



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN INFORMÁTICA



TESIS

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE SUPERVISIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO,
BASADO EN LOS MODELOS DE CIUDAD INTELIGENTE E INTERNET DE
LAS COSAS PARA LA CIUDAD DE PUNO**

PRESENTADA POR:

YENI LIZ JIHUALLANCA CCOA

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAESTRO EN INFORMÁTICA

**CON MENCIÓN EN: GERENCIA DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y
COMUNICACIONES**

PUNO, PERÚ

2023

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

DISEÑO DE UN SISTEMA DE SUPERVISIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO, BASADO EN LOS MODELOS DE CIUDAD INTELIGENTES

AUTOR

Yeni Liz Jihuallanca Ccoa

RECuento DE PALABRAS

17212 Words

RECuento DE CARACTERES

96676 Characters

RECuento DE PÁGINAS

91 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

7.7MB

FECHA DE ENTREGA

Sep 16, 2024 7:49 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Sep 16, 2024 7:51 AM GMT-5

● **15% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 13% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 9% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 12 palabras)


Ing. Freddy Heric Villasante Saravia
Dr. EN ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA
CIP 47405



Resumen



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

ESCUELA DE POSGRADO MAESTRÍA EN INFORMÁTICA

TESIS

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE SUPERVISIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO,
BASADO EN LOS MODELOS DE CIUDAD INTELIGENTE E INTERNET DE
LAS COSAS PARA LA CIUDAD DE PUNO**



PRESENTADA POR:

YENI LIZ JIHUALLANCA CCOA

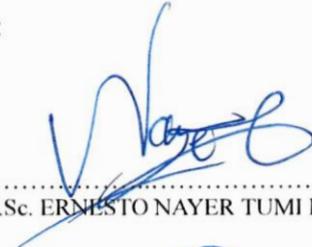
PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAESTRO EN INFORMÁTICA

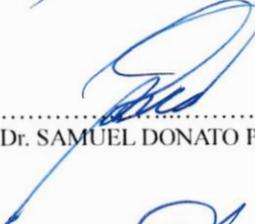
**CON MENCIÓN EN: GERENCIA DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y
COMUNICACIONES**

APROBADA POR EL JURADO SIGUIENTE:

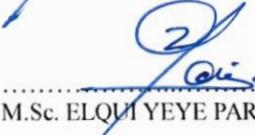
PRESIDENTE


.....
M.Sc. ERNESTO NAYER TUMI FIGUEROA

PRIMER MIEMBRO


.....
Dr. SAMÚEL DONATO PEREZ QUISPE

SEGUNDO MIEMBRO


.....
M.Sc. ELQUI YEYE PARI CONDORI

ASESOR DE TESIS


.....
Dr. FREDY HERIC VILLASANTE SARAVIA

Puno, 19 de abril de 2023.

ÁREA: Redes y comunicaciones.

TEMA: Diseño de un sistema de supervisión de alumbrado público, basado en los modelos de ciudad inteligente e internet de las cosas para la ciudad de Puno.

LÍNEA: Gerencia de tecnologías de información y comunicaciones.



DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, salud y sabiduría, por darme la fuerza y voluntad para realizar este proyecto de investigación

A mis padres por ser el pilar fundamental en mi vida, por inculcarme buenos valores y darme la mejor educación.

A mis hermanos por el constante apoyo y exigencia durante todo el proceso de mi formación y culminación de mi proyecto.

Yeni Liz Jihuallanca Ccoa.



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano - Puno, mi alma mater, por brindarme la oportunidad de formarme como profesional.

A todos los docentes de la Facultad de Ingeniería Estadística e Informática, por los conocimientos brindados durante el proceso de mi aprendizaje.

A los miembros de jurado MSc. Ernesto Nayer, MSc. Elqui pari, MSc. Dr. Samuel Pérez, a mi asesor de tesis Dr. Fredy Villasante, por su apoyo que me brindaron para que sea posible el desarrollo de este proyecto de investigación.

Yeni Liz Jihuallanca Ccoa.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
ACRÓNIMOS	x
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1	Marco teórico	4
1.1.1	Internet de las cosas (IoT)	4
1.1.2	Precusores e indicadores principales	5
1.1.3	Transacciones operativas y analíticas	7
1.1.4	Computación de niebla, computación de borde y datos en movimiento	9
1.1.5	Las cuatro actividades rápidas de datos	11
1.1.6	Funciones de una base de datos en una infraestructura de IoT	12
1.1.7	IOT en la vida práctica	14
1.1.8	Integración IoT, Nube y BigData para análisis de IoT	16
1.1.9	Más inteligente, más rápido y más potente	18
1.1.10	Microcontroladores	19
1.1.11	Entornos de programación	21
1.1.12	Arduino	22
1.1.13	Entorno Arduino	23
1.1.14	Sensores	25
1.1.15	Importancia de los sensores precisos	26
1.1.16	Tipos de sensores	27
1.1.17	Sensor de corriente SCT013	27
		iii



1.1.18	Sensor de voltaje	28
1.1.19	Actuadores	29
1.2	Antecedentes	30
1.2.1	Internacionales	30
1.2.2	Nacionales	33
1.2.3	Locales	36

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1	Identificación del problema	40
2.2	Enunciados del problema	41
2.2.1	Problema general	41
2.2.2	Problemas específicos	41
2.3	Justificación	41
2.4	Objetivos	41
2.4.1	Objetivo general	41
2.4.2	Objetivos específicos	42
2.5	Hipótesis	42
2.5.1	Hipótesis general	42
2.5.2	Hipótesis específicas	42

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	Lugar de estudio	43
3.2	Población	43
3.3	Muestra	43
3.4	Método de investigación	43
3.4.1	Diseño de la investigación	43
3.4.2	Nivel de la investigación	44
3.5	Descripción detallada de métodos por objetivos específicos	44
3.5.1	Variable 1: Estado de la luminaria, voltaje, amperaje y potencia	44
3.5.2	Variable 2 - Diseño del sistema de supervisión del alumbrado publico	47

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Resultados	60
-----	------------	----



4.1.1	Resultados del diseño del sistema de supervisión de alumbrado publico	60
4.2	Discusión	63
	CONCLUSIONES	64
	RECOMENDACIONES	65
	BIBLIOGRAFÍA	66
	ANEXOS	71



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
1. Variables	59



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Conexión de internet de las cosas	4
2. IoT y cantidad de dispositivos conectados	7
3. Ecosistema de internet de las cosas	8
4. Datos de niebla	10
5. Diferencias de big data IOT	16
6. Funcionalidad de la arquitectura IOT y plataforma big data	17
7. Microcontrolador	20
8. Placa de Arduino UNO	23
9. Conexión de Arduino con la PC	24
10. Sensor y Actuadores	26
11. Sensor SCT013 Corriente	28
12. Sensor ZMPT101B Voltaje	29
13. Esquemático de conexión	44
14. Prototipo del sistema de supervisión de alumbrado público	45
15. Conexión de sensores de corriente y voltaje	46
16. Crear cuenta para servidor Thinspeak	47
17. Vincular cuenta Gmail en Thingspeak	48
18. Verificación de cuenta vinculada	48
19. Inicio de Sesión Exitoso	49
20. Configuración de canal en servidor Thingspeak	49
21. Estado de configuración de servidor Thingspeak	50
22. Campos creados para almacenamiento de voltaje y corriente	50
23. Código API para vinculación con Arduino	51
24. Exportar datos desde el servidor a almacenamiento externo	52
25. Declaración de variables	52
26. Configuración del sensor de corriente en el Arduino	53
27. Declaración de variables potencia	54
28. Asignación de IP Gateway y Mac	54
29. Líneas de Programación para leer voltaje	55
30. Líneas de programación para leer la corriente	56
31. Líneas de programación para leer la potencia	56



32.	Líneas de programación para el servidor	57
33.	Comandos para impresión de datos en el servidor	58
34.	Supervisión de voltaje	60
35.	Supervisión de corriente	61
36.	Supervisión de la Potencia	62
37.	Interfaz gráfica del servidor Thingspeak	63



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
1. Matriz de consistencia	71
2. Código de programación para el sistema de supervisión de alumbrado público	72



ACRÓNIMOS

EPG	:	Escuela de Posgrado.
IoT	:	Internet de las Cosas.
MEF	:	Ministerio de Economía y Finanzas.
UNA	:	Universidad Nacional del Altiplano.



RESUMEN

Se realizó una investigación exploratoria y el diseño de la investigación es experimental. Involucrando aspectos como el ahorro y la gestión energética, el ahorro económico, la sostenibilidad, el medio ambiente y la seguridad ciudadana. El sistema funcionaba con un controlador en cada luminaria, capaz de medir voltaje, amperaje y otras variables para su monitoreo remoto. Los datos se envían a un servidor centralizado basado en el Internet de las Cosas, para que la administración pueda monitorizar el estado de las luminarias. Los resultados obtenidos demuestran que es posible detectar el mal funcionamiento de una luminaria verificando que su voltaje y amperaje están fuera del rango normal. Por esta razón, el sistema de supervisión de alumbrado público se diseñó en base a las ciudades inteligentes y el Internet de las Cosas. Se concluye que a la hora de diseñar el sistema, la supervisión es fácil, mediante un navegador se visualiza el servidor y también se pueden verificar todos los datos que se registran a través de los sensores de voltaje y corriente si alguna luminaria está encendida o encendida.

Palabras clave: Energía eléctrica, gestión de la energía, internet de las cosas, monitoreo, voltaje.

ABSTRACT

An exploratory research was carried out and the research design is experimental. Involving aspects such as energy saving and management, economic savings, sustainability, the environment and citizen safety. The system operated with a controller in each luminaire, capable of measuring voltage, amperage and other variables for remote monitoring. The data is sent to a centralized server based on the Internet of Things, so that the administration can monitor the status of the luminaires. The results achieved show that it is possible to detect the malfunction of a luminaire by verifying that its voltage and amperage are outside the normal range. For this reason, the public lighting supervision system was designed based on smart cities and the Internet of Things. It is concluded that when designing the system, supervision is easy, using a browser the server is displayed and all the data that is recorded through the voltage and current sensors can also be verified if any luminaire is turned on or on.

Keywords: Electrical energy, energy management, internet of things, monitoring, voltaje.



WENCESLAO T. MEDINA ESPINOZA
Ing. Industrias Alimentarias Reg. CIP. 39643
Doctor en Ciencias de la Ingeniería

INTRODUCCIÓN

Si bien es cierto el alumbrado público de las calles en la actualidad es de gran avance ante las ambiguas luminarias que se usaban en la antigua Roma, gran parte a nivel mundial de la infraestructura de alumbrado público se basa en tecnología obsoleta. En consecuencia, de todo ello tenemos iluminación de baja calidad, luminarias en desuso presentando cortes frecuentes, contaminación ambiental y un uso ineficiente de la energía eléctrica, también llega afectar los recursos económicos de quien lo administra elevando el gasto a un porcentaje considerable. En la ciudad de Puno, el alumbrado público se gestiona de manera tradicional. Esto significa que solo se detecta una luminaria defectuosa cuando un cliente o un supervisor de la empresa de energía se dan cuenta de que está apagada o no funciona bien. Además, resulta muy complicado supervisar el estado de todo el sistema de alumbrado en tiempo real. Debido a esto, no se puede prevenir que una luminaria afecte parcial o completamente al circuito eléctrico hasta que deje de funcionar por completo. Sin embargo, es posible identificar problemas al verificar si el voltaje y amperaje de una luminaria están fuera del rango normal. Por ello, se propone diseñar un sistema de supervisión del alumbrado público basado en el concepto de ciudades inteligentes y el Internet de las cosas. Con este sistema, se reduciría el consumo excesivo de energía al permitir reemplazar o solucionar problemas de manera oportuna. También facilitaría la detección inmediata de luminarias que no se encienden.

En el Capítulo I. Revisión literaria: abarca el Marco teórico, Antecedentes del proyecto.

En el Capítulo II. Planteamiento del problema: se presenta la Identificación del problema, Enunciados del Problema, Justificación, Objetivos, Hipótesis.

En el Capítulo III. Materiales y Métodos: se define el lugar de estudio, Población, Muestra, Método de Investigación, descripción detallada de métodos por objetivos específicos.

En el Capítulo IV. Resultados y Discusión: se exponen los resultados del diseño del sistema de supervisión de alumbrado público, conclusiones, recomendaciones.

1.1.2 Precusores e indicadores principales

El Internet tradicional de hoy es extremadamente confiable, incluso si se etiqueta como "mejor esfuerzo". El aprovisionamiento excesivo de ancho de banda (para situaciones normales) y la diversidad de enrutamiento de backbone han creó una expectativa de altos niveles de servicio entre los usuarios de Internet. Arquitecturas "en la nube" y la estructura de las organizaciones empresariales modernas se basan en esta expectativa de Calidad y confiabilidad de Internet. Pero en los extremos de la red que constituirán la gran mayoría estadística del IoT, las conexiones a menudo pueden ser intermitentes y de calidad inconsistente. Dispositivos puede apagarse a veces o alimentarse con celdas solares con respaldo de batería limitado. Las conexiones inalámbricas pueden ser de bajo ancho de banda o compartidas entre múltiples dispositivos. Los protocolos tradicionales, como TCP/IP, están diseñados para tratar con pérdidas y conexiones incoherentes mediante el reenvío de datos. Aunque los datos que fluyen hacia o desde cualquier dispositivo IoT individual pueden ser extremadamente pequeño, crecerá bastante en IoT agregado tráfico. Las ineficiencias de reenviar grandes cantidades de productos en su mayoría sin importancia individual (Dacosta, 2013).

Las telecomunicaciones y redes, junto con los dispositivos móviles y sus diversas aplicaciones, dispositivos integrados, sensores, y la computación en la nube, "proporcionan los recursos necesarios para procesar datos en la escala del Internet de las Cosas (IoT)" (Dacosta, 2013).

En torno a este complejo ecosistema, existen mecanismos avanzados de identidad y seguridad, "que aunque sofisticados, a veces entran en conflicto, permitiendo que las aplicaciones se comuniquen de manera autoritaria y privada" (García, 2022).

Es esencial que los millones de dispositivos conectados y los miles de millones de sensores estén vinculados de manera confiable y segura. "Las industrias que impulsan estas tecnologías tienen perspectivas específicas y un papel importante que desempeñar en el IoT" (López y Smith, 2021).

A medida que la red mundial, los dispositivos móviles, la nube, los datos y las empresas de identidad compiten por posicionarse, "cada sector busca

moldear el mercado para consolidar sus áreas de competencia, identificar dónde tienen poder y reconocer dónde necesitan colaborar” (Martínez, 2023).

Además de las tecnologías de conectividad, el IoT está uniendo industrias que antes eran dispares. “Por ejemplo, se están desarrollando iniciativas inteligentes en casi todos los sectores de la economía, como la atención sanitaria, la automoción, las ciudades inteligentes, el transporte inteligente, la energía inteligente y las granjas inteligentes” (Johnson, 2020).

Cada una de estas industrias depende en gran medida de la tecnología en su totalidad, “lo que implica que las aplicaciones de IoT inevitablemente se interrelacionarán a través de la comunicación móvil, la nube, los datos, la seguridad, las telecomunicaciones y las redes, con muy pocas excepciones” (Dacosta, 2013).

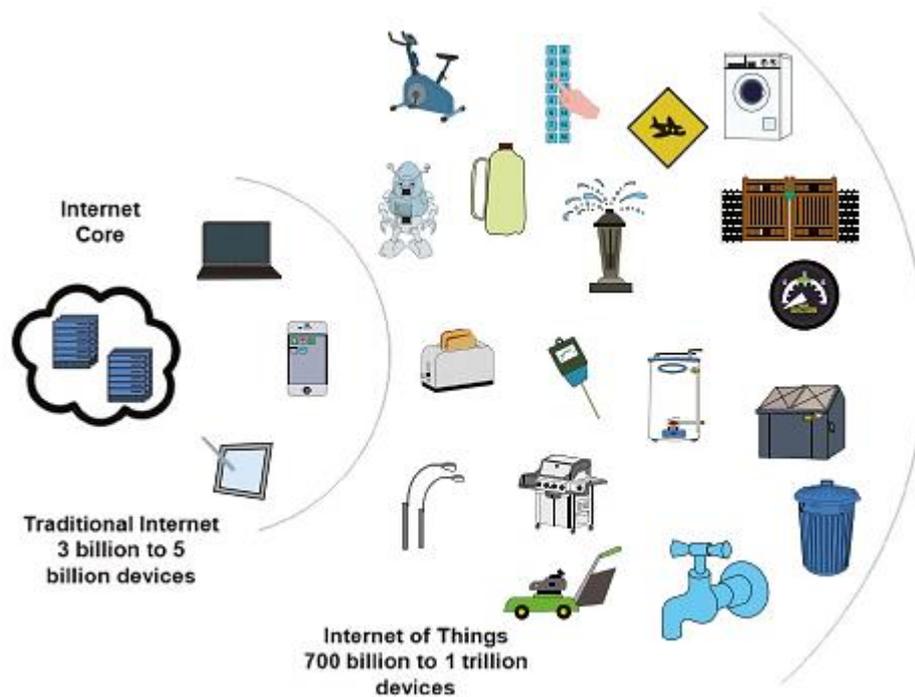
El Internet de las Cosas (IoT) representa, en esencia, la conexión de nuestros dispositivos con su entorno, “una convergencia que anteriormente era inalcanzable pero que ahora es posible gracias a una combinación de tecnologías avanzadas. Estas incluyen computación avanzada, redes extendidas, computación en la nube centralizada, computación en la niebla, y tecnologías para el manejo de grandes bases de datos” (García, 2022).

La seguridad y la identidad también juegan un papel crucial en este ecosistema. “Dentro de cada una de estas industrias, hay una compleja red de participantes y modelos de negocio, que abarca desde grandes actores del ecosistema como Apple y Google, hasta proveedores de productos específicos como VoltDB, e incluso gigantes del comercio electrónico como Amazon” (López y Smith, 2021).

El IoT no se limita a agregar conectividad a Internet a procesos ya existentes; más bien, “se enfoca en habilitar modelos de negocio innovadores que antes eran impensables. En definitiva, el IoT se configura como una plataforma altamente compleja y profunda” (Martínez, 2023).

Figura 2

IoT y cantidad de dispositivos conectados



1.1.3 Transacciones operativas y analíticas

En la actualidad, Internet se ha convertido en una presencia constante en nuestras vidas, alcanzando prácticamente todos los rincones del mundo y transformando la existencia humana de formas que antes eran inimaginables. Ahora estamos entrando en una era de conectividad aún más omnipresente donde una muy amplia Variedad de electrodomésticos estarán conectados a la web. Un año después de la pasada edición del Clusterbook 2012 se puede afirmar claramente que Internet de las cosas (IoT) ha llegado a muchos jugadores diferentes y ha ganado más reconocimiento. Entre las diversas áreas en las que se podría aplicar el Internet de las Cosas, han cobrado especial relevancia las Ciudades Inteligentes, los vehículos conectados y la movilidad, los hogares inteligentes y la vida asistida, las industrias inteligentes, la seguridad pública, la energía y la protección ambiental, así como la agricultura y el turismo. Estas áreas se perfilan como componentes clave de un futuro ecosistema IoT.

Figura 3

Ecosistema de internet de las cosas



En los primeros días del Internet de las Cosas (IoT), la fase inicial del ciclo analítico probablemente involucraba la implementación de sistemas como Flume o Kafka, así como otras herramientas enfocadas en la ingesta de datos (Smith, 2020).

Durante la fase de exploración, “se utilizaron herramientas estadísticas, junto con tecnologías de exploración de datos, visualización gráfica y visualización de datos, para analizar la información recopilada” (Johnson y Lee, 2019). Una vez que los informes y análisis más valiosos fueron identificados y formalizados, “los arquitectos optaron por herramientas de generación de informes rápidas y eficientes, como los sistemas OLAP, para procesar estos datos” (García, 2021).

No obstante, hasta ese momento, ninguno de los datos, perspectivas, optimizaciones o modelos descubiertos había sido aplicado en la práctica. “Las empresas habían adquirido un considerable conocimiento durante este ciclo, pero no habían desarrollado aplicaciones que aprovecharan ese conocimiento para mejorar ingresos, la experiencia del cliente o la eficiencia en el uso de recursos” (Martínez, 2023). “Para realizar mejoras operativas significativas, a menudo era necesario desarrollar una aplicación específica, la cual usualmente requería una

base de datos operativa capaz de funcionar a velocidades de transmisión adecuadas” (López, 2022).

Las aplicaciones en tiempo real nos brindan la capacidad de comprender el comportamiento del cliente y de desarrollar modelos que optimicen nuestra interacción en el mercado. “Esta capacidad nos permite combinar el conocimiento histórico con las percepciones analíticas obtenidas y datos contextuales en tiempo real provenientes de fuentes en vivo” (López, 2022). Con esto, es posible ofrecer una experiencia de mercado más personalizada para los usuarios móviles, proteger a los clientes contra el fraude, mejorar las ofertas mediante tecnologías publicitarias o capacidades de venta, y ajustar de manera óptima la asignación de recursos según las condiciones actuales (Smith, 2020). Además, estas aplicaciones permiten personalizar experiencias y optimizar decisiones en función de datos en tiempo real, lo que resulta crucial en un entorno de mercado dinámico (Anantha, 2015).

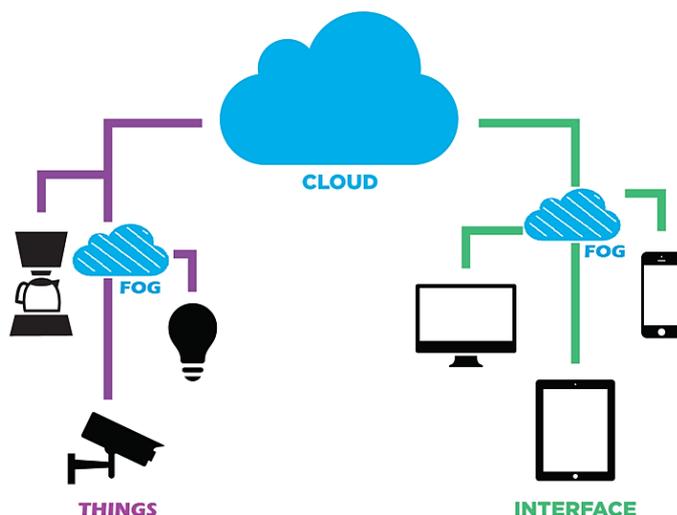
1.1.4 Computación de niebla, computación de borde y datos en movimiento

La convergencia entre personas, datos y dispositivos IoT está generando un impacto significativo en la productividad y eficiencia dentro de la fabricación industrial. Un ejemplo claro de esto es la utilización de datos en tiempo real, como los proporcionados por sensores de temperatura y presión de gas en IoT, para optimizar la producción de semiconductores.

En este contexto, la eficiencia operativa se ha convertido en un factor clave para la IoT industrial. Se están introduciendo técnicas avanzadas de automatización y gestión de procesos que, gracias al análisis de datos en tiempo real, permiten a los fabricantes adoptar métodos de producción más flexibles y adaptables.

Figura 4

Datos de niebla



Nota. Architecting for the Internet of Things

Las organizaciones industriales emplean cada vez más sensores y actuadores para monitorear los entornos de producción en tiempo real, iniciando procesos y respondiendo a anomalías de manera localizada bajo el paraguas de la computación avanzada; para ampliar esta capacidad a un nivel de planta de producción, es importante tener tecnologías habilitadoras en el nivel de computación niebla; esto permite reducir los costos operativos generales de los entornos de producción al tiempo que optimiza la productividad y los rendimientos (Betts, 2016, p. 50).

Los sensores avanzados brindan a los dispositivos IoT mayores capacidades para monitorear la temperatura, presión, voltaje y movimiento en tiempo real, de modo que la administración pueda ser más consciente de los factores que afectan la eficiencia de la producción; seguidamente al incorporar datos rápidos en los procesos de producción, los fabricantes pueden mejorar las eficiencias de producción y evitar posibles retrasos en la fabricación mediante el aprovechamiento eficaz de los datos de producción en tiempo real (Betts, 2016, p. 50).

La integración de IoT industrial con datos rápidos permite el uso de análisis y transacciones correlativas en tiempo real en múltiples alimentaciones de datos paralelas desde dispositivos de borde; además los datos rápidos permiten a

los desarrolladores capturar y comunicar información precisa sobre los procesos de producción para evitar retrasos en la fabricación y transformar la IoT industrial usando decisiones procesables en tiempo real (Betts, 2016, p. 50).

Ya sea que construyamos una arquitectura estilo niebla con sofisticados recursos de almacenamiento y cálculo de bordes o una aplicación centralizada basada en la nube, los requisitos básicos de gestión de datos siguen siendo los mismos; las aplicaciones continúan requiriendo soporte analítico y operacional ya sea que corran más cerca del borde o del centro; en IoT industrial, saber qué hay en sus datos y actuar sobre ellos en tiempo real requiere una base de datos operativa que pueda procesar los datos de los sensores tan rápido como sea posible para tomar decisiones y notificar los sensores apropiados de las acciones necesarias de manera prescriptiva (Betts, 2016, p. 52).

1.1.5 Las cuatro actividades rápidas de datos

Cuando analizamos los requisitos de las aplicaciones rápidas transaccionales u operativas de datos, vemos cuatro actividades diferentes que deben llevarse a cabo de manera orientada a eventos en tiempo real; además a medida que se originan los datos, se analiza el contexto y se presenta a las aplicaciones que tienen efectos secundarios que afectan a los negocios, y luego se capturan para el almacenamiento a largo plazo; sin embargo describimos este flujo como ingreso, análisis, decisión y exportación (Betts, 2016, p. 55).

Debe poder escalar a las tasas de ingreso de datos entrantes muy rápidos de datos, tal vez datos de registro o datos de sensores, quizás datos de interacción generados por una gran plataforma o datos de medición en tiempo real desde una red de grillas inteligentes; además debe ser capaz de procesar cientos de miles o incluso millones de eventos por segundo en un flujo orientado a eventos y en la moda operativa antes de que los datos se registren para siempre en un gran almacén de datos para futuras exploraciones y análisis (Betts, 2016, p. 55).

Es posible que desee mirar para ver si el evento activa una ejecución de política o tal vez califica a un usuario para una campaña de promoción u oferta; estas son todas las transacciones que deben producirse contra el feed de eventos en tiempo real; para tomar estas decisiones, debe ser capaz de combinar las

analíticas derivadas del repositorio de datos grandes con el contexto en el análisis en tiempo real generado a partir del flujo entrante de datos (Betts, 2016, p. 55).

A medida que se reciben estos datos, debe ser capaz de tomar decisiones en su contra: para apoyar a las aplicaciones que procesan estos eventos en tiempo real; además necesita poder ver los eventos, compararlos con los eventos que se han visto anteriormente y luego proporcionar una habilidad para hacer una decisión a medida que llega cada evento; así mismo desea poder decidir si un evento en particular está en la norma de un proceso, o si es algo que necesita generar una alerta; una vez que estos datos han sido ingresados y procesados, puede haber un filtrado o proceso de transformación en tiempo real para crear sesiones para extraer los eventos a archivar, o tal vez para reescribirlos en un formato óptimo para históricos analítica; finalmente estos datos luego se exportan al lado de los grandes datos (Betts, 2016, p. 55).

1.1.6 Funciones de una base de datos en una infraestructura de IoT

Los sistemas heredados de administración de datos no están diseñados para manejar grandes entradas de datos de alta velocidad provenientes de múltiples dispositivos y fuentes; por lo tanto, administrar y extraer valor de los datos de IoT es un desafío apremiante para los arquitectos y desarrolladores de empresas; además las arquitecturas roll-own-own altamente personalizadas carecen de la consistencia, confiabilidad y escalabilidad necesarias para extraer el valor comercial inmediato de los datos de IoT (Giffinger y Gudrun, 2020).

Como se señaló anteriormente, las aplicaciones IoT requieren cuatro capacidades de administración de datos:

A. Ingreso rápido

Las aplicaciones requieren un ingreso de datos a alta velocidad, un rendimiento óptimo en memoria y una escalabilidad horizontal para ofrecer un único punto de entrada a flujos de datos entrantes de muy alta velocidad; asimismo, una base de datos operativa debe contar con el rendimiento y la capacidad necesarios para gestionar estos datos entrantes a gran velocidad; estos podrían alcanzar cientos de miles o incluso

millones de eventos por segundo, lo que se traduce en miles de millones de eventos diarios (Kitchin, 2022).

El sistema necesita un rendimiento que le permita ingresar estos eventos de manera escalable y procesarlos a medida que llegan, manteniendo su individualidad; no obstante, si los eventos están agrupados, debe existir una lógica para manejar ese lote; es importante señalar que el procesamiento por lotes presenta preocupaciones relacionadas con el orden de los eventos, su llegada, entre otros aspectos; en contraste, cuando los eventos se procesan individualmente, el resultado es un sistema más potente y flexible (Kitchin, 2022).

B. Explora y analiza

Debe haber acceso en tiempo real a las aplicaciones y los motores de consulta, lo que permite consultas sobre el flujo de datos entrantes que permiten a los motores de reglas procesar la lógica empresarial; además como estos eventos se reciben, almacenan y procesan en la base de datos operativa, el sistema debe permitir el acceso a eventos para aplicaciones o motores de consulta; este es un flujo de datos diferente; los eventos de datos a menudo son un flujo de datos de una sola dirección de información en el sistema operativo; utilizando un motor de reglas como ejemplo de una aplicación que accede a datos operativos, el flujo de datos es un flujo de datos de solicitud / respuesta, una consulta más tradicional; finalmente hace una pregunta a la base de datos y debe proporcionar una respuesta a la aplicación o al motor de reglas (Nam y Pardo, 2023).

C. Actuar

Las aplicaciones también requieren la capacidad de activar eventos y tomar decisiones basadas en el flujo de entrada: umbrales, reglas, eventos de procesamiento de políticas y más; sin embargo los eventos desencadenados pueden ser actualizaciones de un servicio de notificación simple o de un servicio de cola simple que se implementan, en función de alguna lógica empresarial que se evalúa en la base de datos operativa; una base de datos operativa puede almacenar esto en la lógica de la base de

datos en forma de procedimientos almacenados en Java; también otros sistemas pueden usar una gran cantidad de aplicaciones de trabajo, pero este tercer requisito es el mismo, independientemente de su implementación; se debe poder proporcionar lógica de negocio a medida que lleguen los eventos para ejecutar esa lógica empresarial y, en muchos casos, empujar un efecto secundario a una cola para un procesamiento posterior (Kitchin, 2022).

D. Exportar

Finalmente, la aplicación necesita la capacidad de exportar datos acumulados, filtrados, enriquecidos o aumentados a sistemas descendentes y almacenes analíticos a largo plazo; a menudo, estos sistemas almacenan datos de forma más permanente; además podrían ser plataformas operativas más grandes, pero menos reales; también podrían ser un archivo de datos; en algunas situaciones, vemos a personas que usan componentes operativos para almacenar datos entrada y luego alimenta al final del día a sistemas de facturación de fin de día más tradicionales (Nam y Pardo, 2023).

Como estos datos se recopilan en un repositorio entrada en tiempo real o en un sistema operativo, puede comenzar a escribir aplicaciones en tiempo real que rastrean los precios en tiempo real o el consumo en tiempo real; por ejemplo, y luego comienzan a administrar datos o sensores inteligentes o dispositivos de una manera más eficiente que cuando los datos solo están disponibles al final del día (Nam y Pardo, 2023).

Una función vital de la base de datos operativa en el IoT; es proporcionar acceso en tiempo real a las consultas para que los motores de reglas puedan procesar políticas que deben ejecutarse a medida que pasa el tiempo y los eventos llegan (Nam y Pardo, 2023).

1.1.7 IOT en la vida práctica

El auge de las futuras tecnologías de Internet, incluida la computación en la nube y El análisis de BigData permite una implementación y un uso más amplios de sofisticados Aplicaciones de análisis de IoT, más allá de las simples

aplicaciones de procesamiento de sensores. Por lo tanto, no es casualidad que las tecnologías IoT estén convergiendo con la nube. Informática y tecnologías de análisis BigData para crear y desplegar aplicaciones avanzadas que procesan flujos de IoT. La integración de los flujos de datos de IoT dentro de las infraestructuras de computación en la nube permite que las aplicaciones de análisis de IoT se beneficien de la capacidad, el rendimiento y escalabilidad de las infraestructuras de computación en la nube. En varios casos, IoT las aplicaciones de análisis también están integradas con infraestructuras informáticas de borde, que descentralizan el procesamiento de flujos de datos de IoT en el borde mismo de la red, mientras transfiere solo datos seleccionados de IoT desde los dispositivos de borde a la nube. Por lo tanto, es muy común implementar aplicaciones de análisis de IoT.

Dentro de infraestructuras informáticas de borde y/o en la nube. Además de la afiliación entre el análisis de IoT y la computación en la nube infraestructuras, existe una estrecha relación entre la analítica IoT con BigData analítica. De hecho, los datos de IoT son esencialmente BigData ya que presentan varios de los Vs de BigData.

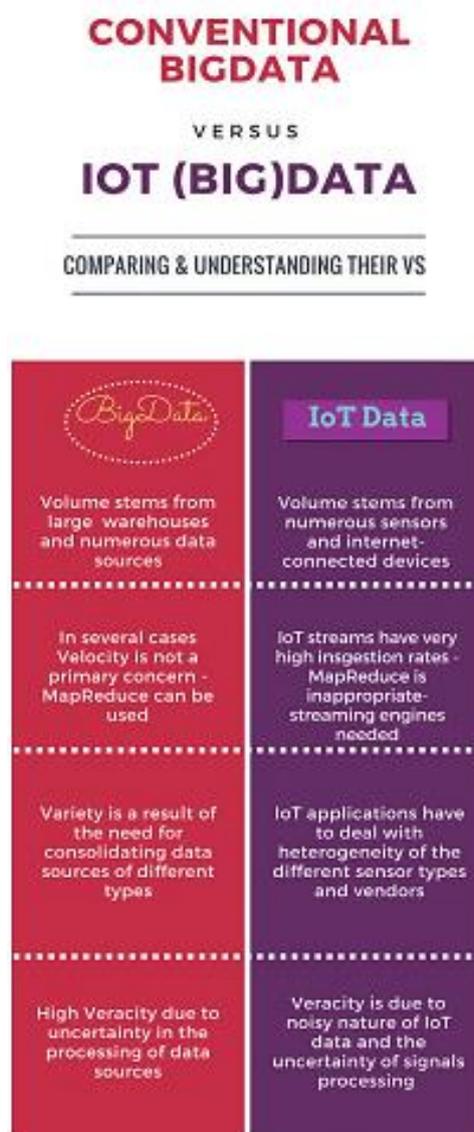
- **Volumen:** las fuentes de datos de IoT (como los sensores) producen en la mayoría de los casos muy grandes volúmenes de datos, que normalmente exceden el almacenamiento y procesamiento capacidades de los sistemas de bases de datos convencionales.
- **Velocidad:** los flujos de datos de IoT suelen tener tasas de ingesta muy altas, como se producen continuamente, en frecuencias muy altas y en varias veces en plazos muy breves.
- **Variedad:** debido a la gran diversidad de dispositivos IoT, las fuentes de datos IoT pueden ser muy heterogéneo tanto en términos de semántica como de formatos de datos.
- **Veracidad:** los datos de IoT son un ejemplo clásico de datos de ruido, que son caracterizada por la incertidumbre.

Por lo tanto, los sistemas, herramientas y técnicas para desarrollar y desplegar. Aplicaciones de BigData (incluidas bases de datos, almacenes de datos, middleware y motores de transmisión, técnicas de minería de datos y desarrollos

de BigData) herramientas), proporcionan un buen punto de partida para manejar el análisis de IoT. Sin embargo, En la mayoría de los casos, las aplicaciones de datos y análisis de IoT tienen que lidiar con sus propios desafíos peculiares, que no siempre son comunes a los desafíos de aplicaciones transaccionales de gran volumen y alta velocidad. Las herramientas y técnicas que se discuten en este libro se centran en los desafíos de Datos de IoT y aplicaciones de análisis de IoT.

Figura 5

Diferencias de big data IOT



1.1.8 Integración IoT, Nube y BigData para análisis de IoT

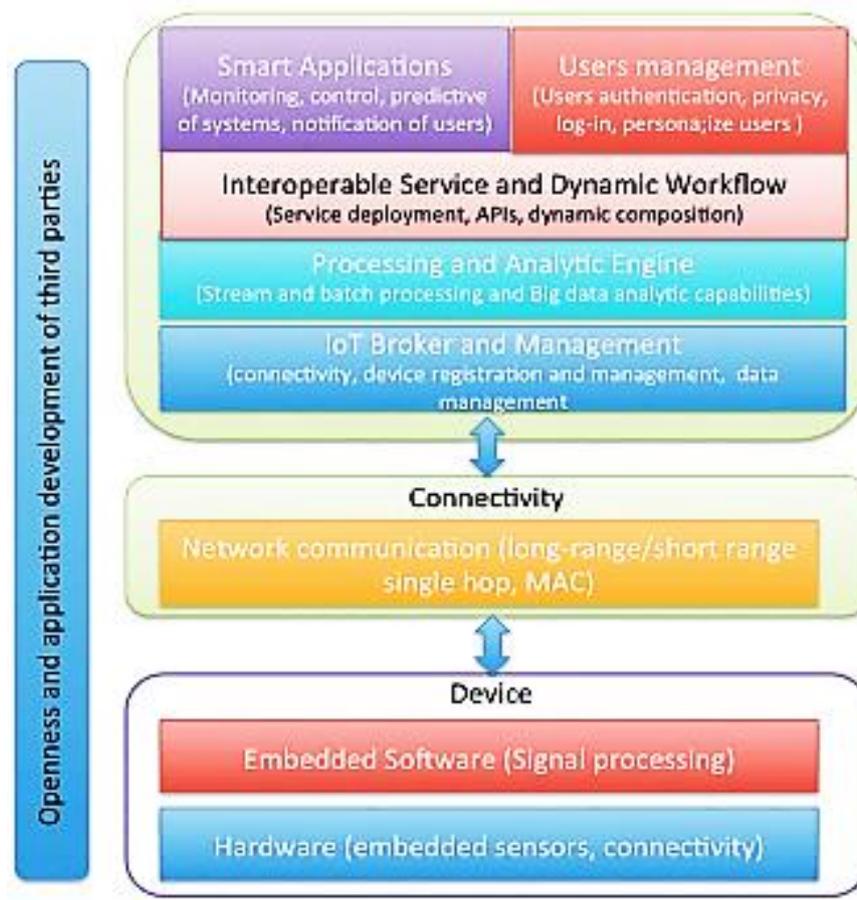
Según la definición del NIST, la computación en la nube es un modelo para habilitar conveniente acceso de red bajo demanda a un grupo compartido de

configurables recursos informáticos que se pueden aprovisionar y liberar rápidamente con un mínimo esfuerzo de gestión o interacción con el proveedor de servicios; además el paradigma de la nube se puede entregar utilizando esencialmente tres modelos de servicio diferentes; también estos son Infraestructura como servicio (IaaS), plataforma como servicio (PaaS) y software como servicio (SaaS); finalmente una plataforma IoT basada en la nube es entonces un intercambio de recursos dinámico y flexible (Giffinger y Gudrun, 2020).

Plataforma que ofrece servicios IoT. Ofrece recursos y servicios escalables administración. La explotación de datos de IoT depende de recursos masivos, que debería estar disponible cuando se necesite y reducirse cuando no se necesite.

Figura 6

Funcionalidad de la arquitectura IOT y plataforma big data



1.1.9 Más inteligente, más rápido y más potente

El progreso de la computación ambiental dependerá en gran medida de la evolución de la tecnología de microchips; además en febrero de 2016, los investigadores del MIT dieron a conocer un nuevo y radicalmente más potente chip diseñado específicamente para redes neuronales (Bertot et al., 2021). El nuevo chip se llama "Eyeriss", un acrónimo suelto de "acelerador reconfigurable eficiente de energía para redes neuronales convolucionales profundas", y representa un salto crítico en el desarrollo de la informática ambiental (Giffinger y Gudrun, 2020).

Básicamente, Eyeriss es tan eficiente y poderoso que permite a los nodos o dispositivos individuales procesar y manipular datos a velocidades que ahora requieren múltiples nodos trabajando en paralelo; con Eyeriss, se necesita menos información para fluir a través de la red (Hollands, 2019). Los resultados se producen más rápido y, quizás lo más importante, se preserva la privacidad, ya que la mayoría de la información requerida para realizar una tarea computacional nunca debe abandonar el dispositivo (Kitchin, 2022).

La idea es que los sensores pueden hacer más trabajos de manera independiente, dice YuHsin Chen, miembro del equipo de investigación del MIT que diseñó Eyeriss; en lugar de intercambiar datos sin procesar a través de redes inseguras, los sensores equipados con Eyeriss mantienen los datos "en casa" y solo comparten los resultados de su trabajo (Nam y Pardo, 2023).

Las próximas generaciones de autos, trenes, aviones, barcos y robots quirúrgicos conectados dependerán de chips como; "Eyeriss" para realizar cálculos de la vida real a la velocidad del rayo, a la vez que se preservan algunos grados de privacidad y seguridad (Nam y Pardo, 2023).

Los nuevos chips también allanarán el camino para la integración de redes neuronales convolucionales en escenarios de computación ambiental: como las redes neuronales convolucionales son como IA, permitirían el desarrollo de sistemas informáticos ambientales que sean capaces de aprender y evolucionar; en un futuro no muy lejano, los entornos informáticos ambientales harán algo más que simplemente reconocerlo, comprender sus preferencias y analizar su estado

emocional; finalmente serán capaces de cambiar y adaptarse para adaptarse a su gusto y estado de ánimo personales (Nam y Pardo, 2023).

Eso, por supuesto, es la parte positiva de la computación ambiental; la desventaja es que esos mismos sistemas también sabrán su puntaje, estado civil, afiliación política, raza, religión y país de origen; sin embargo no es difícil imaginar escenarios en los que esa información se pueda usar para crear entornos que son poco acogedores u hostiles para algunos grupos de personas (Asay, 2014, p. 108).

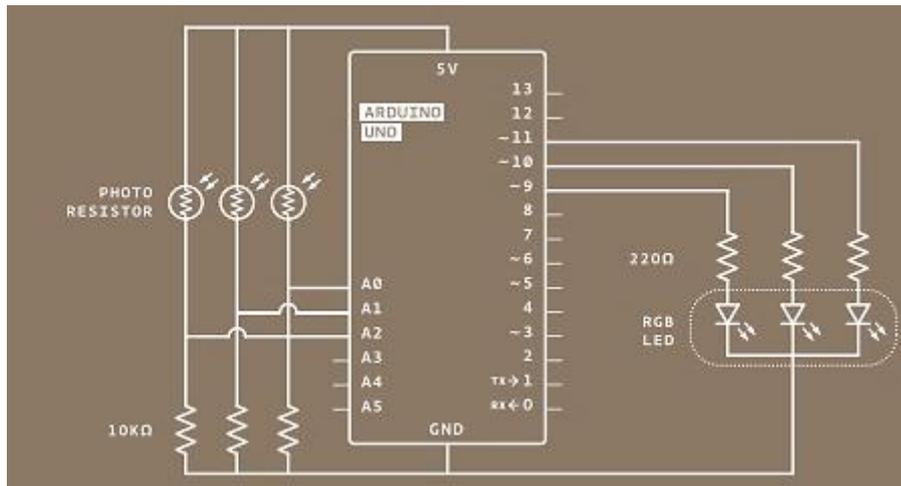
Está claro que hemos avanzado más allá del "Internet de las cosas" y estamos yendo hacia un camino hacia la conectividad y la computación ubicuas; además solo podemos esperar que nuestros marcos sociales, legales y morales evolucionen también (Asay, 2014, p. 108).

1.1.10 Microcontroladores

Un microcontrolador (o MCU para unidad de microcontrolador) es una computadora pequeña en un solo circuito integrado; en la terminología moderna, es similar a, pero menos sofisticado que un sistema en un chip o SoC; un SoC puede incluir un microcontrolador como uno de sus componentes; además un microcontrolador contiene una o más CPU (núcleos de procesador) junto con memoria y periféricos de entrada / salidas programables; sin embargo la memoria de programa en forma de RAM Ferroeléctrica, Flash NOR u ROM OTP también se incluye a menudo en el chip, así como también una pequeña cantidad de RAM; también los microcontroladores están diseñados para aplicaciones integradas, en contraste con los microprocesadores utilizados en computadoras personales u otras aplicaciones de uso general que consisten en varios chips discretos (Asay, 2014).

Figura 7

Microcontrolador



Los microcontroladores se utilizan en productos y dispositivos controlados automáticamente, como sistemas de control de motores de automóviles, dispositivos médicos implantables, controles remotos, máquinas de oficina, electrodomésticos, herramientas eléctricas, juguetes y otros sistemas integrados: sin embargo al reducir el tamaño y el costo en comparación con un diseño que utiliza un microprocesador, memoria y dispositivos de entrada/salida separados, los microcontroladores hacen que sea económico controlar digitalmente más dispositivos y procesos; además los microcontroladores de señal mixta son comunes, integrando componentes analógicos necesarios para controlar sistemas electrónicos no digitales (Verle, 2017, p. 90).

Algunos microcontroladores pueden usar palabras de cuatro bits y operar a frecuencias tan bajas como 4 kHz, para un bajo consumo de energía (milivatios o microvatios de un dígito); por lo general, tendrán la capacidad de conservar la funcionalidad mientras esperan un evento, como presionar un botón u otra interrupción; el consumo de energía mientras duerme (el reloj de la CPU y la mayoría de los periféricos apagados) pueden ser tan solo nano watts, lo que hace que muchos de ellos sean adecuados para aplicaciones de batería de larga duración; sin embargo otros microcontroladores pueden desempeñar roles críticos para el desempeño, donde pueden necesitar actuar más como un procesador de señal digital (DSP), con mayores velocidades de reloj y consumo de energía (Verle, 2017, p. 97).

1.1.11 Entornos de programación

Los microcontroladores originalmente se programaron solo en lenguaje ensamblador, pero varios lenguajes de programación de alto nivel, como C, Python y JavaScript, ahora también son de uso común para apuntar a microcontroladores y sistemas integrados; estos lenguajes están diseñados especialmente para cualquiera de los fines, o versiones de lenguajes de propósito general como el lenguaje de programación C; además los compiladores para los lenguajes de propósito general, normalmente tendrá algunas restricciones, así como también mejoras para soportar mejor las características únicas de los microcontroladores; algunos microcontroladores tienen entornos para ayudar a desarrollar ciertos tipos de aplicaciones; sin embargo los proveedores de microcontroladores a menudo hacen que las herramientas estén disponibles gratuitamente para facilitar la adopción de su hardware (Jin y Wu, 2020).

Muchos microcontroladores son tan raros que requieren efectivamente sus propios dialectos no estándar de C, como SDCC para el 8051, lo que impide utilizar herramientas estándar (como bibliotecas de códigos o herramientas de análisis estáticas) incluso para códigos no relacionados con las características del hardware; a menudo, los intérpretes se utilizan para esconder esas peculiaridades de bajo nivel (Miller y Brown, 2022).

El firmware del intérprete también está disponible para algunos microcontroladores; por ejemplo, BASIC en los primeros microcontroladores Intel 8052; BASIC and FORTH en el Zilog Z8, así como algunos dispositivos modernos; por lo general, estos intérpretes son compatibles con la programación interactiva (Pardo y Nam, 2019).

Los simuladores están disponibles para algunos microcontroladores; estos permiten que un desarrollador analice cuál debería ser el comportamiento del microcontrolador y su programa si estuvieran usando la parte real; además un simulador mostrará el estado del procesador interno y también el de las salidas, además de permitir la generación de señales de entrada; si bien, por un lado, la mayoría de los simuladores estarán limitados por la imposibilidad de simular mucho otro hardware en un sistema, pueden ejercer condiciones que, de lo contrario, podrían ser difíciles de reproducir a voluntad en la implementación

física y pueden ser la forma más rápida de depurar y analizar problemas (Miller y Brown, 2022).

Los microcontroladores recientes a menudo se integran con los circuitos de depuración en un chip que, cuando se accede mediante un emulador en circuito (ICE) a través de JTAG, permiten depurar el firmware con un depurador; sin embargo un ICE en tiempo real puede permitir la visualización y/o manipulación de estados internos mientras se ejecuta; además un ICE de rastreo puede registrar un programa ejecutado y estados de MCU antes / después de un punto de activación (Shiloh, 2012).

1.1.12 Arduino

A diario estás rodeado por docenas de estos dispositivos: están integrados en temporizadores, termostatos, juguetes, controles remotos, microondas, e incluso algunos cepillos de dientes. Cada uno de estos dispositivos tiene una función específica y, si apenas los notas, es porque están funcionando correctamente. Han sido diseñados para detectar y controlar actividades utilizando sensores y actuadores. Los sensores son capaces de captar el entorno físico, convirtiendo la energía que generas al presionar botones, mover los brazos o incluso gritar en señales eléctricas. Los botones y las perillas son ejemplos de sensores que activas con tus dedos, pero existen muchos otros tipos de sensores (Shiloh, 2012).

Por otro lado, los actuadores son los encargados de interactuar con el mundo físico. Ellos transforman la energía eléctrica en energía física, como luz, calor o movimiento. Los microcontroladores son el cerebro que conecta los sensores con los actuadores, tomando decisiones basadas en un programa que tú mismo puedes escribir. Sin embargo, los microcontroladores y la electrónica que los acompaña son solo la estructura básica de tus proyectos. Para darle vida, necesitarás aplicar habilidades que ya posees. Por ejemplo, en uno de los proyectos que te sugerimos, construirás una flecha que se adjuntará a un motor y se colocará en una caja con una perilla, de modo que puedas crear un indicador para mostrar si estás ocupado o no. En otro proyecto, añadirás luces y un sensor de inclinación a un marco de cartón para crear un reloj de arena (Shiloh, 2012).

Arduino te permite que tus proyectos respondan a diferentes estímulos, pero solo tú puedes hacer que se vean increíbles. A lo largo del camino, te daremos algunas ideas sobre cómo lograrlo. Arduino fue diseñado para facilitarte la creación de cosas, por lo que hemos simplificado al máximo los conceptos básicos de programación y electrónica (Shiloh, 2012).

1.1.13 Entorno Arduino

Arduino, con su interfaz sencilla y fácil de usar, ha sido adoptado en una amplia gama de proyectos y aplicaciones. Su software, diseñado para ser accesible tanto para principiantes como para usuarios avanzados, es compatible con los sistemas operativos Mac, Windows y Linux. Educadores y estudiantes recurren a Arduino para desarrollar instrumentos científicos asequibles, explorar conceptos básicos de química y física, o iniciarse en el mundo de la programación y la robótica. Además, diseñadores y arquitectos lo utilizan para crear prototipos interactivos, mientras que músicos y artistas lo incorporan en sus instalaciones y en la experimentación con nuevos instrumentos musicales. Los fabricantes también lo emplean en una variedad de proyectos destacados en eventos como el Maker Faire. En definitiva, Arduino se ha consolidado como una herramienta esencial para el aprendizaje y la experimentación. Cualquier persona, desde niños hasta entusiastas, artistas o programadores, puede comenzar a experimentar con él siguiendo las instrucciones detalladas de un kit.

Figura 8

Placa de Arduino UNO

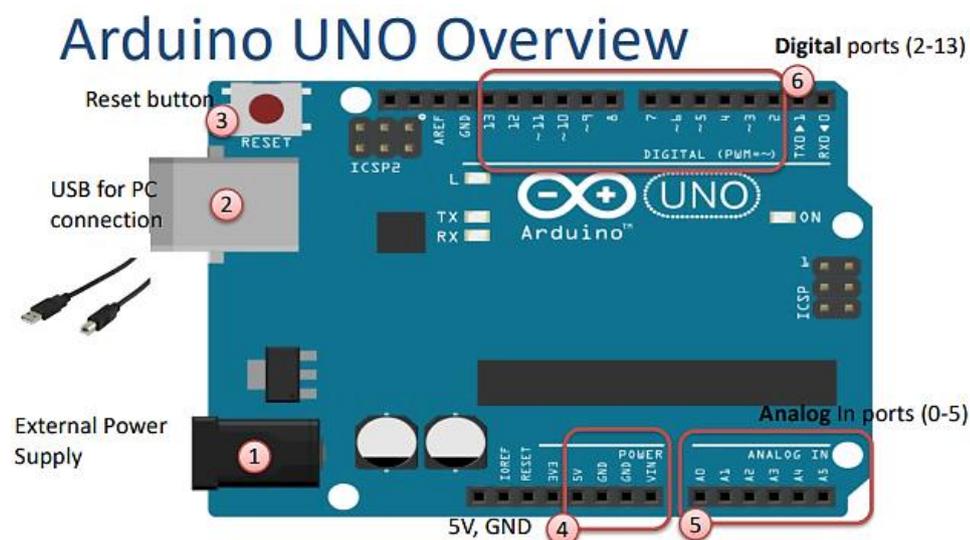


Figura 9

Conexión de Arduino con la PC

Connect your Arduino to your PC



Existen muchos otros microcontroladores y plataformas de microcontroladores disponibles para la informática física; Parallax Basic Stamp, Netmedia's BX-24, Phidgets, el Handyboard de MIT y muchos otros ofrecen una funcionalidad similar; todas estas herramientas toman los detalles desordenados de la programación del microcontrolador y la envuelven en un paquete fácil de usar (Shiloh, 2012). Arduino también simplifica el proceso de trabajo con microcontroladores, pero ofrece cierta ventaja para los profesores, estudiantes y aficionados interesados sobre otros sistemas (Arduino, 2017):

- Barato, las placas Arduino son relativamente baratas en comparación con otras plataformas de microcontroladores; la versión menos costosa del módulo Arduino se puede ensamblar manualmente, e incluso los módulos Arduino premontados cuestan menos de \$ 50 (Arduino, 2017).
- Multiplataforma, el software de Arduino (IDE) se ejecuta en Windows, Macintosh OS X, y Linux. La mayoría de los sistemas de microcontroladores están limitados a Windows (Arduino, 2017).
- Entorno de programación simple y clara, el software Arduino (IDE) es fácil de usar para principiantes, pero lo suficientemente flexible para que los usuarios avanzados también lo puedan aprovechar; para los profesores, está convenientemente basado en el entorno de programación de Procesamiento, por lo que los estudiantes que aprenden a programar en ese entorno estarán familiarizados con cómo funciona el Arduino IDE (Arduino, 2017).

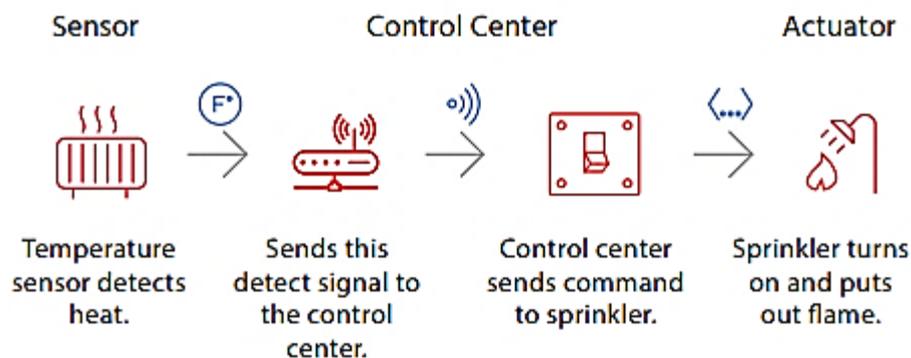
- Software de código abierto y extensible: el software Arduino se publica como herramientas de código abierto, disponibles para su extensión por programadores experimentados; además el lenguaje se puede expandir a través de las bibliotecas de C ++, y las personas que quieran comprender los detalles técnicos pueden hacer el salto de Arduino al lenguaje de programación AVR C en el que se basa; de manera similar, puede agregar el código AVR-C directamente en sus programas Arduino si lo desea (Arduino, 2017).
- Hardware de código abierto y extensible: los planos de los paneles de Arduino se publican bajo una licencia de Creative Commons, por lo que los diseñadores experimentados de circuitos pueden crear su propia versión del módulo, ampliándola y mejorándola; incluso los usuarios relativamente inexpertos pueden construir la versión del módulo para comprender cómo funciona y ahorrar dinero (Arduino, 2017).

1.1.14 Sensores

Un mejor término para un sensor es un transductor. Un transductor es cualquier dispositivo físico que convierte una forma de energía en otra. Entonces, en el caso de un sensor, el transductor convierte algún fenómeno físico en un impulso eléctrico que luego puede ser interpretado para determinar una lectura. Un micrófono es un sensor que toma vibraciones (ondas sonoras) y la convierte en energía eléctrica de manera útil para otros componentes del sistema para correlacionarlos con el sonido original. Otro tipo de transductor que encontrará en muchos sistemas IoT es un solenoide. En términos simples, un actuador opera en la dirección inversa de un sensor. Toma una entrada eléctrica y la convierte en acción física. Por ejemplo, un motor eléctrico, un sistema hidráulico y un sistema neumático son todos tipos diferentes de actuadores. En los sistemas típicos de IoT, un sensor puede recopilar información y enrutar a un control centro donde se toma una decisión y se envía la orden correspondiente a un actuador en respuesta a esa entrada detectada. Más tarde, discutiremos dónde está el control el centro reside en el gran sistema IoT (Makana, 2017).

Figura 10

Sensor y Actuadores



1.1.15 Importancia de los sensores precisos

Imagina que eres dueño de un bar y quieres medir la cantidad de cerveza saliendo de uno de tus grifos (Borenstein et al., 2021). Una forma de hacerlo es instalar un sensor en línea con la línea que va desde el barril de cerveza hasta el grifo. Este sensor sería más probablemente tenga un pequeño impulsor dentro de él. Cuando la cerveza pasó por el sensor, haría que el impulsor girara, al igual que la hélice de una estación meteorológica (Kumar y Kim 2022). Cuando el impulsor gira, enviará una corriente de impulsos eléctricos a una computadora. La computadora interpretará los impulsos para determinar cuánta cerveza está fluyendo mediante. Suena simple, ¿verdad? Aquí es donde los sensores se ponen interesantes. Si vuelves a mirar nuestra descripción, verás que nunca medimos directamente la cantidad de cerveza que fluye a través del sensor; nosotros lo interpretó a partir de una corriente de impulsos eléctricos. Eso significa que primero debemos averiguar cómo interpretarlo. Calibración. Para calibrar el sensor, tendríamos que tomar un recipiente con una capacidad de carga conocida, digamos, un vaso de cerveza. Entonces tendríamos que llenar ese contenedor bajo una variedad de condiciones para determinar cómo se veía la señal del pulso eléctrico (Lee y Zhang, 2020). Por ejemplo, el primer vertido de un barril nuevo puede tender a tener más espuma, lo que se leería de manera diferente a un vertido del medio del barril que era toda cerveza. Su solo a través de ensayos repetidos y una gran cantidad de datos ganamos confianza en que podemos interpretar los datos y determinar cuánta cerveza se sirvió (Smith y Anderson, 2019). Una vez que se conoce bien la correlación, se puede desarrollar un protocolo para asegurar siempre el sensor está leyendo correctamente (Wang y Chen, 2023). Esto se llama

calibración. Fabricantes de renombre entregará dispositivos completamente calibrados y brindará instrucciones sobre cómo recalibrar para verificar la precisión del sensor. La precisión de los datos detectados es primordial, ya que hará que la misión sea crítica. Decisiones basadas en análisis posteriores de los datos, que tendrán poco valor si los datos Está Mal (Makana, 2017).

1.1.16 Tipos de sensores

Los sensores son dispositivos que convierten una cantidad física, como la intensidad de la luz o la temperatura, en una cantidad eléctrica. Un termopar, por ejemplo, emite un voltaje proporcional a su temperatura. Hay muchos tipos diferentes de sensores:

- Sensor de luz.
- Sensor de movimiento.
- Sensor de temperatura.
- Sensor de campos magnéticos.
- Sensor de gravedad.
- Sensor de humedad.
- Sensor de humedad.
- Sensor de vibración.
- Sensor de presión.
- Sensor de campos eléctricos.
- Sensor de sonido.
- Sensor de posición.

Estos sensores se utilizan en miles de aplicaciones diferentes, incluidas la fabricación, la maquinaria, la industria aeroespacial, los automóviles, la medicina y la robótica (Soldatos, 2017).

1.1.17 Sensor de corriente SCT013

El transductor eléctrico de la serie set es un tipo de dispositivo que puede aislar y transmitir parámetros eléctricos como corriente, frecuencia de voltaje, potencia, factor de potencia, resistencia y otros parámetros no eléctricos, en una señal analógica de CC lineal o una señal digital. Se pueden conectar directamente

con la mesa de puntero, medidores digitales, también se pueden conectar con dispositivos de control automático como el Arduino para también para usos de sistema informático.

Figura 11

Sensor SCT013 Corriente



1.1.18 Sensor de voltaje

El módulo transformador de voltaje alterno ZMPT101B permite medir voltaje alterno como el que tenemos en nuestros hogares (en Perú: 220VAC-60Hz), este voltaje AC no puede ser medido directamente por el ADC de nuestro Arduino pues escapa al rango de entrada (0V a 5V); el módulo ZMPT101B soluciona el problema reduciendo el voltaje AC de entrada a un voltaje menor que pueda ser leído por el Arduino o cualquier otro microcontrolador; el módulo está integrado por un transformador que cumple la función de aislamiento galvánico para mayor seguridad en el uso; además el lado primario del transformador se conecta al voltaje alterno que deseamos medir, por ejemplo: la red eléctrica de nuestro hogar de 220VAC; también en el lado secundario del transformador se encuentra un divisor de tensión y un circuito con amplificador operacional (OPAMP LM358) para adicionar un desplazamiento (offset) a la salida análoga (Soldatos, 2017).

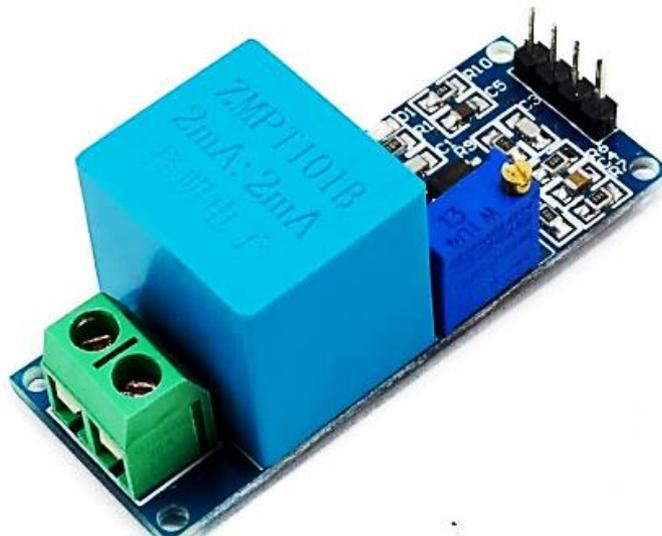
Soporta voltajes de entrada de hasta 250VAC y entrega una onda senoidal de amplitud regulable por un potenciómetro en placa; la onda senoidal de salida está desplazada positivamente para que la onda no tenga voltajes negativos y así poder leer la onda completamente con el ADC; así mismo el desplazamiento depende del voltaje con el que alimentemos el módulo, si el voltaje de alimentación es de 5V el desplazamiento será de 2.5V y si alimentamos el módulo

con 3.3V el desplazamiento será de 1.65V; también el circuito de acondicionamiento de señal permite que el voltaje de salida del módulo pueda ser leído por cualquier microcontrolador con entrada analógica (ADC), de esta forma es posible leer el voltaje instantáneo y realizar cálculos de energía, como: voltaje pico a pico (Vpp) y voltaje eficaz (Vrms) (Soldatos, 2017).

Ideal para aplicaciones de monitoreo de energía eléctrica, muy común en aplicaciones de domótica e IoT (Internet of Things) como: Medidores de energía conectados a internet por Wifi/Bluetooth/GSM/LoRa; Debido a la naturaleza de los transformadores solo puede medir voltaje AC (Soldatos, 2017).

Figura 12

Sensor ZMPT101B Voltaje



1.1.19 Actuadores

Un actuador es un dispositivo capaz de transformar energía hidráulica, neumática o eléctrica en la activación de un proceso con la finalidad de generar un efecto sobre un proceso automatizado (Bhartiya y Pathak, 2020). Este recibe la orden de un regulador o controlador y en función a ella genera la orden para activar un elemento final de control, como por ejemplo una válvula; son los elementos que influyen directamente en la señal de salida del automatismo, modificando su magnitud según las instrucciones que reciben de la unidad de control; además existen varios tipos de actuadores como son (Bhartiya y Pathak, 2020):

- Electrónicos.

- Eléctricos.

1.2 Antecedentes

1.2.1 Internacionales

El alumbrado público en calles, centros de ciudades, plazas y otros lugares públicos, etc. puede representar alrededor del 30% del consumo de energía urbana. Pretendemos diseñar un mecanismo de ahorro de energía eficiente utilizando microcontroladores y sensores que encienden / apagan las luces de la calle automáticamente. El objetivo de este trabajo es reducir los efectos nocivos del consumo de energía del sistema de iluminación actual y encontrar un método para ahorrar energía. Usamos sensores de distancia para encender la luz cuando el objeto se detecta en un área cercana, de lo contrario, se mantiene apagado. La implementación revela que el prototipo funciona con precisión y, si se implementa a gran escala, resultará muy útil. Además, una persona puede encender / apagar la luz usando su Bluetooth en el teléfono móvil. Además, un sensor DHT-11 habilitado para IOT colocado sobre un poste de luz generará una alarma en caso de incendio o accidentes (Bhartiya y Pathak, 2020).

En el sistema de alumbrado público manual, las luces se encienden desde el atardecer hasta el amanecer con la máxima intensidad incluso cuando hay suficiente luz disponible. Este desperdicio de energía se puede evitar apagando las luces automáticamente. La energía ahorrada se puede utilizar de manera eficiente para otros fines, como residencial, comercial, transporte, etc. Esto se puede lograr utilizando un sistema de gestión de alumbrado público habilitado para IOT. El proyecto utiliza diodos emisores de luz (LED) que no consumen una gran cantidad de electricidad para reemplazar las lámparas HID tradicionales que consumen energía. Las luces LED junto con LDR permiten la variación de intensidad que no es factible con las lámparas HID. Como los LED son fuentes de luz direccional, pueden emitir luz en una dirección específica optimizando así la eficiencia de las farolas. Este sistema incluye un sensor de temperatura-humedad DHT11 adicional. Esto proporciona la temperatura y la humedad exactas de una región en particular. DHT11 es un sensor compuesto que contiene una salida de señal digital calibrada de temperatura y humedad. Garantiza una alta fiabilidad y una excelente estabilidad a largo plazo. Este trabajo se implementa

utilizando una placa Arduino programada para proporcionar la intensidad de luz requerida en varios momentos (Dheena et al., 2017).

El módulo estación se desarrolla con dos objetivos específicos de control y medición de parámetros de una luminaria, el control operará de manera automática a partir de la cantidad de luminosidad que hay en el medio, pero se condiciona su operación por un parámetro que es definido remotamente por el módulo central; además la medición se realiza a parámetros de corriente, voltaje y estados, que son reportados a un módulo central; sin embargo el módulo central cumple la función de ser el gestor de este sistema empleado una red en estrella mediante comunicación LoRa, que se encarga de controlar remotamente, recabar y almacenar todos los datos de los módulos estación, se desarrolla en una Raspberry PI 3, y con el demonio del sistema operativo de tareas programadas se realiza la petición de información de manera periódica a los módulos estación; esto permite tener el control de la red en lo relativo de peticiones; adicionalmente se establece la estampa de tiempo a todas las mediciones obtenidas; mientras la interfaz gráfica se desarrolla como página web que permite solo acceso de personal autorizado; este interfaz controla remotamente a los módulos estación desde la página de inicio, mediante botones que ejecutan los programas de python que envían los comandos de control a los respectivos módulos estación; para la visualización de los datos se emplea el firmware HighChart compatible con php; además, se muestra los datos de los eventos en una tabla, que permite conocer el comportamiento de la luminaria (Martin, 2018).

En los últimos años, la iluminación LED se utiliza ampliamente en la iluminación del hogar, la iluminación comercial, la iluminación pública y la iluminación de paisajes y otros campos; esto con el fin de permitir que las personas tengan un entorno de iluminación confortable y un ahorro energético sostenible; además el modelo de gestión de la iluminación LED está cambiando de una gestión de iluminación simple y tradicional a un modelo de gestión de sistemas inteligentes; en este trabajo, la tecnología de sensores se describe como un "arma" para lograr una iluminación LED inteligente; también el importante papel de los sensores se introduce desde el principio de funcionamiento de los sistemas de iluminación LED inteligentes, las soluciones de diseño de hardware y software; al mismo tiempo, este documento predice que una mayor variedad de

sensores y tecnología de comunicaciones inalámbricas se utilizará ampliamente en sistemas de iluminación LED inteligentes (Cao & Zheng, 2014).

El presente proyecto tiene como objetivo el análisis de factibilidad técnica para potenciar la eficiente energética de la red de alumbrado público del centro histórico de Ibarra, mediante la proyección de un sistema de telegestión con tecnología Led; el presente proyecto tiene como objetivo el análisis de factibilidad técnica para potenciar la eficiente energética de la red de alumbrado público del centro histórico de Ibarra, mediante la proyección de un sistema de telegestión con tecnología Led; se desarrolla la simulación con la reestructuración de la red de iluminación y se efectúa una comparación técnica entre el sistema actual versus el proyectado; la ejecución del sistema de iluminación está contemplada actualmente por 250 luminarias, cuyo consumo es 225651.96 KWh/anual. Durante el diagnóstico inicial se determinó que, en base a los parámetros luminotécnicos, no cumple con las variables de iluminancia y uniformidad; en el estudio se plantea la sustitución de todas las iluminarias por tecnología Led conjuntamente con el modelo de telegestión, resultando un consumo energético de 157872.32 KWh/anual, la cual equivale a un ahorro del 30%, además de considerar un ahorro en el tema de mantenimiento preventivo (Flores, 2020).

En el mundo actual, la energía es el parámetro más importante a considerar al evaluar los impactos de los sistemas técnicos en el medio ambiente. Se consume más electricidad debido al alumbrado público. El sistema inteligente de control de iluminación y gestión de energía es una solución perfecta para el ahorro de energía, especialmente en la gestión del alumbrado público. El trabajo se centra en productos y componentes innovadores para el alumbrado público, proponiendo una solución de reducción de consumo basada en un sistema inteligente de medición y control remoto con tecnologías GPS / GPRS / 4G para sistema de alumbrado público. La arquitectura fue probada y validada con éxito y continúa en desarrollo (Nam y Doai, 2019).

En este trabajo se desarrolla un sistema de monitoreo y control remoto de un regulador de presión a través de una herramienta de comunicación IOT, utilizando como plataformas de programación MatLab® y HTML; el sistema de desarrollo para la adquisición y la comunicación corresponde a un Arduino Mega

y el Shield de Ethernet respectivamente; este sistema permite controlar la referencia del regulador de presión y monitorear la información de los transductores de la planta; entre las ventajas de este tipo de desarrollos es que el servidor es gratuito y el sistema de desarrollo es de bajo costo, además con este tipo de proyectos se puede fortalecer la infraestructura de equipos de laboratorio en el área de ingeniería para poder ser manipulados de forma remota (Rodríguez et al., 2017).

Este informe presenta el diseño, implementación e investigación de iluminación interior para espacio de oficinas, incluyendo la sustitución de la iluminación existente por nueva e implementación de un sistema para su control dinámico en tiempo real, mediante el uso de sensores para monitorear la luz en el lugar de trabajo y la presencia (Shalamanov, 2020).

1.2.2 Nacionales

El presente proyecto propone un sistema de monitoreo y control del alumbrado público, basado en una red inalámbrica de módulos NRF24, bajo el estándar SPI y el protocolo Shockburst para comunicaciones, además la red de sensores RF para el control de alumbrado público propuesto permite, monitorear en tiempo real las luminarias, generar alarmas ante eventos adversos y optimizar recursos independientemente de la tecnología de iluminación que se utilice (LED, gases a presión); a través de una topología punto-multipunto se envía los datos desde los nodos esclavos colocados en cada uno de los postes hacia el concentrador ubicado en un punto estratégico en función del perfil topográfico del sector, este los lleva a un servidor para la correspondiente presentación de datos; cuando se haya producido una falla se notifica al operador con el propósito que tenga la información actualizada que le permita generar reportes y tomar decisiones precisas para el mantenimiento y mejoramiento continuo del sistema, a un bajo costo, de manera segura, confiable y fácil de utilizar (Nuñez, 2017).

El sistema domótico que se ha diseñado e implementado en una maqueta es un sistema que se adapta a todo tipo de vivienda o edificio mediante sus sistemas eléctricos, sanitarios y mecánicos por la naturaleza de los componentes que se requiere; este sistema utiliza sensores y actuadores para la realización de las acciones de control y adquisición de datos, plataformas de desarrollo

distribuidos (NodeMCU) como controladores para la lógica de control según se requiera, una plataforma de desarrollo central (Raspberry pi3) como servidor y un sistema de seguridad para el control del acceso; asimismo, se dispone de una interfaz gráfica de control accesible sólo por el usuario mediante internet; para ello se hizo uso de la herramienta de desarrollo de aplicaciones Adafruit (La Cruz & Otazu, 2018).

Este artículo presenta el diseño y desarrollo de ChuchusMOTE, un sistema de monitoreo energético y control domótico a través del uso de una red de sensores y actuadores inalámbricos, que utilizan el protocolo de comunicación asíncrono MQTT (Message Queue Telemetry Transport) para el envío de datos y permite su visualización en tiempo real; se desarrollaron módulos electrónicos implementados sobre la plataforma de desarrollo NodeMCU, una placa hardware inalámbrica que incluye módulos de comunicación compatible con el protocolo MQTT”; el sistema ChuchusMOTE fue desplegado para monitorear en tiempo real variables energéticas de paneles solares (voltaje, corriente, potencia y energía generada), el consumo de energía eléctrica y estimar el consumo energético dentro del “Laboratorio de Energías Renovables” de la Universidad Privada Boliviana; asimismo, ChuchusMOTE controla y automatiza el sistema de iluminación, calefacción solar y extracción de aire de dicho laboratorio (Escobar, 2018).

Se evaluaron las implicaciones técnicas, energéticas y económicas de ambas opciones, llegando a la conclusión de que el diseño de un nuevo sistema basado en IoT es la alternativa más eficiente. Para desarrollar esta solución, se llevó a cabo un análisis comparativo entre diferentes modelos de hardware y software, junto con cálculos matemáticos, simulaciones de cobertura, simulaciones de la aplicación web y evaluaciones económicas de ambas propuestas; se decidió utilizar dispositivos de comunicación compatibles con la tecnología LoRaWAN para transmitir la información desde las estaciones remotas hacia las estaciones receptoras en las ciudades, desde donde los datos serían enviados a un servidor de red y posteriormente a una plataforma IoT a través de internet. Se realizaron cálculos matemáticos de cobertura y simulaciones utilizando dos softwares distintos para determinar el alcance de los dispositivos de comunicación, y se desarrolló una aplicación web que permitió probar el sistema y posibilitó el acceso de clientes web a los nodos finales mediante la

plataforma IoT; finalmente, se llevó a cabo una evaluación económica de ambas soluciones, concluyendo que la alternativa basada en IoT es más rentable, ya que presenta un valor actual neto y una tasa interna de retorno superiores en comparación con la optimización del sistema actual (Zabaleta, 2019).

Se considera un sistema de iluminación interior de Internet de las cosas (IoT) que consta de varias luminarias con una dirección IP, sensores y controladores. Los sensores proporcionan información de detección para controlar el sistema de iluminación artificial y, además, sirven como fuente de datos para otros sistemas y servicios del edificio. En este artículo, consideramos la comunicación de luz visible (VLC) entre sensores y luminarias para proporcionar conectividad a través de estos elementos. Dicha conectividad permite el acceso a los datos a través de las luminarias que tienen una dirección IP única. Para habilitar aplicaciones conectadas como el control de iluminación y el posicionamiento de dispositivos, proponemos métodos para estimar las ganancias del canal óptico y la contribución de la luz del día (Warmerdam, 2015).

Además, este documento describe el análisis de la rentabilidad y el período de retorno de la inversión mediante la sustitución de luminarias viejas e ineficientes con tecnología LED de eficiencia energética utilizando un sistema inteligente para la monitorización y control del alumbrado público. En comparación con el sistema de alumbrado público obsoleto, el sistema de alumbrado público inteligente es altamente rentable en unos pocos años. El software proporciona el diseño de todas las luminarias y su información básica, pero también permite la optimización, la atenuación de la luz, la gestión del consumo de energía y la detección de fallas. Además, este documento describe el análisis de la rentabilidad y el período de retorno de la inversión mediante la sustitución de luminarias viejas e ineficientes con tecnología LED de eficiencia energética utilizando un sistema inteligente para la supervisión y control del alumbrado público. En comparación con el sistema de alumbrado público obsoleto, el sistema de alumbrado público inteligente es altamente rentable en unos pocos años (Perko et al., 2017).

1.2.3 Locales

El Internet de las cosas es la interconexión de los objetos del mundo físico a través de Internet y los cuales están equipados con sensores, actuadores y tecnología de comunicación; esta tecnología va encaminada hacia una gran variedad de ámbitos, tales como la industria, la salud y la energía, así como para facilitar el desarrollo de nuevas aplicaciones y la mejora de las aplicaciones ya existentes; como objetivo se tiene conceptualizar el internet de las cosas, indicar cuáles son sus principales características y elementos relevantes; se revisará cuáles son las principales aplicaciones que han hecho uso del Internet de las Cosas y sus beneficios; así como tratar de entender la tendencia que tiene en los diferentes dominios (Fabela et al., 2016).

Se utilizaron placas Arduino y módulos Xbee para el control y comunicación inalámbrica de las luminarias; Se utilizó una placa Raspberry Pi 3 para albergar la interfaz gráfica realizada con el software Qt como también para lograr la conexión a internet y posibilitar el acceso remoto; se obtuvo un sistema de telegestión capaz de comunicar inalámbricamente una capacidad operativa aproximada de 100 luminarias por coordinador, con posibilidad de acceder al mismo remotamente mediante internet, con el cual se visualizan los datos medidos y se controlan las variables (Carnevale & Grassi, 2018).

Se llevó a cabo la selección de los sensores que mejor se adaptaban a las necesidades del proyecto, realizando pruebas de funcionamiento y conectividad con los sistemas embebidos RASPBERRY PI B+ a través de PYTHON y PSoC 4 utilizando C++. Posteriormente, se implementó un algoritmo para establecer la conexión inalámbrica entre ambos sistemas embebidos, empleando módulos LoRaWAN; este algoritmo fue desarrollado tanto en PYTHON como en C++. Una vez validado el correcto funcionamiento de todo lo mencionado, se procedió a diseñar e implementar una aplicación móvil para la interacción con el usuario, utilizando ANDROID STUDIO, el entorno de desarrollo integrado para la plataforma Android; finalmente, se integraron los sensores y los módulos LoRaWAN con los sistemas embebidos y la aplicación móvil, lo que permitió el funcionamiento completo del sistema de automatización del edificio. Se realizaron pruebas del sistema colocando los nodos a distancias considerables

entre sí, lo que permitió comprobar el funcionamiento de cada sensor, así como el largo alcance de la conexión inalámbrica proporcionada por los módulos LoRaWAN. También se estableció la conexión entre el sistema embebido encargado de subir los datos a la nube y el servidor seleccionado para el almacenamiento de datos, en este caso UBIDOTS. Finalmente, se verificó el correcto funcionamiento de la aplicación móvil, la cual permite visualizar los datos almacenados en la nube. Se documentó cada una de las etapas y procesos desarrollados, y los resultados demostraron que el sistema ofrece una respuesta eficiente y un largo alcance de conexión, además de contar con una interfaz de usuario muy intuitiva en la aplicación móvil (Rodríguez & López, 2017).

La Internet de las cosas está preparada para transformar la iluminación de una fuente de iluminación simple, que a menudo se da por sentada, en una infraestructura inteligente y rica en datos para las ciudades. Con este fin, proponemos el marco de aplicaciones y ecosistemas de ciudades inteligentes habilitadas para iluminación (LENSCAPEs). Las LENSCAPEs involucran i) Redes de Iluminación Exterior (OLN) inalámbricas en toda la ciudad, para conectar las farolas utilizando redes de malla o celulares, ii) sensores, para recopilar datos espacio-temporales heterogéneos sobre la ciudad, iii) controladores, para activar procesos físicos, como iluminación, y iv) otras aplicaciones basadas en la nube, para procesar los datos recopilados y difundidos por la red de sensores inalámbricos en toda la ciudad. Tecnologías de red basadas en malla para OLN, como IEEE 802.15.4g, se evalúan simulando la capacidad de la red y comparándola con tecnologías celulares. Light-on-Demand (LoD), un sistema de iluminación adaptativo de bajo consumo basado en redes de malla inalámbricas, se presenta como la aplicación principal de los OLN a pequeña escala. También presentamos un caso de estudio sobre una implementación de LoD en el mundo real, que resultó en un ahorro de energía del 92% en comparación con las luminarias convencionales (Ampuero, 2016).

Estamos informando sobre un proyecto en curso que tiene como objetivo una solución "preparada para el futuro" que no se limita al control de la iluminación, sino que permite que las instalaciones de iluminación pública desempeñen un papel clave en otras funciones de ciudad inteligente necesarias en espacios públicos al aire libre, como las comunicaciones con los vehículos. El

resultado del desarrollo es un nuevo dispositivo IoT que se puede instalar en luminarias de alumbrado público y permite la transferencia de datos independiente de la capa física (por ejemplo, PLC, WiFi, ZigBee u otra transmisión de RF). La funcionalidad principal de la capa de aplicación del protocolo sigue siendo, por supuesto, el control de iluminación, que se implementa mejor sobre la base de estándares existentes (como DALI), pero el sistema permite la implementación de otras tareas de comunicación basadas en otros protocolos de capa de aplicación (Szalai et al., 2016).

Después de ver los conceptos sobre las diferentes alternativas de hardware libre que podían ser utilizadas para la realización de este proyecto y haber hecho una comparativa entre ellas se ha elegido Arduino, porque es un micro controlador que permite agregar hardware como la resistencia dependiente de luz, y además es sencilla y de bajo costo; se programó por medio de Arduino los rangos de la intensidad de luminosa (luz baja, luz media, luz alta) de la resistencia dependiente de luz, para que éste le asigne a las Luminarias LED de alumbrado público la intensidad de luz que deba emitir, debido a que la intensidad de luz del ambiente afecta a la fotocelda; se automatizó el encendido y apagado de luces con Arduino controlado desde una aplicación Android vía Bluetooth solucionando los problemas del control del consumo de energía (Edier, 2020).

La presente tesis demostrará que los sistemas de tele gestión para la iluminación o alumbrado con luminarias de tecnología LED ofrece soluciones de iluminación eficiente, optimizando la eficiencia energética reduciendo a su vez costes de mantenimiento con un coste total de propiedad significativamente menor, incrementando la esperanza de vida útil de las luminarias, y así mismo mejorando la calidad del alumbrado público para las personas; posteriormente, mediante el estudio de todas las variables que integran un sistema de iluminación, se plantea una solución de alumbrado con luminarias de tecnología LED tele gestionadas, se realiza el análisis del recambio de tecnología y finalmente se efectúa una comparación técnica-económica entre el sistema de iluminación actual versus el proyectado (Jinchuña, 2020).

El presente proyecto va a permitir el control y gestión de cada una de las luminarias LED con las que cuenta la zona, con el uso de tecnologías inalámbricas

para conservar la estética del lugar y ofrecer movilidad al usuario final del sistema. Se entrega, el diseño de la red de conexión de los dispositivos IoT (luminarias), el diseño de la red de telecomunicaciones que soporta la interconexión de sensores y controladores hasta la plataforma de control y gestión, documento del funcionamiento del sistema de gestión para la realización del monitoreo y un prototipo que valide el diseño con uso de sensores y controladores; esta propuesta es una iniciativa para convertir a Popayán en una ciudad sostenible y llevarla hacia un modelo de ciudad inteligente (Flor, 2019).

El sistema está compuesto por un controlador que se instaló en las unidades de alumbrado público de la ciudad universitaria. Este controlador tiene la capacidad de recibir señales de los sensores, interpretarlas en formato digital o analógico, y enviar los datos de forma remota a un administrador. Además, el controlador puede recibir órdenes remotas del administrador para gestionar el estado de las luminarias, permitiendo operar en dos modos de intensidad, una mínima y otra más fuerte, así como encender o apagar las luces. Además de procesar las señales de los sensores, el controlador también muestra el estado de las luminarias, indicando si están encendidas o apagadas; con la implementación del prototipo, fue posible gestionar el sistema a través de un navegador web en el cliente, lo que permitió tanto monitorear el estado del sistema como ejercer control sobre él. Un resultado muy positivo es que este sistema facilitará significativamente las tareas de mantenimiento de las unidades de alumbrado, lo que también se traducirá en beneficios económicos para el equipo de mantenimiento técnico (Alanoca, 2019).

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Identificación del problema

Si bien es cierto el alumbrado público de las calles en la actualidad es de gran avance ante las ambiguas luminarias que se usaban en la antigua Roma, gran parte a nivel mundial de la infraestructura de alumbrado público se basa en tecnología obsoleta. En consecuencia, de todo ello tenemos iluminación de baja calidad, luminarias en desuso presentando cortes frecuentes, contaminación ambiental y un uso ineficiente de la energía eléctrica, también llega afectar los recursos económicos de quien lo administra elevando el gasto a un porcentaje considerable; el alumbrado público en la ciudad de Puno está siendo gestionado de manera convencional, es decir, cada luminaria sólo puede ser analizada y detectada como defectuosa, si un cliente o personal supervisor del proveedor de energía eléctrica, se percata de una luminaria apagada o si tiene un mal funcionamiento; además es muy difícil supervisar el funcionamiento de todo el alumbrado público en tiempo real; no se puede prevenir que una luminaria afecte parte o la totalidad del circuito eléctrico hasta que este deje de funcionar totalmente, es posible detectar el mal funcionamiento de una luminaria verificando que su voltaje y amperaje están fuera del rango normal para ello se diseñara el sistema de supervisión de alumbrado público basado en ciudades inteligentes e el internet de las cosas, de esta forma se evita que consuma demasiada energía, reemplazándola o solucionando la causa de su mal funcionamiento; tampoco es posible detectar inmediatamente si hay luminarias que no se encienden.

Por otro lado, algunos autores indican que la propuesta de introducir un sistema de control inteligente del alumbrado público responde a las tendencias actuales en la gestión de infraestructuras urbanas también destacaron la necesidad de adoptar soluciones técnicas innovadoras para abordar el envejecimiento, la eficiencia energética y las cuestiones de sostenibilidad en el entorno urbano. Además, la iniciativa propuesta está en línea con el concepto de ciudades inteligentes. Lo promueven académicos quienes enfatizan la integración de la tecnología para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, optimizar el uso de recursos y promover la sostenibilidad ambiental.

2.2 Enunciados del problema

2.2.1 Problema general

- ¿Cómo realizar el diseño e implementación de un sistema de supervisión de alumbrado público que esté basado en los modelos de ciudad inteligente e internet de las cosas para la sostenibilidad de la ciudad de Puno?

2.2.2 Problemas específicos

- ¿Es posible gestionar la energía eléctrica para alumbrado público en la ciudad de Puno?

2.3 Justificación

La implementación de un sistema de supervisión energética traerá consigo diversos beneficios. Por un lado, permitirá un ahorro considerable de energía al optimizar su consumo, lo que también se traducirá en ventajas económicas, dado que la electricidad tiene un costo. Además, habrá beneficios para la sociedad, como un aumento en la seguridad gracias a calles mejor iluminadas durante la noche y una reducción en el costo del alumbrado público. Por otro lado, este ahorro energético tendrá un impacto positivo en el medio ambiente, ya que disminuirá la necesidad de que las centrales hidroeléctricas recurran a las centrales térmicas, que generan emisiones de gases provenientes de combustibles fósiles. Finalmente, este modelo también contribuirá al avance científico y tecnológico, dado que se trata de una nueva aplicación en la gestión energética regional. Estos logros serán posibles gracias a la capacidad de medir el consumo de energía en tiempo real. La gestión masiva de energía generará un impacto significativo en la eficiencia energética de la ciudad, respaldada por los informes emitidos por el servidor central.

2.4 Objetivos

2.4.1 Objetivo general

- Diseñar e implementar un sistema de supervisión de alumbrado público que esté basado en los modelos de ciudad inteligente e internet de las cosas para la sostenibilidad de la ciudad de Puno.

2.4.2 Objetivos específicos

- Analizar el diseño y gestión del alumbrado público de la ciudad de Puno.
- Diseñar el sistema de supervisión de alumbrado público basado en el modelo de ciudad inteligente para la sostenibilidad de la ciudad de Puno.
- Diseñar un sistema de supervisión de alumbrado público basado en internet de las cosas para su funcionalidad y conectividad.

2.5 Hipótesis

2.5.1 Hipótesis general

- La implementación de un sistema e supervisión de alumbrado público basado en modelos de ciudades inteligentes e Internet de las Cosas mejora la sostenibilidad en la ciudad de Puno.

2.5.2 Hipótesis específicas

- El diseño e implementación de un sistema basado en modelos de ciudades inteligentes permitirá la supervisión de alumbrado público contribuyendo a la sostenibilidad en la ciudad de Puno.
- La aplicación del modelo de ciudad inteligente en el diseño del sistema de supervisión de alumbrado público será factible y contribuirá significativamente a la sostenibilidad en la Ciudad de Puno.
- La implementación de un sistema de supervisión de alumbrado público basado en internet de las cosas asegurara su funcionalidad y conectividad, mejorando así la gestión y sostenibilidad del alumbrado público en la ciudad de Puno.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de estudio

La presente investigación se desarrollará en el Distrito, Provincia y de Departamento de Puno, específicamente en las vías principales de la ciudad de Puno.

3.2 Población

Hernandez et al. (2014) señala: La población es la totalidad de un fenómeno de estudio, incluye la totalidad de unidades de análisis que integran dicho fenómeno y que debe cuantificarse para un determinado estudio integrando un conjunto N de entidades que participan de una determinada característica. Concuerta con Hernandez et al. (2014) indica: La población es el conjunto de las entidades, o cosas con que poseen algunas características comunes observables respecto a las cuales se basa las conclusiones de una investigación, para la presente investigación la población estará definida por los componentes del alumbrado público de la ciudad de Puno.

3.3 Muestra

La muestra está definida por Hernandez et al. (2014) como un subconjunto de una población o grupo de objetos que forman parte de una misma población, es decir un segmento que tiene las características y propiedades de la población. El universo finito o población está dado por el número total de unidades.

3.4 Método de investigación

3.4.1 Diseño de la investigación

Para la investigación se utilizó el diseño de tipo experimental que consiste en entablar una relación entre la causa y el efecto de la situación dada. El diseño nos permite observar el efecto causado por la variable independiente sobre la variable dependiente es así que el diseño de un sistema de supervisión de alumbrado público podrá determinar el estado de la luminaria del alumbrado público.

3.4.2 Nivel de la investigación

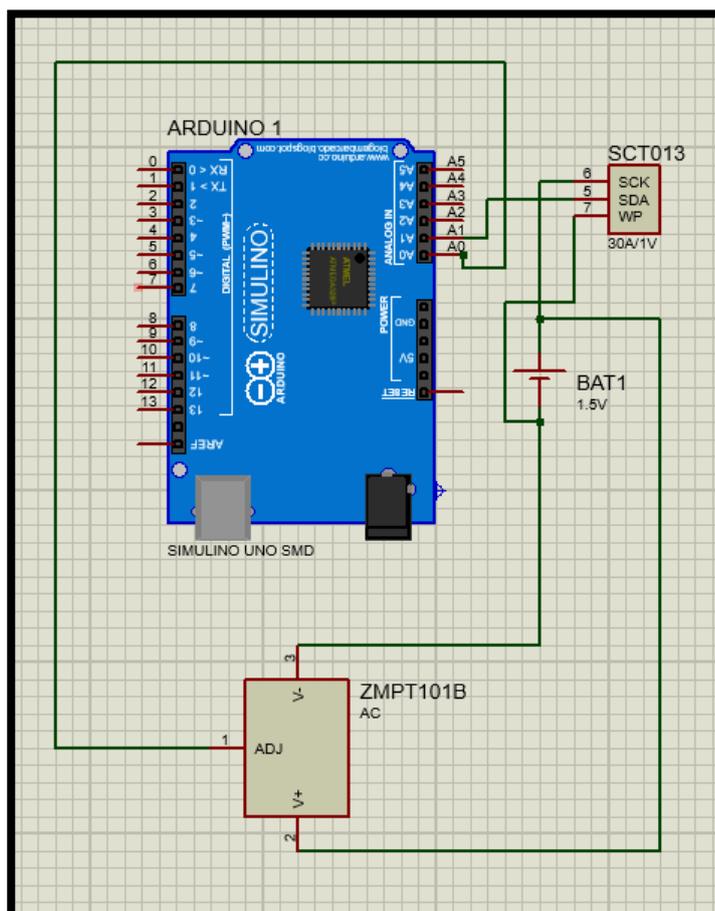
El nivel de investigación refiere el grado de conocimiento que se tiene como investigador, es así que la presente investigación tiene un nivel exploratorio, pues no se tiene la suficiente información del problema planteado, el nivel de tipo exploratorio nos permite abrir nuevos caminos al conocimiento. La presente investigación siendo un diseño busca ampliar los conocimientos de métodos para supervisar y gestionar los alumbrados públicos basado en ciudades inteligentes e internet de las cosas en la ciudad de Puno.

3.5 Descripción detallada de métodos por objetivos específicos

3.5.1 Variable 1: Estado de la luminaria, voltaje, amperaje y potencia

Figura 13

Esquemático de conexión

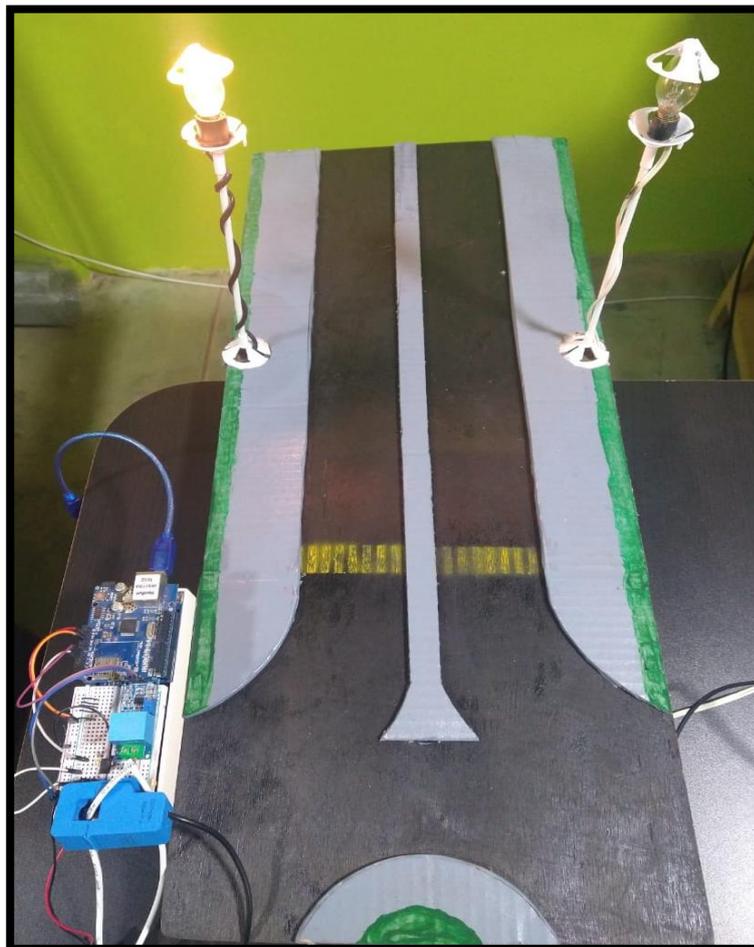


En la figura se muestra el esquemático de conexión del sistema de supervisión, el sensor ZMPT101B que mide el voltaje de operación está conectado

en el pin analógico A0 del microcontrolador Arduino uno, así mismo el sensor SCT013 que mide la corriente que consume cada luminaria se encuentra conectado al pin A1 del microcontrolador antes mencionado. Estas conexiones permiten obtener la información del estado de la luminaria, el valor del voltaje y amperaje. Como se ve en la figura se utiliza un sistema de supervisión basado en hardware. El sistema que se propuesto para la supervisión está basado en la plataforma de hardware de Arduino con conexiones de sensores, el cual nos permitirá supervisar el voltaje, corriente de operación y la potencia de consumo de cada componente de alumbrado público, también nos permitirá evaluar el estado de cada luminaria ya que todo el sistema estará conectado a un servidor central a través de la arquitectura del internet de las cosas.

Figura 14

Prototipo del sistema de supervisión de alumbrado público

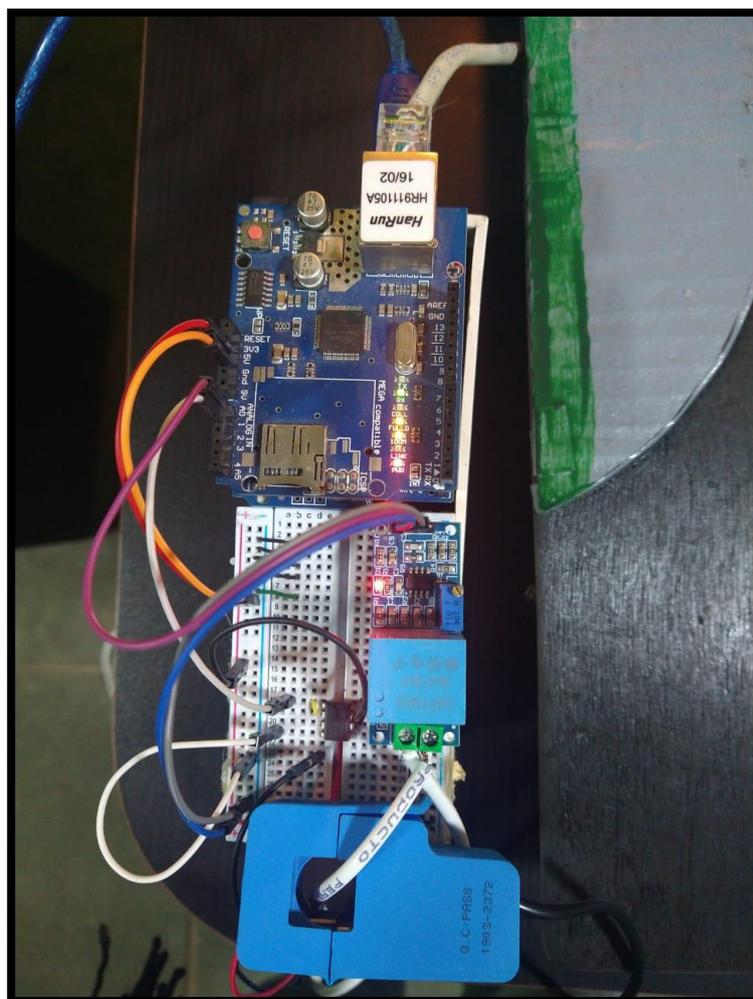


En la figura se muestra el prototipo y la maqueta para la simulación del sistema de supervisión de alumbrado público basado en el internet de las cosas en

la ciudad de Puno, cuando alguna luminaria no este funcionando, el sistema lo detectara y lo podremos visualizar la falla a través del interfaz del servidor de internet de las cosas Thingspeak.

Figura 15

Conexión de sensores de corriente y voltaje

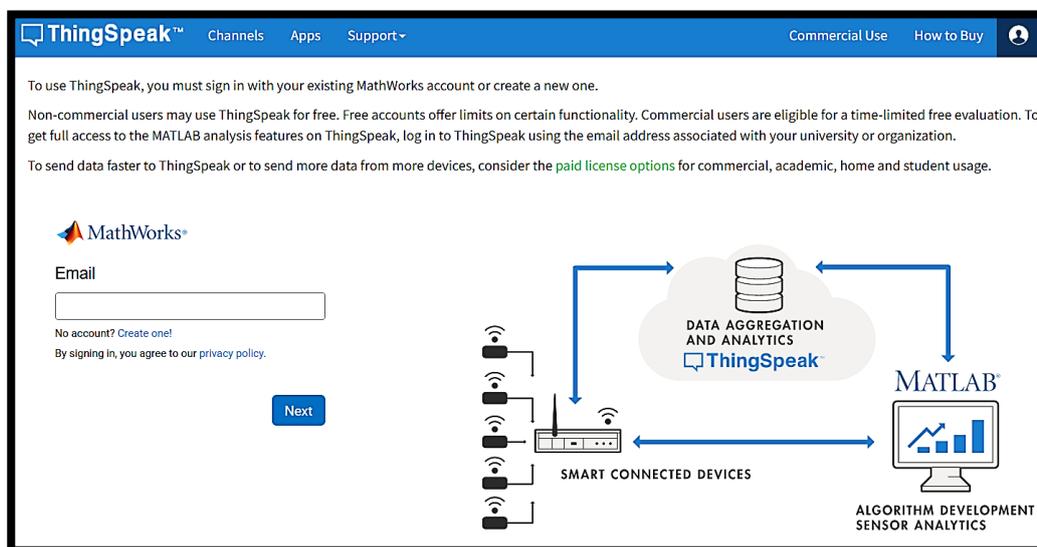


En la figura se muestra la implementación del sistema tanto en hardware y software. Este sistema se desarrolló en la plataforma de software de Arduino ya que este se basa en open source o de código abierto además se caracteriza por su gran versatilidad básicamente nos permite desarrollar software para conectar dispositivos los sensores de voltaje y corriente. También se visualiza el shield ethernet, este dispositivo permite enviar los datos al servidor de internet de las cosas Thingspeak de manera confiable y segura.

3.5.2 Variable 2 - Diseño del sistema de supervisión del alumbrado publico

Figura 16

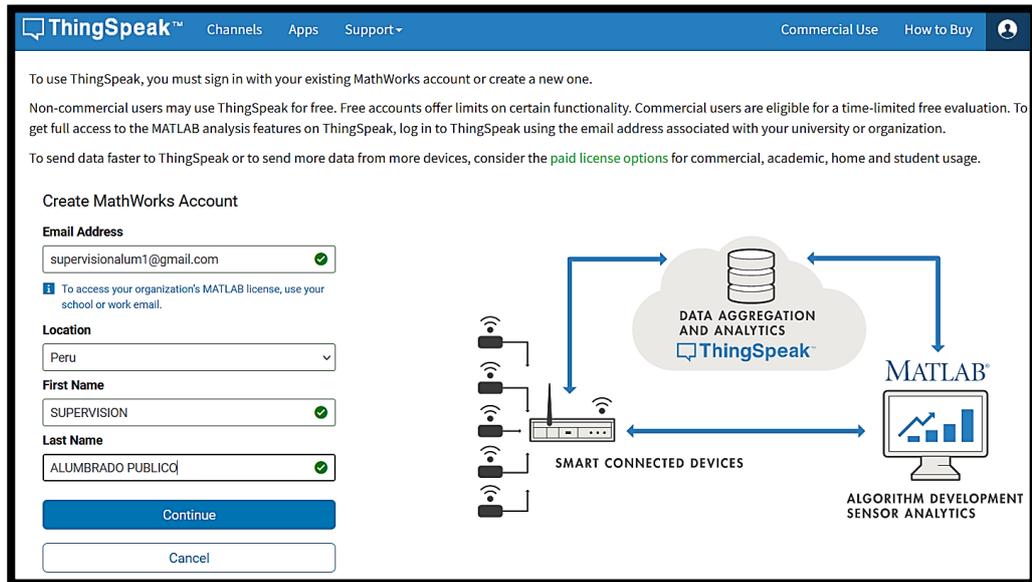
Crear cuenta para servidor Thinspeak



En la figura se muestra los primeros pasos para crear y configurar el servidor de internet de las cosas. Como usuarios utilizamos el ThingSpeak de forma gratuita. Las cuentas gratuitas ofrecen límites en ciertas funciones, pero suficientes para bosquejar los objetivos primordiales de la presente investigación. Los usuarios comerciales son elegibles para una evaluación gratuita por tiempo limitado. Para obtener acceso completo a las funciones de análisis de MATLAB en ThingSpeak, iniciamos sesión en ThingSpeak con la dirección de correo electrónico asociada. Para enviar datos más rápido a ThingSpeak o para enviar más datos desde más dispositivos, consideramos las opciones de licencia con paga para uso académico, doméstico y estudiantil.

Figura 17

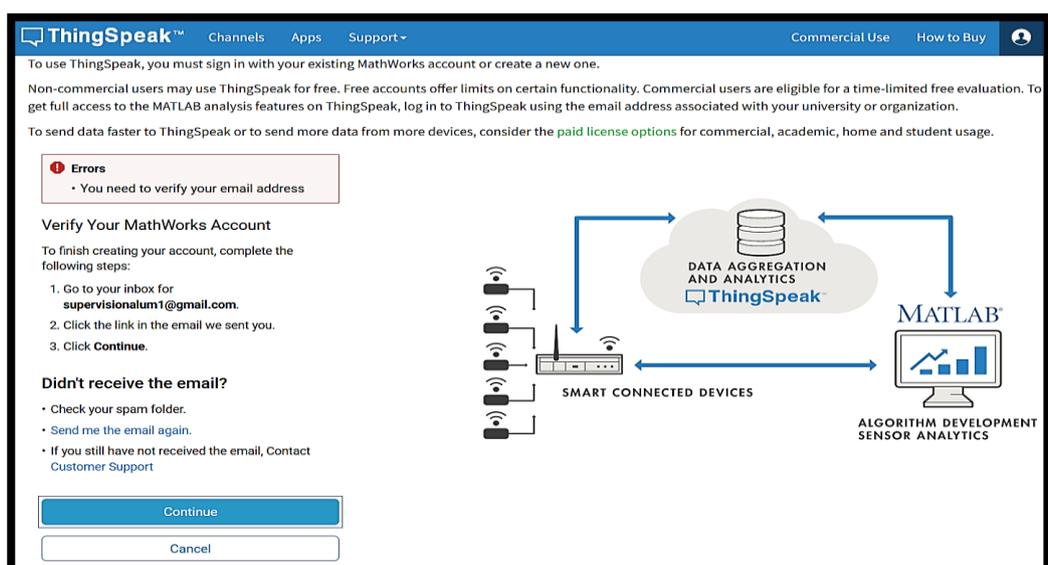
Vincular cuenta Gmail en Thingspeak



Para crear la cuenta en el servidor de internet de las cosas thingspeak insertamos un email validado por Gmail, asimismo la localización en donde se realiza el proyecto los nombres de proyecto son opcionales de acuerdo a las características del tema de investigación a continuación se valida en ítem continuar para proseguir con la configuración.

Figura 18

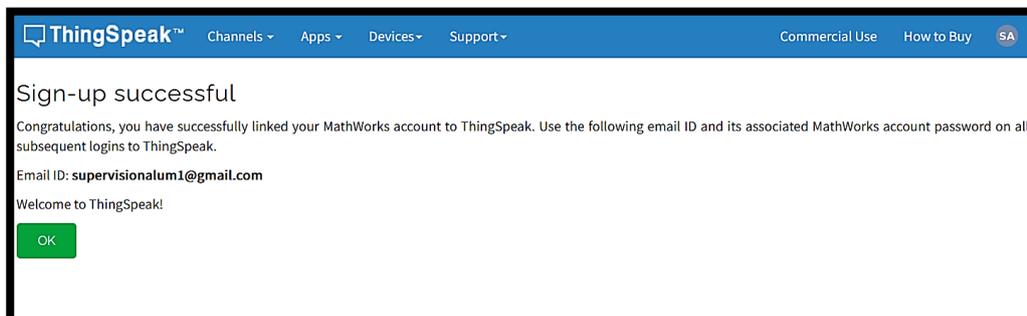
Verificación de cuenta vinculada



En la figura se muestra la validación de la cuenta que se crea, los mensajes de notificación nos permiten deducir que la cuenta se ha vinculado correctamente.

Figura 19

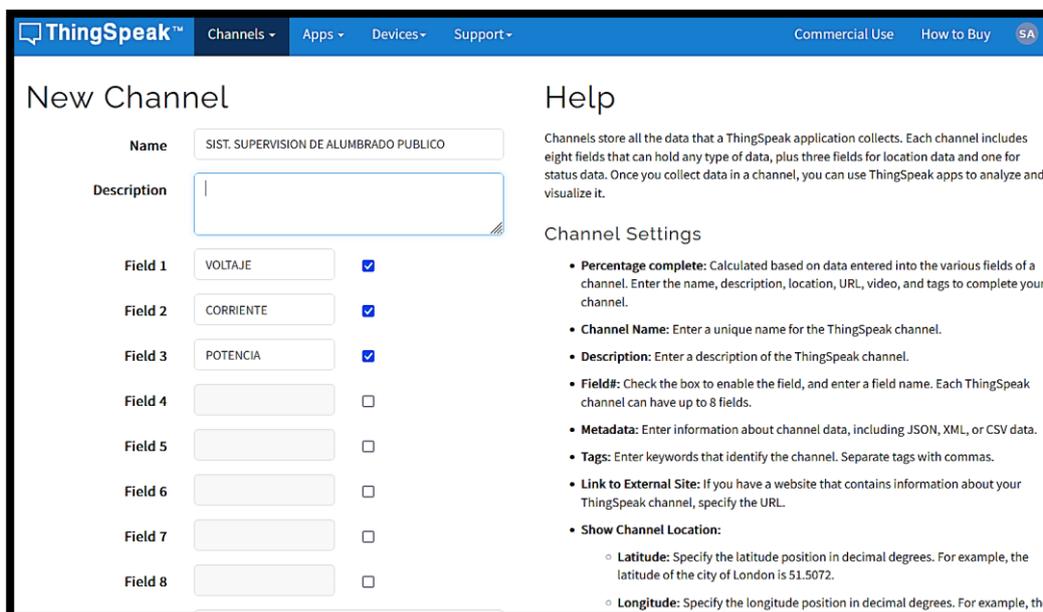
Inicio de Sesión Exitoso



En la figura se confirma la vinculación del Gmail con la cuenta de mathworks a thingspeak, se utiliza el usuario y contraseña para ingresar y gestionar la supervisión de alumbrado público.

Figura 20

Configuración de canal en servidor Thingspeak

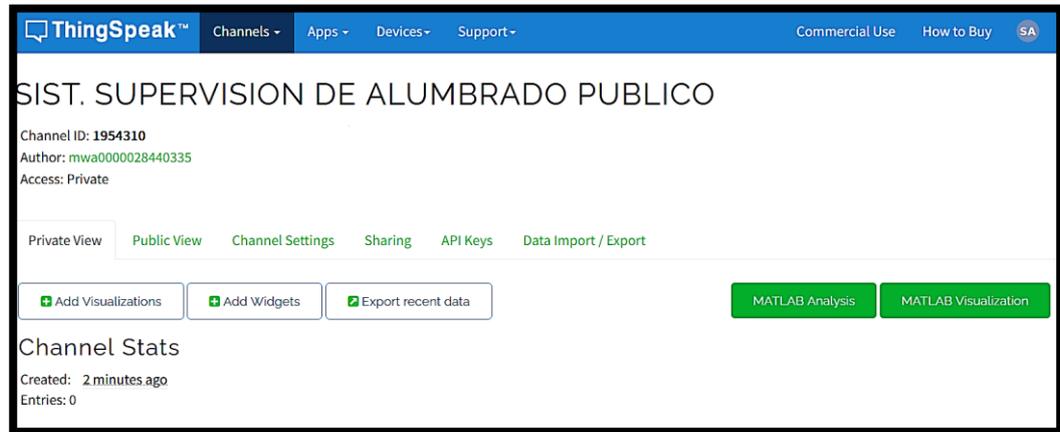


En la figura se muestra la creación del nuevo canal con nombre de sistema de supervisión de alumbrado público en la que se almacenan todos los datos que recopila el servidor ThingSpeak. Cada canal incluye ocho campos que pueden contener cualquier tipo de datos, más tres campos para datos de ubicación y uno

para datos de estado. Una vez que recopila datos en un canal, puede usar las aplicaciones de ThingSpeak para analizarlos y visualizarlos.

Figura 21

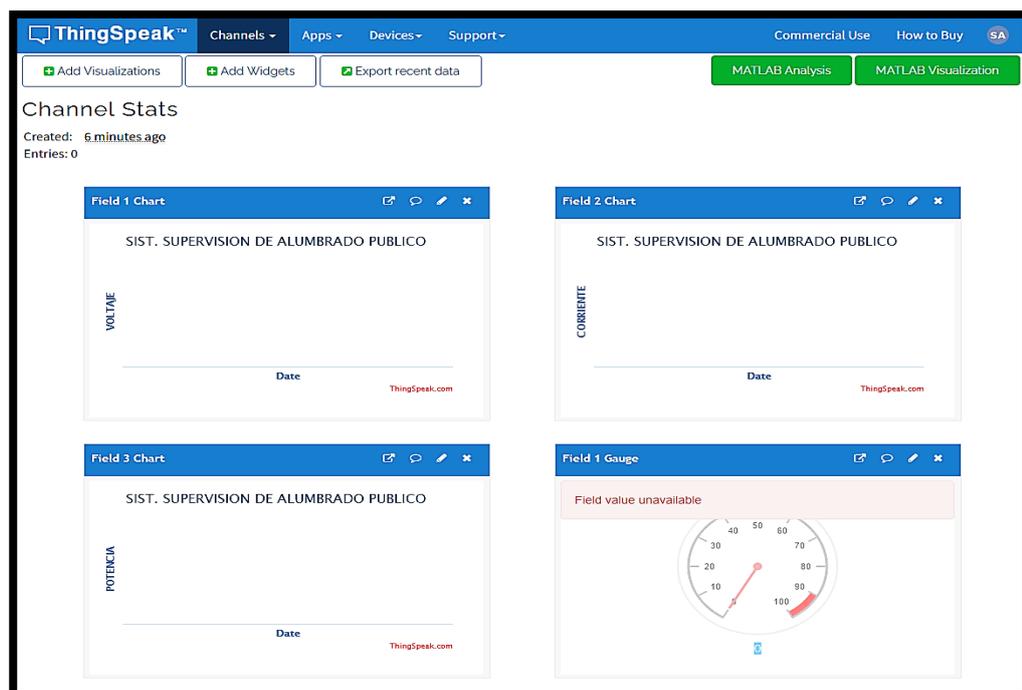
Estado de configuración de servidor Thingspeak



En la figura se muestra el acceso al servidor creado a través de un a cuenta thingspeak, el título que se había indicado como sist. Supervisión de alumbrado público, Chanel ID 1954310, con código de autor mwa0000028440335y de acceso privado mediante usuario y contraseña vinculada.

Figura 22

Campos creados para almacenamiento de voltaje y corriente



En la figura se muestra los campos donde se visualiza los porcentajes de datos en base a la información que ingresa y que se obtienen de los sensores cabe recalcar que la programación para cada sensor ayuda recolectar y visualizar los datos en cada uno de los campos field, en el field 1 se bosqueja los datos del voltaje, en el field 2 los datos de la corriente, y en el field 3 la potencia de consumo que resulta de la operación matemática voltaje por corriente.

Figura 23

Código API para vinculación con Arduino

The screenshot shows the 'API Keys' tab in the Thingspeak interface. At the top, it displays channel information: Channel ID: 1954310, Author: mwa0000028440335, and Access: Private. Below this are navigation tabs: Private View, Public View, Channel Settings, Sharing, API Keys (selected), and Data Import / Export.

The main content area is divided into two sections:

- Write API Key:** A text input field contains the key 'KIANBIWXSFKFY0I5'. Below it is a yellow button labeled 'Generate New Write API Key'.
- Read API Keys:** A text input field contains the key 'FSPGGY71J9ITMXH1'. Below it is a larger text area for a note, with 'Save Note' and 'Delete API Key' buttons.

On the right side, there is a 'Help' section explaining that API keys allow writing or reading data from a channel. Below the help is an 'API Keys Settings' section with three bullet points: 'Write API Key', 'Read API Keys', and 'Note'. At the bottom right, there is an 'API Requests' section showing two example requests:

- Write a Channel Feed:** GET `https://api.thingspeak.com/update?api_key=KIANBIWXSFKFY0I5&field1`
- Read a Channel Feed:** GET `https://api.thingspeak.com/channels/1954310/feeds.json?api_key=FS`

En la configuración del servidor para el sistema de supervisión de alumbrado público, se crean automáticamente las claves API que permite vincular con el microprocesador Arduino, el código key nos permite escribir datos sobre los campos field vistos en la figura anterior.

Figura 24

Exportar datos desde el servidor a almacenamiento externo

The screenshot shows a web interface for a public lighting supervision system. At the top, it displays channel information: Channel ID: 1954310, Author: mwa000028440335, and Access: Private. Below this, there are navigation tabs: Private View, Public View, Channel Settings, Sharing, API Keys, and Data Import / Export. The 'Data Import / Export' tab is active. On the left, under the 'Import' section, there is a 'File' input field with a placeholder 'Examinar...' and a message 'No se ha selecci... ningún archivo.' Below it is a 'Time Zone' dropdown menu set to '(GMT+00:00) UTC' and a green 'Upload' button. On the right, under the 'Export' section, there is a 'Time Zone' dropdown menu set to '(GMT+00:00) UTC' and a green 'Download' button. To the right of the 'Import' section, there is a 'Help' section with a sub-section 'Import' explaining the correct format for data import, mentioning field names like field1, field2, etc. Below this is a 'CSV Import Format' example: 'created_at,field1,field3,field4,field8,elevation' followed by a sample data row: '2019-01-01T10:11:12-05:00,11,33,44,88,10'. At the bottom of the help section, there are links for 'Read Data' and 'Write Data'.

En la figura se muestra el item data import y export en la que podemos acceder a datos en un archivo de tipo de extensión csv Excel, la información que se obtiene se podrá almacenar en una memoria extraíble o disco duro, esta se podrá analizar en diferentes programas.

Figura 25

Declaración de variables

```
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>

int decimalPrecision = 2;

int voltageOffset1 = 0;
int voltageOffset2 = 0;
int VoltageAnalogInputPin = A0;
float voltageSampleRead = 0;
float voltageLastSample = 0;
float voltageSampleSum = 0;
float voltageSampleCount = 0;
float voltageMean ;
float RMSVoltageMean ;
```

En la figura se muestra líneas de programación de la declaración de variables. Comenzaremos por `#include` que se utiliza para añadir incluir las bibliotecas externas en el programa ide Arduino. Por tanto, el `#include SPI.h` permite la comunicación de los sensores ya que estos disponen con este interfaz, se caracteriza por el tipo de arquitectura maestro esclavo. El `#include Ethernet` nos permite controlar el Arduino uno a través de internet transportando así al internet de las cosas. Por otra parte, el `int` permite almacenar datos enteros que se almacenaran valores con números de 16 bits. En la línea 6 de la figura indicamos el pin A0 como el ingreso de datos que se obtendrá del sensor de voltaje ZMPT101B.

Figura 26

Configuración del sensor de corriente en el Arduino

```
int currentOffset1 = 0;
int currentOffset2 = 0;
int CurrentAnalogInputPin = A1;
float mVperAmpValue = 31.25;

float currentSampleRead = 0;
float currentLastSample = 0;
float currentSampleSum = 0;
float currentSampleCount = 0;
float currentMean ;
float RMSCurrentMean =0 ;
float FinalRMSCurrent ;
```

En la figura se muestra la declaración para obtener datos del sensor de corriente SCT013 en la línea tres se especifica al pin A1 como entrada de los datos al microcontrolador Arduino uno.

Figura 27

Declaración de variables potencia

```
int powerOffset =0;
float sampleCurrent1 ;
float sampleCurrent2 ;
float sampleCurrent3 ;
float apparentPower;
float realPower = 0;
float powerSampleRead = 0;
float powerLastSample = 0;
float powerSampleCount = 0;
float powerSampleSum = 0;
float powerFactor = 0;
```

En la figura se declara variable potencia, para medir el consumo de las luminarias de alumbrado público el comando float permite insertar números decimales.

Figura 28

Asignación de IP Gateway y Mac

```
byte mac[] = { 0x60, 0x32, 0xB1, 0x51, 0x76, 0x901 };
byte ip[] = { 192,168,0,150 };
byte gateway[] = { 192,168,0,1};
byte subnet[] = { 255, 255, 255, 0 };

const char* server = "184.106.153.149";

String apiKey ="J3KNU1CRUQ2TDC4A";

EthernetClient client;
```

En la primera línea de programación de la figura se muestra el byte Mac que lo encontramos detrás del ethernet shield, para que sea reconocido por el lenguaje c del Arduino se escribe usando notaciones hexadecimales como es el

0x60, 0x32, 0xB1, 0x51, 0x76, 0x901. Para asignar el ip de comunicación en la segunda línea, buscamos una de manera tal que no tenga conflicto con otra ip, el byte ip permite asignar esta ip al ethernet shield. El byte Gateway reconoce la puerta de enlace en la que está conectado el ethernet shield. La combinación de byte subnet tiene como función indicar que parte de la dirección ip es el host, red y subred.

Figura 29

Líneas de Programación para leer voltaje

```
if(voltageSampleCount == 1000)
{
    voltageMean = voltageSampleSum/voltageSampleCount;
    RMSVoltageMean = sqrt(voltageMean)+ voltageOffset2;
    if(RMSVoltageMean <=2)
    {RMSVoltageMean = 0;}
    Serial.print("Volt: ");
    Serial.print(RMSVoltageMean, decimalPrecision);
    Serial.println("V ");
    voltageSampleSum =0;
    voltageSampleCount=0;
}
```

En las líneas de programación se establece las reglas de deberá seguir el sensor ZMPT101B, el módulo sensor toma la señal del voltaje, este valor se entrega de pico a pico, en la línea RMSVoltageMean se aplica criterios matemáticos para dividir el valor pico por raíz cuadrada. Este módulo tiene la versatilidad de convertir valores de voltaje adaptables para Arduino.

Figura 30

Líneas de programación para leer la corriente

```
if(millis() >= currentLastSample + 1)
{
    currentSampleRead = analogRead(CurrentAnalogInputPin)-512 + currentOffset1;
    currentSampleSum = currentSampleSum + sq(currentSampleRead) ;
    currentSampleCount = currentSampleCount + 1;
    currentLastSample = millis();
}

if(currentSampleCount == 1000)
{
    currentMean = currentSampleSum/currentSampleCount;
    RMSCurrentMean = sqrt(currentMean)+currentOffset2 ;
    FinalRMSCurrent = (((RMSCurrentMean /1024) *5000) /mVperAmpValue);
    Serial.print("Current RMS: ");
    Serial.print(FinalRMSCurrent,decimalPrecision);
    Serial.println(" A ");
    currentSampleSum =0;
    currentSampleCount=0;
}
```

En líneas de la programación del Arduino de la figura consignamos la solución matemática para leer los datos de la corriente. El currentSampleRead lee el valor de corriente que está pasando por cada luminaria. En la programación se aplica raíz cuadrada para obtener el valor de RMS de la corriente.

Figura 31

Líneas de programación para leer la potencia

```
if(powerSampleCount == 1000)
{
    realPower = ((powerSampleSum/powerSampleCount)+ powerOffset) ;
    Serial.print("Real Power (W): ");
    Serial.print(realPower);
    Serial.println(" W ");
    apparentPower= FinalRMSCurrent*RMSVoltageMean;
    Serial.print("Apparent Power (VA): ");
    Serial.print(apparentPower,decimalPrecision);
    Serial.println(" VA ");
    powerFactor = realPower/apparentPower;
    if(powerFactor >1 || powerFactor<0)
    {
        powerFactor = 0;
    }
    Serial.print("Power Factor: ");
    Serial.println(powerFactor,decimalPrecision);
    Serial.println(" ");
    powerSampleSum =0;
    powerSampleCount=0;
}
```

En las líneas de programación de la figura se aplica el cálculo matemático de la potencia que es igual a voltaje por corriente, así mismo los valores de potencia se imprimen en el puerto serial de programa ide Arduino.

En la figura se escribe las líneas de programación, así se inicia con la conexión de cliente servidor para enviar los datos que se obtienen de los sensores de voltaje y corriente, para imprimir en el puerto serial utilizamos el código serial.println, enseguida se utiliza los códigos postStr para publicar la información en los campos del canal del servidor del sistema de supervisión de alumbrado público.

Figura 32

Líneas de programación para el servidor

```
Ethernet.begin(mac, ip);

//delay(1000);
Serial.println("conectando...");

if (client.connect(server, 80))
{
    Serial.println(" Client connected ");

    String postStr = apiKey;
    postStr += "&field1=";
    postStr += String(RMSVoltageMean,decimalPrecision);|
    postStr += "&field2=";
    postStr += String(FinalRMSCurrent,decimalPrecision);
    postStr += "&field3=";
    postStr += String(apparentPower);
    postStr += "\r\n\r\n";
}
```

Figura 33

Comandos para impresión de datos en el servidor

```
client.print("POST /update HTTP/1.1\n");
client.print("Host: api.thingspeak.com\n");
client.print("Connection: close\n");
client.print("X-THINGSPEAKAPIKEY: " + apiKey + "\n");
client.print("Content-Type: application/x-www-form-urlencoded\n");
client.print("Content-Length: ");
client.print(postStr.length());
client.print("\n\n");
client.print(postStr);
delay(20000);
}
client.stop();
Serial.println("uso funcion");
}
```

Tabla 1

Variables

Variable	Descripción
Estado de luminaria, voltaje, amperaje y potencia.	Para obtener la información del estado de la luminaria, el valor del voltaje y amperaje se utilizará un sistema de supervisión basado en hardware y software. El sistema que se propone para la supervisión será un prototipo basado en la plataforma de hardware de Arduino con conexiones de sensores, el cual nos permitirá supervisar el voltaje, corriente de operación y la potencia de consumo de cada componente de alumbrado público, también nos permitirá evaluar el estado de cada luminaria ya que todo el sistema estará conectado a un servidor central a través de la arquitectura del internet de las cosas.
Diseño de un sistema de supervisión de alumbrado público.	Para lograr el diseño se realizará la implementación del sistema tanto en hardware y software. Este sistema se desarrollará en la plataforma de software de Arduino ya que este se basa en open source o de código abierto además se caracteriza por su gran versatilidad básicamente nos permitirá desarrollar software para conectar dispositivos (sensores) o interactuar con otros programas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

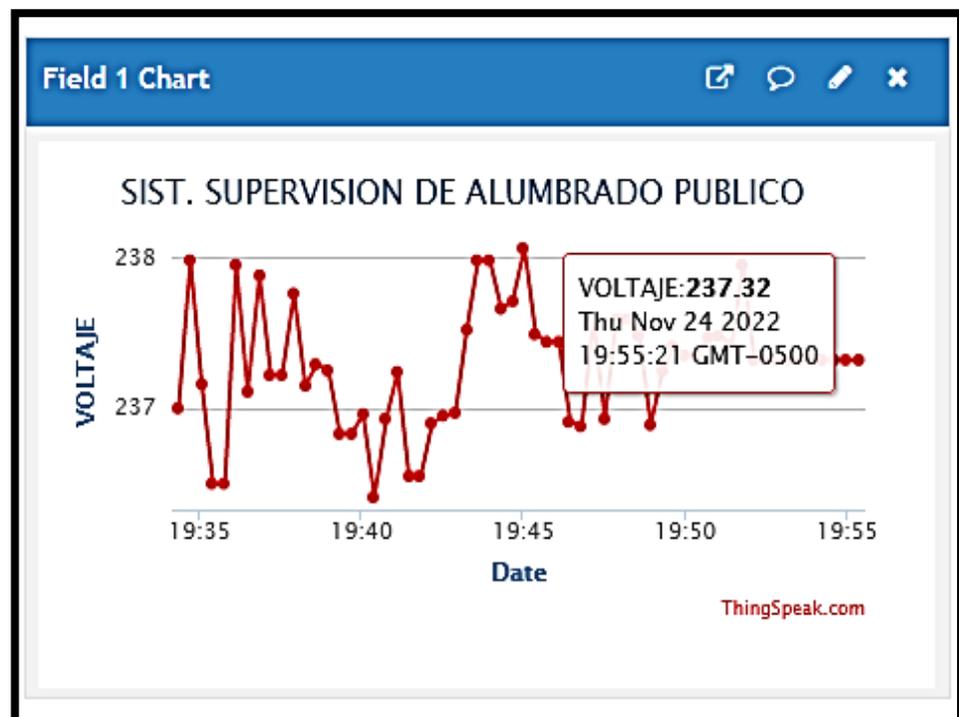
4.1 Resultados

4.1.1 Resultados del diseño del sistema de supervisión de alumbrado público

A. Sistema de supervisión del voltaje

Figura 34

Supervisión de voltaje

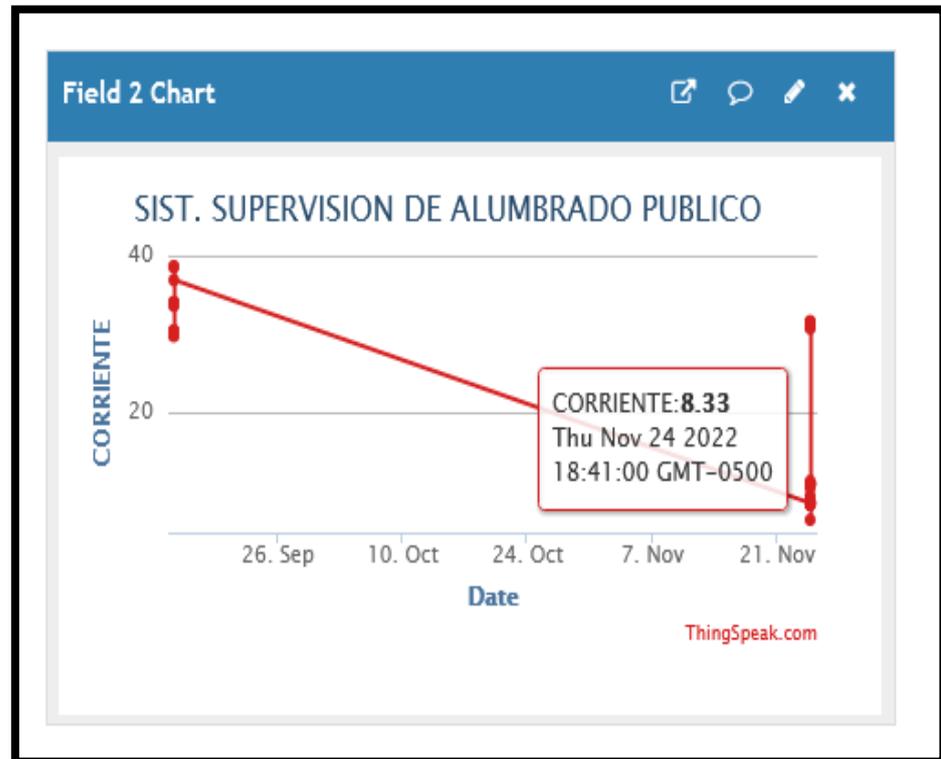


En la figura se muestra la supervisión del voltaje de entrada con la que funciona cada una de las luminarias de alumbrado público, en el eje de las abscisas encontramos las horas de operación en el eje de las coordenadas se encuentra el rango en el que oscila los valores de voltaje de operación del sistema de supervisión de alumbrado público, como se puede visualizar en la figura los puntos de color rojo están entre 237 y 238 voltios, otra característica del sistema de supervisión es que se visualiza el valor exacto del voltaje 237.32, la fecha y hora.

B. Sistema de supervisión de la corriente

Figura 35

Supervisión de corriente

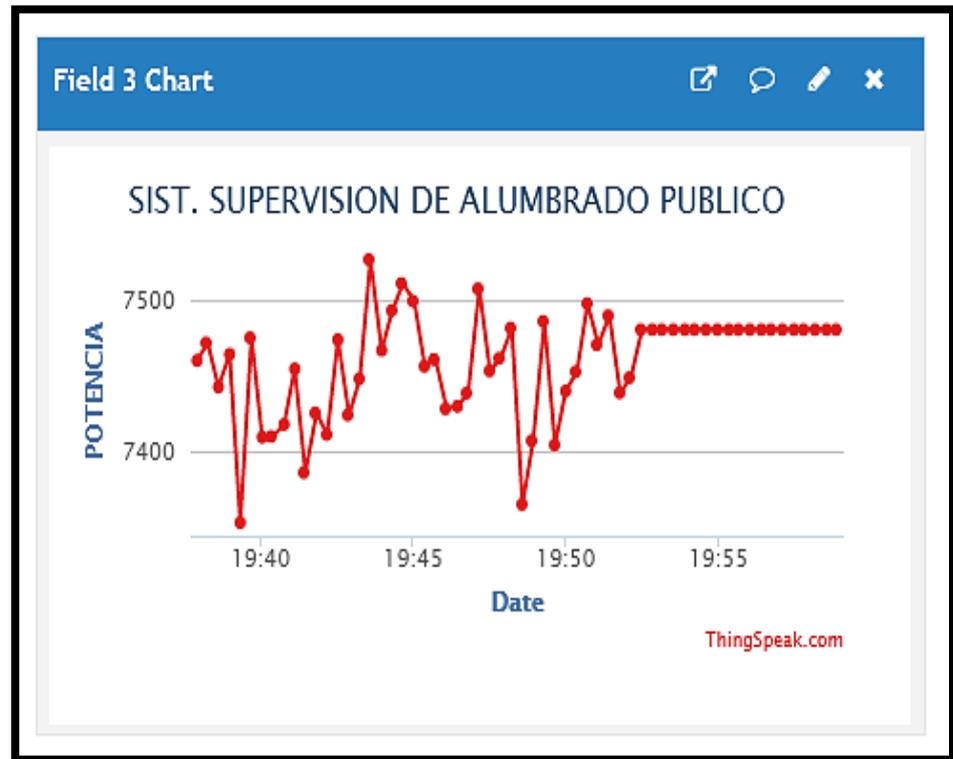


En la figura se muestra los valores de la corriente en tiempo real, el grafico muestra el valor la fecha y hora exacta, esta información proporcionada por el sistema de supervisión de alumbrado público permite verificar si la luminaria está en funcionamiento o no, el sensor de corriente SCT013 envía la información de los datos mediante el Arduino al servidor de internet de las cosas Thinspeak si obtenemos valores en cero, indica que la luminaria no está funcionando, en consecuencia se detecta de inmediato la falla de alguna luminaria del sistema de alumbrado público.

C. Sistema de supervisión de la potencia

Figura 36

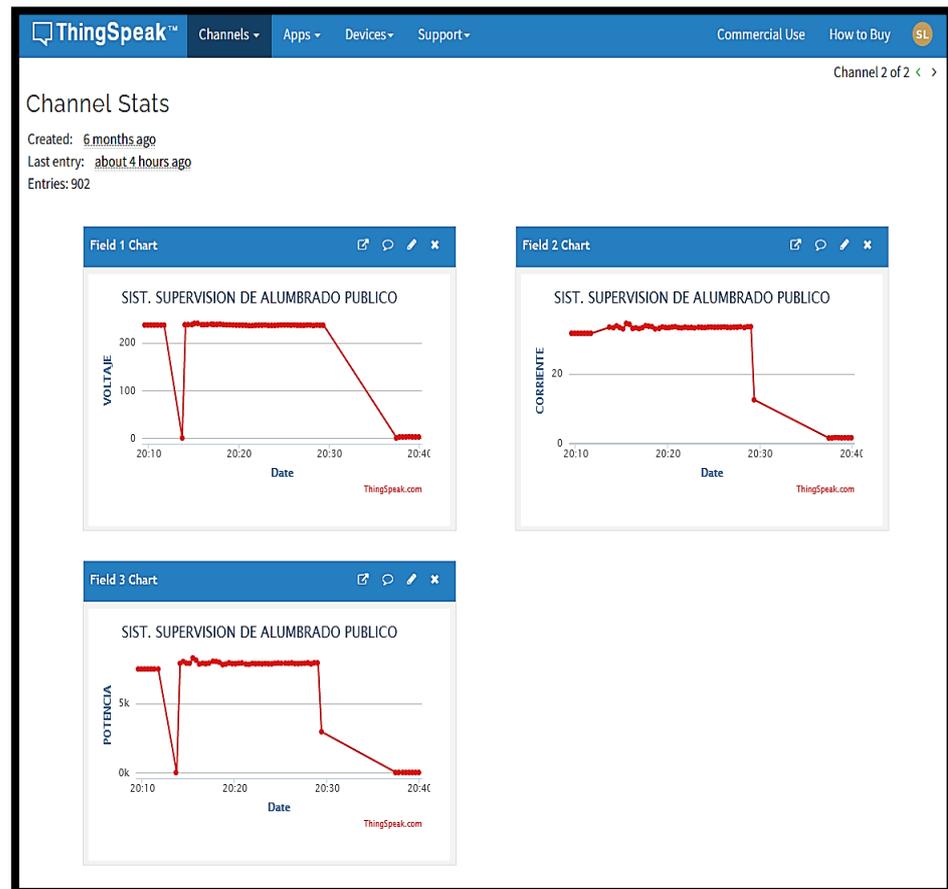
Supervisión de la Potencia



En el grafico se muestra el consumo de potencia de una luminaria del alumbrado público al igual que los gráficos de corrientes y voltaje se tiene los ejes de las abscisas que detallan la hora y fecha, y el eje de ordenas que indican los valores en los que oscila el valor de potencia. Los valores que se muestran con los puntos rojos del grafico se obtienen del producto de la información obtenida de los sensores de voltaje y corriente, el detalle se muestra en las líneas de programación para el Arduino uno.

Figura 37

Interfaz gráfica del servidor Thingspeak



4.2 Discusión

El alumbrado público en la ciudad de Puno está siendo gestionado de manera convencional, es decir, cada luminaria sólo puede ser analizada y detectada como defectuosa, si un cliente o personal supervisor del proveedor de energía eléctrica, se percata de una luminaria apagada o si tiene un mal funcionamiento; además es muy difícil supervisar el funcionamiento de todo el alumbrado público en tiempo real. No se puede prevenir que una luminaria afecte parte o la totalidad del circuito eléctrico hasta que este deje de funcionar totalmente, es posible detectar el mal funcionamiento de una luminaria verificando que su voltaje y amperaje están fuera del rango normal para ello se diseñara el sistema de supervisión de alumbrado público basado en ciudades inteligentes e internet de las cosas, de esta forma se evitara el demasiado consumo de energía, reemplazándola o solucionando la causa de su mal funcionamiento. Tampoco es posible detectar inmediatamente si hay luminarias que no se encienden.

CONCLUSIONES

- PRIMERO:** El diseño de un sistema de supervisión de alumbrado público basado en los modelos de ciudad inteligente e internet de las cosas para la sostenibilidad de la ciudad de Puno es de gran avance tecnológico para la supervisión y gestión de luminarias. Al diseñar el sistema resulta sencillo la supervisión, mediante un navegador se visualiza el servidor y todos los datos que se registra a través de los sensores de voltaje y corriente también se logran verificar si alguna luminaria está encendida o prendida.
- SEGUNDO:** Al analizar el diseño y gestión del alumbrado público de la ciudad de Puno se logra comprender como es el monitoreo de las luminarias, esto permite que se tomen decisiones en cuanto al diseño del sistema de supervisión.
- TERCERO:** Con el diseño del sistema de supervisión de alumbrado público basado en el modelo de ciudad inteligente para la sostenibilidad de la ciudad de Puno, se logra monitorear los parámetros voltaje, corriente y por consecuencia la potencia de consumo, todo ello a través de un servidor de internet de las cosas Thingspeak.
- CUARTO:** Con la configuración para crear el servidor thingspeak y programación en el programa ide Arduino se logra diseñar el sistema de supervisión de alumbrado público basado en internet de las cosas, en cuanto a las características de funcionalidad y conectividad se obtuvieron buenos resultados.

RECOMENDACIONES

- PRIMERO:** Existen diversas plataformas de supervisión a través de servidores del internet de las cosas, se recomienda utilizar otras plataformas, para verificar su funcionalidad y conectividad de las mismas, ya que sistemas también trabajan con el microcontrolador de Arduino.
- SEGUNDO:** Los sensores de corriente y voltaje que se utilizan en el sistema de supervisión del alumbrado público basado en los modelos de ciudad inteligente e internet de las cosas para la ciudad de Puno, son para pruebas de prototipo que tienen un margen de error, se recomienda utilizar sensores industriales que cuenten con certificaciones así mismo grados de protección, ya que estos estarán expuestos a la intemperie.
- TERCERO:** Las líneas de programación ejecutadas para el sistema de supervisión del alumbrado público basado en los modelos de ciudad inteligente e internet de las cosas para ciudad de Puno se realizó en el programa ide Arduino. Existen otro software en el que se puede programar para el microcontrolador Arduino, se recomienda utilizar software distinto al ide de Arduino, para verificar la funcionalidad del sistema.

BIBLIOGRAFÍA

- Alanoca, H. (2019). *Diseño e implementación de un sistema de internet de las cosas para la gestión del alumbrado público en la ciudad universitaria de la universidad nacional del altiplano Puno*. Tesis, Universidad Nacional del Altiplano de Puno, Perú. <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/14844>
- Ampuero, J. (2016). *Extensión del Protocolo ZigBee para un Nuevo Esquema de Enrutamiento Mediante Filtros de Bloom*. Recuperado de: <https://core.ac.uk/reader/225489670>
- Anantha, G. (2015). *Internet of things & its applications. in malla reddy college of engineering & technology* (p. 20). Recuperado de: <https://www.coursehero.com/file/106431571/IOT-malla-reddy-notespdf/>
- Bertot, J. C., Jaeger, P. T., & Grimes, J. M. (2021). *Smart Cities and Smart Governments: Enhancing Urban Efficiency and Performance*. *Routledge*. <https://doi.org/10.1201/9780429279568>
- Borenstein, J., Herpich, M., & Stork, D. (2021). *Precision Sensors: Enhancing Measurement Accuracy in Industrial Applications*. *Springer*. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-55617-4>
- Carnevale, S., & Grassi, M. (2018). *Telegestión de Luminarias*. Recuperado de: <https://ria.utn.edu.ar/handle/20.500.12272/3468?show=full>
- Dacosta, F. (2013). *Rethinking the internet of things*. Recuperado de: <https://www.amazon.com/-/es/Francis-daCosta/dp/1430257407>
- Edier, P. G. (2020). *Diseño de prototipo funcional de alumbrado público basado en tecnologías iot para la ciudad de bucaramanga*. Recuperado de: <https://repository.unab.edu.co/handle/20.500.12749/12733?locale-attribute=en>
- Escobar, E. (2018). *Sistema de monitoreo energético y control domótico basado en tecnología*. *Universidad Privada Boliviana*, 18(2518–4431), 103–116. Recuperado de: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2518-44312018000100009&lng=pt&nrm=iso&tlng=es

- Fabela, I., Salazar, A., & Escobar, M. (2016). *IOT, El internet de las cosas y la innovación de sus aplicaciones*. Vinculategica, 1. Recuperado de: <http://www.web.facpya.uanl.mx/Vinculategica/Revistas/R2/2313-2340%20-%20Iot,%20El%20Internet%20De%20Las%20Cosas%20Y%20La%20Innovacion%20De%20Sus%20Aplicaciones.pdf>
- Flor, P. (2019). *Diseño de un sistema de alumbrado público inteligente basado en internet de las cosas para el centro histórico de la ciudad de popayán*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/21237>
- Flores, J. (2020). *Análisis de factibilidad técnica para la implementación de un sistema de telegestión que permita el uso eficiente de la energía del alumbrado público en el centro histórico de Ibarra, concesión de la empresa eléctrica emelnorte S.A.* Recuperado de: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/23116>
- Garcia, M. (2021). *Estrategias de análisis en IoT: De la exploración a la implementación*. Journal of Data Systems, 29(4), 45-62.
- García, M. (2022). *Evolución y seguridad en el IoT*. Tech Future Press.
- Giffinger, R., & Gudrun, E. (2020). *Smart Cities: How Intelligent Systems and Technology are Shaping the Future of Urban Living*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-31487-6>
- Halvorsen, P. (2018). *Programming with Arduino*. Recuperado de: <https://www.studocu.com/ph/document/eastern-samar-state-university/bs-ee/programming-with-arduino/28534486>
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. interamericana editores, S.A.
- Hollands, R. G. (2019). *The Smart City and the Future of Urban Living*. Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119457778>
- Jin, Y., & Wu, C. (2020). *Developing Smart City Applications: From Concept to Implementation*. Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119567942>



- Jinchna, C. (2020). *Análisis técnico-económico de sistemas de telegestión para la iluminación eficiente con luminarias de tecnología led en los principales parques céntricos de la ciudad de Puno - 2019*. Recuperado de: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3280643>
- Johnson, A., & Lee, B. (2019). *Nuevas Fronteras en la Arquitectura de Redes*. *Future Networks Journal*, 15(2), 45-60.
- Johnson, A. (2020). *Conectando industrias: El impacto del IoT en la economía*. *Global Tech Journal*, 34(3), 120-135.
- Kitchin, R. (2022). *Smart Cities: Big Data, Civic Hackers, and the Quest for a New Utopia*. *MIT Press*. <https://doi.org/10.7551/mitpress/9780262036720.001.0001>
- Kumar, R., & Kim, J. (2022). *Advanced Sensors and Instrumentation for Industrial Monitoring*. *Wiley*. <https://doi.org/10.1002/9781119865906>
- Lee, J. H., & Zhang, Y. (2020). *High-Precision Sensors in Modern Technology: Applications and Challenges*. *IET*. <https://doi.org/10.1049/PBCE123E>
- López, J., & Smith, R. (2021). *El rol de las industrias en la evolución del IoT*. *IoT World Review*, 27(4), 75-90.
- López, J. (2022). *Bases de datos operativas en aplicaciones IoT*. *Advanced Computing Journal*, 15(7), 85-98.
- Makana, D. (2017). *A Reference Guide to the Internet of Things*. In *A Reference Guide to the Internet of Things* (pp. 1–82). Recuperado de: <https://bridgera.com/wp-content/uploads/2018/10/IoTeBook3.pdf>
- Martin, I. (2018). *Sistema de Administración Inteligente de Alumbrado Público*. Recuperado de: <https://circuitor.com/casos-de-exito/sistema-de-gestion-inteligente-de-alumbrado-publico/>
- Martínez, L. (2023). *Competencia y colaboración en el mercado del IoT*. *Journal of Network Systems*, 45(2), 58-72.

- Miller, C., & Brown, T. (2022). *Smart City Programming: Leveraging Data and Technology for Urban Solutions*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780367330351>
- Nam, T., & Pardo, T. A. (2023). *The Role of Technology in Building Smart Cities: Innovations and Case Studies*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108952325>
- Núñez, P. (2017). *Sistema de monitoreo y control del alumbrado público mediante una red de sensores RF*. Recuperado de: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/25693>
- Pardo, T. A., & Nam, T. (2019). *Programming and Managing Smart City Projects: Best Practices and Challenges*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108564317>
- Rodríguez, L., López, A., Vega, A., & Flórez, D. (2017). *Sistema de monitoreo y control remoto usando IOT para un regulador de presión*. Redalyc, 22(0122–1701), 391–397. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/849/84955649011.pdf>
- Rodríguez, S., & López, F. (2017). *Diseño e implementación de un sistema inteligente para un edificio mediante IOT utilizando el protocolo de comunicación Lorawan*. Recuperado de: <https://repository.udistrital.edu.co/handle/105021/7449049>
- Shiloh, M. (2012). *The arduino projects book*. Recuperado de: <https://www.uio.no/studier/emner/matnat/ifi/IN1060/v21/arduino/arduino-projects-book.pdf>
- Smith, J. (2020). *Revolución en las Redes: El Impacto del IoT*. Tech Press.
- Smith, R. (2020). *Procesos iniciales de ingesta en sistemas IoT*. IoT World Journal, 18(1), 75-90.
- Smith, J. R., & Anderson, M. (2019). *Sensor Technologies and Applications: Improving Measurement Accuracy*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780429287908>
- Soldatos, J. (2017). *Building Blocks for IoT Analytics*. Recuperado de: <https://www.riverpublishers.com/pdf/ebook/RP9788793519046.pdf>



- Szalai, A., Szabo, T., Horvath, P., Timar, A., & Poppe, A. (2016). *Smart SSL: Aplicación de plataformas de diseño IoT / CPS en luminarias de alumbrado público basadas en LED*. IEEE Lighting Conference of the Visegrad Countries, 1–6. citas. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/310497514_Smart_SSL_Application_of_IoTCPS_design_platforms_in_LED-based_street-lighting_luminaires
- Wang, L., & Chen, Q. (2023). The Role of Accurate Sensors in Automated Systems and Robotics. *Elsevier*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821235-0.00002-7>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE	METODOLOGIA
<p>Problema general ¿Cómo realizar el diseño e implementación de un sistema de supervisión de alumbrado público que esté basado en los modelos de ciudad inteligente e internet de las cosas para la sostenibilidad de la ciudad de Puno.</p> <p>Objetivos Específicos Estudiar el diseño y gestión del alumbrado público de la ciudad de Puno.</p> <p>Diseñar el sistema de supervisión de alumbrado público basado en el modelo de ciudad inteligente para la sostenibilidad de la ciudad de Puno.</p> <p>Diseñar un sistema de supervisión de alumbrado público basado en internet de las cosas para su funcionalidad y conectividad.</p>	<p>Objetivo general Diseñar un sistema de supervisión de ciudades inteligentes e internet de las cosas para la sostenibilidad de alumbrado público en la ciudad de Puno.</p> <p>Hipótesis específicas Se podrá estudiar el diseño y gestión del alumbrado público de la ciudad de Puno.</p> <p>Es posible diseñar el sistema de supervisión de alumbrado público basado en el modelo de ciudad inteligente para la sostenibilidad de la ciudad de Puno.</p> <p>Se puede diseñar un sistema de supervisión de alumbrado público basado en internet de las cosas para su funcionalidad y conectividad.</p>	<p>variable 1: Estado de la luminaria, voltaje, amperaje y potencia.</p> <p>Indicadores Características del alumbrado público.</p> <p>variable 2: Diseño de un sistema de supervisión de alumbrado público.</p> <p>Indicadores Eficiencia para la supervisión de los componentes de alumbrado público.</p>	<p>Tipo investigación: Experimental.</p> <p>Nivel de investigación: Exploratorio</p> <p>Población y muestra: En el caso de población y muestra está constituido por los componentes de alumbrado público de la ciudad de Puno.</p>	



Anexo 2. Código de programación para el sistema de supervisión de alumbrado público

```
#include <SPI.h>
```

```
#include <Ethernet.h>
```

```
int decimalPrecision = 2;
```

```
int voltageOffset1 = 0;
```

```
int voltageOffset2 = 0;
```

```
int VoltageAnalogInputPin = A0;
```

```
float voltageSampleRead = 0;
```

```
float voltageLastSample = 0;
```

```
float voltageSampleSum = 0;
```

```
float voltageSampleCount = 0;
```

```
float voltageMean ;
```

```
float RMSVoltageMean ;
```

```
/* 2- AC Corriente */
```

```
int currentOffset1 = 0;
```

```
int currentOffset2 = 0;
```

```
int CurrentAnalogInputPin = A1;
```

```
float mVperAmpValue = 31.25;
```

```
float currentSampleRead = 0;
```



```
float currentLastSample = 0;
```

```
float currentSampleSum = 0;
```

```
float currentSampleCount = 0;
```

```
float currentMean ;
```

```
float RMSCurrentMean =0 ;
```

```
float FinalRMSCurrent ;
```

```
/* 3- AC Potencia*/
```

```
int powerOffset =0;
```

```
float sampleCurrent1 ;
```

```
float sampleCurrent2 ;
```

```
float sampleCurrent3 ;
```

```
float apparentPower;
```

```
float realPower = 0;
```

```
float powerSampleRead = 0;
```

```
float powerLastSample = 0;
```

```
float powerSampleCount = 0;
```

```
float powerSampleSum = 0;
```

```
float powerFactor = 0;
```

```
byte mac[] = { 0x60, 0x32, 0xB1, 0x51, 0x76, 0x901 };
```



```
byte ip[] = { 192,168,0,150 };

byte gateway[] = { 192,168,0,1};

byte subnet[] = { 255, 255, 255, 0 };

const char* server = "184.106.153.149";

String apiKey ="J3KNU1CRUQ2TDC4A";

EthernetClient client;

void setup()

{

    Serial.begin(9600);

    delay(3000);

}

void loop()

{

    if(micros() >= voltageLastSample + 1000 )

    {
```



```
voltageSampleRead = (analogRead(VoltageAnalogInputPin)- 512) +  
voltageOffset1;
```

```
voltageSampleSum = voltageSampleSum + sq(voltageSampleRead) ;
```

```
voltageSampleCount = voltageSampleCount + 1;
```

```
voltageLastSample = micros() ; /
```

```
}
```

```
if(voltageSampleCount == 1000)
```

```
{
```

```
voltageMean = voltageSampleSum/voltageSampleCount;
```

```
RMSVoltageMean = sqrt(voltageMean)+ voltageOffset2;
```

```
if(RMSVoltageMean <=2)
```

```
{RMSVoltageMean = 0;}
```

```
Serial.print("Volt: ");
```

```
Serial.print(RMSVoltageMean,decimalPrecision);
```

```
Serial.println("V ");
```

```
voltageSampleSum =0;
```

```
voltageSampleCount=0;
```

```
}
```

```
/* 2- AC Current Measurement */
```

```
if(millis() >= currentLastSample + 1)
```



```
{  
  
    currentSampleRead = analogRead(CurrentAnalogInputPin)-512 +  
currentOffset1;  
  
    currentSampleSum = currentSampleSum + sq(currentSampleRead) ;  
  
    currentSampleCount = currentSampleCount + 1;  
  
    currentLastSample = millis();  
  
}  
  
if(currentSampleCount == 1000)  
{  
  
    currentMean = currentSampleSum/currentSampleCount;  
  
    RMSCurrentMean = sqrt(currentMean)+currentOffset2 ;  
  
    FinalRMSCurrent = (((RMSCurrentMean /1024) *5000)  
/mVperAmpValue);  
  
    Serial.print("Current RMS: ");  
  
    Serial.print(FinalRMSCurrent,decimalPrecision);  
  
    Serial.println(" A ");  
  
    currentSampleSum =0;  
  
    currentSampleCount=0;  
  
}  
  
/* 3- AC Power with Direction */  
  
if(millis() >= powerLastSample + 1)
```



```
{  
  
    sampleCurrent1      =      analogRead(CurrentAnalogInputPin)-512+  
currentOffset1;  
  
    sampleCurrent2 = (sampleCurrent1/1024)*5000;  
  
    sampleCurrent3 = sampleCurrent2/mVperAmpValue;  
  
    voltageSampleRead = 2*(analogRead(VoltageAnalogInputPin)- 512)+  
voltageOffset1 ;  
  
    powerSampleRead = voltageSampleRead * sampleCurrent3 ;  
  
    powerSampleSum = powerSampleSum + powerSampleRead ;  
  
    powerSampleCount = powerSampleCount + 1;  
  
    powerLastSample = millis();  
  
}  
  
if(powerSampleCount == 1000)  
  
    {  
  
        realPower = ((powerSampleSum/powerSampleCount)+ powerOffset) ;  
  
        Serial.print("Real Power (W): ");  
  
        Serial.print(realPower);  
  
        Serial.println(" W ");  
  
        apparentPower= FinalRMSCurrent*RMSVoltageMean;  
  
        Serial.print("Apparent Power (VA): ");  
  
        Serial.print(apparentPower,decimalPrecision);  
  
        Serial.println(" VA ");  
  
        powerFactor = realPower/apparentPower;
```



```
        if(powerFactor >1 || powerFactor<0)
        {
            powerFactor = 0;
        }

        Serial.print("Power Factor: ");

        Serial.println(powerFactor,decimalPrecision);

        Serial.println(" ");

        powerSampleSum =0;

        powerSampleCount=0;

        Serial.println("enviado dato");

        Ethernet.begin(mac, ip);

        //delay(1000);

        Serial.println("conectando...");

        if (client.connect(server, 80))

        {

            Serial.println(" Client connected ");

            String postStr = apiKey;
```



```
postStr += "&field1=";  
  
postStr += String(RMSVoltageMean,decimalPrecision);  
  
postStr += "&field2=";  
  
postStr += String(FinalRMSCurrent,decimalPrecision);  
  
postStr += "&field3=";  
  
postStr += String(apparentPower);  
  
postStr += "\r\n\r\n";  
  
  
  
client.print("POST /update HTTP/1.1\n");  
  
client.print("Host: api.thingspeak.com\n");  
  
client.print("Connection: close\n");  
  
client.print("X-THINGSPEAKAPIKEY: " + apiKey + "\n");  
  
client.print("Content-Type: application/x-www-form-urlencoded\n");  
  
client.print("Content-Length: ");  
  
client.print(postStr.length());  
  
client.print("\n\n");  
  
client.print(postStr);  
  
delay(20000);  
  
}  
  
client.stop();  
  
Serial.println("uso funcion");  
  
}  
  
}
```



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo **YENI LIZ JIHUALLANCA CCOA** identificado(a) con N° DNI: **70101113** en mi condición de egresado(a) de la:

MAESTRÍA EN INFORMÁTICA CON MENCIÓN EN GERENCIA DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES

con código de matrícula N° 203403, informo que he elaborado la tesis denominada:

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE SUPERVISIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO, BASADO EN LOS MODELOS DE CIUDAD INTELIGENTE E INTERNET DE LAS COSAS PARA LA CIUDAD DE PUNO”.

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y no existe plagio/copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno, 11 de Septiembre del 2024.

FIRMA (Obligatorio)



Huella



Universidad Nacional del
Altiplano Puno



Vicerrectorado de
Investigación



Repositorio
Institucional

AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo **YENI LIZ JIHUALLANCA CCOA** identificado(a) con N° DNI: **70101113**, en mi condición de egresado(a) del **Programa de Maestría o Doctorado:**

MAESTRÍA EN INFORMÁTICA CON MENCIÓN EN GERENCIA DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES,

informo que he elaborado la tesis denominada:

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE SUPERVISIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO, BASADO EN LOS MODELOS DE CIUDAD INTELIGENTE E INTERNET DE LAS COSAS PARA LA CIUDAD DE PUNO”.

para la obtención de **Grado.**

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexas, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno, 11 de Septiembre del 2024.

FIRMA (Obligatorio)



Huella