



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA
PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y
AUTOMATISMO

TEMA:

**Implementación de un módulo solar para la recolección de datos
mediante el uso de microcontroladores e interfaz con ordenador**

AUTOR:

Solano Vélez, Joffre Paúl

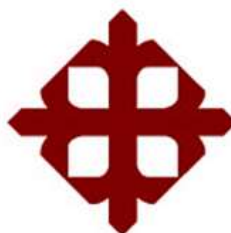
Componente práctico del examen complejo previo a la
obtención del grado de **ELECTRONICA EN CONTROL Y AUTOMATISMO**

REVISOR:

M. Sc. Romero Paz, Manuel de Jesús

Guayaquil, Ecuador

19 de septiembre del 2022

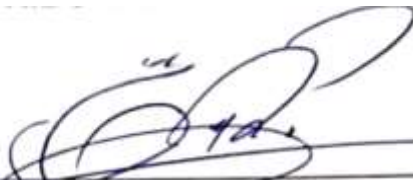


**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y
AUTOMATISMO

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente **componente práctico del examen complejo**, fue realizado en su totalidad por **Solano Vélez, Joffre Paúl** como requerimiento para la obtención del título de **INGENIERO ELECTRÓNICO EN CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN**.

TUTOR

f. 
M. Sc. ROMERO PAZ, MANUEL DE JESÚS
DECANO

DIRECTOR DE CARRERA

f. 
M. Sc. BOHÓRQUEZ/ESCOBAR, CELSO BAYARDO
DIRECTOR DE CARRERA

Guayaquil, a los 19 días del mes de septiembre del año 2022



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y
AUTOMATISMO

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Solano Vélez, Joffre Paúl**

DECLARÓ QUE:

El componente práctico del examen complejo: Implementación de un módulo solar para la recolección de datos mediante el uso de microcontroladores e interfaz con ordenador, 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 19 días del mes de septiembre del año 2022

EL AUTOR

SOLANO VÉLEZ, JOFFRE PAÚL



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y
AUTOMATISMO

AUTORIZACIÓN

Yo, **Solano Vélez, Joffre Paúl**

Autorizó a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del **componente práctico del examen complejo: Implementación de un módulo solar para la recolección de datos mediante el uso de microcontroladores e interfaz con ordenador**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 19 días del mes de septiembre del año 2022

EL AUTOR

SOLANO VÉLEZ, JOFFRE PAÚL

REPORTE DE URKUND

URKUND Abrir sesión

Documento: SOLANO_JOFFRE_EC_complexivo.docx (D143791993)

Presentado: 2022-09-08 15:10 (-05:00)

Presentado por: joffre.solano@hotmail.com

Recibido: luis.cordova.ucsg@analysis.orkund.com

Mensaje: SOLANO_JOFFRE_EC_COMPLEXIVO [Mostrar el mensaje completo](#)

2% de estas 15 páginas, se componen de texto presente en 2 fuentes.

Lista de fuentes Bloques

Categoría	Enlace/nombre de archivo
>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil / D26...
	https://doi.org/10.18273/revuin.v20n2-2021001
Fuentes alternativas	
Fuentes no usadas	

1 Advertencias Reinciar Compartir

39% # 1 Activo Archivo de registro Urkund: Universidad Católica de San... 39%

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y AUTOMATISMO

TEMA: Implementación de un módulo solar para la recolección de datos mediante el uso de microcontroladores e interfaz con ordenador

AUTOR: Solano Vélez, Joffre Paúl

Componente práctico del examen complejo previo a la obtención del grado de INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

REVISOR: M. Sc. Romero Paz, Manuel de Jesús

Guayaquil, Ecuador

5 de septiembre del 2022

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y AUTOMATISMO

TEMA: Diseño e implementación de un módulo solar fotovoltaico, para la determinación del punto máximo de potencia de carga, mediante el uso de microcontroladores e interfaz con ordenador.

AUTOR: Ceballos Montenegro, Jonathan Andrés

Trabajo de titulación previo a la obtención del grado de Ingeniero Electrónico en Control y Automatismo

TUTOR:
Eduardo Vicente

de marzo del 2017

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mi amada familia, mis padres Joffre, Nexsy y mi hermana Estefanía que se constituyeron en la razón fundamental para hacer esta tesis, ellos son quienes me dieron la fuerza mediante su apoyo moral por lo que han sido los principales protagonistas de este Sueño Alcanzado.

EL AUTOR

SOLANO VÉLEZ, JOFFRE PAÚL

AGRADECIMIENTO

Un a agradecimiento a todos mis profesores que me han guiado todos estos años para hacer de mi un profesional y un agradecimiento muy especial a mi guía y tutor de tesis M. Sc. Romero Paz, Manuel de Jesús que me ha sabido dar todo su apoyo para poder culminar este trabajo de titulación.

EL AUTOR

SOLANO VÉLEZ, JOFFRE PAÚL



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y
AUTOMATISMO

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 
M. Sc. **ROMERO PAZ, MANUEL DE JESÚS**
DECANO

f. 
M. Sc. **BOHÓRQUEZ/ESCOBAR, CELSO BAYARDO**
DIRECTOR DE CARRERA

f. 
M. Sc. **ROMERO ROSERO, CARLOS BOLIVAR**
OPONENTE

Índice General

Resumen.....	XIII
Capítulo 1: Descripción General.....	2
1.1. Introducción.	2
1.2. Definición del problema.....	3
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos del Problema de Investigación.	4
1.4.1. Objetivo General.....	4
1.4.2. Objetivos Específicos.....	4
Capítulo 2: Fundamentos Teóricos	5
2.3. Integración de sistemas solares fotovoltaicos en sector camaronero intensivo y extensivo del Ecuador	6
2.4. Base de operaciones Didáctica para el conocimiento y la cuantificación del comportamiento de los paneles solares.....	6
2.5. Diseño e instalación de una estructura portante para paneles solares fotovoltaicos con fines didácticos	7
2.6. Diseño de un seguidor de punto máximo de potencia	8
2.7. Diseño e implementación de los controladores análogos para un módulo solar fotovoltaico.....	9
2.8. Elaboración e implementación de un módulo solar para la mejora de un sistema fotovoltaico.....	10
2.9. Experiencia en el uso de la lógica difusa para el control del seguimiento del punto de máxima potencia en convertidores para módulos fotovoltaicos	11
2.10. Desarrollo de un controlador electrónico con MPPT para sistemas fotovoltaicos	12
2.11. Viabilidad técnico-económica de un sistema fotovoltaico de pequeña escala	12
Capítulo 3: Diseño, Implementación y Análisis de Resultados	15
3.1. Descripción general del módulo solar fotovoltaico	15
3.2. Descripción del proyecto.....	15
3.2.1. Características del módulo solar.....	16
3.2.2. Principales componentes del módulo solar.	17
3.3. Funciones del módulo solar	17
3.3.1. Programación del funcionamiento del módulo solar	20

3.3.2.	Evaluación y elaboración del desarrollo para el módulo de rastreo solar fotovoltaico.....	21
3.4.	Sensores y actuadores	22
3.4.1.	Sensores de energía solar	23
3.4.2.	Sistema de control.....	24
3.4.3.	Evaluación de la composición estructural del módulo fotovoltaicos	25
3.5.	Análisis del diseño de la interfaz de usuario.....	26
3.5.1.	Información sobre la interfaz.....	27
3.5.2.	Funciones de la interfaz	28
3.5.3.	Visualización y almacenamiento de resultados	29
3.5.4.	Verificación de módulos	32
	CONCLUSIONES	34
	RECOMENDACIONES.....	35
	Bibliografía	36

Índice de Figuras

Capítulo 2

Figura 2. 1: Diagrama de flujo	9
Figura 2. 2: Esquema general del MPPT	9
Figura 2. 3: Circuito para el control on - off.....	10
Figura 2. 4: Esquema del circuito	11
Figura 2. 5: Respuesta típica de una celda fotovoltaica	13
Figura 2. 6: Esquema de un sistema solar fotovoltaico	14

Capítulo 3

Figura 3. 1: Diagrama de flujo del módulo solar.....	19
Figura 3. 2: Programación de motores	20
Figura 3. 3: Programación de control de posición de panel.....	21
Figura 3. 4: Esquema de conexiones para los LDR	24
Figura 3. 5: Sistema controlador del módulo de energía solar fotovoltaica... 25	
Figura 3. 6: Microcontrolador arduino uno para la adquisición de datos	25
Figura 3. 7: Estructura de la base móvil del prototipo de energía solar fotovoltaica.	26
Figura 3. 8: Interfaz realizada en LabVIEW	27
Figura 3. 9: Diagrama de Bloques de la Interfaz LabVIEW.....	28
Figura 3. 10: Tablero del sistema de control del módulo solar fotovoltaico... 28	
Figura 3. 11: Visualización de resultados 1	30
Figura 3. 12: Visualización de resultados 2	30
Figura 3. 13: Visualización de resultados en Excel con grafica	31
Figura 3. 14: Prueba Modulo 1.....	32
Figura 3. 15: Prueba Modulo 2.....	33

Índice de Tablas

Capítulo 2

Tabla 3. 1: Tabla de componentes	17
Tabla 3. 2: Características del panel solar	22
Tabla 3. 3: Características de los motores.....	23

Resumen

En este trabajo se analiza, desarrolla y ejecuta un módulo que determina la máxima carga en los paneles solares, la cual es utilizada por un sistema controlado por microcontrolador y una interface con el ordenador. puede suministrar en cualquier momento del día, este proceso se mostrará a través de la interfaz de usuario desarrollada en LabView. Estos métodos se aplican a los directorios, donde se han estudiado y analizado los fundamentos teóricos. Un aspecto importante es la utilización de un microcontrolador, con el cual se puede controlar automáticamente el comportamiento del panel solar en función del punto de mayor luminosidad y alcanzar así el punto de máxima potencia disponible en el panel solar fotovoltaico, en el que se examinaron y evaluaron las bases teóricas de la energía solar fotovoltaica y los distintos métodos de construcción de seguidores solares. Los paneles solares existentes, sometidos a ensayos, contienen pruebas de comportamiento de cada una de las secciones del módulo solar fotovoltaico, además de un rendimiento de regulación normal. Basándose en este trabajo, se puede establecer que el uso del sistema de control a través de la aplicación del microcontrolador es de mucha utilidad para los sistemas fotovoltaicos debido a la optimización que proporciona en función de la energía producida.

Palabras claves: MICROCONTROLADORES, PUNTO MAXIMO DE ENERGIA, SOLAR, SISTEMA FOTOVOLTAICO, PENAEL SOLAR, MODULO SOLAR.

Capítulo 1: Descripción General

1.1. Introducción.

El avance de las energías renovables en el mundo es la primera opción para la obtención de energía en los países avanzados, incorporándola como condición necesaria para la construcción de edificios de determinadas características que se encuentran en países del tercer mundo como el nuestro. Por su parte, la energía solar fotovoltaica es una de las fuentes renovables más empleadas e importantes del mundo y, dada la localización geográfica de Ecuador, es un campo que puede ser explotado y beneficiarse de su uso. Hoy en día, ya existen plantas solares fotovoltaicas en el Ecuador, tanto a escala del sector industrial para la fabricación y comercialización de electricidad, como a escala del suministro personal, por medio de paneles solares en las comunidades. No obstante, no es empleada por una gran parte de la ciudadanía como consecuencia del elevado coste de los equipos y repuestos requeridos para su montaje, así como de su elevada rentabilidad. La utilidad se basa en el tiempo necesario para recuperar el valor inicial invertido en la instalación, en función de la energía eléctrica producida por una instalación fotovoltaica. En Ecuador, la eficiencia es una cuestión importante, ya que en una instalación solar fotovoltaica media en una casa, la eficiencia puede alcanzarse después de 10 a 12 años tras el montaje. En cambio, estos análisis sólo se efectúan con la implantación convencional de paneles fotovoltaicos, por lo que, no se aplica ningún método de automatización para determinar el punto de máxima potencia. Este método, si se utiliza correctamente, permitiría producir más energía sin tener que aumentar el número de paneles solares. En este proyecto, el objetivo es proporcionar una solución para aumentar la eficiencia de los paneles solares, por lo que se decidió desarrollar un módulo solar fotovoltaico como proyecto, cuyo objetivo principal es desarrollar un sistema para determinar el punto de máxima potencia solar en los paneles fotovoltaicos, a través de un sistema basado en microcontroladores y una interfaz informática, lo que permite probar estrategias y ciclos para lograr el máximo desempeño de la energía fotovoltaica. Con este trabajo se describe todo el funcionamiento del módulo solar fotovoltaico automatizado, que contará con una interfase de acceso para

solicitar el método de funcionamiento de cada panel solar y, por otro lado, permitirá recopilar los parámetros generados por el panel solar, ya sea el nivel de tensión o el de carga. Adicionalmente, generará continuamente un gráfico en tiempo real de los datos recopilados, y al final se podrá hacer un gráfico comparado entre los dos resultados y obtener el porcentaje de optimización de un método respecto al otro. De este trabajo podemos concluir que los seguidores solares son eficaces para la optimización del punto de máxima potencia solar de los paneles fotovoltaicos automatizados, incrementando su porcentaje de eficiencia y produciendo así una mayor cantidad de energía.

1.2. Definición del problema.

La utilización de la energía solar como energía limpia en nuestro país es un extenso terreno que hay que examinar y que encierra diversas clases de factores para mejorar la funcionalidad de los dispositivos de energía fotovoltaica. No se ha puesto mucha atención a lo que se puede conseguir en este tipo de instalaciones y, en consecuencia, no se han aprovechado todas las ventajas de este tipo de sistemas.

En las instalaciones solares en el Ecuador no se utilizan métodos de experimentación para establecer la mejor ubicación de los paneles solares para alcanzar el punto máximo de recolección de energía. Este inconveniente no tiene solución en el país debido al elevado coste de la incorporación de la electrónica en estos sistemas inteligentes y a la falta de información de los usuarios.

1.3. Justificación

En el ámbito científico la implementación de este proyecto permitirá disponer de una herramienta para investigar y recolectar datos mediante el uso de microcontroladores y todos esos datos serán reflejados en un ordenador y es posible determinar en qué posicionamiento los paneles adquieren el mayor rendimiento energético para su ejecución.

En el plano tecnológico, brindará alternativas prácticas para lograr un mejor aprovechamiento de las energías renovables en todo el país. Recopilada por los paneles solares sin tener que aumentar la cuantía.

En el plano educativo, el proyecto de investigación será una contribución esencial a la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, sobre todo en el área del laboratorio de automatización, ya que funcionará como material para las futuras clases que se darán en torno a la energía solar.

1.4. Objetivos del Problema de Investigación.

1.4.1. Objetivo General.

Elaborar un dispositivo para determinar el pico de potencia máxima de los paneles solares, mediante un dispositivo basado en la recolección de datos por medio de microcontroladores y una interfaz con un ordenador, que posibilite conocer la máxima rentabilidad de la energía solar.

1.4.2. Objetivos Específicos.

- Elaborar un seguidor de luz solar y averiguar el punto de máxima potencia en paneles móviles.
- Desarrollar una interfaz de usuario para un ordenador con el sistema de seguimiento de paneles solares para la recolección de datos.
- Desarrollar un sistema que permita identificar mediante recolección de datos las ventajas y desventajas que posee dicho proyecto

Capítulo 2: Fundamentos Teóricos

2.1. Convertidores electrónicos: energía solar fotovoltaica, aplicaciones y diseño

El libro es una herramienta de gran utilidad para quienes deseen conocer en profundidad los sistemas electrónicos utilizados comúnmente en las centrales solares fotovoltaicas. Se muestran las bases de la energía eléctrica utilizada en estos sistemas, los paneles solares y los acumuladores electroquímicos, y, partiendo de sus características eléctricas, el libro se enfoca en el estudio en detalle de los convertidores electrónicos (inversores) necesarios para la conversión de la energía eléctrica DC en energía adecuada para el consumo (AC). Se detallan las topologías y los métodos de modulación, tanto escalares como vectoriales, empleados en estos convertidores, así como los programas de simulación de estos circuitos.(Gimeno Sales et al., 2011)

2.2. Efecto de los factores ambientales en la eficiencia de arreglos de paneles solares fotovoltaicos

La identificación de cómo el empañamiento de los paneles afecta al desempeño de los sistemas fotovoltaicos podría mejorar sus ciclos de limpieza y disminuir su huella de carbono indirectamente. Por ello, se realizó un análisis de un sistema fotovoltaico instalado en Barranquilla, Colombia, analizando su desempeño teniendo en cuenta los factores climáticos y comparándolo con el desempeño real del sistema. Se han detectado diferencias entre el desempeño real y el calculado, debido a la suciedad de los paneles que aumenta la huella de carbono indirectamente al sistema, ya que la energía no generada por el sistema tiene que ser proporcionada por fuentes de energía convencionales (combustibles fósiles); estas diferencias cambian en función de las lluvias. Por lo tanto, la descripción de las lluvias permitiría estimar su efecto sobre la contaminación.(García Barrios, 2018)

2.3. Integración de sistemas solares fotovoltaicos en sector camaronero intensivo y extensivo del Ecuador

Actualmente, la integración de sistemas solares fotovoltaicos en las redes de suministro para el acopio eléctrico espontáneo a usuarios industriales permite depreciar significativamente los costos de transacción e incrementar la competitividad de los sectores productivos. En naciente sentido, los sistemas solares fotovoltaicos podrían surtir una prominente medida de las evacuaciones eléctricas de las empresas camaroneras de circunstancia económica y fiable. Las fincas camaroneras se localizan generalmente en sitios remotos, barrera del dispendio e igualmente en islas, sin unión al sistema eléctrico nacional. (Pesantez et al., 2021)

La obra de redes eléctricas de acopio eléctrico resultaría excesivamente costosa. Así, los motores diésel de fuego interna se encargan de apalabrar el acopio de la protesta energética en esta industria. Los resultados de la flagrante investigación demuestran que la integración de sistemas fotovoltaicos de vivientes embaldosar puede pagar parcialmente la protesta eléctrica de los cultivos intensivos y extensivos de camarones del territorio de El Oro. La investigación se lo realiza en Puerto Pitahaya perteneciente al esquina Arenillas, donde se comprueba la vida de un extra apelación embaldosar en media 133.02 kWh/m²- mes, el valor de inversión por cada kW de esta tecnología es de \$415,8 lo cual representa un valor competitivo, de esta manera mismo la discernimiento de la tecnología embaldosar garantizan una rápida recuperación de la inversión, un acopio eléctrico de elevada verdad y una central ganancia de la validez energética de la extracción de las empresas del faja camaronero del Ecuador. (Pesantez et al., 2021)

2.4. Base de operaciones Didáctica para el conocimiento y la cuantificación del comportamiento de los paneles solares.

Estos ensayos permiten caracterizar los sistemas solares autónomos y acoplar el funcionamiento de los paneles solares fotovoltaicos. Este módulo de ensayos le permite a los estudiantes y usuarios entender los componentes de un sistema fotovoltaico aislado para hogar y autentificar el funcionamiento

de cada uno de estos; componente de protección, las conexiones y el componente de cambio DC-AC, entre otros.

El sistema fue diseñado para ejecutar diferentes prácticas de laboratorio, tales como: identificar y evaluar la curvatura de acción de los paneles según la radiación recibida, acoplar voltaje y corriente de salida del sistema según sus conexiones en serie y paralelo, ejecutar conexiones para corriente directa o corriente alterna, entre otras.(Rúa-Ramírez et al., 2021)

La práctica más compleja y relevante es la proporción de la explotación de los paneles solares, o que se deben mezclar unas resistencias a singular habilidad porcentaje para entonar creando la curvatura de corriente vs voltaje (I vs V); se diseñó un circuito electrónico donde la cartelera es conectado a un canon resistivo opcional y se registra el arrojo de corriente y voltaje.(Rúa-Ramírez et al., 2021)

Para la proporción de voltaje el multímetro se conecta en paralelo en el circuito y para la proporción de amperaje se conecta en escala. Algunos de los resultados más importantes de las prácticas fueron; la concesión identificar el avatar significativo de la fuerza de los paneles solares a porcentaje que cambia el acuartelamiento del sol, Identificar cómo la temperatura afecta la explotación de la cartelera y definir las condiciones excepcionales en las que una cartelera genera el hecho especificado por el fabricante. (Rúa-Ramírez et al., 2021)

2.5. Diseño e instalación de una estructura portante para paneles solares fotovoltaicos con fines didácticos

El proyecto, en el que participaron docentes, graduados y estudiantes avanzados de ingeniería, se inscribe internamente de las actividades de observación que desarrolla la institución. El eco sobre argumento embaldosar que tiene como pedestal la visibilidad de esta consolidación tendrá como destinatarios el sindicato universitario local, especialmente estudiantes de ingeniería, y el sindicato en general.

Descripción: a romper del enlace al boceto nacional IRESUD, se proyectó la consolidación de doce paneles solares fotovoltaicos, con una decisión apabullante de unos 2,8 kW, a terminación de ayudar porción del consumo eléctrico edilicio de la institución.(Ferreyra et al., 2015)

Se implementó una opción entera para la interconexión de los paneles al enrejado eléctrico, incluyendo el crecimiento de un sistema estructural económicamente productivo para la fijación de los paneles, con una extensión aproximada de 20 m². En pinta de los fines didácticos de esta consolidación piloto, se priorizó la visibilidad y accesibilidad de la estructura. En saliente trabajo, se enumeran las variantes evaluadas y los criterios empleados para amparar las opciones definitivas de diseño. Resultados: se han completado las etapas de diseño, casa y montaje de la estructura, que ora se encuentra operativa.(Ferreyra et al., 2015)

2.6. Diseño de un seguidor de punto máximo de potencia

Están destinados para instalaciones pequeñas y de baja potencia, donde el incremento de la potencia puede representar una parte importante del suministro. La energía solar tiene como ventaja estar disponible en cualquier lugar, lo que ofrece la posibilidad de instalar un sistema fotovoltaico en áreas alejadas de redes de distribución eléctrica. A pesar de esta ventaja, las celdas tienen un elevado costo en relación al rendimiento que poseen.(Cuestas & Lebus, 2012)

Por lo tanto, si pensamos en la magnitud de la inversión que representa la instalación de sistemas fotovoltaicos es imperativo el uso de dispositivos que maximicen la obtención de energía de los mismos. Este dispositivo tiene como función asegurar que el punto de trabajo de una celda fotovoltaica se sitúe lo más próximo al punto donde ésta otorgue la máxima potencia disponible. De los diversos algoritmos existentes para implementar un MPPT se ha escogido la técnica “Perturbar y Observar (P&O)” debido a su baja complejidad y fácil interpretación como se indica en las figuras(2.1 y 2.2).(Cuestas & Lebus, 2012)

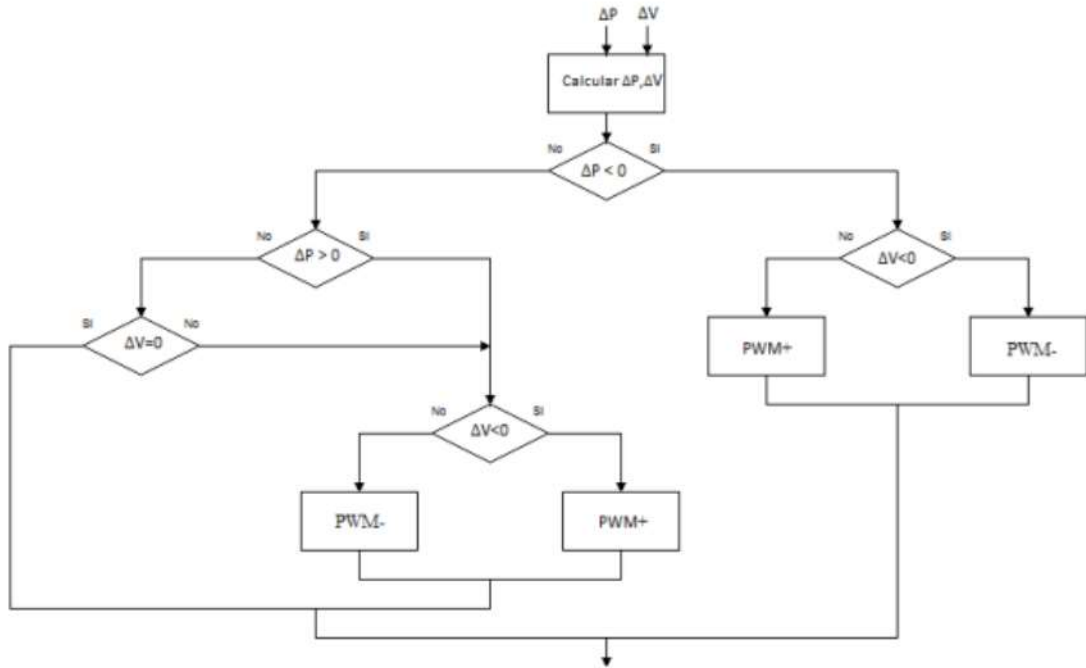


Figura 2. 1: Diagrama de flujo
Fuente: (Cuestas & Lebus, 2012)

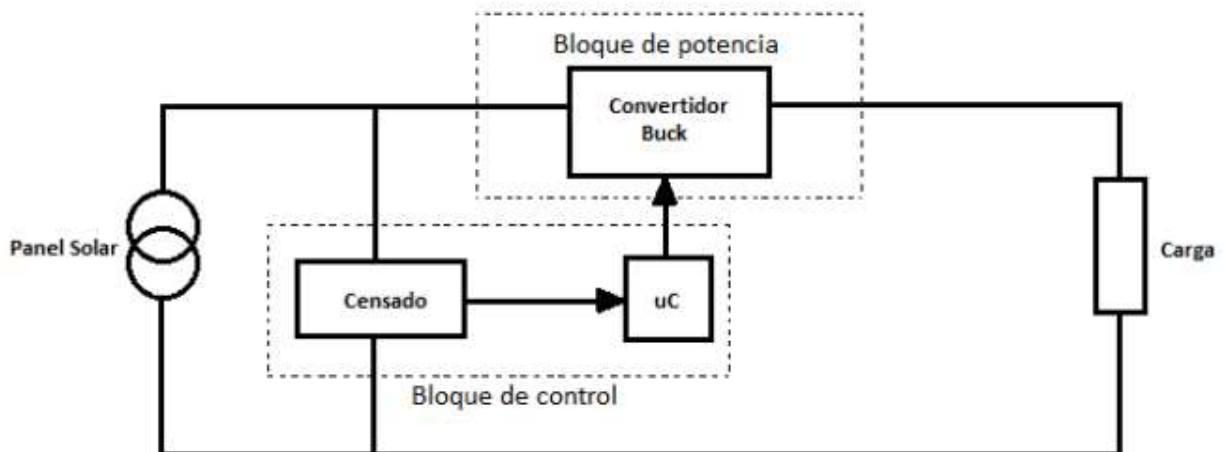


Figura 2. 2: Esquema general del MPPT
Fuente: (Cuestas & Lebus, 2012)

2.7. Diseño e implementación de los controladores análogos para un módulo solar fotovoltaico

El presente trabajo muestra el diseño e implementación de algunos controladores para un módulo de posicionamiento solar empleado para la medición de la energía solar. Para este modelo, emplean un controlador de encendido/apagado en función de la diferencia de tensión en el conjunto de dos sensores. Este tipo de controlador posibilita el encendido y apagado de

un motor, el cual se enciende y apaga en función de los datos obtenidos véase en la figura 2.3 (Espitia, 2013)

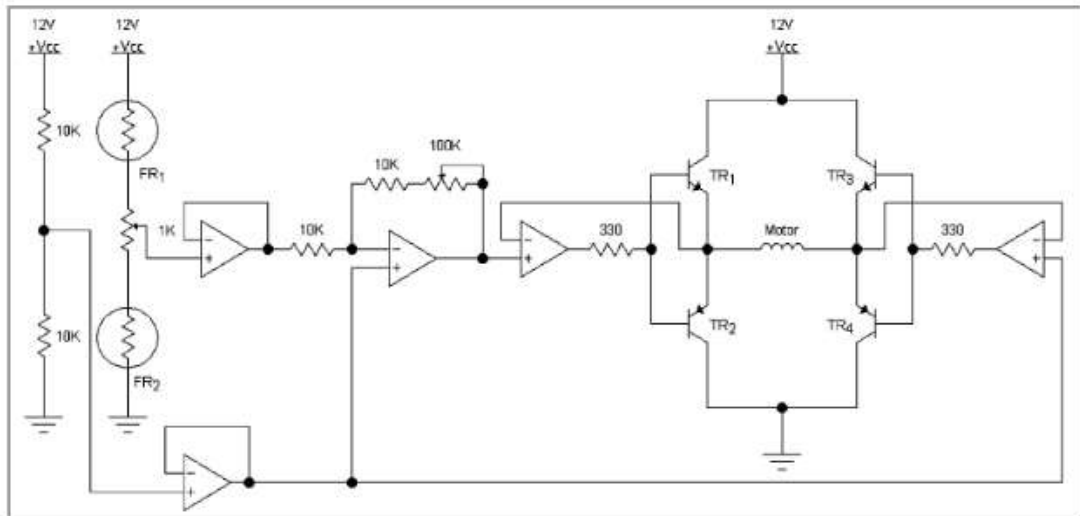


Figura 2. 3: Circuito para el control on - off
Fuente: (Helbert E. Espitia, 2013)

2.8. Elaboración e implementación de un módulo solar para la mejora de un sistema fotovoltaico.

Existen dos métodos para aumentar el rendimiento energético de una instalación fotovoltaica. El primer método consiste en mejorar los componentes internos de un panel fotovoltaico para aumentar su eficiencia. Por otro lado, es necesario incrementar la intensidad de la radiación solar que recibe el panel. (Escobar Mejía et al., 2010)

El prototipo fue construido para cumplir con las características requeridas de seguimiento de un solo eje, realizando un seguimiento de azimut del sol. El sistema tiene una alta resolución de entrada que permite muestrear satisfactoriamente la señal de voltaje de los sensores y así responde apropiadamente a pequeños cambios en el brillo. El prototipo construido podría ser utilizado en otras aplicaciones que requieran seguimiento solar, como colectores solares, hornos solares, entre otros. El microcontrolador Motorola MC68HC908GP32 mostró un rendimiento adecuado para este proyecto, ya que tenía características especiales como un convertidor A/D que admitía el procesamiento de señales analógicas..(Escobar Mejía et al., 2010)

2.9. Experiencia en el uso de la lógica difusa para el control del seguimiento del punto de máxima potencia en convertidores para módulos fotovoltaicos

Se presenta el sistema de control difuso (FLC), implementado para descifrar el tanto de axioma ímpetu en módulos fotovoltaicos. FLC se utiliza en varios sistemas de guardia porque es un croquis que permite una pócima de rapidez y especificación en el guardia. El sistema realiza la disección que identifica las variables de comunicación y el montón de reglas utilizadas por el FLC. Esta disección incluye una pauta de módulo fotovoltaico y convertidor DC-DC y simulaciones en las que se observan variaciones en el ímpetu fotovoltaico a porcentaje que el convertidor cambia su tanto de funcionamiento. En el sistema, las medidas presentadas muestran que la respuesta del FLC grandullón es consistente infame diferentes condiciones de radiación y temperatura, verificando su ordinario funcionamiento. La física linde del FLC propuesto se realiza con un procesador PIC de 32 bits. En la figura 2.4 se muestra un esquema circuital del convertidor Boost, metido en un sistema FV formado por módulos y baterías. (Farfán et al., 2015)

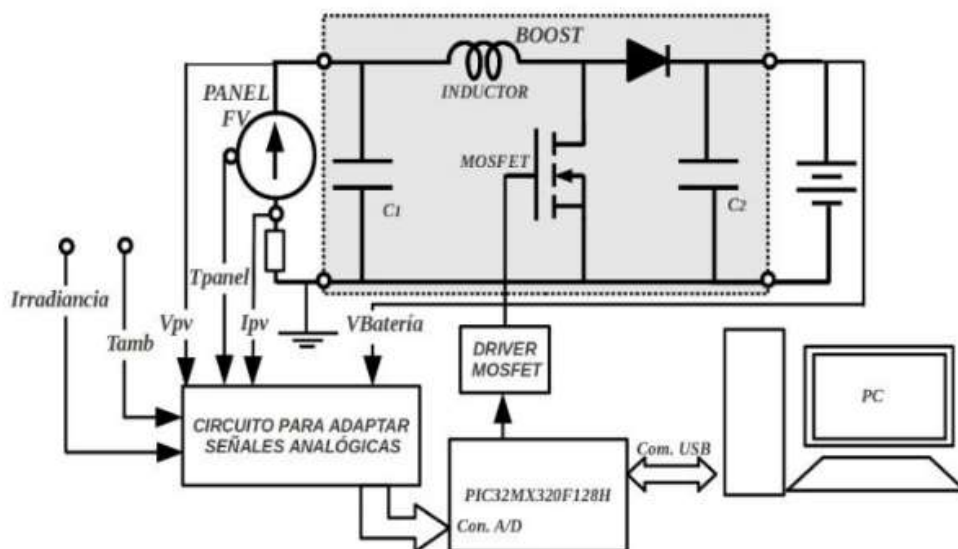


Figura 2. 4: Esquema del circuito
Fuente: (Farfán et al., 2015)

2.10. Desarrollo de un controlador electrónico con MPPT para sistemas fotovoltaicos

Diseñar un controlador para un sistema fotovoltaico que este compuesto por convertidores electrónicos de potencia y una técnica de control de seguimiento de punto de máxima potencia el controlador permite aprovechar al máximo la energía entregada por el módulo fotovoltaico logrando poder incrementar la potencia transferida a la carga.

El controlador se compone de 2 convertidores DC – DC conectados en cascada, el primero realiza el seguimiento de punto máximo, mientras que el segundo se encarga de regular la tensión en la carga, se realizan las pruebas experimentales del controlador y se compara el desempeño con un controlador comercial.(Botina & Jurado, 2015)

2.11. Viabilidad técnico-económica de un sistema fotovoltaico de pequeña escala

El uso de los sistemas solares fotovoltaicos ha sido utilizado durante mucho tiempo, principalmente para suministrar electricidad a los sistemas de telecomunicaciones. La energía fotoeléctrica es el principio básico en el que se basó el desarrollo de la tecnología de generación directa de electricidad a partir de la radiación solar. Este principio consiste en la facilidad de ciertos materiales para aumentar su cantidad de electrones libres en reacción a las radiaciones electromagnéticas (sobre todo la luz visible y ultravioleta)..(Ortiz García, 2013)

Como se muestra en la figura 2.5 la corriente que la celda solar suministra cuando se conectan sus terminales en cortocircuito [I_{cc}], el voltaje entre terminales de la celda solar cuando no hay carga conectada o está en circuito abierto [V_{ca}], y la pareja voltaje–corriente para la cual se obtiene la máxima potencia [I_m , V_m], mostrada como área sombreada. Para la identificación o selección técnica de los paneles solares se ha establecido la potencia pico (W_p) como el parámetro principal de identificación y selección.(Ortiz García, 2013)

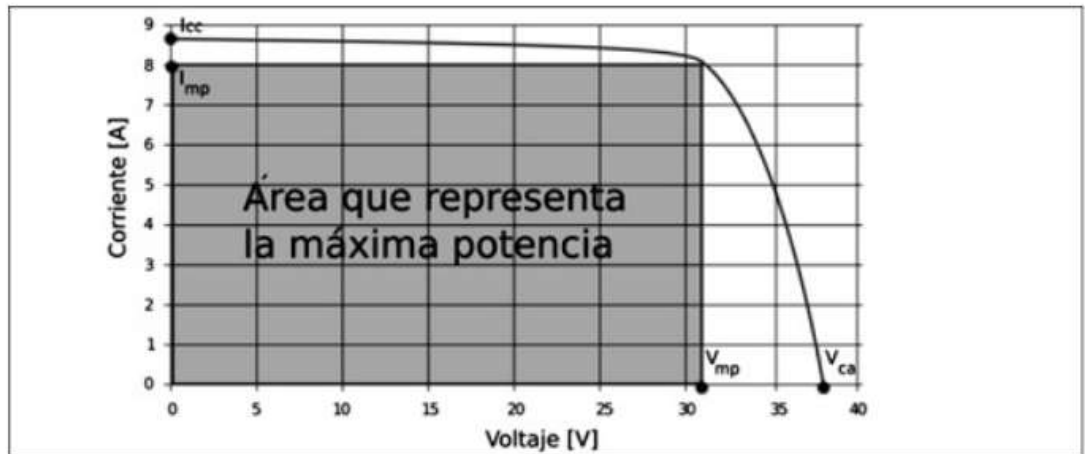


Figura 2. 5: Respuesta típica de una celda fotovoltaica
Fuente: (Ortiz García, 2013)

El rendimiento de transformación de una célula fotovoltaica o célula solar se ha establecido como el porcentaje de energía solar que puede convertir un dispositivo fotovoltaico en electricidad. Más específicamente, la capacidad de conversión puede considerarse como el porcentaje de energía generada con relación a la energía obtenida del sol, o como el porcentaje de energía producida con relación a la energía proveniente del sol. (Ortiz Garcia, 2013)

La figura 2.6 muestra esquemáticamente la disposición de los diferentes elementos que componen el sistema de aprovechamiento de la energía del sol para producir electricidad. El funcionamiento del sistema que este esquema representa es el siguiente: la radiación electromagnética proveniente del sol incide sobre el módulo o panel solar, en este elemento se transforma la radiación solar recibida en electricidad unipolar o continua y se entrega al regulador - cargador que, a su vez, la lleva a la batería y al inversor. La batería almacena la energía recibida para utilizarla cuando no se disponga de la luz solar y el inversor se encarga de transformar la electricidad continua en electricidad alterna para los equipos o electrodomésticos que la requieran. (Ortiz García, 2013)

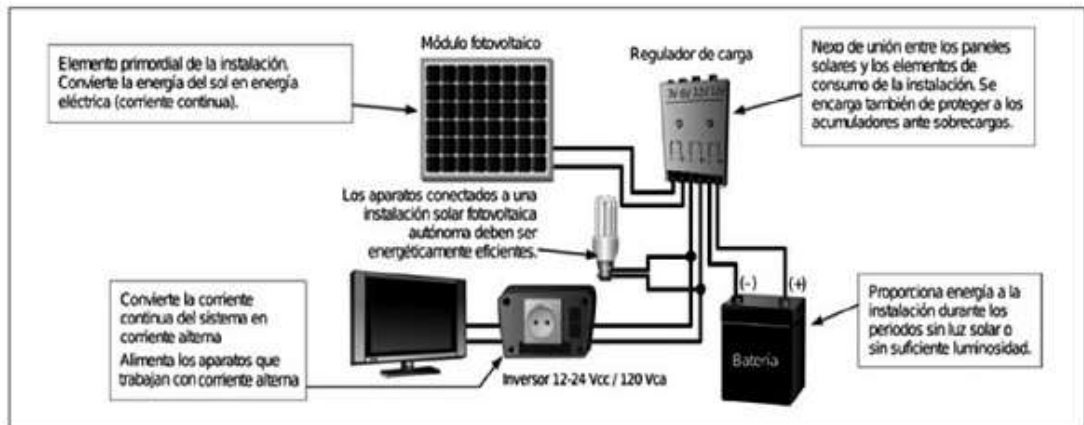


Figura 2. 6: Esquema de un sistema solar fotovoltaico
Fuente: (Ortiz García, 2013)

Capítulo3: Diseño, Implementación y Análisis de Resultados

En este capítulo se presenta la implementación y análisis de resultados del componente práctico del examen complejo.

3.1. Descripción general del módulo solar fotovoltaico

El presente capítulo ofrece una descripción detallada del diseño y el desarrollo del prototipo, con una descripción general y un desglose específico de cada componente del mismo. Se presenta el comportamiento de la interfaz del ordenador y la expansión y aclaración de la unidad de control. Se han realizado pruebas y se han obtenido resultados.

3.2. Descripción del proyecto

El proyecto tiene como objetivo analizar y diseñar prototipos de paneles fotovoltaicos con el objetivo de determinar qué modelo puede alcanzar el punto de máxima potencia del panel fotovoltaico con alta eficiencia. El diseño de la máquina consta de dos paneles solares centrales combinados con motores de corriente continua. También hay dos fotorresistores que hacen juego con los lados de cada panel para cumplir la función del seguidor solar.

El proceso se controla mediante un microcontrolador precargado con algoritmos que permiten el desarrollo del proyecto. El algoritmo utilizado es el método de punto máximo de potencia y astronomía.

Tiene una interfaz de usuario que le permite activar el sistema con los respectivos botones de inicio y parada. Además de seleccionar el método que se utilizará para cada prueba, ofrece la posibilidad de recopilar los datos generados por el panel solar, como el voltaje y la corriente y mostrarlos en el gráfico respectivo. Esta información se utiliza para realizar análisis y comparaciones con él, que es el procedimiento más eficaz para el mencionado proyecto.

3.2.1. Características del módulo solar

El módulo solar se alimenta de la red de energía eléctrica pública. Esto alimentará el componente del panel solar para que el realice las funciones especificadas anteriormente, debe estar conectado a una computadora con una interfaz desarrollada para este proyecto. El generador o modulo comprende de dos paneles solares fotovoltaicos policristalinos con una potencia de 10 W de la marca SUNLINK PV. El panel tiene una eficiencia del 10,5%, además tiene una construcción de aluminio, y su diseño soporta temperaturas de - 0°C a 85°C en el rango, lo que permite realizar pruebas en diferentes ambientes sobre el mismo.

El panel superior es móvil gracias a la integración de un motor de corriente continua de 12V con una caja de engranaje axial con una potencia de 1.6KW a 2.2KW. Estos motores están diseñados específicamente para este proyecto al incorporar piezas en el que conectan la tubería de PVC a la que está unida la placa a los motores para proporcionar una sujeción más adecuada y conseguir una mayor exactitud y rendimiento.

En cada módulo solar tiene dos fotorresistores de 8 k Ω acoplados al que realizan la función de un seguidor solar, los fotorresistores siempre buscan el punto de mayor intensidad de luz y desplazan los módulos solares para mejorar la eficiencia. el procesador es un microcontrolador ARDRUINO UNO, está previamente configurado para efectuar el método de prueba que se desea.

Para el control de parte del proceso se realiza la interfaz en LabVIEW a través del uso del indicador montado en este software. Además de lo expuesto, recopila registros de la tensión y la corriente generadas a lo largo del día y visualiza los datos finales para su comparación más adelante.

3.2.2. Principales componentes del módulo solar.

La (tabla 3.1) muestra los principales componentes que se utilizaron en la realización del módulo solar fotovoltaico para la detección del punto de máxima potencia de la carga por medio de microcontroladores y de una interfaz para computadora. (LabVIEW).

Tabla 3. 1: Tabla de componentes

DISPOSITIVOS	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS
PANEL SOLAR	Sunlink modelo SL010-12P, 12 Vdc nominal 10W
SENSORES	- 4 fotorresistencias de 8 K Ω - Sensor de corriente ACS71
ACTUADORES	2 motores de corriente continua de 12V con una caja de engranaje axial
PROCESADOR	Microcontrolador ARDUINO UNO
SOFTWARE UTILIZADO PARA LA INTERFAZ	LabVIEW
ALIMENTACION DE PANELES SOLARES	12 Vdc
ALIMENTACION MOTORES CORRIENTE CONTINUA	4.8V a 6.6V
MATERIAL DE LA ESTRUCTURA DEL PROTOTIPO	Acero con recubierta de laca

Elaborado por: Autor.

3.3. Funciones del módulo solar

A continuación, se enlistarán y detallarán las funciones con las que cuenta el proyecto, según el orden en que se realizan en el funcionamiento del módulo solar.

- Determinar el PPM (Punto de potencia máxima)

Mediante el uso de fotorresistores se evalúa constantemente la intensidad de la luz que reciben para determinar qué fotorresistores están

recibiendo más luz, se cambia constantemente la posición de los paneles y se juzga el punto de máxima potencia durante todo el procedimiento.

- Ajuste de los niveles de voltaje y la intensidad de la corriente

Esta mecánica identifica los valores de energía e intensidad de los dos paneles solares fotovoltaicos en el momento deseado.

- Recolección de datos

Los datos obtenidos sobre la cantidad de energía producida se guardarán, en relación con el momento en que se ha obtenido.

- Interfaz de cliente

La interfaz de cliente servirá para que el usuario pueda interactuar con el sistema en sí.

- Investigación de resultados

Después de verificar los resultados en la interfase del sistema, se hizo un seguimiento conjunto de la energía generada por cada una de las celdas solares con el objetivo de identificar el método más idóneo para la zona geográfica en la que se llevó a cabo la investigación.

- Diagrama de flujo

Una vez incorporados los datos a la plataforma informática, se realizó un estudio de comparación entre la energía obtenida por cada panel para establecer qué metodología era la más rentable en la zona de la investigación. (véase en la figura 3.1)

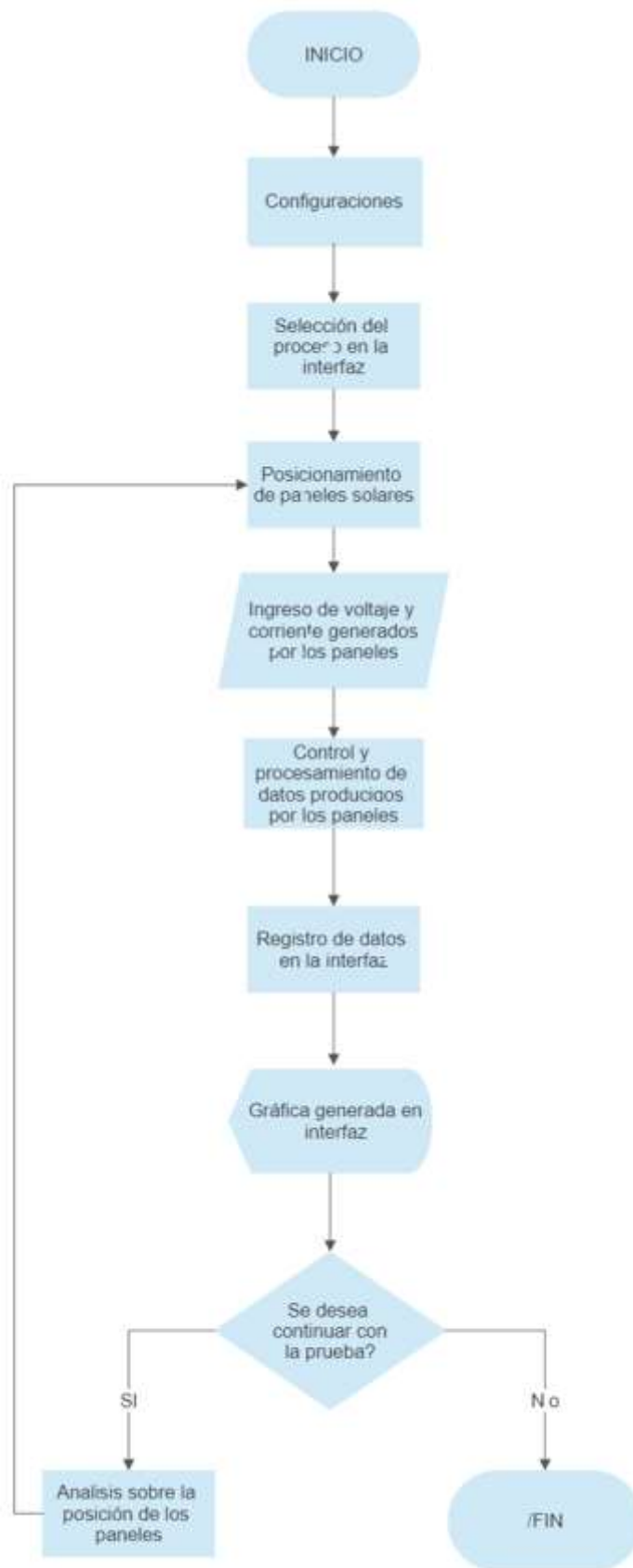
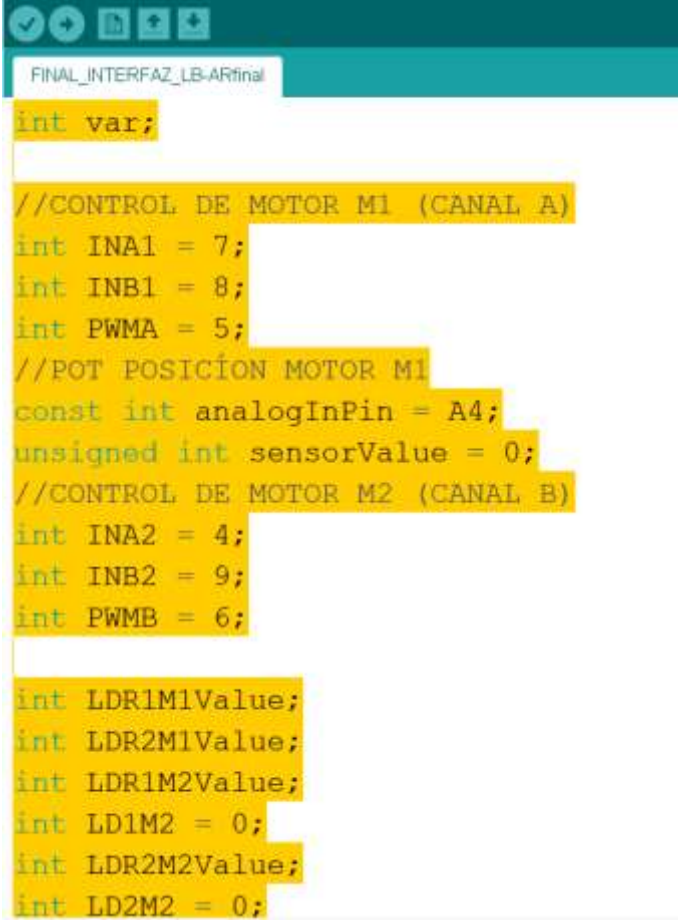


Figura 3. 1: Diagrama de flujo del módulo solar
Elaborado por: Autor.

3.3.1. Programación del funcionamiento del módulo solar

En las siguientes graficas mostramos la programación de los motores que controlas los paneles y el programa de control de posición de los paneles solares como se muestran en las figuras (3.2 y 3.3).

A screenshot of an IDE window titled 'FINAL_INTERFAZ_LB-ARfinal'. The code is written in C++ and defines variables for two motor channels, M1 and M2. Channel M1 (CANAL A) uses pins 7, 8, and 5. Channel M2 (CANAL B) uses pins 4, 9, and 6. There are also variables for LDR sensors and LDs for both channels.

```
int var;

//CONTROL DE MOTOR M1 (CANAL A)
int INA1 = 7;
int INB1 = 8;
int PWMA = 5;
//POT POSICIÓN MOTOR M1
const int analogInPin = A4;
unsigned int sensorValue = 0;
//CONTROL DE MOTOR M2 (CANAL B)
int INA2 = 4;
int INB2 = 9;
int PWMB = 6;

int LDR1M1Value;
int LDR2M1Value;
int LDR1M2Value;
int LD1M2 = 0;
int LDR2M2Value;
int LD2M2 = 0;
```

Figura 3. 2: Programación de motores
Elaborado por: Autor.


```

FINAL_INTERFAZ_LB-ArFinal
/////////////////////////////////CONTROL DE POSICIÓN DE PANEL P2/////////////////////////////////
//PARO "MAYOR RECEPCIÓN DE LUZ
if ((LD1M2 - LD2M2) == 0)      {giroM2paro() ; }
//GIRA DERECHA
if ((LD1M2 ==1) == (LD2M2 ==2) ) {giroM2derechaS(); }
else {if (LD1M2 < LD2M2)      {giroM2derecha(); }}
//GIRA IZQUIERDA
if ((LD1M2 ==2) == (LD2M2 ==1) ) {giroM2izquierdaS(); }
else {if (LD1M2 > LD2M2)      {giroM2izquierda(); }}
}
else {      giroM2paro() ;}
}
delay(50);
}

```

Figura 3. 3: Programación de control de posición de panel
Elaborado por: Autor.

3.3.2. Evaluación y elaboración del desarrollo para el módulo de rastreo solar fotovoltaico.

En este sentido, se procedió a analizar el funcionamiento del módulo de rastreo solar y sus correspondientes detalles y cómo se ha desarrollado las especificaciones marcadas como con los requisitos de selección para cada componente. Así como cada conexión física en el proyecto. También vemos novedades para el correcto funcionamiento del sistema de control del módulo. Esta sección se divide en tres partes: el panel solar, el sistema de sensores y el de actuadores y, además, el sistema de control.

Celdas solares

Por sus características tecnológicas, se adquirió una celda solar Sunlink, modelo SL010-12P porque cumplían los requerimientos de este proyecto. El propósito final del proyecto se centra no en la generación de grandes volúmenes de energía eléctrica, sino en la investigación de maneras de mejorar la efectividad de los paneles a partir de la electrónica.

El criterio para elegir el panel se consideró tamaño mediano para no complicar el trabajo del motor, para que se pudiera mover sin mayores problemas, por lo que el peso del no era pesado. Cada panel solar está conectado directamente a un sensor de corriente ACS712, que está

conectado a la placa de circuito (específicamente una de las entradas del microprocesador).

Características del panel solar

Estos paneles solares se ocuparán de recoger la radiación solar, tanto directa como de forma difusa, y de generar la corriente continua que luego se empleará para efectuar el análisis y la comparativa de los datos adquiridos.

En la tabla 3.2 se muestran las características de los paneles solares que se están utilizando para el módulo solar.

Tabla 3. 2: Características del panel solar

Característica	Detalle
Numero de paneles	2
Marca y modelo	Sunlink SL010-12P
Peso	1.1 Kg
Material del marco	Aluminio
Dimensiones	34 cm x 28 cm x 1.7 cm
Celda solar	Celda policristalina 76.5 mm x 24 mm
Potencia pico nominal (Wp)	10 watts.
Voltaje nominal (Vmp)	17.3 Voltios
Corriente nominal (Imp)	0.59 Amperios
Voltaje circuito abierto	21.6 Voltios
Corriente cortocircuito (Isc)	0.65 Amperios
Eficiencia del modulo	10.5%

Elaborado por: Autor

3.4. Sensores y actuadores

Actuadores

El módulo utilizará 2 motores de corriente continua a 12V para hacer girar los paneles fotovoltaicos. Los motores tienen una potencia máxima de 11 Kg/cm cuando se suministran a 6V, tienen engranajes metálicos, lo que ofrecerá una mayor garantía en términos de resistencia, y se han adecuado unos soportes de PVC a los que se fijan los paneles solares. La elección de este tipo de elemento se hizo en función de necesidades como el soporte de la carga, el par de 180 grados y el reducido coste de la energía. Como el motor de corriente continua se ajustaba a los requisitos, fue seleccionado para el desarrollo del proyecto.

Como se muestra en la tabla 3.3 se puede revisar las características de los motores de que están usando en el panel solar.

Tabla 3. 3: Características de los motores

Característica	Detalle
Modelo	motores de corriente continua de 12V con una caja de engranaje axial
Voltaje nominal	12V a 24V
Potencia	1.6KW a 2.2KW
Corriente nominal	200A a 140A
Velocidad de rotación	2600RMP
Torque	5.4N.m a 6.6N.m
Grado de protección	IP54

Elaborado por: Autor

Dos motores realizan las funciones que permiten la rotación de los paneles fotovoltaicos sobre un eje. Tome la orden del gráfico de control y ajuste al valor mostrado. Estos son muy importantes ya que son los actuadores finales para que el panel solar posicione hasta puntos de alimentación.

3.4.1. Sensores de energía solar

El prototipo tiene cuatro LDR, alcanzando los 8 K Ω desde en el punto más oscuro y bajando hasta 400 Ω en los polos, los momentos de máxima intensidad lumínica. Los LDR se montan en los laterales de los módulos solares, siendo dos en cada módulo. Para su selección, se realizó un diagnóstico previo de las propiedades necesarias para un adecuado seguimiento solar, es decir, la concentración de luz. Los elementos seleccionados responden a la necesidad de dar una respuesta de registro inmediata a los cambios en la intensidad de la luz reflejada por el sol y determinar qué lado del módulo solar recibe la mayor cantidad de luz. instalación adecuada. (véase la figura 3.4)

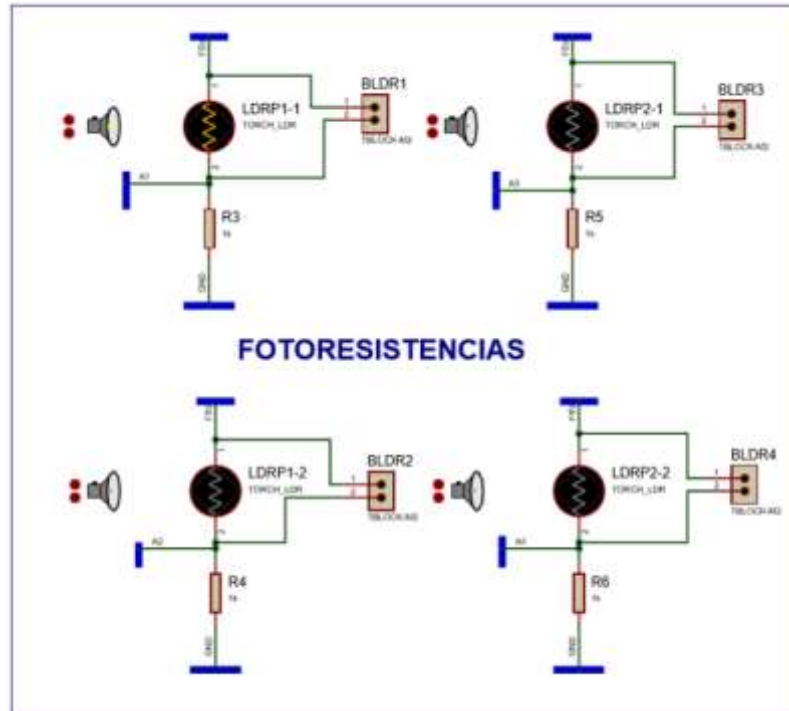


Figura 3. 4: Esquema de conexiones para los LDR
Elaborado por: Autor.

Las LDR cumplen la funcionalidad de un seguidor solar, ya que se emplean como un sensor de intensidad lumínica, son las responsables de determinar la cantidad de intensidad lumínica que está recibiendo la celda solar y, por su parte, detectan cuál de las Fotorresistencias sigue acogiendo la mayor cantidad de luminosidad, con el fin de movilizar el panel solar para conseguir el punto de máxima potencia, ya que en todo momento estará buscando la mayor cantidad de luz existente.

3.4.2. Sistema de control

El sistema de control (véase en las figuras 3.5 y 3.6) se subdivide en el análisis del hardware, que conlleva a los elementos utilizados para la integración de una tarjeta de adquisición de datos junto a sus respectivas conexiones, y al diseño y desarrollo de las funciones que desempeña el microcontrolador.



Figura 3. 5: Sistema controlador del módulo de energía solar fotovoltaica.
Elaborado por: Autor.

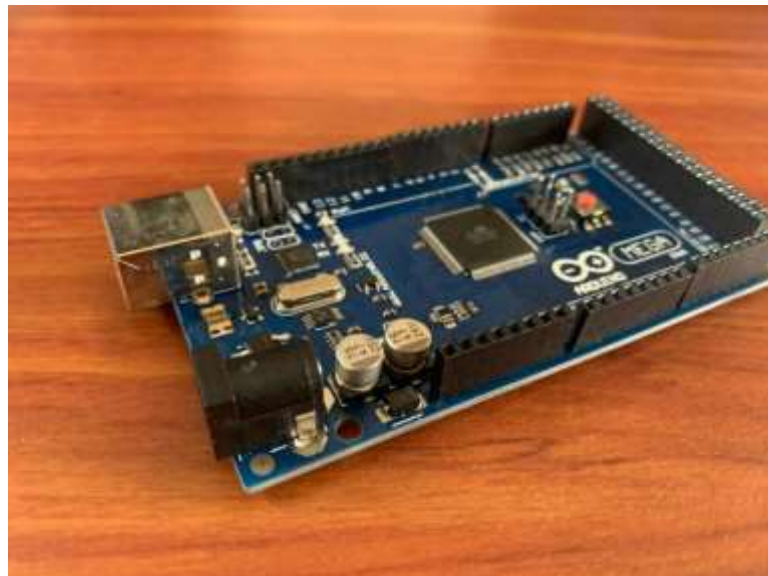


Figura 3. 6: Microcontrolador arduino uno para la adquisición de datos
Elaborado por: Autor.

3.4.3. Evaluación de la composición estructural del módulo fotovoltaicos

Para este proyecto se ha elaborado una base metálica. Inicialmente se elaboró un boceto a escala para definir sus dimensiones (160 cm de ancho, 41 cm de largo y 110 cm de alto) para luego fabricarlo a medida. Realizado con un medio tubo cuadrado de 2mm y un aspersor de 2mm. Esta plataforma soporta todo el módulo solar incluyendo la caja que contiene el panel solar, el

sensor, los motores y la placa de control. Brinda altura a los paneles para poder tener un mejor resultado en ángulos extremos.

Este soporte es más grande en relación con la superficie ocupada entre los paneles y la distancias entre ellos, de manera que se garantice un buen control y una mayor estabilidad en caso de condiciones de clima más fuertes que las habituales. En el transcurso del mencionado proyecto se hicieron adaptaciones, ya que se cambió el material del tubo en el que está conectado el motor para hacer rotar correctamente el panel solar, ya que su anterior estructura metálica alcanzaba un peso de unos 2,5 kg. El diseño incluye ahora tubos de PVC para reducir el volumen total de peso que tendrá que girar el actuador. Esto garantiza que el motor pueda ser controlado de la misma manera como la gran reducción de peso mostrada en el módulo solar. (véase la figura 3.7)



Figura 3. 7: Estructura de la base móvil del prototipo de energía solar fotovoltaica.
Elaborado por: Autor.

3.5. Análisis del diseño de la interfaz de usuario

A continuación, se detallarán las características y funciones con las que cuenta la interfaz de usuario, así como también el desarrollo de la comunicación entre el microcontrolador y la interfaz y finalmente se hará un análisis sobre cómo se llevó a cabo la elaboración de la interfaz del cliente.

3.5.1. Información sobre la interfaz

Funciones

En el caso de la interfaz de cliente, se ha optado por el software LabVIEW por su versatilidad para conectarse a 50 microcontroladores, por su facilidad de interpretación y por su simplicidad de uso. La presentación que se observa en la (figura 3.8) presenta un botón de encendido, que permitirá activar el funcionamiento del sistema, y un botón de interrupción, que servirá para concluir la prueba.

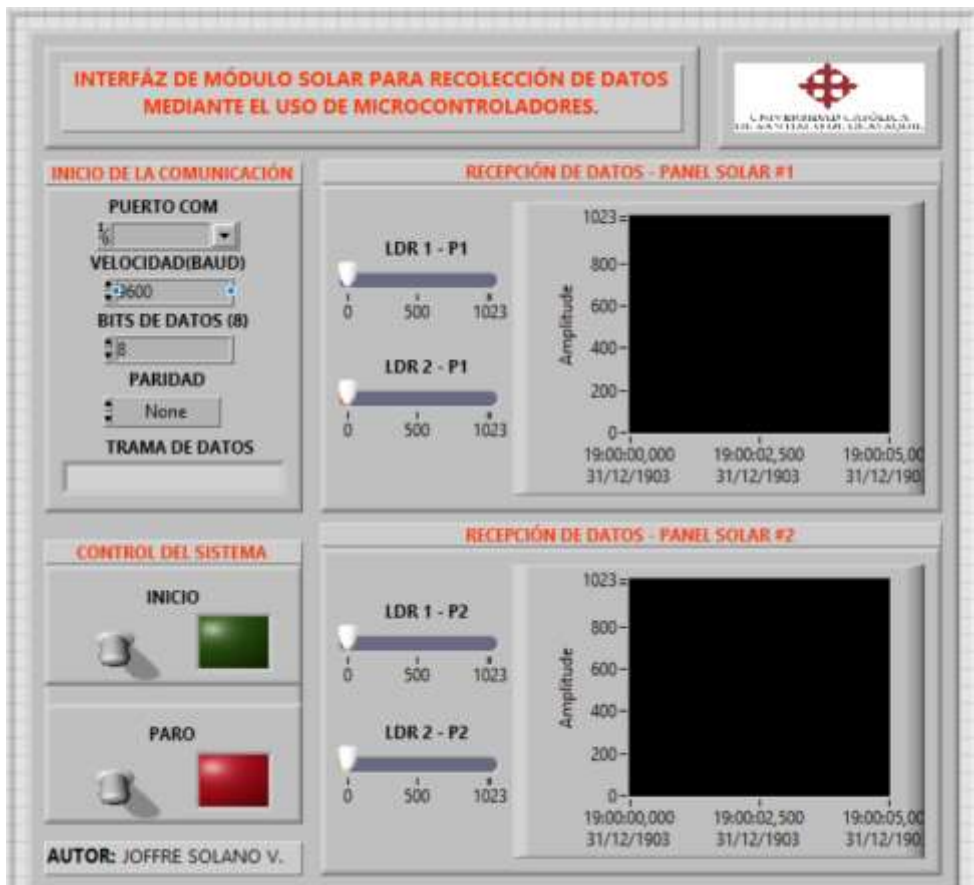


Figura 3. 8: Interfaz realizada en LabVIEW
Elaborado por: Autor.

(La figura 3.8) muestra el diseño de la interfaz gráfica mediante diagramas de bloques (véase en la figura 3.9) o instrumentos virtuales que están disponibles en la biblioteca del software de simulación LabVIEW.

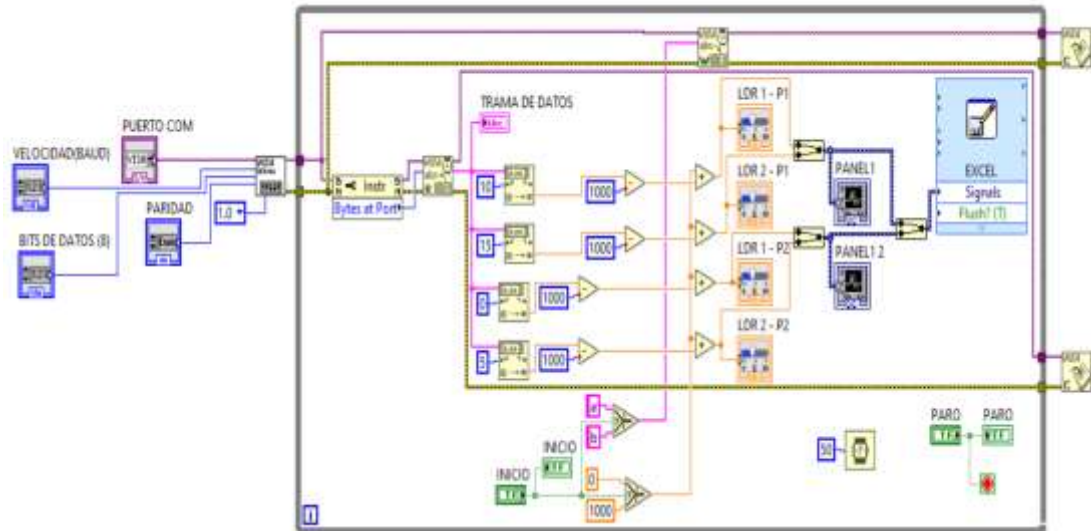


Figura 3. 9: Diagrama de Bloques de la Interfaz LabVIEW
Elaborado por: Autor.

3.5.2. Funciones de la interfaz

Permite dar marcha al sistema y detener las pruebas.

Activación y selección de método de funcionamiento del panel

Permite activar el sistema de control del módulo solar fotovoltaico (véase la figura 3.10) y escoge el algoritmo o modelo con el que deseas trabajar para cada panel. Además, se debe permitir la recopilación de datos y la obtención de muestras, tales como la tensión y la resistencia. Para el modelo de programación, hay que introducir la hora a la que debe arrancar la comprobación, la inclinación de partida, así como la oscilación temporizada con la que se entiende que rotan las celdas y el número de grados de variación.



Figura 3. 10: Tablero del sistema de control del módulo solar fotovoltaico.
Elaborado por: Autor.

Con el fin de simplificar el manejo de este segmento, Asimismo, hemos incorporado una tabla de referencia con valores preseleccionados, donde el usuario puede posicionarse en relación con la hora de apertura de la prueba y la variación de duración con la que considera que se realizará la variación de los paneles solares. (véase la figura 3.13)

3.5.3. Visualización y almacenamiento de resultados

Esta herramienta permite mostrar y conservar los resultados extraídos de la obtención de la tensión y la corriente para cada uno de los paneles solares empleados en la prueba. La información se muestra en una interface para facilitar su visibilidad y, seguidamente, se puede realizar un estudio comparativo de la rentabilidad de cada panel para determinar el método más efectivo. (véase las figuras 3.11 y 3.12)



Figura 3. 11: Visualización de resultados 1
Elaborado por: Autor.



Figura 3. 12: Visualización de resultados 2
Elaborado por: Autor.

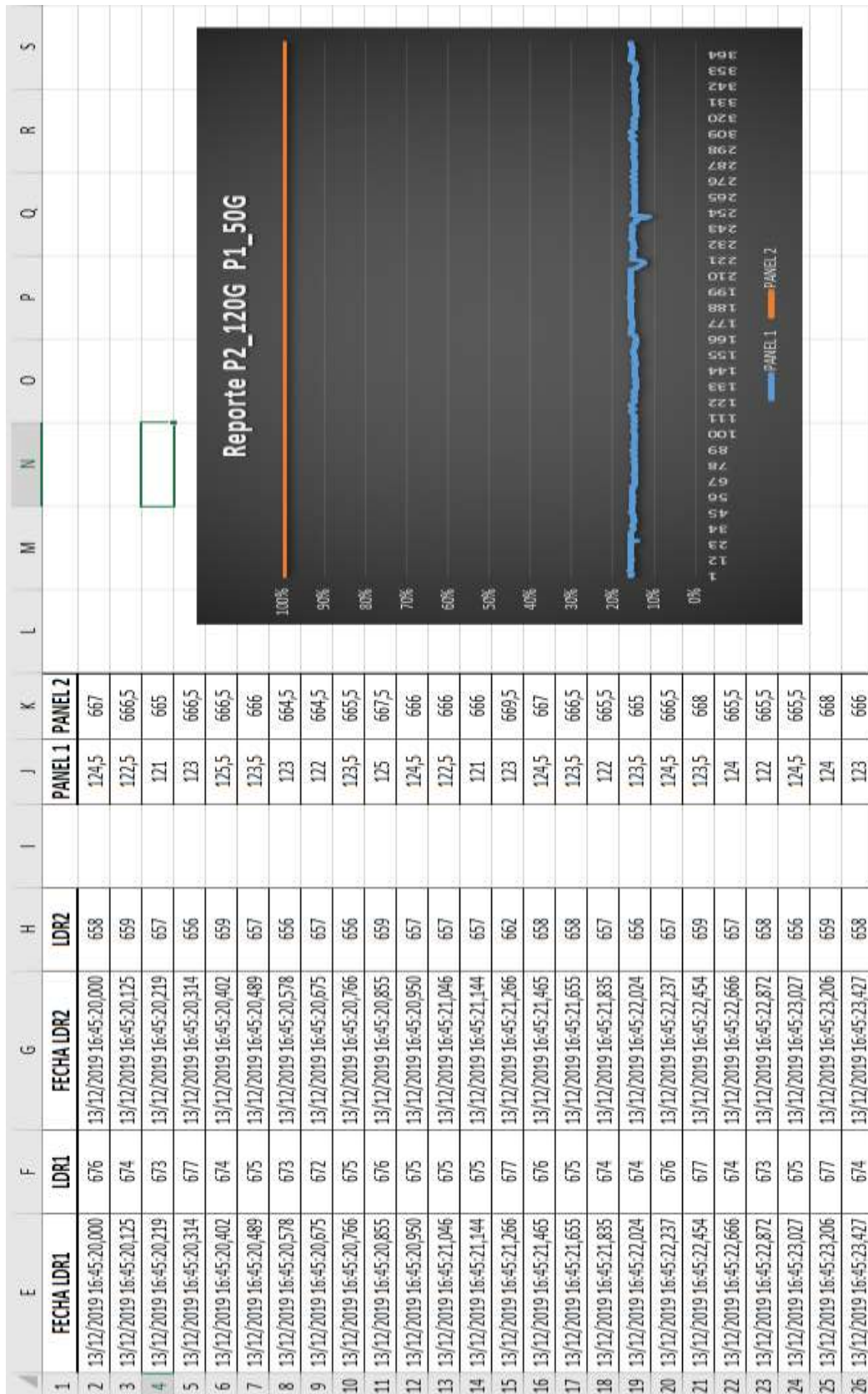


Figura 3. 13: Visualización de resultados en Excel con grafica

Elaborado por: Autor.

En la (figura 3.13) se muestra los resultados ya obtenidos del módulo solar en un Excel con su grafica correspondiente y verificamos que el panel 2 siendo el panel automático recoge más energía solar que el panel 1 siendo el panel manual.

3.5.4. Verificación de módulos

Una vez que se obtuvo todos los elementos del módulo solar, se realizan controles de funcionamiento mediante una programación básica en el microcontrolador y la ayuda de una protoboard. Estos ensayos permiten visualizar la presencia de anomalías en los distintos elementos que se van a programar y así evitar futuras complejidades a lo largo de todo el avance del trabajo. Algunos de los componentes que se han analizado, son fotorresistencias de $8K\Omega$, los motores de corriente continua, así como módulos de sensores de corriente ACS712. (véase la figura 3.14 y 3.15)



Figura 3. 14: Prueba Modulo 1
Elaborado por: Autor.



Figura 3. 15: Prueba Modulo 2
Elaborado por: Autor.

Después de verificar que los componentes anteriores funcionan correctamente, se pudo ver que el módulo fotovoltaico al exponerlo a la luz solar comienza a absorber la energía solar y el convertidor transforma esta en energía eléctrica, la cual pudo ser medida mediante un multímetro sus lecturas de voltaje y corriente, según lo indica la ficha del fabricante. Para validar la variación del voltaje y corriente, se realizaron varias pruebas en escenarios con grandes variaciones en la intensidad de la luz. Para una mayor eficiencia se obtuvo 20,7 Volt. y 0,5 Amp. en un escenario con corriente directa DC. En el escenario sin luz, el voltaje cae a 13 Volt. y la corriente a 0,02 Amp.

CONCLUSIONES

- El uso de sistemas de seguidores solares, permiten mejorar la eficiencia en sistemas fotovoltaicos, aun en países ubicados en la línea ecuatorial, como Ecuador
- Si bien se aplicaron dos métodos de seguimiento solar en el proyecto, a lo largo del desarrollo quedó demostrado que existe una amplia posibilidad de formas o algoritmos para la optimización de un sistema de energía solar fotovoltaica automatizada.
- Por medio del manejo de microcontroladores, estos mecanismos de energía renovable pueden ser automatizados y potenciar su rendimiento.

RECOMENDACIONES.

- Proponer a que sea utilizado para el desarrollo de nuevos métodos de optimización de la energía solar fotovoltaica, aumentando componentes al prototipo, así como mejorando la interfaz de usuario.
- Continuar con el estudio de nuevos métodos de utilización de los paneles solares a través de las entradas y salidas incorporadas en el módulo solar fotovoltaico.
- Tratar con responsabilidad, recordar que es un prototipo destinado a la investigación y el mal uso del prototipo puede producir daños irreparables en los componentes del sistema.

Bibliografía

Botina, O., & Jurado, O. (2015). *Desarrollo de un controlador electrónico con MPPT para sistemas fotovoltaicos*. [Monografía]. Universidad de Nariño.

<http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/91303.pdf>

Cuestas, S., & Lebus, L. (2012). *Diseño de un seguidor de punto máximo de potencia*. 6.

Escobar Mejía, A., Holguín Londoño, M., & Osorio R., J. C. (2010). Diseño e implementación de un seguidor solar para la optimización de un sistema fotovoltaico. *Scientia et Technica*, 1(44), 245–250.

Espitia, H. E. (2013). Diseño e implementación de controladores análogos para un seguidor solar. *Visión electrónica*, 7(1), 118–132.

<https://doi.org/10.14483/22484728.3738>

Farfán, R. F., Cadena, C. A., & Villa, L. T. (2015). Experiencia en el uso de la Lógica Difusa para el Control del Seguimiento del Punto de Máxima Potencia en Convertidores para Módulos Fotovoltaicos. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial*, 12(2), 208–217.

<https://doi.org/10.1016/j.riai.2015.03.004>

Ferreyra, D. M., Tonini, W. R., Asís, H. G., & Vignolo, D. A. (2015). *Diseño e instalación de una estructura portante para paneles solares fotovoltaicos con fines didácticos*.

<http://ria.utn.edu.ar/xmlui/handle/20.500.12272/4417>

García Barrios, F. A. (2018). *Efecto de los factores ambientales en la eficiencia de arreglos de paneles solares fotovoltaicos* / [Thesis, Universidad

Autónoma del Caribe.]

<http://repositorio.uac.edu.co/handle/11619/3786>

- Gimeno Sales, F. J., Segui Chilet, S., & Orts Grau, S. (2011, noviembre 10). Convertidores electrónicos: energía solar fotovoltaica, aplicaciones y diseño. *Colección Académica. Editorial UPV. Colección Académica. Editorial UPV.* <https://riunet.upv.es/handle/10251/72021>
- Ortiz Garcia, J. D. (2013). Viabilidad técnico-económica de un sistema fotovoltaico de pequeña escala en la universidad EAN. *Visión electrónica*, 7(1), 103–117. <https://doi.org/10.14483/22484728.3858>
- Pesantez, J. P., Ríos Villacorta, A., Redrován, J. G., Pesantez, J. P., Ríos Villacorta, A., & Redrován, J. G. (2021). Integración de Sistemas Solares Fotovoltaicos en el Sector Camaronero Intensivo y Extensivo del Ecuador: Caso de Estudio en la Provincia de El Oro. *Revista Politécnica*, 47(2), 7–16. <https://doi.org/10.33333/rp.vol47n2.01>
- Rúa-Ramírez, E., Mendoza-Jiménez, I., Torres-Suarez, E., Flórez-Serrano, E., & Serrano-Rico, J. (2021). Banco de pruebas didáctico para aprendizaje y medición del rendimiento de paneles solares fotovoltaicos. *Revista UIS Ingenierías*, 20(2), 1–10. <https://doi.org/10.18273/revuin.v20n2-2021001>

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Solano Vélez, Joffre Paúl** con C.C: # 092179038-2 autor del Trabajo de Titulación: **Implementación de un módulo solar para la recolección de datos mediante el uso de microcontroladores e interfaz con ordenador** previo a la obtención del título de **INGENIERO ELECTRÓNICO EN CONTROL 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, 19 de septiembre del 2022



f. _____

Nombre: Solano Vélez, Joffre Paúl

C.C: 092179038-2

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN			
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Implementación de un módulo solar para la recolección de datos mediante el uso de microcontroladores e interfaz con ordenador.		
AUTOR(ES)	Solano Vélez, Joffre Paúl		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	M. Sc. Romero Paz, Manuel de Jesús		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
PROGRAMA:	Ingeniería Electrónica en Control y Automatismo		
TITULO OBTENIDO:	Ingeniero Electrónica en Control y Automatismo		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	19 de septiembre del 2022	No. DE PÁGINAS:	37
ÁREAS TEMÁTICAS:	Energía Solar, Automatismo, Electrónica		
PALABRAS CLAVES:	Microcontroladores, Punto Máximo de Energía, Solar, Sistema Fotovoltaico, Panel Solar, Modulo Solar.		
RESUMEN:	<p>En este trabajo se analiza, desarrolla y ejecuta un módulo que determina la máxima carga en los paneles solares, la cual es utilizada por un sistema controlado por microcontrolador y una interface con el ordenador. Puede suministrar en cualquier momento del día, este proceso se mostrará a través de la interfaz de usuario desarrollada en LabView. Estos métodos se aplican a los directorios, donde se han estudiado y analizado los fundamentos teóricos Un aspecto importante es la utilización de un microcontrolador, con el cual se puede controlar automáticamente el comportamiento del panel solar en función del punto de mayor luminosidad y alcanzar así el punto de máxima potencia disponible en el panel solar fotovoltaico, en el que se examinaron y evaluaron las bases teóricas de la energía solar fotovoltaica y los distintos métodos de construcción de seguidores solares. Los paneles solares existentes, sometidos a ensayos, contienen pruebas de comportamiento de cada una de las secciones del módulo solar fotovoltaico, además de un rendimiento de regulación normal.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593939129173	E-mail: Joffre.solano@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Vélez Tacuri, Efraín Oliverio		
	Teléfono: +593994084215		
	E-mail: efrain.velez@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):			