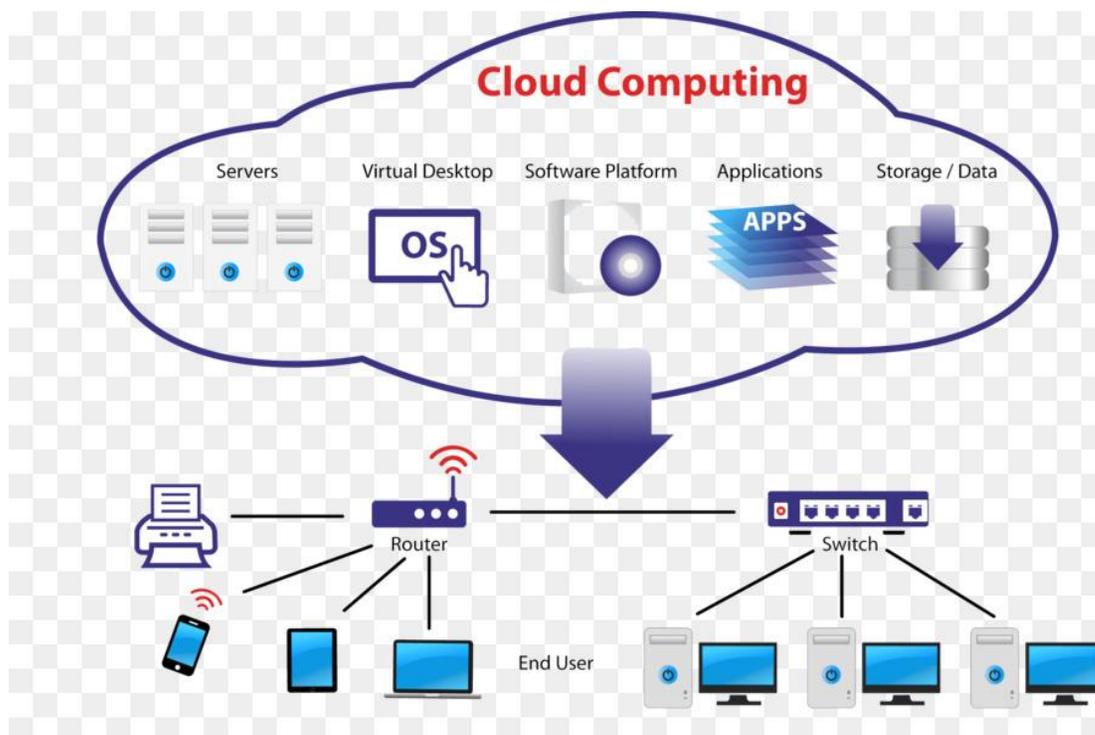


Fig. 10. Arquitectura de los Servicios Web de Amazon, Fuente: <https://www.freepng.es/png-nbt8p7>.

5.2.4. CAPA DE INTERFAZ (APLICACIONES)

En IoT, una gran cantidad de dispositivos involucrados están hechos por diferentes fabricantes /vendedores y no siempre siguen los mismos estándares / protocolos. Como resultado de la heterogeneidad, hay muchos problemas de interacción con el intercambio de información, comunicación entre cosas y procesamiento cooperativo de eventos entre objetos diferentes. Además, el aumento constante de las cosas que participan en un IoT hace que sea más difícil dinámicamente conectar, comunicar, desconectar y operar.

También hay una necesidad de una capa de interfaz para simplificar la gestión e interconexión de cosas. Se puede ver un perfil de interfaz (IFP) como un subconjunto de estándares de servicio que apoyan la interacción con aplicaciones implementadas en la red [4]. Un buen perfil de interfaz es relacionado con la implementación de Universal Plug and Play (UPnP), que define un protocolo para facilitar la interacción con los servicios proporcionado por varias cosas.

Los perfiles de la interfaz se usan para describir las especificaciones entre aplicaciones y servicios. Los servicios en la capa de servicio se ejecutan directamente en infraestructuras de red para encontrar efectivamente nuevos servicios para una aplicación, ya que se conectan a la red.

Para manejar y visualizar la información, se requiere de aplicaciones que sean amigables para el ser humano. Da lo mismo si son nativas o web. Gracias al uso de APIs y servicios web, cualquier tipo de aplicación se podrá conectar a los datos y mostrarlos a los usuarios.

Y no solo se visualizan los datos. Estas aplicaciones tendrán la capacidad de modificar los parámetros para que los sistemas se comporten de una manera determinada [4].

Las técnicas de visualización de datos incluyen elementos de datos multidimensionales que incluyen formatos numéricos y estadísticos [fig.11].

Estas técnicas incluyen lo siguiente:

- Gráficos circulares.
- Histogramas.
- Gráfico de dispersión.
- Visualización jerárquica de datos.

Usando técnicas jerárquicas para visualizar entidades de datos con relaciones entre padres dependientes, tales como mapas de árbol, organizaciones, etc.

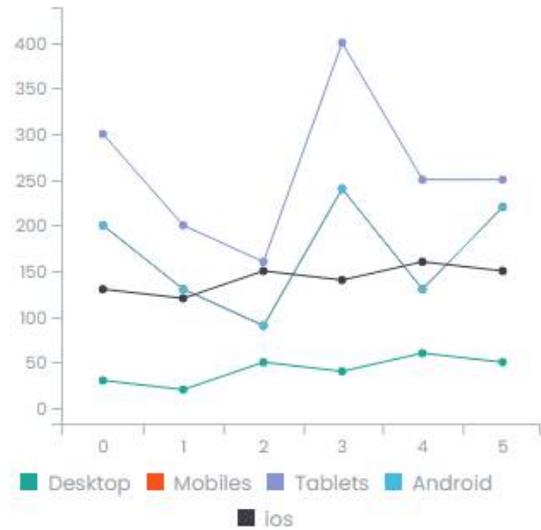


Fig. 11. Modelo de gráficos para presentación de datos en la interfaz de usuario.

5.3 UN ECOSISTEMA IoT ESTÁ COMPUESTO POR CUATRO ELEMENTOS CLAVE

Sin seguir un modelo jerárquico como el de la arquitectura de cuatro capas del IoT [fig. 7] u otros modelos que incluyen más capas, en general los cuatro elementos esenciales para poder implementar un ecosistema IoT son los siguientes:

1. Hardware: son los sensores y dispositivos que recopilan datos del entorno, por ejemplo, sensores de humedad, temperatura, etc. El Hardware también se encarga de realizar acciones específicas en función de los datos recolectados, por ejemplo, un sistema de riego automático para los cultivos.

2. Conectividad: el hardware necesita transmitir los datos recolectados, generalmente a entornos de nube. Según el ejemplo anterior, enviar los datos recolectados sobre humedad, temperatura, etc. También necesita recibir comandos desde la nube, asociados a la realización de acciones concretas; la indicación de encender el riego para los cultivos. Algunos sistemas IoT utilizan un componente intermedio entre el hardware y la conexión a la nube, generalmente una puerta de enlace o un enrutador.

3. Software: lo normal es que el software esté en la nube, dada su proximidad con los datos enviados por sensores y dispositivos. El Software es el responsable de analizar todos los datos recibidos y generar acciones concretas en función de estos datos. Por ejemplo, en base a los datos de humedad decirle al sistema de riego que no se encienda un día específico.

4. Interfaz de usuario: todo sistema IoT necesita una interfaz, a través del cual los usuarios interactúan con el sistema IoT. En nuestro ejemplo, una app para smartphones o basada en la web, con un tablero que muestre las tendencias de humedad y permita a los usuarios activar o desactivar manualmente los sistemas de riego. Existen diversos tipos de plataformas IoT [fig. 12], lo normal es que se hagan cargo del Software y de la Interfaz de usuario; simplificando la implementación de entornos IoT, ya que facilitan la comunicación, el flujo de datos, la administración de dispositivos y la funcionalidad de las aplicaciones.

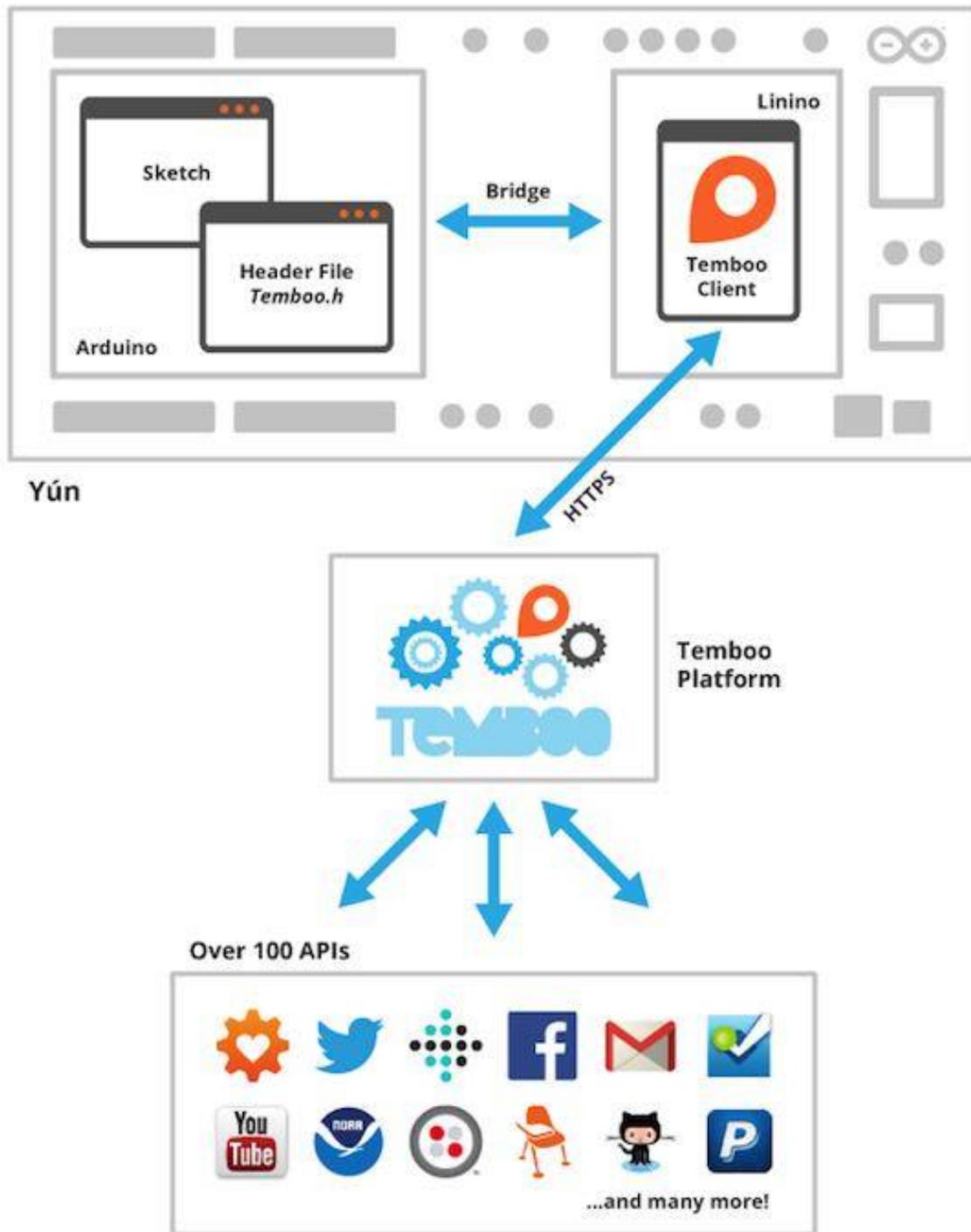


Fig. 12. Plataforma IoT Temboo. Fuente: aprendiendoarduino.wordpress.com.

6. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Para el proyecto se utilizó el diseño experimental llevando a cabo las siguientes actividades:

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS
<p>1. Diseño de hardware modular para la captura del consumo de energía eléctrica y gradientes de temperatura.</p>	<p>A1 Rediseño de circuito esquemático para la captura del consumo eléctrico y gradientes de temperatura.</p> <p>A2 rediseño de circuito esquemático para el control de cargas.</p> <p>A3 Rediseño de PCB para la captura del consumo eléctrico y gradientes de temperatura.</p> <p>A4 rediseño de PCB para el control de cargas.</p> <p>A5 Impresión de PCB en tarjeta de cobre.</p> <p>A6 Montaje de componentes en PCB para monitor de energía eléctrica y gradientes de temperatura.</p> <p>A7 Montaje de componentes en PCB para control de cargas eléctricas.</p> <p>A8 Programación de los firmwares en lenguaje C para ARDUINO.</p> <p>A9 Realización de pruebas locales.</p> <p>A10 Realización de pruebas de comunicación multiplataforma.</p>	<p>R1. Esquemático de captura del consumo eléctrico y gradientes de temperatura.</p> <p>R2. Esquemático de circuito para el control de cargas.</p> <p>R3. PCB para la captura del consumo eléctrico y gradientes de temperatura.</p> <p>R4. PCB para el control de cargas.</p> <p>R5. Tarjeta de cobre con pistas creadas.</p> <p>R6. Tarjetas fabricadas para la medición de energía eléctrica y gradientes de temperatura.</p> <p>R7. Tarjetas fabricadas para el control de cargas del CC1, CC3.</p> <p>R8. Firmwares programados en lenguaje C para la tarjeta de control de cargas eléctrica, tarjeta monitor de energía y tarjeta monitor de cargas.</p> <p>R9. Realización de pruebas locales.</p>
<p>2. Diseño y construcción de hardware modular utilizado el protocolo de comunicación 802.11a o 802.11g</p>	<p>A1 Diseño de circuito esquemático para el módulo de comunicación con el protocolo 802.11^a.</p> <p>A2 Diseño de PCB para el módulo de comunicación con el protocolo 802.11^a.</p> <p>A3 Impresión de PCB en tarjeta de cobre.</p> <p>A4 Montaje de componentes para el módulo de comunicación con el protocolo 802.11^a.</p> <p>A5 Programación de firmware para el módulo de comunicación.</p>	<p>R1. Esquemático de para el módulo de comunicación con el protocolo 802.11a.</p> <p>R2. PCB para el módulo de comunicación con el protocolo 802.11^a.</p> <p>R3. Tarjeta de cobre con pistas creadas.</p> <p>R4. Tarjetas fabricadas para el módulo de comunicación utilizando el protocolo 802.11a.</p> <p>R5. Firmwares programados en lenguaje C para la tarjeta de módulo de comunicación utilizando el protocolo 802.11^a.</p> <p>R6. Realización de pruebas locales.</p>

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS
3. Creación de interfaz de software para visualización e interpretación de datos.	A1. Investigar estado de la técnica. A2. Rediseño de la base de datos. A3. Desarrollo del código fuente e interfaces. A4. Realizar Pruebas Locales. A5. Implementación del Sistema.	R1. Base de datos de la plataforma IOT. R2. Plataforma IOT para el control de las tarjetas monitor de energía eléctrica, monitor de temperatura y control de cargas eléctricas.
4. Detectar la presencia de personas y la calidad de la iluminación en los centros de cómputo.	A1. Crear un algoritmo para establecer la comunicación entre la plataforma IoT y la tarjeta electrónica usando el protocolo 802.11a. A2. Creación de clase para establecer la comunicación entre la plataforma IoT y la tarjeta electrónica usando el protocolo 802.11a.	R1. Algoritmo de comunicación utilizando el protocolo 802.11a. R2. Clase para establecer la comunicación entre la plataforma IoT y la tarjeta electrónica usando el protocolo 802.11a.
5. Crear red de comunicación para los diferentes dispositivos del proyecto.	A1. Instalación de red de comunicación entre los dispositivos. A2. Configuración de los dispositivos de red.	R1. Red de comunicación entre los dispositivos del proyecto.
6. Reacondicionar red eléctrica del Centro de Computo 1 y aula CC3	A1. Adecuación de instalación eléctrica en CC1. A2. Adecuación de instalación eléctrica en CC3.	R1. Instalaciones reacondicionadas en gabinete de control de carga eléctrica en el Centro de Computo 1. R2. Instalaciones reacondicionadas en gabinete de control de carga eléctrica en el Centro de Computo 3.

7. RESULTADOS

7.1. ARQUITECTURA DEL SISTEMA

1. Tarjeta electrónica de adquisición de datos para la medición de energía eléctrica y gradientes de temperatura.
2. Tarjeta electrónica para control de cargas eléctricas a través de IoT.
3. Plataforma informática para monitoreo de energía eléctrica, temperatura y control de cargas eléctricas.
4. Sistema IoT de monitoreo y gestión remota de dispositivos eléctricos.

Para el monitoreo y gestión remota de dispositivos se requiere de una arquitectura de sistemas orientada al internet de las cosas que cumpla con el modelo de cuatro capas para IoT; cuyos componentes son:

- Sensores.

- Red.
- Servicios.
- Interfaz.

La arquitectura desarrollada para implementarse en instituciones educativas se muestra en la [fig.13].

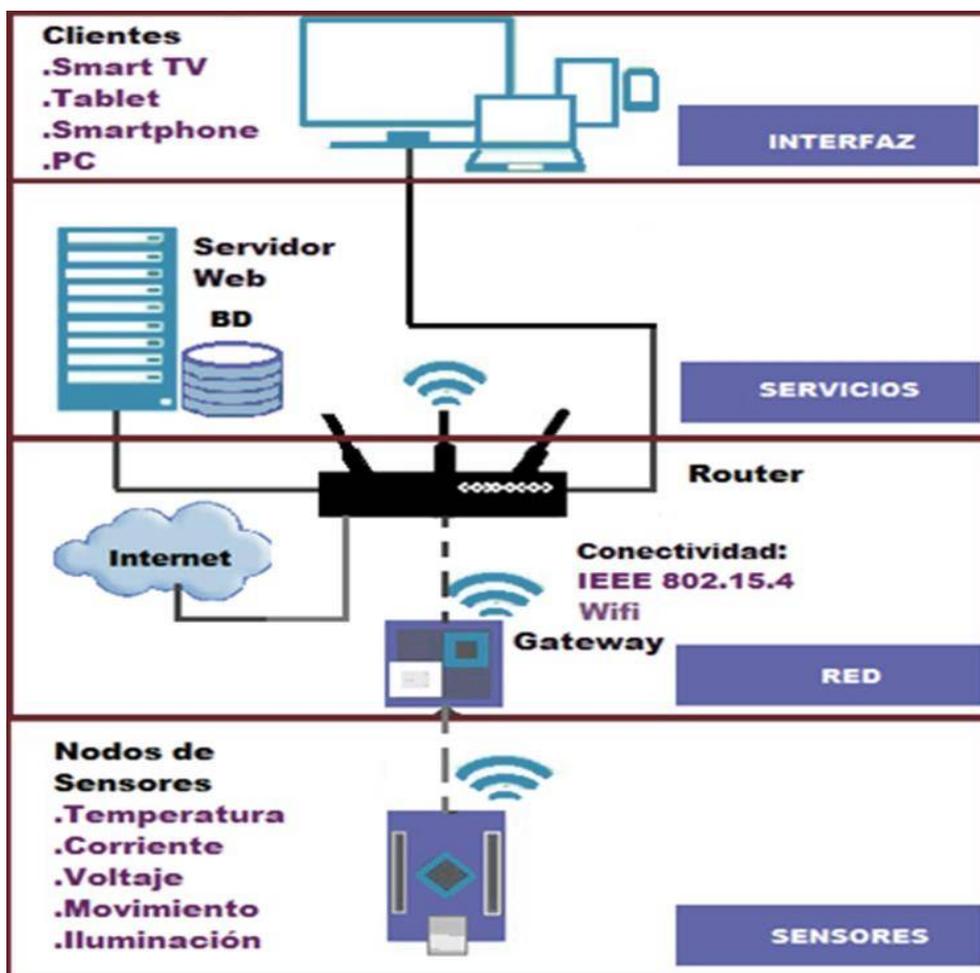


Fig. 13. Arquitectura para la plataforma IoT.

7.2. NODO DE SENSORES

El nodo de sensores está compuesto por una tarjeta diseñada para el monitoreo y control de: temperatura, corriente eléctrica AC, voltaje AC, Iluminación y movimiento. El diseño está pensado para el uso de sensores y microcontroladores comúnmente utilizados con open hardware. Ver [fig. 14].

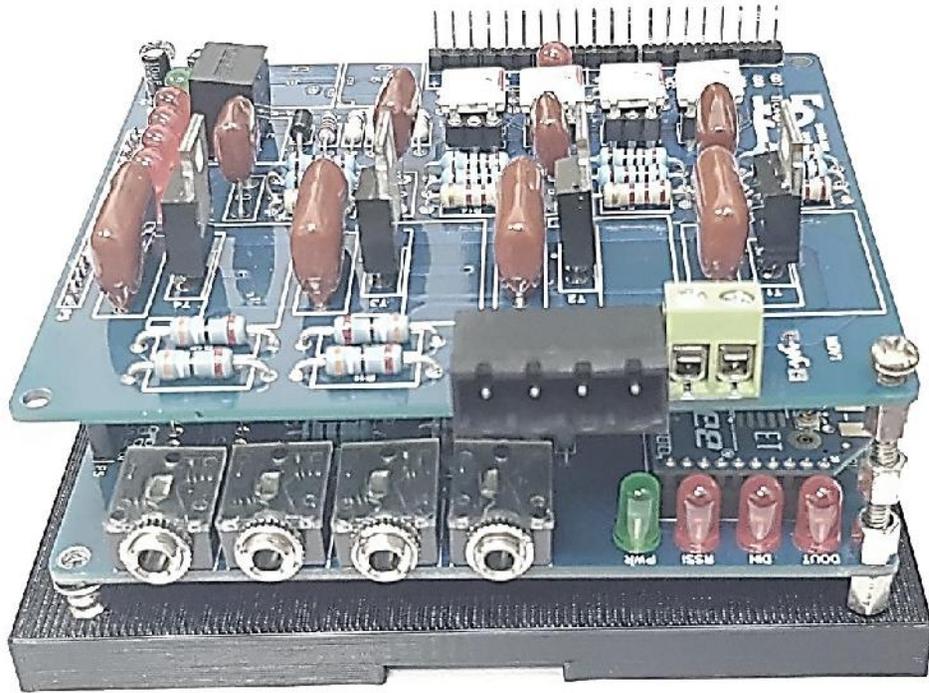


Fig. 14. Modulo de sensores diseñado en ITCA FEPADÉ.

El nodo de sensores cuenta con dos capas o niveles. En el primer nivel se aloja el microcontrolador que procesa los datos de los sensores y gestiona la comunicación de envío y recepción de datos con la puerta de enlace de la red. [fig.15]. También en esta capa se integra una antena XBee con capacidad de transmisión de datos hasta 100 metros en línea de vista y entre 30 y 50 metros con obstáculos, [fig.16].

Otros elementos con los que cuenta esta capa son cuatro conectores tipo jack de audio hembra de 5 mm, para poder conectar los sensores de corriente AC y cuenta también con cuatro LEDs para indicar la presencia de energía eléctrica, transmisión/recepción de datos y nivel de la intensidad de la señal de comunicación.

El segundo nivel o capa superior está compuesto principalmente por cuatro relés de estado sólido [fig.17] para el control de cargas que trabajan a 110V/220V que requieren como máximo de 4 amperios para funcionar, cuenta también con un puerto de expansión para conectar otro tipo de sensores como de temperatura, iluminación, movimiento entre otros.

Los nodos se pueden energizar con una fuente de alimentación externa desde 9V hasta 24V; ya que internamente tienen reguladores de voltaje de 5V y 3.3V, que son los voltajes de trabajo que usan los sensores y los circuitos integrados que la componen.

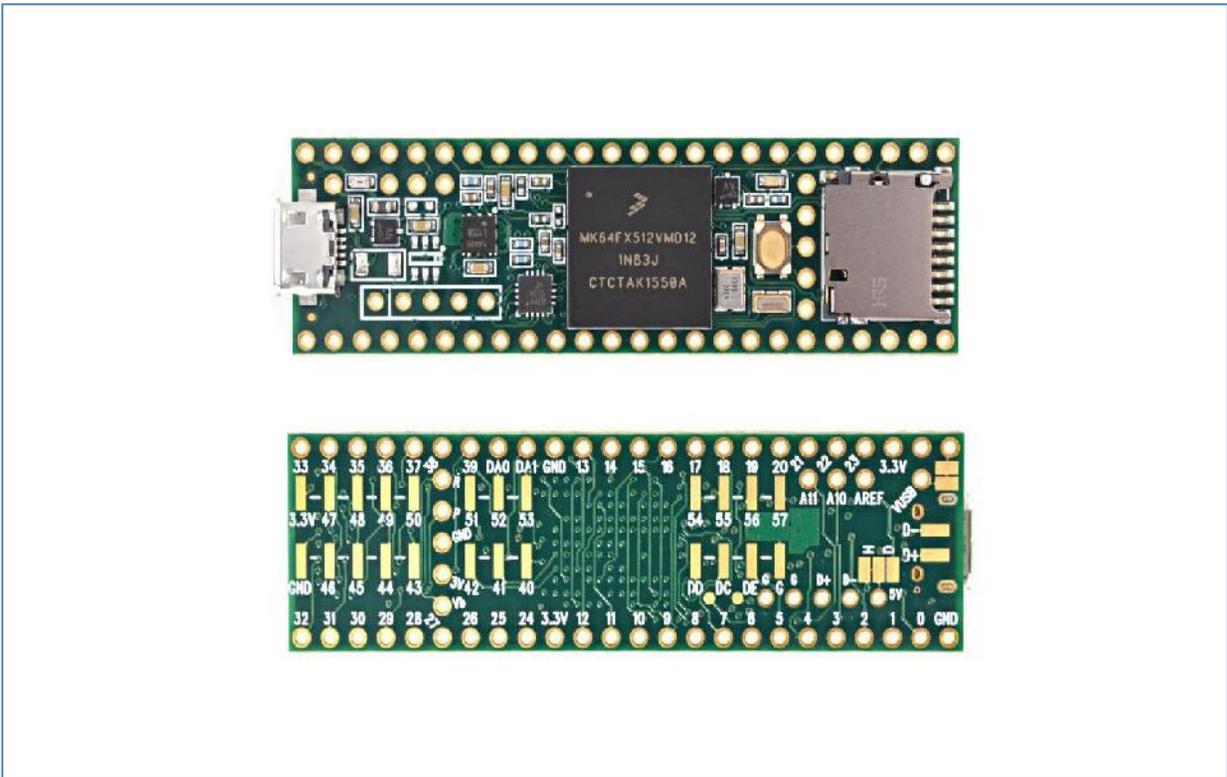


Fig. 15. Microcontrolador para el procesamiento de datos.



Fig. 16. Antena XBee Pro S2C.

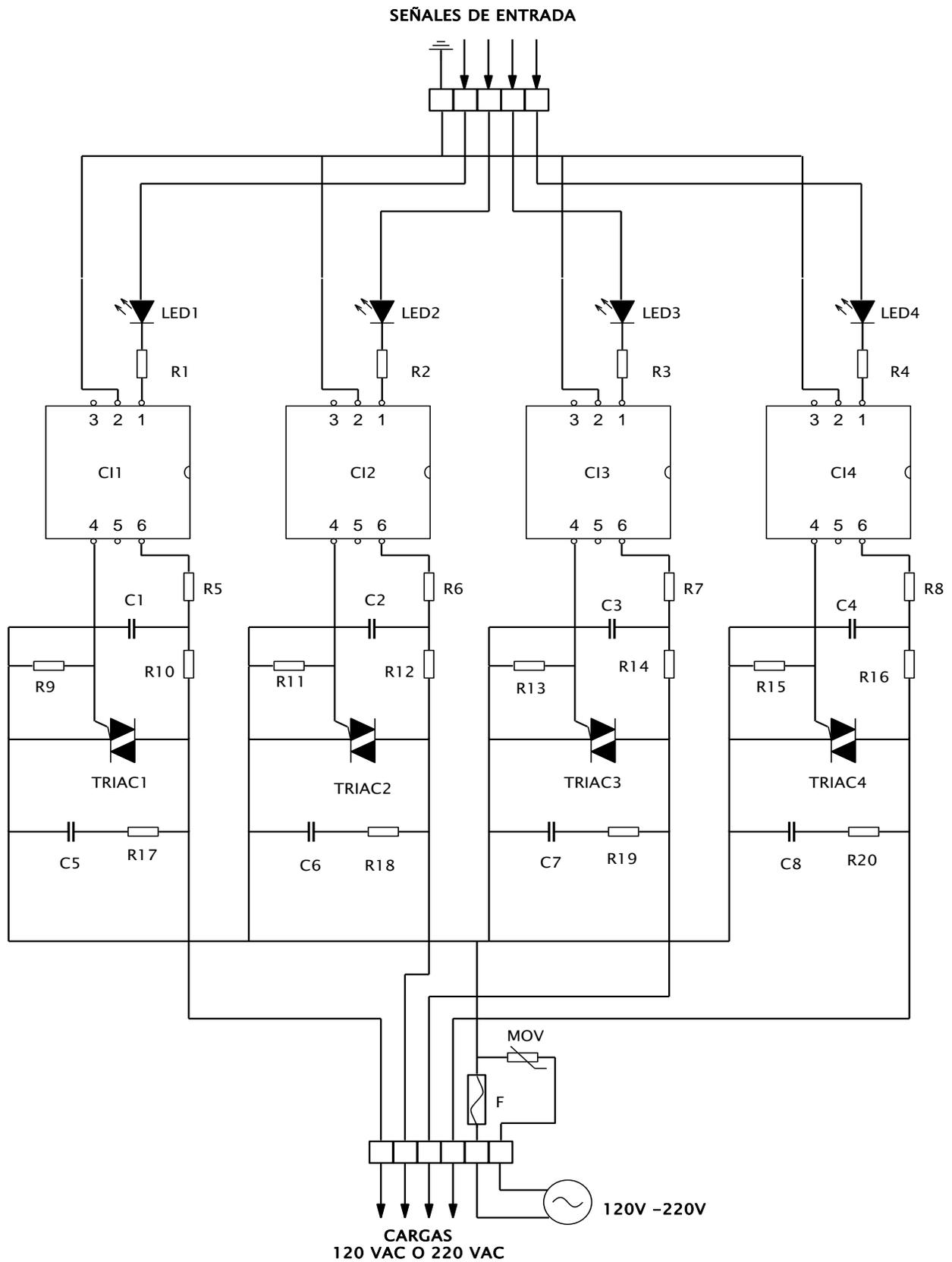


Fig. 17. Circuitos de relé de estado sólido para el control de cargas a 110v/220V.

El hardware, los sensores y los componentes para el control de potencia se alojan en un gabinete instalado en las diferentes áreas a monitorear. En el gabinete se han incluido elementos de protección, accionamientos electromecánicos y los módulos IoT que se diseñaron para el proyecto.

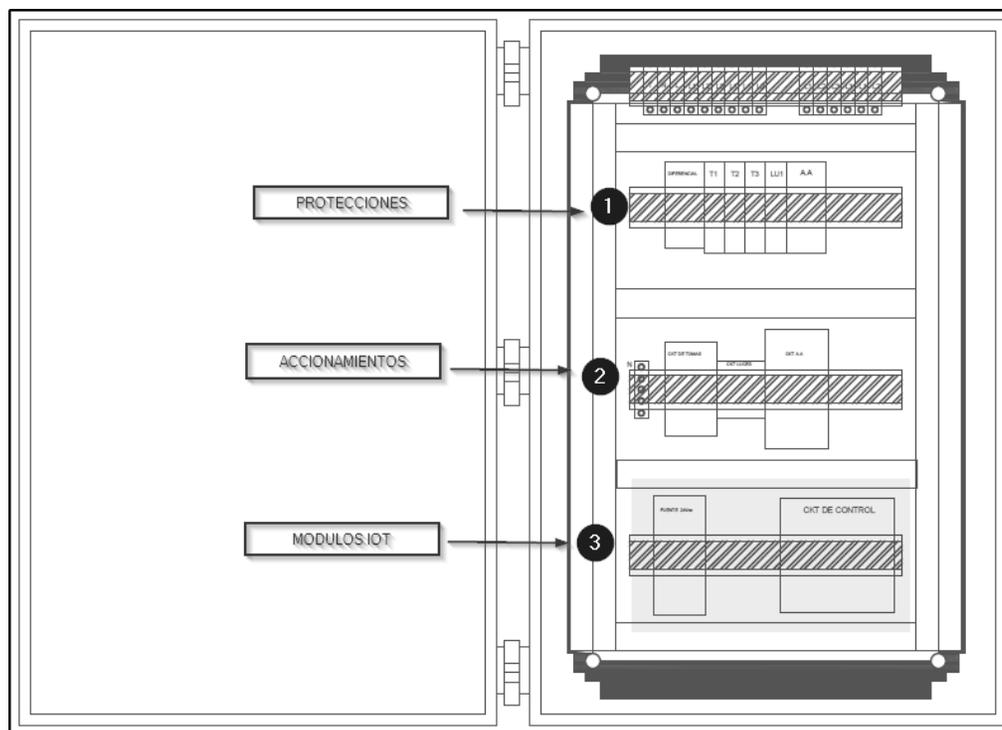


Fig. 18. Tablero de control y monitoreo de dispositivos.

El gabinete de control mostrado en la figura anterior [fig.18] cuenta con tres etapas de conexión y de elementos que constituyen la etapa del monitoreo de los parámetros a medir. Las tres etapas de las que se hablan son:

- Protecciones.
- Accionamientos.
- Módulos IoT.

Protecciones

Las protecciones montadas en el gabinete son disyuntores térmicos cuyo objetivo general es interrumpir de manera inmediata o automática la corriente eléctrica cuando supera una cierta intensidad eléctrica. Se trata de un dispositivo de seguridad el cual, una de sus características, permite proteger los aparatos eléctricos y la integridad de los usuarios también.

Dentro de los dispositivos de control existen diferentes tipos, pero este tipo de disyuntor en especial tiene una cierta rapidez de reacción ante fallas dado por la precisión a la cual están construidos mejorando la capacidad de accionamiento de las protecciones termo magnéticas convencionales (THQL y THQP), que se disponen a ocupar en instalaciones convencionales a nivel residencial.

Los disyuntores tienen distintas propiedades de acuerdo con su finalidad, tienden a trabajar a distintas corrientes y tensiones, soportar una determinada intensidad y clasificarse según la cantidad de polos a utilizar que pueden variar entre uno y cuatro polos de accionamiento.

Se ha instalado 6 protecciones, con las cuales se maneja la protección adecuada para el sistema de alimentación del tablero y su fuente de alimentación para el módulo IoT, como a su vez las protecciones de las cargas a censar obteniendo así lo siguiente:

- Disyuntor térmico de 1P/6A (Protección Interna de Gabinete).
- Disyuntor térmico de 1P/16A (Protección Luminarias).
- Disyuntor térmico de 1P/20A (Protección Tomas).
- Disyuntor térmico de 2P/50A (Protección Aire Acondicionado).

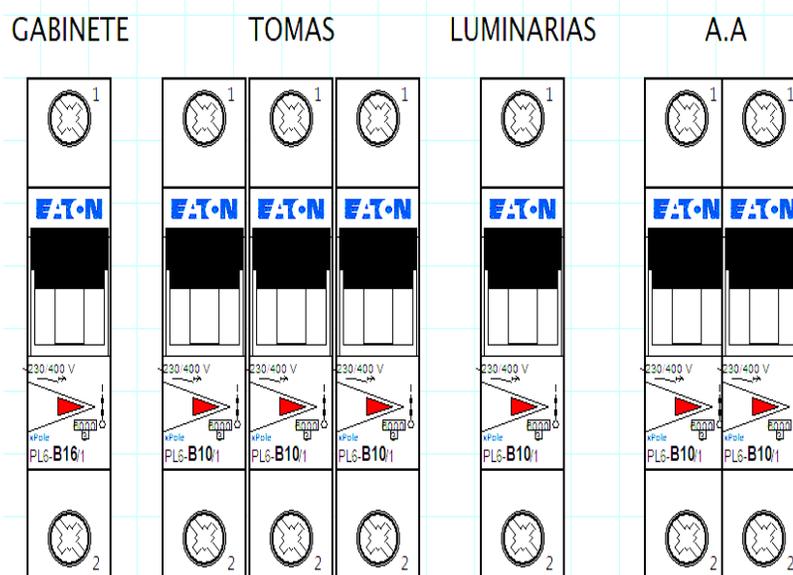


Fig. 19. Disyuntores.

Accionamientos

Los accionamientos son la parte a través de la cual se da un arranque a un conjunto específico de cargas conectadas a él, quiere decir aquellos equipos que nos facilitan, optimizan y controlan la operación de una carga eléctrica, a través de actuadores.

Dentro del gabinete se cuenta con contactores y relés [fig. 20] que son dispositivos con la capacidad de cortar y accionar la alimentación de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia. Por lo general mantienen dos estados los cuales son de reposo o estables, cuando no reciben acción alguna por parte de un circuito de mando y otra inestable, cuando actúa dicha acción.

Entre el grupo de Contactores existen los siguientes más importantes:

- Electromagnéticos: accionamiento realizado a través de un electroimán.
- Electromecánicos: accionamiento con ayuda de medios mecánicos.

El gabinete cuenta con Contactores electromagnéticos clase AC1 y AC3 dado que se maneja cargas con una potencia de al menos 0.95 de factor de potencia y cargas de tipo motor por compresores de aire acondicionado.

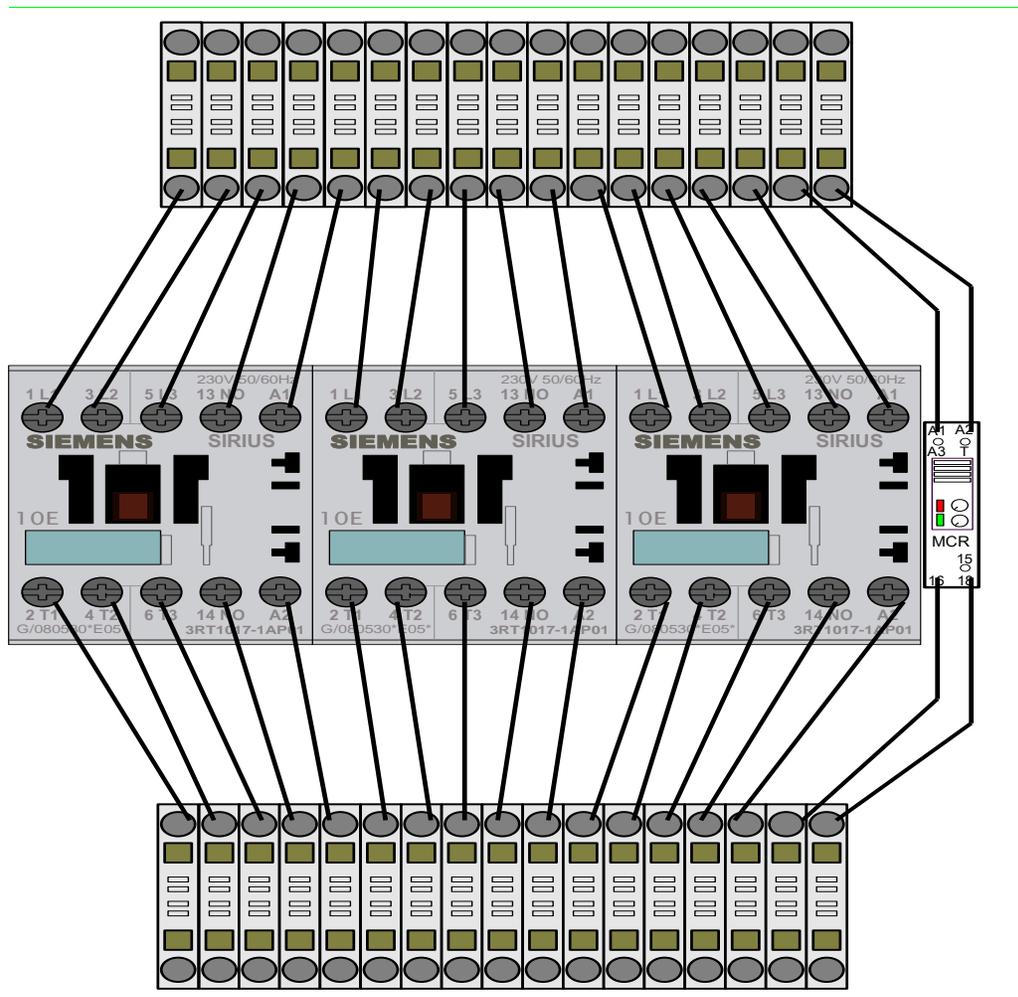


Fig. 20. Contactores y relés para el control de las cargas.

Módulos IoT

La última parte consta de la alimentación con una fuente de 24Vdc [fig.21] dado a la tarjeta de control que se alimenta con este voltaje, la protección del gabinete (Disyuntor 1P/16A), está montada de tal forma que protege el sistema de la alimentación como a la vez alimenta los accionamientos manuales como lo son las botoneras tipo pulsador “start – stop”.

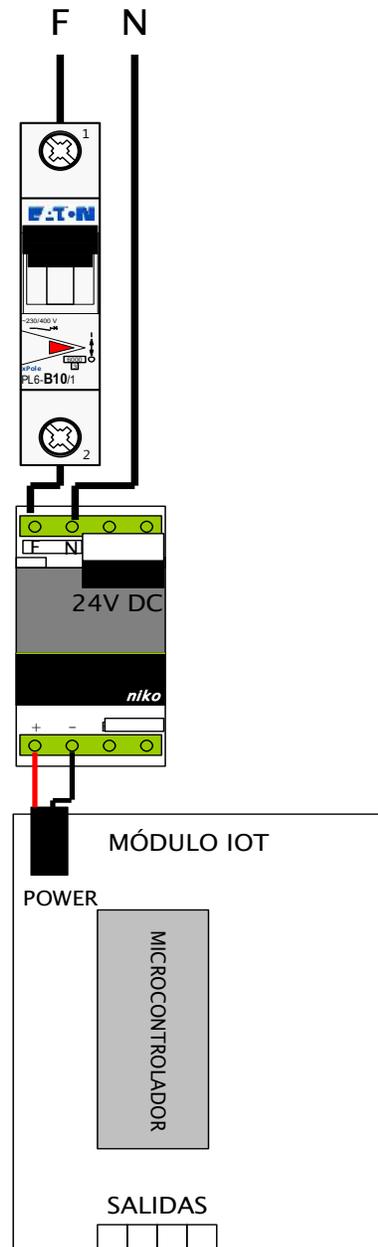


Fig. 21. Sistema de alimentación del módulo IoT.

7.3. PUNTOS DE ACCESO (RED)

Se han instalado puntos de acceso en las diferentes áreas de prueba en ITCA-FEPADE Centro Regional Santa Ana [fig. 22], para el control y monitoreo del sistema de climatización, iluminación y equipos informáticos. La conectividad entre los diferentes dispositivos y la nube se establece mediante un Gateway o interfaz de comunicación, el protocolo IEEE802.15.4 y el 802.11a utilizando antenas XBee conectadas en red con topología tipo estrella y configuración punto a multipunto.

La trama de mensajes utilizado para el control y monitoreo remoto de los diferentes nodos tiene el siguiente formato: Byte de inicio, byte identificador de nodo, byte identificador de sensor, datos y byte de finalización.

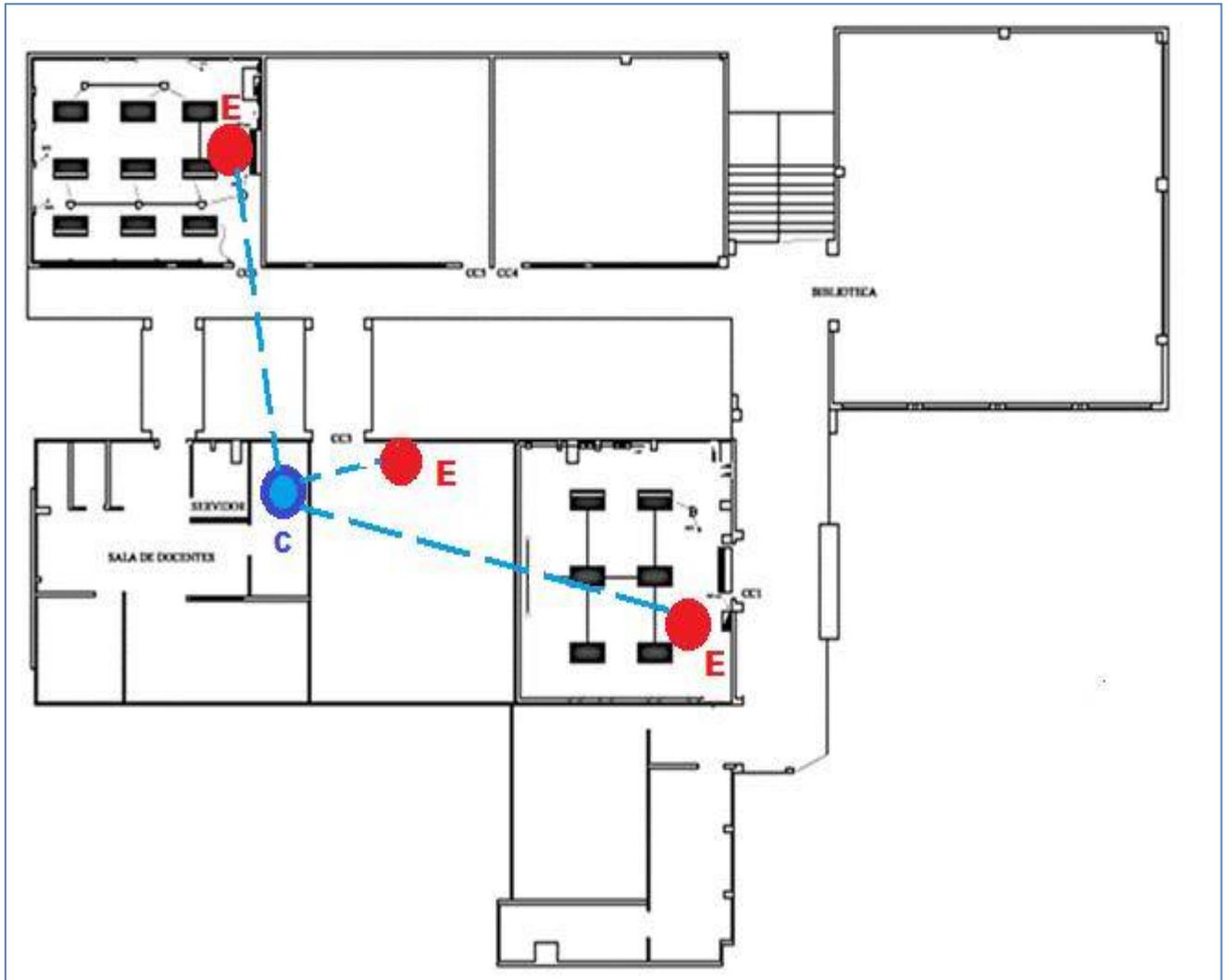


Fig. 22. Puntos de acceso instalados en el segundo nivel del centro regional Santa Ana.

7.4. PROCESAMIENTO DE DATOS

El reto en esta fase consistió en la integración y depuración de los datos provenientes de diferentes nodos de sensores, para lograrlo se desarrolló una aplicación back_end usando C#.NET y la librería serialPort que lee el puerto usb en el cual se encuentra el nodo con la antena XBee coordinadora, convirtiendo de esta forma a la PC en la puerta de enlace de la aplicación.

Los datos son adquiridos utilizando el protocolo Message Queue Server el cual permite que se comunique el servidor con los clientes. La captura de información crea una cola de mensajes que después de un proceso de filtrado la información es almacena en una base de datos. Los servicios implementados en la plataforma son servicios de consultas y autogestión. Con los servicios de consulta el usuario del sistema puede obtener datos del uso de la energía eléctrica por día, semana, mes y año de las aulas que cuentan con el sistema de monitoreo y control remoto. El servicio de autogestión incorpora funciones para desconectar los equipos en horarios que no están dentro del programa de uso autorizado por la dirección de la institución educativa.

Haciendo uso del servicio de consultas se obtuvo una data para el comportamiento de la temperatura, la iluminación y la potencia eléctrica demandada por los diferentes circuitos en el centro de cómputo tres obteniendo los siguientes resultados:

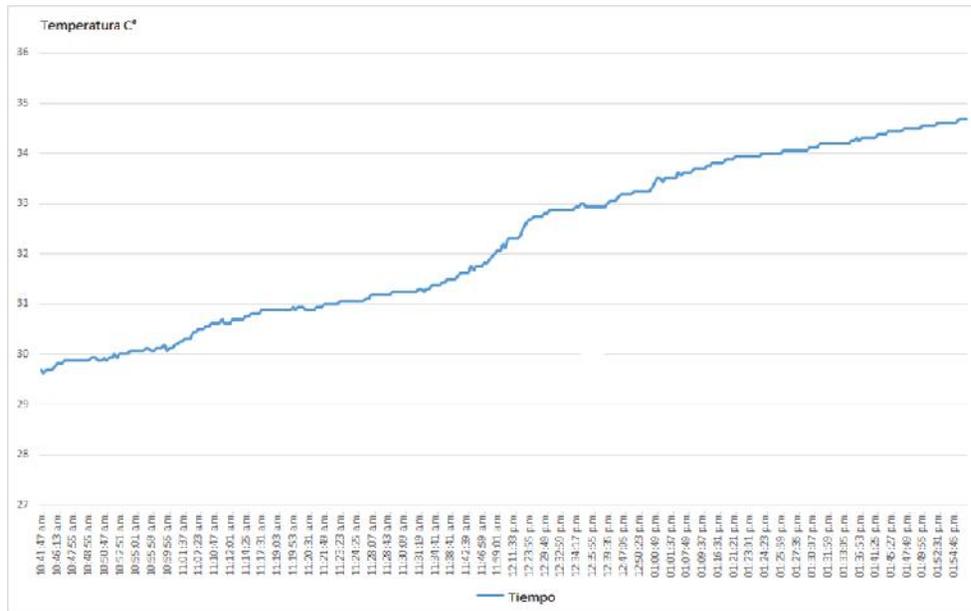


Fig. 23. Variación de la temperatura ambiente en el CC3.

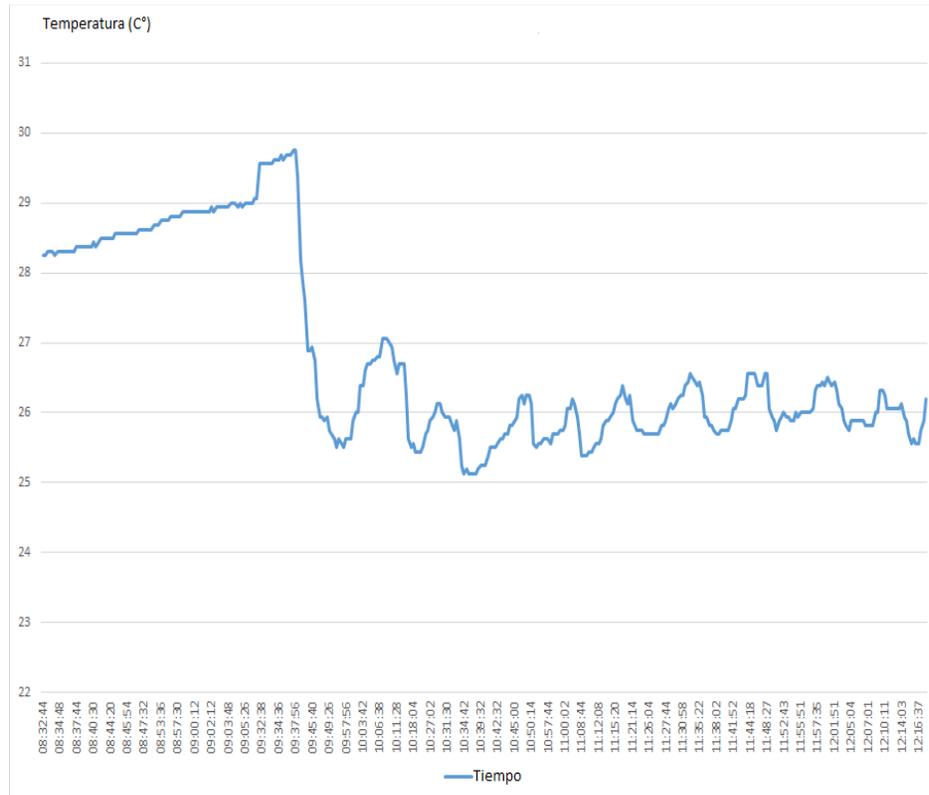


Fig. 24. Variación de la temperatura con aire acondicionado (CC3).

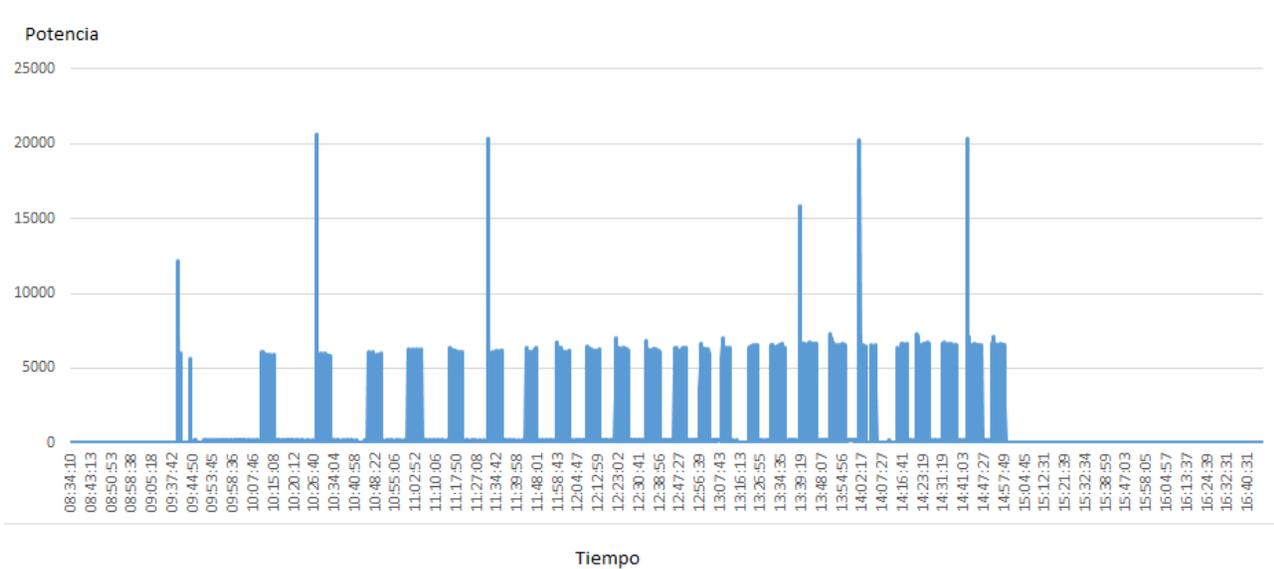
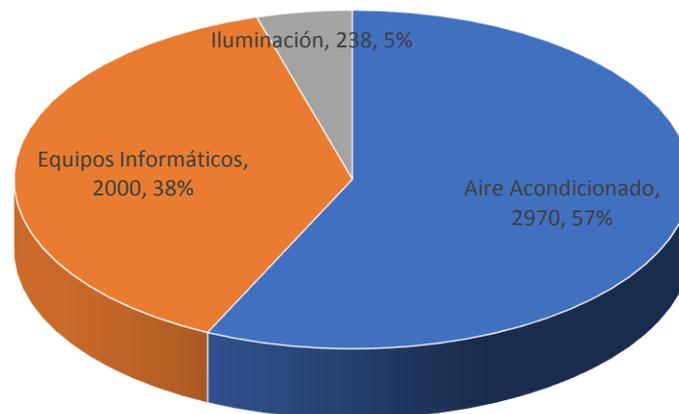


Fig. 25. Gráfico de potencia para el aire acondicionado (CC3).

Tabla1: Consumo promedio de las áreas monitoreadas

EQUIPOS	POTENCIA PROMEDIO(VA)
Aire acondicionado	2970
Equipos informáticos	2000
Iluminación	238

Distribución de energía de áreas monitoreadas



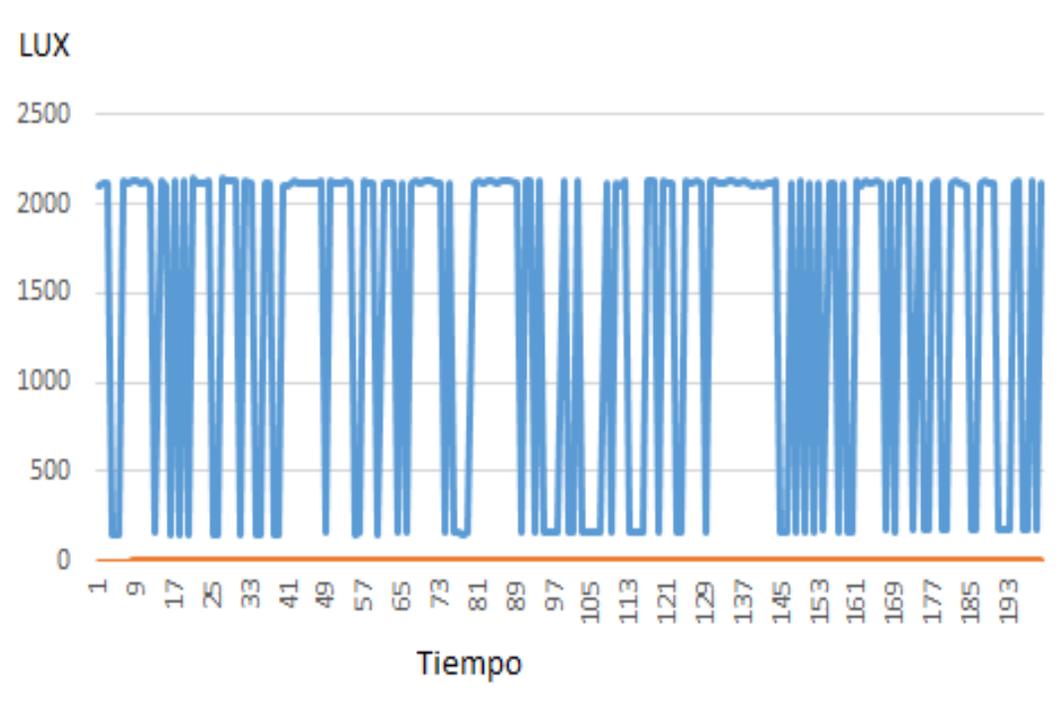


Fig. 26. Iluminancia con luz natural.

7.5. INTERFAZ PARA LA VISUALIZACIÓN DE DATOS

La interfaz realiza peticiones a la base de datos, los transforma y los organiza en un formato que mediante la comunicación con Chart.JS y PHPchart proporciona al usuario la visualización del estado de las variables con diferentes formatos de gráficos.

Las aplicaciones están diseñadas para que el usuario se pueda conectar desde una computadora una tablet y un smartphone que este enlazado con la red LAN del centro regional de Santa Ana. Con las aplicaciones el usuario puede realizar consultas del consumo de energía, la temperatura y la iluminación de los diferentes espacios intervenidos, obteniendo la información en tiempo real e histórico. Otra función que tienen las aplicaciones es que ofrecen la opción de realizar una activación o desactivación de las diferentes cargas que están conectadas en los nodos de forma remota, siempre y cuando se tenga los permisos para hacerlo.

8. CONCLUSIONES

1. Contar con el monitoreo y control remoto de dispositivos en instituciones educativas permite realizar una mejor gestión de los recursos energéticos; ya que aplicando tecnologías del Internet de las Cosas IoT se puede rastrear el consumo de energía como una auditoria las veinticuatro horas y los siete días de la semana para cada circuito de la instalación eléctrica.
2. La documentación de los datos del consumo eléctrico de forma automatizada es esencial para detectar anomalías que pueden pasar desapercibidas en una instalación eléctrica y aportan información valiosa para implementar acciones que permitan reducir la factura de energía eléctrica.

3. El diseño modular empleando herramientas de software y hardware libres para el control y monitoreo remoto, constituye una alternativa tecnológica de menor costo para las instituciones educativas donde los recursos financieros son limitados.
4. Cualquier institución educativa que desee implementar el monitoreo y control remoto de dispositivos basado en el internet de las cosas requiere de cuatro elementos que son imprescindibles, estos son: hardware, conectividad, software e interfaz de usuario.

9. RECOMENDACIONES

1. Para mantener el estado de las entradas y salidas del puerto digital en la tarjeta de control, se debe incorporar una batería recargable, garantizando que el puerto no se desconfigure cuando el suministro eléctrico falle.
2. Mantener actualizados los horarios de las áreas controladas para garantizar que el sistema funcione correctamente.
3. Cuando se va el suministro de energía por alguna falla interna o se ha realizado una desconexión de circuitos por períodos vacacionales o por mantenimiento eléctrico, para poder restablecer el sistema eléctrico se debe hacer de manera manual abriendo la tapa del tablero de control y subir los dados de las protecciones termo magnéticas.
4. Si se va el suministro de energía, para restablecer el circuito de aire acondicionado y tomas, hay que presionar los botones de color verde instalados en los tableros de control.
5. Si se desea hacer una desconexión manual de los circuitos para tomas y aire acondicionado se debe presionar los botones de color rojo instalados en los tableros de control.

10. GLOSARIO

PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN: se trata del conjunto de pautas que posibilitan que distintos elementos que forman parte de un sistema establezcan comunicaciones entre sí, intercambiando información. Los protocolos de comunicación instituyen los parámetros que determinan cuál es la semántica y cuál es la sintaxis que deben emplearse en el proceso comunicativo en cuestión. Las reglas fijadas por el protocolo también permiten recuperar los eventuales datos que se pierdan en el intercambio. En los sistemas informáticos el protocolo de comunicación determina cómo deben circular los mensajes dentro de una red. Cuando la circulación de la información se desarrolla en Internet, existen una serie de protocolos específicos que posibilitan el intercambio.

MQTT (Message Queue Telemetry Transport): es un protocolo de transporte de mensajes Cliente/Servidor basado en publicaciones y suscripciones a los denominados “tópicos”. Cada vez que un mensaje es publicado será recibido por el resto de los dispositivos adheridos a un tópico del protocolo.

INTERFAZ: en informática, se utiliza para nombrar a la conexión funcional entre dos sistemas, programas, dispositivos o componentes de cualquier tipo, que proporciona una comunicación de distintos niveles permitiendo el intercambio de información.

GESTIÓN REMOTA: en informática, se considera la gestión remota a la funcionalidad de algunos programas que permiten realizar ciertos tipos de acciones desde un equipo local y que las mismas se ejecuten en otro equipo remoto. Por ejemplo, con una herramienta o aplicación de administración remota, el responsable de una red informática puede acceder a otra computadora para ver si la misma tiene problemas, sin necesidad de moverse de su escritorio.

API: es una sigla que procede de la lengua inglesa y que alude a la expresión Application Programming Interface (cuya traducción es Interfaz de Programación de Aplicaciones). El concepto hace referencia a los procesos, las funciones y los métodos que brinda una determinada biblioteca de programación a modo de capa de abstracción para que sea empleada por otro programa informático. Podemos entender la API como un código que indica a las aplicaciones cómo pueden mantener una comunicación entre sí. Estas reglas permiten que los distintos programas mantengan interacciones.

Una API sirve para establecer una comunicación con una base de datos, un sistema operativo o un protocolo de comunicaciones, por citar algunas posibilidades. Incluso las redes sociales emplean distintas API: una herramienta para gestionar tuits, por ejemplo, puede utilizar una API para establecer una comunicación con los servidores que utiliza Twitter.

MONITOREO: Es un término no incluido en el diccionario de la Real Academia Española (RAE). Su origen se encuentra en monitor, un aparato que toma imágenes de instalaciones filmadoras o sensores y que permite visualizar algo en una pantalla. El monitor, por lo tanto, ayuda a controlar o supervisar una situación. Esto nos permite inferir que monitoreo es la acción y efecto de monitorear, el verbo que se utiliza para nombrar a la supervisión o el control realizado a través de un monitor. Por extensión, el monitoreo es cualquier acción de este tipo, más allá de la utilización de un monitor.

El monitoreo, a rasgos generales, consiste en la observación del curso de uno o más parámetros para detectar eventuales anomalías. Los enfermeros pueden monitorear los signos vitales de un paciente a través de un dispositivo que refleja de manera gráfica los latidos de su corazón; en caso de advertir algún problema, son los encargados de avisar a los médicos.

SERVICIOS WEB: Un Web Service, o Servicio Web, es un método de comunicación entre dos aparatos electrónicos en una red. Es una colección de protocolos abiertos y estándares usados para intercambiar datos entre aplicaciones o sistemas. Las aplicaciones escritas en varios lenguajes de programación que funcionan en plataformas diferentes pueden utilizar web services para intercambiar información a través de una red. La interoperatividad, por ejemplo, entre Java y Python o Windows y Linux se debe al uso de estándares abiertos.

Como sistema de mensajes se utiliza XML estandarizado. El protocolo más simple para el intercambio de información entre ordenadores es XML-RPC, que emplea XML para llevar a cabo RPCs. RPC, Remote Procedure Call, es un protocolo de red que permite a un programa a ejecutar código en una máquina remota. Los XML-RPC requests son una combinación entre contenido XML y headers HTTP. La simpleza de los XML-RPC hizo que el estándar evolucionase a SOAP, uno de los componentes básicos de los Web Services.

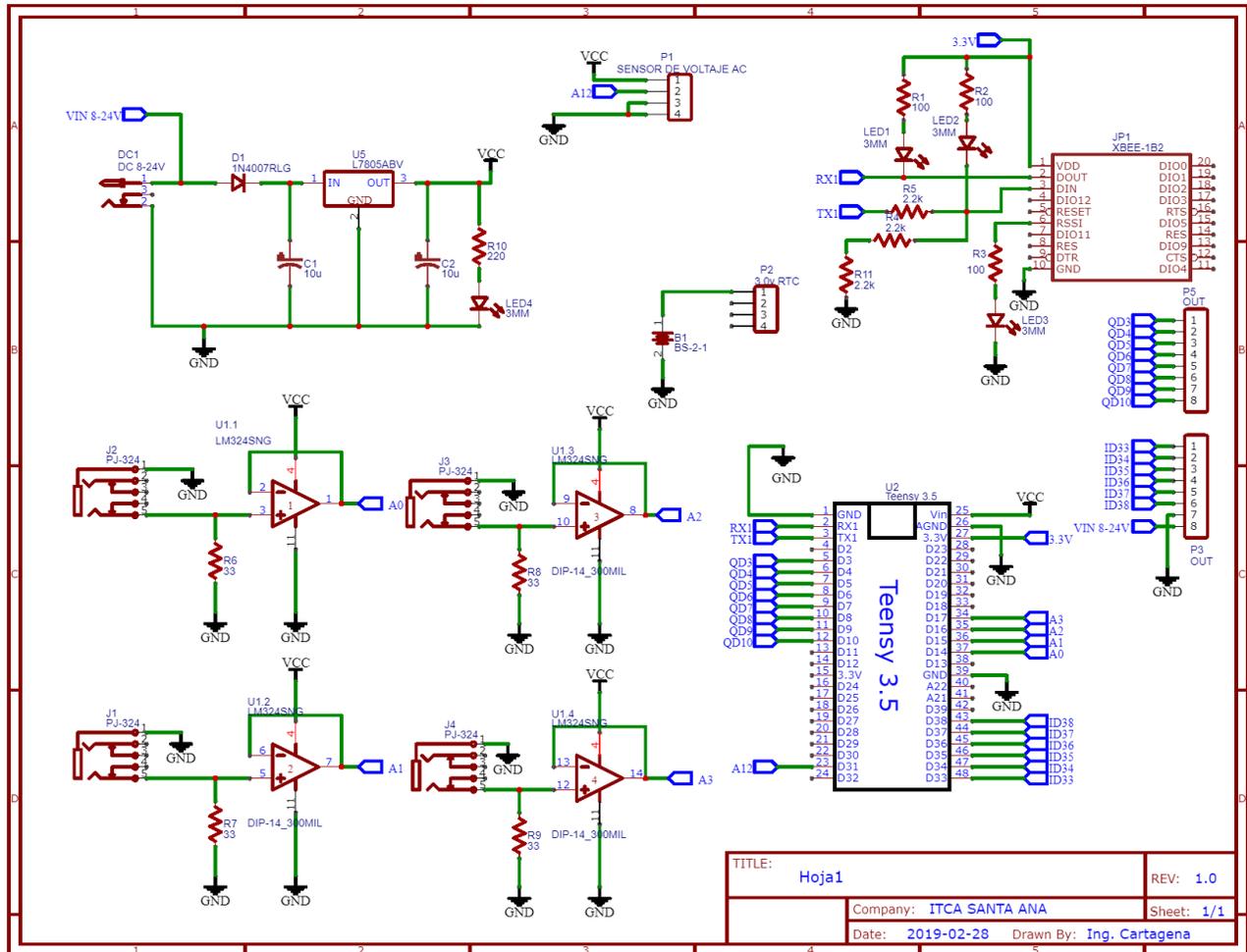
MESSAGE QUEUE SERVER: es una cola de mensajes, aplicación desarrollada por Microsoft y desplegado en sus ventanas en sistemas operativos de servidores desde Windows NT 4 y Windows 95 . Windows Server 2016 y Windows 10 también incluye este componente.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] <https://www.oscarblancarteblog.com/2017/03/07/escalabilidad-horizontal-y-vertical/>
- [2] Zdravković, Milan, Trajanovic, Miroslav, Sarraipa, João, Jardim-Gonçalves, Ricardo, Lezoche, Mario, Aubry, Alexis & Panetto, Hervé, 2016. Survey of Internet-of-Things platforms
- [3] Al-Fuqaha, Ala, Guizani, Mohsen, Mohammadi, Mehdi, Aledhari, Mohammed, & Ayyash, Moussa. Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols and Applications, 17, 10.1109/COMST.2015.2444095, IEEE Communications Surveys & Tutorials.
- [4] <https://programarfacil.com/podcast/arduino-wifi-proyectos-iot>
- [5] Da Xu, L. He, W. & Li, Internet of things in industries : A survey . IEEE Transactions on industrial informatics, 10(4), 2233-2376, 2014.
- [6] Machina Research press release, Machine-to-Machine connections to hit 12 billion in 2020, generating EUR714 billion revenue.
- [7] Manotas Campos, Jessica & Martínez Marín, Nicolás. Exploración de las plataformas IoT en el mercado para fomentar el conocimiento, buen uso y efectividad de los dispositivos IoT creados en la facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas de la Institución Universitaria Politécnica Gran Colombiano, 2018.

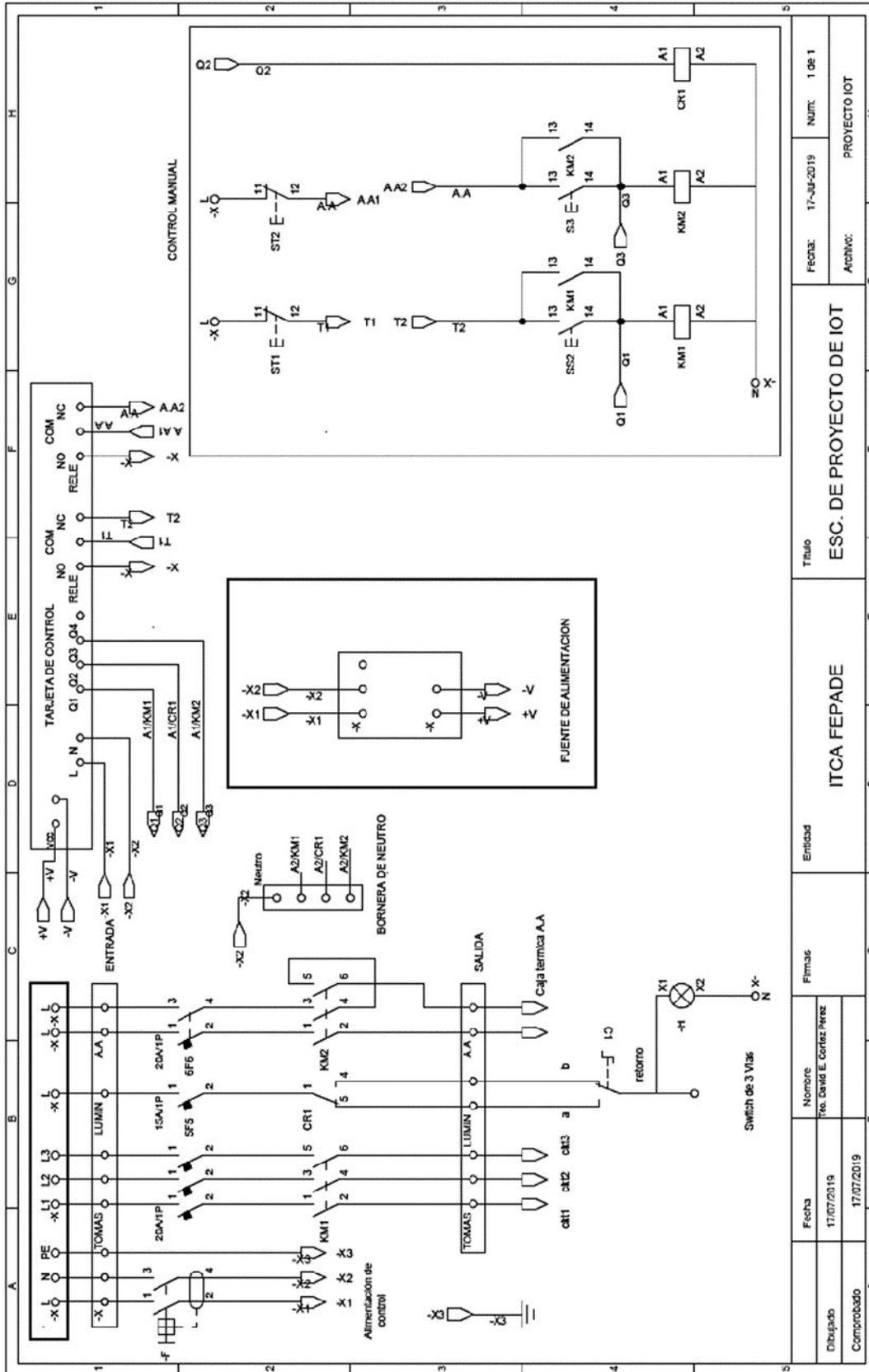
12. ANEXOS

12.1. ANEXO 1: CIRCUITOS ESQUEMÁTICOS PARA LOS NODOS DE SENSORES



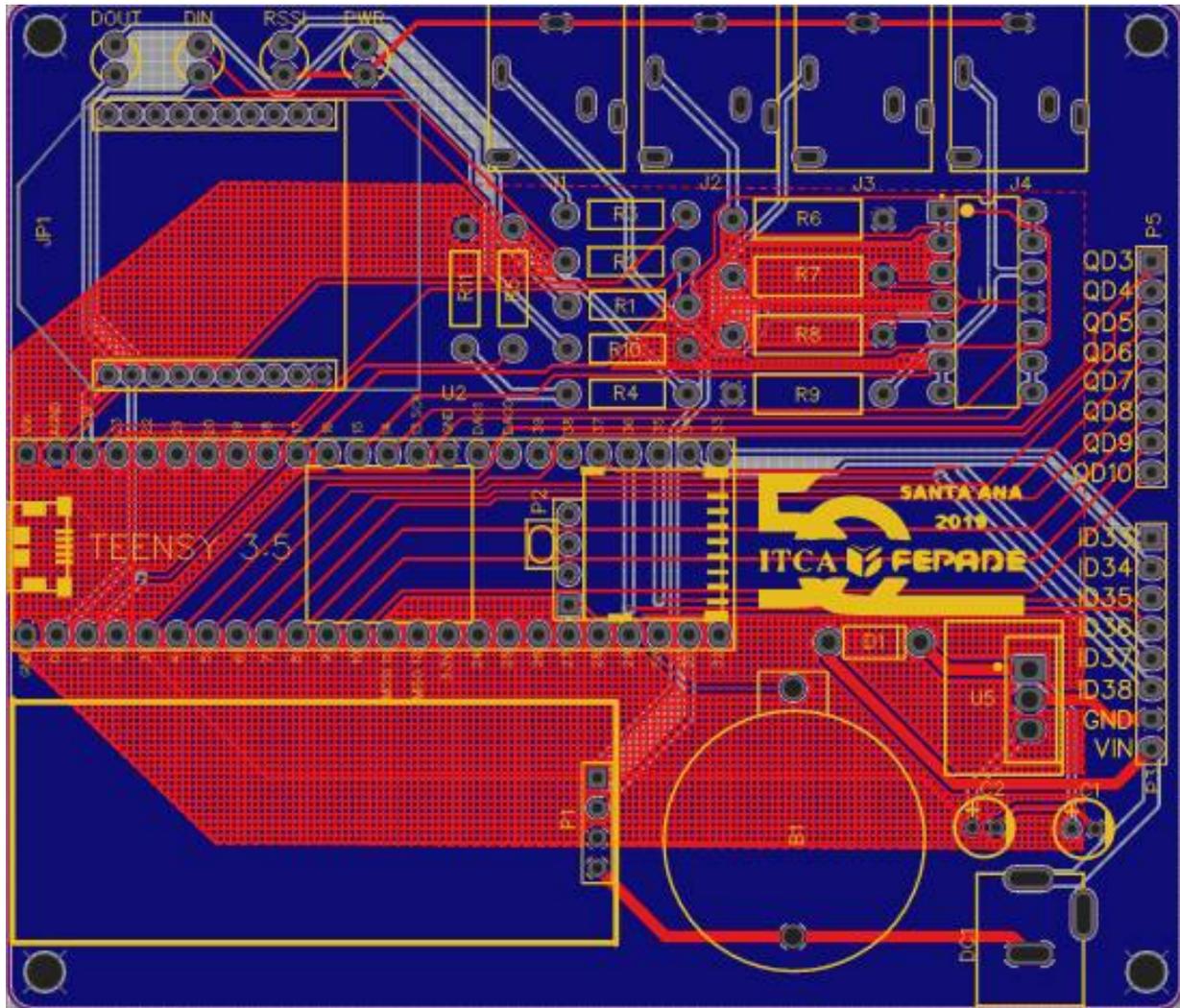
12.2.

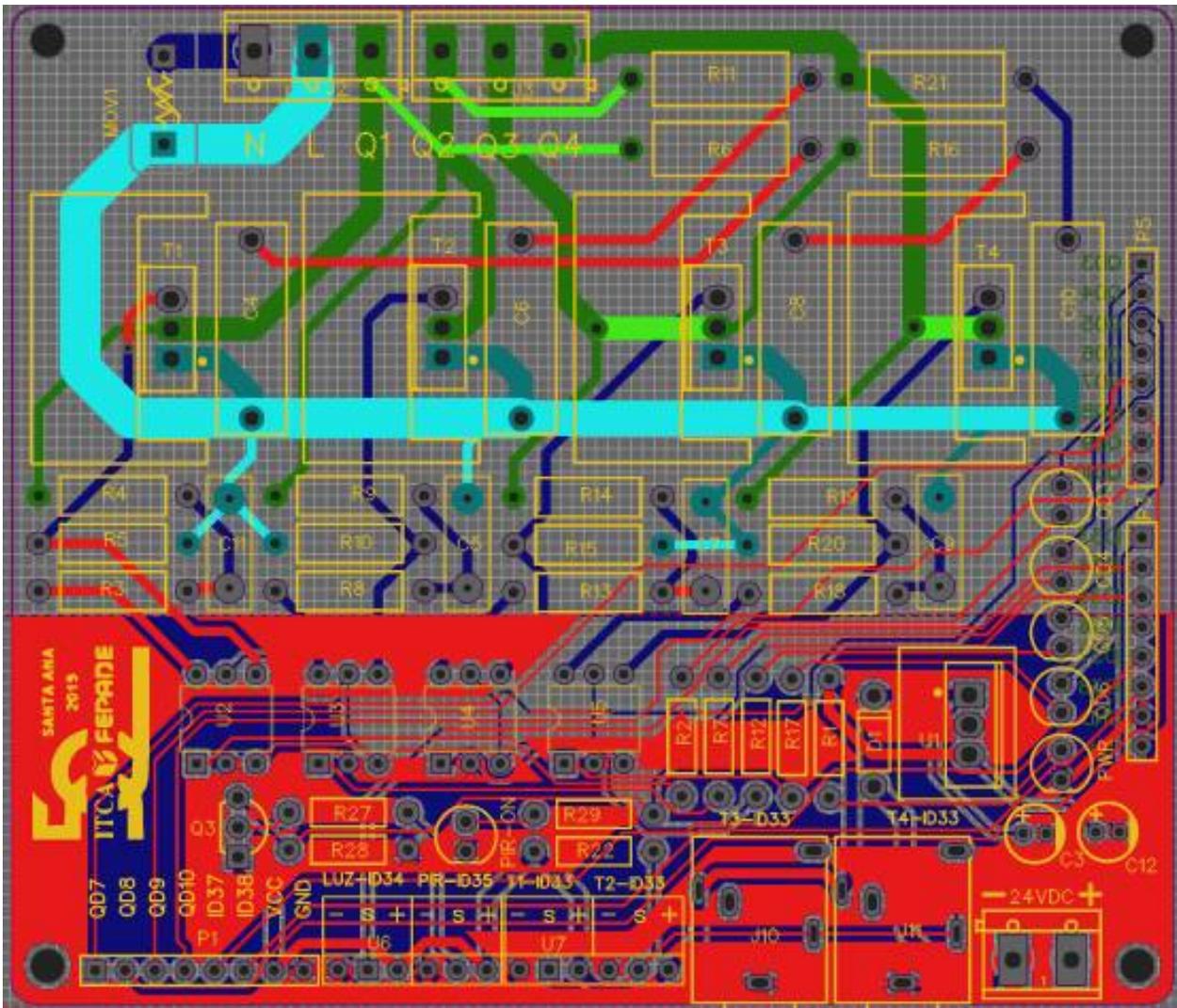
ANEXO2: DIAGRAMA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN EL PANEL DE CONTROL



Fecha	17-Jul-2019	NUM:	1 06 1
Acroño:	PROYECTO IOT		
Titulo	ESC. DE PROYECTO DE IOT		
Entidad	ITCA FEPADE		
Firmas			
Fecha			
Nombre	Tico David E. Cortez Perez		
Dibujado	17/07/2019		
Comprobado	17/07/2019		

12.5. ANEXO 5: DISEÑO DE PCB PARA LOS NODOS DE SENSORES

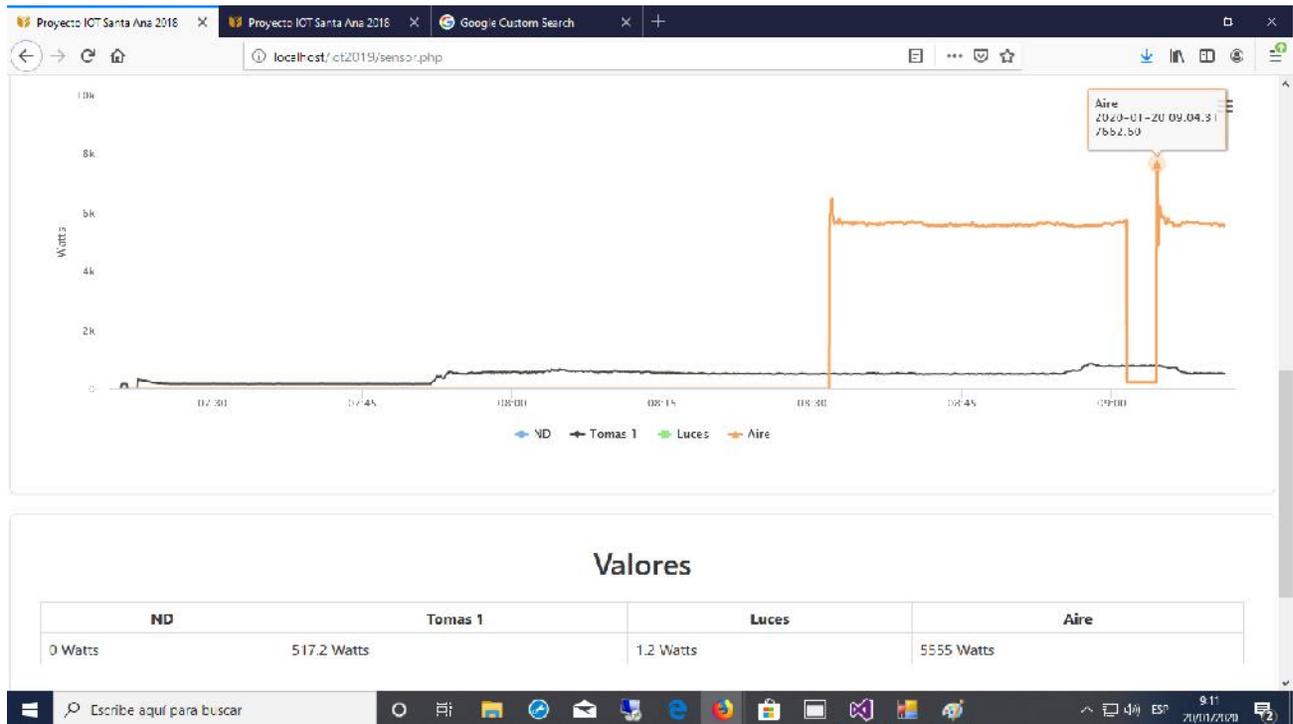




12.6. ANEXO 6: INSTALACIÓN DE TABLERO DE CONTROL



12.7. ANEXO 7: INTERFAZ PARA VISUALIZAR LA POTENCIA ELÉCTRICA



12.8. ANEXO 8: APLICACIÓN BACK -END PARA EL FILTRADO DE DATOS

11/02/2020 13:32:15

encendida

Puertos USB COM

COM6

encender luz encender tomas encender aire encender TODO Guardar datos

apagar luz apagar tomas apagar aire apagar TODO apagar luz

Timer: ON FIN

Datos recibidos CC2DATOS Enviar datos Borrar datos

dato
L(9;'1';'0.00';'0.00';'2';'3.79';'454.80';'3';'0.00';'0.00';'4';'30.98';'6815.60';'13:34:16';'2020-2-11')
L(2;'1';'0.86';'103.51';'2';'0.19';'22.49';'3';'0.35';'42.06';'4';'0.00';'0.00';'13:32:14';'2020-2-11')
L(2;'1';'0.87';'104.54';'2';'0.19';'22.45';'3';'0.37';'43.97';'4';'0.00';'0.00';'13:32:16';'2020-2-11')

bloque5

dato
*

```

INSERT INTO tarjetamonitor2019 (ta,s1,i1,p1,s2,i2,p2,s3,i3,p3,s4,i4,p4,hora,fecha)
VALUES
(9;'1';'0.00';'0.00';'2';'3.68';'441.60';'3';'0.00';'0.00';'4';'30.71';'6756.20';'13:34:10';'2020-2-11'),
(9;'1';'0.00';'0.00';'2';'3.70';'444.00';'3';'0.00';'0.00';'4';'30.50';'6710.00';'13:34:12';'2020-2-11')
    
```

lbltemp

```

INSERT INTO temperatura2019 (ta,st,dt,sl,dl,hora,fecha) VALUES
(8;'1';'34.00';'2';'957.50';'13:32:10';'2020-2-11')
    
```

Button7

109

nada

SEDE CENTRAL Y CENTROS REGIONALES



La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, fundada en 1969, es una institución estatal con administración privada, conformada actualmente por 5 campus: Sede Central Santa Tecla y cuatro centros regionales ubicados en Santa Ana, San Miguel, Zacatecoluca y La Unión.

1 SEDE CENTRAL SANTA TECLA

Km. 11.5 carretera a Santa Tecla, La libertad.
Tel.: (503) 2132-7400

2 CENTRO REGIONAL SANTA ANA

Final 10a. Av. Sur, Finca Procavia.
Tel.: (503) 2440-4348

3 CENTRO REGIONAL LA UNIÓN

Calle Sta. María, Col. Belén, atrás del Instituto Nacional de La Unión.
Tel.: (503) 2668-4700

4 CENTRO REGIONAL ZACATECOLUCA

Km. 64.5, desvío Hacienda El Nilo sobre autopista a Zacatecoluca.
Tel.: (503) 2334-0763 y
(503) 2334-0768

5 CENTRO REGIONAL SAN MIGUEL

Km. 140 carretera a Santa Rosa de Lima.
Tel.: (503) 2669-2298