



ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Desarrollo de un dispositivo de medición de la radiación solar con monitoreo IoT basado en Ubidots.

Development of a solar radiation measurement device with IoT monitoring based on Ubidots

José Hernán Colcha Ulcuango

Instituto Superior Tecnológico Luis Tello, Esmeraldas, Ecuador

jhcolcha@insluestello.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-6907-7688>

Autor de Correspondencia: José Hernán Colcha Ulcuango, jhcolcha@insluestello.edu.ec

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido: 5 agosto 2024 | **Aceptado:** 27 septiembre 2024 | **Publicado online:** 3 octubre 2024

CITACIÓN

Colcha Ulcuango, H. Desarrollo de un dispositivo de medición de la radiación solar con monitoreo IoT basado en Ubidots. *Revista Social Fronteriza* 2024; 4(5): e459. [https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4\(5\)459](https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(5)459)



Esta obra está bajo una licencia internacional. [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)





RESUMEN

El impacto del índice de radiación ultravioleta cada día es más intenso y peligroso para la salud de la piel y la vista de las personas, especialmente para los estudiantes del Instituto Superior Luis Tello, Ecuador. Los estudiantes se exponen al sol intenso en sus actividades académicas de recreación en la institución por ese motivo, se propuso un sistema tecnológico basado en internet de las cosas (IoT) para informar del índice ultravioleta (UV) al que se encuentran expuestos y tomen precauciones para salir a sus actividades en patio. Se desarrolló un dispositivo para medición de la radiación solar y una aplicación en el tablero de datos de la plataforma Ubidots para visualizar y gestionar alarmas, en el tiempo de seguimiento el sistema detectó un índice UV aumenta considerablemente en la mañana y al medio día bordeando valores de 8 y 9 y según la Organización Mundial de la Salud (OMS), es catalogada como de muy alto peligro: recomienda usar prendas que cubran la mayor parte del cuerpo, protector solar, sombrero y anteojos de sol. En el instituto los estudiantes realizan sus actividades de recreación al aire libre sin ninguna protección del rostro y brazos por falta de recursos económicos por ende mediante el desarrollo de este proyecto se busca prevenir enfermedades caudas por el sol.

Palabras clave: Internet de las cosas, Dispositivo, Radiación solar, Monitoreo, Salud, Monitoreo, Aplicación, Índice ultravioleta

ABSTRACT

The impact of the ultraviolet radiation index is more intense and dangerous every day for the health of people's skin and eyesight, especially for students at the Instituto Superior Luis Tello, Ecuador. Students are exposed to the intense sun in their academic recreational activities at the institution. For this reason, a technological system based on the Internet of Things (IoT) was proposed to report the ultraviolet (UV) index to which they are exposed and take precautions. to go out to their activities in the yard. A device was developed to measure solar radiation and an application on the data board of the Ubidots platform to view and manage alarms. During the monitoring time, the system detected a UV index that increased considerably in the morning and at noon, bordering on values 8 and 9 and according to the World Health Organization (WHO), it is classified as very high danger: it recommends wearing clothing that covers most of the body, sunscreen, a hat and sunglasses. At the institute, students carry out their outdoor recreation activities without any protection of their faces and arms due to lack of economic resources, therefore, through the development of this project, they seek to prevent diseases caused by the sun.

Keywords: Internet of Things, Device, Solar Radiation, Monitoring, Health, Monitoring, Application, Ultraviolet Index





1. Introducción

Según Domínguez (2020) el internet de las cosas, hace referencia a la conexión de los objetos cotidianos a través del internet. Su implantación es cada vez mayor y abarca varios sectores tales como la energía, el medio ambiente y la medicina. Hoy en día es cada vez más frecuente encontrar dispositivos capaces de ser monitoreados de forma remota a través del internet, bien sea para su control o para obtener información de los sensores que lleven incorporados (p, 12). Uno de los procesos donde el IoT apoya es la salud la cual consiste en la recopilación y mediciones de parámetros médicos, funciones vitales y factores pueden afectar al ser humano, mediante sensores y dispositivos conectados. Los sensores integrados en las estaciones meteorológicas, y los equipos industriales en cualquier lugar del planeta, pueden detectar muchas variables climáticas como la radiación UV.

De acuerdo a los últimos reportes del diario El comercio (2023) el Instituto Nacional de Hidrología y Meteorología (INAMHI). en el Ecuador existe un aumento significativo de los índices de radiación solar en los últimos meses, “la mayoría de las provincias del Ecuador sufren de radiación UV alta y muy alta” (La Hora, 2020). Los expertos aclaran que los índices están relacionados al deterioro de la capa de ozono provocado por el calentamiento global. En Esmeraldas la escala alcanzó los 8 puntos, es decir, una categoría muy alta. especialmente en horarios de 10:00 a 16:00 horas. En base al Registro Nacional de Tumores de la Sociedad de Lucha contra el Cáncer (Solca) en Ecuador desde 2013 hasta 2017 “la tasa de incidencia del cáncer de piel (casos nuevos) fue de 38,2% por cada 100 000 habitantes en mujeres y 43,7% en hombres” (El comercio, 2022). También informa que en Esmeraldas en mismo año se registró 14 casos y en 2018 detectó 13 de cáncer de piel, mientras que en 2019 fueron 83 lesiones sospechosas. las causas se deben a exposición al clima y al ambiente en actividades como transporte en motocicletas por el trabajo y actividades de recreación al aire libre en jóvenes y niños

El lugar escogido para la realización del presente trabajo, corresponde al Instituto Superior Tecnológico Luis Tello ubicado en el sitio la Propicia, perteneciente a la parroquia Simón Plata Torres, cantón Esmeraldas de la provincia de Esmeraldas, esta institución de educación superior cuenta con 600 estudiantes de diferentes carreras, funciona de forma matutina, vespertina y nocturna, los estudiantes realizan actividades prácticas técnicas y de recreación



al aire libre como el caso de la carrera de entrenamiento deportivo, adicionalmente la mayor parte de estudiantes utiliza motos para transportarse, mismos que pasan expuestos al sol diariamente, y con alto riesgo de adquirir enfermedades causadas por la radiación UV como cáncer de piel y enfermedades de la vista.

En el trabajo de Mañay, Chiliquinga, Taco y Moreno (2022). Se implemento un sistema de Internet de las cosas para el monitoreo del índice ultravioleta en la comunidad de Chirinche Bajo, este sistema estaba formado por un dispositivo de monitoreo de radiación UV, mismo que recoge la radiación UV a través del sensor, El equipo fue vinculado al enrutador Wifi inalámbrico, que transmite los datos a través de la red TCP/IP , a la plataforma IoT Ubidots, donde se almacena la variable del sensor UV, en un gráfico fácil de usar la interfaz está disponible y se generan alarmas de alerta temprana para informar al agricultor cuando hay un Alto índice de radiación UV

2. Desarrollo

a. Elementos de control empleados para el desarrollo del dispositivo de medición de la ración solar

b. Internet de las cosas (IoT)

El concepto de Internet de las Cosas (IoT) se ha convertido en una tendencia dominante en la actualidad debido a los numerosos beneficios que ofrece al ser implementado en los hogares. En la actualidad, la tendencia de esta tecnología ha hecho posible que la mayoría de dispositivos electrónicos de la existencia cotidiana, como teléfonos móviles, tabletas, ordenadores, neveras, etc., se comuniquen con la nube y generen informes (Novillo et al., 2018, p. 13).

c. Ubidots

Ubidots es una Plataforma habilitadora del Internet de las Cosas que permite a miles de ingenieros, desarrolladores y empresas, desplegar soluciones IoT de manera rápida y sin necesidad de contratar un equipo de desarrollo de software o tardar demasiado tiempo en desplegar soluciones a sus clientes finales. Lo utilizan cientos de usuarios finales, integradores de sistemas y OEM usan el software IIoT para la adquisición de datos en la

nube, análisis y visualización, facilitando la toma de decisiones en tiempo real.

d. Índice de radiación solar Ultravioleta (UV)

“El índice UV es un indicador de la intensidad de radiación ultravioleta proveniente del sol en la superficie terrestre en una escala que comienza en 0 y no está acotado superiormente. El índice UV también señala la capacidad de la radiación UV solar de producir lesiones en la piel. Debido a que el índice y su representación variaban dependiendo del lugar, la Organización Mundial de la Salud junto con la Organización Meteorológica Mundial, y otras organizaciones publican un sistema estándar de medición del índice UV y una forma de presentarlo al público incluyendo un código de colores asociado” (Enciclopedia Wikipedia, 2023). Tal como se observa en la tabla 1.

Tabla 1

Índice Ultravioleta: categorías de exposición

Color	Riesgo	Índice UV	Protección sugerida
 Verde	Bajo	0-2	Puede permanecer al exterior sin riesgo
 Amarillo	Moderado	3-5	Manténgase a la sombra en las horas del mediodía
 Naranja	Alto	6-7	Póngase camisa, bloqueador solar y gorro
 Rojo	Muy alto	8-10	Evite salir durante el mediodía, busque sombra
 Morado	Extremadamente alto	11+	Evite exponerse, la camisa, protector y gorro son imprescindibles

Fuente: Adaptado de enciclopedia Wikipedia, 2023

e. Módulo Sensor de Luz Ultravioleta (UV) ML8511

El ML8511 es un sensor UV adecuado para adquirir la intensidad UV en interiores o exteriores. El ML8511 está equipado con un amplificador interno que convierte la fotocorriente en voltaje dependiendo de la intensidad de los rayos UV. Esta característica única ofrece una interfaz sencilla para circuitos externos como ADC. En el modo de apagado, la corriente de espera típica es de $0,1\mu\text{A}$, lo que permite una mayor duración de la batería (LAPIS Semiconductor Co, 2013).

f. Tarjeta NodeMCU ESP8266

La tarjeta de desarrollo ESP8266 según la empresa Naylamp Mechatronics (2023):

Es una plataforma de desarrollo similar a Arduino especialmente orientada al Internet de las cosas (IoT). La placa NodeMcu v2 ESP8266 tiene como núcleo al SoM ESP-12E que a su vez está basado en el SoC Wi-Fi ESP8266, integra además el conversor USB-Serial TTL CP2102 y conector micro-USB necesario para la programación y comunicación a PC. NodeMcu v2 ESP8266 está diseñado especialmente para trabajar montado en protoboard o soldado sobre una placa. Posee un regulador de voltaje de 3.3V en placa, esto permite alimentar la placa directamente del puerto micro-USB o por los pines 5V y GND. Los pines de entradas/salidas (GPIO) trabajan a 3.3V por lo que para conexión a sistemas de 5V es necesario utilizar convertidores de nivel como: Conversor de nivel 3.3-5V 4CH o Conversor de nivel bidireccional 8CH - TXS0108E.

g. Módulo de pantalla LCD de 16 x 2 pulgadas

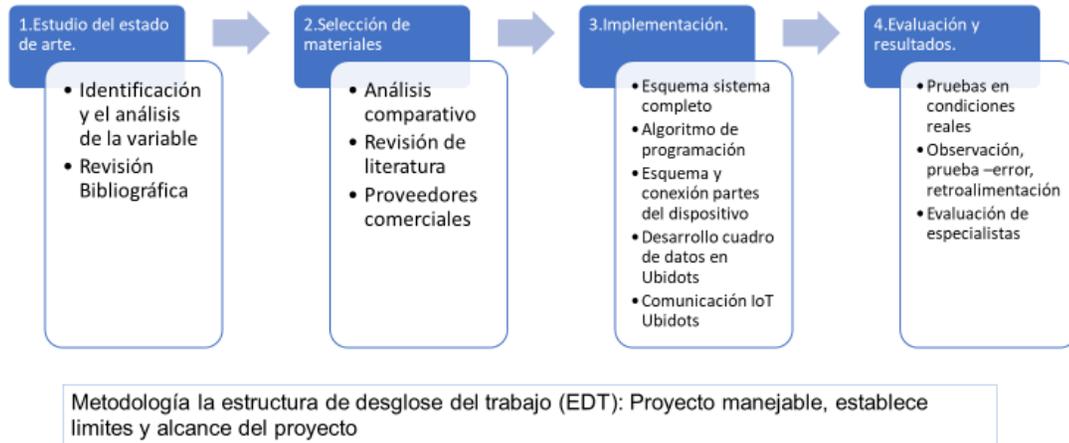
Display de cristal líquido (LCD) de tipo alfanumérico de 2 filas por 16 columnas. Con Backlight tipo led de color azul. Este dispositivo utiliza el controlador HD44780. Hay muchas combinaciones disponibles, como 8x1, 8x2, 10x2, 16x1, etc. Pero el más utilizado es el LCD 16x2. Todas las pantallas LCD mencionadas anteriormente tendrán 16 pines y el enfoque de programación también es el mismo (Electronica plug and play, 2024).

3. Metodología

El método analítico y síntesis se empleará para definir características del dispositivo, determinación la comunicación, plataforma IoT. Posterior a un análisis y síntesis de trabajos anteriores, se ha utilizado la metodología la estructura de desglose del trabajo (EDT), también conocida por su nombre en inglés Work Breakdown Structure (WBS). Se ha elegido esta metodología ya que hace que la información el proyecto sea más ordenada y resumida, resulta ideal ya el proyecto se divide en etapas y establece los límites y el alcance del proyecto.

Figura 1

Proceso investigativo y metodológico



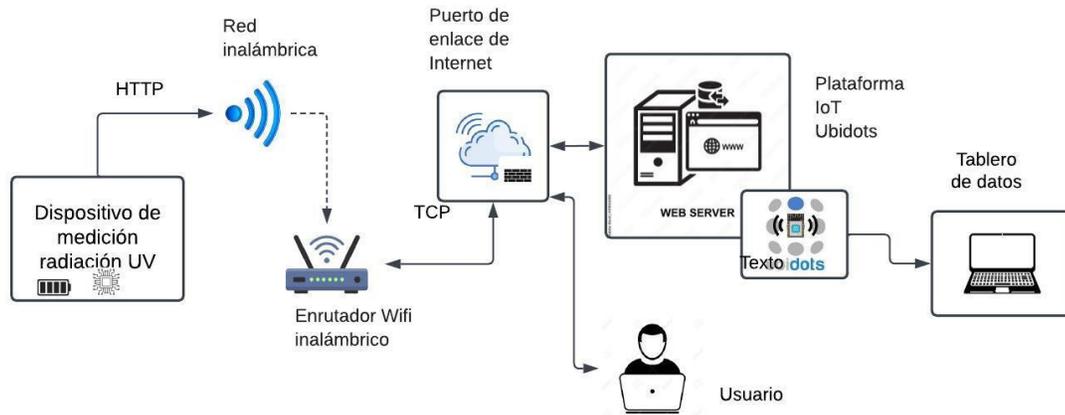
Fuente: Propia

a. Arquitectura del sistema de medición y monitoreo de la radiación solar

El proyecto consistió en el desarrollo de un dispositivo de medición de la radiación solar con monitoreo IoT basado en Ubidots. La efectiva implementación del proyecto guarda relación a la elección de una arquitectura de referencia, como se había planteado, adicionalmente se utilizó la metodología de la estructura de desglose del trabajo (EDT), en la que se definió diferentes etapas tal como se menciona en la figura 1, Para el desarrollo del sistema mencionado, se utilizó el esquema de dispositivo y el esquema de todo es decir el sistema incluyendo la el dispositivo y la comunicación con la plataforma Ubidots.

Figura 2

Esquema completo del dispositivo de medición y monitoreo de la radiación solar con la plataforma Ubidots



Fuente: Adaptado del esquema del artículo Sistema de Monitoreo de Variables Medioambientales Usando Una Red de Sensores Inalámbricos y Plataformas De Internet De Las Cosas, Quiñones et al. (2021).

El sistema consta de un dispositivo de monitorización que recoge la radiación UV a través del sensor. El equipo está vinculado al enrutador Wifi inalámbrico, que transmite los datos a través de la red TCP/IP. a la plataforma IoT Ubidots, donde se almacena la variable radiación solar del sensor, La interfaz está disponible en un gráfico fácil de usar y se generan alarmas de alerta temprana para informar a los usuarios cuando hay un alto índice de radiación UV.

El sistema IoT para el seguimiento de la radiación del índice UV está integrado por:

- Dispositivo de medición y monitoreo de radiación UV
- Enrutador Wifi inalámbrico
- Plataforma IoT Ubidots, para desarrollo de interfaz de usuario.

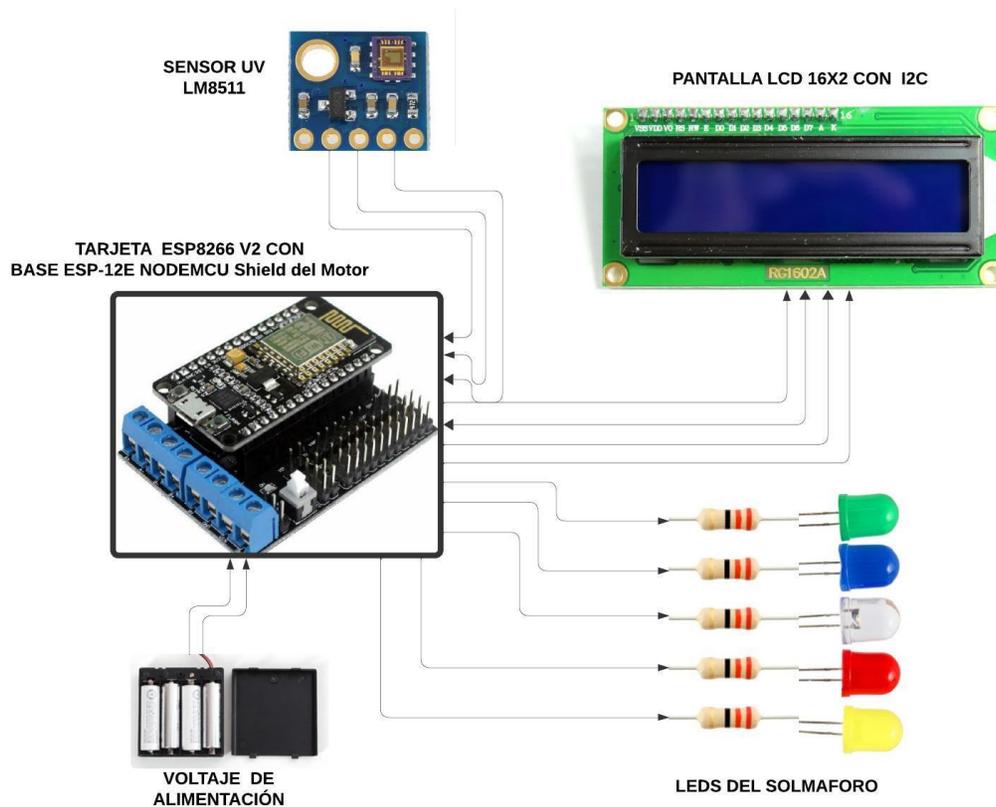
b. Arquitectura del dispositivo de monitoreo

El dispositivo está compuesto por la tarjeta de desarrollo ESP8266 y L293D ESP-12E NODEMCU Shield del Motor, que funciona como microcontrolador y dispositivo de transmisión de datos del módulo ML8511, a través del protocolo Wifi a la plataforma,

Ubidots , tambien dispone de la pantalla LCD 16x2 con modulo I2C el cual permite visualizar las mediciones de la radiación del dispositivo, adicionalmente posee cinco LEDs de colores para indicar los niveles del índice de radiación UV de acuerdo a los establecidos por la OMS, el diseño esquemático se muestra en la Figura 3.

Figura 3

Esquema de dispositivo monitoreo de la radiación UV



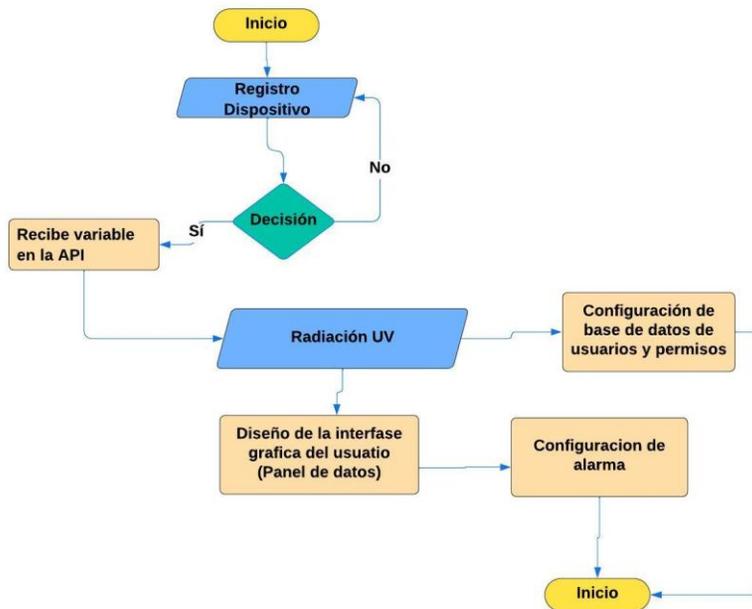
Fuente: Autor

c. Diseño de interfaz gráfica de usuario

Las plataformas de IoT juegan un papel clave dentro de los sistemas del IoT al posibilitar la visualización, gestión y control de dispositivos. Ubidots es una plataforma utilizada para diversas funciones, como suscripción con cuenta gratuita, permite monitoreo, actualización en tiempo real de hasta 1 s/lectura, compatibilidad con varias placas de desarrollo, configuración de interfaces gráficas de usuario (GUI), gestión de bases de datos y alertas.

Figura 4

Diagrama de flujo de diseño de interfaz gráfica de usuario



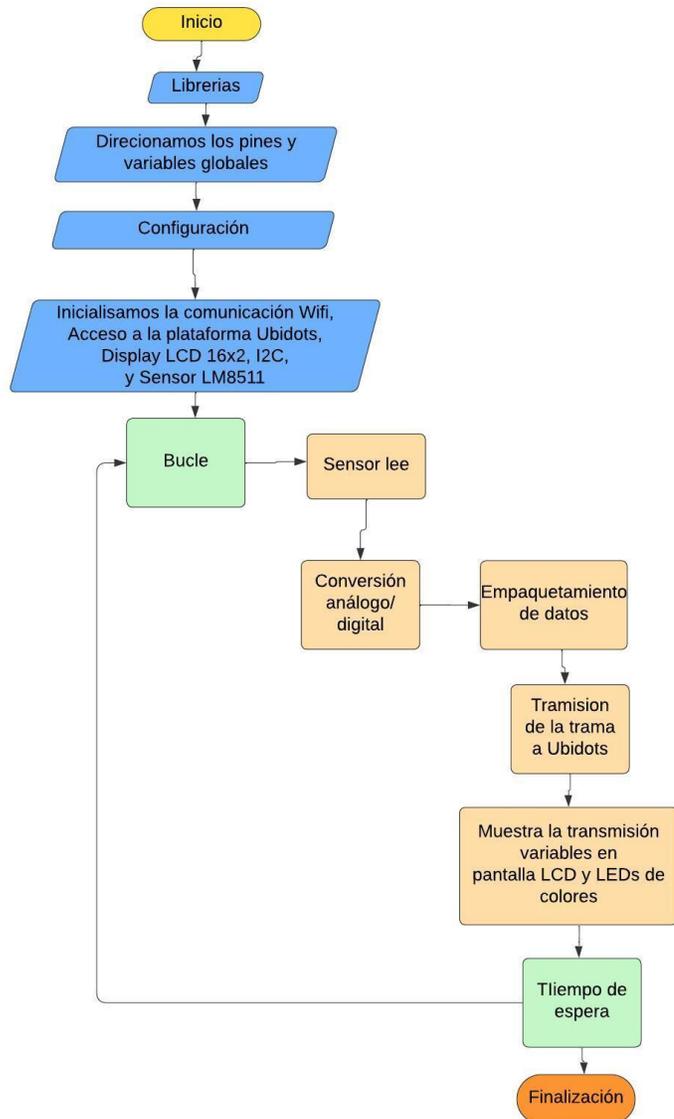
Fuente: Propia

d. Arquitectura algorítmica del dispositivo de monitoreo de radiación UV

La Figura 10 muestra el diagrama de flujo del algoritmo desarrollado para la adquisición de la señal del sensor de la radiación UV. La estructura consta de bibliotecas para el acceso a la red inalámbrica Wifi, pantalla LCD, Ubidots, etc.; direccionamiento de pines, variables globales; configuración e inicialización de la comunicación como un transmisor; Lectura de sensores UV, acondicionamiento de señales, transmisión de datos en intervalos de 5 minutos y visualización de la radiación transmitida en la pantalla LCD, también se programó para que se visualice el encendido de los LED de acuerdo a los índices de radiación establecido por la OMS (Chiliquinga et al., 2021)

Figura 5

Flujograma del algoritmo del dispositivo de monitoreo de la radiación solar



Fuente: Adaptado a partir del artículo sistema de internet de las cosas para el monitoreo del índice ultravioleta en la comunidad de Chirinche, Mañay et al, 2022

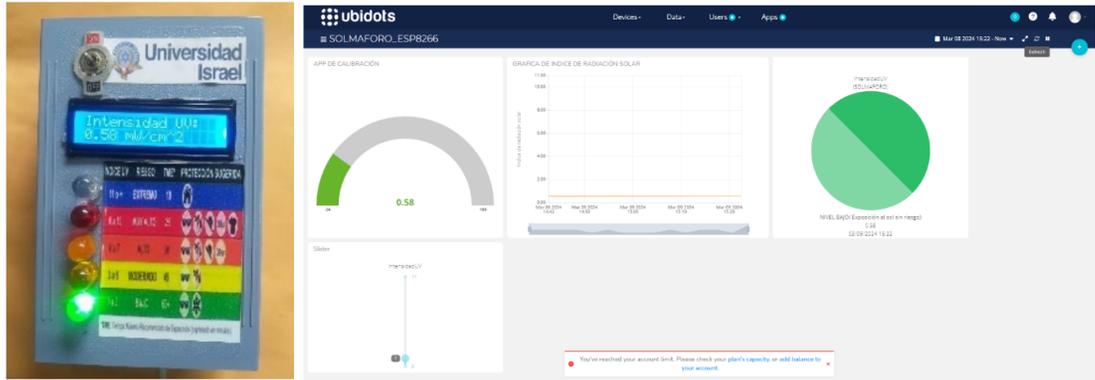
4. Resultados

El dispositivo de medición de la radiación con monitoreo IoT basado en Ubidost fue implementado en el Instituto Superior Tecnológico Luis Tello ubicado en el sector la Propicia parroquia Cantón Esmeraldas. El dispositivo de instalo en el patio de la institución

y mediante Ubidots se comprobó la comunicación monitoreo de la radiación solar y envío de datos y notificaciones

Figura 6

Comprobación del dispositivo con Ubidots



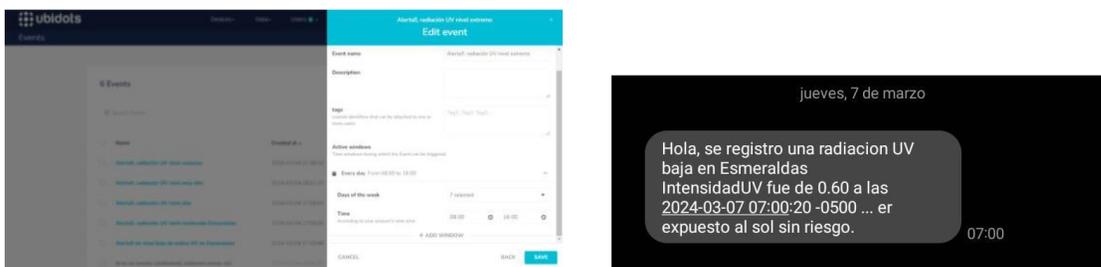
Fuente: Propia

Seguidamente se realizó el monitoreo de la radiación solar en la plataforma Ubidots y se configuro las notificaciones de alerta que se envíen únicamente en horarios de 08:00 a 16:00 ya que estas horas es donde las personas reciben más cantidad y calidad de radiación solar. Y tambien de acuerdo al INAMMI es esas horas dice que se suele registra niveles muy altos de radiación

El dispositivo cuenta con un sistema de alarma mediante Ubidosts, el cual envía un mensaje de texto al correo electrónico y un sms al celular de la persona registrada, el criterio para enviar el mensaje es cuando el dispositivo de monitoreo UV detecta un índice menor a 2. Indica que el nivel es bajo y tambien que no hay riesgo de exposición al sol, los criterios se basan según la tabla estandarizada del índice UV establecida por la OMS.

Figura 7

Configuración de horarios para envío de notificaciones y mensaje msm teléfono movil



Fuente: Propia

5. Discusión

Según la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (2024); una lectura de índice UV de 8 a 10 indica un riesgo considerablemente alto de daño por exposición solar sin protección. Se deben tomar precauciones adicionales, ya que la piel y los ojos desprotegidos pueden sufrir daños y quemaduras rápidamente. También sugiere lo siguiente:

- Reduzca la exposición al sol durante las horas pico, entre las 10 a. m. y las 4 p. m.
- Cuando esté al aire libre, busque sombra y use prendas protectoras, un sombrero de ala ancha y gafas de sol que bloqueen los rayos UV.
- Aplique generosamente protector solar de amplio espectro con un SPF de 30+ cada dos horas, incluso en días nublados, y después de nadar o sudar.
- Tenga precaución con superficies reflectantes como arena, agua y nieve, ya que aumentan la exposición a los rayos UV.

Para analizar la variabilidad del índice de radiación UV, el dispositivo permaneció bajo vigilancia tres días en los horarios mencionados. El comportamiento del índice de radiación UV es un factor importante para tomar medidas de protección para el piel y ojos de los estudiantes que realizan actividades expuestos al sol en del Instituto Superior Luis Tello, razón por la cual el dispositivo paso se en constante monitoreo de la variable radiación UV.

6. Conclusiones

El desarrollo de un dispositivo de medición de la radiación solar con monitoreo IoT basado en Ubidots propuesto en el presente proyecto se basa en las tecnologías IoT, el protocolo de comunicación HTTP, tarjeta ESP8266, comunicación Wifi y plataforma de IoT Ubidost. La aplicación IoT nos permite observar cambios de forma remota de la radiación solar y también en forma física en el dispositivo, realizar enviar notificaciones de alertas de nivel de intensidad UV y las sugerencias de protección, mediante correos electrónicos o mensajes sms.

Para la selección de materiales fue fundamental una investigación cualitativa, la técnica de observación, la revisión bibliográfica evaluar las especificaciones y características deseas en los elementos del proyecto ya que existe una amplia variedad de dispositivos comerciales, pero con la



información seleccionada y se adquirió los equipos más adecuados para el proyecto considerando aspectos como número de entradas salidas, costos, prestaciones, entre otras.

La implementación se desarrolló de una forma eficiente y rápida el diseño de una arquitectura de los elementos y sus funciones permitió que conforma el dispositivo, adicionarme la facilidad de creación de dispositivos variables, tablero de datos y configuración flexible de notificaciones permitió y una comunicación fiable rápida entre el dispositivo físico y aplicación elaborada en Ubidots.

Las pruebas de funcionamiento dieron buenos resultados en todos los aspectos evaluados, medición de radiación solar, y la comunicación con la plataforma Ubidots. Notificaciones, monitoreo local y remoto.

Conflicto de Intereses

Los autores declaran que este estudio no presenta conflictos de intereses y que, por tanto, se ha seguido de forma ética los procesos adaptados por esta revista, afirmando que este trabajo no ha sido publicado en otra revista de forma parcial o total.





Referencias Bibliográficas

- Domínguez M, T. (2020). *Desarrollo de aplicaciones IoT en la nube para Arduino y ESP2688*. Marcombo, S.L. <https://doi.org/https://es.everand.com/book/462929507/Desarrollo-de-aplicaciones-IoT-en-la-nube-para-Arduino-y-ESP8266>
- Mañay, E., Chiliquinga, M., Taco, H., & Moreno, M. (2022). *Internet of things system for ultraviolet index monitoring in the community of Chirinche Bajo*. *Odigos*, 3(2), 17. <https://doi.org/https://doi.org/10.35290/ro.v3n2.2022.595>
- Colcha, J. H. (2023). *Desarrollo de un dispositivo de medición de la radiación solar con monitoreo IoT basado en Ubidots*. [Tesis de posgrado, Universidad Israel]. Repositorio de la Universidad. <https://repositorio.uisrael.edu.ec/handle/47000/4047>
- Novillo, J., Hernández, D., Mazón, B., Molina, J., & Cárdenas, O. (2018). *Arduino y el internet de las cosas* (Primera ed.). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17993/IngyTec.2018.45>
- LAPIS Semiconductor Co, (2013); ML8511, Sparkfun https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/LightImaging/ML8511_3-8-13.pdf
- Naylamp Mechatronics SAC. (2023). *Naylamp Mechatronics* . <https://naylampmechatronics.com/espressif-esp/153-nodemcu-v2-esp8266-wifi.html>

