



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

ESCUELA DE POSGRADOS “ESPOG”

MAESTRÍA EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

Resolución: RPC-SO-09-No.265-2021

PROYECTO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE MAGISTER

Título del proyecto:
DESARROLLO DE UN DISPOSITIVO DE MEDICIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR CON MONITOREO IOT BASADO EN UBIDOTS
Línea de Investigación:
Ciencias de la ingeniería aplicadas a la producción, sociedad y desarrollo sustentable
Campo amplio de conocimiento:
Ingeniería, industria y construcción
Autor/a:
José Hernán Colcha Ulcuango
Tutor/a:
Mg. Wilmer Fabian Albarracín Guarochico PhD. Maryory Urdaneta Herrera

Quito – Ecuador

2024

APROBACIÓN DEL TUTOR



Yo, Wilmer Fabian Albarracín Guarochico con C.I: 1713341152 en mi calidad de Tutor del proyecto de investigación titulado: Desarrollo de un dispositivo de medición de la radiación solar con monitoreo IoT basado en Ubidots.

Elaborado por: José Hernán Colcha Ulcuango, de C.I: 1003195904, estudiante de la Maestría: Electrónica y Automatización, de la **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL (UISRAEL)**, como parte de los requisitos sustanciales con fines de obtener el Título de Magister, me permito declarar que luego de haber orientado, analizado y revisado el trabajo de titulación, lo apruebo en todas sus partes.

Quito D.M., 26 de marzo del 2024.

Firma

DECLARACIÓN DE AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL ESTUDIANTE



Yo, José Hernán Colcha Ulcuango con C.I: 1003195904, autor del proyecto de titulación denominado: DESARROLLO DE UN DISPOSITIVO DE MEDICIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR CON MONITOREO IOT BASADO EN UBIDOTS. Previo a la obtención del título de Magister en Electrónica y Automatización.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar el respectivo trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Tecnológica Israel los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor del trabajo de titulación, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital como parte del acervo bibliográfico de la Universidad Tecnológica Israel.
3. Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de prosperidad intelectual vigentes.

Quito D.M., 26 de marzo del 2024.

Firma

TABLA DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR	2
DECLARACIÓN DE AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL ESTUDIANTE	3
INFORMACIÓN GENERAL	7
Contextualización del tema.....	7
Problema de investigación.....	9
Objetivo general.....	9
Objetivos específicos.....	9
Vinculación con la sociedad y beneficiarios directos:.....	10
CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	11
1.1 Contextualización general del estado del arte.....	11
1.2 Proceso investigativo metodológico	13
CAPÍTULO II: PROPUESTA.....	15
2.1 Fundamentos teóricos aplicados	15
2.2 Introducción.	15
2.2.1 Descripción de dispositivo de medición de la ración solar solmáforo	15
2.2.2 Elementos de control propuestos para el desarrollo del dispositivo de medición de la ración solar	16
2.2.3 El internet de las cosas (IoT).....	21
2.2.4 Plataforma IoT Ubidots	23
2.3 Descripción de la propuesta.....	25
2.4 Validación de la propuesta.....	33
2.5 Matriz de articulación de la propuesta	35
2.6 Análisis de resultados. Presentación y discusión.	36
CONCLUSIONES.....	39
RECOMENDACIONES.....	40
BIBLIOGRAFÍA.....	41
ANEXOS	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Índice Ultravioleta: categorías de exposición	16
Tabla 2 Principales aplicación de IoT en la salud	22
Tabla 3 Información de perfil de especialistas	33
Tabla 4 Evaluación de expertos, especialistas 1 y 2.....	34
Tabla 5 Evaluación de expertos, especialista 3.....	34
Tabla 6 Matriz de articulación	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Dispositivo solmáforo	16
Figura 2 Módulo Sensor de Luz Ultravioleta (UV) ML8511.....	17
Figura 3 Tarjeta ESP8266 V2	18
Figura 4 Módulo L293D ESP-12E NODEMCU Shield del Motor	19
Figura 5 Módulo de pantalla LCD 16x2 con módulo I2c	20
Figura 6 Diodos LED de 10mm	21
Figura 7 Esquema completo del dispositivo de medición y monitoreo de la radiación solar con la plataforma Ubidots.....	25
Figura 8 Esquema de dispositivo monitoreo de la radiación UV	26
Figura 9 Flujograma de la interfaz gráfica de usuario.....	27
Figura 10 Flujograma del algoritmo del dispositivo de monitoreo de la radiación solar	28
Figura 11 Diagrama de conexión del prototipo	29
Figura 12 Conexión física de los componentes electrónicos	29
Figura 13 Programación del ESP8266 para captura de variable radiación y definición de variables globales.	30
Figura 14 Programación del ESP8266 para la comunicación.	31
Figura 15 Programación de los LEDs del solmaforo.....	31
Figura 16 Cuadro de comandos del dispositivo de monitoreo de radiación UV	32
Figura 17 Notificaciones de Ubidots	32
Figura 18 Comprobación del dispositivo con Ubidots	36
Figura 19 Visualización de los datos en el dashboard de Ubidots	36
Figura 20 Configuración de horarios para envió de notificaciones	37
Figura 21 Muestra los mensajes de texto generados por el dispositivo IoT desarrollado. ..	37

INFORMACIÓN GENERAL

Contextualización del tema

Según Domínguez (2020) el Internet de las cosas es un concepto sugerido por Ashton en 1999 para describir la unión entre objetos cotidianos por intermedio de Internet. Su avance es creciente y abarca a muchos sectores como la energía, el medio ambiente y la medicina. Hoy en día, es habitual encontrar dispositivos que pueden controlarse de forma remota por intermedio de Internet, ya sea para controlarlos o para recibir información de sus sensores empotrados. 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.

La Asociación Médica Mundial (2022) y la AMM (2024) afirma que la luz solar ofrece numerosos beneficios para la salud, pero es esencial reconocer también sus consecuencias negativas. Es fundamental proteger la piel de los efectos dañinos del sol, especialmente en niños y adolescentes. La radiación solar puede tener diversos efectos biológicos y fisiológicos en el cuerpo, dependiendo de su intensidad y exposición, y aunque puede ser beneficiosa para la síntesis de vitamina D y el estado de ánimo, también puede causar daños como quemaduras, cambios en la pigmentación y aumentar el riesgo de cáncer de piel. (Asociación Médica Mundial, 2022, pp. 528; Asociación Médica Mundial, 2024)

De acuerdo OMS (2024) durante el año 2020 se diagnosticaron más de 1,5 millones de casos de cáncer de piel en el mundo, por lo que se registraron más de 120.000 muertes. Se calcula que en el mundo existen 15 millones de personas ciegas a causa de las cataratas, y el 10% de estos casos pueden ser causados por la radiación ultravioleta. Adicionalmente, menciona que la exposición excesiva al sol en infantes y jóvenes puede provocar cáncer de piel en la edad adulta.

Incluso la Organización Mundial de la Salud (2024) expone que la mayoría de los casos de cáncer de piel pueden prevenirse, sugiriendo medidas simples de prevención. Estas incluyen obviar la exposición al sol durante las horas pico, utilizar ropa y sombreros que protejan contra los rayos ultravioleta (UV), o aplicar protector solar mineral (Organización Mundial de la Salud, 2022; Sindicato Médico de Uruguay SMU 2021; Asociación Médica Mundial, 2024).

Según los últimos reportes del diario El comercio (2023) y 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, también el Comercio (2022) reporta la tasa de afectaciones del cáncer de piel (casos nuevos) fue de 38,2% por cada 100 000 habitantes en mujeres y 43,7% en hombres. 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 Comercio (2022) reporta que en Ecuador debido a la presencia y aumentó de rayos UV, en 2015 la Secretaría de Ambiente instaló tres semáforos en los parques y espacios más visitados de la urbe de Quito. para que los usuarios conozcan los niveles de radiación a los que están expuestos y las medidas que deben tomar para estar protegidos. Pero desde el 2021, ninguno de los tres aparatos funciona. Debido a la falta de mantenimiento, también en algunas ciudades grandes se han tomado mismas iniciativas. En la provincia de Esmeraldas no cuenta con estos dispositivos de medición de radiación UV, las casas de salud suelen realizar campañas de prevención en las zonas rurales y planteles educativos para informar, concientizar y valorar el cáncer de piel en la población y los efectos nocivos de la radiación solar. (El comercio, 2022)

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.

Problema de investigación

Actualmente en el Instituto Superior Tecnológico Luis Tello comparte la infraestructura de la Unidad educativa Walter Quiñones” y posee diversas carreras, los estudiantes para trasladarse usan motocicletas, la mayor parte de los estudiantes realizan todas sus actividades prácticas en el patio de la institución, especialmente los estudiantes de la carrera de la tecnología en entrenamiento deportivo realizan sus actividades como ejercicios al aire, sin tomar en cuenta los niveles altos de la radiación UV y los riesgos que representa para su salud.

En este contexto, el problema de la exposición de los estudiantes a altos niveles de radiación sin protección solar es la carencia de dispositivos de medición y monitoreo la intensidad UV, para alertar a las personas restringir su exposición a ellos en ciertas horas, también para sugerir de protecciones en base al nivel UV y al riesgo que representa.

Las actividades educativas y de recreación al aire libre pueden resultar nocivas para la salud debido a la presencia de la elevada radiación solar sobre todo cuando se desconoce de sus niveles y protecciones para prevenir enfermedades cancerígenas de la piel y vista.

Por este motivo se hace necesario la implementación del dispositivo que mida la radiación y permita el monitoreo mediante IoT informar los cambios de radiación solar, para advertir a las personas obviar su exposición a ellos en determinadas horas, enviar notificaciones de sugerencias de protección, La recopilación y gestión de datos sobre índice UV que permita intervenir con mayor rapidez en la previsión de problemas de salud.

Objetivo general

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

Objetivos específicos

- Analizar la situación actual de monitoreo de la radiación UV en Esmeraldas, mediante una revisión bibliográfica, para tener un sustento teórico sobre el proyecto
- Determinar los materiales necesarios, mediante una tabla comparativa, para la implementación del dispositivo de medición de radiación UV
- Implementar el prototipo solmáforo basado en IoT para el monitoreo y alerta del nivel de radiación UV
- Verificar el funcionamiento del prototipo mediante pruebas experimentales, para validar parámetros

Vinculación con la sociedad y beneficiarios directos:

El desarrollo de un dispositivo de medida y monitorización de la radiación UV con IoT es una contribución a la ciudadanía del sector de la sanidad, en vista de que permite la prevención de enfermedades causadas por la exposición a la radiación UV, en vista de que contiene nuevas tecnologías, facilita la entrada a las tecnologías y capacita a los usuarios. Los niveles de conocimiento se pueden comunicar por intermedio de la plataforma Ubidost o físicamente directamente en su dispositivo (Villacrés, 2023).

Los beneficiarios directos de este proyecto será toda la comunidad estudiantil de la institución ISTLT quienes podrán monitorear en tiempo real la radiación UV así como también a través de la plataforma IoT recibirán notificaciones de los diferentes niveles de radiación mediante mensajes de correo electrónico indicando alertas de sugerencias de protección de los rayos UV, acceder a análisis históricos de mediciones y ayudar a la adopción de hábitos relacionados a un estilo de vida saludable (Villacrés, 2023).

También representa un aporte para el medio ambiente debido a su medición precisa de la radiación solar este dato es importante en campos como la climatología, meteorología y la ciencia ambiental, puede contribuir la comprensión y predicción del clima y el cambio climático, mejorar la gestión de recursos y promover prácticas sostenibles

De manera general IDEAM (s.f.) explican que la medición de la radiación solar es importante para una amplia gama de aplicaciones incluyendo: su uso como fuentes de poder en la generación de electricidad; En el diseño y uso calentadores solares, diseño de edificios e infraestructuras, seguimiento del acrecentamiento de las plantas, análisis de deshidratación de alimentos, evaporación y riego Tiene un papel importante en la calidad del aire y los modelos de predicción del tiempo y el clima y otras muchas aplicaciones y usos que utilizan la radiación solar como una de sus fuentes de energía. (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], s.f.).

CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1 Contextualización general del estado del arte

La aplicación de la tecnología en el área de la salud, experimenta un rápido progreso en la actualidad, misma que permite resolver muchos problemas, con los que tradicionalmente han venido lidiando los doctores y en general todas las personas. Para contextualizar estos problemas en la protección de la vida cotidiana y prevención de enfermedades causadas por el sol, podemos mencionar los siguientes: escasa medición y monitoreo de factores que pueden generar enfermedades, la falta de datos sobre el estado actual del paciente, como los signos vitales y su progreso, impide la monitorización remota de la salud (Pinzón, 2015).

Este trabajo se centra en el desarrollo de un dispositivo para medir la radiación solar de forma física, y monitorearla de forma remota empleando la plataforma IoT Ubidots, con la finalidad. La medición de la radiación ultravioleta (UV) solar se utiliza para alertar a las personas sobre la necesidad de restringir su exposición a estos rayos durante ciertas horas del día. También notificar de medidas de protección a considerar según los niveles de radiación UV, Aunque el prototipo a desarrollarse puede ser utilizado para cualquier aplicación o proceso donde esté inmersa la radiación UV, se ha escogido el cuidado de la salud y específicamente prevención de enfermedades causadas por rayos UV, para la programación de los índices de radiación UV del prototipo (Lorena, 2015).

En el trabajo de Mañay et al. (2022) se implementó un sistema de IoT 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 sistemas de alerta anticipada diseñados para notificar al agricultor en caso de haber un Alto índice de radiación UV.

Cañizares (2019) implementó un sistema de monitoreo de la radiación ultravioleta en tiempo real, en la UTC, los datos fueron visualizados en una página web y en un teléfono aplicación móvil junto con una base de datos conectada a Internet, el dispositivo tenía dos microcontroladores Arduino mega 2560 y Arduino uno para procesar datos meteorológicos de los sensores, La fuente de alimentación tenía dos paneles solares y dos baterías conectadas en serie. Con el proyecto ellos lograron concienciar a las personas sobre los niveles de radiación UV a los que están expuestas para aumentar

concienciar sobre el cuidado de la salud y tomar medidas de protección según la OMS. (Mañay et al, 2022, p.11)

Cruz (2020) en su trabajo presentó un sistema de monitoreo en la ciudad de Arequipa para la cuantificar del índice de radiación ultravioleta UV solar en la longitud de onda de 280 nm a 390 nm. El dispositivo está equipado con un sensor, un microcontrolador y funciona con paneles solares. Los valores obtenidos se muestran en una página web que envía un mensaje indicando las medidas de protección a tener en cuenta al exponerse al sol. (Mañay et al., 2022, p.11)

Chango (2019) propuso un dispositivo basado en sensores ópticos UV para permitir a la educación comunidad esté informada sobre los niveles de radiación UV en tiempo real. El dispositivo constaba de un UV sensor, una Raspberry Pi 3B con base de datos. Se utilizó una interfaz gráfica de usuario (GUI) para visualizar el índice UV. El objetivo fue concientizar y evitar afectaciones al realizar actividades al aire libre. (Mañay et al., 2022, p.11)

Arroyo & Andrade (2017) construyeron un medidor de radiación ultravioleta para evaluar las implicaciones de la exposición prolongada en las personas, como la intensidad de la radiación UV a la que los ciudadanos están expuestos durante todo el día, y determinó un momento pico cuando los niveles de radiación están en su más alto. (Mañay et al., 2022, p.11)

Orozco & Ordóñez (2019) implementaron un sistema de monitoreo de la radiación solar niveles en la ciudad de Loja, Ecuador. El sistema se basó en el desarrollo de una red de dos sensores ultravioleta (UV) constituidos como los nodos de la red que se comunican con la base estación que enviaba los datos procesados a una aplicación móvil Android en tiempo real, fue posible para visualizar el índice UV con sus respectivas indicaciones de prevención y el historial de los datos obtenido (Mañay et al., 2022, p.11).

Villagómez (2019) diseña un sistema de monitoreo y alerta de la radiación solar (UV) con un sistema embebido, servidor privado virtual (VPS) y aplicación móvil (APP) para visualizar el nivel. de la radiación solar en tiempo real, el objetivo del proyecto fue informar a la población en la zona interandina callejón del Ecuador cuando hay altos niveles de radiación ultravioleta solar, lo que se considera perjudicial para la piel y los ojos. (Mañay et al, 2022, p.12).

1.2 Proceso investigativo metodológico

El tipo de investigación aplicada del presente proyecto es cualitativa con base en Minta (2022) y Villacrés (2023), debido a que existe una variedad de información de la utilización de la tecnología IoT para el diseño y desarrollo de aplicaciones o sistemas de monitoreo. A través de esto se alcanzará a almacenar y seleccionar la información teórica y metodológica para este proyecto (Villacrés, 2023).

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

Fase estudio del estado de arte. La primera fase del proyecto consideró la identificación y el análisis de variables, la selección del hardware adecuado para la adquisición de datos en función de la variable, considerando el análisis de la literatura y la tecnología actualmente disponible y la investigación previa del proyecto (Villacrés, 2023).

Fase de selección de materiales en esta fase se empleó el análisis comparativo de los dispositivos y equipos más comunes también se consideró la revisión bibliográfica de diferentes fuentes primarias y secundarias., todos relacionados a la temática del empleo de tecnología IoT para el diseño y desarrollo de aplicaciones o sistemas de monitoreo de la variable a medir para definir las características de las partes del dispositivo de medición y monitoreo de la radiación, comunicación y plataforma IoT y seleccionar correctamente todos los materiales (Minta, 2022; Villacrés, 2023).

Fase de implementación. Se realizó un esquema del proceso del funcionamiento del dispositivo la selección del software de desarrollo IDE para la programación que permita manejar los datos proporcionados por el dispositivo que registra la variable a medir y monitorear en la plataforma IoT. En ese paso se utilizará el protocolo de comunicación y incluso se definen sus pruebas (Villacrés, 2023).

Adicionalmente se realizó la conexión de todas las partes del dispositivo de medición y monitoreo de la radiación del sensor, tarjeta de desarrollo para Internet de las cosas (IoT), visualizador mediante un esquema eléctrico se verificó la medición y registro de la variable de

monitoreo en el visualizador, el ensamblaje y la distribución del enlace a la plataforma IoT (Villacrés, 2023).

En esta fase también se desarrolló la interfase con la plataforma IoT Ubidots y un panel que considera al usuario observar en la nube, registro de la medición de la variable de la radiación solar en tiempo real también se creó eventos y notificaciones de alertas en función de la variable. Así como también se realizaron ensayos del dispositivo de medición de la radiación solar con monitoreo de IoT y la comunicación con la plataforma IoT (Villacrés, 2023).

Fase de evaluación y resultados. La fase de pruebas y validación es otro componente práctico fundamental. Se realizaron pruebas en condiciones reales, utilizando un el dispositivo de medición de la radiación solar con monitoreo IoT en el Instituto Superior Tecnológico Luis Tello para evaluar la funcionalidad, rapidez y precisión del dispositivo. La información recabada durante estas evaluaciones permitirá ajustar los algoritmos de control para optimizar el rendimiento del dispositivo. Además, la retroalimentación de los estudiantes y personal del Instituto y los resultados observados en el dispositivo y en la plataforma IoT así como también verificación de las notificaciones recibidas serán importantes para mejorar el diseño y el funcionamiento del dispositivo (Villacrés, 2023).

Se necesita técnica de observación para ver cómo se comportaba la radiación solar y identificar fallas y de almacenar información que pueden existir en el dispositivo de medición y monitoreo, se va elaborar diagramas de flujo para representar el proceso de funcionamiento del dispositivo, así como ilustraciones para resumir la información obtenida. Para la validación de la del desarrollo del dispositivo se realizará una encuesta a tres expertos sobre la temática con el fin de obtener sus opiniones sobre el prototipo (Minta, 2022; Villacrés, 2023).

En resumen, la metodología de trabajo para la implementación del dispositivo de medición de la radiación solar con monitoreo IoT basado en Ubidots se centra en una combinación de investigación, diseño electrónico, programación de software, comunicaciones IoT y pruebas en entornos reales. La colaboración de los beneficiarios en las pruebas y el acondicionamiento continuo en función de los datos obtenidos serán fundamentales para lograr un dispositivo rápido y efectivo que aportara al Instituto.

CAPÍTULO II: PROPUESTA

2.1 Fundamentos teóricos aplicados

2.2 Introducción.

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).

En este apartado se describe las definiciones requeridas para entender de forma sencilla lo referente al desarrollo del dispositivo de medición de la radiación solar con monitoreo de IoT basado en Ubidots, utilizando la tarjeta desarrollo ESP 8266 y la plataforma IoT antes mencionada (Villacrés, 2023).

Por otra parte el marco teórico se avanzará detallando en función a la propuesta tecnológica iniciando por definiciones, partes primordiales asociadas al dispositivo de medición de la radiación de la radiación solar descripción Tarjeta de monitoreo IoT ESP 8266, sensor de radiación Ultravioleta LM8511, Modulo de pantalla LCD 16x2 con modulo I2C, ESP12E MOTOR SHIELD 2018 y la plataforma IoT Ubidots, después de revisar lo relacionado con los dispositivos interoperables, continuaremos con la teoría de la aparición del IoT, aplicaciones del IoT en el sector de la sanidad, continuaremos con la descripción del módulo IoT y Ubidots. Que estará conectado a la plataforma IoT. Características de su uso y posibles aplicaciones (Villacrés, 2023).

2.2.1 Descripción de dispositivo de medición de la ración solar solmáforo

2.2.1.1 Solmáforo

“El solmáforo es un equipo diseñado para la medición del "Índice Ultravioleta"; un número relevante para el cuidado de la salud humana. La radiación UV que recibe el sensor se transforma en una señal que enciende una luz de color de acuerdo al protocolo diseñado por la Organización Mundial de la Salud, OMS. El Semáforo indica el nivel de radiación UV con 5 colores, desde Bajo hasta Extremo. Cada color indica el tiempo recomendado de exposición al sol”(solmáforo, s.f). Como se aprecia en la figura 1.

“Además, puede ser usado por aplicaciones externas, esto permite que sus usuarios accedan a la información de manera sencilla, tengan un registro histórico, visualización en apps y webs y creen alertas para niveles de rayos UV”(mascomunidad, 2024)

Figura 1
Dispositivo solmáforo



Fuente: Tomado de máscomunidad (2024).

2.2.1.2 Índice de radiación solar Ultravioleta (UV)

El índice UV es un indicador de la intensidad de la radiación ultravioleta del sol en la superficie de la Tierra, que comienza a 0 y no se limita hacia arriba. El índice UV incluso indica la capacidad de la radiación UV del sol por dañar la piel. Dado que el índice UV y su representación difieren según la ubicación, la OMS, en colaboración con la OMM y otras entidades, han establecido un sistema de medición estándar del índice UV y una forma uniforme de presentarlo al público, que incluye un código de colores correspondiente. (Enciclopedia Wikipedia, 2023). (Observar la tabla 1.)

Tabla 1
Índice Ultravioleta: categorías de exposición

Color	Riesgo	Índice UV
Verde	Bajo	0-2
Amarillo	Moderado	3-5
Naranja	Alto	6-7
Rojo	Muy alto	8-10
Morado	Extremadamente alto	11+

Fuente: Enciclopedia Wikipedia (2023).

2.2.2 Elementos de control propuestos para el desarrollo del dispositivo de medición de la ración solar

2.2.2.1 Módulo Sensor de Luz Ultravioleta (UV) ML8511

La tienda electrónica Naylamp Mechatronics (2023) menciona:

Naylamp Mechatronics (2023) menciona que el módulo ML8511 es un sensor de luz ultravioleta (UV) que provee una señal de voltaje analógico que varía en función de la

cantidad de luz UV que detecta. Sensor ideal para controlar condiciones ambientales tales como índice UV, aplicaciones meteorológicas, protección de la piel, medida de nivel UV industrial.

AV Electronics (2024) y Naylamp (2023) describen El sensor ML8511 percibe luz con longitudes de onda entre 280 y 390 nm, un rango que cubre tanto el espectro UV-B como UV-A. La salida analógica es lineal con la intensidad UV (mW/cm^2). Esta señal analógica puede conectarse a un microcontrolador, que puede ser convertido por un ADC y así procesar medidas.

Figura 2

Módulo Sensor de Luz Ultravioleta (UV) ML8511



Fuente: Naylamp Mechatronics SAC (2023)

2.2.2.2 Tarjeta de monitoreo IoT ESP 8266

La tarjeta de desarrollo ESP8266 según la empresa Naylamp Mechatronics (2023) comercializadora de dispositivos electrónicos posee algunas funciones:

El NodeMCU ESP8266 es una plataforma de implementación igual a Arduino dirigida específicamente a IoT La placa NodeMcu v2 ESP8266 es un SoM ESP-12E básico, que se basa de nuevo en el SoC Wi-Fi ESP8266, y que incluso integra un convertor TTL USB-Serial CP2102 y un conector micro-USB para la programación y comunicación con un ordenador. se requiere.

El NodeMcu v2 ESP8266 está específicamente diseñado para ser utilizado ya sea montado en una placa de prueba o soldado a una placa. Incorpora un regulador de voltaje de 3,3 V en la placa, lo que permite alimentarla directamente desde el puerto micro USB o a través de los pines de 5 V y GND (Naylamp Mechatronics, 2023).

NodeMCU incorpora un firmware preinstalado que nos posibilita trabajar con el lenguaje interpretado LUA enviando órdenes por intermedio del puerto serie (CP2102).

El ESP8266, un chip creado por Espressif Systems, es un SoC (System on a Chip) diseñado específicamente para satisfacer las demandas del entorno conectado. Se trata de un microcontrolador potente con arquitectura de 32 bits, que supera en capacidad al Arduino

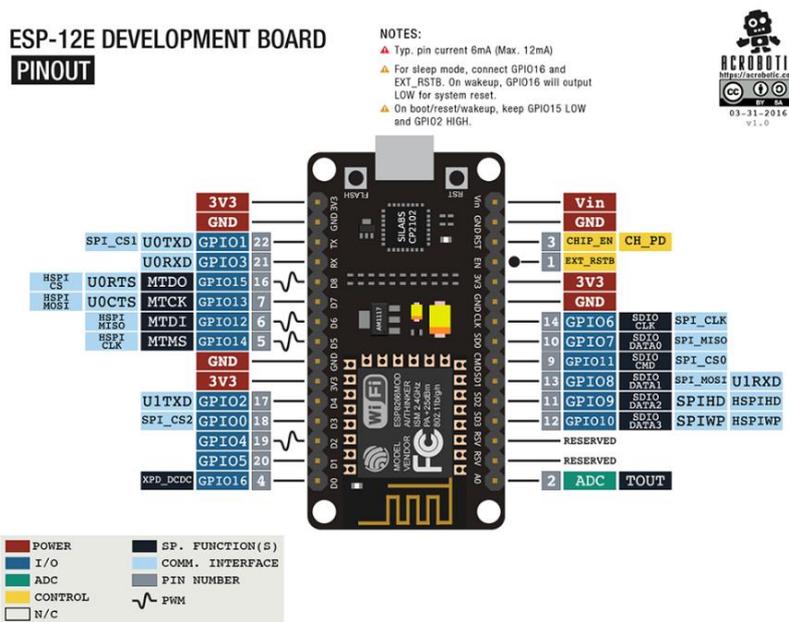
Dev, y que incluye conectividad Wi-Fi. El módulo ESP-12E SoM (System on Module), desarrollado por Ai-Thinker, integra el SoC ESP8266 junto con memoria flash, oscilador de cristal y antena Wi-Fi en un único PCB (Rambal, s.f.; Cortés, 2022).

La plataforma ESP8266 posibilita el desarrollo de aplicaciones utilizando diversos lenguajes de programación como Arduino, Lua, MicroPython, C/C++, y Scratch. Cuando se trabaja en el entorno Arduino, se puede emplear un lenguaje de programación familiar y utilizar un IDE fácil de manejar. Además, se puede aprovechar la abundante información disponible en línea sobre proyectos y bibliotecas. La comunidad de usuarios de Arduino es muy activa y brinda soporte para plataformas como el ESP8266 (Naylamp s.f.; Corés, 2023).

(Ver las especificaciones técnicas en el Anexo 4).

Figura 3

Tarjeta ESP8266 V2



Fuente: Naylamp Mechatronics SAC, (2023)

2.2.2.3 L293D ESP-12E NODEMCU Shield del Motor

EL módulo L293D ESP-12E NODEMCU Shield tiene las siguientes características SSDIELECT (2024):

Este módulo activado por motor existente puede ser compatible con el kit de desarrollo ESP12E y NodeMCU. Mediante un diseño de superposición, el escudo del motor permite conectarse al kit de desarrollo ESP-12E y al módulo NodeMCU Lua. Esta placa de blindaje funciona con el exclusivo chip antiguo L293DD de puente completo de alta potencia de la afamada compañía Stmicroelectronics, que puede manejar directamente

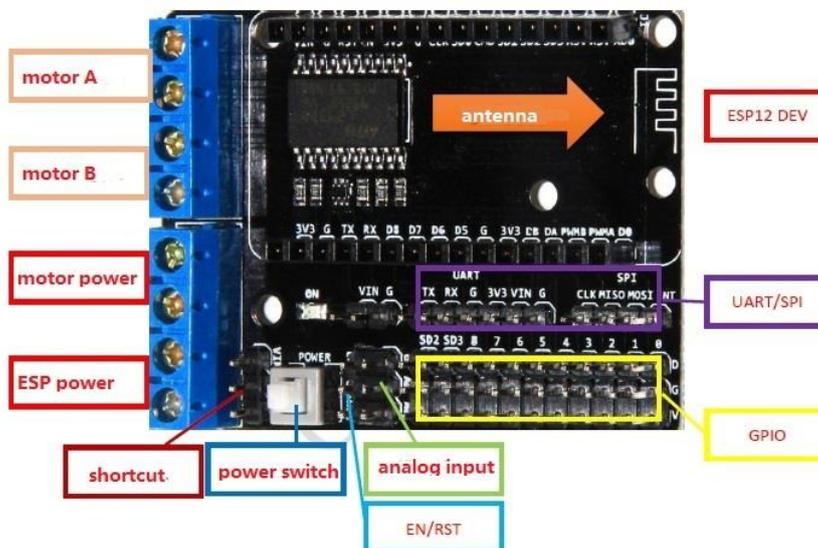
motores de corriente continua de 2 canales o un motor paso a paso de un solo canal. La corriente regulada puede alcanzar 1,2 A. Este tablero está fabricado con diseño nacional, separación SMT y fácil ensamble (SSDIELECT, 2024).

En este escudo de motor para la placa de desarrollo ESP-12E, el puerto IO se emplea como puerto de control. Un chip lógico interno se configura dentro del IC para llevar a cabo esta función. Como resultado, el escudo cuenta con cuatro puertos designados como D1, D2, D3 y D4, destinados respectivamente a PWMA (motor A), PWMB (motor B), DA (dirección del motor A) y DB (dirección del motor B). Además, el escudo ofrece una variedad de pines adicionales como VIN, 3,3 V, DIO, AIO, SDIO, UART, SPI, RST y EN, lo que facilita la conexión de diversos sensores (como temperatura y humedad, timbres, sensores de luz), sensores de relé, etc.). El tablero está diseñado con un interruptor de alimentación humanizado y, por tanto, el usuario puede encender y apagar fácilmente (SSDIELECT, 2024).

(Ver las especificaciones técnicas en el Anexo 4).

Figura 4

Módulo L293D ESP-12E NODEMCU Shield del Motor



Nota: Tomado de AranaCorp (AranaCorp, 2022)

2.2.2.4 Display LCD 16×2 1602 con módulo I2C

Las tiendas electronicas Electrostore (2019) y Ranbal (s,f) mencionan:

Esta pantalla LCD ahorra más puertos de conector a través de esta nueva pantalla LCD. Compatible con muchos microcontroladores y especialmente Arduino. Sin embargo, tiene menos pines que las LCDs paralelas, lo que permite que los proyectos se

ejecuten más rápidamente que muchas pantallas LCD. La pantalla LCD es capaz de indicar un máximo de 32 caracteres, 16 columnas en 2 filas (16X2) (Electrostore, 2019; Rambal, s.f.).

Un componente clave es su conexión I2C, que puede indicar datos sólo por intermedio de dos líneas I2C. Si ya tiene algún dispositivo I2C en su proyecto, esta pantalla es bastante inteligente. La dirección utilizada se puede configurar desde 0x20 a 0x27 (Electrostore, Rambal, s.f.).

Utilizando el bus convertidor I2C y las bibliotecas necesarias, puede utilizar sencillamente este dispositivo con dos cables, en vista el módulo tiene cuatro pines de comunicación, dos de los cuales son para la alimentación (5V y GND) y los otros dos son para en la comunicación I2C. a (SDA y SCL). Ésta es una gran función respecto a una pantalla tradicional, en vista de que esta última requiere catorce puertos (incluyendo potencia y enlace) donde incluso debemos colocar un potenciómetro de regulación de contraste, donde ya se incluye una pantalla serie I2C. (Electrostore, 2019, Rambal, s.f.).

(Ver las especificaciones técnicas en el Anexo 5).

El módulo I2C y la pantalla LCD se observan en la figura 5.

Figura 5

Módulo de pantalla LCD 16x2 con módulo I2c



Fuente: Electrostore (2019).

2.2.2.5 Diodos LED de 10mm

“Los LED superbrillantes de 10 mm son extremadamente brillantes con un amplio ángulo de haz. Son buenos para usar en proyectos, iluminaciones, faros, focos, iluminación de automóviles, modelos o en cualquier lugar donde necesite iluminación o indicación confiable de baja potencia y alta intensidad. Tienen un espacio entre pines estándar de 0,1”, lo que les permite colocarse fácilmente en una placa de pruebas y agregará ese toque extra a los proyectos, también poseen un voltaje típico de 3.2 V y una corriente de 20mA” (Make-It.ca. [s.f])

Figura 6

Diodos LED de 10mm



Fuente: Make-It.ca, (s.f)

2.2.3 El internet de las cosas (IoT).

Castaño & Gallego (2019) y Pinzón (2015) en su trabajos fundamentan lo siguiente:

El concepto de Internet de las Cosas implica la interconexión digital de diversos objetos de uso cotidiano. Su esencia radica en la idea de que todos estos elementos estén conectados a Internet, incluyendo desde electrodomésticos como refrigeradores y lámparas, hasta accesorios de vestir, componentes de automóviles, e incluso implantes médicos. El propósito principal es simplificar la gestión de estos dispositivos, ya sea entre sí o con usuarios, convirtiéndose así en una forma de automatización en diferentes ámbitos y aspectos de la vida humana (Ren, 2011; Spring, 215; Castaño & Gallego, 2019).

El propósito del Internet de las Cosas es proporcionar un valor adicional que facilite la integración de diversas tecnologías, permitiendo la creación de soluciones que combinen distintas funcionalidades y otorguen un mayor control sobre los dispositivos. Una de las motivaciones principales detrás del desarrollo del IoT es la demanda constante de interacción del usuario con la tecnología, con la aspiración de avanzar más allá de los entornos móviles y avanzar hacia la conexión e incorporación de inteligencia en los objetos. (Ren, 2011; Spring, 215; Castaño & Gallego, 2019).

2.2.3.1 Elementos IoT

Los autores Mora & Gonzalez (2015) y Bonilla et al., (2016) menciona que hay tres componentes básicos que interactúan entre sí, estos elementos son:

El hardware, como sensores, actuadores (dispositivos que controlan los sistemas) y otros dispositivos de comunicación alojados en los objetos.

La plataforma de middleware, que es el software que permite el intercambio de información entre las aplicaciones, así como las herramientas computacionales que permitan el análisis de datos.

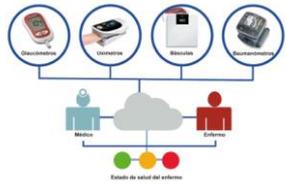
Las herramientas que en forma fácil permitan la visualización e interpretación de la información y que deben ser diseñadas para ser accedidas por diferentes aplicaciones y dispositivos.

2.2.3.2 Aplicaciones del IoT en la Salud y telemedicina:

En el entorno sanitario, el IoT ofrece un gran potencial para los pacientes y personal cualificado como médicos, especialistas, internistas, etc., obtendrá beneficios directos. Su implantación proporcionará datos recogidos de los pacientes, herramientas de gestión y análisis para mejorar el diagnóstico y reducir la morbilidad (López y Cárdenas, 2019). Cabe destacar que en el ámbito económico, los costes sanitarios serán más bajos, lo que comportará un mayor control del sistema sanitario de la vinculación médico-paciente. En este contexto, IoT resulta importante. No es una tendencia que haya pasado desapercibida (López y Cárdenas, 2019). Por el contrario, será una transición tan importante para el campo de la medicina que cambiará la forma de mirar la ciencia actual. Adicionalmente, esta nueva era global y el boom tecnológico dependerán incluso de un mejor progreso de la comunicación y del retraso de la nueva comunicación inalámbrica. Esta transición implicará muchos retos y una capacidad humana considerable para superar estas barreras (López & Cárdenas, 2019).

En la tabla 2 se detallan algunas aplicaciones IoT en la salud

Tabla 2
Principales aplicación de IoT en la salud

Aplicaciones de IoT en la salud		
CONCEPTO	APLICACION	DESCRIPCION
	Detección de caídas	Asistencia a personas mayores o discapacitadas que viven solas.
	Neveras sanitarias	Control de las condiciones de almacenamiento de las vacunas, medicamentos y órganos dentro de las neveras.
	Cuidado de deportistas	Monitorización de constantes vitales en centros de alto rendimiento y en los campos de juego.
	Vigilancia de pacientes	Vigilancia de las condiciones de los pacientes dentro de hospitales y en hogares de ancianos
	Radiación ultravioleta	Medición de los rayos UV del sol para advertir a las personas limitar su exposición a ellos en determinadas horas.

. Fuente: Elaborado a partir del artículo IoT el internet de las cosas y la innovación de sus Aplicaciones de Bonilla et al. (2016).

2.2.3.3 Arduino

Novillo et al. (2018) mencionan las las características generales de Arduino son:

Arduino es una empresa de desarrollo de hardware cuya finalidad principal es el diseño y la fabricación de circuitos electrónicos en placas de circuitos impresos que implican un microcontrolador y un entorno de desarrollo para programar fácilmente cada placa (Novillo et al., 2018; coursehero, 2021).

Las empresas quieren ofrecer a los usuarios todas las opciones necesarias para poder crear dispositivos interactivos, dicho con otras palabras, no sólo se centran en realizar determinados movimientos o secuencias de acciones, sino incluso en el procesamiento de la señal, pueden activarlos. Los actuadores realizan las actividades requeridas y responden adecuadamente. Por tanto, es importante crear un bloque de unión que permita al usuario saber qué señales de acción debe recibir el tablero y cómo actuar ante cada uno de ellos (Novillo et al., 2018; coursehero, 2021).

Para la comunicación, Arduino dispone de varios puertos de comunicación en serie digitales y analógicos, que permiten la comunicación directa con otras fuentes comunicándose con su dispositivo o enviando señales mediante Bluetooth, Wi-Fi, Ethernet. Esta plataforma dispone de un extenso catálogo de tarjetas con microprocesadores y blindajes que posibilitan la conexión de los circuitos necesarios para desarrollar los dispositivos que el usuario necesita construir (Novillo et al., 2018; coursehero, 2021).

La conexión de Arduino y la preservación de datos históricos recopilados se han vuelto extremadamente importantes en la actualidad, especialmente con el enfoque en el Internet de las Cosas (IoT), que busca interconectar todos los objetos conectados a la red. En conexión, pueden recibir y enviar información sobre el funcionamiento y el estado del dispositivo. Para llevar a cabo esta labor titánica, se han desarrollado diversas formas de comunicación, por cable e inalámbrico, serie y paralelo. Cada uno de ellos tiene sus propias ventajas y inconvenientes individuales (Novillo et al., 2018; coursehero, 2021).

2.2.4 Plataforma IoT Ubidots

Ubidots nacida como una empresa de servicios de ingeniería en 2012, Ubidots ofrece tanto servicios de pago como gratuitos a través de Ubidots Stems (limitados a tres dispositivos) para integrar datos de diferentes sensores, almacenarlos y mostrarlos a través de controladores gráficos y generar distintos tipos de eventos. Además, ofrece sus APIs REST no solo sobre HTTP, sino también con MQTT y TCP/UDP. Podrán usar directamente dichos protocolos o decantarse por librerías que los oculten (Domínguez, 2020).

2.2.4.1 Beneficios de la plataforma Ubidots

Espinoza & Orellana (2021) mencionan los beneficios de Ubidots son unión del hardware a la nube y diversas bibliotecas, modernización de la configuración de variables, permitiendo la personalización de propiedades y apariencia en dispositivos para replicar el proceso en nuevos dispositivos, adaptación de la API, supervisión para análisis de datos de aplicaciones mediante integraciones API, transformación de datos nativos en información con variables sintéticas, diseño de paneles de control para análisis de datos en tiempo real y control de dispositivos, mejora en la función de compartir datos mediante enlaces públicos o integración de paneles de control o widgets en aplicaciones web privadas y móviles, activación de comandos "kill switch" o "restart" cuando el hardware ha estado inactivo durante un período prolongado y asignación de permisos y restricciones para cualquier usuario que desee interactuar con controles, dispositivos y/o eventos (Espinoza & Orellana, 2021).

2.2.4.2 Componentes básicos de la plataforma Ubidots

Espinosa & Orellana (2021) define los componentes de la plataforma Ubidots de la siguiente manera:

Dispositivos: Es la representación virtual de otro real, capas de enviar los datos recogidos por sus sensores, para que un dispositivo pueda enviar datos a Ubidots este necesita de un token y un identificador que sirva para reconocerlo. En los dispositivos reales podrán utilizar los protocolos de comunicación directamente o también existen librerías que facilitan la integración y ocultan la comunicación con dichos protocolos (Espinoza & Orellana, 2021).

Variables: Ubidots guarda información en variables, las cuales pueden ser de dos tipos: sintéticas o en bruto. Las variables en bruto provienen directamente del entorno externo, como el nodo de lectura, sin ningún tipo de procesamiento previo. Por otro lado, las variables sintéticas son aquellas en las que se realizan cálculos en Ubidots, lo que implica que su valor se modifica en función de dichos cálculos. (Espinoza & Orellana, 2021).

Tablero de datos. Los paneles de datos le permiten ver y organizar los datos que recibe mostrándolos en widgets (Espinoza & Orellana, 2021).

Widgets. Son herramientas de visualización que permiten recuperar y mostrar datos de variables almacenadas en un dispositivo. Existen varios widgets que

permiten crear un entorno atractivo para el usuario durante su funcionamiento (Espinosa & Orellana, 2021).

Eventos. Ubidots posibilita enviar mensajes de notificación a quien lo requiera, cuando lo requiera, y activas alertas de eventos que se activan cuando las variables observables tienen valores predefinidos. Valor superado. (Espinosa & Orellana, 2021; Reinoso, 2021).

2.3 Descripción de la propuesta

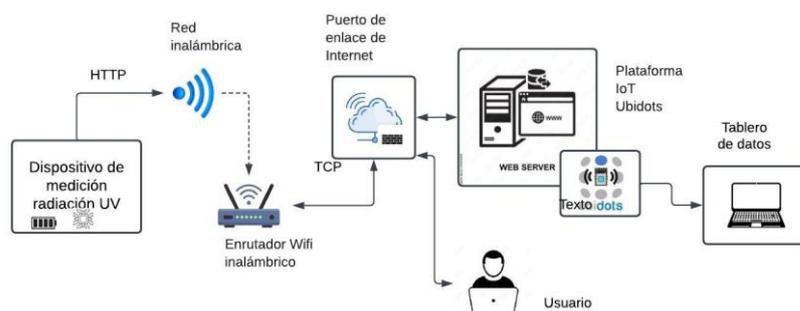
a. Estructura general

La propuesta del presente proyecto se basa 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 anteriormente, adicionalmente se ha utilizado 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, utilizaremos el esquema de dispositivo y el esquema de todo el sistema incluyendo la el dispositivo y la comunicación con la plataforma Ubidots (Villacrés, 2023).

Arquitectura del sistema de medición y monitoreo de la radiación solar

Figura 7

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:

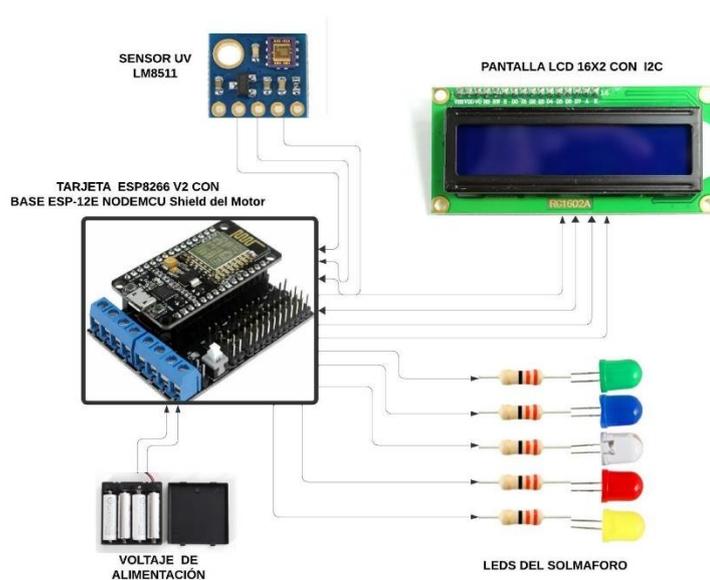
- Dispositivo de medición y monitoreo de radiación UV
- Enrutador Wifi inalámbrico
- Plataforma IoT Ubidots, para desarrollo de interfaz de usuario.

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 5.

Figura 8

Esquema de dispositivo monitoreo de la radiación UV



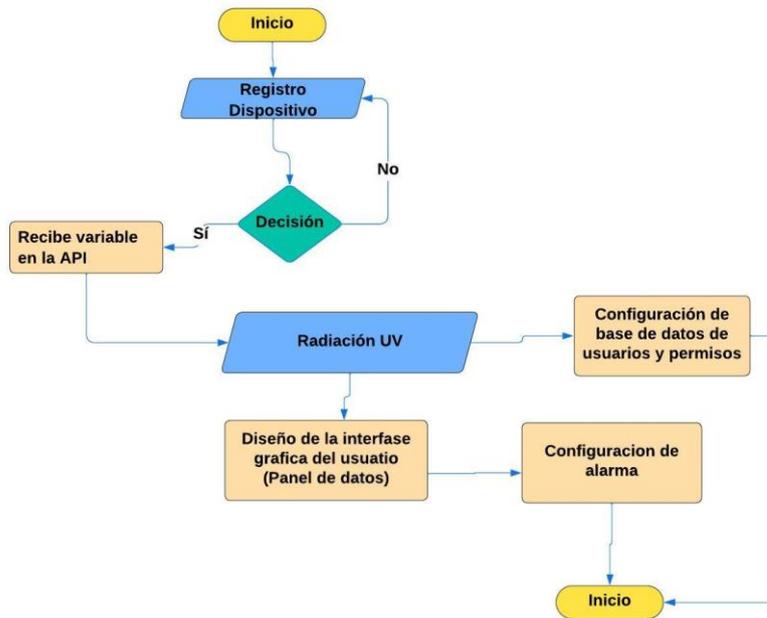
Fuente: Propia

2.4 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 9

Flujograma de la interfaz gráfica de usuario



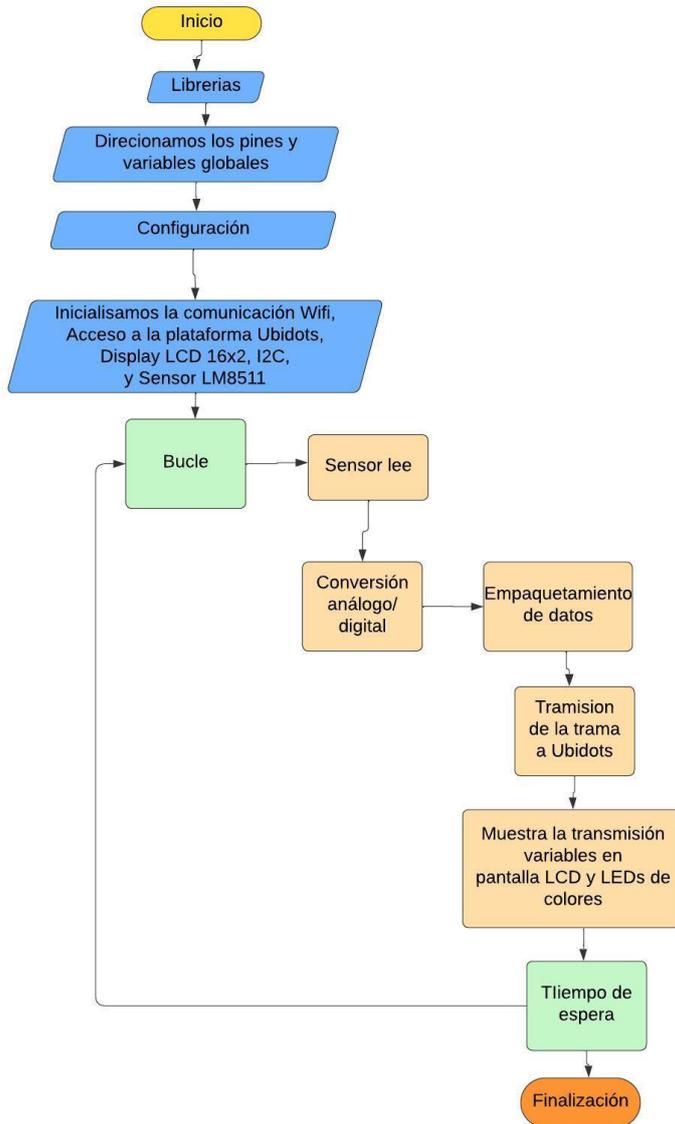
Fuente: Propia

2.5 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 10

Flujograma del algoritmo del dispositivo de monitoreo de la radiación solar



Fuente: Adaptado de, Mañay et al, 2022

b. Explicación del aporte

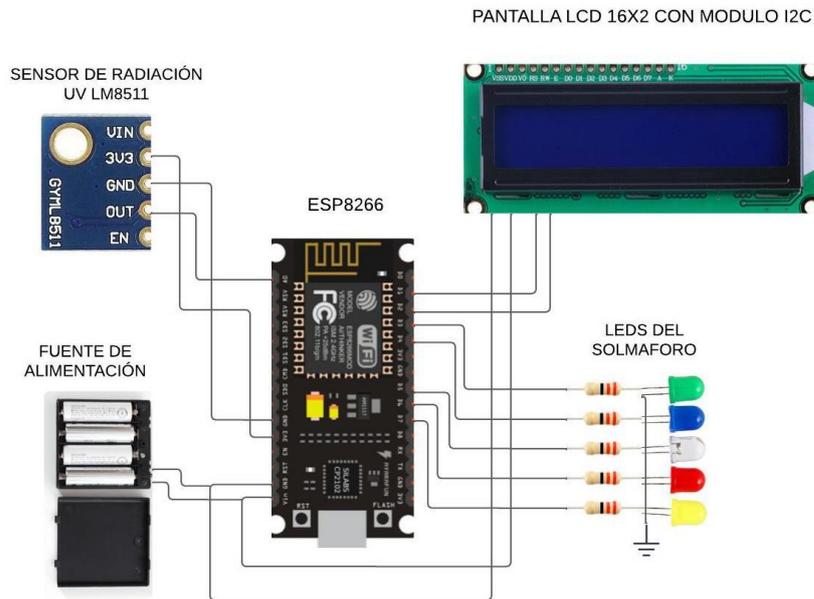
Para dar inicio al desarrollo de dispositivo de medición de la radiación UV con monitoreo IoT basado en la plataforma IoT Ubidots, se realizó los siguientes pasos:

Lectura de sensor de radiación UV

Uno de los elementos de vital importancia en el desarrollo de dispositivo de medición de la radiación solar, es el módulo sensor de radiación UV LM8511, que tiene la responsabilidad de capturar y cuantificar con precisión la adición solar. En la figura 14 se observa su conexión al ESP8266.

Figura 11

Diagrama de conexión del prototipo



Fuente: Propia

Fuente de alimentación para el prototipo

Se utilizó una fuente primaria no recargable 6V formada por cuatro pilas doble AA para a través del L293D ESP-12E NODEMCU Shield alimentar a la tarjeta ESP8266 y apartide de esta, habilitar los voltajes de 5 y 3.3V CD para alimentar a los demas elementos como los led y el sensor de radiación UV LM8511 y LCD

Montaje de componentes electrónicos

Se utilizó una caja de plástico para el montaje de los elementos, con el objetivo de alojar y fijar todos componentes electrónicos, también para proteger la todos los elementos de la intemperie, lluvia u otros factores. En la Figura 15 se puede observar las conexiones físicas de del sensor, LCD y demás componentes del circuito electrónico, con la tarjeta ESP8266 y L293D ESP-12E NODEMCU Shield.

Figura 12

Conexión física de los componentes electrónicos



Fuente: Propia

Captura de datos y programación del ESP8266

En cuanto a la programación del ESP8266, se instaló las librerías de la LCD con modulo I2C, y plataforma Ubidots, las cual permitirá la comunicación mediante la interfaz, para lo cual se declaró las variables para el parámetro a ser medido, tambien se configuró los puertos como entradas y salidas respectivamente (Ver Figura 16).

Figura 13

Programación del ESP8266 para captura de variable radiación y definición de variables globales.

```
1 //SOLMAFORO
2 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
3 #include "Ubidots.h"
4 # define UBIDOTS_TOKEN "8BUS-P7XduaRyty12bP1E1oSEcu979LN4GR" // Put here your Ubidots TOKEN
5 const char* WIFI_SSID = "JOSE"; // Put here your Wi-Fi SSID
6 const char* WIFI_PASS = "0801504531"; // Put here your Wi-Fi password
7 Ubidots ubidots(UBIDOTS_TOKEN, UBI_HTTP);
8 // Define Instances and Constants
9 #define DEVICE_LABEL "SOLMAFORO"
10 #define LAB_INTE "IntensidadUV"
11 int UVSensorIn = A0; //Output from the sensor
12 int LED_VERDE = D3; //LED VERDE
13 int LED_AMARILLO = D4; //LED amarillo
14 int LED_NARANJA = D5; //LED naranja
15 int LED_ROJO = D6; //LED rojo
16 int LED_AZUL= D7; //LED azul
17 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
18 void setup()
19 {
20     Serial.begin(115200);
21     ubidots.wifiConnect(WIFI_SSID, WIFI_PASS);
22     lcd.init();
23     lcd.backlight();
24     pinMode(UVSensorIn, INPUT);
25     pinMode(LED_VERDE, OUTPUT);
26     pinMode(LED_AMARILLO, OUTPUT);
27     pinMode(LED_NARANJA, OUTPUT);
28     pinMode(LED_ROJO, OUTPUT);
29     pinMode(LED_AZUL, OUTPUT);
30     digitalWrite(LED_VERDE, LOW);
31     digitalWrite(LED_AMARILLO, LOW);
32     digitalWrite(LED_NARANJA, LOW);
33     digitalWrite(LED_ROJO, LOW);
34     digitalWrite(LED_AZUL, LOW);
35 }
36
```

Nota: Fuente propia

Programación del ESP8266 para la comunicación IoT.

Para establecer la comunicación de la tarjeta ESP8266 con la plataforma Ubidots se insertó la librería general de ubidots, y se definió la SSID y contraseña de la red wifi a conectarse, de Ubidots se extrajo el Token, nombre del dispositivo y la variable para que permita la transmisión y recepción de mensajes HTTP. Para llevar a cabo este proceso, se empleó el protocolo HTTP y la funcion add para enlazar la variable del dispositivo fisico con la variable del dispositivo virtual de Ubidosts, tal como se representa en la Figura.

Figura 14

Programación del ESP8266 para la comunicación.

```
//SOLMAFORO
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include "Ubidots.h"
# define UBIDOTS_TOKEN "BBUS-P7XduaRyty12bP1E1oSEcu979LN4GR" // Put here your Ubidots TOKEN
const char* WIFI_SSID = "JOSE"; // Put here your Wi-Fi SSID
const char* WIFI_PASS = "0801504531"; // Put here your Wi-Fi password
Ubidots ubidots(UBIDOTS_TOKEN, UBI_HTTP);
| ubidots.add("IntensidadUV", uvIntensity);
bool bufferSent = false;
bufferSent = ubidots.send(DEVICE_LABEL); // Will send data to a device label that matches the device Id
```

Fuente: Propia

Programación los LEDs del Solamaforo

Para la programación del código de colores para indicar los niveles de radiación se consideró tabla estandarizada establecida por la OMS.

Figura 15

Programación de los LEDs del solmaforo

```
89 | if(uvIntensity>=-10 && uvIntensity<=2 )
90 | {
91 |     digitalWrite(LED_VERDE, HIGH);
92 | }
93 | else
94 | {
95 |     digitalWrite(LED_VERDE, LOW);
96 | }
97 | if(uvIntensity>=3 && uvIntensity<=5 )
98 | {
99 |     digitalWrite(LED_AMARILLO, HIGH);
100 | }
101 | else
102 | {
103 |     digitalWrite(LED_AMARILLO, LOW);
104 | }
105 | if(uvIntensity>=6 && uvIntensity<=7 )
106 | {
107 |     digitalWrite(LED_NARANJA, HIGH);
108 | }
109 | else
110 | {
111 |     digitalWrite(LED_NARANJA, LOW);
112 | }
113 | if(uvIntensity>=8 && uvIntensity<=10 )
114 | {
115 |     digitalWrite(LED_ROJO, HIGH);
116 | }
117 | else
118 | {
119 |     digitalWrite(LED_ROJO, LOW);
120 | }
121 | if(uvIntensity>10 )
122 | {
123 |     digitalWrite(LED_AZUL, HIGH);
124 | }
125 | else
126 | {
```

Fuente: Propia

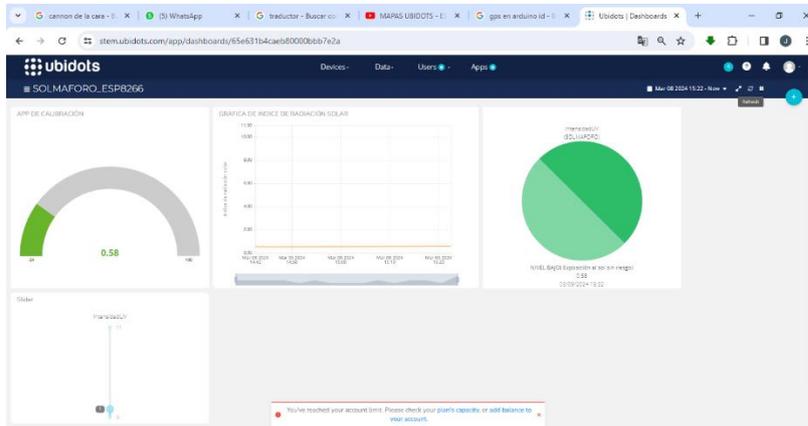
Creación del cuadro de comandos (Dashboard) en Ubidots

El proceso inicio con el registro en la plataforma y la creación de una cuenta en modo Steam, posteriormente se creo un dispositivo al cual se denominó Solmáforo, dentro de este dispositivo

se creo la variable intensidad UV posteriormente se crea un dashboard con el nombre SOLMAFORO_8266, baridos widget para visualizar los cambios de la radiación en varios formatos para visualizar la los colores se colocó un widget.

Figura 16

Cuadro de comandos del dispositivo de monitoreo de radiación UV



Nota: Fuente Autoría propia

Por otro lado, cuando se esté ejecutando el programa cargado en el dispositivo físico desarrollado, se enviarán datos a Ubidots, que a su vez generará alertas a través del mensaje de texto sms y de correo electrónico, cuando se alcance niveles de índice UV programados, tal como se puede observar en la figura.

Figura 17

Notificaciones de Ubidots



Fuente: Propia

c. Estrategias y/o técnicas

En la implementación de este proyecto se realizó empleando un enfoque metodológico el orden de las actividades. El trabajo se dividió en etapas comenzando por una revisión bibliografía, programación de la ESP8266, selección de materiales, conexión de los dispositivos, pruebas, Esta metodología de desglose de la estructura de trabajo permitió alcanzar los objetivos propuestos también permitió verificar el funcionamiento por fases y detectar errores y realizar ajustes y mejoras al proyecto.

Para obtener un producto eficiente rápido y confiable minimizando las posibles fallas, se empleó herramientas tecnológicas fundamentales durante todo el proceso. Para la programación de la ESP8266 se utilizó Arduino IDE, También se utilizó el protocolo HTTP para establecer enlace entre la tarjeta ESP8266 y la plataforma Ubidots, lo que permitió una comunicación precisa en tiempo real entre dispositivos y la plataforma IoT, adicionalmente se probó las notificaciones de alerta enviando a diferentes compañías de correos electrónicos, msm, y llamadas de voz, todas estas herramientas aportaron la implementación satisfactoria del proyecto.

2.4 Validación de la propuesta

En la evaluación del proyecto se eligió tres expertos considerando los siguientes requisitos estudios académicos relacionados con el tema investigativo, experiencia académica y laboral y una actitud proactiva y voluntad de participar. La tabla 3 dispone de información ampliada de los expertos elegidos para la valoración del proyecto.

Tabla 3

Información de perfil de especialistas

Nombres y Apellidos	Años de experiencia	Titulación Académica	Cargo
Alex David Bautista España	5	Ingeniero Electrónico con mención en sistemas industriales	Docente Instituto Superior Tecnológico Luis Tello
Jefferson David Lozada Contreras	8	Magister en Industria 4.0 - Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones	Docente por Contrato Ocasional del Instituto Superior Luis Tello
Juan Carlos Vela Mosquera	4	Ingeniería en Mecatrónica	Docente Titular Instituto Superior Tecnológico Luis Tello

Fuente: Elaborado a partir de formato evaluación de expertos

La evaluación realizada por cada uno de los expertos se presenta en la Tablas 4, y 5 las

valoraciones completas se pueden revisar en el Anexo 3.

Tabla 4

Evaluación de expertos, especialistas 1 y 2

EVALUACION SEGUN IMPORTANCIA Y REPRESENTATIVIDAD					
Especialista: Alex David Bautista España					
Criterios	En Total Desacuerdo	En Desacuerdo	Ni de Acuerdo Ni en Desacuerdo	De Acuerdo	Totalmente Acuerdo
Impacto					X
Aplicabilidad					X
Conceptualización					X
Actualidad					X
Calidad Técnica					X
Factibilidad					X
Pertinencia					X
EVALUACION SEGUN IMPORTANCIA Y REPRESENTATIVIDAD					
Especialista: Jefferson David Lozada Contreras					
Criterios	En Total Desacuerdo	En Desacuerdo	Ni de Acuerdo Ni en Desacuerdo	De Acuerdo	Totalmente Acuerdo
Impacto					X
Aplicabilidad					X
Conceptualización					X
Actualidad					X
Calidad Técnica					X
Factibilidad					X
Pertinencia					X

Fuente: Elaborado a partir Albarracín (2023). Uisrael, (2024)

Tabla 5

Evaluación de expertos, especialista 3

EVALUACION SEGUN IMPORTANCIA Y REPRESENTATIVIDAD					
Especialista: Juan Carlos Vela Mosquera					
Criterios	En Total Desacuerdo	En Desacuerdo	Ni de Acuerdo Ni en Desacuerdo	De Acuerdo	Totalmente Acuerdo
Impacto					X
Aplicabilidad					X
Conceptualización					X
Actualidad					X
Calidad Técnica					X
Factibilidad					X
Pertinencia					X

Fuente: Elaborado a partir Albarracín (2023); Uisrael, (2024)

2.5 Matriz de articulación de la propuesta

En la presente matriz se sintetiza la articulación del producto realizado con los sustentos teóricos, metodológicos, estratégicos-técnicos y tecnológicos empleados.

Tabla 6

Matriz de articulación

Ejes o partes principales del proyecto		Breve descripción de los resultados de cada parte	Sustento teórico que se aplicó en la construcción del proyecto	Metodologías, herramientas técnicas y tecnológicas que se emplearon
1	<i>Definición de De la variable y características de dispositivo de monitoreo</i>	1.1 Tablas comparativas de elementos 1.2. Análisis de costos y factibilidad 1.3. Tomas de decisiones en base a funcionalidades y beneficios. 1.4. Estudio de dispositivos de medición de radiación con IoT 1.5. Tarjetas utilizadas en proyectos IoT	Internet de las cosas IoT Aplicaciones de IoT Plataforma IoT Protocolos de comunicaciones Enfermedades causadas por el sol	Una investigación cuantitativa en la recopilación y selección de la información Método de observación para revisar resultados de proyectos anteriores También se utilizó la metodología de desglose de estructura de trabajo, para lograr los objetivos y establecer un orden y secuencia en las actividades
2	<i>Diseño y programación de arquitectura del dispositivo de medición de la radiación y monitoreo IoT</i>	2.1. Programación de la tarjeta ESP8266 en Arduino 2.2. Selección de materiales y partes del dispositivo 2.3. Registro Ubidots y creación de cuadro de datos 2.4 Programación de eventos y alertas	Programación en Arduino y tarjetas de desarrollo IoT Aplicaciones de diseño y simulación de circuitos electrónicos (Proteus) Plataforma Ubidots	Implementación de un dispositivo de medición de la radiación solar con monitoreo IoT Registro en Ubidots y creación de Dashboard para monitoreo de la radiación Creación de alertas de niveles de radiación
3	<i>Implementación de aplicación IoT</i>	3.1. Verificación de fallas 3.2. Conexiones físicas de los elementos electrónicos 3.3. Comunicación del dispositivo con Ubidots 3.4 Calibración de valores de misión 3.5. Ensayos en la protoboard 3.6 Panel de datos en Ubidots	Diseño de placas impresas Instalaciones y protecciones Protocolos de comunicación IoT Red WiFi Medición de variables eléctricas Detección de averías en circuitos electrónicos	Las Hoja de datos del fabricante de dispositivos se utilizó para las conexiones Se utilizó la plataforma Ubidots para recibir información del dispositivo y Se utilizó aplicaciones de mensajería como Hotmail Gmail, mensajes de voz para enviar notificaciones de alertas como prueba de funcionamiento

Fuente: Elaborado a partir del formato proyecto de titulación Uisrael, 2023

2.6 Análisis de resultados. Presentación y discusión.

El dispositivo de medición de la radiación con monitoreo IoT basado en Ubidots 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 18

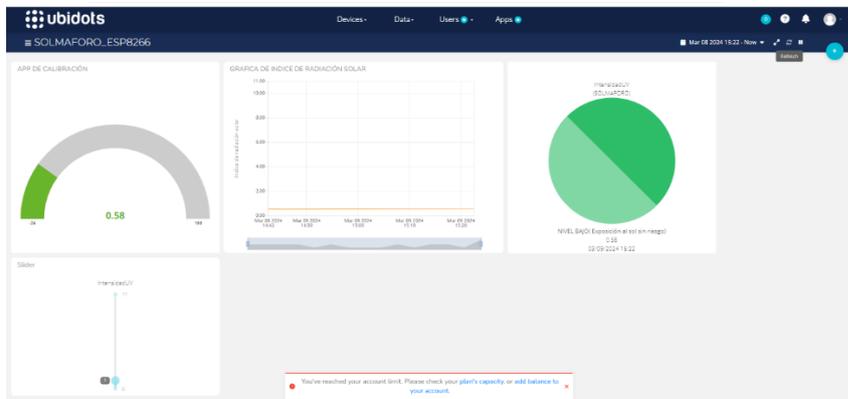
Comprobación del dispositivo con Ubidots



Fuente: Propia.

Figura 19

Visualización de los datos en el dashboard de Ubidots

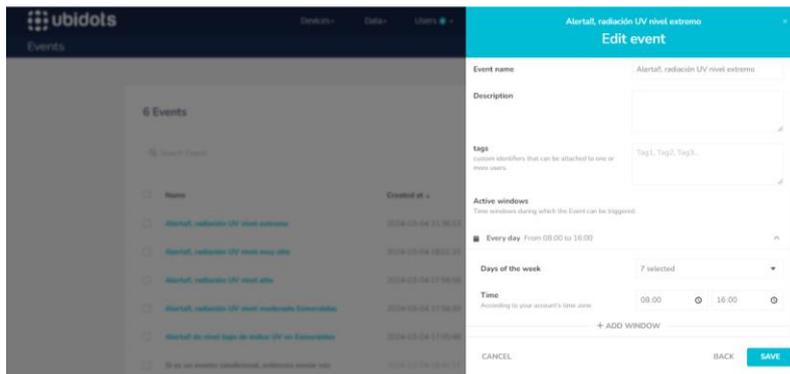


Nota: Fuente propia

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

Figura 20

Configuración de horarios para envío de notificaciones

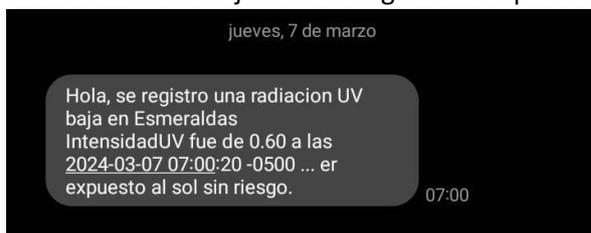


Fuente: Propia

El dispositivo cuenta con un sistema de alarma mediante Ubidots, 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 también que no hay riesgo de exposición al sol, los criterios se basan según la tabla estandarizada del índice UV establecida por la OMS.

Figura 21

Muestra los mensajes de texto generados por el dispositivo IoT desarrollado.



Fuente: Propia

Análisis de la variable radiación UV monitoreada

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.

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.

RECOMENDACIONES

Este proyecto servirá como base para posteriores investigaciones para que conozcan o fortalezcan el uso de las herramientas del Internet de las cosas disponibles en la medición y monitoreo de variables y procesamiento de información, adicionalmente el dispositivo puede tener aplicaciones con otros enfoques o áreas.

Para utilizar todas las herramientas de la plataforma Ubidots se recomienda usar la versión de pago para desarrollar dispersivos a una escala mayor o comercial para que el usuario pueda usar sin límite de tiempo la plataforma IoT, esto llevara a otro nivel al producto en cuanto a que posibilita múltiples funciones y características en la plataforma

Adicionalmente se recomienda calibrar el dispositivo desarrollado con un dispositivo comercial para asegura mediciones reales y precisas antes de hacer la comunicación con la plataforma IoT, para no general notificaciones y alertas falsas.

Realizar pruebas de campo durante varios días y en las horas pico donde el sol emite más rayos solares esto puede ser muy útil para obtener valores y poder configurar las notificaciones de alertas.

Considerar el uso de la placa ESP8266 en futuros proyectos medio ambientales por la capacidad de conectividad con IoT. Se recomienda proteger de la intemperie la LCD y el sensor UV con el fin de conservar la vida útil y su perfecto funcionamiento del dispositivo.

BIBLIOGRAFÍA

- Asociación Médica Mundial. (16 de Noviembre de 2021). *Declaración de la Asociación Médica Mundial sobre radiación solar y fotoprotección*. <https://www.wma.net/es/policies-post/declaracion-de-la-amm-sobre-radiacion-solar-y-fotoproteccion/>
- Asociación Médica Mundial. (Mayo de 2022). *Manual de Políticas de la AMM*. <https://www.wma.net/wp-content/uploads/2022/05/HB-S-Version-2022.pdf>
- Bonilla, I., Tavizon, A., Morales, M., Guajardo, L., & Laines, C. (2016). IOT, EL INTERNET DE LAS COSAS Y LA INNOVACIÓN DE SUS APLICACIONES. 2(1). <http://www.web.facpya.uanl.mx/vinculategica/Revistas/R2/2313-2340%20-%20lot,%20El%20Internet%20De%20Las%20Cosas%20Y%20La%20Innovacion%20De%20Sus%20Aplicaciones.pdf>
- 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>
- El comercio. (27 de Noviembre de 2022). *En Quito aumentó la radiación solar, pero los solmáforos no funcionan*. <https://www.elcomercio.com/actualidad/quito/quito-aumento-radiacion-solar-solmaforos.html>
- El comercio. (24 de Agosto de 2022). *La exposición a rayos UV incide en el cáncer*. <https://www.elcomercio.com/tendencias/salud/exposicion-rayos-uv-cancer-ecuador.html>
- El comercio. (20 de Junio de 2023). *¿A qué se deben los altos índices de radiación UV en Ecuador? Inamhi explica*. <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/altos-indices-radiacion-ecuador-inamhi.html>
- Electrostore. (2019). *Electrostore*. <https://grupoelectrostore.com/shop/displays-y-pantallas/lcd-162-16x2-1602-modulo-i2c/>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (s.f.). *Características de la radiación solar*. <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/caracteristicas-de-la-radiacion-solar#:~:text=Medir%20la%20radiaci%C3%B3n%20solar%20es,y%20uso%20de%20sistemas%20de>
- La Hora. (07 de Febrero de 2020). *En ascenso el cáncer de piel en Esmeraldas*. <https://www.lahora.com.ec/noticias/en-ascenso-el-cancer-de-piel-en-esmeraldas/>
- Lorena, S. (3 de Noviembre de 2015). *Internet de las cosas*. <https://internetcosaslorena.blogspot.com/>
- 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>
- Naylamp Mechatronics SAC. (2023). *Naylamp Mechatronics*. <https://naylampmechatronics.com/espressif-esp/153-nodemcu-v2-esp8266-wifi.html>

- 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>
- Organización Mundial de la Salud. (21 de Junio de 2022). *Radiación ultravioleta*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ultraviolet-radiation>
- Pinzón, D. (2015). *Panorama de aplicación del internet de las cosas (IoT)*.
- SSDIELECT ELECTRONICA SAS. (2024). *SSDIELECT ELECTRONICA SAS*. <https://ssdielect.com/sistemas-de-desarrollo-esp8266-wifi/661-esp-12e-motor-shield.html>
- Zambrano, J. (2021). Desarrollo de aplicaciones de monitoreo y control basadas en IoT a través de la plataforma ubidots. aplicaciones a sistemas de automatización bajo entornos de simulación. (*Tesis de ingeniería*). Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, Cuenca.
- López Garzón, W. F. & Cárdenas López, J. C. (2019). Tecnología internet of things (IoT) y el big data. *Mare Ingenii. Ingenierías*, 1 (1), 74-79: (ed.). Fundación Universitaria San Mateo. <https://elibro.net/es/ereader/uisrael/127847?page=6>.

ANEXOS

ANEXO 1: CÓDIGO DEL DISPOSITIVO DE MONITOREO DE LA RADIACIÓN SOLAR

```
//SOLMAFORO
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include "Ubidots.h"
# define UBIDOTS_TOKEN "BBUS-P7XduaRyty12bP1E1oSEcu979LN4GR" // Put here your Ubidots
TOKEN
const char* WIFI_SSID = "JOSE"; // Put here your Wi-Fi SSID
const char* WIFI_PASS = "0801504531"; // Put here your Wi-Fi password
Ubidots ubidots(UBIDOTS_TOKEN, UBI_HTTP);
// Define Instances and Constants
#define DEVICE_LABEL "SOLMAFORO"
#define LAB_INTE "IntensidadUV"
int UVsensorIn = A0; //Output from the sensor
int LED_VERDE = D3; //LED VERDE
int LED_AMARILLO = D4; //LED amarillo
int LED_NARANJA = D5; //LED naranja
int LED_ROJO = D6; //LED rojo
int LED_AZUL= D7; //LED azul
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
void setup()
{
    Serial.begin(115200);
    ubidots.wifiConnect(WIFI_SSID, WIFI_PASS);
    lcd.init();
    lcd.backlight();
    pinMode(UVsensorIn, INPUT);
    pinMode(LED_VERDE, OUTPUT);
    pinMode(LED_AMARILLO, OUTPUT);
    pinMode(LED_NARANJA, OUTPUT);
    pinMode(LED_ROJO, OUTPUT);
    pinMode(LED_AZUL, OUTPUT);
    digitalWrite(LED_VERDE, LOW);
    digitalWrite(LED_AMARILLO, LOW);
    digitalWrite(LED_NARANJA, LOW);
    digitalWrite(LED_ROJO, LOW);
    digitalWrite(LED_AZUL, LOW);
}
//Takes an average of readings on a given pin
//Returns the average
int averageAnalogRead(int pinToRead)
{
    byte numberOfReadings = 8;
    unsigned int runningValue = 0;

    for(int x = 0 ; x < numberOfReadings ; x++)
        runningValue += analogRead(pinToRead);
    runningValue /= numberOfReadings;

    return(runningValue);
}
float mapfloat(float x, float in_min, float in_max, float out_min, float out_max)
```

```

{
  return (x - in_min) * (out_max - out_min) / (in_max - in_min) + out_min;
}

void loop()
{

  int uvLevel = averageAnalogRead(UVsensorIn);

  float outputVoltage = 3.3 * uvLevel/1024;
  float uvIntensity = mapfloat(outputVoltage, 0.99, 2.9, 0.0, 15.0);

  Serial.print(" Intensidad UV: ");
  Serial.print(uvIntensity);
  Serial.print(" mW/cm^2");
  Serial.println();
  delay(200);
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Intensidad UV:");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print(uvIntensity);
  lcd.print(" mW/cm^2");

  Serial.println();

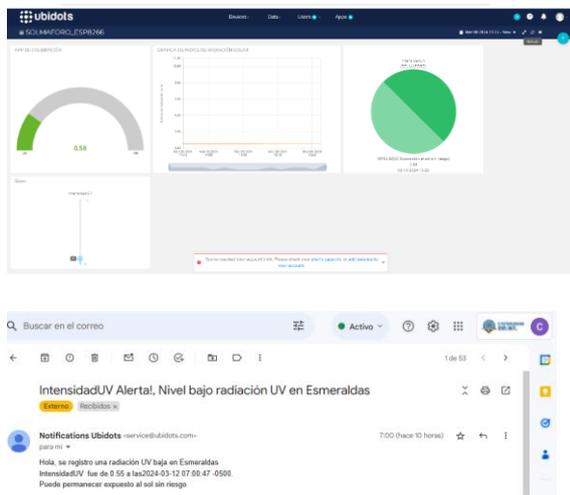
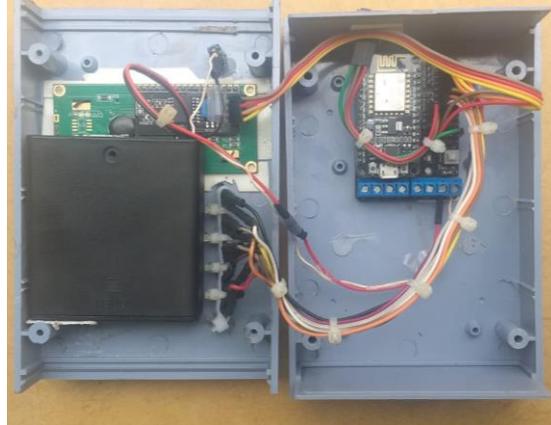
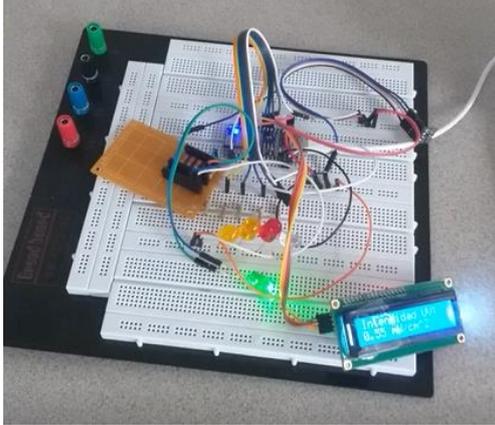
  delay(5000);
  ubidots.add("IntensidadUV", uvIntensity);
  bool bufferSent = false;
  bufferSent = ubidots.send(DEVICE_LABEL); // Will send data to a device label
that matches the device Id

  if (bufferSent)
  {
    // Do something if values were sent properly
    Serial.println("Valores enviados por el dispositivo");
  }
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  if(uvIntensity>=-10 yy uvIntensity<=2 )
{
  digitalWrite(LED_VERDE, HIGH);
}
else
{
  digitalWrite(LED_VERDE, LOW);
}
  if(uvIntensity>=3 yy uvIntensity<=5 )
{
  digitalWrite(LED_AMARILLO, HIGH);
}
else
{
  digitalWrite(LED_AMARILLO, LOW);
}
  if(uvIntensity>=6 yy uvIntensity<=7 )
{
  digitalWrite(LED_NARANJA, HIGH);
}
}

```

```
    }
    else
    {
        digitalWrite(LED_NARANJA, LOW);
    }
    if(uvIntensity>=8 yy uvIntensity<=10 )
    {
        digitalWrite(LED_ROJO, HIGH);
    }
    else
    {
        digitalWrite(LED_ROJO, LOW);
    }
    if(uvIntensity>10 )
    {
        digitalWrite(LED_AZUL, HIGH);
    }
    else
    {
        digitalWrite(LED_AZUL, LOW);
    }
    }
```

ANEXO 2: PROCEDIMIENTO DEL DESARROLLO DEL DISPOSITIVO DE MEDICIÓN Y MONITOREO DE LA RADIACIÓN SOLAR



ANEXO 3: VALIDACIÓN DE ESPECIALISTAS



Instrumento de Validación:

Datos del validador

Nombres y Apellidos	Años de experiencia	Titulación Académica	Cargo
Alex David Bautista España	5	Ingeniero Electrónico con mención en sistemas industriales	Docente Instituto Superior Tecnológico Luis Tello

Tabla
Criterios de Evaluación

Criterios	Descripción
Impacto	Representa el alcance que tendrá el modelo de gestión y su representatividad en la generación de valor público.
Aplicabilidad	La capacidad de implementación del modelo considerando que los contenidos de la propuesta sean aplicables
Conceptualización	Los componentes de la propuesta tienen como base conceptos y teorías propias de la gestión por resultados de manera sistémica y articulada.
Actualidad	Los contenidos de la propuesta consideran los procedimientos actuales y los cambios científicos y tecnológicos que se producen en la nueva gestión pública.
Calidad Técnica	Miden los atributos cualitativos del contenido de la propuesta.
Factibilidad	Nivel de utilización del modelo propuesto por parte de la Entidad.
Pertinencia	Los contenidos de la propuesta son conducentes, concernientes y convenientes para solucionar el problema planteado.

Tabla
Escala de evaluación de criterios

CRITERIOS	EVALUACION SEGUN IMPORTANCIA Y REPRESENTATIVIDAD				
	En Total Desacuerdo	En Desacuerdo	Ni de Acuerdo Ni en Desacuerdo	De Acuerdo	Totalmente Acuerdo
Impacto					X
Aplicabilidad					X
Conceptualización					X
Actualidad					X
Calidad Técnica					X
Factibilidad					X
Pertinencia					X

Fuente: UISRAEL

Elaborada por: Ing. Wilmer Fabian Albarracín Guarochico MBA



Ing. Alex Bautista

Instrumento de Validación:

Datos del validador

Nombre y Apellidos	Años de experiencia	Titulación Académica	Cargo
Jefferson David Lozada Contreras	8	Magister en Industria 4.0 - Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones	Docente por Contrato Ocasional del Instituto Superior Luis Tello

Tabla
Criterios de Evaluación

Criterios	Descripción
Impacto	Representa el alcance que tendrá el modelo de gestión y su representatividad en la generación de valor público.
Aplicabilidad	La capacidad de implementación del modelo considerando que los contenidos de la propuesta sean aplicables
Conceptualización	Los componentes de la propuesta tienen como base conceptos y teorías propias de la gestión por resultados de manera sistémica y articulada.
Actualidad	Los contenidos de la propuesta consideran los procedimientos actuales y los cambios científicos y tecnológicos que se producen en la nueva gestión pública.
Calidad Técnica	Miden los atributos cualitativos del contenido de la propuesta.
Factibilidad	Nivel de utilización del modelo propuesto por parte de la Entidad.
Pertinencia	Los contenidos de la propuesta son conducentes, concernientes y convenientes para solucionar el problema planteado.

Tabla
Escala de evaluación de criterios

CRITERIOS	EVALUACION SEGUN IMPORTANCIA Y REPRESENTATIVIDAD				
	En Total Desacuerdo	En Desacuerdo	Ní de Acuerdo Ní en Desacuerdo	De Acuerdo	Totalmente Acuerdo
Impacto					X
Aplicabilidad					X
Conceptualización					X
Actualidad					X
Calidad Técnica					X
Factibilidad					X
Pertinencia					X

Fuente: UISRAEL

Elaborada por: Ing. Wilmer Fabian Albarracín Guarochico MBA



Firma



Instrumento de Validación

Datos del validador

Nombres y Apellidos	Años de experiencia	Titulación Académica	Cargo
Juan Carlos Vela Mosquera	4	Ingeniería en Mecatrónica	Docente Titular <i>Instituto Superior Tecnológico Luis Tello</i>

Tabla
Criterios de Evaluación

Criterios	Descripción
Impacto	Representa el alcance que tendrá el modelo de gestión y su representatividad en la generación de valor público.
Aplicabilidad	La capacidad de implementación del modelo considerando que los contenidos de la propuesta sean aplicables
Conceptualización	Los componentes de la propuesta tienen como base conceptos y teorías propias de la gestión por resultados de manera sistémica y articulada.
Actualidad	Los contenidos de la propuesta consideran los procedimientos actuales y los cambios científicos y tecnológicos que se producen en la nueva gestión pública.
Calidad Técnica	Miden los atributos cualitativos del contenido de la propuesta.
Factibilidad	Nivel de utilización del modelo propuesto por parte de la Entidad.
Pertinencia	Los contenidos de la propuesta son conducentes, concernientes y convenientes para solucionar el problema planteado.

Tabla

Escala de evaluación de criterios

CRITERIOS	EVALUACION SEGUN IMPORTANCIA Y REPRESENTATIVIDAD				
	En Total Desacuerdo	En Desacuerdo	Ni de Acuerdo Ni en Desacuerdo	De Acuerdo	Totalmente Acuerdo
Impacto					X
Aplicabilidad					X
Conceptualización					X
Actualidad					X
Calidad Técnica					X
Factibilidad					X
Pertinencia					X

Fuente: UISRAEL

Elaborada por: Ing. Wilmer Fabian Albarracín Guarochico MBA

Firma:  Identificación en:
JUAN CARLOS VELA
MOSQUERA

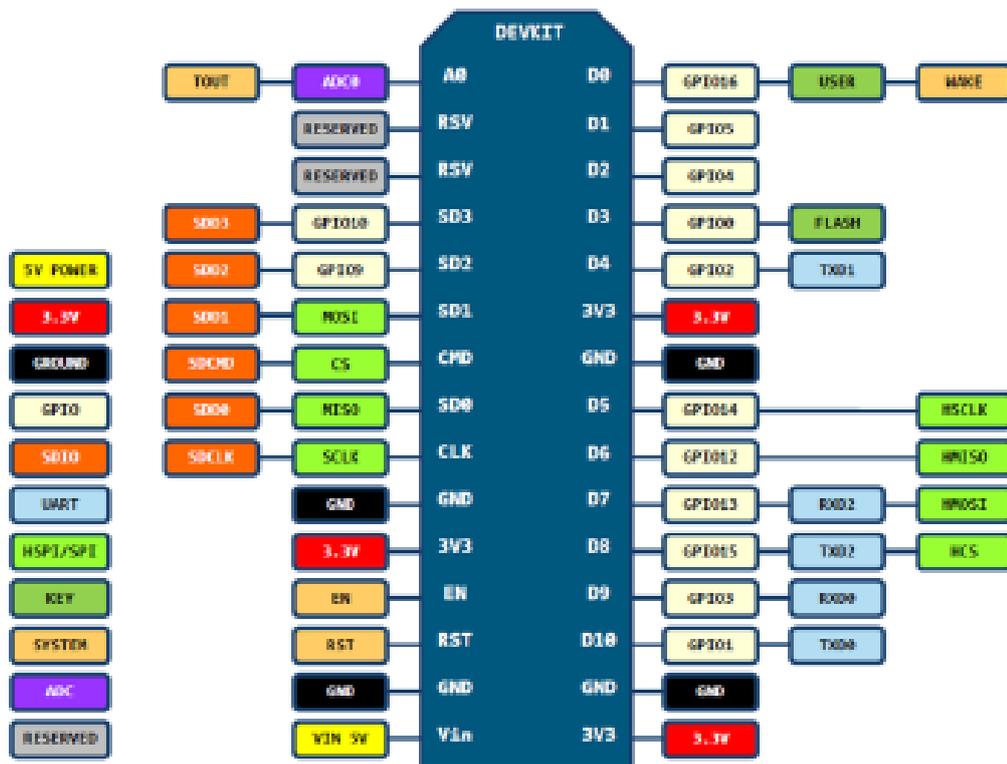
Ing. Juan Carlos Vela

ANEXO 4: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE TARJETA ESP8266

1. Specification:

- Voltage: 3.3V.
- Wi-Fi Direct (P2P), soft-AP.
- Current consumption: 10uA~170mA.
- Flash memory attachable: 16MB max (512K normal).
- Integrated TCP/IP protocol stack.
- Processor: Tensilica L106 32-bit.
- Processor speed: 80~160MHz.
- RAM: 32K + 80K.
- GPIOs: 17 (multiplexed with other functions).
- Analog to Digital: 1 input with 1024 step resolution.
- +19.5dBm output power in 802.11b mode
- 802.11 support: b/g/n.
- Maximum concurrent TCP connections: 5.

2. Pin Definition:



D0(GPIO16) can only be used as gpio read/write, no interrupt supported, no pwm/i2c/iw supported.

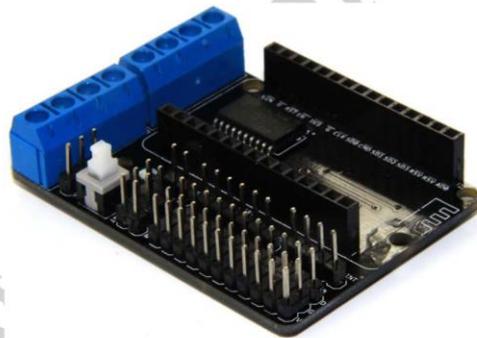
ANEXO 5: ESPECIFICACIONES TECNICAS DE ESP12E MOTOR SHIELD



Shenzhen Doctors of Intelligence & Technology (SZDOIT)

User Manual for ESP12E Motor Shield

DC motor driven module



Technique Specifications

- ◆ **Input Power:**

- motor power (VM): 4.5-36V, can be powered separately;

- control power (VIN): 4.5V-9V(10V MAX), can be powered separately;

- provide the shortcut connector (short by VM and VIM), thus can use one power source (must be 4.5V-9V) to complete the drive and control for motor at a time.

- ◆ **Logic working current** $I_{ss} \leq 60\text{mA}$ ($V_i=L$), $\leq (V_i=H)$;
- ◆ **Driven working current** $I_o \leq 1.2\text{A}$;
- ◆ **Max of dissipation power:** $4\text{W}(T=90^\circ\text{C})$;
- ◆ **Control signal input voltage:** $2.3\text{V} \leq V_{IH} \leq V_{IN}$ (high), $-0.3\text{V} \leq V_{IL} \leq 1.5\text{V}$ (low);
- ◆ **Working temperature:** $-25^\circ\text{C} \sim +125^\circ\text{C}$
- ◆ **Driven model:** double ways large power H bridge driven;
- ◆ **ESP-12E Dev Kit control port:** D1, D3 (motor A); D2, D4 (motor B);
- ◆ **Weight:** about 20g.

ANEXO 5: ESPECIFICACIONES PANTALLA LCD 1602 CON MÓDULO I2C

LCD1602 I2C Module

LCD MODULE USER MANUAL

1. FUNCTIONS & FEATURES

Features

- Characters: 16×2 Lines
- LCD Mode: STN, Yellow –Green/Blue/Grayish;
- LCD Controller IC: AiP31068L or Equivalent
- Driving Method: 1/16 Duty; 1/5Bias
- Viewing Angle: 6 O'clock direction
- I²C MPU Interface
- Backlight: White LED
- Operating Temperature Range: -20 to +70°C;
- Storage Temperature Range : -30 to +80°C;

2. MECHANICAL SPECIFICATIONS

ITEM	SPECIFICATIONS	UNIT
Module Size	87.0L×32.0W×13.0 (max) H	mm
View Area	64.5×16.0	mm
Number of Character	16×2 Lines	—
Character Size	2.96×5.56	mm
Character Pitch	3.55×5.96	mm

6. PIN DESCRIPTION

ITEM	SYMBOL	LEVEL	FUNCTION
------	--------	-------	----------

2

深圳市微雪电子有限公司
WAVESHARE ELECTRONICS CO., LTD

1	SDA	H/L	I ² C-Bus Serial Data
2	SCL	H/L	I ² C-Bus Serial Clock
3	GND	0V	Power Ground
4	VCC	+3.3~5.0V	Power Supply For Logic

Note: 1. AIP31068L SLAVE ADDRESS: 0X7C.