

Implementación de un sistema domótico de iluminación para escaleras y cuartos, controlado con tecnología arduino y Android

Flores Quispe Percy Santiago, Ventura Ramos Rony Tito, Begazo Ticona Jesus, Chile Nina Julian Gabriel

Escuela profesional de Ingeniería de Sistemas

Universidad Nacional de San Agustín

Arequipa, Perú

pfloresq@unsa.edu.pe

rventurar@unsa.edu.pe

jbegazoti@unsa.edu.pe

jchilen@unsa.edu.pe

Resumen — En un entorno de creciente interés en la automatización del hogar, este documento aborda la necesidad de desarrollar soluciones integradas que combinen control de hardware y una interfaz de usuario amigable. Se reconoce la falta de sistemas domóticos completos y asequibles en el mercado. El propósito de este estudio es diseñar e implementar un sistema domótico que permita a los usuarios controlar la iluminación de su hogar de manera eficiente y personalizada a través de una aplicación Android. Se busca demostrar la viabilidad técnica y práctica de esta solución. La implementación del sistema se realiza utilizando hardware como el módulo ESP8266 y sensores de luminosidad y movimiento, combinados con una aplicación Android desarrollada con Jetpack Compose. La comunicación en tiempo real se logra mediante la plataforma Amazon Web Services (AWS), utilizando servicios como AWS IoT Core, Lambda y DynamoDB.

El sistema desarrollado permite a los usuarios controlar la iluminación de su hogar de manera remota y automatizada a través de la aplicación Android. Se logra una interfaz de usuario intuitiva y atractiva, permitiendo ajustar la intensidad de la luz, establecer modos automatizados y recibir notificaciones en tiempo real sobre eventos detectados. La integración de hardware y software se demuestra exitosamente. El estudio concluye que la tecnología Arduino y Android pueden converger de manera efectiva para crear sistemas domóticos personalizados y asequibles. La implementación exitosa del sistema demuestra la viabilidad técnica y práctica de la solución propuesta, abordando la falta de sistemas integrados en el mercado de la automatización del hogar.

Palabras Clave: Automatización del Hogar, Arduino, Módulo ESP8266, AWS IoT Core, Control Remoto, Comunicación en Tiempo Real, Sensores de Luminosidad y Movimiento.

Abstract — In an environment of increasing interest in home automation, this paper addresses the need to develop integrated solutions that combine hardware control and a friendly user interface. The lack of complete and affordable home automation systems on the market is recognized. The purpose of this study is to design and implement a home automation system that allows users to control their home lighting in an efficient and personalized way through an Android

application. It seeks to demonstrate the technical and practical feasibility of this solution. The implementation of the system is done using hardware such as the ESP8266 module and brightness and motion sensors, combined with an Android application developed with Jetpack Compose. Real-time communication is achieved through the Amazon Web Services (AWS) platform, using services such as AWS IoT Core, Lambda and DynamoDB.

The developed system allows users to control their home lighting remotely and automated through the Android application. An intuitive and attractive user interface is achieved, allowing to adjust light intensity, set automated modes and receive real-time notifications on detected events. The integration of hardware and software is successfully demonstrated. The study concludes that Arduino and Android technology can effectively converge to create customized and affordable home automation systems. The successful implementation of the system demonstrates the technical and practical feasibility of the proposed solution, addressing the lack of integrated systems in the home automation market.

Keywords: Home Automation, Arduino, ESP8266 Module, AWS IoT Core, Remote Control, Real-Time Communication, Brightness and Motion Sensors.

I. INTRODUCCIÓN

La tecnología de Internet de las Cosas (IoT) ha allanado el camino para la creación de sistemas domóticos avanzados. La interconexión de dispositivos y la capacidad de recopilar y analizar datos en tiempo real han permitido desarrollar soluciones que se adaptan a las necesidades cambiantes de los usuarios. Uno de los aspectos esenciales de la domótica es la gestión de la iluminación, que no solo influye en la estética y el ambiente del hogar, sino también en el consumo de energía.

Por otro lado, el uso convencional de interruptores y reguladores de luz para controlar la iluminación en el hogar puede resultar limitado en términos de flexibilidad y personalización. Los sistemas domóticos tradicionales ofrecen algunas soluciones, pero suelen ser costosos y difíciles de instalar y configurar. Además, su funcionalidad puede estar limitada por las interfaces y opciones de

control disponibles [1].

A pesar del crecimiento en la oferta de sistemas de iluminación inteligente, existe una falta de enfoque en soluciones personalizadas y asequibles que integren tanto la interacción con el usuario como la eficiencia energética. Muchas aplicaciones de control de iluminación ofrecen características diversas, pero a menudo carecen de una combinación efectiva de dispositivos de hardware y una interfaz de usuario intuitiva en un solo sistema. Además, la elección entre sistemas especializados en iluminación y aquellos que ofrecen una gama más amplia de capacidades para el hogar inteligente puede ser desafiante para los usuarios.

El objetivo principal de este proyecto es diseñar y desarrollar un sistema de automatización de iluminación para el hogar que combine la versatilidad y el control personalizado de las aplicaciones de IoT con la eficiencia y la simplicidad de uso. Se busca crear una solución integral que permita a los usuarios gestionar su iluminación de manera eficiente y a medida que se ajuste a sus preferencias y necesidades. Además, se pretende explorar la viabilidad de integrar dispositivos de hardware basados en Arduino con una interfaz de usuario Android, ofreciendo una experiencia de usuario cohesiva y enriquecedora.

La solución propuesta involucra la integración de sensores de luminosidad y movimiento en áreas clave del hogar, controlados por dispositivos ESP8266 basados en Arduino. Estos sensores estarán conectados a una plataforma en la nube utilizando el servicio IoT Core de AWS, permitiendo una comunicación bidireccional entre los sensores y la aplicación Android. La interfaz de usuario se desarrollará utilizando Jetpack Compose, lo que proporcionará una experiencia intuitiva y receptiva para los usuarios.

La aplicación Android permitirá a los usuarios controlar manualmente la iluminación, ajustar la intensidad de la luz y establecer modos de operación automatizados. Además, la aplicación proporcionará notificaciones en tiempo real sobre los eventos detectados por los sensores. La integración de AWS Lambda y DynamoDB permitirá el almacenamiento y procesamiento eficiente de los datos de iluminación para análisis y referencia futuros.

Por lo tanto, esta investigación pretende ofrecer una solución innovadora y accesible para la automatización de la iluminación en el hogar, abordando las limitaciones de las soluciones actuales y proporcionando a los usuarios un mayor control, comodidad y eficiencia en la gestión de su entorno de iluminación.

II. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

En el entorno residencial, la insuficiente iluminación en áreas como escaleras y cuartos representa una preocupante problemática que incide directamente en la seguridad, la comodidad y la eficiencia energética del hogar. La carencia de una iluminación adecuada en estos espacios aumenta significativamente el riesgo de accidentes, tales como tropiezos, caídas y colisiones con objetos. La baja visibilidad en zonas oscuras obstaculiza la orientación de los residentes y visitantes, lo que puede dar lugar a lesiones y contratiempos no deseados.

A su vez, la necesidad de accionar los interruptores de luz manualmente en escaleras y cuartos se traduce en una experiencia incómoda e ineficiente. Esta tarea se torna particularmente engorrosa al tener que buscar los interruptores en la oscuridad o

transitar por diferentes áreas para controlar la iluminación, menguando la usabilidad del hogar y su nivel de confort.

Adicionalmente, los sistemas convencionales de iluminación en escaleras y cuartos suelen permanecer encendidos durante extensos períodos de tiempo, aun en ausencia de personas en dichas áreas. Este derroche energético resulta en un consumo inapropiado de electricidad, generando un gasto económico innecesario que se refleja en las facturas mensuales.

Frente a esta problemática, emerge la imperiosa necesidad de implementar un sistema domótico de iluminación para escaleras y cuartos. Para abordar eficazmente esta cuestión, se propone la amalgama de una aplicación Android y dispositivos IoT, precisamente un sensor de luminosidad y un sensor de movimiento, con el núcleo de control centrado en la versátil plataforma Arduino. Este sistema inteligente permitirá una gestión automatizada y personalizable de la iluminación, garantizando un entorno seguro, cómodo y energéticamente eficiente para los habitantes y visitantes del hogar.

III. APPLICACIONES ENFOCADAS A RESOLVER PROBLEMÁTICA

A partir de esta sección, se enumeran los distintos software que se han investigado para el trabajo.

A. *iConnectHue*:

Es una aplicación con un conjunto completo de características para controlar casi todos los aspectos de hue lights. La aplicación está disponible para iPhone y iPad para gestionar las luces Hue, al jugar con colores, efectos y animaciones dinámicas es puro entretenimiento [2].

Cabe mencionar que Iconnecthue es especialmente útil para configurar interruptores y otros productos accesorios. Además, el equipo de desarrollo ofrece constantemente nuevas actualizaciones y funciones:

Permite editar el estado de encendido/apagado, la luminosidad y el color de tus luces. Crea mejores temporizadores con más funciones y flexibilidad. Controla tus luces cuando no estés en casa. Además, todos los ajustes, escenas y luces se almacenan en el puente para ahorrar batería del teléfono [3].

Por otro lado, los temporizadores inteligentes de iConnectHue activan las lámparas Hue al amanecer, al atardecer o a cualquier hora definida. Incluso un temporizador reconoce si una persona está en casa o que sólo actúe un grupo de encendido o apagado. Además, un temporizador para dormir está listo con sólo dos toques [2].

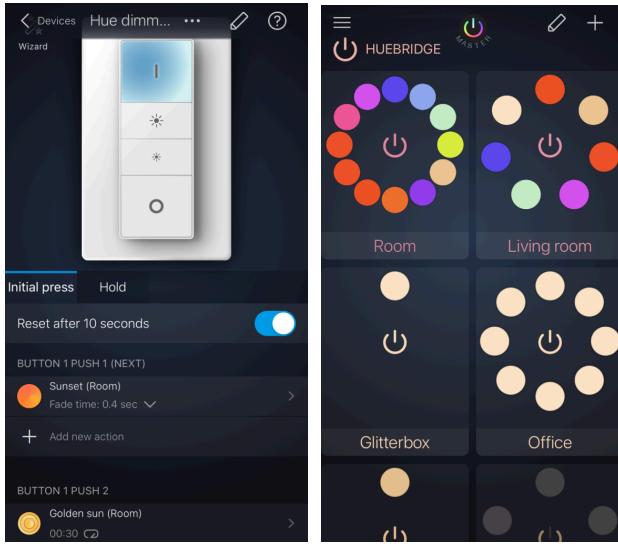


Imagen 01: Vista de interfaces del aplicativo iConnectHue

B. Tuya Smart:

Tuya Smart es una aplicación todo en uno, basado en el concepto de Smart Life, permite administrar todos los dispositivos de la casa desde cualquier lugar, permite también el control por voz vía Amazon Echo y Google Home. También permite conocer la información en tiempo real para asegurarse que los dispositivos funcionan adecuadamente, adicionalmente permite gestionar el funcionamiento de los dispositivos, apagado o prendido, según los niveles de temperatura, hora o lugar. En la imagen inferior se puede observar la gestión de luz del foco que la aplicación es capaz realizar [4] [5].

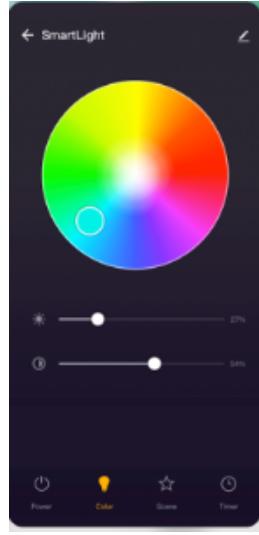


Imagen 02: Vista del panel de control de luz, aplicación Tuya Smart

C. Philips Hue:

El aplicativo de iluminación Philips Hue ofrece una manera apropiada de controlar la luz de forma inteligente. Esta aprovecha la automatización en el manejo de los focos, lámparas y otros accesorios que tiene Philips, haciendo

viable la posibilidad de hacer inteligente un entorno. Philips Hue cuenta con una línea de productos de iluminación que trata de un sistema de iluminación doméstica, permitiendo controlarla de manera fácil y conveniente[6].

Algunas de las funcionalidades que ofrece este sistema son: Control remoto para poder controlar luces desde cualquier lugar tan solo utilizando el teléfono móvil permitiendo encender, apagar, ajustar brillo, cambiar colores, etc. Otra funcionalidad que nos permite Philips Hue es la integración con otros dispositivos inteligentes como lo pueden ser asistentes de voz, lo cual genera una mejor experiencia de conexión en el hogar que se encuentra. Además se puede programar horario y rutinas de iluminación para que las luces se enciendan o apaguen automáticamente en ciertos momentos del día, se puede configurar activadores como por ejemplo para la detección de movimiento y también para la puesta del sol, este último punto guarda mucha relación con el tema del presente artículo[7].

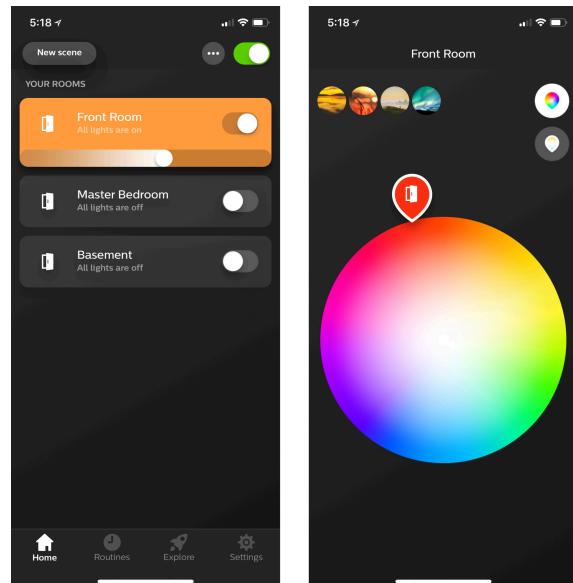


Imagen 03: Vista de interfaces del aplicativo Philips Hue.

Sobre otras características que posee Philips Hue, está disponible tanto para IOS como para Android, por el lado de Android está disponible para teléfonos, tablets, Chromebook y TV. El año de publicación de este aplicativo es el 2016, la versión actual es la 4.42.0, el aplicativo requiere de una versión de Android 10 o superior[6,7].

D. LIFX

Es una aplicación diseñada para controlar y gestionar bombillas inteligentes de la propia compañía LIFX. A través de la aplicación los usuarios pueden apagar y encender bombillas, ajustar su brillo, cambiar sus colores y guardar configuraciones con todas las opciones disponibles.

La aplicación también ofrece opciones de programación,

como por ejemplo hacer que las luces se enciendan suavemente por la mañana a la hora de despertar o se apaguen automáticamente durante la noche. Tanto los usuarios de Android como los de IOS pueden acceder a la aplicación[8].

La aplicación se puede integrar con asistentes de voz como Amazon Alexa, Google Assistant y Apple Homekit, para controlar las bombillas con comandos sencillos de voz. También se puede conectar con otras plataformas de domótica como SmartThings y IFTTT, para obtener una integración más amplia con otros dispositivos del hogar, ya sea con equipos de audio o alarmas de seguridad[9].



Imagen 04: Vista de interfaces del aplicativo LIFX

IV. ANÁLISIS COMPARATIVO

A. Comparación entre iConnectHue y Philips Hue:

Si bien ambas aplicaciones móviles, iConnectHue y Philips Hue, están diseñadas para funcionar con el sistema de iluminación Philips Hue, presentan diferencias significativas en términos de interfaz y funcionalidades.

En cuanto a la interfaz, iConnectHue se destaca por su diseño intuitivo y amigable para el usuario. La aplicación presenta una interfaz bien organizada que permite acceder fácilmente a todas las funciones y ajustes. Mientras que la interfaz de Philips Hue, ofrece una interfaz más minimalista y directa al punto, pero puede resultar un poco más compleja para los usuarios menos familiarizados con la tecnología.

Por otro lado, iConnectHue destaca por su interfaz intuitiva y opciones avanzadas de personalización y automatización. Es ideal para aquellos usuarios que desean tener un control completo sobre sus luces inteligentes y aprovechar al máximo todas sus funcionalidades. Por otro lado, Philips Hue ofrece una

experiencia más integrada con otros dispositivos y sistemas domésticos inteligentes, lo que puede ser especialmente atractivo para aquellos usuarios que buscan una solución más amplia para su hogar inteligente. La elección entre estas dos aplicaciones dependerá de las necesidades y preferencias individuales de cada usuario.

B. Comparación entre Philips Hue y App Tuya Smart:

Tuya Smart se destaca por su capacidad de administrar todos los dispositivos del hogar desde una sola aplicación, lo que brinda conveniencia y flexibilidad. Permite controlar dispositivos de iluminación, seguridad, climatización y más, todo desde cualquier ubicación. Además, su compatibilidad con asistentes de voz como Amazon Echo y Google Home ofrece la posibilidad de controlar los dispositivos mediante comandos de voz; Tuya Smart también proporciona información en tiempo real. Esta amplia gama de funciones hace que Tuya Smart sea una opción versátil para aquellos que buscan una solución integral para la automatización del hogar.

Por otro lado, Philips Hue se centra exclusivamente en la iluminación inteligente. Su aplicación permite un control preciso de las luces, con opciones para ajustar el brillo, cambiar colores e incluso crear rutinas programadas. La integración con otros dispositivos inteligentes y asistentes de voz brinda una experiencia de conexión más completa en el hogar. Philips Hue también ofrece opciones de control remoto, lo que significa que los usuarios pueden administrar sus luces desde cualquier lugar utilizando sus teléfonos móviles. Si bien Philips Hue no abarca tantos dispositivos como Tuya Smart, su enfoque especializado en la iluminación inteligente y las características avanzadas que ofrece la convierten en una opción atractiva para aquellos que buscan transformar su hogar en un entorno de iluminación personalizable y de alta calidad.

C. Comparación entre Philips Hue y Tuya Smart:

Estos dos aplicativos tienen una gran similaridad, dentro de las características similares que tienen, ambos aplicativos se enfocan en administrar los dispositivos de luminosidad que tienen a su alcance. Además ambos aplicativos pueden ser compatibles con varios asistentes de voz.

Philips Hue ofrece varios productos para adaptarse a diferentes necesidades, incluyendo bombillas estándar, tiras de luz, focos empotrados, lámparas de mesa, entre otros. Tuya Smart también ofrece una variedad de productos de iluminación, pero su enfoque se extiende más allá de la iluminación y abarca otros dispositivos para el hogar inteligente.

V. PROPUESTA

En cuanto al uso de las aplicaciones Philips Hue tiene facilidad de instalación y configuración. Su aplicación móvil es intuitiva y ofrece una interfaz de usuario amigable para controlar y personalizar las luces. Tuya Smart, por su parte, es una plataforma que permite la integración de varios dispositivos inteligentes en una sola aplicación.

Philips Hue se destaca por su enfoque especializado en la iluminación inteligente, con amplias opciones de personalización y compatibilidad con asistentes de voz populares y su disponibilidad es para dispositivos Android 10 o superior. Tuya Smart, por su parte, ofrece una plataforma más amplia para dispositivos inteligentes en el hogar, incluyendo iluminación y otros dispositivos y la disponibilidad es menor a partir de Android 6 y posteriores.

D. Comparación entre Tuya Smart y LIFX:

Ambas opciones brindan la capacidad de personalizar la iluminación de forma inteligente a través de aplicaciones móviles. Sin embargo, LIFX se especializa más en bombillas LED, mientras que Tuya Smart ofrece una plataforma más amplia que abarca una variedad de dispositivos inteligentes para el hogar. En cuanto a diseño, LIFX está diseñada específicamente para el control de la iluminación, por lo que presenta más opciones en ese aspecto, mientras que Tuya Smart solo tiene opciones más generales para controlar la iluminación.

En cuanto a la conectividad, LIFX utiliza exclusivamente Wi-Fi para conectar las bombillas inteligentes con la red doméstica de Internet. Por otro lado, Tuya Smart emplea una plataforma en la nube y brinda opciones de conectividad para Wi-Fi, Bluetooth y otros protocolos. Ambas ofrecen opciones de integración con asistentes de voz populares, sin embargo, Tuya Smart tiene una ventaja en términos de interoperabilidad, por su compatibilidad con más dispositivos inteligentes.

En términos de precio, las bombillas inteligentes de LIFX tienden a ser más costosas en comparación con las que ofrece Tuya Smart. Debido a que sus bombillas son más especializadas en cuanto al color y tono de las bombillas. Por otro lado, Tuya Smart al tener un catálogo más amplio de opciones, puede ofrecer precios más cómodos para los usuarios. Al final la decisión la tiene el usuario, dependiendo de sus necesidades. Si se busca una solución más amplia y versátil, Tuya Smart puede ser la mejor opción. Si se quiere una solución más enfocada en cuanto a la iluminación LIFX podría ser la elección preferida.

Se propone implementar la integración de una aplicación Android con dispositivos IoT, específicamente un sensor de luminosidad y un sensor de movimiento, utilizando la plataforma Arduino como controlador central.

A. Descripción:

La propuesta consiste en la instalación de sensores de luminosidad y movimiento en áreas clave, como escaleras y cuartos, junto con dispositivos de iluminación controlados por ESP8266. Estos sensores estarán conectados al ESP8266 que actuará como el cerebro del sistema domótico. El ESP8266 estará conectado a la red Wi-Fi de la casa y se comunicará con una aplicación Android a través de una conexión inalámbrica, ver Imagen 05.

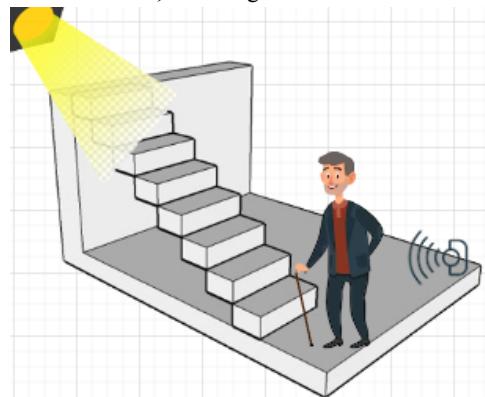


Imagen 05: Gráfico representativo de la propuesta

Cuando el sensor de luminosidad detecte una disminución en la luz ambiental por debajo de un umbral predefinido, enviará una señal al ESP8266 indicando que se debe encender la luz. Al mismo tiempo, el sensor de movimiento detectará la presencia de una persona en el área y también enviará una señal a la placa ESP8266. La placa ESP8266 interpretará estas señales y, a través de la conexión Wi-Fi, enviará una notificación a la aplicación Android instalada en el teléfono del usuario.

La aplicación Android permitirá al usuario recibir notificaciones en tiempo real sobre los eventos detectados, así como controlar manualmente el encendido y apagado de las luces desde su dispositivo móvil. Además, se podrán configurar la intensidad de la iluminación, lo que permitirá una mayor personalización y ahorro energético.

i. Bloques del sistema:

El sistema domótico se basa en cinco bloques principales [9] (Imagen 06):

- a. *Aplicación móvil:* Interfaz de usuario en el dispositivo móvil. Permite al usuario acceder a datos históricos almacenados en la nube y visualizarlos gráficamente o en formato de tabla.
- b. *Service Cloud (AWS IoT):* Almacena y gestiona los datos provenientes del dispositivo IoT en la nube de

AWS. Gestiona la comunicación entre la aplicación Android y el dispositivo IoT. Facilita el envío de comandos desde la aplicación al dispositivo IoT y recibe datos en tiempo real.

- c. *Unidad de Control (ESP8266)*: Controla el flujo de datos entre los sensores, los actuadores y el servicio cloud AWS IoT. Además, permite la comunicación bidireccional mediante el protocolo MQTT.
- d. *Sensores (Sensor LDR KY-018, Sensor PIR HC-SR501)*: Detecta la intensidad de la luz ambiental y el movimiento y envía los datos a la unidad de control (ESP8266).
- e. *Actuadores (Luces LED)*: Controla las luces LED en base a los comandos recibidos desde el servicio cloud AWS IoT a través de la unidad de control (ESP8266).

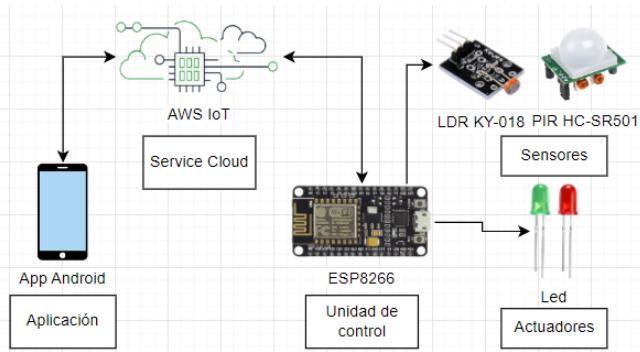


Imagen 06: Arquitectura del sistema

B. Planificación:

ii. Recursos

a. ESP8266

El ESP8266 (ver Imagen 08) es un chip fabricado por Espressif que gracias a sus características y módico precio ha logrado convertirse en uno de los adaptadores Wifi más conocidos. El ESP8266 está incluido en una gran variedad de módulos de diferentes formas y formatos [10].

PIN DEFINITION

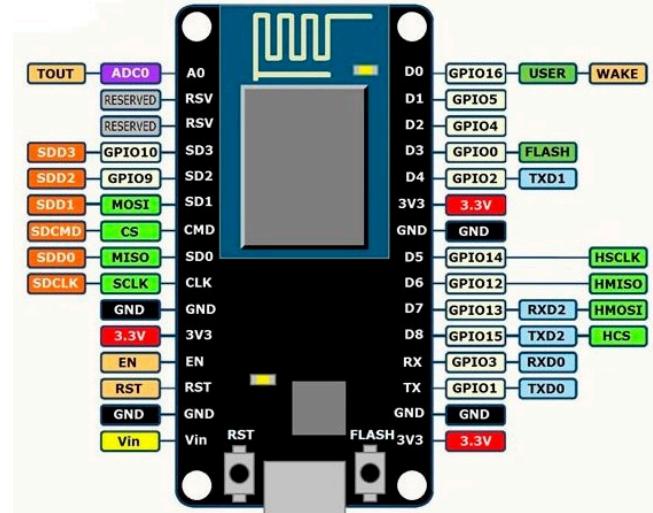


Imagen 08: Módulo WIFI ESP8266 [11]

ESP8266 tiene las siguientes características técnicas [10][12]: ESP8266 es un chip que integra en un encapsulado un procesador de propósito general con conectividad WiFi completa. Cuenta con el procesador integrado Tensilica L106 de 32-bits con arquitectura RISC que funciona a una velocidad de 80Mhz, con una velocidad máxima de 160Mhz. Además, cuenta con 32 KiB RAM instrucciones, 32 KiB RAM cache, WiFi 802.11 b/g/n 2.4GHz (soporta WPA/WPA2), y un voltaje de operación 3.0 a 3.6V.

b. LED Ultra Brillante Verde 5 mm

LED Ultra Brillante Verde 5 mm (ver Imagen 09) es de gran ayuda en la elaboración de un proyecto al utilizarlo como indicador de estado de algún pin.. Además brinda un menor consumo energético, tienen un ciclo prolongado de vida, no emiten una alta cantidad de calor [13].



Imagen 09: Led Blanco Transparente Verde Brillante 5mm [14]

El LED Ultra Brillante Blanco 5 mm tiene las siguientes características técnicas [13][14]: Color emitido es blanco, diámetro es 5mm, color del lente es transparente, corriente es 20 mA, el

voltaje: 3.2 a 3.4V, milicandelas: 13000 a 15000.

c. Sensor de luz LDR

El sensor de luz LDR (ver Imagen 10) es un dispositivo electrónico foto-resistor que permite medir la intensidad de la luz. Puede determinar la presencia o ausencia de luz [15].

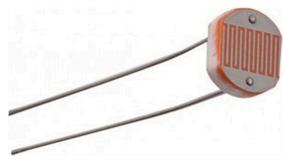


Imagen 10: Sensor de luz LDR [16]

El sensor de luz LDR tiene las siguientes características técnicas [15][16]: Proporciona una señal analógica que varía con la cantidad de luz recibida y puede utilizarse para medir luz ambiente, luz infrarroja o ultravioleta, su voltaje de funcionamiento va de 3.3 V a 5 V y su salida es analógica, a mayor oscuridad el sensor emitirá valores cercanos a 1023, mayor resistencia eléctrica; mientras que a mayor cantidad de luz, valores cercanos a 0, menor resistencia eléctrica.

d. Módulo Sensor PIR HC-SR501

El módulo Sensor PIR HC-SR501 (ver Imagen 11) tiene como función detectar movimiento de personas. Son baratos, pequeños, de bajo consumo y fáciles de utilizar, además no se desgastan. Los sensores PIR son perfectos para detectar cuando una persona ingresa o abandona un espacio [17].



Imagen 11: Módulo Sensor PIR HC-SR501 [18]

El módulo Sensor PIR HC-SR501 tiene las siguientes características técnicas [17][18]: Cuenta

con 2 potenciómetros que permiten regular la sensibilidad y el tiempo de duración del pulso. Su voltaje de operación va de 4.5VDC a 20VDC y su rango de detección es de 3 a 7 metros.

iii. Tablero Kanban y Cronograma

Para el desarrollo de esta aplicación, proponemos utilizar la metodología Kanban (*ver Imagen 12*). Esto permitirá un enfoque ágil y flexible en la gestión del proyecto, asegurando una mayor eficiencia y adaptabilidad a medida que se avanza en las diferentes etapas del desarrollo.

A screenshot of a digital Kanban board titled 'Tareas'. The board is divided into three columns: 'Sin empezar' (6 tasks), 'En progreso' (1 task), and 'Lista' (3 tasks).
 - 'Sin empezar':
 - Aducción de material (RONY TITO VENTURA RAMOS, jchile@unsa.edu.pe)
 - Establecer el diseño de hardware y software necesarios (jchile@unsa.edu.pe, jbegazot@unsa.edu.pe, RONY TITO VENTURA RAMOS, PERCY SANTIAGO FLORES QUISPE)
 - Proyecto: rendimiento (checkbox checked)
 - Configuración inicial (RONY TITO VENTURA RAMOS, jchile@unsa.edu.pe)
 - Montaje e instalación de hardware (jchile@unsa.edu.pe, PERCY SANTIAGO FLORES QUISPE)
 - Desarrollo del software y la aplicación Android (jchile@unsa.edu.pe, RONY TITO VENTURA RAMOS, PERCY SANTIAGO FLORES QUISPE, jbegazot@unsa.edu.pe)
 - Pruebas y depuración (PERCY SANTIAGO FLORES QUISPE, RONY TITO VENTURA RAMOS)
 - Implementación final y documentación (jchile@unsa.edu.pe, jbegazot@unsa.edu.pe)
 - 'En progreso':
 - + Nuevo
 - 'Lista':
 - Investigar sobre la tecnología Arduino y su integración con Android (RONY TITO VENTURA RAMOS, jchile@unsa.edu.pe)
 - Definir tema de investigación (PERCY SANTIAGO FLORES QUISPE, jbegazot@unsa.edu.pe)
 - Definir los requisitos y funcionalidades del sistema (jchile@unsa.edu.pe, jbegazot@unsa.edu.pe, RONY TITO VENTURA RAMOS, PERCY SANTIAGO FLORES QUISPE, RONY TITO VENTURA RAMOS)
 - + Nuevo

Imagen 12: Tablero Kanban del desarrollo del sistema

Se muestra el cronograma (*ver Imagen 13*) de las tareas a realizar, partiendo de las tareas mencionadas en el Tablero Kanban.

A screenshot of a Gantt chart titled 'Cronograma del desarrollo del sistema'. The chart shows tasks scheduled from May 15 to May 26, 2023.
 - The tasks are listed in a tree structure:
 - Root: Investigar sobre la tecnología Arduino y su integración con Android
 - Child: Definir tema de investigación
 - Child: Definir los requisitos y funcionalidades del sistema
 - Child: Establecer el diseño de hardware y software necesarios
 - Child: Adquisición de material
 - Child: Configuración inicial
 - Child: Montaje e instalación de hardware
 - Child: Desarrollo del software y la aplicación Android
 - Child: Pruebas y depuración
 - Child: Implementación final y documentación
 - A red circle highlights the date '23' on the calendar, which corresponds to the 'Definir los requisitos y funcionalidades del sistema' task.

Imagen 13: Cronograma del desarrollo del sistema

VII. IMPLEMENTACIÓN

1. FASE INICIAL O DE PLANEACIÓN:

En esta fase se detallan las actividades que se van a realizar para la implementación de la propuesta de solución:

- Utilizar servicios de Amazon Web Service.
 - Implementar la vista de inicio de sesión en Jetpack Compose.
 - Implementar la vista de registro en Jetpack Compose.
 - Realizar las vistas de home, options, cuenta y registros.
 - Realizar la implementación de la placa ESP8266 con los respectivos sensores de luz y movimiento.
 - En la vista home se implementará un diagrama de barras alusivo a la cantidad más alta de luminosidad de un día.
 - En la vista de opciones se implementará un botón para encender, apagar, controlar la luminosidad y poner en automático.
 - En la vista de cuenta se implementará la modificación de datos de la cuenta del usuario.
 - En la vista de registros se tendrá el listado de los registros de luminosidad.

2. FASE DE IMPLEMENTACIÓN

Se está utilizando el servicio IOT Core de AWS puesto que nos permite conectar dispositivos IOT por medio del protocolo MQTT. AWS IoT Core ofrece una plataforma robusta para la conectividad, la administración de dispositivos y la recopilación de datos de dispositivos IoT. Además, permite la definición de reglas para enrutar los mensajes que recibe nuestro tópico. En este caso enrutamos todos los datos de iluminación que recibiremos, hacia nuestra base de datos.

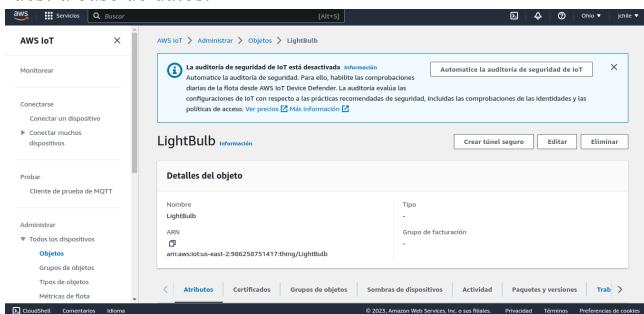


Imagen 14: Servicio IOT Core de AWS

El servicio Dynamo nos permite almacenar nuestros registros enviados por el dispositivo IOT, esto se realiza por medio de la configuración de una regla del servicio de IOT Core mencionada anteriormente. Dynamo nos permite guardar diversos tipos de datos según la aplicación lo requiera. En nuestro caso almacenamos los datos del dispositivo en formato JSON.

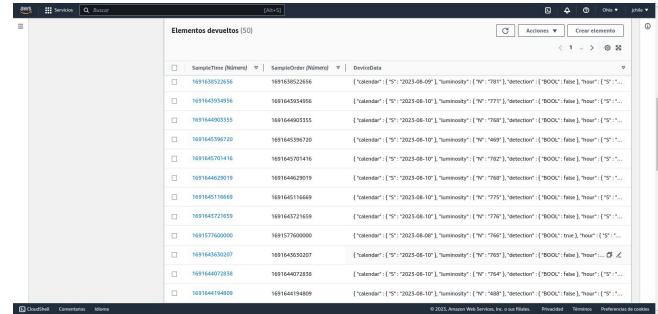


Imagen 15: Servicio Dynamo de AWS

Se está utilizando el servicio AWS Lambda para acceder a los datos almacenados en Dynamodb. Hemos definido dos rutas diferentes, cada una con sus respectivas operaciones. En nuestra primera función, recibimos como parámetro la cantidad de días hacia atrás que deseamos procesar. Luego, almacenamos en un arreglo el registro con el mayor valor de luminosidad de cada día y, finalmente, devolvemos un arreglo con estos registros almacenados previamente. En cuanto a la segunda función, esta se utilizará para realizar la paginación correspondiente. Extrayendo los elementos en función del número de página y la cantidad de elementos por página.

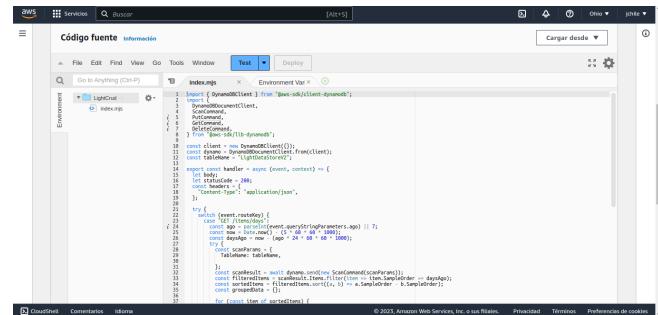


Imagen 16: Servicio Lambda de AWS

Estamos empleando el servicio API Gateway para definir las rutas que fueron previamente configuradas con AWS Lambda. Los métodos HTTP, tales como GET, POST, PUT y DELETE, determinan qué tipo de acción se debe llevar a cabo en un recurso particular. En esta situación, el método GET está siendo utilizado para la recuperación de información para la paginación y para los gráficos de la aplicación.

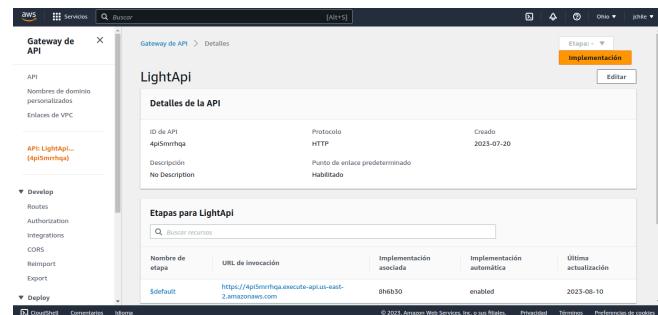


Imagen 17: Servicio Gateway de API de AWS

Se está haciendo uso del servicio Cognito para facilitar el registro, inicio de sesión y otras operaciones de los usuarios, como la edición de contraseñas y datos personales. Además, Cognito brinda la posibilidad de personalizar tanto el flujo de registro como el de

inicio de sesión, ajustándose según las necesidades específicas de la aplicación.

The screenshot shows the AWS Cognito Groups interface. In the top navigation bar, there are tabs for 'Grupos de usuarios' and 'Grupos de identidades'. Below the navigation, a breadcrumb trail shows 'Amazon Cognito > Grupos de usuarios > LightAccounts'. A sub-header 'LightAccounts Información' is present. The main content area is titled 'Información general sobre el grupo de usuarios' and displays the following details:

- Nombre del grupo de usuarios: LightAccounts
- ARN: arn:aws:cognito-idp:us-east-1:2986238751417:userpool/us-east-1_5tDQc9oF
- ID de grupo de usuarios: us-east-1_5tDQc9oF
- Número estimado de usuarios: 5
- Hora de creación: 27 de julio de 2023, 19:04 GMT-5
- Hora de la actualización más reciente: 31 de julio de 2023, 21:47 GMT-5

Below this, there's a section titled 'Introducción' and a navigation bar with tabs for 'Usuarios' (selected), 'Grupos', 'Experiencia de inicio de sesión', 'Experiencia de inscripción', 'Mensaje', and 'Integración de i...'. At the bottom, there are links for 'Discard', 'Commentary', and 'Delete'.

Imagen 18: Servicio Cognito de AWS

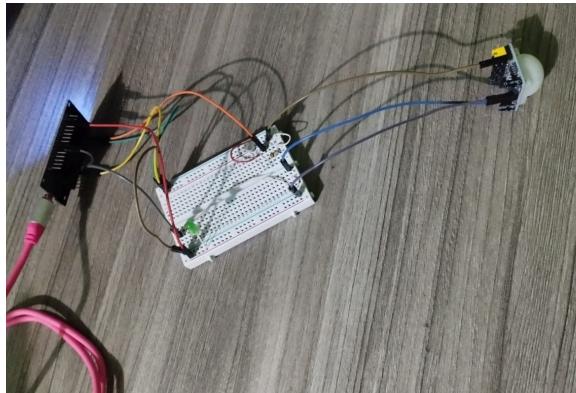


Imagen 19: Montaje de la placa ESP8266 con los sensores

Para la integración del proceso de inicio de sesión, hemos empleado Jetpack Compose como parte de la interfaz de usuario. Asimismo, hemos optado por el servicio de autenticación Cognito de AWS para gestionar la autenticación de manera efectiva.



Imagen 20: Inicio de sesión del aplicativo

En el proceso de registro de cuenta, hemos simplificado los campos requeridos para la creación del usuario. En este caso, solicitamos el nombre de usuario, la dirección de correo electrónico y la contraseña.



Imagen 21: Registro de usuario del aplicativo

La vista de home se elaboró con la finalidad de poder mostrar las lecturas de luminosidad más altas determinadas en un día. Además el diagrama de barras está hecho con Canvas.



Imagen 22: Vista de home del aplicativo

En la pantalla de opciones, se presentan varias acciones disponibles para la interacción del usuario. La función principal se activa mediante el enfoque, que cumple el rol de un botón para

encender y apagar el LED. Además, se ofrece la capacidad de ajustar la intensidad de la luz de manera personalizada. Asimismo, se brinda la opción de seleccionar el modo manual para un mayor control del dispositivo.



Imagen 23: Opciones de iluminación

La sección de la cuenta presenta una interfaz sencilla que facilita la visualización y modificación de la información del usuario, como el nombre de usuario y la dirección de correo electrónico.



Imagen 24: Vista de cuenta del usuario

La última pantalla corresponde a la visualización de los registros de lecturas de luminosidad. Estas lecturas se cargan mediante un proceso de paginación continuo.



Imagen 25: Vista de registros de luminosidad

VIII. LECCIONES APRENDIDAS

- La integración de la tecnología Arduino y Android ofrece una oportunidad para desarrollar sistemas domóticos accesibles, personalizables y de bajo costo. Arduino actúa como el controlador central, mientras que Android proporciona la interfaz de usuario para el control y la programación.
- La implementación de una interfaz de usuario intuitiva en Jetpack Compose facilita la navegación y el control de la aplicación para los usuarios.
- La capacidad de control remoto y la recepción de notificaciones en tiempo real proporcionan una experiencia más conveniente y efectiva para los usuarios.
- Las nuevas versiones del IDE Arduino no tienen la opción de subir archivos locales a la memoria de la placa; por ende se recomienda usar versiones antiguas como la versión 1.8.19, aunque son incómodas, poseen todas las funcionalidades necesarias para el desarrollo en Arduino.

IX. CONCLUSIONES

En primer lugar, se identificó un problema común en el mercado de la automatización del hogar: la falta de sistemas integrados que ofrezcan tanto control de hardware como una interfaz de usuario amigable. La solución presentada aborda esta

problemática al combinar dispositivos de hardware ESP8266 controlados por Arduino con una interfaz de usuario intuitiva y atractiva desarrollada con Jetpack Compose.

A través de la implementación exitosa del sistema, se demostró la viabilidad técnica y práctica de la solución propuesta. Los sensores de luminosidad y movimiento integrados permitieron un control preciso y eficiente de la iluminación, mientras que la plataforma en la nube de AWS facilitó la comunicación bidireccional y el almacenamiento de datos.

La aplicación Android resultante ofrece a los usuarios un control completo sobre la iluminación de su hogar, permitiéndoles ajustar la intensidad de la luz, establecer modos automatizados y recibir notificaciones en tiempo real sobre eventos detectados. La integración de AWS Lambda y DynamoDB proporcionó una sólida base para el procesamiento y el análisis de datos, lo que permitirá a los usuarios tomar decisiones informadas y eficientes en el futuro.

A través de la implementación de esta solución, se demostró que la tecnología Arduino y Android pueden converger de manera efectiva para crear sistemas domóticos personalizados y asequibles. La experiencia adquirida durante el desarrollo resalta la importancia de la integración adecuada de dispositivos de hardware y una interfaz de usuario intuitiva para lograr un sistema eficiente y atractivo.

Por último, como trabajo futuro la incorporación de sensores adicionales, como detección de calidad del aire o humedad, podría contribuir a la creación de un ecosistema domótico aún más completo y adaptable a múltiples escenarios. Asimismo, la expansión de la aplicación a diferentes plataformas y dispositivos, así como la exploración de nuevos protocolos de comunicación que podrían proporcionar una mayor flexibilidad y accesibilidad a los usuarios.

REFERENCIAS

- [1] A. R. Ramos et al, "Diseño de un sistema domótico basado en plataformas de hardware libre", Revista Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones, ISSN: 1815-5928, v. 43, n. 2, p. 47-61, 2022.
- [2] Iconnecthue, (2018). "Features" [Internet]. Disponible en <https://connecthue.com/features/>. [Consultado: Mayo 22, 2023]
- [3] Hue Home Lighting, (2017). "Iconnecthue User Review - Is It Worth It?". [Internet]. Disponible en <https://huehomelighting.com/connecthue-review/>. [Consultado: Mayo 22, 2023]
- [4] "Tuya smart," Google.com. [Online]. Available: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.tuya.smart&hl=en&gl=US>. [Accessed: 23-May-2023].
- [5] "All in one app," Tuya.com. [Online]. Available: <https://www.tuya.com/product/app-management/all-in-one-app>. [Accessed: 23-May-2023].
- [6] Página oficial de Philips Hue Perú (2013). [Internet]. Disponible en <https://www.lighting.philips.com.pe/consumer/about-hue#sync> [consultado: Mayo 23, 2023]
- [7] Signify Netherlands B.V, Philips Hue (2021). [Internet]. Disponible en <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.philips.lighting.hue2&hl=es&gl=US> [consultado: Mayo 23, 2023]
- [8] "App" Lifx.com. [Online]. Available: <https://www.lifx.com/pages/app> [Accessed: 23-May-2023].
- [9] E. Cedeño, "Desarrollo de un sistema domótico y aplicación para dispositivos móviles Android para control de luces", Tesis de pregrado, Universidad Autónoma del Estado de México, Centro Universitario UAEM Zumpango, Ingeniería en Computación, 2018.
- [10] Naylamp Mechatronics (2023). "Tutorial ESP8266 Parte I". [Internet]. Disponible en https://naylampmechatronics.com/blog/21_tutorial-es8266-parte-i.html. [Consultado: Mayo 20, 2023]
- [11] Micro log (2023). "Módulo WIFI ESP8266". [Internet]. Disponible en <https://www.micro-log.com/esp32/3883-modulo-wifi-esp8266.html>. [Consultado: Mayo 20, 2023]
- [12] Llamas, L. (2018). "ESP8266, la alternativa a Arduino con Wifi". [Internet]. Disponible en <https://www.luisllamas.es/esp8266/>
- [13] Fervicom (2023). "Led 5mm Difuso Piloto Blanco, Rojo, Verde, Azul, Amarillo Color A Amarillo". [Internet]. Disponible en <https://www.fervicom.com/leds/362-428-led-5mm-difuso-piloto.html>. [Consultado: Mayo 20, 2023]
- [14] Geekbot Electronics (2023). "LED Difuso Verde 5 mm". [Internet]. Disponible en <https://geekbotelectronics.com/tienda/producto/led-difuso-verde-5-mm/>. [Consultado: Mayo 20, 2023]
- [15] "RETO 9: EL SENSOR DE LUZ LDR, OTRO INPUT ANALÓGICO," EDUCAR para el CAMBIO, Oct. 09, 2017. Available: <https://educarparaelcambio.com/arduino/reto-9-el-sensor-de-luz-ldr-otro-input-analogico/>. [Accessed: Aug. 10, 2023]
- [16] Robótica Fácil, (2023). "Sensor Luz LDR KY-018". [Internet]. Disponible en <https://roboticafacil.es/prod/sensor-luz-ldr-ky-018/>. [Consultado: Mayo 20, 2023]
- [17] Naylamp Mechatronics, (2023). "Módulo Sensor PIR HC-SR501". [Internet]. Disponible en <https://naylampmechatronics.com/sensores-proximidad>

- ad/55-modulo-sensor-pir-hc-sr501.html. [Consultado: Mayo 20, 2023]
- [18] Electromanía, (2023). " Sensor PIR HC-SR501 ". [Internet]. Disponible en <https://www.electromania.pe/producto/sensor-pir-hc-sr501/>. [Consultado: Mayo 20, 2023]