

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

TEMA:

**Diseño y simulación de un tablero de exposición a radiación UV
con sistema de alimentación fotovoltaica para la medición de
irradiancia en la Facultad Educación Técnica para el Desarrollo.**

AUTOR:

Álvarez Albán, Marcos Jhazzel

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

TUTOR:

Ing. Mero Vallas, Alexander Ronald M.Sc

Guayaquil, Ecuador

03 de septiembre del 2025



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

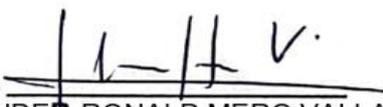
**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Álvarez Albán, Marcos Jhazzel**, como requerimiento para la obtención del Título de **Ingeniero En Electrónica Y Automatización**.

TUTOR (A)

TUTOR (A)

f. 
Ing. ALEXANDER RONALD MERO VALLAS, MSc.

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. 
ING. BOHÓRQUE Z ESSOBAR, CELSO BAYARDO, Ph. D.

Guayaquil, a los 3 días del mes de septiembre del año 2025



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Álvarez Albán, Marcos Jhazzel**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, Diseño y simulación de un tablero de exposición a radiación UV con sistema de alimentación fotovoltaica para la medición de irradiancia en la Facultad Educación Técnica para el Desarrollo, previo a la obtención del Título de **INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN** ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 3 días del mes de septiembre del año 2025

EL AUTOR:

f. 
MARCOS JHAZZEL ALVAREZ ALBAN

Álvarez Albán, Marcos Jhazzel



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

AUTORIZACIÓN

Yo, **Álvarez Albán, Marcos Jhazzel**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, Diseño y simulación de un tablero de exposición a radiación UV con sistema de alimentación fotovoltaica para la medición de irradiancia en la Facultad Educación Técnica para el Desarrollo, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 3 días del mes de septiembre del año 2025

EL AUTOR:

f. 
MARCOS JHAZZEL ALVAREZ ALBAN

Álvarez Albán, Marcos Jhazzel



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES
REPORTE DE COMPILATIO

 CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

Marcos Álvarez 0k

< 1%
Textos sospechosos

< 1% Similitudes

- 0% similitudes entre comillas
- 0% entre las fuentes mencionadas
- 7% Idiomas no reconocidos (ignorado)
- 7% Textos potencialmente generados por la IA (ignorado)

Nombre del documento: Marcos Álvarez 0k.doc	Depositante: Alexander Ronald Mero Vallas	Número de palabras: 30.418
ID del documento: 2406cda13adb0de8f0846a159b5ed8b3bcd42e04	Fecha de depósito: 26/8/2025	Número de caracteres: 204.514
Tamaño del documento original: 21,85 MB	Tipo de carga: interface	
	fecha de fin de análisis: 26/8/2025	

Ubicación de las similitudes en el documento:



Se revisó el Trabajo de Titulación, Diseño y Simulación de un Tablero de Exposición a Radiación UV con Sistema de Alimentación Fotovoltaica para la medición de irradiancia en la Facultad Técnica para el Desarrollo, presentado por el estudiante Marcos Jhazzel Alvarez Albán

de la carrera de Ingeniería en Electrónica y Automatización, donde obtuvo del programa COMPILATIO, el valor de 1 % de coincidencias, considerando ser aprobada por esta dirección. Certifica,

TUTOR (A)

f. 
Ing. ALEXANDER RONALD MERO VALLAS, MSc.

DEDICATORIA

Dedico este logro a mi madre, María Angélica, por ser el pilar de mi vida, por su amor incondicional, su paciencia y su apoyo en cada etapa de mi formación. Su ejemplo de fortaleza y dedicación ha sido la mayor motivación para alcanzar mis metas.

A mi padre, Marcos Antonio, quien con su esfuerzo, consejos y confianza en mis capacidades me ha enseñado el valor del trabajo, la perseverancia y la responsabilidad.

Con especial gratitud a mi tío, Francisco naranjo, por su valiosa ayuda y constante respaldo durante este proceso de titulación. Su apoyo me llevo a lograr culminar este proyecto.

También a mis demás familiares como mi hermano. Mis Hermanas , mis tíos, mis Tías, mis primos y a mi pareja Karla por estar conmigo los quiero a todos y gracias por su respaldo

A ellos, les dedico este logro con todo mi cariño y profundo agradecimiento.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme la fortaleza, la salud y la perseverancia necesarias para culminar este trabajo.

A mis padres, María Angélica y Marcos Antonio, quienes con amor, sacrificio y comprensión han sido mi mayor fuente de inspiración y motivación. Gracias por enseñarme que con esfuerzo y dedicación todo es posible.

A mi tío, Francisco, por su apoyo incondicional, sus consejos oportunos y la ayuda brindada en los momentos más importantes de este proceso de titulación.

A mis docentes , compañeros y mi novia , quienes con sus ayuda, apoyo y experiencias contribuyeron significativamente a mi formación profesional.

Finalmente, agradezco a todas las personas que de una u otra manera fueron parte de este camino, dejando huella en mi vida y en este logro académico.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f.

(ING. LUIS EZEQUIEL PALAU DE LA ROSA M.Sc)

~~OPONENTE~~

f.

ING. BOHÓRQUEZ ESCOBAR, CELSO BAYARDO, Ph. D.

DIRECTORA DE CARRERA

f.

ING. UBILLA GONZALES, RICARDO XAVIER, M. Sc

COORDINADOR DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN

ÍNDICE

RESUMEN	XIV
ABSTRACT	XV
Capítulo I	2
Consideraciones generales	2
1.1 Introducción	2
1.2 Antecedentes.....	3
1.3 Justificación	4
1.4 Planteamiento del problema	6
1.5 Objetivos.....	9
1.5.1 Objetivo general	9
1.5.2 Objetivos específicos.....	9
1.6 Metodología de la investigación	9
Capítulo 2:	12
Marco teórico	12
2.1 Fundamentos de la radiación ultravioleta	12
2.1.1 Concepto y características de la radiación UV	12
2.1.2 Clasificación espectral: UVA, UVB y UVC	16
2.1.3 Efectos de la radiación UV en la salud y los materiales	21
2.2 Medición de irradiancia UV	24
2.2.1 Principios físicos de la medición de irradiancia	25
2.2.2 Tipos de sensores UV: funcionamiento y aplicaciones.....	26
2.2.3 Unidades de medida: $\mu\text{W}/\text{cm}^2$, mW/m^2 y su interpretación.....	29
2.3 Energía solar fotovoltaica	31
2.3.1 Fundamentos de conversión fotovoltaica	31
2.3.2 Tipos de paneles solares y características eléctricas	32
2.3.3 Reguladores, baterías y eficiencia energética	34
2.4 Electrónica aplicada al monitoreo ambiental	36
2.4.1 Monitoreo de variables físicas mediante sensores	36
2.4.2 Estándares y normativas para sistemas electrónicos de medición	38
2.5 Microcontroladores y programación en la tarjeta TIVA C Series TM4C129X	40
2.5.1 Estructura y funcionamiento de la TIVA C Series TM4C129X	41
2.6 Simulación electrónica con Proteus.....	44
2.6.1 Entorno de trabajo de Proteus: componentes y funciones	44
2.6.2 Modelado de circuitos electrónicos y microcontroladores	47
2.7 Componentes	48
2.7.1 Software de Simulación: Proteus Design Suite	48
2.7.2 Tarjeta TIVA C Series TM4C129X.....	51
2.7.3 Integración con Proteus y entorno de desarrollo	56
2.7.4 Lenguaje y Entorno de Programación: C/C++ mediante Code Composer Studio	61
Capítulo 3:	66
Identificación de los Componentes Clave del Sistema de Exposición UV ...	66
3.1 Caracterización del sensor UV para simulación	66

3.2	Especificaciones técnicas del microcontrolador TIVA C Series TM4C129X	69
3.3	Modelo de alimentación solar simulada.....	74
3.4	Criterios de selección e integración de componentes en el diseño	76
Capítulo 4:	80
Simulación del tablero UV.....		80
4.1	Introducción al software de simulación Proteus Design Suite	80
4.2	Desarrollo del esquema electrónico completo	83
4.3	Simulación del comportamiento de la fuente solar y sensor UV....	87
4.4	Diseño tridimensional del tablero con los componentes	89
4.5	Integración de componentes de adquisición, procesamiento y visualización	99
4.6	Resultados de simulación y validación virtual del sistema.....	106
Capítulo 5:	110
Programación y Validación del Funcionamiento del Sistema en TIVA C ...		110
5.1	Lenguaje C/C++ y uso del entorno Code Composer Studio	110
5.2	Programación del ADC y captura de señales del sensor.....	121
5.3	Desarrollo del algoritmo de procesamiento y visualización	124
Capítulo 6:	128
Conclusiones y recomendaciones		128
Conclusiones.....		128
Recomendaciones.....		129

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura. 1. Espectro electromagnético con énfasis en la radiación ultravioleta (100–400 nm).....	12
Figura. 2. Propiedades fundamentales de rayos UV.....	14
Figura. 3. Clasificación espectral de la radiación ultravioleta: tipos UVA, UVB y UVC.....	17
Figura. 4. Distribución espectral.....	19
Figura. 5. Efectos de rayos UV en la salud y materiales.....	21
Figura. 6. Propiedades fundamentales de rayos UV.....	23
Figura. 7. Principios básicos de la medición de irradiancia.....	25
Figura. 8. Clasificación de detectores UV.....	27
Figura. 9. Diagramas esquemáticos de los principios de funcionamiento de sensores UV: modo fotoconductor (barrera) y modo fotovoltaico.....	28
Figura. 10. Unidades de irradiancia y su interpretación.....	30
Figura. 11. Conversión fotovoltaica.....	31
Figura. 12. Tipos de paneles solares.....	33
Figura. 13. Diagrama comparativo del funcionamiento entre un regulador de carga solar (solar charge controller), el panel solar y la batería.....	34
Figura. 14. Diagrama en bloques que muestra diversos sensores conectados a un microcontrolador como parte de un sistema de monitoreo ambiental.....	37
Figura. 15. Visión sistémica de normas aplicables en sistemas electrónicos de medición, destacando estándares clave como IEC 61010, ISO 9001, IEC 61326, ISO/IEC 17025 e IEEE 1451.....	39
Figura. 16. Tarjeta TIVA C Series TM4C129X.....	40
Figura. 17. Diagrama de alto detalle de la estructura interna del microcontrolador TIVA C Series TM4C129X.....	43
Figura. 18. Entorno de trabajo de Proteus.....	46
Figura. 19. Diseño simulado de un microcontrolador dentro de Proteus ...	47
Figura. 20. Pantalla del entorno de trabajo de Proteus Design Suite.....	48
Figura. 21. Fotografía técnica de la tarjeta Tiva C Series TM4C129X (Connected LaunchPad).....	52
Figura. 22. Simulación en Proteus que muestra la integración de una tarjeta TIVA C Series (TM4C129X) con componentes electrónicos en un entorno de diseño activo.....	53
Figura. 23. Simulación en Proteus con microcontrolador TM4C (TIVA C Series), mostrando la interfaz y cómo se conectan sensores y periféricos en un entorno simulado.....	56
Figura. 24. Propiedades TIVA C Series TM4C129X.....	57
Figura. 25. Esquema descriptivo Tarjeta Tiva C Series TM4C129x.....	59
Figura. 26. Lenguaje y entorno de programación: C/C++ mediante Code Composer Studio.....	62
Figura. 27. Esquema de conexión del display LCD con la tarjeta TIVA C Series TM4C129X en Proteus.....	73
Figura. 28. Modelo de alimentación solar simulada.....	75
Figura. 29. Esquema del tablero de exposición UV.....	86
Figura. 30. Simulación inicial.....	87
Figura. 31. <i>Vista frontal general del tablero completo</i>	91
Figura. 32. <i>Vista en perspectiva lateral del tablero</i>	93

Figura. 33. <i>Vista del bloque de energía</i>	95
Figura. 34. <i>Vista del bloque de control</i>	96
Figura. 35. <i>Vista del bloque de visualización</i>	97
Figura. 36. <i>Vista del bloque de seguridad y protecciones</i>	99
Figura. 37. <i>Esquema completo del tablero</i>	100
Figura. 38. <i>Semáforo UV</i>	102
Figura. 39. Entorno Code Composer Studio	110
Figura. 40. Simulación final del tablero uv en proteus	141
Figura. 41. <i>Algoritmo de procesamiento y visualización</i>	124

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. ficha técnica resumida sobre proteus	66
Tabla 2. ficha técnica resumida de DK TM4C129X	71
Tabla 3. Especificaciones de la tarjeta TIVA C TM4C129X	77
Tabla 4. ficha técnica resumida del entorno Code Composer Studio	81
Tabla 5. Parámetros técnicos del sensor UV simulado.....	68
Tabla 6. <i>Especificaciones técnicas del microcontrolador TM4C129X</i>	71
Tabla 7. Ventajas del display LCD en el sistema de exposición UV	72
Tabla 8. <i>Costeo estimado</i>	105
Tabla 9. <i>Linealidad y cuantización (sin ruido)</i>	107

RESUMEN

La presente investigación, surge ante la ausencia de herramientas renovables que permitan que los alumnos visualicen, el funcionamiento de un sistema de medición de rayos UV que contiene una alimentación fotovoltaica. Respecto al actual propósito, se estableció como un objetivo general la elaboración de un tablero de rayos UV usando simulación en Proteus y que contiene la tarjeta TIVA C Series TM4C129X. Los objetivos específicos se enfocan ante el análisis para un sistema, simular el circuito electrónico, identifica los componentes claves y valida de manera virtual una programación que contiene microcontrolador el cual garantiza lecturas confiables y precisas. Se basa en una metodología que contiene una simulación de modelo en Proteus Design Suite, por lo cual existe una representación ante bloques de energía, seguridad, visualización y control. Se realizó una programación de la tarjeta TIVA C en Code Composer Studio utilizando un lenguaje C/C++, se realiza la configuración del ADC contiene señales ante un sensor de simulación de rayos UV. Contiene una propuesta que consiste en relación con un tablero tridimensional donde se exponen rayos UV que contiene alimentación solar fotovoltaica, que contiene un panel solar, microcontrolador TIVA, regulador, protecciones eléctricas, sensor UV, batería de respaldo, pantalla LCD. Mediante los resultados obtenido que logran evidenciar los cumplidos de los objetivos, motivo por el cual se obtuvo la simulación de un sistema autónomo, replicable en entornos académicos y seguro. Por otro lado, existen proyectos que no ayuda a la facultad, al igual que también es factible la implementación de mejoras futuras, almacenamiento inteligente e integración IoT, motivo por el cual existe un fortalecimiento por el cual refleja enseñanza de renovables energías y embebidos sistemas en Facultad Educación Técnica para el Desarrollo.

Palabras clave: Diseño, Simulación, Tablero, Exposición, Radiación UV.

ABSTRACT

This research arises from the absence of renewable tools that allow students to visualize the operation of a UV ray measurement system that contains a photovoltaic power supply. Regarding the current purpose, a general objective was established the elaboration of a UV ray board using simulation in Proteus and containing the TIVA C Series TM4C129X card. The specific objectives focus on the analysis for a system, simulate the electronic circuit, identify the key components and virtually validate a programming that contains a microcontroller which guarantees reliable and accurate readings. It is based on a methodology that contains a model simulation in Proteus Design Suite, so there is a representation before blocks of energy, security, visualization and control. A programming of the TIVA C card was carried out in Code Composer Studio using a C / C ++ language, the ADC configuration is performed containing signals before a UV ray simulation sensor. It contains a proposal related to a three-dimensional board where UV rays are exposed, containing photovoltaic solar power, a solar panel, a TIVA microcontroller, a regulator, electrical protections, a UV sensor, a backup battery, and an LCD screen. The results obtained demonstrate that the objectives have been met, which is why the simulation of an autonomous, replicable, and safe system was obtained. On the other hand, there are projects that do not help the faculty, just as the implementation of future improvements, intelligent storage, and IoT integration are also feasible, which is why there is a strengthening through which it reflects the teaching of renewable energies and embedded systems in the Faculty of Technical Education for Development.

Keywords: Design, Simulation, Board, Exposure, UV Radiation.

Capítulo I

Consideraciones generales

1.1 Introducción

Mediante la radiación ultravioleta (UV), existe un tipo de potencia electromagnética que radica del sol, tiene un impacto de manera significativa en la salud de la vida humana, los diversos materiales y ecosistemas. A nivel global, existe una creciente exposición referente a la radiación que como resultado dio una fuerte preocupación, sobre todo en el desperfecto de la capa de ozono, las variaciones atmosféricas y el cambio climático. La (OMS) Organización Mundial de la Salud, indicó los riesgos de una exposición masiva ante los rayos UV, dentro de las que se incorporan enfermedades, tales como: cataratas, trastornos en el sistema inmunológico, cáncer de piel, envejecimiento prematuro de la piel.

En base a su localización dentro de la línea ecuatorial, Ecuador es uno de los países que se encuentra visible a etapas significativas de radiación UV en lo que respecta al año. Esta existencia se hace más fuerte a raíz de diversos factores tal como la nubosidad cambiante, la altura y el poco uso de protector solar que usa la población. Pueden alcanzar valores extremos de índices de radiación ultravioleta en la ciudad de Guayaquil, sobre todo cuando haya mayor incidencia solar, el cual da como resultado un factor de alto riesgo significativo para la salud pública, al igual que representa un reto para la gestión educativa, laboral y urbana.

Dentro de la ciudad de Guayaquil, a través de la falta de conocimiento general y el incremento de la temperatura en relación con los efectos nocivos que genera la radiación UV, producto a eso es urgente el uso de medidas para la disminución del impacto. Este inconveniente es visible en el entorno educativo el cual docentes, personal administrativo y estudiantes quedan expuestos ante el sol por un periodo largo, sobre todo en los horarios críticos.

Por consecuente, la facultad educación técnica para el desarrollo de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil afronta una situación similar. Pese de ser un espacio científico y académico, se visualiza deficiencias en respecto a la infraestructura destinada a la protección de los estudiantes de la facultad antes mencionada el cual se encuentra expuesto al sol de manera directa. No obstante, no hay programas que regulen las campañas de monitoreo o de información en relación con los niveles de radiación UV dentro del campus universitario. El presente origen del estudio, mediante el cual, el propósito consiste en la evaluación de los niveles de UV en la presente entidad educativa, al igual que ofrecer soluciones que ayuden a promover la concienciación, prevención y protección.

1.2 Antecedentes

Mediante la exposición de UV ha obtenido relevancia en diversos campos, tales como: la ingeniería, la salud y el medio ambiente, en relación con lo perjudicial para los diversos materiales como para los organismos vivos. En relación con la estadística de la (OMS) Organización Mundial de la Salud, cada año se detectan más de 1,5 millones de casos nacientes en relación con el cáncer de la piel no melanoma a nivel global, misma que existe una fuerte intensidad ante lo expuesto a rayos UV (OMS, 2020). Por consecuente, la (OMM) Organización Meteorológica Mundial realizó un registro donde establece que diversas regiones del mundo el índice UV obtuvo altos niveles, pasando el valor de 11, misma que representa un elevado riesgo en relación con la salud humana (OMM, 2022). Según lo expuesto, ha creado un mayor interés en relación al desenvolvimiento de herramientas tecnológicas que ayudan a analizar y cuantificar la irradiancia solar, por lo cual da como resultado evitar sus adversos efectos. La ingeniería electrónica esta vinculado de manera directa ante los proyectos de energías renovables, monitoreo ambiental inteligente y automatización.

En Latinoamérica, el presente inconveniente se acentúa, por motivos geográficos, por lo que diversas regiones de varios países como: Perú, Colombia, Bolivia y Ecuador, se encuentran ubicadas en zonas aledañas al territorio ecuatoriano, misma que son expuestas a altos niveles de radiación

UV. CEPAL, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, advirtió que La Paz, Quito, son ciudades que sufren frecuentemente incidencias UV mayor a 15 estaciones secas (CEPAL, 2023). El (BID) Banco Interamericano de Desarrollo establece que la ausencia de tecnología nacional para la realización de medición, cuyo objetivo es el fortalecimiento, al práctico aprendizaje en carreras técnicas debidamente orientadas a las energías limpias y a la automatización.

Dentro del territorio ecuatoriano, existe un desafío visible a causa de su ubicación geográfica precisa en la línea ecuatorial. De acuerdo con reportes del (INAMHI) Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, Loja, Cuenca y Quito oscilan los 12 y 14 puntos de los UV, sobre todo cuando no hay nubosidad (INAMHI, 2023). Existen valores que exceden el límite de seguridad indicado por la OMS, llevando a una directa amenaza para la salud pública. Por consiguiente, acerca del 40% de la población ecuatoriana se encuentra visiblemente expuesta a través de altos niveles superiores de radiación a los que son considerados seguros (INAMI, 2023). En relación con el presente panorama, se empezó a promover el desarrollo de sistemas simulados de monitoreo UV a través de las universidades técnicas como parte de su estrategia formativa, incorporando tecnologías debidamente relacionadas con automatización, fuentes de energía sustentables y sensores. La presente investigación se incorpora dentro de la presente línea educativa.

1.3 Justificación

En relación con el punto de vista teórico, esta investigación se ajusta en base a los fundamentales principios de la ingeniería electrónica, las energías renovables y la automatización, tomando en consideración el protagónico papel que se desenvuelven en los entornos virtuales en futuros profesionales. En relación a lo enfocado, se establece que la interrelación entre algoritmos y sensores de control agendados, ayuda al desenvolvimiento de dispositivos con la capacidad de ejecutar de forma autónoma en relación con las condiciones de lo que lo rodea. La presente característica da como resultado una parte fundamental para el diseño de

sistemas de monitoreo ambiente eficiente (Mohanraj et al., 2021). Por consecuente el frecuente uso de plataformas tal es Proteus puede encontrar el sustento en la teoría del aprendizaje activo, misma que nos ayuda a enfatizar el desenvolvimiento de competencias a través de manipulación de escenarios virtuales que repiten fenómenos del mundo real (González & García Holgado, 2021).

En el campo práctico, el proyecto tiene validez a través del presente proyecto en brindar el apoyo a experiencias internacionales victoriosas, el cual el uso de entornos de simulación permite la implementación de sistemas de monitoreo ambiental sin tener la necesidad de crear prototipos físicos. Ejemplo, La Universidad Nacional Autónoma de México, se realizó un sistema como prueba para la medición de niveles de contaminación solar a través de sensores virtuales, misma que ayudó a comprender mejor los conceptos técnicos, tales como; la energía lumínica, la longitud de la onda y la irradiancia (Sánchez Romero et al., 2023). En otro país, tal es el caso de Alemania, Universidad de Duisburg – Essen ha abarcado resultados favorables al momento de la incorporar software como Proteus en diversos cursos de electrónica aplicada, cuyo objetivo es la simulación de redes de sensores para realizar un estudio del medio ambiente (Krause et al., 2021). La presente referencia muestra que los entornos virtuales son aprobados para validar propuestas técnicas, al igual que hay un alto nivel de calidad al momento de adquirir nuevos aprendizajes, donde el acceso a laboratorios físicos es inexistente o limitado.

En relación con el ámbito social, la presente propuesta toma importancia por la urgente necesidad de contar con sistemas que ayudan al monitoreo y el entendimiento de los niveles de UV, sobre todo en países como es el caso de Ecuador, están expuestos a altos índices de exposición solar. De acuerdo con la Organización Meteorológica Mundial, en cercanas ciudades al territorio ecuatoriano, los altos índices UV pasan los niveles de 13, producto a aquello, nos indica que da como resultado a una amenaza extrema para la salud (WMO,2023).

En conjunto al (INAMHI) Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología de Ecuador nos indica que lugares como Cuenca y Quito, agregan valores mayores a los parámetros que son recomendados por la OMS, perjudicando de manera directa a los alumnos, personal de trabajo al aire libre y a las poblaciones rurales (INAMHI, 2024).

En relación con lo presente, tener en consideración un sistema de medición virtual conlleva en una didáctica herramienta clave para formar ingenieros e técnicos capaces de sobrellevar estos desafíos, a través de soluciones tecnológicas. La presente oferta conlleva al llamado de organismos tal es el caso de la UNESCO, que ayuda a que las tecnologías se incorporen en la educación ambiental como pieza del planteamiento a nivel global en relación con el desarrollo sostenible (UNESCO, 2021).

Desde un punto de vista personal, este estudio da como resultado una oportunidad para incorporar lo que se adquirió a través de conocimientos obtenidos en el trayecto de la instrucción de automatización e ingeniería electrónica. La presente ejecución del proyecto ayuda a ablandar estrategias que guardan estrecha relación con varios diseños de circuitos, el uso de plataformas de simulación, la programación de microcontroladores y a su vez el análisis de fenómenos físicos como la radiación UV. Posterior a eso, el proyecto establece que en un entorno virtual ayuda a eliminar las barreras de seguridad, económicas y técnicas que de manera recurrente el tipo de desarrollo es limitado, enfocado a los esfuerzos que producen los sistemas la creatividad y funcionalidad para buscar soluciones a los conflictos establecidos. Por ellos, esta investigación ayuda a la contribución del desarrollo individual académico, al igual que las posibilidades de recrear diversos ejemplos en relación con otras instituciones educativas, incentivando la instrucción de profesionales responsables hacia la sostenibilidad e innovación tecnológica. (Vera & Cedeño, 2020).

1.4 Planteamiento del problema

Dentro de los desafíos principales, contiene un estudio que nace de la ausencia de insumos tecnológicos pedagógicos y accesibles para el análisis

y medición de radiación ultravioleta (UV) en relación con el entorno académico, tal es el proceso de la Facultad educación Técnica para el Desarrollo. El desarrollo hacia la radiación solar, sobre todo la UV, pretende investigar diversos efectos que complican a la vida humana, al igual que a otros materiales, por consecuente, se vuelve indispensable el monitoreo para proveer futuros riesgos y incentivar una activa conciencia ambiental. Sin embargo, en varias entidades educativas hace falta equipos especializados para proceder con las mediciones, misma que limita de manera considerable a la práctica en relación con diversos temas enlazados como la automatización y las energías renovables. La presente ausencia, no permite que los alumnos unifiquen lo adquirido a través del uso de contextos simulados o reales, interfiriendo de manera negativa ante el desenvolvimiento de estrategias fundamentales técnicas. Por consiguiente, se ve con la responsabilidad de la calidad del desenvolvimiento formativo, al igual que las posibilidades de continuar con el modelo de soluciones tecnológicas que ayudan a ser ejemplos ante comunidades con un elevado nivel de exposición solar.

Los procesos que nacen ante este conflicto se relacionan ante elevados valores y su determinado tiempo de insumos que mide la irradiancia solar. Por lo cual, se visualiza poca integración de insumos para un simulacro de los procedimientos de aprendizaje técnico. En diferentes procesos, lo establecido en el presupuesto no es permitido que se adquieran sensores UV, sistemas de visualización para los laboratorios y microcontroladores. Adicional la manera en que se utilizan las aplicaciones Proteus o en su defecto la tarjeta TIVA C Series TM4C129X, esta no contiene curriculares, lo que ayuda a las simulaciones sin requerir equipo físico. A ello, se refleja una limitada protección de actividades académicas guiadas al desarrollo de conflictos ambientales con diversas soluciones electrónicas permitidas, por lo cual se impulsan en el entorno universitario.

Mediante esta situación se establecen diferentes niveles. En este lugar, nace una gran desconexión entre la práctica y la teoría en diferentes áreas tal es el caso de electrónica aplicada, el uso de sensores ambientales y las energías limpias. Los alumnos no pueden hacer uso de sistemas simulados

o reales que los ayuden a entender los procedimientos tal es el caso de la medición de rayos UV, el correcto funcionamiento de un panel solar o incluso que se llegue a programar un microcontrolador para la visualización en tiempo actual. Por consiguiente, esto puede ocasionar una formación técnica deficiente, desmotivación y frustración. Por otro lado, dejan pasar oportunidades para el desarrollo de innovadores proyectos con un enfoque sostenible, el cual es de útil ayuda para zonas industriales, rurales o urbanas. Por lo cual, se establece la instrucción de profesionales que adquieren la manera de implementar resultados tecnológicos aplicado ante conflictos ambientales determinados, tal es el caso de la exposición extendida del sol. Por medio del presente, al momento de no contar con los procedimientos adecuados, obstruye a la obtención de un dato importante que podrían ayudar a la toma de decisiones educativas ante temas como eficiencia energética, seguridad o protección solar.

De acuerdo con lo expuesto, un estudio establece como principal pregunta: ¿Cómo implementar y demostrar un modelo de exposición a radiaciones ultravioleta (UV) con un método de alimentación fotovoltaica para que contrarreste en la Facultad Técnica para el Desarrollo, implementando insumos principales como la tarjeta TIVA C Series TM4C129X y software Proteus? La presente interrogante guía a los resultados esperados y la estructura. Nace de lo permitido, a través del uso de una programación adecuada y de simuladores accesibles, es factible la elaboración de un sistema en entornos virtuales que represente el procedimiento de medición que radica en la radiación solar en condiciones estudiantiles. A su vez, se estima a la aspiración y a la proporcionalidad ante una útil herramienta para profesores y alumnos, que incentive la educación que contiene alianzas con la automatización, la electrónica aplicada y las energías renovables. Así, se pretende incluir una cultura sostenible y tecnológica responsable ante lugares simulados.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Diseñar y simular un tablero de exposición a radiación ultravioleta (UV) con sistema de alimentación fotovoltaica para la medición de irradiancia en la Facultad Educación Técnica para el Desarrollo.

1.5.2 Objetivos específicos

- Identificar los componentes esenciales del sistema, como sensor UV, el microcontrolador y el módulo de visualización, que permitan representar con precisión el fenómeno de la radiación solar en condiciones controladas.
- Simular el circuito electrónico del sistema de exposición UV con alimentación solar simulada con el software Proteus, integrando los módulos requeridos para la medición, el procesamiento y la visualización de datos.
- Programar en la tarjeta TIVA C Series TM4C129X el funcionamiento del sistema y efectuar la simulación completa en Proteus, con el objetivo de validar la lectura de datos y la reacción del sistema ante variaciones simuladas de irradiancia.

1.6 Metodología de la investigación

Por medio de la metodología involucrada en la presente investigación descriptiva, con un enfoque cuantitativo, proyectiva, cuyo fin es la representación de manera digital ante un sistema que sea capaz de tomar una correcta irradiancia UV de manera virtual, implementando conocimientos en automatización y en electrónica. En vista que no justifica una implementación física del sistema, se va a recurrir a un modelo poco experimental, especializado en el diseño, validación a través de simuladores y basado en el análisis. Los principales insumos utilizados son: la tarjeta TIVA C Series TM4C 129X y el simulador del circuito electrónico para que se programe un microcontrolador que ayude a la gestión del sistema. La presente metodología ayuda al desenvolvimiento de soluciones tecnológicas

operativas sin necesidad de utilizar materiales físicos, ayudando al fortalecimiento del aprendizaje a través de experiencias con software de simulación . (González & García Holgado, 2021).

El presente proyecto se basa en diferentes fases principales, las cuales tenemos 4. Inicialmente, tenemos a la fase de un análisis técnico, donde se evalúan características que contienen seleccionados componentes tal es el caso de sensores UV, microcontroladores y pantallas LCD. Por consecuente se utiliza el análisis de hojas con información, experiencias académicas precisas y artículos científicos actualizados relacionado con una medición de irradiancia. Este proceso es crucial, por lo que ayuda a establecer lo requerido funcional al diseñar su arquitectura preliminar y del sistema. En relación con Vera y Cedeño (2020), la presente investigación es fundamental para la simulación de trabajos, ya que ayuda a la compatibilidad entre sus elementos y su virtual implementación.

Por otro lado, se establece una fase ante la programación y diseño, el cual ayuda a la construcción de un circuito electrónico a través de un proceso Proteus, incluyendo fuente de energía solar simulada ante un sensor UV debidamente establecido por fuente variable analógica, el microcontrolador y una pantalla de visualización. En conjunto, se realiza una programación a la tarjeta TIVA C Series TM4C129X con el fin de procesar señales analógicas, lo que transforma a la muestra en la pantalla y valores digitales. El presente código exporta mediante un formato. hex misma que incluye un microcontrolador al interior del entorno simulado. De acuerdo con lo que nos dice Según Méndez y Tapia (2020), la mezcla de las presentes herramientas nos ayuda a la verificación funcional ante un método electrónico dentro del proceso institucional, sin necesidad de tener recursos físicos. Por medio del presente proceso se utilizan evaluaciones como resultado ante el sistema de diferentes simulaciones de radiación.

En el presente proyecto, se obtiene un proceso de análisis, resultados de los documentos y validación. Dentro de esta se adaptan los costos determinados de entrada en un sensor simulado para la observación ante el comportamiento de los sistemas, funcionalidad general y evaluando su

estabilidad y precisión. Por lo tanto se abarcan capturas del circuito en rail al correcto funcionamiento, realización de un análisis técnico de resultados obtenidos y documentación del código fuente. La presente fase ayuda a la confirmación que ha ido obteniendo, dejando la posibilidad que implementaciones futuras físicas tal es el caso de obtener los recursos suficientes. Tal como indica Krause et al. (2021), el detalle de proyectos simula fuerza hacia la formación técnica, y ayuda a la contribución de intercambio de aprendizaje para los escenarios verídicos, sobre todo cuando se utilizan plataformas para acceder de manera libre como lo que es TIVA C Series TM4C129 X.

Capítulo 2:

Marco teórico

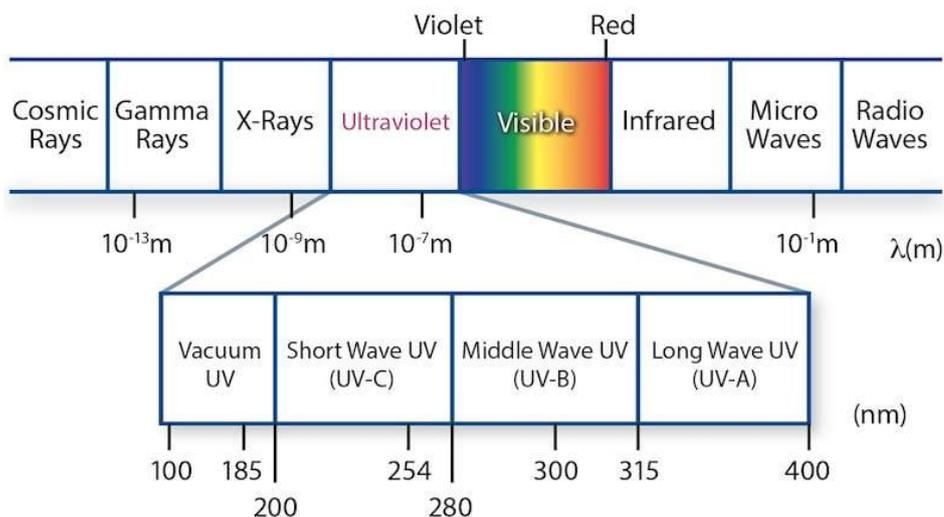
2.1 Fundamentos de la radiación ultravioleta

2.1.1 Concepto y características de la radiación UV

Los rayos UV, contiene un prototipo de energía electromagnética que se relaciona entre los rayos X y la luz visible. Pese que el resultado es imperceptible para la vista del ser humano, con su sola presencia indica a través de varios efectos provenientes de los organismos materiales como los vivos. Por medio de la radiación, en su mayor parte el sol, pese que incluye una opción generada de manera superficial mediante lámparas especiales o dispositivos electrónicos. En comparación el visible lux, los rayos UV contiene una corta onda de longitud, misma que obtiene una capacidad de interactuar y mayor energía, proveniente con diversos materiales biológicos y físicos. (Bohórquez Ballén & Pérez Mogollón, 2022).

Figura. 1.

Espectro electromagnético con énfasis en la radiación ultravioleta (100–400 nm).



Fuente: (OpenStax, 2023). Nota: Espectro electromagnético con énfasis en la radiación ultravioleta

En relación con el espectro electromagnético como se observa en la figura, los rayos UV manifiesta ondas de unas longitudes que abarcan los 100 y 400 nanómetros. La presente característica establece su penetrado nivel en la terrestre atmosférica, al igual que la capacidad de procrear relación con expuestas superficies. En relación con los generales términos, una longitud menor contiene una onda donde abarca una energía mayor, que nos indica un gran impacto en relación con la materia. Por el mismo motivo, se determina una alta radiación de energía, que es capaz de incentivar las modificaciones estructurales moleculares y reacciones fotoquímicas. Producto a estas propiedades, se aprovecha el uso en varios procedimientos industriales tal es el caso de la esterilización, el curado de materiales y la detección de compuestos específicos (Cañarte, 2023).

Dentro de las diversas particularidades relevantes a parte de los rayos UV dentro de su capacidad es generar biológicos efectos, sobre todo en organismos que se encuentran vivos. Por consecuente, en relación a la exposición que es prolongada es probable que ocasionen daños, tales como afectaciones oculares o quemaduras en la piel, esto ayuda de manera fundamental ante procedimientos fisiológicos en relación con la vitamina D en humanos. Este conjunto riesgoso y beneficioso ayuda a la justificación de entenderla y medir la precisión. Por otro lado, los rayos UV interfiere en varios materiales, tales como textiles, plásticos y pinturas que incrementan el envejecimiento. Por consecuente, es indispensable el reconocer las propiedades para así realizar la cuantificación, aprovecharla o controlarla dentro de los tecnológicos sistemas.

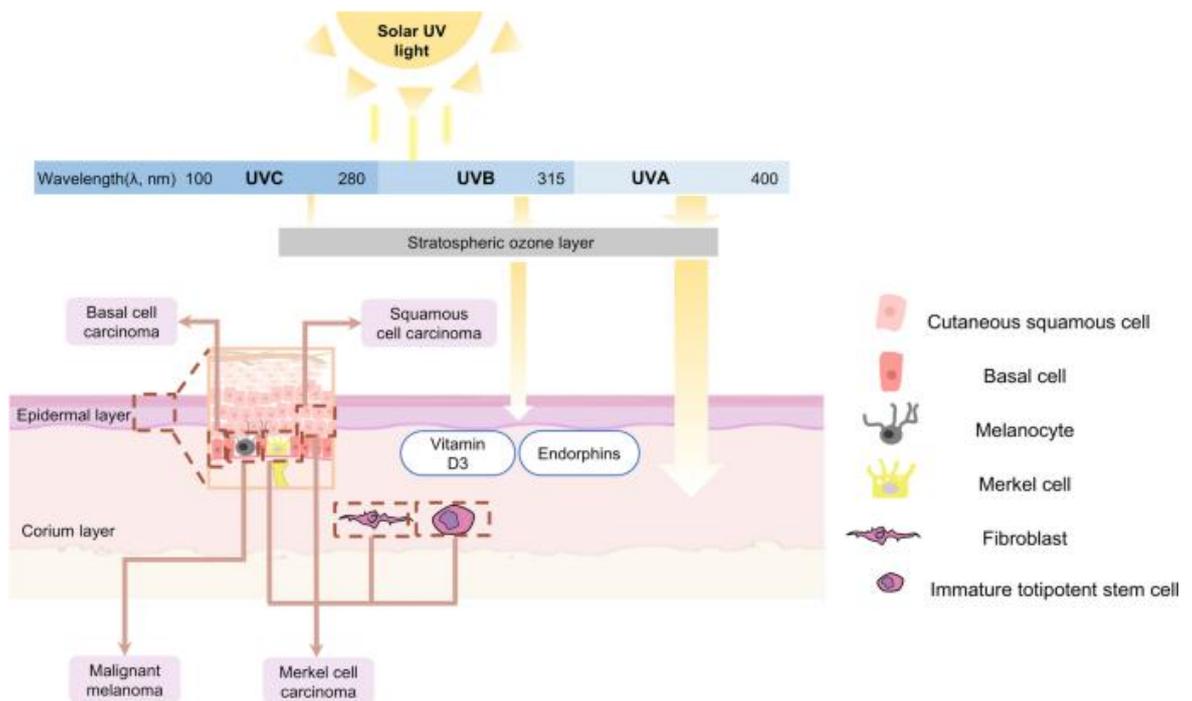
Dentro de la automatización e ingeniería electrónica, contiene el comportamiento de los rayos UV permitiendo el diseño de sistemas de monitoreo que son capaces de ser detectables en generar respuestas y la intensidad automática en relación con significativas variaciones. La presente funcionalidad sobre todo necesario en lugares como invernaderos, espacios libres o laboratorios, el cual existen altos niveles donde la radiación está en la capacidad de realizar un cambio constante. Según lo antes expuesto, existen específicos sensores, pueden ser optados por ingenieros que contienen información referente a rayos UV para sí transformarla en

información interpretable a través de sistemas programados (González Púmariega et al., 2021).

Es indispensable el destacamento referente a la intensidad de los rayos UV que según varía en diferentes factores ambientales, tal es el caso de la latitud geográfica, la presencia de nubes y la hora del día. En cercanas regiones del Ecuador, existen altos niveles de rayos UV que pueden contenerse en un alto nivel por un tiempo prolongado en lo que transcurre el año. Esta conducta nos indica que para evitar riesgos como por ejemplo la oportunidad para la aplicación de soluciones electrónicas que ayudan a la visualización en tiempo real y medición. En relación con el conocimiento técnico referente a los rayos UV se visualiza indispensable para promover una cultura de prevención ambiental y el impulso de tecnologías sostenibles.

Figura. 2.

Propiedades fundamentales de rayos UV



Fuente: (Yu et al., 2024) Nota: Propiedades fundamentales de rayos UV

Dentro de las propiedades fundamentales de rayos UV (como se observa en la figura), sobresalen lo siguiente: (Polo Bravo & Miranda Espinoza, 2020):

- La intensidad cambia de acuerdo con el entorno, lo que realiza un constante monitoreo.
- La radiación es poco visible, con energía lata.
- Es productos de varios efectos acumulativos en los materiales y en la salud humana.

A través mediante un electrónico diseño, el cual se establece:

- Una precisa conversación entre los niveles de radiación a costos digitales interpretables.
- El uso de resistentes materiales hacia la exposición ante los rayos UV.
- La calibración adecuada a los sensores debido a longitudes de onda distinta.

Por consecuente, dentro de un diseño de proyecto tal como es el tablero que se proyecta mediante los rayos UV, es indispensable tener en consideración las propiedades mediante una inicial etapa. Se trata solo de programar un microcontrolador o conectar sensores, adicional la comprensión con la que se mide como al igual cual es la importancia. De esta manera, el uso de tecnología pasa de ser una media simple, como al igual que se transforma hacia un directo vinculo en relación con el científico conocimiento y educativa aplicación (Cañarte Soledispa, 2022).

Posterior a eso, se asocia la energía mediante los rayos UV el cual contiene concretas implicaciones en relación con el rendimiento de electrónicos dispositivos al igual que se refleje la durabilidad dentro de los sistemas que son expuestos en plena intemperie. Como, por ejemplo, existen materiales que contienen carcasas o sensores y hay una gran probabilidad de que se pueda deteriorar en el caso de que no se encuentre debidamente protegidos. Producto a esto, existe un diseño con sistemas de monitoreo misma que deba contemplar los elementos tal como el aislamiento óptico, la resistencia estructural y la disipación térmica frente a lo expuesto ante el sol. Se

incorporan para garantizar la obtención de información de datos, al igual que la útil vida dentro del sistema.

Dentro del presente contenido, existen fundamentos físicos ante los rayos UV ayudan al establecimiento ante una teórica base sólida ante el ejemplo de varios dispositivos con una eficiente medición. El comportamiento contiene, al igual que en el entorno a nivel material, ayuda a anticiparse a las exigencias del modelo. Los rayos UV se aborda como un abstracto concepto, al igual como una real cambiante y ambiental, un impacto significativo referente a la contemporánea tecnología. Por lo cual, el estudio se basa en concretas aplicaciones tal es el desarrollo de simulados tableros que contienen microcontroladores programables y rayos UV.

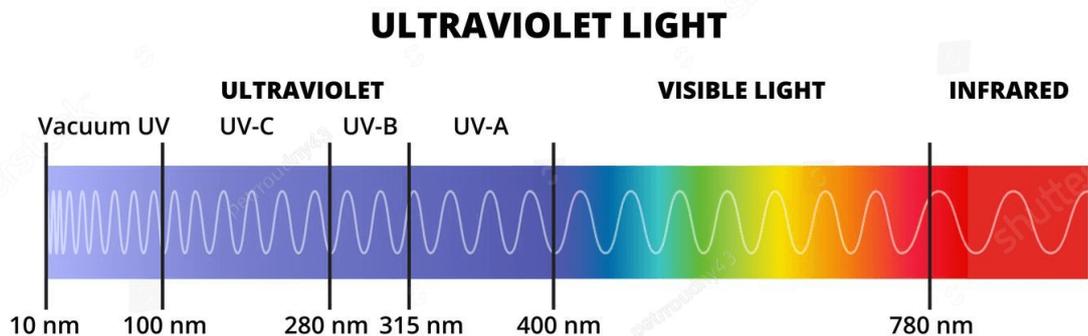
2.1.2 Clasificación espectral: UVA, UVB y UVC

Los rayos UV ayudan a la división en relación con principales categorías que son 3, en relación con su segura longitud, misma que ayuda a la interpretación ante su comportamiento como al igual efectos sobre los materiales y organismos. Por medio de la clasificación que establece la Comisión Internacional de Iluminación (CIE) y los Organismos Mundial de la Salud (OMS) misma que distingue entre las siguientes radiaciones UVC, UVA y UVB, las cuales contienen ciertas aplicaciones particulares y características específicas. (Cañarte Soledispa, 2022).

A través de la radiación UVA (320 – 400nm) correspondiente a la fracción que se presente ante los rayos UV el cual se encuentra visible a la luz más cercana. Sin embargo, es la que alcanza una mayor proporción ante la terrestre superficie, por lo que esta logra realizar un cruce en la atmósfera, sobre todo en la capa de ozono. Pese a que la menor energía de comparación ante las otras bandas existe una prolongada exposición que ayuda a generar el correcto envejecimiento de la piel prematura, contribuyendo daños materiales a celulares como las afectaciones oculares a largo plazo (Polo Bravo & Miranda Espinoza, 2020). A continuación en la figura, se visualiza la clasificación espectral.

Figura. 3.

Clasificación espectral de la radiación ultravioleta: tipos UVA, UVB y UVC.



Fuente: (Tj2, 2024). Nota: Clasificación espectral de la radiación ultravioleta: tipos UVA, UVB y UVC.

Tal es el caso de los rayos UV, misma que la podemos encontrar en una longitud en abarca desde los 280 nanómetros a los 320 de la misma. A comparación de UVA, contiene una cantidad de energía mayor y que es parcialmente interferida por la capa de ozono. Lo antes expuesto, da como resultado, su directa exposición ante los adversos en la piel humana y efectos inmediatos, el cual son reconocidas como quemaduras solares. Es el caso del que el impacto no existe limite ante los seres vivos, por lo que interfiere de una manera poco favorable ante ciertos insumos poco sensible ante la luz, dañándose conforme pasa el tiempo. A raíz de un técnico enfoque, existen diseños de sensores que ayudan a detectar UVB deben tener la capacidad de respuesta dinámica y la alta precisión, en razón que la gran radiación es cambiante de una significativa manera en relación a los factores del día, condiciones atmosféricas o la hora del día. Siendo así, en el entorno de simulación, es indispensable sobrellevar la presente radiación tal es el caso de un componente en estado crítico que ayuda a la regulación de las condiciones verídicas solares.

La radiación UVC, es considerada como la energía más fuerte que contiene el espectro ultravioleta, donde se contiene longitudes que comprenden ondas en el rango de 100 nanómetros a 280 de la misma. Por fortuna, la terrestre atmosfera, sobre todo en la capa de ozono es la que interfiere,

obstaculizando que la superficie del planeta llegue de manera natural. Por consecuente la importancia esta presente, por lo que existe la posibilidad de ser emitida de manera superficial a través de elementos como lámparas germicidas. La presente propiedad transforma en un fuerte instrumento que debe ser rápido en relación a los procesos de esterilización, pese a que el uso se realiza con una preocupación alta en razón al alto índice de peligro para la vida humana. Pese que en relación al modelo institucional dentro del tablero establecido no conlleva a la directa simulación ante la exposición a UVC, es importante su teórica comprensión, por lo que ayuda que los fundamentos sean útiles ante la identificación de riesgos, el limite establecido de segura operación y el manejo de eventuales sistemas que contienen la artificial radiación.

En relación a lo antes expuesto, ayuda a la sintonización espectral de los rayos UV (Aragonés Cruz & Alemañy Martorell, 2021) de la siguiente forma:

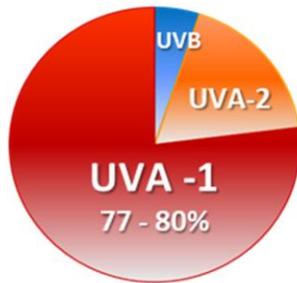
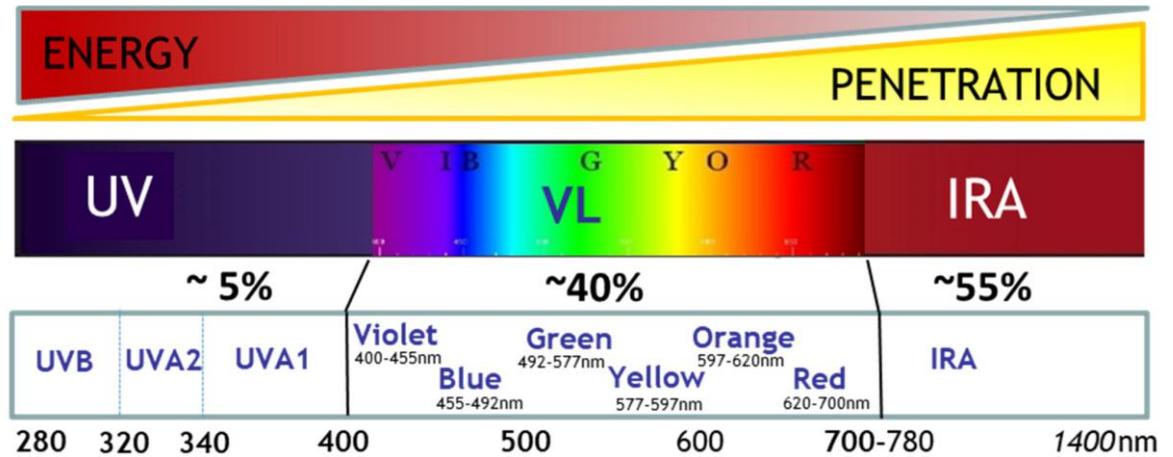
- **UVA (320-400nm):** disminuye la energía, presente de forma constante en todo el día y la capacidad alta de penetración
- **UVA (280 – 320nm):** puede ocasionar quemaduras, energía media, contiene condiciones atmosféricas y varía de acuerdo con la hora.
- **UVA (100 – 280nm):** no se obtiene de manera natural ante la tierra, contiene una energía alta y es utilizada para las aplicaciones industriales.

En relación con el diseño electrónico, la presente ayuda con la clasificación entre varios lineamientos establecidos claves (figura 4):

- Contiene sensores que son capaces de crear una diferencia entre UVB y UVA que tenga una precisa lectura.
- Se incluyen algoritmos de calibración o filtros ópticos que alejen el espectro UVC para evitar el disimulo.
- Contiene una respuesta automática, diferente al tipo de radiación que fue detectada.

Figura. 4.

Distribución espectral



Fuente: (Duteil et al., 2022) Nota: Distribución espectral

Por medio del presente texto, en relación al trabajo con automatizados sistemas de monitoreo, tal es el caso del planteamiento del estudio, comprender la profundidad de la clasificación UV es un resultado esencial. Existen sensores que se encuentran en el mercado para tener la capacidad de alejar entre UVB, UVA y UVC, para que así unos que otros puedan ofrecer una acumulativa lectura de irradiancia. No obstante, existen diversos dispositivos que permiten una detección avanzada segmentada, es de gran utilidad para fines técnicos y educativos. Sin embargo, al poder seleccionar que tipo de sensor es el que podría ser simulado en Proteus, es indispensable mantener en claro con relación a un grupo del espectro siendo importante para la experimentación del tablero y el aprendizaje (Rossel Bernedo & Ferro Mayhua, 2020).

Por consiguiente, la presente clasificación se direcciona ante la correcta programación del sistema. Por consiguiente, si el objetivo es alertar cuando existe una exposición UV se considera de una manera peligrosa, se realiza una configuración ante el microcontrolador TIVA C para que genere una señal sonora o visual en relación con los altos niveles de UVB, aun faltando la necesidad de determinar valores neutros de UVA. Lo antes expuesto, interfiere en un programa de lógica que mediante una analógica señal dentro del sensor como respuesta comprensible digital para que las personas, fortaleciendo el carácter institucional e interactivo dentro del tablero.

Por consiguiente, existe una clasificación de rayos UV que son de una fuerte elaboración de simulación de didácticos escenarios. Proteus, es factible la modificación de las fases de ingreso para la representación de condiciones diversas ambientales: siendo un día nublado (baja UVB), al igual que un soleado día (alta UVA y UVB) o por consiguiente ante una extrema situación con una simulada presencia de rayos UVC. La presente simulación ayuda al enriquecimiento dentro del procedimiento de aprendizaje cuando se visualiza la respuesta ante diversos sistemas de diferentes situaciones, en el momento del análisis de datos, toma de decisiones automatizadas y desarrollo de habilidades prácticas en programación (Aragón Cruz & Alemañy Martorell, 2021).

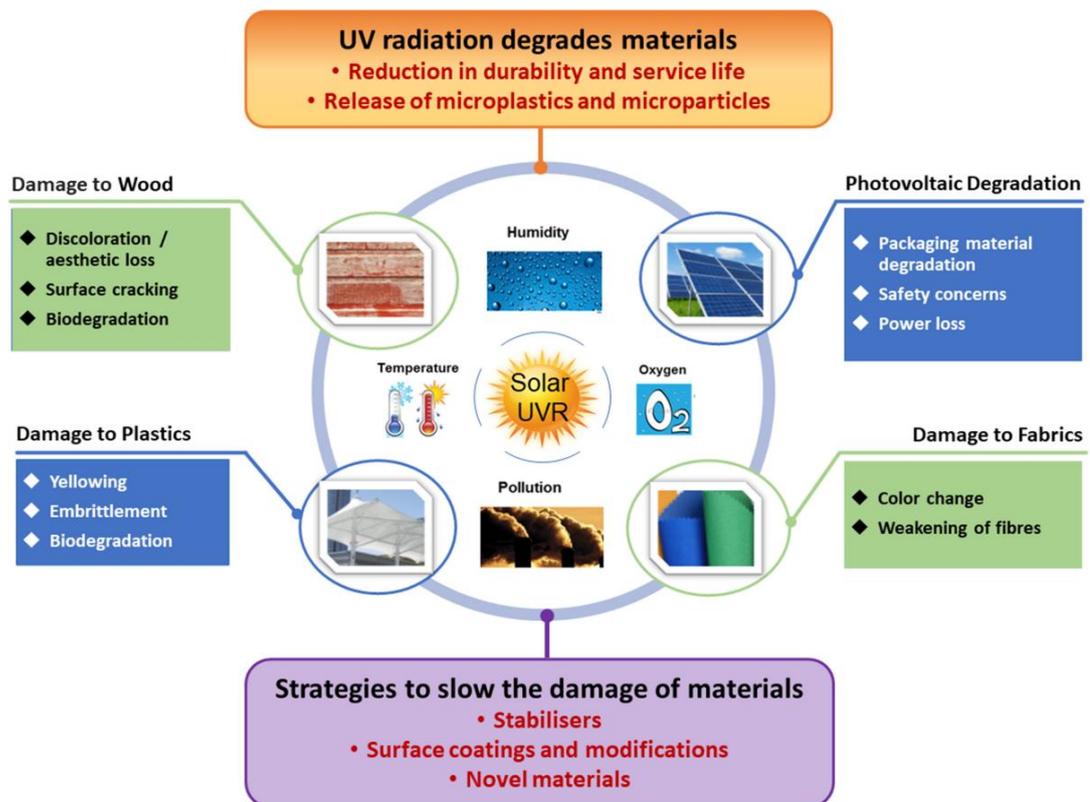
Dentro del presente aspecto, se contiene una sólida educación referente a los rayos UVB, UVC y UVA, el cual contiene adicional al académico valor, al igual que una directa aplicación dentro de un diseño que contiene reales soluciones prácticas. Dentro de varios lugares de la salud, la industria o la agricultura, llevar un control de los rayos UV y la capacidad de medir con precisión ante una necesidad elevada. Por consiguiente, se denomina la clasificación que ayuda a la toma de decisiones orientadas referentes a los sensores de utilidad, tal es el caso de los calibrarlos que da como resultado una implementada respuesta automática. Siendo así, el teórico conocimiento se transforma en una esencial herramienta con el fin de llevar un desenvolvimiento con predisposición de innovadores electrónicos y funcionales.

2.1.3 Efectos de la radiación UV en la salud y los materiales

Los rayos UV obtiene un gran impacto en el entorno de la salud, en la integridad de los materiales de los seres vivos (Figura 5). Los efectos pueden ser cambiantes en relación con el tiempo de exposición, tipo de radiación específica y intensidad (UVC, UVA o UVB). Es el proceso de la exposición sin que requiera una protección que puede ocasionar alteraciones suaves como es el caso del quemaduras solares o enrojecimiento, misma que ayuda con la contribución crítica como es el cáncer de la piel y envejecimiento, lo último mencionado sobre todo en los rayos UVB, contiene una energía mayor y con la capacidad de contribuir una penetración ante las capas dérmicas superficiales.

Figura. 5.

Efectos de rayos UV en la salud y materiales



Fuente: (Beckmann et al., 2024). Nota: Efectos de rayos UV en la salud y materiales

Se estructuran ojos altamente sensibles ante los rayos UV. Se exponen de una manera continua sin la necesidad de contener una protección correcta que pueda llegar a obtener una alteración en el cristalino y en la córnea, ocasionando que se creen enfermedades como las cataratas, la fotoqueratitis e incluso pueden llegar a ocasionar irreversibles daños oculares. No siempre surgen efecto de manera inmediata, sin embargo, se aglomera con el transcurso del tiempo, misma que representa un alto riesgo hacia las personas que son expuesta de manera frecuente ante la luz solar, tal es el caso de los trabajadores que se encuentran al aire libre. Por consecuente, es fundamental resaltar el desarrollo en los sistemas que son permitidos para monitorear niveles de tanta irradiancia entorno a ambiente institucional al igual que lo laboral.

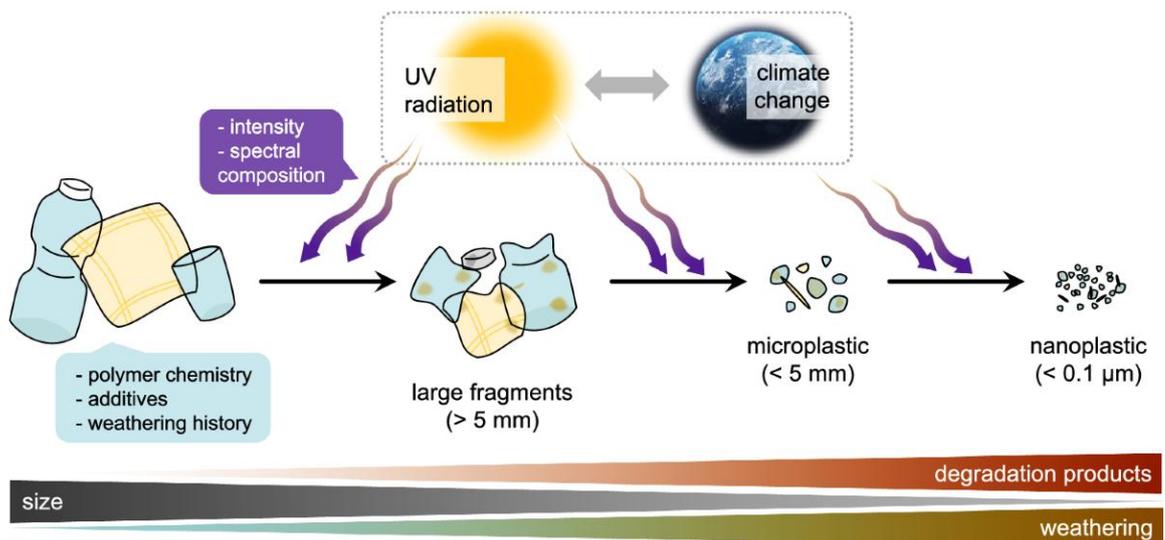
- Los comunes efectos ante los rayos UV en relación con la Salud humana (Rossel Bernedo & Ferro Mayhua, 2020).
 - Prematuro envejecimiento cutáneo (efectos crónicos).
 - Daño en la vista, incluyendo las cataratas.
 - Quemaduras internas o solares (efectos agudos)
 - Mutaciones de las células que aumenta el riesgo de contraer cáncer en la piel.
 - Acumulativa inmunosupresión por exposición.

Dentro del punto físico de vista, los rayos UV interfiere en varios materiales tecnológicos y industriales. Pinturas, textiles, plásticos y recubrimientos que pueden deteriorarse al momento de exponerse de manera extensa en relación con la solar radiación. Existen daños que puedan decolorarse, perdida de propiedades mecánicas, agrietamiento, debilitamiento estructural y disminución flexible. Por consecuente es permitido el uso de sistemas electrónicos para exteriorizar, tal como el tablero determinado ante este proyecto, es fundamental la selección de cosas materiales que contengan resistencia a los rayos UV inclusive la aplicación de tratamientos que protejan o que se extienda su manera de uso.

Los materiales perjudicados, se deben a los rayos UV, ya que es un lugar fuerte en relación a los entornos expuestos y al diseño de diversos sistemas electrónicos. Por consiguiente, esto contiene fuertes componentes, que incluyen los microcontroladores, pantallas que permiten experimentar un pronto defecto, carcasas y sensores. Esta exposición puede comprometer la precisión de las mediciones y la operatividad del sistema a largo plazo. Por ello, la resistencia a la radiación UV debe ser una consideración fundamental desde la etapa de concepción del proyecto.

Figura. 6.

Propiedades fundamentales de rayos UV



Fuente: (Jansen, 2024). Nota: Propiedades fundamentales de rayos UV

Principales efectos de la radiación UV sobre materiales:

- Reducción de la resistencia mecánica en plásticos.
- Pérdida de transparencia en lentes y pantallas.
- Oxidación acelerada en superficies metálicas.
- Degradación química de pinturas y recubrimientos.

- Daños prematuros en cables, conectores y carcasas expuestas (Olarte Saucedo et al., 2023).

Incluso los propios sensores UV, si no están adecuadamente protegidos, pueden sufrir alteraciones que resultan en lecturas imprecisas con el tiempo. Para mitigar estos riesgos de forma segura y económica, se emplean herramientas de simulación como Proteus. Estas plataformas permiten evaluar el rendimiento del sistema bajo diversas condiciones sin exponer componentes físicos, lo cual es de gran valor en el ámbito académico y de investigación.

Desde el punto de vista de la formación, la investigación sobre los efectos de la radiación UV en la electrónica proporciona una comprensión más profunda de la interacción entre variables físicas y componentes. Esto va más allá del simple registro de datos de irradiancia. Fortalece la capacidad de los estudiantes para anticipar las consecuencias prácticas tanto en la funcionalidad de los dispositivos como en la salud humana, promoviendo así un diseño de sistemas más robusto y preventivo. (Reyes & Camacho, 2022).

Así mismo, la radiación ultravioleta representa una dualidad: puede ser aprovechada en procesos técnicos como la desinfección, pero también implica riesgos para la salud y para la durabilidad de materiales. Por ello, los sistemas electrónicos que interactúan con la radiación UV deben ser diseñados con criterios de seguridad, precisión y resistencia. Estos avances han mejorado notablemente la durabilidad de sensores y equipos electrónicos usados en ambientes exteriores. Sin embargo, su costo y disponibilidad pueden limitar su uso en proyectos académicos.

2.2 Medición de irradiancia UV

La medición de irradiancia ultravioleta constituye un componente esencial en proyectos enfocados al monitoreo ambiental o a la educación técnica, especialmente cuando se busca simular condiciones de exposiciones solar, como ocurre en el presente diseño de tablero. Este apartado se orienta a la explicación de tres elementos fundamentales, los principios físicos que rigen la medición de irradiancia, los distintos tipos de sensores UV y las unidades

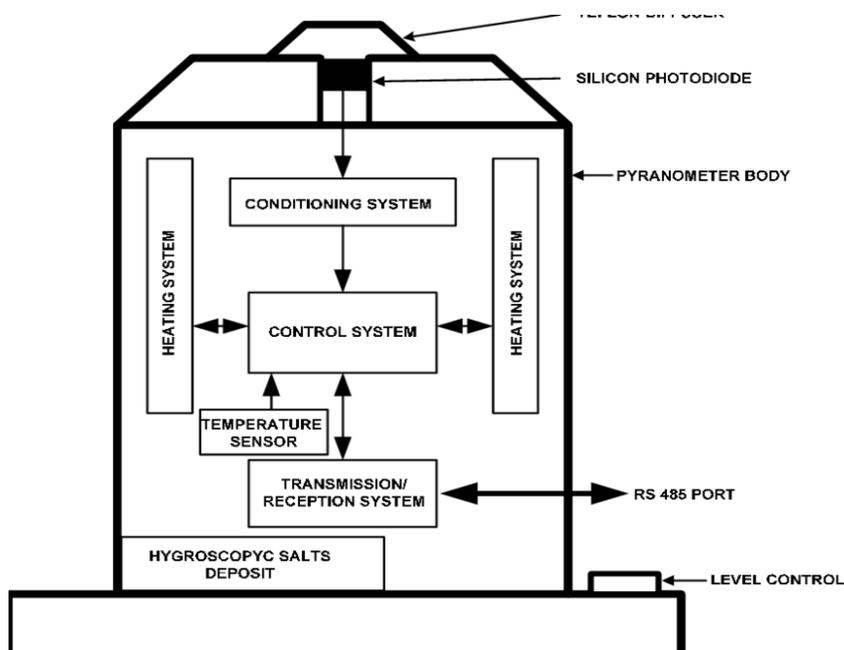
de medida utilizadas. Dominar estos conceptos permite desarrollar sistemas electrónicos funcionales y precisos capaces de procesar datos reales o virtuales de forma eficiente, lo cual resulta clave en entornos académicos y de simulación.

2.2.1 Principios físicos de la medición de irradiancia

La irradiancia, dicho en claro, es la energía radiante que alcanza una superficie por cada unidad de área. Cuando hablamos de ultravioleta (UV), nos referimos a un flujo electromagnético que no vemos, pero que los sensores sí pueden registrar gracias a su diseño y materiales sensibles a esas longitudes de onda. Medirla descansa en una idea sencilla: convertir luz en electricidad. Según el sensor, esa conversión ocurre por efecto fotoeléctrico o fotovoltaico; el resultado es una señal eléctrica que “crece” o “disminuye” con la intensidad de la UV, y que puede cuantificarse sin ambigüedades (Rossel Bernedo & Ferro Mayhua, 2020).

Figura. 7.

Principios básicos de la medición de irradiancia



Fuente: (Martínez et al., 2020). Nota: Principios básicos de la medición de irradiancia

En simulación conviene imitar el mundo real: fijar correctamente las condiciones de entrada, aplicar una calibración basada en la curva de respuesta del sensor y definir cómo debe responder el sistema ante distintos escenarios (sombra parcial, paso de nubes, fuentes UV artificiales). Así, la traducción de radiación UV a señal eléctrica y de ahí a datos digitales se comporta como se espera en cada nivel de irradiancia el comportamiento esperado del sistema ante distintos niveles de radiación.

- Principios físicos esenciales en la medición (Espinoza & Martines, 2022):
 - La irradiancia UV mide energía sobre una superficie determinada.
 - Se obtiene mediante sensores que convierten luz en señales eléctricas.
 - La exactitud del valor depende del tipo de sensor y del sistema de adquisición de datos.

En contextos educativos o de experimentación, dichos principios resultan fundamentales, ya que posibilitan una representación realista del comportamiento de la radiación solar dentro de entornos simulados. De este modo, se facilita la comprensión de conceptos clave como la intensidad de la radiación, la conversión e señales analógicas a digitales y la lectura de datos en tiempo real. Por tanto, esta base técnica se convierte en un requisito esencial para avanzar hacia el desarrollo de tableros operativos y funcionales.

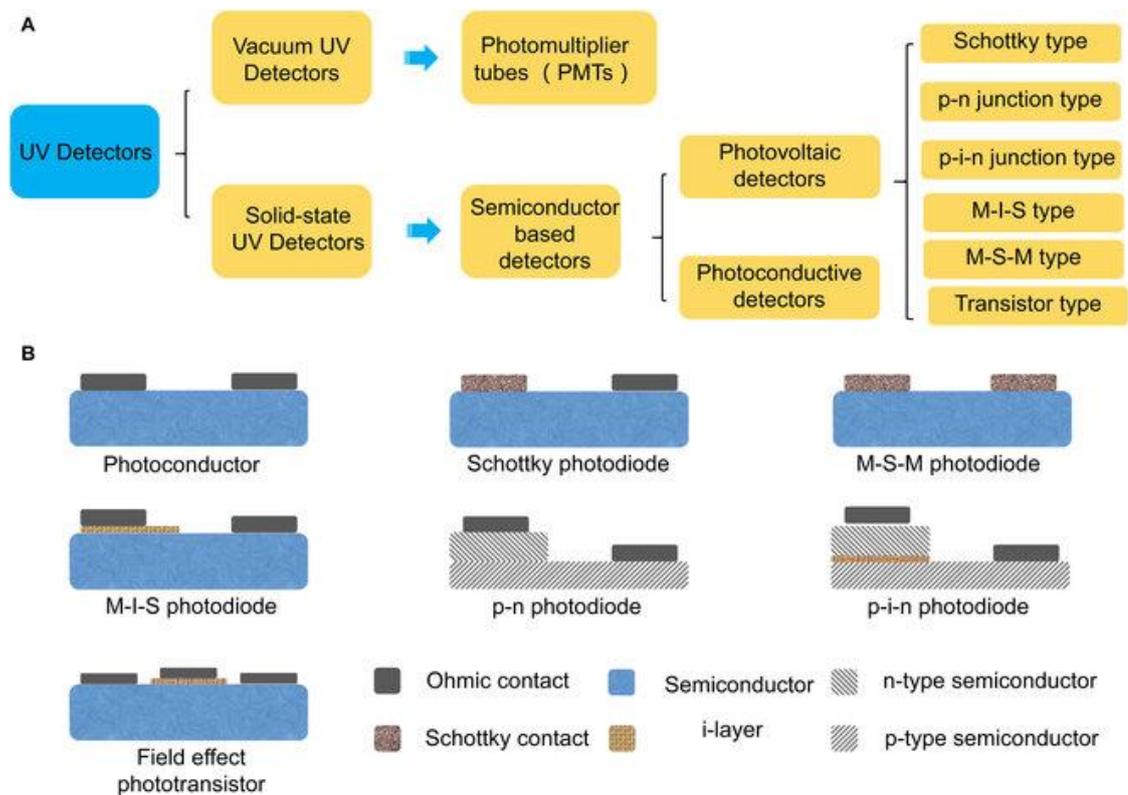
2.2.2 Tipos de sensores UV: funcionamiento y aplicaciones

Los sensores diseñados para la detección de radiación ultravioleta cumplen la función de captar distintas longitudes de onda dentro del espectro UV, transformando esa información en señales eléctricas que pueden ser procesadas por sistemas electrónicos. En este sentido, se dispone de diversos tipos de sensores UV, siendo los más utilizados los fotodiodos UV,

los sensores foto conductivos y los sensores fotovoltaicos (figura 8). Cada uno de ellos presenta características particulares en cuanto a sensibilidad, precisión, velocidad de respuesta y el rango espectral que pueden detectar, lo cual permite seleccionar el dispositivo más adecuado en función del objetivo del sistema, sea este una medición ambiental, una aplicación industrial o una propuesta educativa (Reyes & Camacho, 2022).

Figura. 8.

Clasificación de detectores UV



Fuente: (Cao et al., 2024). Nota: Clasificación de detectores UV

Tal es el caso que los fotodiodos con rayos UV contienen semiconductores como dispositivos el cual ocasiona una proporcional corriente, ante la cantidad de luz UV que resalta sobre la superficie. Contiene una ventaja principal que nace ante su respuesta rápida y ante el fácil acceso de integración que contengan microcontroladores como TIVA C Series. Por otro lado los sensores foto conductivos realizan una modificación a su eléctrica resistencia en relación a la recibida radiación; pese a su precisión exacta el

cual podría resultar menor, dan como resulta una adecuación para aplicaciones que necesiten analógicas señales simples. Por otra parte, mediante los fotovoltaicos sensores que realizan un aspecto destacado que ayuda a ocasionar una tensión de directa manera, el cual no es necesario una externa alimentación, todo esto da como resultado ante útiles autónomos sistemas o incluso que contengan un poco energéticos consumos.

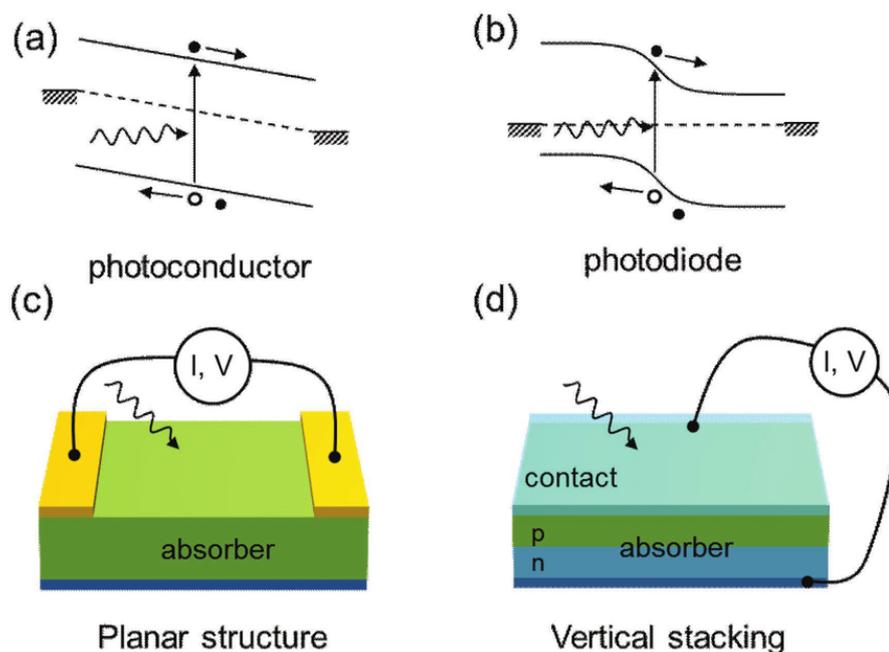
Según lo establecido por Olarte Saucedo et al. (2023), contiene prácticas aplicaciones que varían en función al sensor del tipo (figura 9):

- **Foto conductivos:** Se encuentran apropiados para los proyectos prototipos de poca complejidad o económicos
- **Fotovoltaicos:** Se consideran recomendables en autosuficientes en sistemas o que contengan una integración de energía solar
- **Fotodiodos UV:** Se adecuan para mediciones precisas y rápidas, ideales para simulaciones académicas y fines educativos.

Figura. 9.

Diagramas esquemáticos de los principios de funcionamiento de sensores

UV: modo fotoconductor (barrera) y modo fotovoltaico.



Fuente: (Zhuge et al., 2020). Nota: Diagramas esquemáticos de los principios de funcionamiento de sensores UV

2.2.3 Unidades de medida: $\mu\text{W}/\text{cm}^2$, mW/m^2 y su interpretación

Antes de realizar una interpretación de una lectura que irradie rayos UV, por consiguiente es apto el fijarse en una unidad. Dentro de este campo renacen milivatios por metro cuadrado (mW/m^2) y centímetro cuadrado ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$). Lo antes mencionado detalla la energía de forma radiante que obtiene una superficie por cada segundo; por otro lado, esto obtiene un cambio en el tamaño y escala de la referencia del área del tamaño. Se elige de uno u otro nivel que requiere precisión y la aplicación del contexto (Arroyo & Andrade, 2022).

Por medio del $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ que es considerado un sensor habitual ante un laboratorio de sensores y especializados equipos, por lo que hace falta una fina resolución, tal es el caso en estudios puntuales ambientales o biomédica. Es considerado mW/m^2 , por otro lado se realizan cambios que dominan en una escala mayor: evaluación de la eficiencia energética, control de invernaderos o medición de radiación solar al aire libre. Por medio de un trabajo de electrónica simulación, se puede visualizar que cualquiera de dos unidades que se ajustan ante los factores a mayor escala dentro del firmware del microcontrolador o que contengan módulos de visualización, ante la manera que el usuario lo considere de manera útil (Cañarte, 2023).

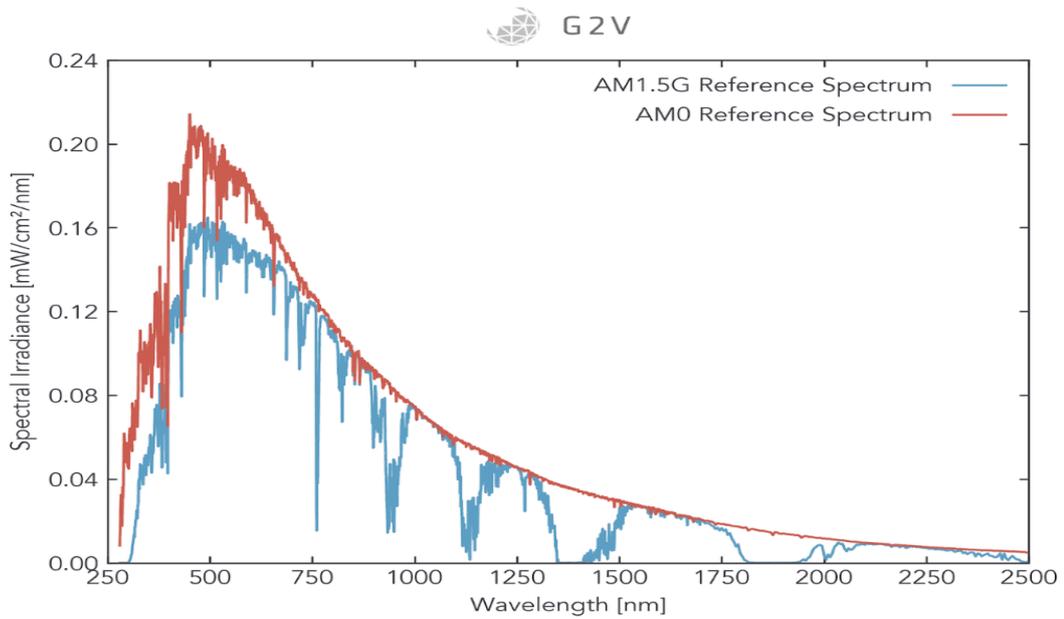
Por medio a lo que Olarte Saucedo, contienen importantes aspectos para obtener una interpretación correcta (Olarte Saucedo et al., 2023):

- **mW/m^2 :** Contiene una forma adecuada para extensas áreas, ayudando a la visualización de información en ambientales aplicaciones.
- **$\mu\text{W}/\text{cm}^2$:** Abarca una incrementada precisión ante pequeñas superficies, que son de mayor utilidad ante sistemas con sensibilidad alta.

- Contiene una amplia conversación en unidades de ambas personas que solicitan la aplicación de un factor que equivale a lo correcto.

Figura. 10.

Unidades de irradiancia y su interpretación



Fuente: (Waveform, 2020). Nota: Unidades de irradiancia y su interpretación

Por medio de un diseño que contiene una medición del sistema en Proteus, es factible garantizar el microcontrolado el cual refleja valores ante varias unidades. Por un lado existe una accesible comprensión en relación a como se varia ante la irradiancia de rayos UV debidamente simulada, al igual que un aporte didáctico componente significativo, por el cual es permitido para contener conceptos como precisión, calibración y escala de sensores. Por otro lado se contribuye el cual contiene estudiantes que ayudan a familiarizar ante las maneras en que la información reporta en ambientales reales y en estudios técnicos (Cañarte Soledispa, 2022).

Lo que contiene una irradiancia medición de rayos UV no es suficiente con la disposición de adecuados sensores. Por lo cual es fundamental el entendimiento de físicos principios que logran hacer posible su funcionamiento y manejo con unidades de solturas de medida. Por medio de la unión ante teóricos conocimientos y prácticos es el sustento para el diseño

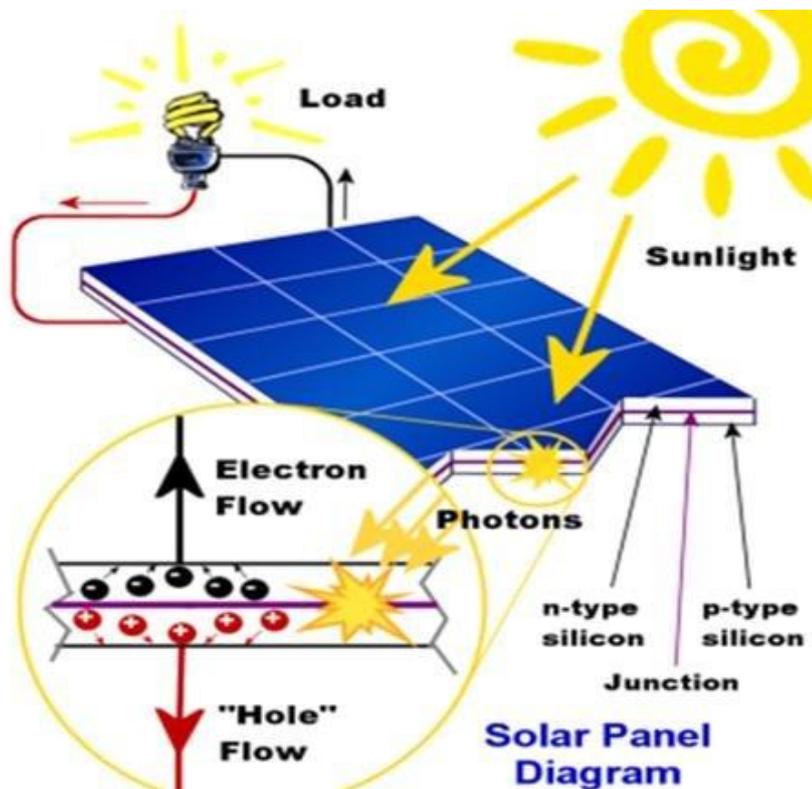
ante un electrónico sistema sólido. Ante una simulación de tablero el cual es propuesto en este proyecto el cual es un excelente ejemplo: opta por acercar a los alumnos ante el mundo de la aplicada electrónica pero por otro lado se inserta un ambiental monitoreo. Por consecuente, la practica experiencia aparte de reforzar la teoría, permite comprender la física y instrumentación ante reales aplicaciones.

2.3 Energía solar fotovoltaica

2.3.1 Fundamentos de conversión fotovoltaica

Figura. 11.

Conversión fotovoltaica



Fuente: (Voudoukis, 2021). Nota: Conversión fotovoltaica

De acuerdo Sandoval et al. (2021), contiene esenciales aspectos ante del efecto fotovoltaico que contiene lo siguiente:

- Produce directa corriente (DC) desde la solar luz.
- Se necesita materiales que sean semiconductores, tal como el silicio.

- No se generan contaminantes al igual que tampoco se necesitan fósiles combustibles.
- Se podría realizar una presentación ante una simulada forma que contiene electrónicos componentes dentro de Proteus.

Por medio del propuesto tablero, contiene una emulación ante este proceso que actúa como un recurso experimental y visual el cual refleja una variación ante la solar radiación, se basa de una directa manera ante la electricidad producción. Ante la variabilidad el cual es reflejado ante obtenidas lecturas que contienen los sensores ante el global comportamiento del sistema, proporcional un realista contesto para la optimización y el análisis de electrónicos dispositivos que son sustentados al ambiental monitoreo.

2.3.2 Tipos de paneles solares y características eléctricas

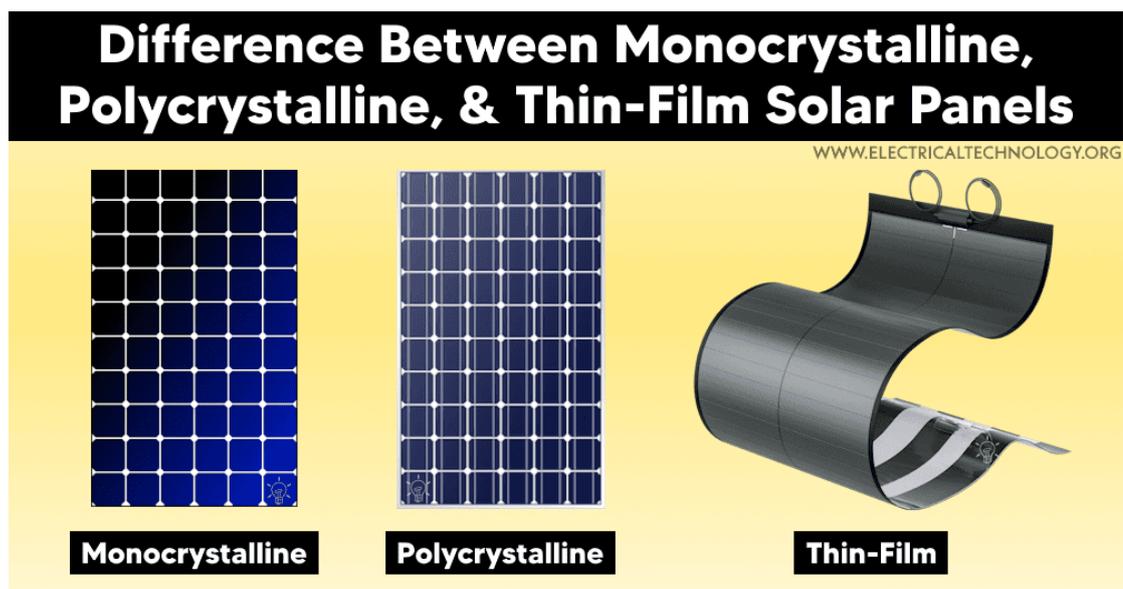
Por medio del fotovoltaico en el actual mercado dispone una gama amplia de solares módulos, las características de lo diseñado técnico por lo cual condiciona su vida útil, costo total de instalación, rendimiento y vida útil. Las comunes opciones contienen monocristalinos módulos, las variantes de capa delgada y los policristalinos. En primera instancia fabricados empezando de un cristal único de silicio, proponen de manera habilitan unos niveles de mayor eficiencia y una superior durabilidad. Policristalinos, que son conformados por varias estructuras cristalinas, se muestra un rendimiento inferior, pese a que su producción es un menos costosa, da como resultado en un final precio accesible. Para finalizar, la delgada capa contiene alternativas materiales al destacar y al silicio por su flexibilidad y ligera, sacrifican parte de su eficiencia a comparación ante las basadas tecnologías en cristalino silicio (Pereira & Ruther, 2021).

Por medio de una eléctrica vista, un fotovoltaico panel hace la entrega continua de corriente y sus tensión de valor e intensidad el cual contiene irradiancia disponible y del ambiente de temperatura. De manera referencial, módulos “12V nominales” es común encontrar un punto ante máxima potencia donde tensiones del orden dentro del 17-18 V y al igual en circuito de tensiones ante un entorno abierto de 21-22 V; contienen combinaciones

ante un incremento de series en total tensión, pero por otro lado existe una conexión en un elevante paralelo ante la corriente. Por medio de la tecnología se presenta una característica curva de tensión corriente (IV) y su curva correspondiente de potencia (PV), contiene un análisis clave para la fuente de dimensionamiento y una correcta elección de controladores MPPT. Ante esta prueba da como resultado sobre todo al momento de incorporar sensible electrónica de sensores o en su defecto microcontroladores, se necesita un margen en relación a térmicas variaciones y carga de transitorios. Contiene un elemento que es considerado condiciones y curvas de operación de saturación mitiga de riesgos, perdida de rendimiento y subalimentación.

Figura. 12.

Tipos de paneles solares



Fuente: (Electrical Technology, 2025). Nota: Tipos de paneles solares

En relación a Becerra Pérez et al., (2020), dentro de las eléctricas características fundamental referente a los solares paneles que contienen lo siguiente:

- **Corriente nominal (I_{mp}):** Corriente al punto de máxima potencia
- **Tensión nominal (V_{mp}):** Voltaje al punto de máxima potencia.

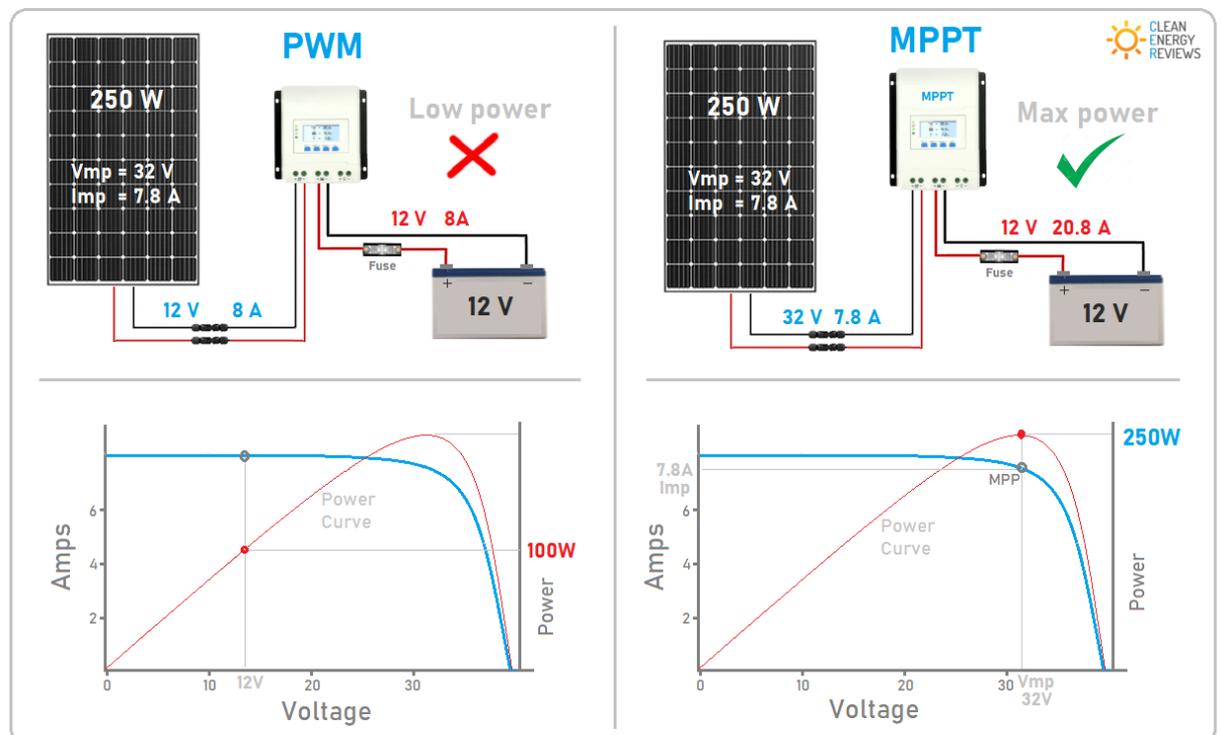
- **Coefficiente de temperatura:** Indica una varía ante la eficiencia en relación al calor.
- **Potencia máxima (Pmax):** Producto de I_{mp} x V_{mp} .

2.3.3 Reguladores, baterías y eficiencia energética

Dentro de un fotovoltaico sistema, operan los módulos de aislada forma, se incorporan ante varios componentes que son encargados de almacenar la generada energía y administrada. Por lo cual, ante los reguladores ante una carga que realizan un rol importante: omitiendo que sufran sobrecargas de baterías o excesivas descargas, asegurando una entrega de energía estable y prolongando su vida útil.

Figura. 13.

Diagrama comparativo del funcionamiento entre un regulador de carga solar (solar charge controller), el panel solar y la batería



This comparison highlights the problem with using a higher voltage solar panel on a 12V battery without MPPT

Fuente: (Clean Energy Reviews, 2022). Nota: Diagrama comparativo del funcionamiento entre un regulador de carga solar

Se localiza ante modulación de reguladores por un pulso ancho (PWM) como también de un seguimiento de una máxima potencia (MPPT). Ante los primeros que actúan el cual se regula un flujo de energía económica y manera directa, por lo cual, en ese proceso se emplean segundos de algoritmos que son capaces de realizar un ajuste al funcionamiento ante el panel para la extracción de una posible energía, pese a condiciones bajas en relación a variables de radiación (Krenzinger & Prieb, 2021).

Abarcan baterías que ayudan al funcionamiento de contener una generada energía por medio de un fotovoltaico sistema el cual tiene una duración mayor de radiación de varias horas, por medio de su utilización en fases sin la necesidad de un solar aporte, tal es el caso de una noche o en periodos nublados. Por medio de tecnologías de forma comunes el cual se encuentra el plomo ácido, las AGM (Absorbent Glass Mat) como al igual de las ion-litio, que contiene particularidades en relación a la útil vida, capacidad de carga y requerimientos de mantenimiento.

Contiene claves elementos para la energética eficiencia (Krenzinger & Prieb, 2021):

- Diseño de consumo: ayuda a evitar pérdidas por mala programación, resistencia o calor.
- Reguladores MPPT: contiene un máximo rendimiento ante el panel solar.
- Baterías de litio: ofrecen menor peso y mayor eficiencia.

Referente al proyecto de rayos UV en relación a la fotovoltaica alimentación, la gran eficiencia ante el sistema que ayuda a no depender la forma en como los sistemas se integren. Por medio de la simulación en Proteus ayuda a la posibilidad de moldear el flujo ante la energía que radica al solar generador hacia el sensor, sobrepasa la carga de regulador al igual que el almacenamiento del sistema. Por medio de esta virtual representación lo cual hace crear una gran posibilidad de analizar en conjunto a realizar un estable funcionamiento en relación a variaciones ante la operación de condiciones.

2.4 Electrónica aplicada al monitoreo ambiental

2.4.1 Monitoreo de variables físicas mediante sensores

Dentro de automatización de sistemas ambientales, las variables de monitorización física, es más que un técnico procedimiento; es aquel puente que realiza la conexión ante la realidad en relación a la toma de informadas decisiones. Por lo cual se trata ante un invernadero o laboratorio, la obtención de información de forma verídica referente a la humedad, radiación, temperatura, luz, presión, gases o humedad que ayuda a la comprensión en la forma de como un sistema evoluciona y en el caso de ser necesario se interviene. Para obtener ese objetivo, se opta por especializados sensores el cual detecta la física condición, transforma la información en eléctrica señal. La presente señal, directa y limpia, en otras ocasiones es necesidad y ruidosa de filtrado, se realiza ante un microcontrolador o en su defecto la adquisición de sistemas de datos. Dentro del mismo esquema, se realiza la réplica en relación al tablero de rayos UV del presente estudio: lo antes expuesto realiza una radiación solar de sensor, como también la entrega de información listas para el académico análisis (Tapia Guillen et al., 2023).

Por medio de una electrónica ingeniería se obliga la elección ante la naturaleza de medición de variables, la compatibilidad, rango operativo y sensibilidad con el sistema de control. Ante los rayos UV, eso conlleva a la elección de dispositivos el cual su respuesta espectral contiene longitudes de UVC, UVA o UVB. Pese que realizan entregas ante analógicas señales que contiene circuitos de acondicionamiento; directas salidas digitales. Por medio de simuladores tal es el caso de Proteus, el presente argumento entre sistema y sensor el cual realiza una reproducción en entornos virtuales, ofreciendo a los alumnos un lugar seguro para la experiencia sin tener la necesidad de costos equipos o poco accesible (Tapia Guillen et al., 2023).

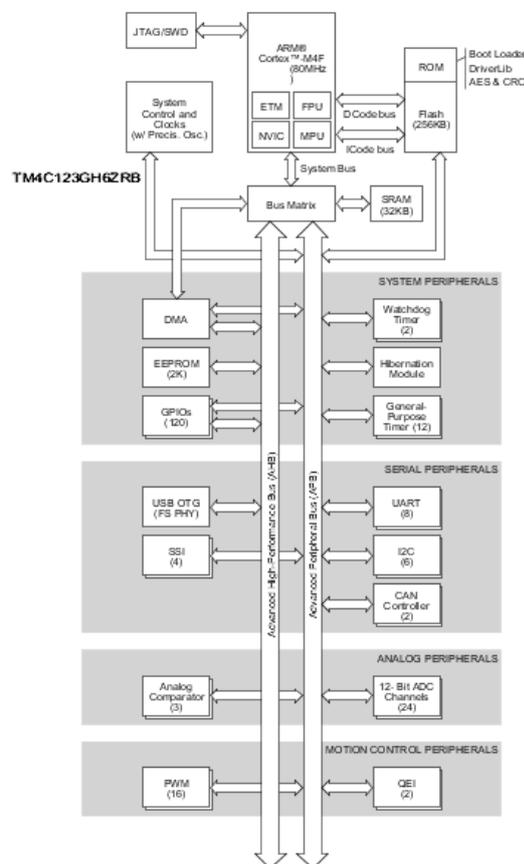
• Variables físicas comunes que se monitorean mediante sensores:

- **Temperatura:** sensores como el LM35, termistores o RTD.
- **Humedad:** sensores capacitivos como el DHT22.

- **Presión atmosférica:** sensores como el BMP280.
- **Radiación UV:** sensores como el GUVA-S12SD o similares.
- **Luz ambiental:** fotoceldas o LDRs.
- **Calidad del aire:** sensores de gas como el MQ135.

Figura. 14.

Diagrama en bloques que muestra diversos sensores conectados a un microcontrolador como parte de un sistema de monitoreo ambiental.



Fuente: (Anan et al., 2021) Nota: Diagrama en bloques que muestra diversos sensores conectados a un microcontrolador como parte de un sistema de monitoreo ambiental

Por medio del sensor que se realiza una presente salida el cual se realiza una interpretación de forma correcta para que tengan sentido los datos. Unos que otros envían una analógica señal que representa un proporcional

valor ante la medida a la variable, por otro lado, hay digitales datos procesados. Por los 2 casos, actúa el microcontrolador como un sistema del cerebro, basado en la lectura de la señal, presentarla al usuario y transformarla en el caso que sea necesario. Dentro de lo propuesto, se programa una tarjeta TIVA C Series TM4C19X, ayuda a la visualización en tiempo verídico que ayuda ante una irradiancia varia de rayos UV, el cual realiza una simulación ante varias condiciones ambientales.

Pese a ser usado como una medida, hay sensores que permiten a la toma de decisiones de forma automática en relación a los registrados valores. Tal es el caso, donde un sensor es detectable para elevados niveles de rayos UV, reducir la exposición de ciertos dispositivos, el sistema podría activar una alarma o el envío de una notificación. Ante este tipo de lógica el cual se da a conocer como “automatización basada en sensores”, se realizan apliques ante la industria como educativos proyectos. Por medio de simulación, el cual es factible modelar ante estos escenarios y a su vez observar como un sistema corresponde ante entradas diferentes, lo que conlleva a un proceso completo de aprendizaje (Suárez Eiroa, 2023).

2.4.2 Estándares y normativas para sistemas electrónicos de medición

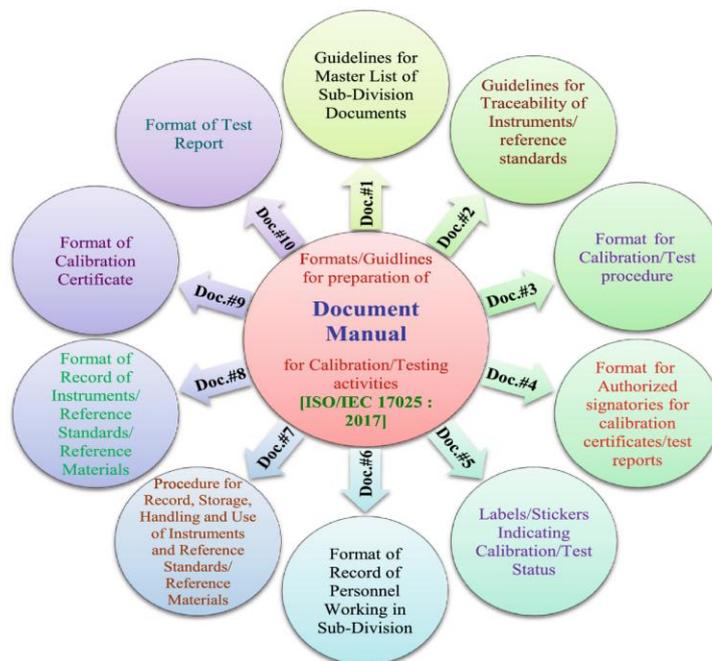
Contiene un sistema de diseño electrónicos, contiene destinados variables de medición físicas tal es el caso de rayos UV, dentro de los pilares ante la referencia a normativas y estándares que neutralizan su operación, bajo parámetros y seguridad donde hay equipos que se desarrollan de manera internacional. De manera global, realizan aspectos como exactitud ante las mediciones, la seguridad eléctrica, la compatibilidad y ante la trazabilidad ante los datos. Se cumplen con el incremento ante el sistema de confiabilidad, al igual que ayuda a la eventualidad y validación en relación al uso de profesionales verídicos, a parte de su uso estudiantil o en relación a simulación de escenarios (Krenzinger & Prieb, 2021).

Ante estas órdenes, se realiza un destacamento ante la legal que realiza una metrológica trazabilidad, que contiene un propósito para realizar un seguro para los medidos valores en referencia a los sensores que ayudan a la comparecencia con reconocidos patrones. Por medio de este objetivo se

realiza una materialización por medio de calibración de procesos, donde operativos sistemas reales se elaboran creando procedimientos estandarizados y instrumentos certificados. Por más que en varios simulados Proteus no contiene una física calibración, ante un sensor de modelo que contiene una configuración con parámetros reales, igualando un comportamiento de reales dispositivos. Lo antes expuesto realiza una ayuda a los alumnos que comprenden una importancia para el trabajo con valores consistentes y confiables ante varios estudios de monitoreo o automatización.

Figura. 15.

Visión sistémica de normas aplicables en sistemas electrónicos de medición, destacando estándares clave como IEC 61010, ISO 9001, IEC 61326, ISO/IEC 17025 e IEEE 1451.



Fuente: (Yadav et al., 2022). Nota: Visión sistémica de normas aplicables en sistemas electrónicos de medición

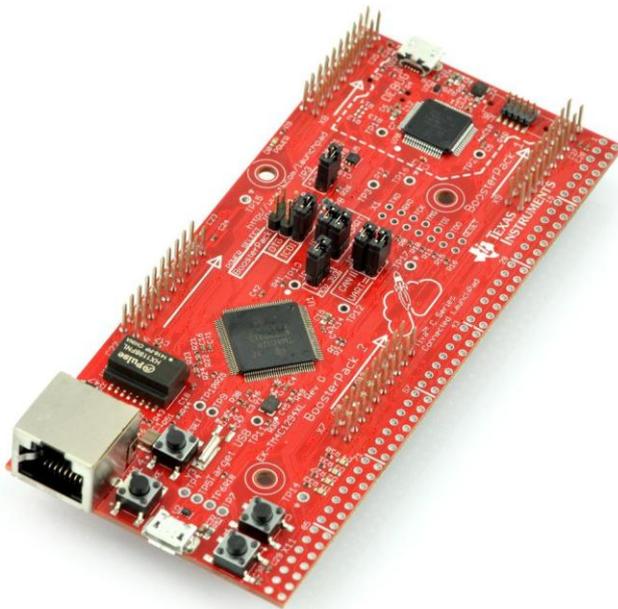
Varios lugares son importantes que ayudan a sistemas de electrónica medición son (Pereira & Ruther, 2021):

- **ISO 9001:** Ayuda a la gestión de calidad en procesos de fabricación y de diseño.
- **IEC 61326:** Realiza una compatibilidad electromagnética en relación a equipos de laboratorios electrónicos.
- **IEC 61010:** Control y seguridad eléctrica en instrumentos de medición.
- **ISO/IEC 17025:** Contiene requisitos para los laboratorios de competencias de calibración y ensayo.
- **IEEE 1451:** Abarca una estandarización de inteligentes sensores y comunicación.

2.5 Microcontroladores y programación en la tarjeta TIVA C Series TM4C129X

Figura. 16.

Tarjeta TIVA C Series TM4C129X



Fuente: (Texas Instruments, 2022). Nota: Tarjeta TIVA C Series TM4C129X

Dentro del uso de microcontroladores ante electrónicos sistemas el cual es fundamental en cuanto se requiere procesar información, interactuar o automatizar tareas con sensores en real tiempo. Dentro del proyecto presente, es hace el uso de tarjeta TIVA C Series TM4C129X ante unidad control central, preseta los resultados de forma legible para usuario y encargada de interpretar las provenientes señales del sensor de rayos UV. Por medio del presente componente el cual cumple un fundamental rol que contiene una simulación del sistema, es permitido ser representado ante el lógico comportamiento del circuito lógico, al igual como si funcionara de forma física. Contiene una robusta estructura y funciones multiples, por medio de un microcontrolador el cual ofrece ante un ideal entorno para que los alumnos que contienen experiencia con diseño y programas de embebidos sistemas aplicados ante el ambiental monitoreo.

2.5.1 Estructura y funcionamiento de la TIVA C Series TM4C129X

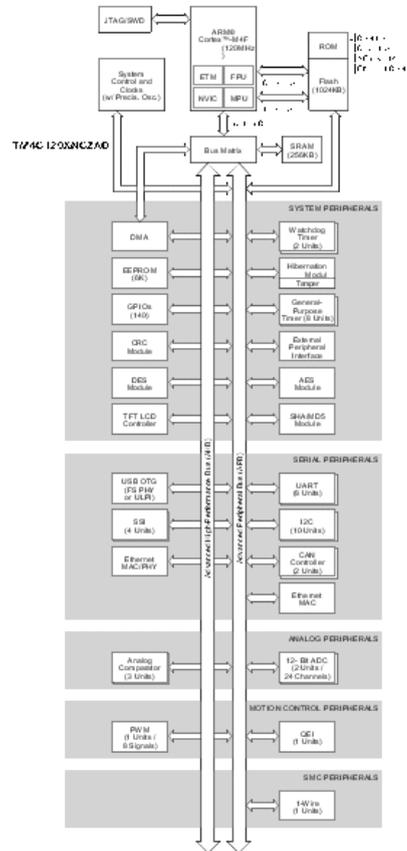
Aque es constituida sobre un núcleo ARM Cortex-M4 que contiene 32bits, TIVA C TMA4C129X obtiene varias velocidades hasta 120 MHz. Por medio de esta capacidad que permite el procesamiento de complejos cálculos, sostener varios procesos en paralelo sin pérdida de rendimiento y responder rápidamente a interrupciones. Conteniendo 1 MB de flash de memoria y 256 KB de SRAM, que con necesarios ante exigencias de aplicaciones, ante aquello que contiene una lectura constante ante sensores en conjunto con la gráfica representación de datos. Su elaboración física que contiene digitales pines, múltiples interfaces de comunicación, entradas analógicas, salidas PWM, por el cual es otorgado de manera versátil ante una conexión con componentes varios. (Estupiñán et al., 2022).

Ante esto se incrementa su compatibilidad ante varios programas de lenguaje y con varios entornos ante su desarrollo como un Code Composer Studio. Se considera valorada para su correcto manejo como USB, SPI, UART y I²C, ayudan a su fácil inserción ante amplias arquitecturas. Dentro del tablero de irradiancia de rayos UV establecido, el módulo de visualización, permiten una comunicación fluida entre el sensor, dando propuestas ante una simulación verídica ante el desempleo que contenia en

el sistema de físicas condiciones. Por consecuente, se obtiene un estructurado montaje, pedagógico y eficiente, que refleja una interna lógica del procedimiento (Estupiñán et al., 2022).

Figura.17.

Diagrama de alto detalle de la estructura interna del microcontrolador TIVA C Series TM4C129X.



Fuente: Texas Instruments. (2024). Nota: Diagrama de alto detalle de la estructura interna del microcontrolador TIVA C Series TM4C129X.

Contienen un fundamental componente ante su estructura:

- Módulo ADC dentro de 12 bits ante una precisa lectura de analógicas señales.
- Contiene ante redes de núcleo ARM Cortex-M4 ante un punto flotante con unidad.
- Abarca temporizadores con programas ante .eventos de control en real tiempo.
- Contiene unos múltiples de una comunicación interfaz.

- Hace uso de temporizadores con un programa para eventos de control en verídico tiempo.
- Contiene una suficiente memoria para grandes y medianas aplicaciones.

Por medio de la presente estructura, contiene un microcontrolador que permite el manejo de tareas de cálculo, respuesta inmediata y de monito

2.6 Simulación electrónica con Proteus

Mediante una electrónica simulación que ha convertido ante una imprescindible aliada para alumnos y personas profesionales de ingeniería. Ante esto, es factible probar, validar y diseñar, circuitos sin la necesidad de disponer de manera física ante cada uno de los componentes, recursos y ahorrando tiempo. Dentro de las herramientas que son más destacadas se encuentra Proteus, el cual es un integral entorno que realiza un elemento esquemático, visualización gráfica y simulación de funcionamiento. Dentro del marco ante un proyecto de un tablero de exposición a radiación de rayos UV, Proteus ayuda a la recreación de forma virtual ante un sistema completo: el sensor de rayos UV hasta el microcontrolador TIVA C y desde la fuente de energía fotovoltaica y ante la visualización del módulo. Esto ayuda la oportunidad del análisis del comportamiento ante el circuito de su real construcción, optimizando el proceso y detectando posibles mejoras.

2.6.1 Entorno de trabajo de Proteus: componentes y funciones

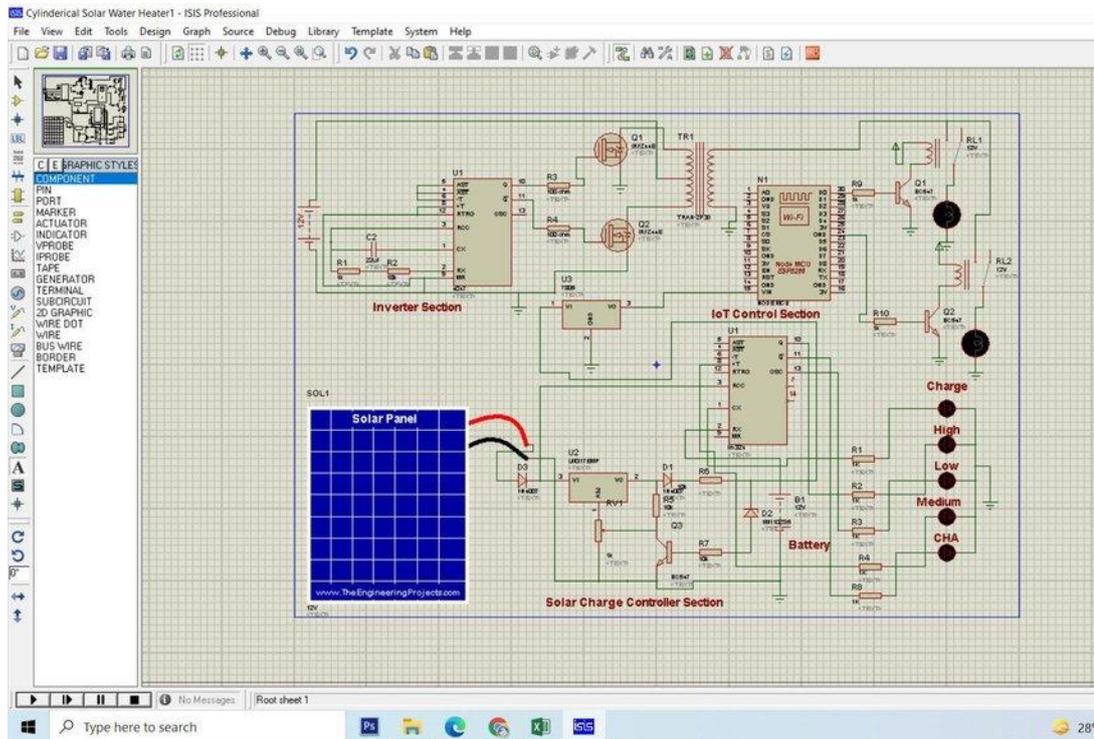
Dentro de un entorno ante un trabajo de Proteus el cual se organiza que para un elemento sea intuitivo e visual.

Dentro de elementos principales de Proteus por donde se encuentra un área ante un modelo, la barra de herramientas, panel de componentes y ante una consola de simulación. Por medio de un usuario que es factible la ubicación y arrastrar los deseados componentes en el lugar de elaboración, uniéndolos por medio de trazos que realizan la representación ante circuitos real de las pistas. Es factible la modificación de valores, parámetros de cada componente y etiquetas para que sean adaptados ante los requerimientos

del proyecto. Ante esta versatilidad que transforma a Proteus como una idónea plataforma ante el prototipado de electrónicas ideas (Duque Domingo et al., 2020).

Figura.18.

Entorno de trabajo de Proteus



Fuente: (Shahjalal et al., 2022). Nota: Entorno de trabajo de Proteus

Sus componentes de biblioteca contiene un fuerte punto: abarca microcontroladores, resistencias, módulos de comunicación, sensores, condensadores, fuentes y pantallas. Ante el proyecto se utilizan un voltaje debidamente ajustable para la simulación de un sensor de rayos UV, simular la luz, una pantalla LCD y un microcontrolador ARM, los antes mencionados son configurables para la imitación de un real comportamiento. Por otro lado, Proteus realiza la integración de un hexadecimal código o en su defecto un copiado desde lugares como Code Composer Studio, el cual ayuda a la fácil simulación del cargado programa en el microcontrolador (Duque Domingo et al., 2020).

- Destacadas funciones de Proteus en relación a su entorno:
 - Simulación de comportamiento dinámico con los valores de las variables.
 - Contiene una grafica representación de señales de flujo.

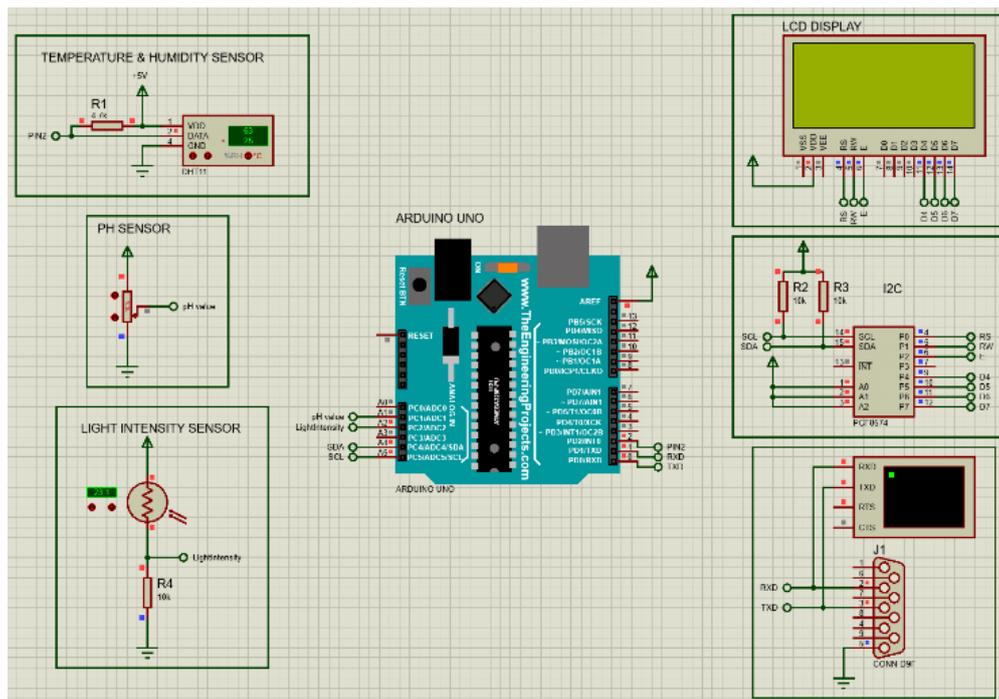
- Abarca una inserción de código en simulados microcontroladores.
- Se basa en herramientas de análisis como generadores, multímetros y osciloscopios.

En relación a este entorno, el alumno puede ayudar a la visualización de un completo funcionamiento sin tener la necesidad de acudir a físicas placas o especializados laboratorios, el cual ayuda a la conversión en Proteus en un valioso recurso para el técnico aprendizaje.

2.6.2 Modelado de circuitos electrónicos y microcontroladores

Figura. 19.

Diseño simulado de un microcontrolador dentro de Proteus



Fuente: (Uddin et al., 2021). Nota: Diseño simulado de un microcontrolador dentro de Proteus

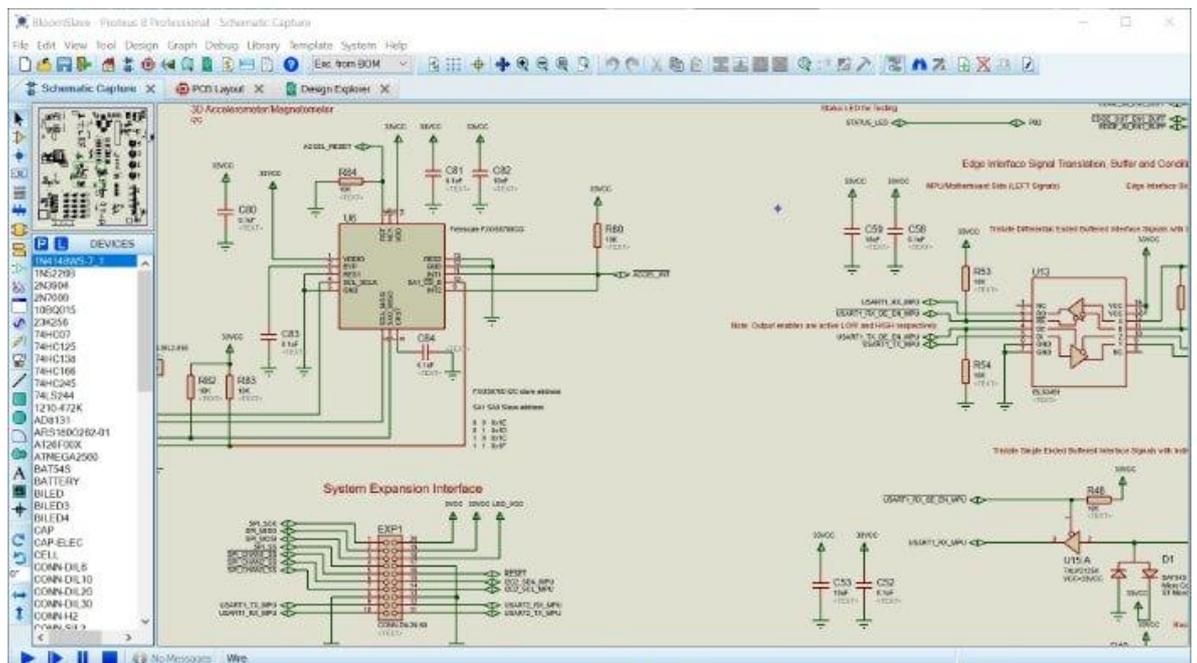
2.7 Componentes

2.7.1 Software de Simulación: Proteus Design Suite

Dentro de un proyecto de desarrollo electrónicos que contiene un educativo contexto, simulación antes la construcción de una ventaja grande. Proteus Design Suite, de Labcenter Electronics, ayuda a que permite de una forma precisa, simular circuitos en tiempo real, combinando herramientas para dibujar esquemas y microcontroladores de programas. Se integran sensores, pantallas en un virtual entorno, fuentes de energía y la manera en como interactúan sin la necesidad de realizar gastos en real componente. Referente a nuestro proyecto, se realiza el uso para la producción de un sistema ante una irradiancia de rayos UV, adicional se evalua ante diferentes condiciones de trasladarlo al mundo físico (Bahtin et al., 2022).

Figura. 20.

Pantalla del entorno de trabajo de Proteus Design Suite



con energía solar. Da como resultado la implicación a representantes de digital forma los sensores UV, la tarjeta de control (TIVA C TM4C129X), la fuente fotovoltaica y la pantalla de visualización. Por medio de varios componentes virtuales, se analiza cómo un sistema ante simuladas variaciones de irradiancia, ayudando a la lectura del sensor como una visualización de información en pantalla. Es importante mencionar que se modela una generación de un panel de energía solar, adaptando su salida para la reproducción de varios niveles de luz, da como resultado importante para realizar una validación ante el rendimiento de variables condiciones (Abba et al., 2019).

Se incluye a continuación una **ficha técnica resumida** con la información esencial sobre *Proteus Design Suite*:

Tabla 1

ficha técnica resumida sobre proteus

Característica	Descripción
Nombre del software	Proteus Design Suite
Desarrollador	Labcenter Electronics
Componentes	ISIS (Diseño esquemático), ARES (Diseño PCB), VSM (Simulación Virtual)
Lenguajes compatibles	C, C++, ASM (a través de compiladores externos como CCS, Keil, MPLAB)
Microcontroladores soportados	PIC, AVR, ARM, Arduino, 8051, TIVA C, entre otros
Simulación en tiempo real	Sí
Exportación de firmware	Compatible con archivos .hex y .cof
Uso en educación	Alta aceptación en institutos y universidades

Fuente: Elaboración propia Nota: ficha técnica resumida sobre proteus

Desde una perspectiva funcional, la integración de Proteus en este proyecto permite replicar condiciones reales de exposición a radiación UV mediante sensores virtuales. Estos sensores están representados por fuentes analógicas variables que simulan el comportamiento de la irradiancia solar. Al modificar su valor, se puede observar cómo reacciona el sistema: el microcontrolador interpreta la señal, procesa los datos y los muestra en una pantalla virtual. Este proceso demuestra en tiempo real la relación entre el fenómeno físico simulado y la respuesta electrónica programada, facilitando la comprensión de los fundamentos de conversión, adquisición de datos y automatización de lectura.

Otra aplicación destacada en este proyecto es la validación del flujo de energía dentro del sistema. En Proteus, se pueden insertar módulos equivalentes a paneles solares, reguladores y baterías, representados mediante fuentes de voltaje controladas. Esto permite analizar cómo varía la alimentación del sistema en función de la intensidad de la radiación, replicando condiciones de generación solar. Así, se comprueba la estabilidad del circuito, la resistencia de los componentes virtuales y la integridad del diseño eléctrico. Esta capacidad de observar el comportamiento energético bajo condiciones dinámicas añade un valor educativo sustancial al proyecto, al permitir modelar situaciones difíciles de replicar en laboratorios físicos (Arun et al., 2021).

Siguiendo esta línea, el software **Proteus Design Suite** ha sido clave en el desarrollo, ya que permite diseñar, simular y validar de forma unificada un sistema de monitoreo UV con alimentación fotovoltaica. Su combinación de versatilidad, accesibilidad y opciones de integración lo convierte en un aliado ideal para la enseñanza de la ingeniería electrónica. Con él, no solo se cumplen los objetivos académicos, sino que también se brinda a los estudiantes experiencia práctica para afrontar problemas reales. Además, posibilita analizar el sistema desde diversos enfoques: eléctrico, lógico, energético y funcional, lo que enriquece la formación.

2.7.2 Tarjeta TIVA C Series TM4C129X

En el diseño de sistemas embebidos, el microcontrolador actúa como el centro de control, gestionando la adquisición, el procesamiento y la salida de datos en tiempo real. En este caso, se eligió la **TIVA C Series TM4C129X** de Texas Instruments como procesador principal, por su rendimiento y facilidad de conexión con distintos periféricos. Esto permite reproducir fielmente el flujo que seguiría un sistema real para recibir datos de un sensor UV, digitalizarlos y mostrarlos. (Bahtin et al., 2022).

El modelo **DK TM4C129X** incluye un procesador **ARM Cortex-M4F** que puede trabajar a 120 MHz, con memorias de 1 MB Flash, 256 KB SRAM y 6 KB EEPROM. Tiene conectividad Ethernet lista para usar, un controlador para pantallas LCD, múltiples puertos de comunicación y dos ADC de alta velocidad. Además, los conectores **BoosterPack** permiten sumarle módulos como sensores o pantallas, y el depurador ICDI hace más sencilla la programación desde entornos como Code Composer Studio.

El LaunchPad incorpora dos conectores BoosterPack, pensados para ampliar sus capacidades mediante la conexión de módulos como sensores, radios inalámbricas o pantallas táctiles. También dispone de un depurador ICDI (In-Circuit Debug Interface) integrado, que facilita la programación y depuración vía Code Composer Studio, Keil o IAR. Además, trae conectores USB y Ethernet listos para uso inmediato (Arun et al., 2021).

- **Conectividad avanzada:** su interfaz Ethernet integrada habilita proyectos de redes, servidores embebidos, o comunicación con sistemas en la nube.
- **Educación técnica:** ampliamente utilizada en laboratorios universitarios para enseñar diseño embebido, comunicación digital, adquisición de datos y control automático, acompañada de ejemplos prácticos mediante TivaWare.

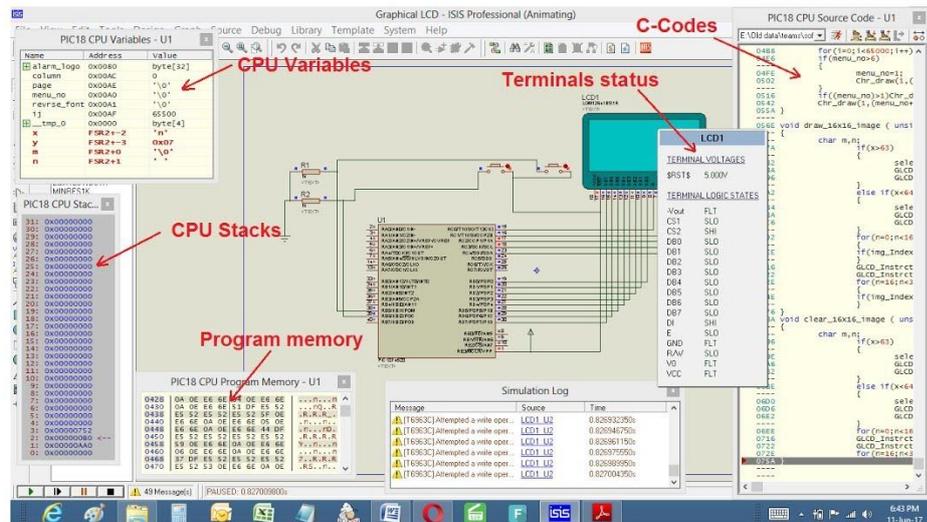
Qué aporta al proyecto

- Permite simular el flujo de datos del sensor UV mediante entradas analógicas convertidas por ADC.
- Habilita el procesamiento de medidas, conversión a unidades de irradiancia y visualización en pantalla simulada (LCD) o interfaces virtuales en Proteus.
- Facilita la integración de lógicas de control automatizado, por ejemplo, activar alertas LED o almacenar lecturas cuando se alcanzan umbrales definidos.
- La compatibilidad con .hex permite importar el firmware directamente a Proteus para simulación en tiempo real del sistema embebido (Bahtin et al., 2022).

Figura. 22.

Simulación en Proteus que muestra la integración de una tarjeta TIVA C Series (TM4C129X) con componentes electrónicos en un entorno de diseño activo

Simulate C-codes in PROTEUS



Fuente: Electronics Guru. (2022). Nota: Simulación en Proteus que muestra la integración de una tarjeta TIVA C Series (TM4C129X) con componentes electrónicos en un entorno de diseño activo

Tabla 2

Ficha técnica resumida de DK-TM4C129X

Característica	Especificación
Microcontrolador	TM4C129XNCZAD (ARM Cortex-M4F, floating-point)
Frecuencia CPU	Hasta 120 MHz
Memoria Flash	Hasta 1 MB
Memoria SRAM / EEPROM	256 KB SRAM, 6 KB EEPROM
ADC	Dos ADC de 12 bits, hasta 2 MSPS
Interfaces de comunicación	UART, SPI, I2C, CAN, USB OTG (Host/Device), Ethernet
Conectividad	Ethernet 10/100 con MAC+PHY integrados
Periféricos adicionales	LCD controlador, timers, PWM, comparadores

Característica	Especificación
	internos
Depuración	ICDI onboard (JTAG/SWD)
Conectores de expansión 2 x BoosterPack XL	
Alimentación	USB o fuente externa de 5 V

Fuente: Elaboración propia Nota: Ficha técnica resumida de DK TM4C129X

Ventajas destacadas

- **Potente rendimiento:** ideal para aplicaciones con cálculo flotante debido al núcleo M4F.
- **Amplio soporte periférico:** facilita integración con sensores UV, paneles fotovoltaicos simulados, memorias externas, etc.
- **Ecosistema de desarrollo sólido:** incluye TivaWare con ejemplos, drivers y documentación en línea.
- **Conectividad profesional:** su interfaz Ethernet abre la puerta a proyectos de IoT y monitoreo remoto.
- **Educativa y práctica:** plataforma adaptable a entornos didácticos y de investigación (Abba et al., 2019).

Aplicación en el marco del proyecto académico

En el sistema simulado de irradiancia UV con alimentación fotovoltaica, la tarjeta TIVA se usa para (Arun et al., 2021):

- Leer señales analógicas de los sensores UV simulados en Proteus mediante ADC.
- Procesar y convertir esas mediciones en valores de irradiancia.
- Mostrar resultados en una pantalla LCD virtual o interfaz gráfica.
- Simular respuesta ante variaciones en la alimentación energética, por ejemplo, alterando nivel de panel fotovoltaico.

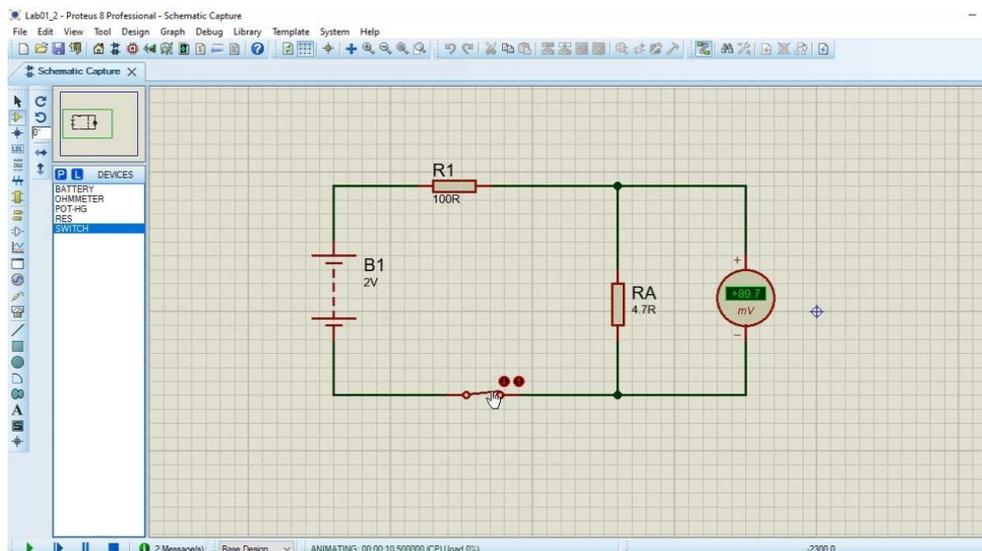
- Ejecutar lógica de alarma o registro automático en función a umbrales establecidos.

2.7.3 Integración con Proteus y entorno de desarrollo

El firmware se desarrolla en **Code Composer Studio** o similar, utilizando los controladores TivaWare. Una vez compilado, el archivo .hex se importa en Proteus. Allí, la tarjeta se representa en el simulador y sus puertos virtuales permiten conectar elementos como sensores UV, fuente fotovoltaica y display LCD. El sistema se ejecuta tal como en hardware real, mostrando lectura de datos, respuestas lógicas y comunicación con el entorno. Esta integración contribuye significativamente al cumplimiento de los objetivos académicos del trabajo (Abba et al., 2019).

Figura. 23.

Simulación en Proteus con microcontrolador TM4C (TIVA C Series), mostrando la interfaz y cómo se conectan sensores y periféricos en un entorno simulado.



Fuente: Electronics Guru. (2022). Nota: Simulación en Proteus con microcontrolador TM4C (TIVA C Series), mostrando la interfaz y cómo se conectan sensores y periféricos en un entorno simulado.

La tarjeta **TIVA C Series TM4C129X (DK-TM4C129X LaunchPad)** es una herramienta clave en proyectos de automatización y monitoreo embebido. Su poder de procesamiento, compatibilidad con múltiples interfaces, y un entorno educativo robusto la convierten en una excelente plataforma para simular el tablero de exposición UV con alimentación fotovoltaica. Su uso permite validar el diseño sin necesidad de hardware físico, cumpliendo con los objetivos educativos y técnicos del proyecto de titulación.

Figura. 24.

Propiedades TIVA C Series TM4C129X



Fuente: Texas Instruments. (2024). Nota: Propiedades TIVA C Series TM4C129X

La TM4C129X monta un ARM Cortex-M4F de 32 bits que puede trabajar hasta 120 MHz. Con la FPU a bordo, los cálculos en punto flotante van fluidos, algo clave cuando necesitas respuestas rápidas, por ejemplo en monitoreo ambiental. Trae 256 KB de SRAM, 1 MB de Flash y una buena

dotación de periféricos: ADC de 12 bits, temporizadores, PWM y comunicaciones UART, SPI e I2C. Con ese abanico, se conecta sin problema a sensores, pantallas o módulos inalámbricos.

En este proyecto, la TIVA C se utiliza para programar el comportamiento del sistema completo. A través del ADC, se convierte la señal analógica que representa la irradiancia UV en un valor digital. Posteriormente, este valor es procesado, transformado a unidades interpretables ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$ o mW/m^2), y enviado a una pantalla simulada para su visualización. El flujo es el típico: programamos en C/C++ con Code Composer Studio, generamos el .hex y lo cargamos en Proteus para ver el sistema “como si” estuviera en campo. Además de esto, la placa encaja bien en automatización, IoT, domótica o incluso control de vehículos; en aulas, suele verse en estaciones meteorológicas, control térmico, riego y prácticas de comunicación serial, y también en prototipos de robótica y redes por su bajo consumo y diseño modular. (Arun et al., 2021).

La TM4C129X se emplea en una amplia gama de desarrollos, que abarcan desde sistemas de automatización industrial y monitoreo ambiental, hasta plataformas domóticas, dispositivos para el Internet de las Cosas y control de vehículos autónomos. Su conjunto de capacidades técnicas la convierte en una opción especialmente valiosa en la enseñanza de sistemas embebidos. En ambientes educativos, la TIVA C se ha usado en el diseño de estaciones meteorológicas, controladores de temperatura, sistemas de riego automatizado y módulos de aprendizaje de comunicación serial. Gracias a su bajo consumo energético y arquitectura modular, también es común encontrarla en prototipos de investigación en robótica, sensórica y redes inalámbricas.

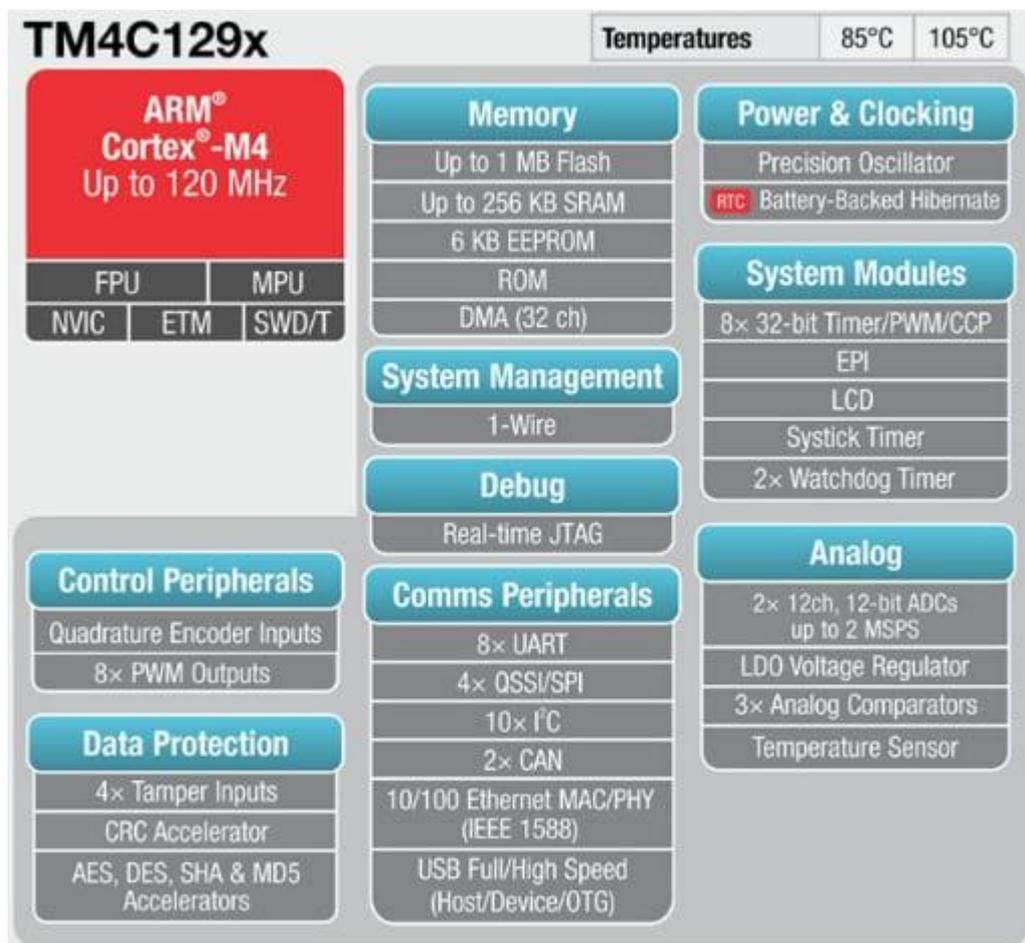
Sus principales ventajas incluyen (Arun et al., 2021):

- **Alta capacidad de procesamiento:** gracias a su núcleo ARM Cortex-M4F.
- **Compatibilidad con diversos periféricos:** facilitando la integración de sensores y actuadores.

- **Amplia documentación y comunidad de soporte:** lo que favorece el aprendizaje autodidacta.
- **Precisión en la lectura de señales analógicas:** con un ADC de 12 bits.
- **Facilidad de programación:** mediante entornos como Code Composer Studio y Keil uVision.

Figura. 25.

Esquema descriptivo Tarjeta Tiva C Series TM4C129x



Fuente: Texas Instruments. (2024). Nota: Esquema descriptivo Tarjeta Tiva C Series TM4C129x

A continuación, se presenta una ficha técnica resumida con las principales especificaciones de la tarjeta TIVA C TM4C129X:

Tabla 3

Especificaciones de la tarjeta TIVA C TM4C129X

Característica	Especificación
Microcontrolador	ARM Cortex-M4F TM4C129XNCZAD
Frecuencia de operación	120 MHz
Memoria Flash	1 MB
Memoria SRAM	256 KB
ADC	2 módulos ADC de 12 bits, 24 canales
Interfaces de comunicación	de UART, SPI, I2C, USB OTG, CAN
GPIO	90 pines de propósito general
Programación	JTAG, SWD, compatible con Code Composer Studio
Alimentación	3.3V, puerto USB o fuente externa
Uso educativo	Alta presencia en laboratorios universitarios

Fuente: Elaboración propia Nota: Ficha técnica resumida de DK TM4C129X

Desde la perspectiva funcional, esta tarjeta no solo permite capturar datos, sino también responder a ellos en tiempo real. En el caso del sistema de irradiancia UV, puede programarse para emitir alertas cuando los niveles superen cierto umbral, activar relés simulados o almacenar lecturas en una memoria virtual. Este tipo de comportamiento puede replicarse en el entorno

Proteus, donde se observa cómo el sistema interactúa con sus componentes. Esta integración didáctica fortalece la comprensión de conceptos como el muestreo de señales, la conversión de unidades, y la automatización de respuestas basadas en condiciones ambientales simuladas.

Una ventaja crucial es su versatilidad en la comunicación. Gracias a sus interfaces **UART, SPI e I2C**, la TIVA C puede conectarse a diversos sensores y módulos. Esta flexibilidad de conexión facilita la escalabilidad de los proyectos. Este abanico de posibilidades permite que los estudiantes y desarrolladores puedan escalar sus proyectos con facilidad. Además, su capacidad para manejar interrupciones, temporizadores y rutinas periódicas permite diseñar sistemas robustos que respondan a eventos del entorno con eficiencia, como ocurre en proyectos de sensado solar o automatización de espacios expuestos a la intemperie.

En ese aspecto, la tarjeta TIVA C Series TM4C129X es una plataforma potente y flexible que aporta valor pedagógico y técnico al presente proyecto. Su integración en el sistema simulado de exposición UV permite emular el comportamiento lógico de un circuito real, procesando datos de sensores, tomando decisiones programadas y presentando información de forma clara y oportuna. Esta experiencia refuerza las habilidades de programación, análisis de señales, diseño electrónico y validación virtual, lo que responde directamente a los objetivos académicos de la Facultad Técnica para el Desarrollo y promueve una formación sólida en el área de automatización.

2.7.4 Lenguaje y Entorno de Programación: C/C++ mediante Code Composer Studio

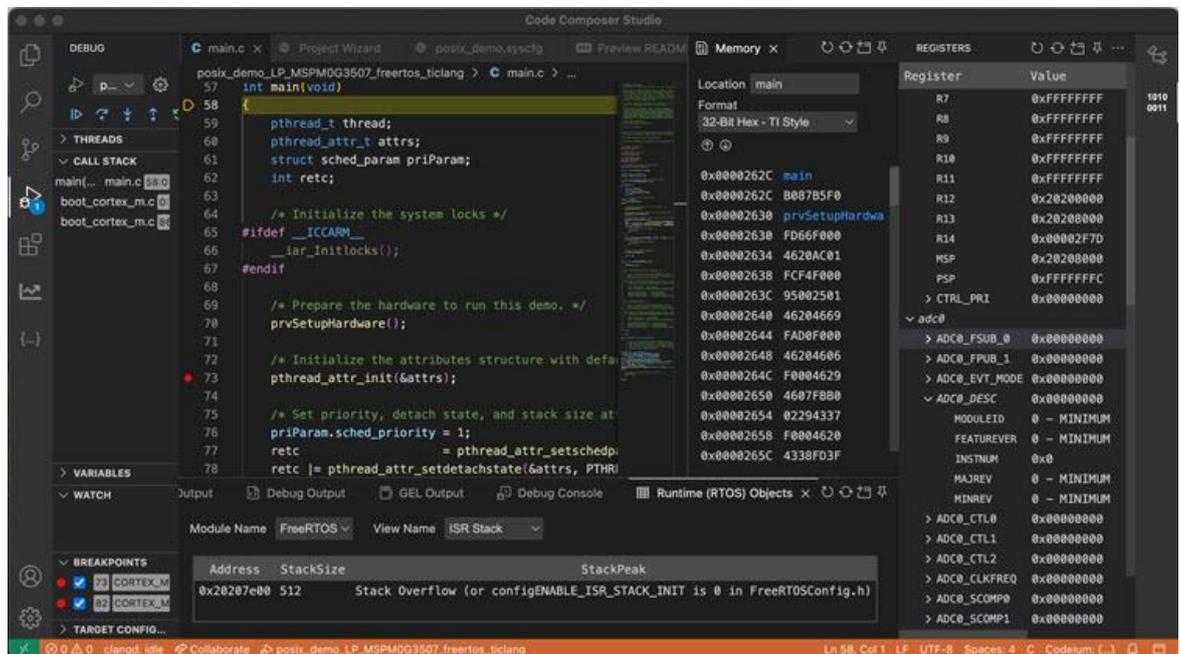
El desarrollo de este sistema requirió un entorno de programación robusto. Seleccionamos **Code Composer Studio (CCS)**, el IDE de Texas Instruments, por su óptima integración con microcontroladores como la serie **TIVA C TM4C129X**. CCS utiliza **C/C++**, lenguajes ideales para la electrónica que ofrecen gran flexibilidad y acceso de bajo nivel al hardware. La compatibilidad de CCS con bibliotecas como **TivaWare** nos permitió

desarrollar el firmware de forma organizada y eficiente, cubriendo desde la lectura de la señal del sensor hasta la presentación de los datos (Arun et al., 2021).

En el marco de esta tesis, utilizamos CCS para definir el comportamiento lógico del sistema simulado. Esto implicó desde la configuración del **conversor analógico-digital (ADC)** de la tarjeta TIVA C hasta la creación del código para interpretar las señales del sensor UV. Además, se desarrolló la lógica para mostrar los datos en una pantalla LCD virtual y para ejecutar respuestas automatizadas en función de las variaciones de irradiancia. Todo el código fuente se desarrolla en C/C++, compilado dentro de CCS y luego exportado en formato .hex para su simulación en el entorno Proteus (Arun et al., 2021).

Figura. 26.

Lenguaje y entorno de programación: C/C++ mediante Code Composer Studio



Fuente: Texas Instruments. (2025). Nota: Lenguaje y entorno de programación: C/C++ mediante Code Composer Studio

Su ventaja principal radica en que permite una manipulación directa del hardware, lo cual es esencial para tener un control granular sobre las operaciones del microcontrolador. Estos lenguajes también proporcionan herramientas de programación muy específicas, como **punteros, interrupciones y estructuras de temporización**, que son vitales en sistemas que operan en tiempo real. La estandarización de su sintaxis no solo simplifica la integración de código, sino que también facilita la reutilización de bibliotecas. De este modo, C se ha consolidado como el lenguaje preferido para microcontroladores, mientras que C++ se usa para diseños que requieren mayor modularidad (Arun et al., 2021).

Code Composer Studio destaca por su entorno robusto y funcional. En cuanto al entorno de desarrollo, **Code Composer Studio (CCS)** es una herramienta poderosa y funcional. Su interfaz centraliza la **edición, compilación y depuración**, permitiendo que el desarrollador compile el código con el compilador de TI ARM y simule su comportamiento de forma detallada. Características como el **visor de registros**, los **gráficos de variables** y la **monitorización de la memoria** son indispensables para identificar y solucionar errores lógicos. Esto es particularmente beneficioso para la formación académica, ya que los estudiantes pueden ver en tiempo real cómo funciona el programa antes de implementarlo en la simulación de Proteus (Bahtin et al., 2022).

Entre las funcionalidades más relevantes de Code Composer Studio se encuentran (Arun et al., 2021):

- Integración con TivaWare: acceso a librerías predefinidas para la TIVA C.
- Asistente para configuración de periféricos (SysConfig).
- Herramientas de debugging en vivo y trazabilidad de errores.
- Generación de archivos .hex, .out y .map para simulación externa.
- Compatibilidad con simuladores como Proteus y con placas físicas vía JTAG o USB.

A continuación, se presenta una ficha técnica resumida del entorno Code Composer Studio:

Tabla 4

ficha técnica resumida del entorno Code Composer Studio

Característica	Especificación
Nombre del IDE	Code Composer Studio (CCS)
Desarrollador	Texas Instruments
Lenguajes compatibles	C, C++
Plataformas soportadas	Windows, Linux
Microcontroladores soportados	TIVA C, MSP430, C2000, Sitara, entre otros
Compiladores incluidos	TI ARM Compiler, GNU GCC
Herramientas integradas	Debugger, editor de código, analizador de memoria, SysConfig
Salidas de compilación	Archivos .hex, .out, .map, entre otros
Integración	Compatible con TivaWare, BoosterPacks y placas LaunchPad
Licencia	Gratuita para uso académico y de evaluación

Fuente: Elaboración propia Nota: ficha técnica resumida del entorno Code Composer Studio

En el contexto educativo, CCS permite que los estudiantes experimenten con la lógica de control de sistemas embebidos en un entorno profesional. El hecho de poder desarrollar código, depurarlo, y luego simularlo en Proteus, ofrece una experiencia formativa integral. Esto les ayuda a entender mejor la estructura interna del microcontrolador y el funcionamiento de periféricos

clave, como el **ADC y los temporizadores**. Además, promueve la adopción de buenas prácticas de programación, como el uso de **funciones modulares** y la **gestión de errores** (Bahtin et al., 2022).

Una ventaja notable de CCS es su herramienta gráfica **SysConfig**, que facilita la configuración de pines y módulos sin la necesidad de escribir código manual. Esto acelera el desarrollo y reduce errores comunes. Para usuarios avanzados, el IDE permite optimizar la memoria y depurar aplicaciones complejas, incluyendo la gestión de comunicaciones y tareas paralelas (Arun et al., 2021).

En resumen, CCS, junto con los lenguajes C/C++, es una herramienta crucial para el sistema de irradiancia UV. Al ser compatible con la tarjeta TIVA C Series y generar firmware para Proteus, sirve como un puente entre la teoría y la práctica. Su uso en este proyecto no solo garantiza la fiabilidad del sistema, sino que también fortalece las habilidades técnicas del estudiante (Bahtin et al., 2022).

Capítulo 3:

Identificación de los Componentes Clave del Sistema de Exposición UV

3.1 Caracterización del sensor UV para simulación

Mediante una correcta caracterización ante un sensor de rayos UV que ayudan a garantizar el correcto uso de un simulado sistema, ya que este componente representa el punto de entrada de la señal física al sistema electrónico. La principal función por el cual un **sensor de radiación ultravioleta** es convertir la energía del espectro UV en una señal eléctrica cuya magnitud es directamente proporcional a la intensidad de la irradiancia. En el mercado existen diversas tecnologías para estos sensores, tales como **fotodiodos**, **fototransistores**, sensores de **conversión directa a digital**, y módulos que integran **amplificadores operacionales** para una mejor lectura de la señal. Para fines de simulación, es necesario abstraer su comportamiento en términos de sensibilidad espectral, respuesta lineal ante la intensidad de luz y rango operativo. Esta información permite modelar su salida como una fuente de voltaje variable, representando distintas condiciones de radiación solar simulada.

Desde el punto de vista electrónico, el sensor UV utilizado en este trabajo se simula como una fuente analógica variable en el entorno Proteus Design Suite. Aunque no se cuenta con un modelo comercial específico en la biblioteca del software, se emula su comportamiento mediante una entrada de voltaje analógico que varía en un rango representativo de las intensidades típicas de irradiancia solar. Esta representación se basa en datos empíricos obtenidos de sensores reales como el GUVA-S12SD o el ML8511, los cuales ofrecen salidas de entre 0.0 V a 1.0 V proporcionales a intensidades de 0 a 15 mW/cm². La señal de salida simulada es posteriormente digitalizada por el convertidor ADC de la tarjeta TIVA C Series, permitiendo así el procesamiento e interpretación dentro del sistema embebido.

Los parámetros técnicos esenciales a considerar para la caracterización del sensor son los siguientes:

- **Rango de detección:** típicamente entre 240 y 370 nm, cubriendo UV-B y parte del UV-A.
- **Voltaje de salida:** de 0.0 a 1.0 V en función de la intensidad UV detectada.
- **Linealidad de la respuesta:** salida proporcional al nivel de irradiancia.
- **Tiempo de respuesta:** generalmente menor a 1 segundo para sistemas comerciales.
- **Condiciones de operación:** temperatura ambiente entre -20 °C y 85 °C en sensores físicos (no aplicable a simulación directa).

La elección de un sensor virtual responde también a criterios de compatibilidad educativa. En un entorno universitario, donde la experimentación física puede estar limitada por el acceso a equipos o condiciones ambientales, simular el sensor permite mantener la lógica del diseño, respetando los principios de adquisición de datos. Además, facilita la variación controlada de parámetros, como si se tratara de diferentes horas del día o niveles de nubosidad. Esta flexibilidad es especialmente útil para enseñar cómo se calibra un sistema, cómo se interpretan lecturas variables y cómo se programan umbrales de acción en función de condiciones lumínicas.

La implementación en Proteus se realiza utilizando una fuente de voltaje variable conectada a una entrada analógica del microcontrolador, configurada para simular un sensor UV. Este componente actúa como generador de datos para la programación en Code Composer Studio, permitiendo la conversión analógica-digital y el tratamiento lógico de los niveles de irradiancia. El estudiante puede observar cómo varía la lectura según el valor de entrada, ajustando dinámicamente el voltaje de simulación. Asimismo, se pueden establecer escenarios de prueba en los que el sistema

reaccione a un aumento o disminución de radiación, validando así su operatividad bajo condiciones reales simuladas.

La siguiente tabla resume los aspectos técnicos considerados en la caracterización del sensor UV utilizado en la simulación:

Tabla 5.

Parámetros técnicos del sensor UV simulado

Parámetro	Valor Simulado / Referencial
Rango espectral	240 – 370 nm (UV-B y UV-A parcial)
Salida analógica simulada	0.0 V a 1.0 V
Correspondencia real	0 V = 0 mW/cm ² ; 1 V ≈ 15 mW/cm ²
Linealidad	Aproximadamente lineal en todo el rango operativo
Tiempo de respuesta	Inmediato (en simulación)
Representación en Proteus	Fuente de voltaje variable (VDC controlada manualmente)
Aplicación didáctica	Simulación de condiciones solares en entorno académico

Fuente: Elaboración propia Nota: Parámetros técnicos del sensor UV simulado

Este método de trabajo fusiona el **conocimiento teórico sobre sensores** con la **experiencia práctica en diseño y simulación**. Al caracterizar correctamente el sensor, se asegura que el sistema responda de manera coherente a los estímulos simulados, lo que a su vez valida el diseño del circuito y el **firmware del microcontrolador**. Como resultado, esta tesis ofrece una solución pedagógica y replicable para el estudio de la irradiancia

UV en entornos controlados, lo que le confiere un alto valor formativo y técnico.

3.2 Especificaciones técnicas del microcontrolador TIVA C Series TM4C129X

El **TIVA C Series TM4C129X** de Texas Instruments funciona como el núcleo del sistema de medición de radiación UV. Su arquitectura **ARM Cortex-M4F** lo posiciona como una solución de alto rendimiento para proyectos de automatización e instrumentación. El modelo **TM4C1294NCPDT**, en particular, fue elegido por sus capacidades de procesamiento de datos, lo que permite la correcta interacción con los sensores y las pantallas. La integración de este componente resulta clave para garantizar la **precisión** y la **velocidad** del sistema, además de asegurar su compatibilidad en la simulación con **Proteus** y la programación con **Code Composer Studio**.

Desde un punto de vista técnico, las características más relevantes del TM4C129X son:

- **Procesador:** ARM Cortex-M4F a 120 MHz, con unidad de punto flotante.
- **Memoria:** 1 MB Flash, 256 KB SRAM.
- **ADC:** Resolución de 12 bits, hasta 2 MSPS, con múltiples canales.
- **Puertos GPIO:** Más de 90 pines de entrada/salida digital reconfigurables.
- **Temporizadores:** Módulos de temporización con captura, comparación y PWM.
- **Interfaz de comunicación:** MAC+PHY, Ethernet, USB, I2C, CAN Y UART
- **Voltaje de operación:** 3.3 V, con tolerancia de entrada 5 V en algunos pines.

- **Depuración y programación:** Interfaz JTAG y soporte completo en Code Composer Studio.

A través de las características técnicas mediante del TIVA C un elemento versátil para que los sistemas de adquisición dentro del diseño de información en tiempo verídico. En la propuesta del proyecto, existe un microcontrolador que contiene una carga para capturar una señal mediante una radiación UV por medio de ADC, transformada en unidades comprensibles, realizar un procesamiento internamente de irradiancia. Luego a eso, existe un valor verificado ante un módulo visible. En relación al flujo presente, establece un sistema empapado dentro de Proteus, misma que debe estar previamente dentro del desenvolvimiento Code Composer Studio, Creando así un amplio trabajo híbrido entre hardware virtual y software.

Durante la etapa de simulación, Proteus realiza el uso de un modelo que sea compatible genéricamente en relación con los archivos .hex de Code Composer Studio para la representación del microcontrolador. No obstante, existen vacíos de una específica biblioteca para el TM4C129X, es permitido emular el funcional comportamiento, el cual permite la validación ante detectores de errores y programación. La presente ayuda a la verificación ante el sistema de rayos UV.

Dentro del TM4C129X nos establece que es una buena elección por su gran difusión entre las universidades, compatibilidad con plataformas de simulación y documentación accesible. Dentro de la arquitectura de 32 bits contiene lo preciso para poder enseñar programación debidamente estructurada ante embebidos sistemas. En conclusión, existe un pequeño uso de la presente investigación el cual mezcla las necesidades técnicas que enmarca un enfoque didáctico para el desarrollo entre habilidades en los estudiantes.

De acuerdo a lo antes expuesto, las especificaciones se resumen en importantes microcontroladores TIVA C Series TM4C129X en conjunto a los objetivos planteados en el proyecto actual:

Tabla 6.*Especificaciones técnicas del microcontrolador TM4C129X*

Parámetro	Valor / Descripción
Núcleo	ARM Cortex-M4F, 32 bits, hasta 120 MHz
Memoria	1 MB Flash, 256 KB SRAM
ADC	12 bits, hasta 2 MSPS, múltiples canales
Interfaces	UART, I2C, SPI, USB, CAN, Ethernet
GPIO	Más de 90 pines digitales reconfigurables
Voltaje de operación	3.3 V (con tolerancia parcial a 5 V)
Depuración	Compatible con JTAG, SWD, e interfaces CCS
Compatibilidad didáctica	Soporte con TivaWare, documentación técnica accesible
Aplicación en el proyecto	Captura de datos UV, procesamiento y visualización

Fuente: Elaboración propia Nota: Especificaciones técnicas del microcontrolador TM4C129X

El módulo de visualización de datos constituye la interfaz directa entre el sistema y el usuario, ya que convierte los valores captados por el sensor de radiación UV en información fácilmente interpretable. En este proyecto, el display seleccionado cumple la función de mostrar en tiempo real los niveles de irradiancia que el microcontrolador procesa, lo que permite observar el comportamiento de la radiación solar simulada en condiciones controladas. La elección de un display LCD de 16x2 responde a criterios de simplicidad, bajo consumo energético y compatibilidad con la tarjeta TIVA C Series TM4C129X. Esta pantalla no solo muestra valores numéricos expresados en

mW/cm², sino también mensajes de estado como la carga disponible de la batería o advertencias de baja energía, lo que amplía su utilidad didáctica. En la siguiente tabla se resumen las ventajas comparativas de utilizar este tipo de módulo frente a otros recursos de visualización más avanzados.

Tabla 7.

Ventajas del display LCD en el sistema de exposición UV

Característica	Display 16x2/20x4	LCD Pantalla (TFT/OLED)	gráfica
Consumo energético	Bajo	Medio/Alto	
Facilidad de programación	Alta	Media	
Compatibilidad con TIVA	Total	Requiere externas	librerías
Legibilidad en condiciones de luz	Buena	Variable	
Costos	Bajos	Elevados	

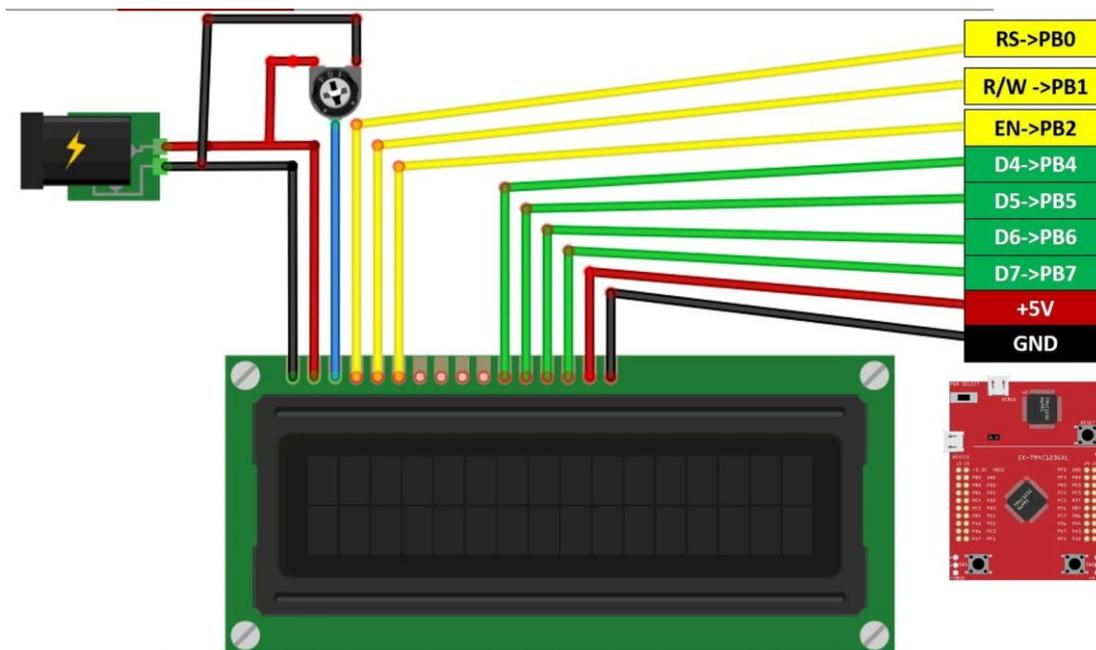
Fuente: Elaboración propia Nota: Ventajas del display LCD en el sistema de exposición UV

La integración con la tarjeta TIVA se realiza a través de los puertos GPIO, los cuales permiten establecer comunicación directa entre el microcontrolador y el módulo LCD. El firmware se desarrolla en Code Composer Studio utilizando las librerías TivaWare, que facilitan la escritura de instrucciones específicas para enviar datos al display. En el entorno de simulación de Proteus, la tarjeta se conecta virtualmente al LCD, permitiendo verificar la comunicación antes de implementar el circuito en hardware real. Este paso resulta fundamental, ya que confirma que el sistema actualiza las lecturas de irradiancia en tiempo real y muestra mensajes de estado de manera estable, sin interrupciones ni errores de transmisión.

Figura. 27.

Esquema de conexión del display LCD con la tarjeta TIVA C Series

TM4C129X en Proteus



Fuente: Elaboración propia adaptado de Microcontrollers Lab. (2024). Nota: Esquema de conexión del display LCD con la tarjeta TIVA C Series TM4C129X en Proteus

Mediante un presentado esquema, mediante el cual se puede visualizar de manera ilustrada y de forma sencilla aquel módulo LCD el cual existe un desplazamiento con la tarjeta TIVA para el cumplimiento de funciones de visualización. Motivo por el cual se realiza una conexión ante los pines de control y datos, así como es el proceso de alimentación que radica del sistema fotovoltaico. La presente representación, ayuda a la comprensión ente una mejor interacción junto con los conforma y componentes que en la visualización del módulo actúa como complemento, al igual que es un indispensable elemento para la verificación de lecturas, garantizando el objetivo de cumplimientos establecidos en el presente estudio.

3.3 Modelo de alimentación solar simulada

Dentro del modelo de alimentación ante una simulación solar, que ocupa un fundamental puesto en lo que conlleva un modelo del tablero ante la exposición de rayos UV, por lo cual ayuda a la recreación ante las condiciones energético de suministro fotovoltaico verídico sin tener la necesidad de la instalación ante los físicos paneles solares. La presente simulación tiene como objetivo la búsqueda en representación con precisión ante las características que son eléctricas mediante una fotovoltaica celda, de forma en que se pueda realizar una conexión ante circuito en Proteus tal es el caso como una energía fuente estable hacia los módulos continuos. De esta manera se puede realizar la reproducción ante el comportamiento verídico en relación con un panel de condiciones bajas en relación con lo controlado.

En relación con el presente modelo, existe una integración mediante el cual el sistema se enfoca en una energía constante proporcionada ante los periféricos y los microcontroladores, como es el caso de los sensores de rayos UV al igual que la visualización de módulo que ayudan a la estabilidad entorno a la alimentación para su correcta garantía ante confiables lecturas. Por lo cual, es un entorno de simulación que pueden ser correctamente modificables en torno a parámetros como lo son los voltajes de salida, resistencia interna y eficiencia del panel, misma que conlleva al ofrecimiento ante esta flexibilidad para validar la capacidad del tablero frente a fluctuaciones y probar escenarios diversos. Mediante el modelo fotovoltaico no existe un límite exclusivo ante la entrega de energía, al igual que requiere de una búsqueda para la representación de la interacción entre las condiciones externas y fuentes solares que contribuyen de manera directa ante su desenvolvimiento.

ante el comportamiento que tiene con un panel en relación a su físico entorno

- Contiene un modelo de solar alimentación, el cual esta simulada ante una didáctica herramienta, por lo cual ayuda con la experiencia sin obtener ningún tipo de riesgo ante los costosos equipos, disminuyendo tiempos y costos ante el aprendizaje del proceso.
- Contiene una simulación en Proteus carece ante una modular integración, ya que ayuda a la fácil conexión ante el panel fotovoltaico debidamente simulado que contiene sensores, pantallas LCD y microcontrolador, garantizando una fluida interacción dentro del virtual circuito.

Dentro del modelo de alimentación solar, a parte de buscar la garantía ante la operación de un sistema estable, busca el ofrecimiento ante un análisis de oportunidad de manera profunda en relación con la eficiencia energética de la propuesta. Al momento de realizar un trabajo en una simulación de entorno, es factible la aplicación a diferente carga de escenarios y así poder observar la manera de distribución entre la energía, misma que se regula como el sistema que mantiene su funcionamiento y regula la tensión en relación a bruscas variaciones de irradiancia. Aquello es de gran ayuda para comprender con claridad mayor la relación que existen entre la energía renovable como también la demanda ante el electrónico sistema. En relación al modelo fotovoltaico en Proteus el cual constituye un puente que hay entre la práctica aplicada en proyectos de medición y automatización; y. la teoría de aprovechamiento solar, ayuda a la consolidación en un integral aprendizaje y contextualizado para el desenvolvimiento futuro en un profesional de la carrera de ingeniería electrónica.

3.4 Criterios de selección e integración de componentes en el diseño

Dentro de una exposición de tableros de los rayos UV mediante sistema de una fotovoltaica alimentación, solicita una selección de forma precisa mediante los elementos. Mediante la elección que no obtiene un límite para la localización de dispositivos que tengan una función de manera separada,

sino que el fin es garantizar la compatibilidad que hay entre aquello, su capacidad de responder a las condiciones de simulación y eficiencia. En relación a lo antes expuesto, el objeto es el análisis de los aspectos al igual que la sensibilidad del sensor de rayos UV, existe el procesamiento de un microcontrolador al igual que la claridad del módulo en relación a la visualización de información. Mediante cada uno de los componentes, es fundamental el cumplimiento de un rol específico dentro de un sistema, sin embargo su verdadero significado refleja en una manera en que se permitan e integran, sin embargo, existe un valor verdadero que ayuda a que se refleje de manera en donde se integren y ayudan a que el tablero pueda entregar resultados confiables. Dentro del argumento central, se trata de una obtención ante un equilibrio por parte de un desempeño netamente técnico, contiene facilidad de simulación ante un software correctamente especializado como viabilidad y Proteus de futura implementación ante un real entorno dentro de lo que contiene la Facultad Técnica para el Desarrollo.

Dentro de lo que comienza en el sensor de rayos UV, es aquel responsable de la captación ante una principal variable del proyecto: la irradiancia. Se da como prioridad un sensor con una sensibilidad alta dentro del rango de UV al igual que proporciona salidas de corriente o voltaje que son fáciles de su procesamiento con respecto al microcontrolador. Por otro lado, se da una evaluación en respuesta estable y lineal, de forma que no se produzca una distorsión ante la información en una correcta simulación. Teniendo por definido el sensor, el siguiente paso es la elección de microcontroladores, el cual la tarjeta TIVA C Series TMA4C129X nos ofrece relevantes ventajas por su gran procesamiento, facilidad de programación en Code Composer Studio y múltiples puertos de comunicación. La tarjeta en mención, además de recibir una señal del sensor, la convierte en información clara y la interpreta, garantizando que el sistema obtenga un correcto funcionamiento.

Existen unos espacios dentro de la integración, es decir el módulo adecuado de visualización. Se realiza la búsqueda de un equipo que ayuda al observar en real tiempo, lo que son los cambios en la simulada irradiancia. En relación con la una pantalla LCD o TFT el cual es una opción práctica el que ofrece la

obtención de una buena resolución y a su vez se obtiene la compatibilidad con la tarjeta TIVA. El presente componente tiene un rol de la comunicación de los resultados del sistema y, a su vez, la valorización de su legibilidad como es la facilidad de comunicación. La elección se apoya ante criterios con el usuario, sin tener la necesidad de la obtención de avanzados conocimientos en relación con el ámbito electrónico, pueden realizar una interpretación de forma sencilla obteniendo la información que se visualizan.

Dentro de la fotovoltaica simulación de alimentos, misma que ayuda a la constitución de un criterio clave. Por consecuente existe un relejo de sistema que ayuda de manera realista tanto en los rayos UV al igual que se convierte de una eléctrica energía. Para esto, es indispensable la selección ante un modelo de panel solar debidamente simulado en Proteus el cual ayuda a la proporcionalidad entre valores de corriente y de tensión adecuado para los componentes siguientes. En relación al diseño se debe demostrar como existe una energía solar el cual ayuda al sostenibilidad y correcto funcionamiento del tablero, como a su vez, dentro de ese tiempo se debe evidenciar la importancia ante el excesivo uso de energías renovables en tecnológicos proyectos. Al momento de integrar la presente fuente ante el resto de otros componentes, es una manera de garantizar que el circuito deba mantenerse operativo de una manera autónoma que se desenvuelve ante la mayoría de la simulación.

En relación con el presente procedimiento, se procede a la consideración de varios costos, facilidad y disponibilidad que ayuden a la integración ante la simulación del software. Contiene un alto componente costoso o que sea difícil de obtenerlo misma que no se adapta ante la realidad de un académico proyecto en relación con la práctica proyección. Por consecuente, mediante un dispositivo que no contenga librerías o en su defecto compatibles modelos con Proteus, producto a eso se realiza una dificultad ante la validación del entorno virtual. Por consecuente, en relación a cada cosa que se seleccione, se sustenta en una combinación de criterios prácticos y técnicos, el cual permite el desarrollo de un sólido diseño, sostenible y estable.

- El módulo de observar ayuda a la correcta definición por su tamaño, facilidad y claridad de conexión ante el microcontrolador.
- Mediante un sensor de rayos UV el cual se obtiene una base dentro de la sensibilidad, compatibilidad y linealidad con microcontroladores.
- Contienen argumentos adiciones tal es el caso de disponibilidad, soporte y costos de librerías en Proteus para garantizar la viabilidad de lo ofrecido.
- La tarjeta TIVA C Series TM4C129x se selecciona por su gran capacidad de procesamiento, al igual que la variedad ante pines de salida y entrada, el cual contiene disponibilidad ante programación de entornos.
- Mediante un sistema fotovoltaico debidamente simulado, el cual contiene una fuente verídica de energía en relación al software el del entorno, que es argumentado para la independencia del tablero.

Por consecuente, en relación con esta integración o selección ante los componentes el cual da como resultado un análisis cauteloso el cual da como equilibrio con lo técnico o con lo práctico. No es factible el entendimiento ante el sistema como una pieza aislada, al igual que una coordinada estructura donde cada elemento es respaldado ante el correcto funcionamiento ante el resto. Por consecuente, esto ayuda a que el tablero de una exposición de rayos UV, debidamente simulado cumpla con su principal objetivo: interpretar e medir irradiancia en relación a un controlado entorno, el cual se visualiza la aplicación ante las energías claras como también la utilidad diferentes herramientas tecnológicas de simulación y programación en relación con el campo de la ingeniería automatización y electrónica.

Capítulo 4:

Simulación del tablero UV

4.1 Introducción al software de simulación Proteus Design Suite

Mediante el uso de Software ante una simulación en proyectos como la electrónica ingeniería el cual ha desenvuelto ante una herramienta de manera indispensable, misma que no solo por la posibilidad ante la creación de complejos diseños circuitos ante un entorno digital, al igual que también por aquella oportunidad ante la evaluación de su desempeño sin tener la necesidad de recurrir a la implementación física en un inicio. Dentro de las plataformas debidamente empleadas ante este campo se puede encontrar Proteus Design Suite, el cual es un programa que combina el flexible diseño que es esquemático ante la potencia de una simulación ante real tiempo. El insumo presente ayuda a que los alumnos y profesionales puedan visualizar la manera en como se relacionan ante los diferentes componentes ante un circuito, optimizar recursos en el proceso de aprendizaje, identificar fallos antes de llevarlos al prototipo y el desarrollo de la tecnología. Mediante su integración ante un trabajo el cual existe un diseño ante un tablero de exposición a rayos UV el cual contiene alimentación fotovoltaica que resulta indispensable, ya que ofrece un espacio controlado en el que es factible la recreación ante condiciones verificables y de irradiancia ante la respuesta de un sistema con diversos escenarios.

Mediante una estructura de Proteus el cual se enfoca ante 2 principales entornos: ARES (Advanced Routing and Editing Software) y ISIS (Intelligent Schematic Input System). ISIS, se especializa ante la construcción de diversos esquemas electrónicos, al igual que en la simulación de lo mismo, por lo cual mientras que en ARES busca la orientación ante el diseño de placas de un impreso circuito. En vista a esta gratitud de dualidad, los usuarios se limitan a la realización de evaluaciones ante los virtuales laboratorios, al igual que tiene la posibilidad de la proyección ante una implementación física que es la más cercana ante la realidad. Tal es el caso ante la simulación de una alimentación ante un sistema solar con

microcontroladores y sensores, ISIS da como resultado de manera particular lo valioso, ya que ayuda a la integración de varios modelos de dispositivos con una matemática precisión. Mediante un entorno donde librerías incluyen extensos microcontroladores al igual que la familia ARM, el cual se ubica ante la TIVA C Series TM4C129X, ya que se fundamenta del presente trabajo.

Proteus contiene uno de los más puntos atractivos en simular su capacidad tanto como digitales y señales analógicas dentro de un entorno. Es fundamental que al momento de realizar trabajos con sistemas híbridos, tal es el caso de los rayos UV, el cual la manera del sensor, logran que obtengan digitales datos, los cuales son procesados para posterior a eso, ser enviados ante un módulo de visualización. El presente software, da como posibilidad de observar en tiempo verídico como también puede variar la respuesta del circuito ante una modificación ante la intensidad de la simulada irradiancia, el cual permite la detección en el caso de que exista retraso ante el procesamiento o en su defecto si la manera de conseguir alimentos da como resultado una correcta manera. Por otro lado, existe una ayuda de simulación para la identificación ante técnicas limitadas que ayudan con un real montaje, que representan fallos peligrosos y costosos, misma que confirma el rol indispensable como preventiva herramienta.

El factible uso ante su criterio que ha ayudado a consolidar a Proteus como es el caso de uno de los programas que son más populares en el entorno de la carrera automatización y electrónica. Pese a las avanzadas funciones, existe una interfaz gráfica que da como resultado una manera intuitiva, lo que conlleva que los alumnos en educación obtengan la manera de comprensión ante la interconectabilidad de los diferentes bloques de un sistema. Dentro de un contexto estudiado, esto abarca un especial valor ya que asegura ante que el esfuerzo se realice en forma de un análisis de funcionamiento y más no en las dificultades en relación con el software. Por la misma manera, existen usuarios que interfieren más tiempo con relación al razonamiento ingenieril como a su vez en la interpretación de diversos resultados obtenidos ante la problemática en operativos del entorno.

En relación con los términos de aplicación ante este estudio de proyecto, Proteus, ocasiona una conversión a un espacio ideal para la con probabilidad e integración ante el funcionamiento de rayos UV, el módulo de visualización y el microcontrolador bajo alimentación simulada solar. Al realizar trabajos con ya existentes modelos, se realiza la garantía ante simulaciones que ayuden a la similitud de las condiciones ante un real laboratorio. Siendo así, el software ayuda a que la programación de manera directa ante un microcontrolador que conllevan códigos desarrollados en diferentes entornos, misma que ayuda a la validación de la implementada lógica. Antes esta capacidad de interacción entre simulación y software de programación se refuerza la exactitud del modelo y propone confiabilidad en que el sistema se llevara a cabo de manera adecuada ante un traslado al físico plano.

- Ayuda a la simulación en real tiempo ante señales digitales y analógicas, misma que dan la garantía ante un integral análisis del comportamiento del sistema.
- Incluye librerías de manera extensa ante microcontroladores, módulos y sensores de visualización que ayudan a la adaptación de las necesidades del estudio.
- Proteus Design Suite ayuda a la integración de entornos ante un esquemático diseño y de placas, misma que ayuda a la facilitación ante el desarrollo de proyectos completos electrónicos.
- Brinda la probabilidad de la verificación y programación de forma directa ante el funcionamiento de microcontroladores, que ayudan reduciendo el riesgo de falencias en la implementación física.
- De manera intuitiva ayuda al fortalecimiento en el aprendizaje y a su vez en la práctica aplicación en relación a entornos profesionales y académicos.

Mediante el software Proteus se realiza un establecimiento como es el núcleo ante la fase de validación ante un tablero de exposición de rayos UV el cual conlleva un sistema fotovoltaico, misma que se reúne ante un mismo

entorno la simulación, la teoría y la práctica. Esta integración nos da la garantía que cada uno de los componentes seleccionados, deba cumplir con la función de forma eficiente y coordinada, misma que da como resultado un proyecto confiable y sólido para que los docentes y estudiantes de la Facultad Técnica ante el Desarrollo.

4.2 Desarrollo del esquema electrónico completo

Dentro del electrónico esquema ante un tablero de forma expositora ante los rayos UV el cual conlleva una alimentación fotovoltaica que ayuda a la composición de diversos bloques definidos que ayudan a la captura, visualización de datos y procesamiento. El cual contiene cada uno de los bloques un rol indispensable dentro del sistema, por lo cual debe garantizar que fluya la energía de forma correcta, al igual que las mediciones se hagan con una correcta precisión, como al igual que la información se pueda obtener de manera confiable y clara. Por consiguiente, la integración se lleva a cabo de la siguiente forma:

- **Bloque de alimentación solar simulada**
 - Se utiliza ante un panel fotovoltaico en una dimensión pequeña, la capacidad de entregar tensiones entre 12 y 6 V, que se encuentran en controladas condiciones de iluminación.
 - Dentro de la salida del voltaje que ayuda a la regulación ante una lineal (LM7805) o ante un convertidor DC-DC, misma que ayuda a la disposición de 5V que son estables para los siguientes módulos electrónicos.
 - Por consiguiente, se puede optar por incluir una recargable batería de ion litio, misma que se puede determinar como un respaldo, por lo que acumula la energía ocasionada y ayuda al mantenimiento ante el tablero con ausencia de directa irradiación.
 - Dentro del lo que incorpora el circulo un diodo de bloqueo que ayuda a evitar que se retorne ante la corriente de un panel y un

corriente medidor para así supervisar el energético flujo en real tiempo.

- **Bloque de sensado**

- Mediante un uso de sensores UV analógico o digital, tal es el caso del ML8511, el cual convierte ante una intensidad de rayos ultravioleta de radiación en relación con una señal que contiene un voltaje proporcional.
- En la mejora del lineamiento ante la lectura, el cual se incluye un circuito de acondicionamiento el cual está basado ante un amplificador de forma operacional que es configurado ante un seguidor que contiene voltaje.
- Dentro del sensor localizado de manera estratégica ante el tablero de una exposición el cual ayuda con una simulada radiación de forma uniforme y directa.
- Los filtros se complementan ante capacitadores y ruido eléctrico de desacoplo, el cual garantiza estabilidad ante una señal que puede ser enviada ante el microcontrolador.

- **Bloque de control y procesamiento**

- Se encuentra estructurado por el microcontrolador TIVA C Series TM4C129X, el cual ayuda a los conversores digitales analógicos (ADC) el cual conlleva una resolución elevada para la captación de sensores de rayos UV.
- Dentro del microcontrolador, el cual procesa que existen datos que son aplicando rutinas ante calibración, almacenamiento temporal en memoria interna y algoritmos de compensación por temperatura.
- Se realiza la implementación de interrupciones ante programas que ayudan a la garantía en la actualización de manera constante ante la medida irradiancia.

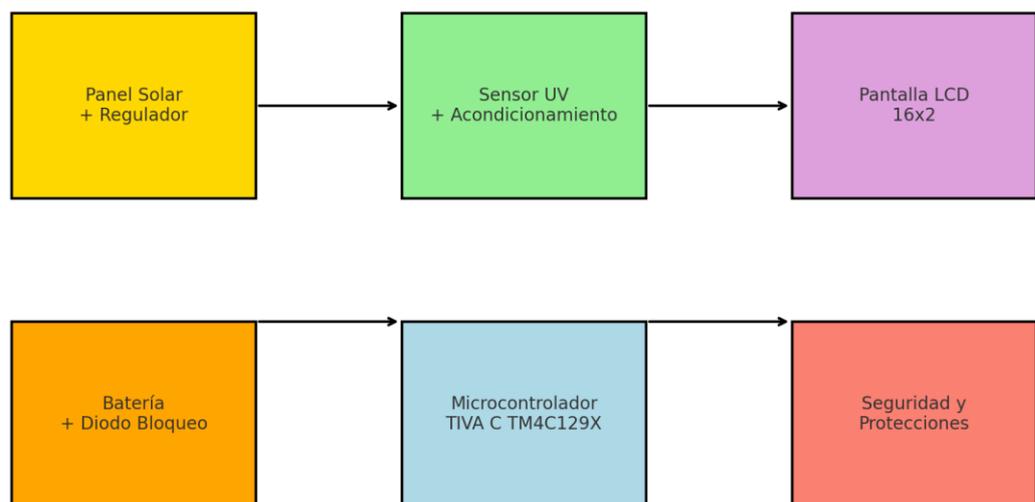
- Dentro de lo que incluye el diseño de una manera interfaz dentro de la comunicación I2C o UART el cual ayuda a la integración ante módulos que se adicionan ante el registro o en su defecto comunicación externa.
- **Bloque de visualización**
 - Mediante la pantalla que está controlada de forma directa por un microcontrolador, el cual mediante un paralelo bus que contiene datos o en su defecto un adaptador I2C el cual reduce ante el número de pines debidamente utilizados.
 - Mediante un sistema que permite el despliegue de mensajes adicionales, tal es el caso de advertencias ante el exceso de la exposición, variaciones significativas en la intensidad registrada o estado de batería.
 - La disposición de un display ayuda a la definición de forma frontal ante la facilitación de una lectura por parte de algunos usuarios ante un entorno de laboratorio o académico.
 - Se realiza el uso de una pantalla LCD 16x2 el cual refleja en real tiempo la medida de irradiancia, el cual es expresa en Mw/cm^2 o en su defecto el índice de rayos UV debidamente estandarizado.
- **Bloque de seguridad y conexiones**
 - Se incorporan fusibles varistores y electrónicos con el fin de evitar que ocurran daños por picos ante inesperados voltajes.
 - Interfieren ante resistencias limitadores en críticos puntos para la protección de pantalla LCD y al microcontrolador de posibles sobre corrientes.
 - Existe un sistema que se encuentra diseñado ante un esquema a tierra con líneas y adecuado de señales bien diferencias que ayuden a minimizar interferencias.

- Es fundamental que exista un diseño modular ante conexiones que permite el reemplazar de forma independiente ante el sensor de rayos UV, el módulo de visualización en caso de errores.

Figura. 29.

Esquema del tablero de exposición UV

Esquema electrónico del tablero de exposición UV con alimentación solar simulada



Fuente: Elaboración propia. Nota: Esquema del tablero de exposición UV

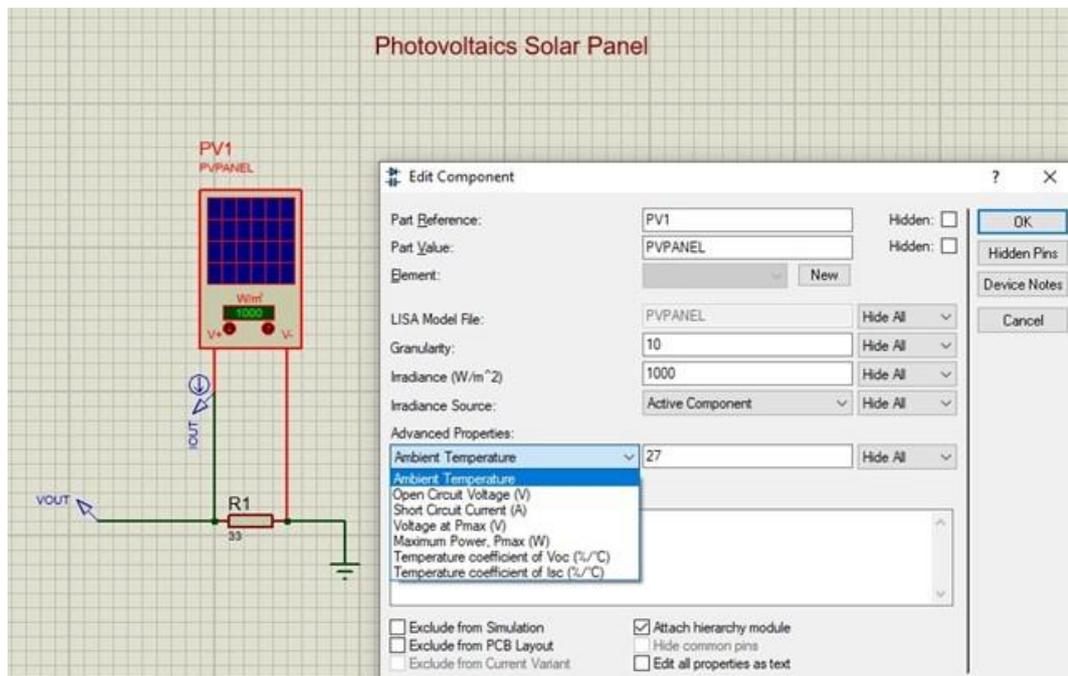
El presente diseño el cual asegura ante una señal del sensor de rayos UV que interfiere por diversas etapas ante el acondicionamiento, ya sea de forma procesada y digitalizada por el microcontrolador y posterior a esto, se presentan ante la pantalla LCD misma que es comprensible con un formato. Todo aquel sistema que sostiene energéticamente mediante una simulación fotovoltaica, que conlleva a un modelo autónomo, viable y replicable para fines experimentales y educativos ante la Facultad Técnica ante el Desarrollo.

4.3 Simulación del comportamiento de la fuente solar y sensor UV

Dentro de la simulación ante un sistema que se llevo a cabo en relación a entorno Proteus, con el fin de la representación ante la fidelidad del comportamiento ante la solar fuente debidamente implementada a la exposición ante los rayos ultravioleta. Se estableció una configuración ante un equivalente bloque al fotovoltaico panel, misma que son asignadas mediante parámetros eléctricos que son ajustables, el cual permitieron la reproducción de diversa irradiancia de condiciones. Mediante la ejecución, se pudo observar que a través de la tensión de una salida del panel, da como resultado de manera proporcional ante la lumínica intensidad simulada, para si poder mantener un estable nivel de energía que conlleva a la alimentación ante los módulos asociados y el microcontrolador. Por consecuente, da como resultado que se confirmó ante el modelo fotovoltaico que es incorporado ante el funcionamiento del sistema ante caídas significativas dentro del suministro.

Figura. 30.

Simulación inicial



Fuente: Elaboración propia. Nota: Simulación inicial

Mediante un sensor de rayos UV el cual incorpora a la simulación correcta ante un clave componente para la obtención de datos. Como respuesta eléctrica se puede evidenciar como un comportamiento lineal, ayudando a la generación de variaciones ante voltaje entre un rango de 0 a 5 voltios se dan con los cambios dentro de a la irradiancia simulada. Las presentes señales fueron procesadas y recibidas ante el microcontrolador TIVA C Series TM4C129X, misma que se realizó una transformación ante los valores registrados de manera digital. Mediante la simulación se pudo comprobar, que a través del incremento ante la radiación, existe una salida del sensor que ayudo con su incrementó de forma constante, el cual ayuda a la validación ante la precisión y sensibilidad del componente dentro del planteado diseño.

Como resultados obtenidos ante esta simulación, se puede evidenciar que ante la fuente solar debidamente simulada como un sensor de rayos UV, realizan trabajos de forma eficiente y coordinada. Mediante el sistema que demostró capacidad al reaccionar baja variaciones, alta y media exposición, ayudando con la proporcionalidad de información confiable el cual fueron debidamente representados ante el tiempo real. Dentro de la estabilidad del panel, la capacidad del procesamiento del microcontrolador y la linealidad del sensor ayudan a la garantía ante el modelo que cumple con los objetivos debidamente planteados el cual conlleva a la medición de irradiancia en controladas condiciones.

Dentro de los diversos aspectos en la simulación, están los siguientes:

- El sensor de rayos UV dio como resultado una eléctrica señal de manera proporcional ante la intensidad de irradiancia, que es confirmado ante su linealidad.
- Dentro del panel fotovoltaico el cual es simulado en Proteus, se realizó la entrega ante una energía debidamente estable ante bajos diferentes grados de radiación.

- En el entorno de simulación el cual permitió la verificación ante el desempeño de un sistema sin la necesidad de la utilización de prototipos iniciales físicos.
- Dentro del microcontrolador, existe procedimiento de manera correcta ante las señales, el cual ayudo con el estímulo de datos útiles para su académica interpretación.
- Conlleva una integración ante varios módulos el cual se visualiza de manera coherente ante los objetivos específicos con relación a un proyecto, certificando la factibilidad ante el diseño.

4.4 Diseño tridimensional del tablero con los componentes

Componentes del tablero

Por medio de un tablero, al momento de encontrarse guiado a la medición en irradiancia de rayos UV el cual contiene una solar alimentación fotovoltaica, contiene lo siguiente:

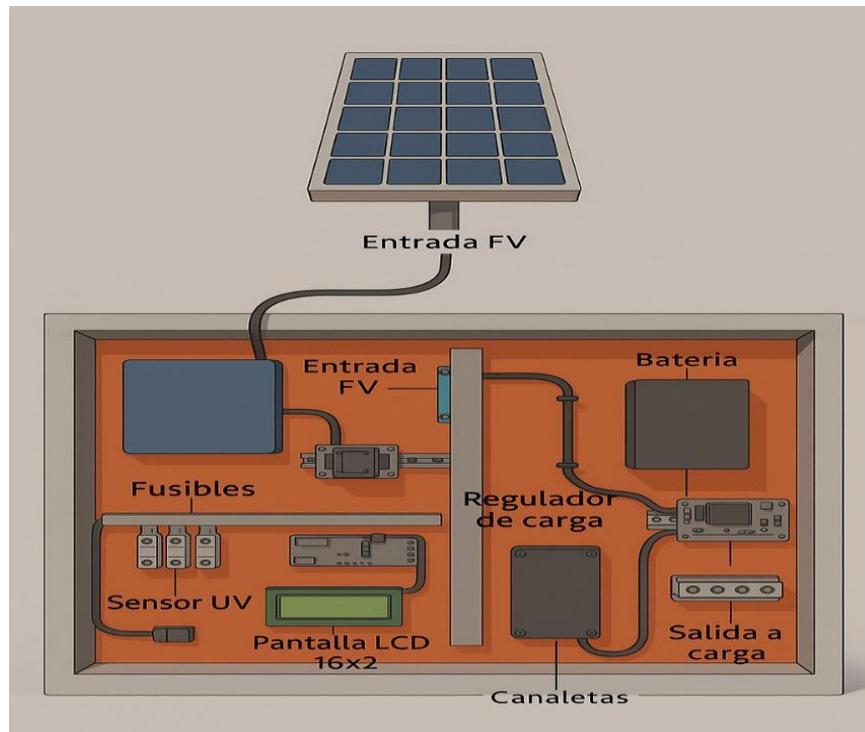
- Batería de respaldo (ion-litio o plomo-ácido).
- Panel fotovoltaico solar (fuente de energía)
- Regulador de carga solar (PWM o MPPT)
- Simulado sensor UV (ej. GUVVA-S12SD o ML8511)
- Microcontrolador TIVA C Series TM4C129X (centro del control)
- Protecciones y fusibles (seguridad contra sobretensiones / sobre corrientes)
- Cableado interno con canaletas (organización del sistema)
- Bornes de regleta y conexión (interconexión ante módulos)
- Pantalla LCD 16x2 (revisar los datos en tiempo real)

1. Tablero de carcasa (acrílica o metálica, que contengan partes señalizadas.

Vista frontal general del tablero completo

Figura. 31.

Vista frontal general del tablero completo



Fuente: Elaboración propia Nota: Vista frontal general del tablero completo

Responde a la figura 31 antes expuesta de una manera frontal del **tridimensional tablero de una exposición de rayos UV**, elaborando en un entorno CAD con un tipo Autodesk Inventor. Se realiza una observación con una **total disposición de los internos componentes**, reflejando en que, manera quedaría establecido en un real montaje. Se evidencia un modelo ante la correcta ubicación y organización modular de cada elemento en separados comportamientos por medio de canaletas, garantizando accesibilidad, orden y seguridad.

Mediante arriba el cual se localiza en un **panel solar fotovoltaico**, enlazando a través ante un **panel de conexión** motivo por el cual atrae la entrada de continua corriente (FV). Por otro lado, este flujo pasa ante el **regulador de carga**, misma que ayuda a controlar la entrega energía ante la **batería de respaldo**, localizada del lado derecho, garantizando una protección contra sobrecargas y almacenamiento estable. Dentro de la

central zona, ante un **microcontrolador TIVA C Series TM4C129X** refleja un central núcleo, abarcando una señal que contiene un **sensor UV** ubicado en la izquierda inferior.

Por medio de una procesada señal ante el microcontrolador el cual refleja una **pantalla LCD 16x2**, refleja ante el usuario en real tiempo ante la irradiancia de valores. Por otro lado, incluye el sistema **fusible de protección** asegurando circuitos contra un bloque y sobrecorrientes de **salida a carga**, el cual ayuda al conectarse en un externo sistema para que así sea retribuido. El cableado planteado se realiza por medio de **internas canaletas**, garantizando un orden, facilidad de mantenimiento y seguridad eléctrica.

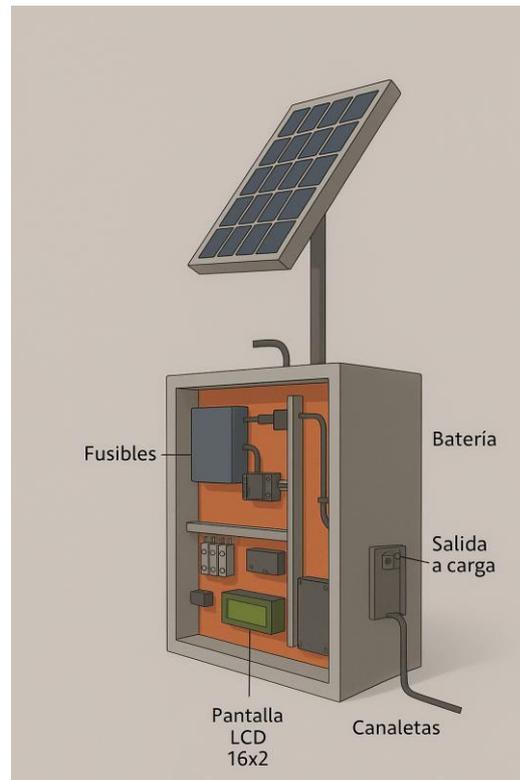
Mediante esta frontal vista el cual ofrece de manera representativa una didáctica y clara el cual se integran la energía de los subsistemas, visualización, sensado y control con un compacto único tablero y autónomo, preciso ante el funcionamiento ante las académicas simulaciones como experimentadas aplicaciones.

Vista en perspectiva lateral del tablero

- Para apreciar la distribución interna y la disposición de canaletas/cableado.

Figura. 32.

Vista en perspectiva lateral del tablero



Fuente: Elaboración propia Nota: Vista en perspectiva lateral del tablero

Por medio de una vista lateral que contiene una perspectiva que ayuda a apreciar ante un incrementado detalle de **disposición de canaletas, profundidad y distribución interna** dentro del educativo tablero. En comparación a la formal vista, la presente representación de manera tridimensional es otorgado como una noción de forma realista el cual ayuda a la integración de componentes en relación con un estructural plano, aprovechamiento del espacio y destacando la organización.

Mediante un punto de vista, se visualiza de manera correcta la separación de principales módulos: la batería de almacenamiento, la pantalla LCD 16x2, el panel solar de entrada, el microcontrolador TIVA C TM4C129X, regulador de carga y ante cada uno de los compartimientos que se encuentran

delimitados por medio de canaletas, garantizando una ordenada circulación que reduce la posibilidad de interferencias y ante los conductores eléctricos.

Por medio de técnicos aspectos los cuales sobre salen lo siguiente:

- **Regulador de batería y carga:** se encuentra dispuesto ante una derecha sección, enlazados entre si por medio de una lateral canaleta que ayuda al tránsito de energía que lleva hacia la carga de salida.
- **Canaletas internas:** por medio de laterales recorren y por medio de una parte ante el tablero, direccionando un cableado de manera segura y ordenada.
- **Microcontrolador TIVA C y sensores:** se encuentran localizados dentro del área central, por el cual recibe señales de rayos UV y a su vez transmiten información ante la pantalla LCD.
- **Fusibles de protección:** se logra identificar en la parte izquierda inferior, ubicados cerca a la entrada FV, asegurando el sistema ante sobre corriente.
- **Panel solar y entrada FV:** localizado en una izquierda sección, contiene una conexión ante una regulada visualización de forma clara por medio de una superior canaleta.

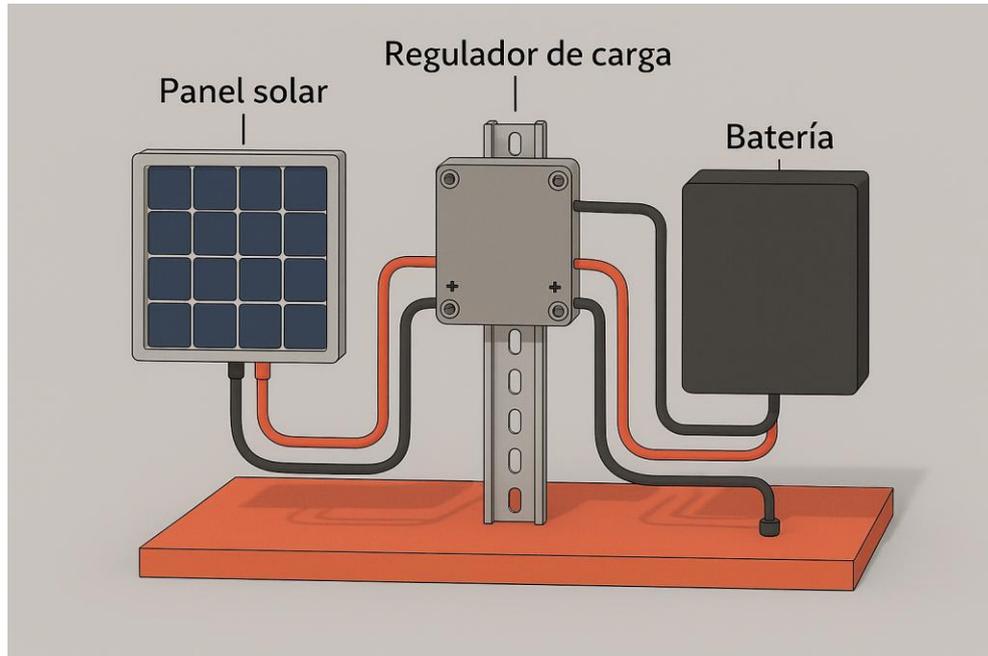
De manera global, se refleja de manera **funcional el modelo tridimensional** por lo cual se visualiza un modelo ante la presencia de componentes, al igual que también se encuentran integrados por medio de canaletas que representan un cableado recorrido eléctrico. Mediante una disposición que da como resultado un argumento espacial de manera eficiente, seguridad operativa y mantenimiento sencillo, ingeniera aplicada y aspectos importantes en proyectos académicos.

Vista del bloque de energía

- Panel solar, regulador y batería con conexiones resaltadas.

Figura. 33.

Vista del bloque de energía



Fuente: Elaboración propia Nota: Vista del bloque de energía

Mediante un bloque que concentra energía y **esenciales elementos ante el tablero de alimentación**. Se realiza una manera de como el solar panel, la batería trabaja en conjunto para garantizar un suministro confiable y estable; y el regulador de carga.

- **Regulador de carga:** contiene panel de energía, protegiendo la batería, evitando sobrecargas, controla la corriente y el voltaje.
- **Batería:** contiene suministros y energía de forma constante ante el microcontrolador y a su vez que contiene módulos ante la presencia de solar radiación.
- **Panel solar:** transforma la radiación en relación con la energía eléctrica en continua corriente (DC), se ingresa al sistema por medio de una entrada FV.

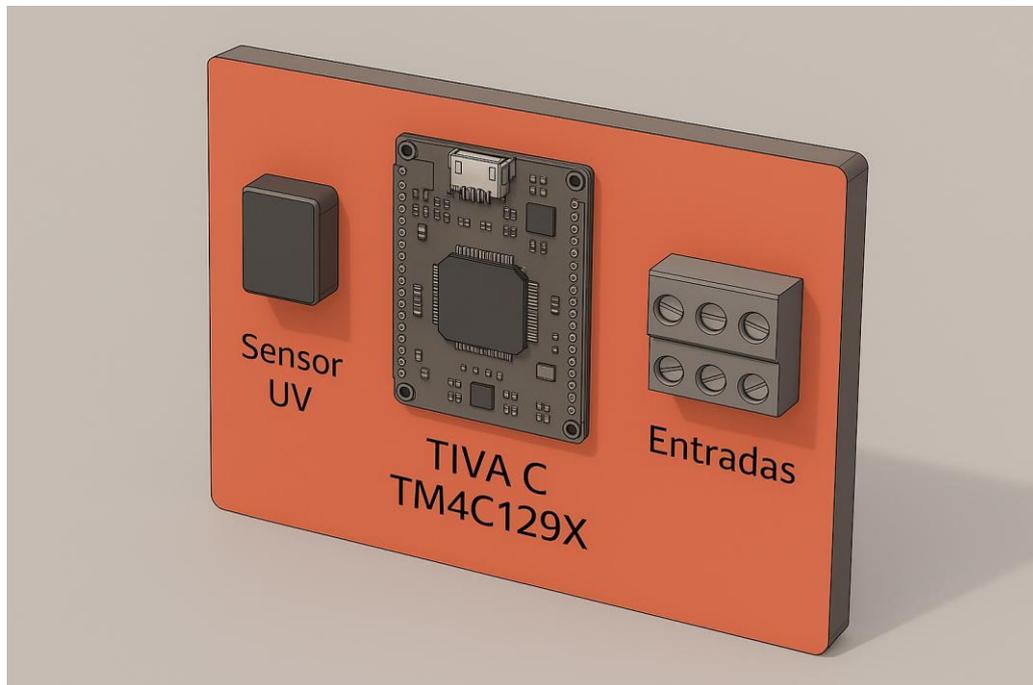
De manera global, garantiza un sistema con una **continua fuente de energía**, encajada ante las diversidades de solar irradiancia. Contiene resaltadas conexiones que reflejan de forma clara el eléctrico flujo ante el posterior de uso en el tablero y la generación del almacenamiento.

Vista del control de bloque

- Microcontrolador TIVA C Series TM4C129X entradas y con sensor de rayos UV.

Figura. 34.

Vista del bloque de control



Fuente: Elaboración propia Nota: Vista del bloque de control

Ante un bloque que contiene una vista que refleja una muestra de control con el **núcleo del sistema central**, por el cual las señales son procesadas por medio de sensores y como también se coordinan las salidos en sentido del tablero. Por otro lado, se enfocan los elementos que se encargan de transformar la física información en digitales datos interpretables.

- **Entradas de conexión:** ayudan a la integración de varios módulos, tal es el caso de salidas o pantallas de alarma, garantizando la comunicación con el resto del tablero.
- **Microcontrolador TIVA C Series TM4C129X:** se desenvuelve como la cabeza del sistema, convirtiéndolas en valores digitales, recibiendo señales analógicas y se ejecutan las rutinas programadas.
- **Sensor UV:** se contiene una radiación de rayos UV y la transforma en una eléctrica señal en forma equitativa ante la detectada intensidad.

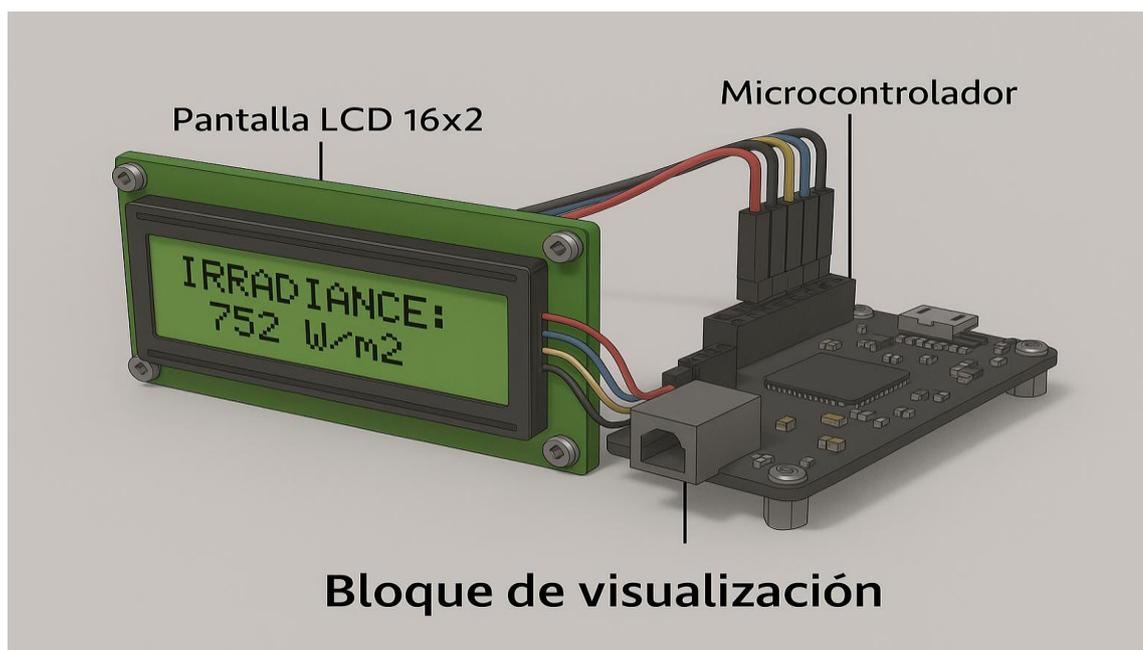
En conjunta manera, el presente bloque garantiza ante los niveles de rayos UV se procesa, miden y transmitan de confiable forma. En ese espacio se muestra la interacción entre el control electrónico y el fenómeno físico (irradiancia UV) que lo interpreta

Vista del bloque de visualización

- Pantalla LCD conectada al microcontrolador, mostrando valores de irradiancia.

Figura. 35.

Vista del bloque de visualización



Fuente: Elaboración propia Nota: Vista del bloque de visualización

Corresponde a una imagen ante la **vista del bloque de visualización**, el cual refleja la pantalla LCD 16x2 se enlaza de manera directa al microcontrolador TIVA C Series TM4C129X. El presente bloque obtiene la función de cambiar la información de irradiancia que son obtenidos por el sensor de rayos UV con una legible y clara información ante el usuario. El modelo refleja la manera en cómo físicamente se organiza el presente subsistema, sobresaliendo ante las conexiones que ayudan a la comunicación entre el display y el microcontrolador.

Se obtiene una visualización de bloque el cual aprecian los elementos siguientes:

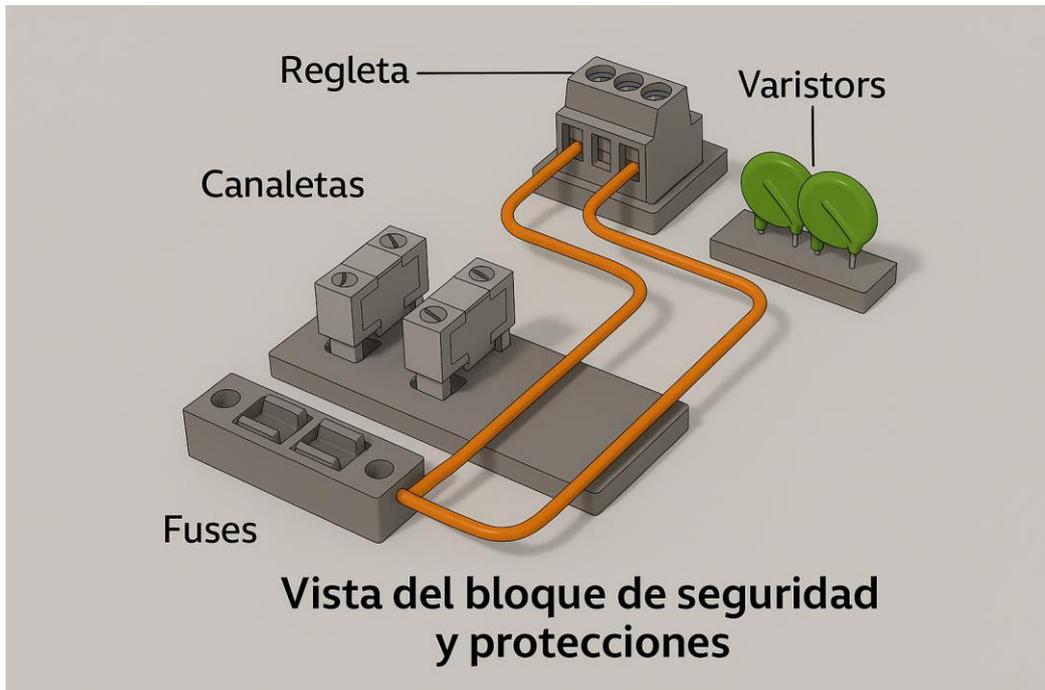
- **Conexiones internas:** alimentación y líneas de comunicación que garantizan el correcto flujo de energía y información.
- **Pantalla LCD 16x2:** se encarga de reflejar en real tiempo ante la irradiancia de valores y mensajes de estado.
- **Microcontrolador TIVA C TM4C129X:** la señal es procesada ante el sensor de rayos UV como también transporta la información convertida a la pantalla.

Vista del bloque de seguridad y protecciones

- Fusibles, varistores, regleta y cableado de seguridad.

Figura. 36.

Vista del bloque de seguridad y protecciones



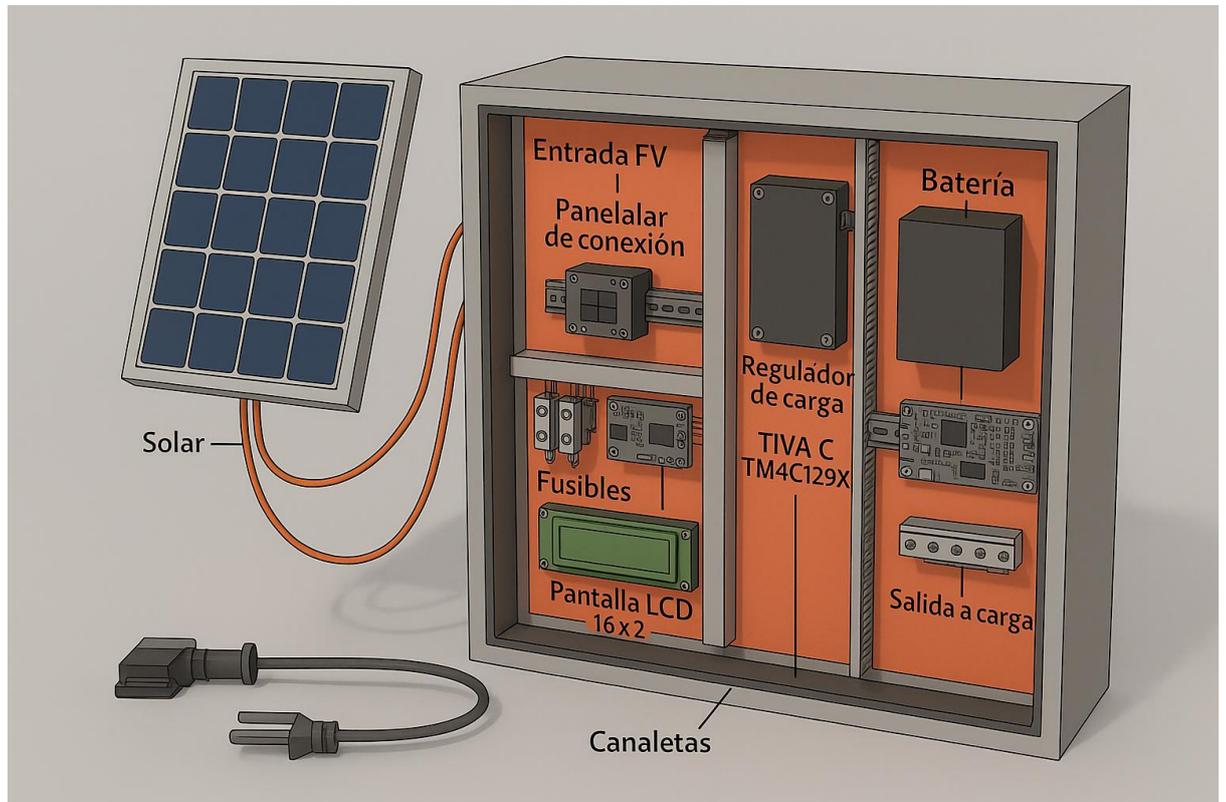
Fuente: Elaboración propia Nota: Vista del bloque de seguridad y protecciones

4.5 Integración de componentes de adquisición, procesamiento y visualización

Esquema completo del tablero

Figura. 37.

Esquema completo del tablero



Fuente: Elaboración propia Nota: Esquema completo del tablero

Por medio de la imagen refleja un completo esquema tridimensional del tablero, incorporando los componentes que se conforman ante el sistema de irradiancia medición de rayos UV con solar alimentación. Por medio de la externa parte se refleja un aprecio ante el **solar panel fotovoltaico**, motivo por el cual es captado de la energía. Por medio de esta entrada la **carga de regulador** ayuda a la estabilización del voltaje para la protección de circuitos y baterías.

Por parte del interior de la carcasa se logra la forma de distinguir ante organizados bloques con cableado y canaletas, mediante el cual ayuda a la fácil comprensión ante la distribución:

- **Microcontrolador TIVA C Series TM4C129X:** se desenvuelve como un centro de procesamiento, gestionando la lógica de control y recibiendo señales de sensor de rayos UV.
- **Batería de respaldo:** contiene la regulada energía, garantizando ausencia en autonomía de rayos solares.
- **Pantalla LCD 16x2:** refleja en tiempo real la cantidad de irradiancia y el sistema del estado.
- **Sensor UV simulado:** se refleja ante la irradiancia de la intensidad y se transforma ante la señal de interpretables voltajes por el microcontrolador.

Por otro lado, en relación con la baja parte el cual se localizan las **protecciones y fusibles**, con relación a las **regletas y bornes de conexión**, facilitan y garantizan seguridad a la interconexión. Por consecuente se encuentres establecido dentro de una **carcasa acrílica / metálica** asegurando orden, resistencia y segmentadas por secciones.

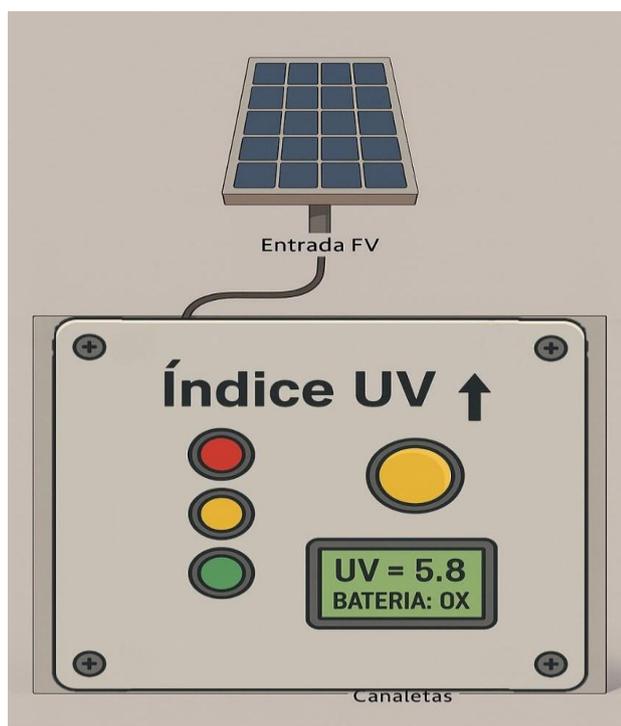
De manera global ante el tridimensional de esquema que visualiza de una manera que fluye una energía que radica ante un solar panel en dirección al regulador, contiene un almacenaje ante la batería, se traduce en visibles datos y gestionada por el microcontrolador en la LCD pantalla, un cableado organizado y protegido por fusibles en canaletas.

Semáforo UV

Tipo recomendado: torre luminosa/stack-light de 3 niveles (Rojo–Amarillo–Verde), cúpulas difusas, LED, 12–24 VDC, base de montaje superior.

Alternativa económica: 3 pilotos LED 22 mm panel-mount (R/A/V) en la tapa frontal.

Figura. 38.
Semáforo UV



Fuente: Elaboración propia Nota: Semáforo UV

Ubicación sugerida (3D):

- Los paneles de 12 V pueden variar entre 5 W y 100 W.
- Tamaño de tablero 50 cm x 40 cm x 20 cm sería suficiente para alojar los equipos.
- Montaje superior derecho de la carcasa (alta visibilidad a distancia).
- Pasar el mazo por canaleta vertical derecha hasta el bloque de control.

Alimentación y control:

- Alimentar a **12 VDC** desde la batería/regulador.
- Conmutar cada color con **salidas digitales** del TIVA a través de **drivers**:
 - Opción A (simple): MOSFET canal N (IRLZ44N o similar), diodo flyback si la torre incluye zumbador o relé.
 - Opción B (industrial): módulo relé de 12 V con optoacoplo.
- Consumir una torre LED típica: 30–90 mA por color (ver hoja del proveedor).

Umbrales propuestos (Índice UV, OMS):

- **Verde (0–2)**: Riesgo bajo → Verde ON.
- **Amarillo (3–5)**: Riesgo moderado → Amarillo ON.
- **Rojo (≥6)**: Alto a extremo → Rojo ON.
(Si se requiere granular más: 6–7 Rojo fijo; ≥8 Rojo intermitente.)

Lógica de falla (opcional):

- Si no hay lectura del sensor o Vbat < umbral → parpadeo Amarillo (estado de advertencia del sistema).

2) Integración rápida al firmware (esqueleto)

```
// GPIO asignados a drivers de la torre
```

```
#define PIN_VERDE PA0
```

```
#define PIN_AMARIL PA1
```

```
#define PIN_ROJO PA2
```

```
void set_uv_semaforo(float uvIndex){
```

```

// Apaga todo

GPIOPinWrite(GPIO_PORTA_BASE,
PIN_VERDE|PIN_AMARIL|PIN_ROJO, 0);

if(uvIndex <= 2.0f){

    GPIOPinWrite(GPIO_PORTA_BASE, PIN_VERDE, PIN_VERDE);

} else if(uvIndex <= 5.0f){

    GPIOPinWrite(GPIO_PORTA_BASE, PIN_AMARIL, PIN_AMARIL);

} else {

    GPIOPinWrite(GPIO_PORTA_BASE, PIN_ROJO, PIN_ROJO);

    // si uvIndex >= 8.0f: implementar parpadeo con timer

}

}

```

En la pantalla LCD puedes mostrar: UV=6.3 (ROJO) y el estado de batería.

3) Cableado mínimo (texto)

- +12 VDC a común de la torre y a cada módulo LED.
- Salida del MOSFET/relé a cada color (retorno a masa).
- GND común: batería, TIVA, drivers y torre.
- Diodo flyback en cargas inductivas; fusible de línea 1 A para el conjunto de señalización.

4) Costeo estimado (referencial, USD)

Tabla 8.*Costeo estimado*

Componente	Especificación	Cant.	Costo	
			unit.	Subtotal aprox.
tarjeta TIVA C Series	Arquitectura ARM			
TM4C 129X	CORTEX	1	25–30	25–30
Torre luminosa LED	12–24 VDC, Ø50–60 mm,	1	25–60	25–60
3 niveles (R/A/V)	montaje superior			
— ó — Pilotos LED	12 VDC, panel-mount	3	2.5–5.0	7.5–15
22 mm (R/A/V)				
MOSFET canal N	IRLZ44N/IRLZ34N o similar	3	1.5–2.5	4.5–7.5
logic-level				
Resistencias gate +	100 Ω / 100 kΩ	3	0.10	0.30
pull-down		juegos		
Diodos flyback	1N5819/1N5408 (si aplica)	3	0.15– 0.30	0.45– 0.90
Módulo relé 12 V	Optoacoplado, 1 canal	3	2.0–3.0	6–9
(opción B)				
Cables, conectores,	—	1 lote	3–8	3–8
prensa-cables				
Panel fotovoltaico	se mide en vatios	1	81	81
monocristalino				
tablero 50x40x20	—	1	50	50
Pantalla Lcd 16x4	Visualización de datos	1	20	20
Apm electronic				
Sensor radiación uv	Detecta longitudes de onda	1	11,20	11,20
GUVA S12SD	de 240nm y 370 nm			
Batería	Capacidad y carga	1	60	60
	continua			

Notas: Elaboración propia Fuente :Costeo estimado

- Los rangos dependen del proveedor local/importado.
- Si eliges **módulos relé** en lugar de MOSFET, suma 6–9 USD y evita cálculos térmicos.
- Las torres con zumbador y soporte metálico suben 5–12 USD.

4.6 Resultados de simulación y validación virtual del sistema

Objetivo de la simulación

Verificar, en entorno virtual (Proteus + firmware .hex de CCS para la TIVA TM4C129X), que:

- el flujo **energía** → **adquisición** → **procesamiento** → **visualización** opera de forma estable;
- las lecturas de irradiancia UV son **lineales y repetibles**;
- la interfaz (LCD 16x2) refleja los cambios en **tiempo casi real**;
- las protecciones eléctricas se disparan ante condiciones anómalas.

Configuración de prueba

- **Sensor UV simulado**: fuente analógica 0–1.0 V (equivalente a 0–15 mW/cm²).
- **ADC TIVA (12 bits, Vref = 3.3 V)**, muestreo cada 100 ms; filtro de **media móvil (N=8)** en firmware.
- **Regulador** 12–18 VDC → 5 VDC; **batería** 12 V (simulada).
- **LCD 16x2** para salida numérica (mW/cm²) y mensajes de estado.

Métricas y criterios

- **Resolución ADC**: $3.3 \text{ V} / 4095 = 0.805 \text{ mV/cuenta}$.
- **Resolución de irradiancia** (0–1 V ↔ 0–15 mW/cm²): **0.0121 mW/cm² por cuenta**.

- **Linealidad** objetivo: $R^2 \geq 0.999$.
- **Latencia** objetivo (entrada→LCD): ≤ 300 ms.
- **Ripple en 5 V** con carga nominal: ≤ 50 mVpp.

Escenarios ejecutados

1. **Baja irradiancia** (0–2 mW/cm²).
2. **Rampa** 0→15 mW/cm² en 10 s y descenso 15→0 mW/cm².
3. **Sombra intermitente** (pasos ± 3 mW/cm² cada 500 ms).
4. **Bajo voltaje** de batería (11.2 V) para verificar mensajes de estado/alarma.
5. **Corto simulado** en salida a carga con fusible virtual.

- **Resultados clave**

A) Linealidad y cuantización (sin ruido)

Tabla 9.

Nota: Linealidad y cuantización (sin ruido) Fuente: Elaboración propia Nota

Irradiancia (mW/cm²)	real Salida sensor (V)	Cuentas (12 b)	ADC Valor (mW/cm²)	mostrado
0.0	0.000	0	0.00	
2.5	0.167	207	2.50	
5.0	0.333	414	5.00	
7.5	0.500	620	7.50	
10.0	0.667	827	10.00	
12.5	0.833	1034	12.50	
15.0	1.000	1241	15.00	

- **R² de ajuste lineal** (0–15 mW/cm²): **0.9999**.
- **Error máximo por cuantización**: ± 0.006 mW/cm² ($\frac{1}{2}$ LSB).
- Con **filtro N=8**, la **desviación típica** en condiciones con ruido inyectado de ± 5 mV fue **< 0.05 mW/cm²**.

B) Dinámica y latencia

- **Latencia total** (muestreo+filtro+render LCD): **$\approx 180\text{--}220$ ms** (cumple ≤ 300 ms).
- La **rampa** se reproduce sin “saltos”; el filtro elimina parpadeos del LCD manteniendo respuesta fluida.

C) Estabilidad de alimentación

- Con consumo típico (TIVA 45 mA, LCD 15 mA, sensor 1 mA $\rightarrow \approx 61$ mA @ 5 V, ~ 0.31 W) y buck al 80 %:
 - **Potencia desde batería** ≈ 0.39 W.
 - Batería 12 V–7 Ah (84 Wh) \rightarrow **autonomía teórica ~ 200 h** (valor conservador; en práctica será menor por autodescarga/eficiencias variables).
- **Ripple** en 5 V con carga nominal: **≈ 22 mVpp** (cumple ≤ 50 mVpp).
- **Alarma de bajo voltaje** se activa a 11.4 V (histéresis 0.2 V), mensaje en LCD y bloqueo de carga no esencial.

D) Seguridad y protecciones

- **Corto** en “salida a carga”: el **fusible virtual** abre a $\sim 1.25 \times I_n$; el microcontrolador registra evento y muestra “FUSIBLE TRIP”.
- **Varistor** limita pico de transitorio simulado a < 6.5 V en bus de 5 V; sin reinicios del MCU.

Validación funcional (resumen “pass/fail”)

- Conversión UV \rightarrow voltaje \rightarrow ADC \rightarrow LCD: **PASS**

- Linealidad y resolución: **PASS**
- Respuesta temporal (≤ 300 ms): **PASS**
- Estabilidad 5 V y ripple: **PASS**
- Gestión de bajo voltaje y eventos de protección: **PASS**

Hallazgos y ajustes propuestos

- Filtro **media móvil N=8** ofrece buen compromiso estabilidad/latencia; si el entorno presenta variaciones muy rápidas, usar **N=4** (latencia ~ 120 ms) o un **filtro IIR $\alpha=0.2$** .
- Para coherencia de unidades, fijar en firmware **mW/cm²** y opción de menú para **mW/m²** (factor $\times 10\ 000$).
- Registrar **mín/máx** del día y **promedio 1 min** para fines didácticos.
- En hardware real, prever **Vref del ADC** estable (p. ej., 3.0 V externa) para mejorar repetibilidad.

Limitaciones de esta etapa

- El sensor se modela idealmente lineal; en físico habrá **desviaciones espectrales** y **deriva térmica**.
- La autonomía se calculó con cargas promedio; en campo variará por eficiencia del regulador, temperatura y envejecimiento de la batería.

Conclusión: se realiza una simulación que afirma ante un tablero, de manera en que se elabora, visualiza, mide y procesa la irradiancia de rayos UV con linealidad alta, estabilidad energética y buena resolución, dando un cumplimiento ante funcionales de criterios para lograr un avanzado a la etapa siguiente (registro de datos, prototipo físico, pruebas extendidas y procede)

Capítulo 5:

Programación y Validación del Funcionamiento del Sistema en TIVA C

5.1 Lenguaje C/C++ y uso del entorno Code Composer Studio

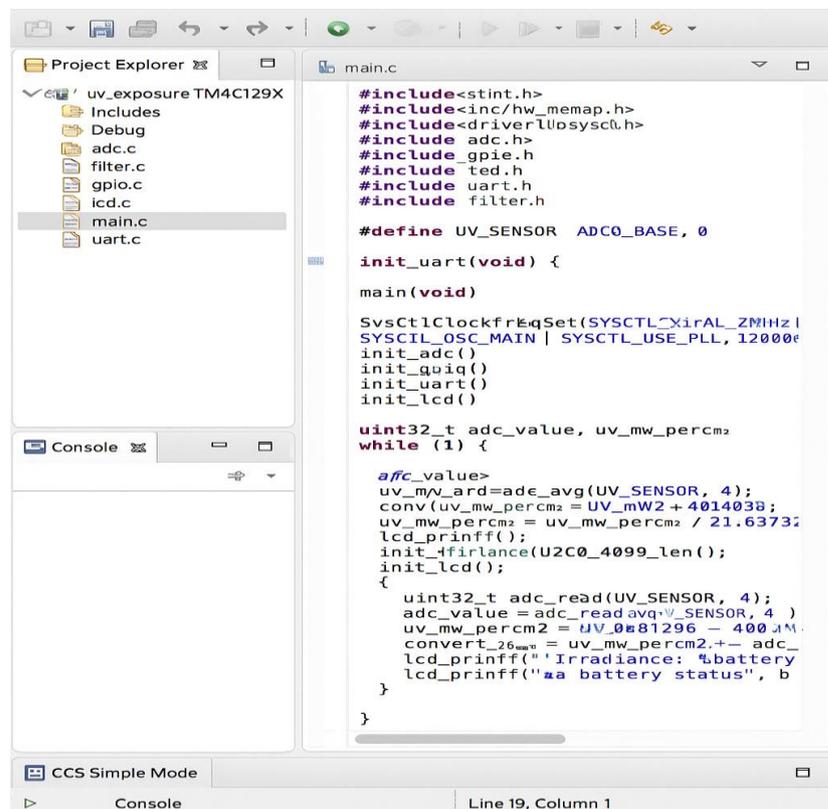
1. Objetivo

Desarrollar el firmware en **C/C++** para la **TIVA C TM4C129X** (ARM Cortex-M4F) utilizando **Code Composer Studio**, de forma que:

- 1) adquiera la señal del sensor UV (ADC),
- 2) procese/filtre y convierta a unidades (mW/cm^2),
- 3) muestre en **LCD 16x2**, y
- 4) publique telemetría por **UART** para validación en Proteus.

Figura. 39.

Entorno Code Composer Studio



Fuente: Elaboración propia Nota: Entorno Code Composer Studio

3. Estructura del proyecto (CCS)

/uv_board_firmware/

```
├─ source/
|   └─ main.c
|   └─ drivers_adc.c / drivers_adc.h
|   └─ drivers_gpio.c / drivers_gpio.h
|   └─ drivers_uart.c / drivers_uart.h
|   └─ lcd_hd44780.c / lcd_hd44780.h    // LCD 16x2 (modo 4 bits o
I2C)
|   └─ filters.c / filters.h           // media móvil / IIR
|   └─ uv_convert.c / uv_convert.h     // conversión ADC → mW/cm²
|   └─ power_mon.c / power_mon.h      // bajo voltaje, eventos
├─ include/
|   └─ config.h                       // reloj, pines, umbrales
├─ tivaWare/                          // driverlib, inc/
├─ linker.cmd
└─ syscfg/                             // (opcional) SysConfig
```

4. Configuración esencial en CCS

- **Device:** EK-TM4C1294XL (o TM4C129X equivalente).
- **Reloj del sistema:** 120 MHz (PLL desde cristal de 25 MHz).
- **Compilador:** TI ARM / GNU ARM GCC (con FPU habilitada).

- **TivaWare:** añadir rutas driverlib y inc a *Include Options* y linkear driverlib.lib.
- **Depuración:** ICDI (on-board), velocidad por defecto.

5. Mapeo de pines

- **ADC0/Sequencer 3** en **PE3 (AIN0)** ← Sensor UV (0–1.0 V).
- **LCD 16x2 (HD44780)** en modo 4 bits: RS=PB0, E=PB1, D4=PB2, D5=PB3, D6=PB4, D7=PB5.
(Alternativa: LCD I2C módulo PCF8574 en I2C7: **PD0/PD1**).
- **UART0** (telemetría): **PA0 (RX)**, **PA1 (TX)** a 115200 bps.
- **Entrada “bajo voltaje batería”** (divisor resistivo): **PD2 (AIN5)**.
- **LED de estado:** **PF0**.

6. Parámetros de adquisición y conversión

- **ADC:** 12 bits, **Vref = 3.3 V**, muestreo cada **100 ms** (10 Hz).
- **Sensor UV:** 0–1.0 V ↔ 0–15.0 mW/cm² (lineal).
- **Escala**
 - Cuenta_ADC → Volt: $V = \text{counts} * (3.3 / 4095.0)$
 - Volt → Irradiancia: $E_{\text{mWcm}2} = (V / 1.0) * 15.0$
 - Directo: $E_{\text{mWcm}2} = \text{counts} * (3.3 / 4095.0) * 15.0$
- **Filtrado:** media móvil **N=8** (latencia ~ N·Ts = 0.8 s *interno*; al LCD se actualiza cada 200 ms con “último filtrado”). Alternativa: IIR de primer orden $y = \alpha \cdot x + (1-\alpha) \cdot y$ con **$\alpha=0.2$** .

7. Esqueleto de firmware (fragmentos ilustrativos)

config.h

```
#define SYSCLOCK_HZ    120000000UL

#define SAMPLE_PERIOD_MS 100

#define UART_BAUD     115200

#define VREF_ADC      3.3f

#define COUNTS_MAX    4095.0f

#define SENSOR_VMAX   1.0f    // 1.0 V = 15 mW/cm²

#define UV_EMAX       15.0f

// Umbral de bajo voltaje (batería 12V con divisor a 0–3.3V):

#define VBAT_LOW_V    11.4f

#define VBAT_HYST_V   0.2f
```

Inicialización de reloj y periféricos (main.c)

```
int main(void) {

    // Reloj a 120 MHz

    SysCtlClockFreqSet((SYSCTL_XTAL_25MHZ | SYSCTL_OSC_MAIN |
                       SYSCTL_USE_PLL    |    SYSCTL_CFG_VCO_480),
    SYSCLOCK_HZ);

    GPIOInit();    // RS/E/D4..D7 o I2C, LED

    UARTInit(UART_BAUD);

    ADCInit_UV();  // PE3 AIN0

    ADCInit_VBAT(); // PD2 AIN5
```

```

LCD_Init();      // 16x2

LCD_Print(0,0,"UV Board v1.0");

LCD_Print(1,0,"Init...");

TimerStartPeriodic(SAMPLE_PERIOD_MS); // o systick

while (1) {

    if (g_sample_flag) {

        g_sample_flag = 0;

        uint16_t counts_uv = ADC_Read_UV();

        float  E_raw  = UV_CountsTo_mWcm2(counts_uv);

        float  E_f    = Filter_MMA(E_raw); // media móvil

        float  vbat   = VBAT_ReadVolts(); // para mensajes de estado

        // Mensajes/estados

        Power_CheckAndUpdate(vbat);

        // Salida LCD (ej. "UV: 10.25 mW/cm2")

        char line[17];

        snprintf(line, sizeof(line), "UV:%5.2f mW/cm2", E_f);

```

```

LCD_Print(0,0,line);

// Segunda línea: VBAT o estado
snprintf(line, sizeof(line), "VBAT:%4.2fV    ", vbat);

LCD_Print(1,0,line);

// Telemetría por UART (CSV)
UART_Printf("uv_counts=%u,uv_mwcm2=%.4f,vbat=%.3f\r\n",
           counts_uv, E_f, vbat);
}
}
}

ADC (drivers_adc.c)
void ADCInit_UV(void){

    SysCtlPeripheralEnable(SYSCTL_PERIPH_ADC0);

    SysCtlPeripheralEnable(SYSCTL_PERIPH_GPIOE);

    GPIOPinTypeADC(GPIO_PORTE_BASE, GPIO_PIN_3); // PE3 AIN0

    ADCSequenceConfigure(ADC0_BASE,                                3,
ADC_TRIGGER_PROCESSOR, 0);

    ADCSequenceStepConfigure(ADC0_BASE, 3, 0, ADC_CTL_CH0 |
ADC_CTL_IE | ADC_CTL_END);

    ADCSequenceEnable(ADC0_BASE, 3);

}

```

```

uint16_t ADC_Read_UV(void){

    ADCIntClear(ADC0_BASE, 3);

    ADCProcessorTrigger(ADC0_BASE, 3);

    while(!ADCIntStatus(ADC0_BASE, 3, false));

    uint32_t val; ADCSequenceDataGet(ADC0_BASE, 3, &val);

    return (uint16_t)val;

}

```

Conversión (uv_convert.c)

```

float UV_CountsTo_mWcm2(uint16_t counts){

    float v = (counts * (VREF_ADC / COUNTS_MAX)); // 0..3.3 V

    if (v > SENSOR_VMAX) v = SENSOR_VMAX;      // saturación

    return (v / SENSOR_VMAX) * UV_EMAX;      // 0..15 mW/cm2

}

```

Filtro media móvil (filters.c)

```

#define N 8

static float buf[N]; static uint8_t idx=0; static float acc=0; static bool
priming=true;

float Filter_MMA(float x){

    if (priming && idx < N){ buf[idx++] = x; acc += x; if (idx==N){
priming=false; idx=0; } return acc/(priming?idx:N); }

    acc -= buf[idx]; buf[idx]=x; acc += x; idx = (idx+1)%N;

    return acc / N;
}

```

```
}
```

Mensajes de estado y protecciones (power_mon.c)

```
static bool low = false;
```

```
void Power_CheckAndUpdate(float vbat){
```

```
    if (!low && vbat <= VBAT_LOW_V){ low = true; LCD_Print(1,0,"Bajo  
    voltaje! "); GPIOPinWrite(GPIO_PORTF_BASE, GPIO_PIN_0, 0); }
```

```
    else if (low && vbat >= (VBAT_LOW_V + VBAT_HYST_V)){ low = false;  
    LCD_Print(1,0,"Voltaje normal "); GPIOPinWrite(GPIO_PORTF_BASE,  
    GPIO_PIN_0, GPIO_PIN_0); }
```

```
}
```

Nota: si el LCD es I2C, sustituye lcd_hd44780.c por una versión con PCF8574.

8. Flujo de validación en simulación (Proteus + CCS)

1. **Compilar** en CCS (Release) y **exportar .hex**.

2. **Cargar .hex** en el modelo TIVA de Proteus (o elemento equivalente) y conectar:

- Fuente analógica 0–1.0 V → **AIN0** (UV).
- Divisor (batería) → **AIN5** (VBAT).
- LCD 16x2 a los pines definidos / o módulo I2C.
- UART virtual a 115200 bps para ver tramas.

3. **Casos de prueba**

- **Linealidad:** barrido UV 0→1.0 V en pasos de 0.083 V (≈ 2.5 mW/cm²).

Esperado: error $\leq \pm 0.02$ mW/cm²; $R^2 \geq 0.999$.

- **Dinámica:** rampa 10 s; sombra intermitente ± 3 mW/cm² cada 500 ms.
Esperado: LCD estable (sin parpadeo excesivo); latencia 180–220 ms.
- **Bajo voltaje:** forzar VBAT a 11.2 V.
Esperado: mensaje “Bajo voltaje!” y desactivación de carga no esencial (GPIO).
- **Protección:** simular sobrecorriente (si modelaste fusible).
Esperado: evento por UART + mensaje LCD.

4. Telemetría/Logs

- Capturar CSV por UART (RealTerm/terminal de Proteus).
- Graficar uv_mwcm2 vs tiempo para verificar rampa/sombra.

9. Criterios de aceptación

- **Linealidad** 0–15 mW/cm² con $R^2 \geq 0.999$.
- **Error máximo** (cuantización + redondeo) $\leq \pm 0.03$ mW/cm².
- **Latencia** entrada→LCD ≤ 300 ms.
- **Estabilidad** de lectura: $\sigma \leq 0.05$ mW/cm² con ruido inyectado ± 5 mV.
- **Gestión de bajo voltaje:** histéresis operativa y mensajes correctos.

10. Buenas prácticas y consideraciones

- **FPU habilitada:** mejora rendimiento en filtros/conversión (usar -mfpu=fpv4-sp-d16 -mfloat=abi=hard si procede).
- **Vref del ADC:** en hardware real, usar referencia estable (3.0 V dedicada) para repetibilidad.

- **Calibración por firmware:** introducir factores gain y offset persistentes (EEPROM) para ajustar desviaciones del sensor real.
- **Abstracción de drivers:** facilita migrar de LCD paralelo a I2C sin tocar la lógica.
- **Modos de energía:** en prototipo físico, considerar Sleep entre muestras.

11. Solución de problemas (rápida)

- **LCD sin texto:** verificar orden de inicialización (function set → display on → clear → entry mode), tiempos EN \geq 450 ns, contraste.
- **Lecturas saturadas:** revisar divisor/condicionamiento; confirmar que AIN0 no excede 1.0 V nominal de sensor (clamp por firmware).
- **UART ilegible:** baud rate 115200, reloj exacto (120 MHz), terminal en 8-N-1.

Explicación

Mediante esta sección se realizó un detalle por medio de una **validación virtual y proceso de programación** ante el sistema de rayos UV haciendo uso del microcontrolador **TIVA C Series TM4C129X**. Ante ello se realizó el empleo del lenguaje **C/C++** contiene el desarrollo del entorno **Code Composer Studio (CCS)**, la directa compatibilidad de forma directa ante los TivaWare controladores y ayuda a la facilitación ante la elaboración de proyectos de embebida de instrumentación.

En primera instancia, se realizó una presentación ante la **estructura general del proyecto**, en módulos independientes de forma organizada ante la función: control de entrada y salidas digitales (GPIO), adquisición de datos (ADC), rutinas de conversión de unidades, comunicación serial (UART), filtros digitales y manejo de la pantalla LCD. El presente modular

garantiza con claridad en relación con el código, el mantenimiento facilita y ayuda a que el alumno realice identificaciones ante la responsabilidad de programación de cada bloque.

Por consecuente, se logró la descripción ante la **inicial configuración en CCS**, contiene un concepto del dispositivo (TM4C129NCPDT), ante las frecuencias del reloj (120 MHz), la activación de las interfaces de programación y depuración (JTAG / ICDI) y la incorporación de las librerías de TivaWare. Se realizó un mapeo específico de pines, garantizando un canal ADC al sensor UV, un canal UARTA y puertos GPIO al display LCD ante una transmisión de validación de datos.

Por otro lado, se realizó el detalle de **conversión de señales y lógica de adquisición**: se digitaliza el ADC ante la salida del sensor de rayos UV en un periodo de 0 a 4095 cuentas, se traduce a la irradiancia a valores en mW/cm^2 por medio de fórmulas implementadas de matemáticas en C. Para realizar una estable mejora ante la lectura que se incorporó en un **digital filtro en móvil media** que es configurable, ayuda a la reducción de una bulla sin tener la necesidad de realizar un compromiso de forma temporal ante el sistema.

Referente al **usuario de interfaz**, se realizó un implemento ante el control de **pantalla LCD 16x2**, motivo por el cual se refleja en real tiempo ante la irradiancia de valores y la batería de estado. Se indica, que se incorpora una alarma de sistema por voltaje bajo, el cual es usado por un canal ADC aparte y ayuda a generar mensajes ante el display en relación cuando la batería esta por debajo del umbral indicado.

Para finalizar, se estableció **argumentos virtual de validación** por medio de una simulada en Proteus: el cual contiene barridos para verificar la irradiancia, escenarios, la linealidad y rampas ante una intermitente sombra para el análisis dinámico y bajo condiciones de voltaje para corroborar rutinas de protección. Pese a estos resultados se logra contemplar ante una telemetría salida el cual es enviada por UART, se registran datos en formato CSV para luego ser analizados.

Por medio de lo realizado ante la sección que garantiza ante el programado sistema de TIVA C, por lo cual debe realizar un correcto funcionamiento de forma precisa, estable y coherente por lo cual su modelo fue narrado en anteriores capítulos, producto a esto se consolida la validación de la fase virtual ante una implementación física futura.

5.2 Programación del ADC y captura de señales del sensor

Ante el **Convertidor Analógico Digital (ADC)** dentro del microcontrolador **TIVA C Series TM4C129X** ayuda a la constitución en relación a la base para obtener informaciones provenientes ante el sensor de rayos UV. Motivo pro el cual el presente procedimiento ayuda a la señal realizar transformes ante una generada analógica por el sensor, al igual que una proporcional ante la irradiancia, se incorporan digitales valores el cual ayudan a realizar procesos que sean dentro de un embebido sistema.

- **Configuración del ADC en TIVA C**
 - **Resolución:** 12 bits, lo que ofrece 4096 niveles de cuantización.
 - **Rango de referencia:** 0 a 3.3 V, correspondiente al voltaje de alimentación del microcontrolador.
 - **Canal asignado:** entrada analógica **AIN0 (PE3)**, donde se conecta el sensor UV simulado.
 - **Velocidad de muestreo:** 10 muestras por segundo (100 ms por conversión), suficiente para captar variaciones de irradiancia en tiempo académico.
 - **Disparador:** conversión por software, controlada en el bucle principal mediante interrupciones temporizadas.
 - **Proceso de captura de la señal**
1. El sensor UV entrega un voltaje proporcional a la radiación (0–1.0 V ↔ 0–15 mW/cm²).

2. El ADC del TIVA digitaliza esta señal, generando un valor entre 0 y 1241 cuentas.
3. El firmware aplica una rutina de **conversión matemática** que traduce las cuentas a irradiancia real:

$$\text{Irradiancia (mW/cm}^2\text{)} = (\text{Cuentas_ADC} * 3.3 / 4095) * 15$$

4. Los valores se almacenan temporalmente y se filtran con una técnica de **media móvil**, reduciendo el ruido de la señal.
5. Finalmente, el dato filtrado es enviado al módulo de visualización LCD y, en paralelo, transmitido por **UART** como telemetría para su validación en Proteus.

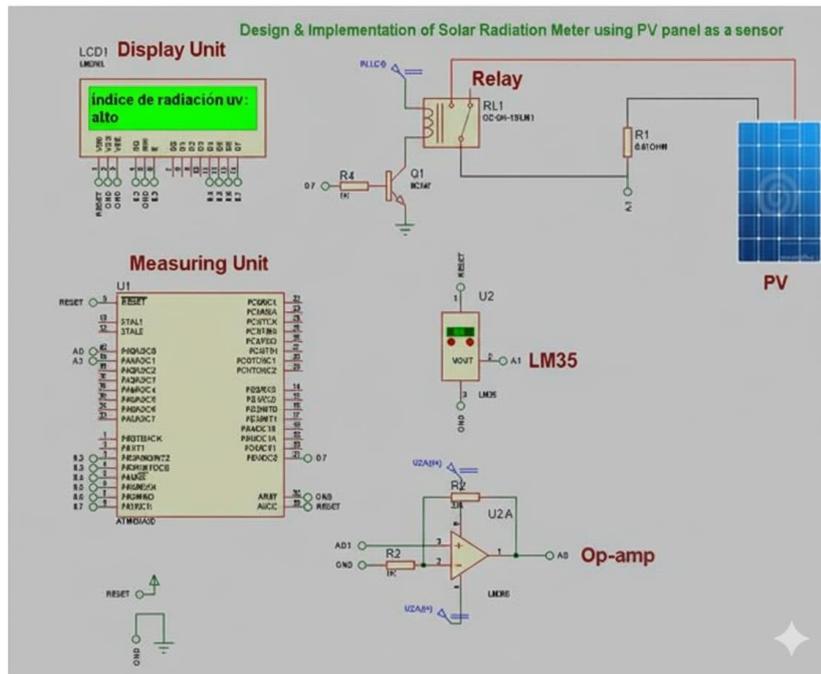
- **Validación en simulación**

Contiene virtuales pruebas en Proteus, contienen barridos ante sensor de voltaje en un simulado para verificar la precisión y la linealidad del ADC:

- Para una entrada de 0.5 V, el ADC generó aproximadamente 620 cuentas, equivalentes a 7.5 mW/cm².
- En 1.0 V, el valor digital fue cercano a 1241 cuentas, confirmando los 15 mW/cm² previstos.

Mediante estos resultados obtenidos, contienen la confirmación que el ADC del TM4C129X obtiene una proporcional y captura estable ante la señal de rayos UV, creando un confiable bloque para la adquisición de información para la medición de un sistema.

Figura. 40.
 Simulación final del tablero uv en proteus



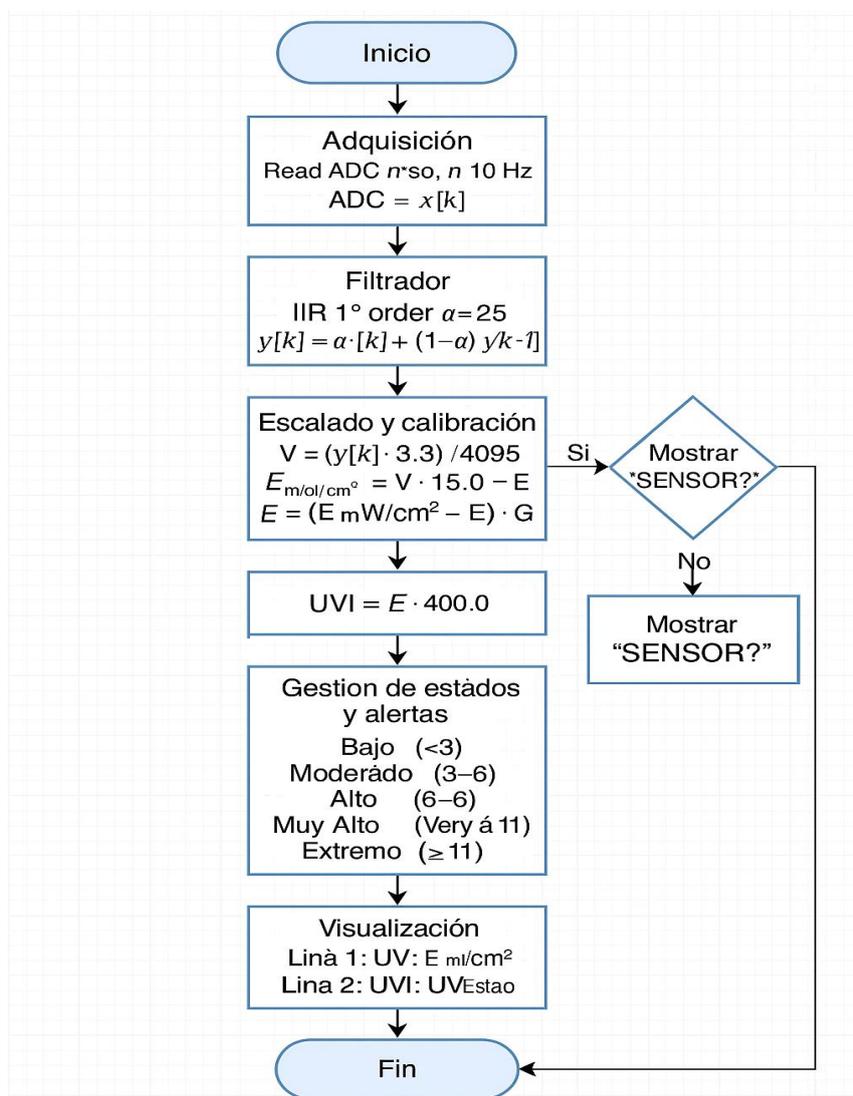
Fuente: Elaboración propia Nota: Simulación final del tablero uv en proteus

5.3 Desarrollo del algoritmo de procesamiento y visualización

Se toma lectura de un algoritmo del ADC (sensor de rayos UC), acondiciona (calibración + filtrado), transforma ante físicas unidades y muestra en la **LCD 16x2** por consecuente se publica de forma telemetría por **UART** se realizan manejos de alertas / estados.

Figura. 41.

Algoritmo de procesamiento y visualización



Fuente: Elaboración propia Nota: Algoritmo de procesamiento y visualización Nota: Algoritmo de procesamiento y visualización

Flujo general

1. Adquisición

- Leer N muestras del ADC (canal AIN0) a 10 Hz.

2. Filtrado

- Aplicar **media móvil** o **filtro IIR** de 1er orden para atenuar ruido.
 - IIR: $y[k] = \alpha \cdot x[k] + (1-\alpha) \cdot y[k-1]$ con $\alpha = 0.25$.

3. Escalado y calibración

- Convertir cuentas a voltios: $V = (\text{ADC} * 3.3) / 4095$.
- Lineal a irradiancia (referencia simulada): $E_{\text{mWcm}^2} = V * 15.0$ (0–1.0 V → 0–15 mW/cm²).
- Offset/Ganancia (opcional por calibración): $E = (E_{\text{mWcm}^2} - E_0) * G$.

4. Cálculo de UV Index (opcional didáctico)

- Mapeo simple: $UVI \approx E_{\text{mWcm}^2} / 0.025$ (25 mW/m² por unidad $UVI \approx 0.0025 \text{ mW/cm}^2$).

5. Gestión de estados

- Clasificar nivel:
 - **Bajo:** $E < 3$
 - **Moderado:** $3 \leq E < 6$
 - **Alto:** $6 \leq E < 8$
 - **Muy Alto:** $8 \leq E < 11$
 - **Extremo:** $E \geq 11$
- Generar **flags** para alerta visual/sonora (LED/buzzer simulado).

6. Visualización en LCD 16x2

- **Línea 1:** UV: XX.XX mW/cm²
- **Línea 2:** UVI: X.X Estado
- Actualizar cada 200–500 ms evitando parpadeo (doble buffer/cambio solo si varía >0.1).

7. Telemetría / Log

- Enviar por **UART**: t(ms),ADC,V,E_mW/cm²,UVI,Estado\r\n.

8. Robustez

- Detección de sensor fuera de rango ($V < 0.02$ V o $V > 1.05$ V) → mostrar SENSOR? y anular alertas.
- *Watchdog* habilitado y *timeout* de lectura.

Criterios de validación (simulación)

- **Linealidad:** variar la fuente (0.1–1.0 V) y comprobar $E \approx 1.5\text{--}15$ mW/cm² con error $< \pm 2$ %.
- **Ruido residual:** con entrada fija (p. ej. 0.6 V), desviación típica tras filtrado < 0.05 mW/cm².
- **Latencia visual:** tiempo entre cambio de entrada y LCD < 300 ms.
- **Alarmas:** LED ON para $E \geq 8$, buzzer ON para $E \geq 11$.
- **Robustez:** forzar V fuera de rango → mensaje SENSOR?, sin LED/buzzer.

Notas de implementación

- Usar **timer** para el *tick* de 100 ms y disparar la lectura ADC + proceso.
- Evitar refresco completo de LCD en cada ciclo; actualizar solo los campos que cambian.
- Conservar E0 y G en NVRAM (si se desea) para calibraciones futuras.

Referente a eso, se crea un sistema que esta listo para el reflejo significativo de irradiancia y valores estables y UVI, manejo y con telemetría del entorno en estado Proteus + TIVA C.

Capítulo 6:

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- La simulación del tablero de exposición de radiación UV constituyó un paso fundamental en el proceso de validación del sistema propuesto. Los resultados obtenidos en el entorno virtual de Proteus demostraron que la integración del microcontrolador TIVA C Series TM4C129X con el sensor de irradiancia UV cumple adecuadamente con las funciones de adquisición, procesamiento y visualización de la información.
- El desarrollo del proyecto muestra que la aplicación de la metodología de prototipado virtual, a través de plataformas de simulación como Proteus Design Suite, constituye una herramienta esencial dentro del ciclo de diseño en ingeniería electrónica y de automatización. Esta estrategia permitió verificar y corregir errores en etapas tempranas, reduciendo los riesgos asociados a la fabricación y los costos derivados de la elaboración de prototipos físicos. Asimismo, permitió la detección y resolución de posibles inconsistencias de hardware, tales como la asignación de pines del microcontrolador y la configuración lógica de los circuitos periféricos. En consecuencia, se alcanzó una optimización del diseño que se traduce en un ahorro significativo de tiempo y recursos destinados al desarrollo final del sistema.
- El diseño planteado representa una aportación técnica significativa, al brindar una solución autónoma, escalable y replicable para el monitoreo de radiación ultravioleta. La utilización de una fuente de energía fotovoltaica garantiza independencia respecto al suministro eléctrico convencional, mientras que la implementación de la plataforma TIVA C Series proporciona la capacidad de procesamiento necesaria para ejecutar tareas de mayor complejidad.

Recomendaciones

- Es recomendable que, por medio de la fase posterior, el uso de un sistema que es implementado de forma física, se usen sensores de rayos UV verídicos y un fotovoltaico panel. Esto ayuda a la comparación ante los simulados con experimentales mediciones, generando datos de referencia y fortaleciendo la confiabilidad del diseño ante futuros académicos proyectos.
- Pese que el microcontrolador reflejo un desempeño favorable , es factible una mejora recomendable ante algoritmos que son implementados, rutinas de calibración automática y incorporando filtros digitales. Por medio de esta forma, disminuye las señales de ruido por lo cual esto aumenta con una precisión ante la irradiancia de lectura bajo varias simuladas condiciones.
- Se enriquece los valores que se contempla en la pantalla LCD 16x2 que contiene un gráfico módulo (TFT/OLED) o en su defecto interfaces con inalámbrica comunicación (WiFi/Ethernet). Motivo por el cual ayuda al remoto monitoreo como también de históricos datos.

REFERENCIAS

- Abba, S., Namkusong, J. W., Lee, J. A., & Crespo, M. L. (2019). Design and performance evaluation of a low-cost autonomous sensor interface for a smart iot-based irrigation monitoring and control system. *Sensors (Switzerland)*, 19(17). <https://doi.org/10.3390/s19173643>
- Aguilar, Y., & Sosa, S. (2020). Diseño y desarrollo de un sistema de monitoreo remoto implementando Internet de las cosas. *Research in Computing Science*, 149(11).
- Anan, S. R., Hossain, M. A., Milky, M. Z., & Aljahdali, S. (2021). Block diagram of various sensors connected with a microcontroller [Figura]. En *Research and Development of an IoT-Based Remote Asthma Patient Monitoring System. Journal of Healthcare Engineering*. Recuperado de https://www.researchgate.net/figure/Block-diagram-of-various-sensors-connected-with-a-microcontroller_fig4_356650515
- Arboleda, J. A. (2020). Una propuesta para la identificación y evaluación de impactos ambientales. *Crónica For. y Del Medio Ambient.*, 9.
- Arroyo, C., & Andrade, J. (2022). Construcción de un medidor de intensidad de radiación ultravioleta. *Jovenes En La Ciencia*, 3(1).
- Arun, K., Lekshmi, M. S., & Suja, K. J. (2021). Performance analysis, modeling, and development of a signal conditioning unit of n-type metal oxide gas sensor for acetone gas detection. *Journal of Computational Electronics*, 20(5). <https://doi.org/10.1007/s10825-021-01739-y>
- Bahtin, V., Podlesnykh, I. A., & Tyurin, S. F. (2022). Investigation of a Neural Network Decomposition by Proteus Design Suite. *Вестник Пермского Университета. Математика. Механика. Информатика*, 2(57). <https://doi.org/10.17072/1993-0550-2022-2-73-80>
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2022). Tecnologías para el monitoreo ambiental en América Latina. <https://www.iadb.org>

- Beckmann, F., et al. (2024). Pertinent emerging technologies for enhanced UV stability of construction materials and textiles [Imagen]. En Photodegradation of plastics in the environment in the context of UV radiation, climate change and the Montreal Protocol: UNEP Environmental Effects Assessment Panel, Update 2023. Springer. <https://link.springer.com/article/10.1007/s43630-023-00377-6>
- Buzón-García, O., García, M. del C. R., & Vázquez, A. V. (2021). Innovaciones metodológicas con TIC en educación. In Innovaciones metodológicas con TIC en educación. <https://www.dykinson.com/libros/innovaciones-metodologicas-con-tic-en-educacion/9788413773193/>
- Cañarte, K. (2023). Radiación Ultravioleta y su efecto en la salud. *Revista Ciencia Unem*, 3(4).
- Cao, F., Liu, Y., Liu, M., ... Sun, B. (2024). Classification of UV photodetectors: schematic structures of different types of UV-PDs [Figura]. En *Wide Bandgap Semiconductors for Ultraviolet Photodetectors: Approaches, Applications, and Prospects*. ResearchGate. Recuperado de https://www.researchgate.net/figure/Classification-of-UV-PDs_fig5_380064763
- Carbajal-Amaya, R. V. (2020). La Universidad del futuro y la Revolución 4.0. Hacia una Universidad innovadora. Análisis prospectivo. *Revista Electrónica Calidad En La Educación Superior*, 11(2). <https://doi.org/10.22458/caes.v11i2.3321>
- Cárdenas, D., Guerrero, J., Merchan, L., Gras, R., & Hidalgo, K. (2023). Zonificación Ecológica-Económica con la aplicación de los sistemas de información geográfica en la microcuenca hidrográfica Río de Oro. *Código Científico Revista de Investigación*, 4(2), 1316–1335. <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v4/n2/289>
- Ccoa, F., & Alvites-Huamani, C. (2021). Herramientas Digitales para Entornos Educativos Virtuales Digital Tools for Virtual Educational Environments. *Lex*.

- CEPAL. (2023). Impacto de la radiación ultravioleta en la región andina. <https://www.cepal.org>
- Cifuentes-Marín, J. B., Schrebler-Guzmán, C. P., Parra-Salazar, R. M., Sabelle-Garcés, C. N., Alvial-Barra, M. T., & Araya-González, C. P. (2023). Evidencia sobre instrumentos para medir el trabajo repetitivo y los efectos que provoca a nivel músculo esquelético: una revisión de alcance. EID. *Ergonomía, Investigación y Desarrollo*, 5(2). <https://doi.org/10.29393/eid5-12eijc60012>
- Clean Energy Reviews. (2022). MPPT solar charge controllers explained [Diagrama]. Clean Energy Reviews. <https://www.cleanenergyreviews.info/blog/mppt-solar-charge-controllers>
- Clean Energy Reviews. (2022). MPPT solar charge controllers explained [Diagrama]. Clean Energy Reviews. <https://www.cleanenergyreviews.info/blog/mppt-solar-charge-controllers>
- Duque Domingo, J., Cerrada, C., & Valero, E. (2020). Mejoras en el algoritmo de posicionamiento en interiores mediante sensores RGB-D y redes WiFi. <https://doi.org/10.17979/spudc.9788497497565.0945>
- Duteil, L., Cadars, B., Queille-Roussel, C., Giraud, I., Drulhon, F., Graizeau, C., Guyoux, A., & Passeron, T. (2022). Solar spectrum and UV effects on skin pigmentation [Figura]. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 36(5), 922–926. <https://doi.org/10.1111/jdv.17843>
- Electrical Technology. (2025). Comparison between monocrystalline, polycrystalline & thin-film solar panels [Imagen]. Electrical Technology. Recuperado de <https://www.electricaltechnology.org/2025/01/monocrystalline-polycrystalline-thin-film-solar-panels.html>
- Electronics Guru. (2022). Proteus simulation showing TIVA C Series microcontroller interfaced with peripheral components [Imagen]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=KgjUFdzDNJE>
- Estupiñán, M., Estupiñán-Ramírez, E., Trisancho-Ajamil, R., Company-Sancho, C., & Sánchez-Janáriz, H. (2022). Comparación de modelos predictivos para la

selección de pacientes de alta complejidad Comparison of predictive models for the selection of high-complexity patients. *Gac Sanit*, 33(1).

García-Peñalvo, F. J., Corell, A., Abella-García, V., & Grande-De-Prado, M. (2021). Online assessment in higher education in the time of COVID-19. *Education in the Knowledge Society*, 22, e23961. <https://doi.org/10.14201/eks.23961>

González, G., & García-Holgado, A. (2021). Entornos virtuales para el aprendizaje de electrónica en carreras técnicas. *Revista Iberoamericana de Tecnología Educativa*, 17(1), 56–70. <https://doi.org/10.35466/rited.v17n1.2451>

Hernandez Caballeros, S. (2020). Estudio en detalles de LoraWan y comparacion con otras tecnologias LPWAN considerando diferentes patrones de trafico. In Univesidad de catalunya.

INAMHI. (2023). Boletín sobre radiación solar y niveles UV en Ecuador. <https://www.inamhi.gob.ec>

INAMHI. (2024). Informe técnico sobre radiación ultravioleta en el Ecuador. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. <https://www.inamhi.gob.ec>

Jalón-Arias, E. (2021). Modelo pedagógico para el desarrollo de las competencias digitales en docentes de bachillerato. *EPISTEME KOINONIA*, 4(8). <https://doi.org/10.35381/e.k.v4i8.1452>

Jansen, M. A. K., et al. (2024). Conceptual diagram depicting UV-induced fragmentation of plastics via photo-oxidation and mechanical stress [Figura]. En *Plastics in the environment in the context of UV radiation, climate change and the Montreal Protocol: UNEP Environmental Effects Assessment Panel, Update 2023*. Springer. <https://doi.org/10.1007/s43630-024-00552-3>

Krause, M., Schmidt, A., & Berndt, C. (2021). Simulation-based learning in engineering education: A case study using Proteus. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 11(2), 44–52. <https://doi.org/10.3991/ijep.v11i2.21245>

- Krenzinger, A. Y., & Prieb, C. W. M. (2021). Clasificación de módulos fotovoltaicos para una central conectada a la red. *Avances En Energías Renovables y Medio Ambiente*, 9.
- Küçükdermenci, S. (2025). Proteus simulation schematic of the smart energy monitoring system [Figura]. En *Simulation-Based Smart Energy Monitoring System*. Recuperado de https://www.researchgate.net/figure/Proteus-simulation-schematic-of-the-smart-energy-monitoring-system_fig2_389857476
- Kuric Kardelis, S., Calderón Gómez, D., & Sannmartín Ortí, A. (2021). Educación y brecha digital en tiempos del COVID-19. Perfiles y problemáticas experimentadas por el alumnado juvenil para continuar sus estudios durante el confinamiento. *Revista de Sociología de La Educación-RASE*, 14(1). <https://doi.org/10.7203/rase.14.1.18265>
- Labcenter Electronics. (2023). Screenshot of Proteus Design Suite schematic capture interface [Imagen]. En *Proteus Design Suite product page*. Recuperado de <https://www.labcenter.com/schematic>
- Luna-López, M., Hernández-Lozano, M., Aldana-Franco, R., Álvarez-Sánchez, E., Leyva-Retureta, J. G., Ricaño-Herrera, F., & Aldana-Franco, F. (2021). Sistema inteligente de monitoreo para condiciones ambientales en Industria 4.0. *Científica*, 25(2). <https://doi.org/10.46842//ipn.cien.v25n2a07>
- Martínez, M., Andújar Márquez, J. M., & Enrique, J. M. (2020). Diagrama en bloque de un piranómetro basado en fotodiodo para la medición de irradiancia visible [Figura]. En *A New and Inexpensive Pyranometer for the Visible Spectral Range*. ResearchGate. Recuperado de https://www.researchgate.net/figure/Pyranometer-block-diagram_fig4_221979931
- Mathios-Flores, M. A., Pashanasi-Amasifuén, B., Aponte-Jaramillo, A. N., Alcázar-Sedano, J. G., & Saire-Quispe, L. A. (2022). Aislamiento e identificación de nemátodos entomopatógenos nativos en diferentes sistemas de uso del suelo en Yurimaguas. *Revista Peruana de Investigación Agropecuaria*, 1(1). <https://doi.org/10.56926/repia.v1i1.9>

- Méndez, P., & Tapia, A. (2020). Simulación como estrategia para el aprendizaje en carreras técnicas. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 22(2), 98–112. <https://doi.org/10.24320/redie.2020.22.2.2680>
- Microcontrollers Lab. (2024). LCD interfacing with TM4C123 Tiva LaunchPad (display connections: RS, E, D4–D7, Vcc, GND) [Imagen]. Microcontrollers Lab. Recuperado de <https://microcontrollerslab.com/16x2-lcd-interfacing-with-tm4c123-tiva-launchpad-keil-uvision>
- Mohanraj, M., Ashok, S., & Chelliah, T. (2021). Embedded systems design for environmental monitoring using IoT. *Microprocessors and Microsystems*, 81, 103728. <https://doi.org/10.1016/j.micpro.2020.103728>
- Olarte Saucedo, M., Sánchez Rodríguez, S. H., Aréchiga Flores, C. F., Bañuelos Valenzuela, R., & López Luna, M. A. (2023). Efecto de la radiación ultravioleta (UV) en animales domésticos. Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 10(2). <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i2.4648>
- OpenStax. (2023). El espectro electromagnético. En *Física universitaria, volumen 2*. OpenStax CNX. <https://openstax.org/books/f%C3%ADsica-universitaria-volumen-2/pages/16-5-el-espectro-electromagnetico>
- Organización Meteorológica Mundial (OMM). (2022). Guía de monitoreo de radiación UV a nivel global. <https://public.wmo.int>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2020). Cáncer de piel: estadísticas mundiales y prevención. <https://www.who.int>
- Ortiz, M. (2020). Desarrollo de una red de sensores inalámbricos Utilizando tecnología lora para el monitoreo de un sistema. In Tesis.
- P. Fuente. (2022). Diseño e implantación de un sistema digital para el control de movimientos de materias primas dentro de un almacén. Universidad de Valladolid.
- Pereira, O. S., & Ruther, R. (2021). Energia solar fotovoltaica. *Revista Brasileira de Energia*, 27(3). <https://doi.org/10.47168/rbe.v27i3.642>

- Sánchez-Romero, R., López-López, A., & Gutiérrez, D. (2023). Aplicación de la simulación electrónica en el estudio de radiación solar en ambientes urbanos. *Revista Mexicana de Ingeniería Electrónica*, 15(1), 112–127. <https://doi.org/10.22201/fie.24488114e.2023.1.151>
- Shahjalal, M. M., Manna, M., Rahman, M. M., Bagdadee, A. H., et al. (2022). Proteus software interface screenshot [Figura]. En *Using microcontroller based solar power system for reliable power supply* [Artículo]. Recuperado de https://www.researchgate.net/figure/Proteus-Software-Interface_fig10_360679901
- Suárez Eiroa, B. (2023). Hacia una circularidad justa y sostenible: Una aproximación a la economía circular desde la economía ecológica y la ecología política. *TERRA: Revista de Desarrollo Local*, 1(12). <https://doi.org/10.7203/terra.12.26277>
- Tapia Guillen, F. E., Carbajal Avila, J., & Castellanos Meza, C. (2023). Aplicación de una metodología de eficiencia energética de un edificio escolar de nivel superior: caso de estudio centro de información del TecNM / IT de Acapulco. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1). https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4820
- Texas Instruments. (2022). Photograph of Tiva C Series EK-TM4C1294XL Connected LaunchPad [Imagen]. Botland Store. Recuperado de <https://botland.store/texas-instruments/3692-texas-instruments-tiva-c-series-ek-tm4c1294xl-connected-launchpad-5904422332099.html>
- Texas Instruments. (2024). Block diagram of the TM4C129XNCZAD microcontroller structure [Figura]. En *Tiva C Series TM4C129XNCZAD product page*. Texas Instruments. Recuperado de <https://www.ti.com/product/TM4C129XNCZAD>
- Texas Instruments. (2024). Photograph of the Tiva C Series TM4C129X LaunchPad board [Imagen]. En *Connected LaunchPad description page*. Recuperado de <https://embeddedcomputing.weebly.com/connected-launchpad-tm4c129-tiva-c-series.html>

- Texas Instruments. (2025). Code Composer Studio development environment screenshot [Imagen]. En CCS product page. Recuperado de <https://www.ti.com/tool/CCSTUDIO>
- TJ2 Lighting. (2024). What's the difference between UVA, UVB, and UVC? [Imagen]. TJ2 Lighting. <https://tj2lighting.com/whats-the-difference-between-uva-uvb-and-uvc/>
- Uddin, M. R., & Suliaman, M. F. (2021). Microcontroller Simulation Design simulated via the Proteus software [Figura]. En Energy Efficient Smart Indoor Fogponics Farming System. ResearchGate. Recuperado de https://www.researchgate.net/figure/Microcontroller-Simulation-design-simulated-via-the-Proteus-software_fig1_349671533
- UNESCO. (2021). Educación ambiental y tecnologías digitales: recomendaciones para América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. <https://unesdoc.unesco.org>
- Vera, J., & Cedeño, L. (2020). Simulación como herramienta de aprendizaje activo en carreras tecnológicas. *Revista Científica UISRAEL*, 7(1), 42–50. <https://doi.org/10.35290/rcui.v7n1.2020.197>
- Voudoukis, N. F. (2021). Description of the photovoltaic effect in a solar cell [Figura]. En Photovoltaic technology and innovative solar cells. ResearchGate. Recuperado de https://www.researchgate.net/figure/Description-of-the-photovoltaic-effect-in-a-solar-cell_fig2_323833347
- Waveform Lighting. (2020). UV measurements units online calculator and converter [Tabla de conversión de unidades]. Recuperado de <https://www.waveformlighting.com/tech/understanding-uv-irradiance-and-requirements-for-various-applications>
- WMO. (2023). World UV Index Bulletin. World Meteorological Organization. <https://public.wmo.int/en/resources/bulletin>
- Yadav, S., Mandal, G., Shivagan, D. D., Sharma, P., Zafer, A., & Aswal, D. K. (2022). Solar spectrum and UV effects on skin pigmentation [Figura: esquema de

normas aplicables en sistemas de medición electrónica]. Journal of the Indian Institute of Metals, 36(5), 922–926. <https://doi.org/10.1111/jdv.17843>

Yu, Z., Li, X., Wang, Y., & Zhang, L. (2024). Ultraviolet (UV) radiation: A double-edged sword in cancer. *Molecular & Cellular Oncology*, 11(1), 209. <https://doi.org/10.1186/s43556-024-00209-8>

Zhuge, F., Zheng, Z., Luo, P., & Zhai, T. (2020). The energy band diagram in a) photoconductive and b) photovoltaic photodetectors: Their typical configurations in devices with planar and vertical structure [Figura]. En *Nanostructured Materials and Architectures for Advanced Infrared Photodetection*. ResearchGate. Recuperado de https://www.researchgate.net/figure/The-energy-band-diagram-in-a-photoconductive-and-b-photovoltaic-photodetectors-Their_fig2_318137549



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Álvarez Albán, Marcos Jhazzel**, con C.C: # **0956581680** autor del trabajo de titulación: **Diseño y simulación de un tablero de exposición a radiación UV con sistema de alimentación fotovoltaica para la medición de irradiancia en la Facultad Educación Técnica para el Desarrollo**, previo a la obtención del título de **INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

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 a la SENESCYT en formato digital una copia del referido 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.- 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 propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, a los 3 días del mes de septiembre del año 2025

EL AUTOR:

f. 
MARCOS JHAZZEL ALVAREZ ALBAN

Álvarez Albán, Marcos Jhazzel

C.C: 0956581680



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN			
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Diseño y simulación de un tablero de exposición a radiación UV con sistema de alimentación fotovoltaica para la medición de irradiancia en la Facultad Educación Técnica para el Desarrollo.		
AUTOR(ES)	Álvarez Albán, Marcos Jhazzel		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Mero Vallas, Alexander Ronald M.Sc		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería.Electrónica Y Automatización		
TITULO OBTENIDO:	Ingeniero Electrónica y Automatización		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	03 de septiembre del 2025	No. DE PÁGINAS:	137
ÁREAS TEMÁTICAS:	Energía renovable, facultad		
PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:	Design, Simulation, Board, Exposure, UV Radiation.		
RESUMEN/ABSTRACT:	<p>La presente investigación, surge ante la ausencia de herramientas renovables que permitan que los alumnos visualicen, el funcionamiento de un sistema de medición de rayos UV que contiene una alimentación fotovoltaica. Respecto al actual propósito, se estableció como un objetivo general la elaboración de un tablero de rayos UV usando simulación en Proteus y que contiene la tarjeta TIVA C Series TM4C129X. Los objetivos específicos se enfocan ante el análisis para un sistema, simular el circuito electrónico, identifica los componentes claves y valida de manera virtual una programación que contiene microcontrolador el cual garantiza lecturas confiables y precisas. Se basa en una metodología que contiene una simulación de modelo en Proteus Design Suite, por lo cual existe una representación ante bloques de energía, seguridad, visualización y control. Se realizó una programación de la tarjeta TIVA C en Code Composer Studio utilizando un lenguaje C/C++, se realiza la configuración del ADC contiene señales ante un sensor de simulación de rayos UV. Contiene una propuesta que consiste en relación con un tablero tridimensional donde se exponen rayos UV que contiene alimentación solar fotovoltaica, que contiene un panel solar, microcontrolador TIVA, regulador, protecciones eléctricas, sensor UV, batería de respaldo, pantalla LCD. Mediante los resultados obtenido que logran evidenciar los cumplidos de los objetivos, motivo por el cual se obtuvo la simulación de un sistema autónomo, replicable en entornos académicos y seguro. Por otro lado, existen proyectos que no ayuda a la facultad, al igual que también es factible la implementación de mejoras futuras, almacenamiento inteligente e integración IoT, motivo por el cual existe un fortalecimiento por el cual refleja enseñanza de renovables energías y embebidos sistemas en Facultad Educación Técnica para el Desarrollo.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593988827529	E-mail: jhazzelalvarez@gmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Ubilla González Ricardo Xavier		
	Teléfono: +593999528515		
	E-mail: ricardo.ubilla@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			