



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERIA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL**

**PROPUESTA PRÁCTICA DEL EXAMEN DE GRADO O DE FIN DE CARRERA
(DE CARÁCTER COMPLEXIVO)
INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL**

**TEMA: ANÁLISIS DE EFICIENCIA DE UN SEGUIDOR SOLAR A DOS EJES
PARA FINES ENERGÉTICOS**

**Autores: ROMMEL ABDÓN JALÓN VILLÓN
ERICK ADALBERTO HERRERA CRUZ**

Milagro, Mayo 2019

ECUADOR

DERECHOS DE AUTOR

Ingeniero.

Fabricio Guevara Viejó, PhD.

RECTOR

Universidad Estatal de Milagro

Presente.

Yo, Erick Adalberto Herrera Cruz CI. 0940166341 en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de la propuesta práctica de la alternativa de Titulación Examen Complexivo: Investigación Documental, modalidad presencial, mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor de la propuesta practica realizado como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Línea de Investigación **DISEÑO DE SISTEMAS PRODUCTIVO Y LOGÍSTICO** de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de esta propuesta practica en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, a los 09 días del mes de Mayo del 2019



Firma del Estudiante

Erick Adalberto Herrera Cruz

CI: 0940166431

DERECHOS DE AUTOR

Ingeniero.

Fabricio Guevara Viejó, PhD.

RECTOR

Universidad Estatal de Milagro

Presente.

Yo, Rommel Abdón Jalón Villón CI. 0924940638 en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de la propuesta práctica de la alternativa de Titulación Examen Complexivo: Investigación Documental, modalidad presencial, mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor de la propuesta practica realizado como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Línea de Investigación **DISEÑO DE SISTEMAS PRODUCTIVO Y LOGÍSTICO** de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de esta propuesta practica en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, a los 09 días del mes de Mayo del 2019



Firma del Estudiante
Rommel Abdón Jalón Villón
CI: 0924940638

APROBACIÓN DEL TUTOR DE LA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL

Yo **JOSE MARTIN MUÑOZ SALCEDO** en mi calidad de tutor de la Investigación Documental como Propuesta práctica del Examen de grado o de fin de carrera (de carácter Complexivo), elaborado por los estudiantes **ERICK ADALBERTO HERRERA CRUZ** y **ROMMEL ABDON JALON VILLON**, cuyo tema de trabajo de Titulación es **ANÁLISIS DE EFICIENCIA DE UN SEGUIDOR SOLAR A DOS EJES PARA FINES ENERGÉTICOS**, que aporta a la Línea de Investigación **DISEÑO DE SISTEMAS PRODUCTIVO Y LOGÍSTICO** previo a la obtención del Grado **INGENIERO INDUSTRIAL**; trabajo de titulación que consiste en una propuesta innovadora que contiene, como mínimo, una investigación exploratoria y diagnóstica, base conceptual, conclusiones y fuentes de consulta, considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo **APRUEBO**, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso de titulación de la alternativa de del Examen de grado o de fin de carrera (de carácter Complexivo) de la Universidad Estatal de Milagro.

En la ciudad de Milagro, a los 09 días del mes de mayo del 2019.



JOSE MARTIN MUÑOZ SALCEDO

Tutor

C.I.:0104226725

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:

Muñoz Salcedo José Martin
Alcázar Espinoza Javier Alexander
Villamar Aveiga Mónica del Rocío

Luego de realizar la revisión de la Investigación Documental como propuesta práctica, previo a la obtención del título (o grado académico) de **Ingeniero Industrial** presentado por el /la Señor (a/ita) **Erick Adalberto Herrera Cruz**.



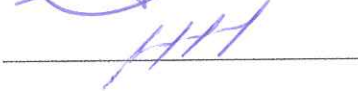
Con el tema de trabajo de Titulación: **ANÁLISIS DE EFICIENCIA DE UN SEGUIDOR SOLAR A DOS EJES PARA FINES ENERGÉTICOS**.

Otorga a la presente Investigación Documental como propuesta práctica, las siguientes calificaciones:

Investigación documental	[75,33]
Defensa oral	[18,00] 180
Total	[93,33]

Emite el siguiente veredicto: (aprobado/reprobado) Aprobado
Fecha: 09 de Mayo del 2019.

Para constancia de lo actuado firman:

	Nombres y Apellidos	Firma
Presidente	Muñoz Salcedo José Martin	
Secretario /a	Alcázar Espinoza Javier Alexander	
Integrante	Villamar Aveiga Mónica del Rocío	

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:

Muñoz Salcedo José Martin
Alcázar Espinoza Javier Alexander
Villamar Aveiga Mónica del Roció

Luego de realizar la revisión de la Investigación Documental como propuesta práctica, previo a la obtención del título (o grado académico) de **Ingeniero Industrial** presentado por el /la Señor (a/ita) **Rommel Abdón Jalón Villón**.


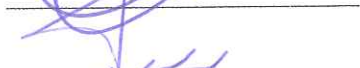

Con el tema de trabajo de Titulación: **ANÁLISIS DE EFICIENCIA DE UN SEGUIDOR SOLAR A DOS EJES PARA FINES ENERGÉTICOS.**

Otorga a la presente Investigación Documental como propuesta práctica, las siguientes calificaciones:

Investigación documental	[75.33]
Defensa oral	[18,00]
Total	[93,33]

Emite el siguiente veredicto: (aprobado/reprobado) Aprobado
Fecha: 09 de Mayo del 2019.

Para constancia de lo actuado firman:

	Nombres y Apellidos	Firma
Presidente	Muñoz Salcedo José Martin	
Secretario /a	Alcázar Espinoza Javier Alexander	
Integrante	Villamar Aveiga Mónica del Roció	

DEDICATORIA

A Dios por haberme brindado salud y la oportunidad de lograr mis objetivos, a mis padres y hermanos por darme el soporte necesario para salir adelante, llenándome de consejos, por motivarme y creer en mí.

A mi esposa e hija por ser el fundamento de mi superación, brindarme su apoyo en momentos buenos y malos de varias etapas en mi proceso de formación profesional.

A mis familiares y amigos por la experiencia y sabiduría que fueron elementos vitales para poder concluir con este trabajo.

Atte. Erick Herrera Cruz

Primeramente agradezco a Dios quien siempre ha estado inmerso en mi vida brindándome salud para poder concretar mis logros y objetivos, a mis padres y hermana por ser siempre mi guía junto con sus consejos y darme ánimos a ser persistente en este largo trayecto de mi vida.

A mis docentes quienes impartieron su gran conocimiento desde las aulas en el día a día siendo la guía para forjar excelentes profesionales preparados para competir en el ámbito laboral.

A la vez reitero mi agradecimiento ferviente a La Ciudad de Milagro y a nuestra distinguidísima Universidad Estatal de Milagro, quienes me abrieron sus puertas para concluir este gran sueño, a las grandes amistades y excelentes personas que pude conocer en esta cálida ciudad distinta a la mía, quienes siempre brindaban su bien acostumbrada ayuda y darme ánimos de concluir este gran logro.

Atte. Rommel Jalón Villón

ÍNDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTOR	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR DE LA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR	iv
DEDICATORIA	v
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO 1	5
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	5
1.1 OBJETIVO GENERAL	6
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
1.3 JUSTIFICACION DEL PROBLEMA	6
CAPÍTULO 2	7
2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	7
2.1 COMPONENTES PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO	7
2.1.1 MICROCONTROLADOR ARDUINO UNO	7
2.1.2 FOTORRESISTENCIA LDR (DEPENDIENTE DE LA LUZ)	8
2.1.3 MICRO SERVOMOTOR 5V- DC “SG90”	8
2.1.4 PANEL SOLAR MONO CRISTALINO	9
2.1.4.1 PANELES DE CAPA FINA	9
2.1.4.2 PANELES MONO CRISTALINOS	9
2.1.4.3 PANELES POLI CRISTALINOS	9
2.2 CAPTACIÓN DE RADIACIÓN SOLAR EN PANELES FOTOVOLTAICOS	9
2.3 INCLINACIÓN Y ORIENTACIÓN DE LOS PANELES	10
2.4 ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA	13
2.4.1 INSOLACIÓN DIFUSA	14
2.4.2 INSOLACIÓN DIRECTA	14
2.4.3 INSOLACIÓN GLOBAL	14
CAPÍTULO 3	16
3. METODOLOGÍA	16
3.1 FASE 1	17
3.2 FASE 2	17
3.3 FASE 3	18
3.4 FASE 4	18
3.5 FASE 5	19
CAPÍTULO 4	20
4. DESARROLLO DEL TEMA	20
4.1 GENERACIÓN DE ALGORITMO MATEMÁTICO	20
4.2 GENERACIÓN DE DISEÑO Y ARMADO DEL PROTOTIPO	22
4.2.1 INTERCONEXIÓN DE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS DEL PROTOTIPO	22
4.2.2 INTERCONEXIÓN DE SERVOMOTORES CON ARDUINO UNO	23
4.3 DISEÑO Y ARMADO DEL PROTOTIPO	24
4.4 COMPARACIÓN DE RESULTADOS	26
CAPÍTULO 5	32
5. CONCLUSIONES	32
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
REFERENCIAS WEB	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Micro controlador ARDUINO UNO.....	7
Figura 2. Foto resistencia LDR (dependiente de la luz).....	8
Figura 3. Micro servomotor 5V – DC “SG90”.....	8
Figura 4. Tipos de paneles fotovoltaicos (Elkin, 2016).....	9
Figura 5. Latitud y declinación solar.....	10
Figura 6. Equinoccio y solsticio del sol.....	11
Figura 7. Energía que ingresa a la tierra en promedio cada año, expresada en Tera vatios-año (TW-año). Según Davis Ged, 1990.....	13
Figura 8. Insolación solar difusa, directa y global de la Ciudad de Milagro. (CONELEC-2018).....	15
Figura 9. Metodología para el diseño e implementación de un banco de pruebas para un seguidor solar en Arduino UNO. (Víctor H-2015).....	16
Figura 10. Metodología para análisis del sistema de control.....	17
Figura 11. Metodología para el diseño e implementación de pruebas específicas.....	17
Figura 12. Metodología para la realización del prototipo.....	18
Figura 13. Metodología para las medidas de potencia que genera el panel solar.....	19
Figura 14. Redacción y entrega del resumen documentada.....	19
Figura 15. Esquema del prototipo del seguidor solar a dos ejes.....	20
Figura 16. Sistema esquemático, conexión sistema de resistencias con la placa Arduino UNO.....	22
Figura 17. Sistema esquemático, conexión de servomotores 5VDC.....	23
Figura 18. Ingreso de software para placa Arduino UNO.....	24
Figura 19. Conexión de los servomotores 1 y 2 (para movimiento vertical y horizontal)....	24
Figura 20. Conexión de las LDR, resistencias fijas y panel fotovoltaico en una placa baquelita.....	25
Figura 21. Diseño y armado del prototipo a dos ejes.....	25
Figura 22. Potencia generada con un panel fijo.....	27
Figura 23. Potencia generada con un panel con seguidor a dos ejes.....	28
Figura 24. Comparación de Potencia generada entre un panel fijo y un panel con seguidor a dos ejes.....	29

Figura 25. Comparación de Potencia generada entre un panel fijo y un panel con seguidor a dos ejes mensualmente.....31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Insolación solar difusa, directa y global de la Ciudad de Milagro. (CONELEC-2018).....	14
Tabla 2. Valores en función de la potencia generada por un panel sin seguidor.....	26
Tabla 3. Valores en función de la potencia generada por un panel con seguidor.....	27
Tabla 4. Valores de la cantidad de potencia generada por un panel con seguidor solar y otro sin seguidor.....	28
Tabla 5. Cantidad de potencia generada entre un panel móvil y un panel fotovoltaico fijo mensualmente.....	30

RESUMEN

El objetivo del presente proyecto se fundamenta en estimar el mayor potencial de incidencia solar en un panel fotovoltaico, mediante un prototipo de seguidor solar que se lo realizará en la ciudad de Milagro, el sistema permite monitorear y hacer un seguimiento del sol, de tal forma de mantener el panel perpendicularmente a los rayos solares.

El prototipo construido será sometido en una serie de investigaciones y pruebas que se realizarán para garantizar el aprovechamiento de la energía solar, tomando lecturas de la cantidad de potencia generada en un panel fijo en comparación con un panel con seguidor, para demostrar la efectividad del sistema y las pérdidas de radiación desaprovechadas dentro de la ciudad de Milagro.

El sistema estará dirigido por medio de un algoritmo programado en un dispositivo o micro controlador ARDUINO UNO, con 4 fotorresistencias LDR y un par de servomotores convirtiéndolo en un seguidor estable a dos ejes, este tipo de seguidor cuenta con dos grados de libertad tanto vertical como horizontal, aprovechando de tal forma que permita captar mayor radiación por el módulo de forma estacional a lo largo del año.

PALABRAS CLAVE: Algoritmo, seguidor solar, Panel Fotovoltaico.

ABSTRACT

The objective of this project is based on estimating the greatest potential of solar incidence in a photovoltaic panel, through a prototype solar tracker that will be carried out in the city of Milagro, the system allows monitoring and tracking the sun, in such a way to keep the panel perpendicular to the sun's rays.

The built prototype will be submitted to a series of investigations and tests that will be carried out to guarantee the use of solar energy, taking readings of the amount of power generated in a fixed panel compared to a panel with a follower, to demonstrate the effectiveness of the system and the wasted radiation losses inside the city of Milagro.

The system will be directed by means of an algorithm programmed in a device or micro controller ARDUINO ONE, with 4 LDR photo resistors and a pair of servomotors converting it into a stable follower to two axes, this type of follower has two degrees of freedom both vertically and horizontally, taking advantage of such form that it allows to capture more radiation by the module in a seasonal way throughout the year.

KEY WORDS: algorithm, solar tracking, photovoltaic module.

INTRODUCCIÓN

Los niveles contaminantes por generación de energía, como gases del efecto invernadero y la quema de combustibles fósiles, para el cuidado y protección del medio ambiente se han convertido en el principal enfoque de las industrias a nivel mundial.

En Ecuador, según datos del Balance Energético Nacional del Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos, en términos de potencia cuenta con más de 5MW de energía generada, **56% térmica (calor generado por combustibles fósiles)**; 42% hidráulica; 0,5% solar y 0,4% eólica. [1]

Por esto se ha tomado en cuenta la generación de una nueva energía en base a recursos renovables tales como el “Sol” ya que sin duda es una fuente de energía renovable con un enorme potencial, porque a cada instante la superficie del hemisferio terrestre expuesto al Sol recibe una potencia de más de 50.000 TW, es decir, la cantidad de energía solar que llega a la corteza terrestre viene a ser 10.000 veces mayor que la energía utilizada en todo el mundo. [2]

Este trabajo de investigación permitirá evaluar la tecnología fotovoltaica (transformación de energía solar a energía eléctrica), entre un panel solar inmóvil y un panel solar móvil a dos ejes utilizando un prototipo que estará programado mediante un algoritmo basado en Arduino y un microcontrolador ARDUINO UNO.

Así mismo el prototipo estará interconectado a 4 fotorresistencias LDR (resistencia dependiente de la luz), 4 resistencias fijas y dos servomotores de 5v que mediante el programador Arduino analizará la cantidad de ohm (unidad de medida de la resistencia) que generen las fotorresistencias enviando una señal a los servomotores para darle su movimiento tanto horizontal como vertical, que permitirá que el panel solar se mantenga por mucho más tiempo perpendicular a los rayos solares, ya que en ese punto es donde se obtiene la máxima eficiencia del panel.

Siendo así durante un año la incidencia de la radiación solar varía en la latitud como en la declinación solar, dado a que la órbita de la tierra está inclinada entre 23 a 45 grados con respecto al plano de la órbita terrestre alrededor del sol y en el horizonte por donde sale el sol (de este a oeste) cambia diariamente. [3]

Teniendo en cuenta lo siguiente, se llevará a cabo dos mediciones en prototipos de diferentes mecanismos, en los mismos periodos de tiempo aprox- (7am hasta 7pm) “tiempo que perdura el sol en la ciudad de Milagro” para analizar cual panel capta la mayor

cantidad de irradiación solar, basándonos en la potencia generada a cada hora del día, estos datos serán procesados para la obtención de una curva de potencia el cual permitirá determinar el rendimiento de cada panel y la veracidad de nuestro proyecto en términos energéticos. [4]

CAPÍTULO 1

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El objetivo de este proyecto es presentar el desarrollo e implementación de un prototipo que permita realizar el seguimiento de la trayectoria solar en la ciudad de Milagro- provincia de Guayas -Ecuador.

Actualmente considerables instalaciones fotovoltaicas convencionales son estáticas, por lo cual la energía captada del sol que se convierte en electricidad, es desperdiciada debido a un sin número de pérdidas generadas por una mala orientación en los paneles, sumado a pérdidas por sombras, hojas, por el polvo que se acumula y algunas partículas generadas por las lluvias y fuertes vientos, etc.

Por eso diseñar un prototipo que permitirá captar los rayos solares de forma perpendicular a la superficie del panel fotovoltaico mediante el movimiento continuo será el propósito de este proyecto, para poder incrementar su eficiencia se diseñará un prototipo basado en una plataforma de prototipos electrónica de código abierto (open-source) llamada Arduino y un microcontrolador ARDUINO UNO, ya que no siempre el sol sale por el este y se esconde por el oeste siguiendo una misma secuencia o generando una misma parábola.

En consecuencia, el saber que la eficiencia máxima de un panel fotovoltaico se genera cuando los rayos solares caen perpendiculares al panel (90°) llamado cenit, no es suficiente, también es necesario saber la trayectoria solar durante las diferentes estaciones del año, por lo que al tener un panel estático se debería calcular los grados de inclinación del mismo teniendo en cuenta todos los días del año. [3]

Por tanto, un panel fotovoltaico con un seguidor Arduino a dos ejes permitirá obtener una irradiación total capturada por los paneles, dando como consecuencia una mayor cantidad de energía obtenida bajo las condiciones similares mencionadas anteriormente sin necesidad de un cálculo de por medio, Ya que el microcontrolador ARDUINO se encargará de resolver esos datos mediante las fotorresistencias LDR y el programador Arduino.

1.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un seguidor solar a dos ejes para el incremento en la eficiencia de captación solar en un panel fotovoltaico para la Universidad Estatal de Milagro, en la ciudad de Milagro-Ecuador.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Generar un algoritmo matemático basado en la programación de un micro controlador ARDUINO UNO
- Elaborar un prototipo didáctico que permita la obtención de datos en términos de potencia en función a la radiación existente en el cantón Milagro
- Evaluar los resultados obtenidos con el seguidor frente a una instalación fotovoltaica fija.

1.3 JUSTIFICACION DEL PROBLEMA

El prototipo realizado nos ayuda a contribuir en la mejora continua en instalaciones, calidad de servicio, funcionamiento. Etc.

Ya que los costos para la implementación de mecanismos de paneles solares son elevados, por lo tanto, generar sistemas que permitan optimizar y aumentar la energía captada, reduce la cantidad de paneles requeridos para garantizar la potencia solicitada. [5]

También Consta de varias ventajas de funcionamiento como utilizar recursos inagotables (el sol), no genera gases de invernadero ni otros tipos de residuos contaminantes por quema de algún combustible fósil siendo amigable con el medio ambiente, se puede utilizar en zonas aisladas (que no cuenten con instalación eléctrica), los paneles y los mecanismos pueden ser utilizados en cualquier parte del país.

Por lo antes dicho, la importancia y el objetivo del proyecto busca o consiste en desarrollar, diseñar e implementar un dispositivo que nos permita optimizar la captación de irradiación solar, realizando un seguimiento continuo del sol y así poder garantizar el aprovechamiento máximo para la generación de energía eléctrica, con un alto compromiso

ambiental y así precautelar el uso racional de los recursos no renovables como el caso de los combustibles de origen fósil. [5]

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1 COMPONENTES PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO

Para la realización del proyecto del seguidor solar a dos ejes basado en ARDUINO UNO necesitaremos los siguientes microcontroladores principales:

- Microcontrolador ARDUINO UNO
- Fotorresistencia LDR (dependiente de la luz)
- Micro Servo-motores 5v “SG90”
- Panel solar mono cristalino

2.1.1 MICROCONTROLADOR ARDUINO UNO

Arduino es una plataforma de prototipos de electrónica de código abierto basada en hardware, software flexible y fácil de usar. Arduino puede “sentir” el entorno mediante la recepción de entradas desde una variedad de sensores y puede afectar a su alrededor mediante el control de luces, motores, y otros artefactos. El lenguaje de programación que se usa es C/C++. [6]

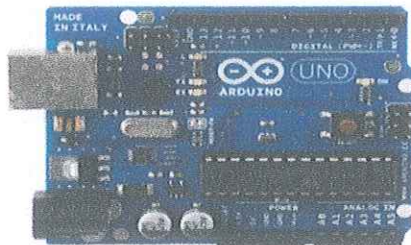


Figura 1. Micro controlador ARDUINO UNO

2.1.2 FOTORRESISTENCIA LDR (DEPENDIENTE DE LA LUZ)

La ‘LDR’, también conocida como resistencia o fotoconductor, es un sensor cuya resistencia eléctrica varía en función de la intensidad luminosa que recibe, a mayor luminosidad menor resistencia, a menor luminosidad mayor resistencia. [6]



Figura 2. Foto resistencia LDR (dependiente de la luz).

2.1.3 MICRO SERVOMOTOR 5V- DC “SG90”

Un servomotor es un tipo de motor especial que nos permite mover cualquier pieza robótica en diferentes grados de libertad y mantenerlos en dicha posición elaborado con componentes electromecánicos, electrónicos y un sistema de engranaje que ofrece un torque de 1.8 Kg/cm, funciona con corriente DC 5V. [6]

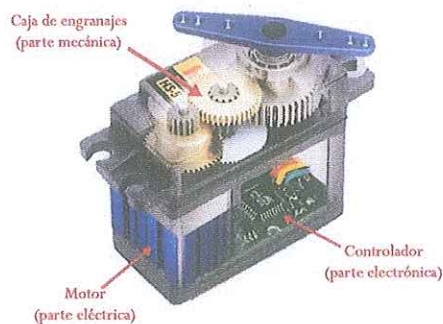


Figura 3. Micro servomotor 5V – DC “SG90”

2.1.4 PANEL SOLAR MONO CRISTALINO

El panel solar fotoeléctrico es un conjunto de celdas solares, encargadas de captar la radiación solar para convertirla en energía.

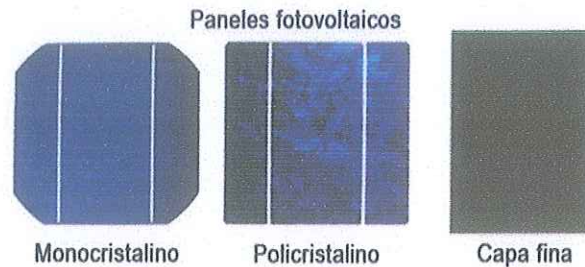


Figura 4. Tipos de paneles fotovoltaicos (Elkin, 2016)

2.1.4.1 PANELES DE CAPA FINA

Son fabricados mediante un manto fino de silicio amorfo diferenciado por tener un color uniforme oscuro y fácil producción.

2.1.4.2 PANELES MONO CRISTALINOS

Son de color azul oscuro que son fabricados de silicio puro y fundido en varias fases de cristalización para formar el mono cristal y por tanto es más complicado de producir.

2.1.4.3 PANELES POLI CRISTALINOS

De azul cobalto que son fabricados de igual manera que el mono cristalino, pero con menos etapas de cristalización, lo que los hace más fáciles y económicos de producir a diferencia del mono cristalino. [7]

2.2 CAPTACIÓN DE RADIACIÓN SOLAR EN PANELES FOTOVOLTAICOS

Luego de haber determinado los componentes principales para la realización del proyecto se debe definir o saber que para la obtención de la energía solar tenemos varias resistencias que interviene entre el sol y el panel solar como por ejemplo la declinación solar de la

tierra, los diferentes tipos de insolaciones (retención de rayos solares) como nubes, atmosfera, lluvias, etc. Todo aquellos que se subleve a la radiación solar que ingrese a la superficie de la tierra debe ser tomado en cuenta en un panel fijo.

2.3 INCLINACIÓN Y ORIENTACIÓN DE LOS PANELES

Para poder adquirir la máxima eficiencia de un panel fotovoltaico el ángulo de inclinación optimo con respecto a los rayos solares debería ser 90° con respecto a la superficie terrestre (cenit), en ecuador sería factible decir que el presente proyecto será eficaz pero no eficiente por la utilización de más recursos con respecto a un sistema de panel inmóvil , ya que se encuentra en la línea Ecuatorial, pero en la practica la incidencia de irradiación solar varia tanto en longitud como en la declinación solar que se ostenta durante el año, dado que el eje terrestre está inclinado unos $23,45^\circ$ respecto al plano de la órbita terrestre en torno a del Sol. [6]

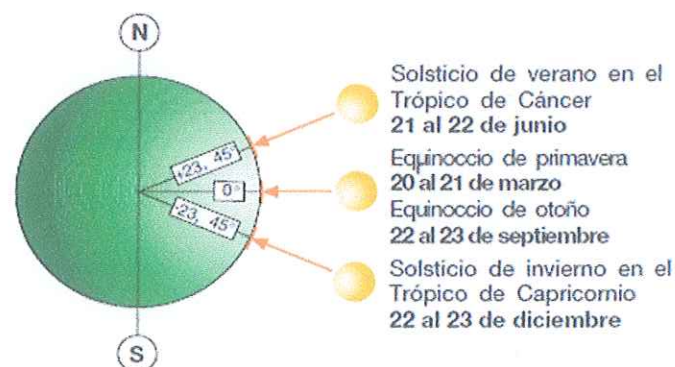


Figura 5. Latitud y declinación solar

En consecuencia, es necesario conocer el ángulo de inclinación de los paneles respecto al plano horizontal para poder hallar la altura en grados que obtiene el sol sobre el horizonte durante el día a partir de la siguiente expresión:

$$\alpha = 90^\circ - \text{lat.} + \delta \quad (1)$$

Dónde:

lat.: es la latitud (valor en grados) del lugar de instalación de los paneles.

δ : es el ángulo de declinación solar $23,45^\circ$ (constante).

Con este valor de altura se puede obtener el ángulo de inclinación (β) de los paneles respecto al plano horizontal (IEC/TS 61836) mediante lo siguiente:

$$\beta = 90^\circ - \alpha \quad (2)$$

Dónde:

α : altura en grados que obtiene el sol sobre el horizonte (valor anterior calculado).

Ya que este valor se calcula solamente para un día del año es necesario considerar la trayectoria del sol durante los 365 días.



Figura 6. Equinoccio y solsticio del sol

Por ende, los paneles fotovoltaicos fijos deben tener una orientación tan meridional como sea posible en el hemisferio norte para captar una mejor insolación de la superficie del panel durante el transcurso del día, la orientación de los paneles puede indicarse con el ángulo azimut (γ) de desviación respecto a la trayectoria óptima hacia el sur (para orientaciones en el hemisferio norte) o hacia el norte (para enclaves en el hemisferio sur). [7]

Una forma vertiginosa de saber la inclinación óptima de los paneles, para obtener la máxima irradiación solar (para cualquier orientación); se obtiene con:

$$I_{op} = 3,7 + 0,69 \times (\text{latitud}) \quad (3)$$

Dónde:

3.7 y 3.9 son constantes ya determinadas

Latitud: (valor en grados) del lugar de instalación de los paneles.

A continuación, se realizará dos ejemplos con latitudes de la ciudad de Milagro y la capital del Ecuador - Quito

Ejemplo 1:

$$I_{op} = 3,7 + 0,69 \times (\text{latitud SUR Ciudad de MILAGRO-ECUADOR})$$

Lat. "SUR" MILAGRO: 2.134040°

Reemplazando valores

$$I_{op} = 3,7 + 0,69 \times (2.134040^\circ).$$

$$I_{op} = 5.17^\circ$$

Ejemplo 2:

$$I_{op} = 3,7 + 0,69 \times (\text{latitud SUR Capital QUITO-ECUADOR})$$

Lat. "SUR" QUITO: 0.2201641°

Reemplazando valores

$$I_{op} = 3,7 + 0,69 \times (0.2201641^\circ).$$

$$I_{op} = 3,85^\circ$$

Como resultado se puede observar que la inclinación óptima para un panel solar fijo en el Ecuador es mínima ya que está situado en la línea Ecuatorial y los rayos solares sobre caen perpendicularmente a este país, pero también debemos tener en cuenta que existen resistencias a los rayos solares, como la atmosfera, nubes, materiales particulados, etc.

Así mismo el ATLAS SOLAR del Ecuador nos indica los tipos de insolaciones que debemos conocer y tener en cuenta para una instalación con fines de generación eléctrica.

2.4 ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

En Ecuador contamos con la siguiente información del Atlas solar de la ciudad de Milagro

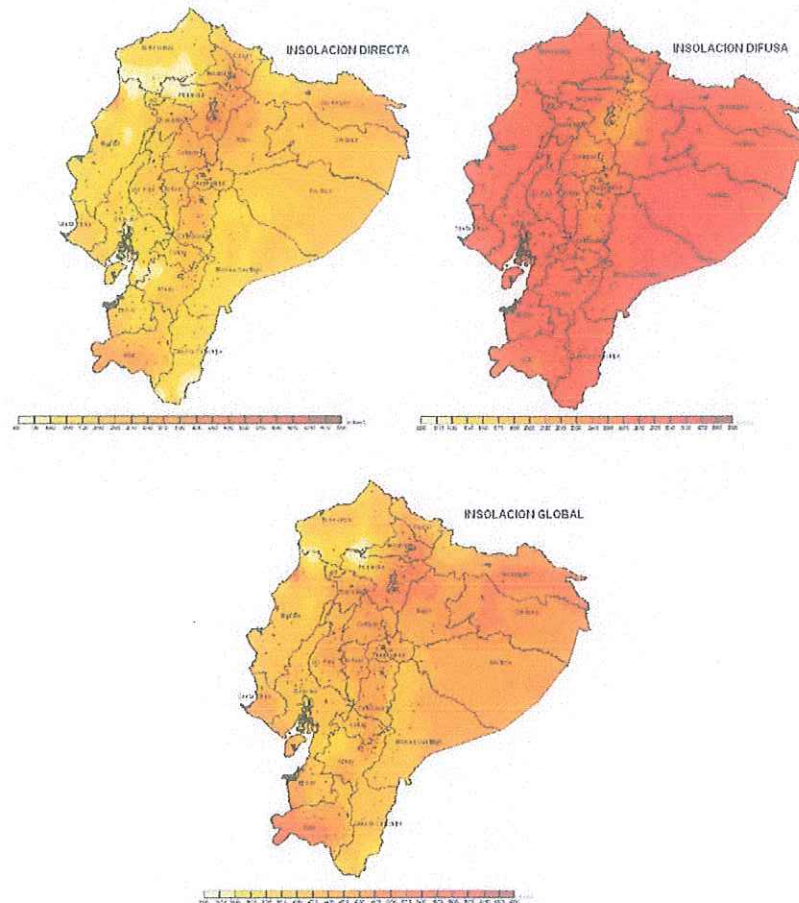


Figura 7. Energía que ingresa a la tierra en promedio cada año, expresada en Tera vatios-año (TW-año). Según Davis Ged, 1990

Como se había especificado anteriormente a cada instante la superficie del hemisferio terrestre expuesto al Sol recibe una potencia de más de 50.000 TW pero teniendo en cuenta la información brindada por el Atlas solar debemos conocer la cantidad de energía térmica que se genera en la ciudad de Milagro, ya que para el diseño e implementación de un seguidor solar también es necesario definir las condiciones ambientales que estará expuesto en un lugar determinado, que permita una mayor eficiencia en el panel solar y el prototipo. [5]

2.4.1 INSOLACIÓN DIFUSA

Como su nombre lo indica es el resultado de la variación de radiación captada por la atmosfera (Los rayos solares no ingresan directamente a la superficie de la tierra).

2.4.2 INSOLACIÓN DIRECTA

A lo contrario de la insolación difusa este tipo de radiación no varía por su paso a través de la atmosfera, (Ingresa directamente a la superficie de la tierra).

2.4.3 INSOLACIÓN GLOBAL

Será la suma de las insolaciones directa y difusa. [5]

En la siguiente tabla tenemos la cantidad de energía térmica que genera el sol durante todo un año en Ecuador - Provincia del Guayas – ciudad de Milagro.

Mes	Insolación Difusa Wh/m ²	Insolación Directa Wh/m ²	Insolación Global Wh/m ²
Enero	800	2900	3700
Febrero	2050	3140	5190
Marzo	2710	3150	5860
Abril	1390	2925	4315
Mayo	2370	2810	5180
Junio	2380	2925	5305
Julio	2465	3700	6165
Agosto	3155	4330	7485
Septiembre	4150	4360	8510
Octubre	3040	3270	6310
Noviembre	3160	4030	7190
diciembre	2050	3250	5300

Tabla 1. Insolación solar difusa, directa y global de la Ciudad de Milagro. (CONELEC-2018)

Dados los siguientes parámetros obtenidos en las curvas de potencia de los diferentes tipos de insolaciones del Atlas solar de la ciudad de Milagro se puede observar que la mayor cantidad de irradiación solar en términos de potencia se obtienen a partir del mes de JULIO a DICIEMBRE, de igual manera se puede divisar que el mes de SEPTIEMBRE es el mes de mayor insolación, por ende estos serían los meses donde se puede obtener el mayor aprovechamiento para el rendimiento de los equipos de captación solar.

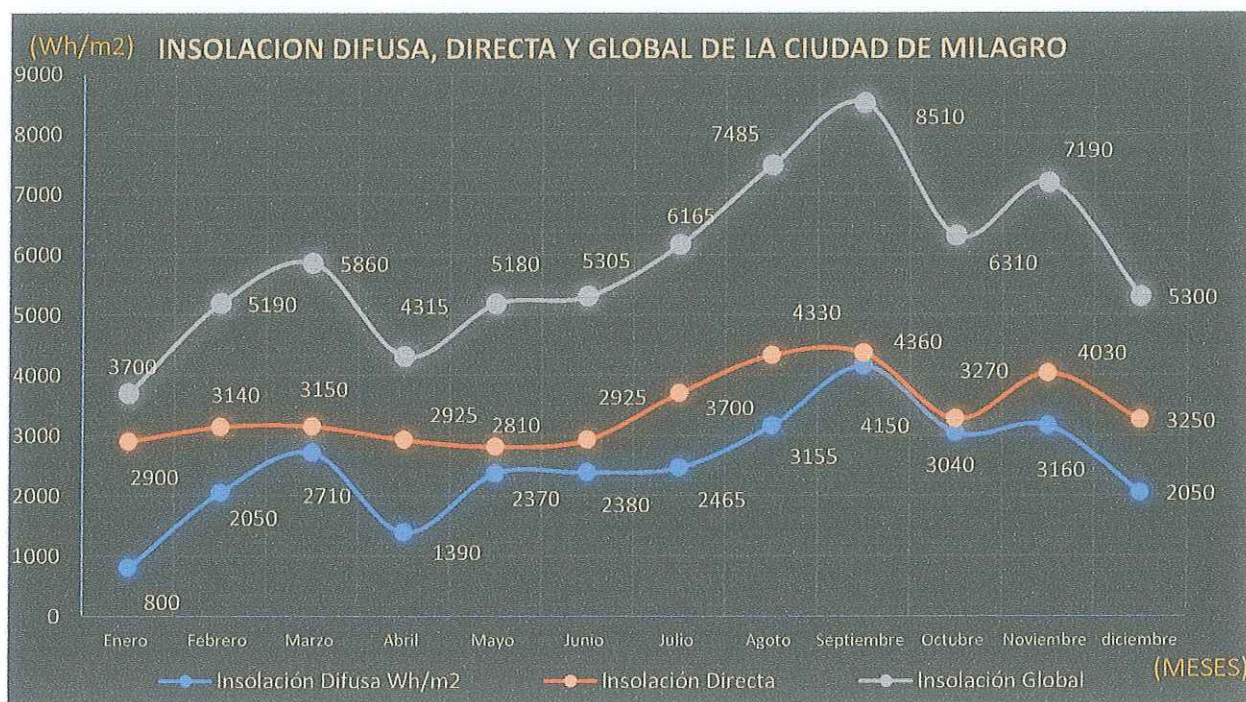


Figura 8. Insolación solar difusa, directa y global de la Ciudad de Milagro. (CONELEC-2018)

CAPÍTULO 3

3. METODOLOGÍA

La metodología que se utilizará dentro de este documento se ilustra en la figura 5, la cual está compuesta por una serie de fases: el análisis del sistema de control del seguidor solar, el diseño del mecanismo a dos ejes con ARDUINO UNO, la evaluación de pruebas específicas entre un panel inerte y otro con movimiento (seguidor solar), la presentación del prototipo con el algoritmo generado y el análisis del porqué de las mejoras al sistema. [8]

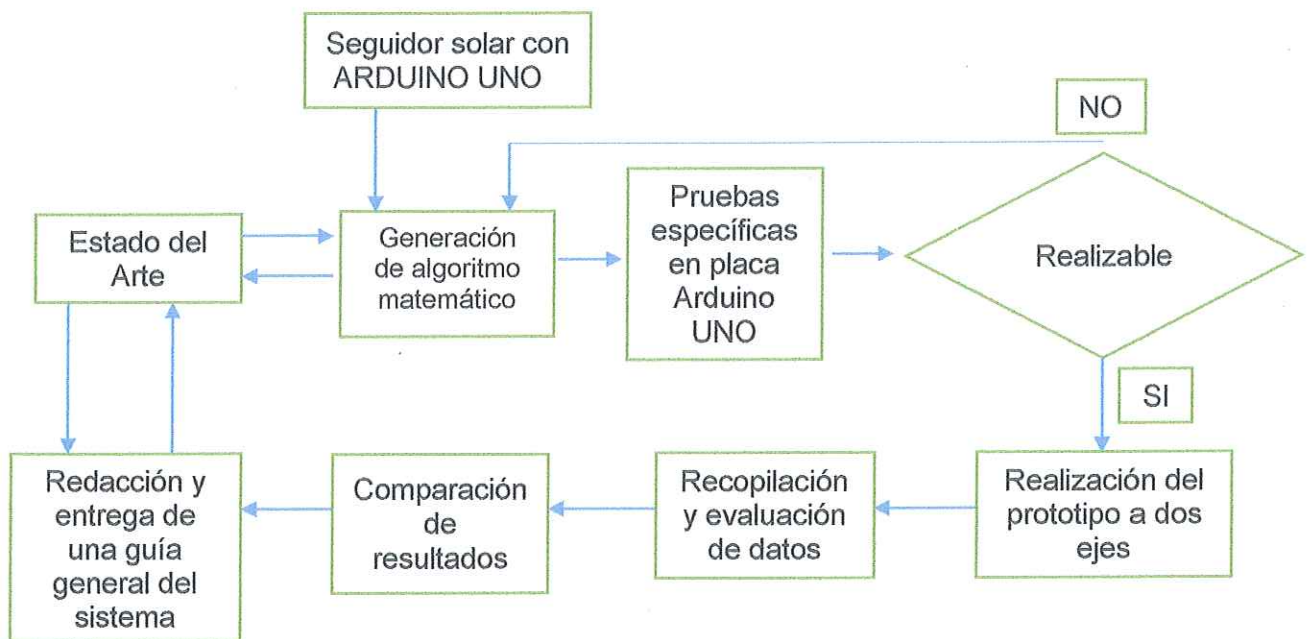


Figura 9. Metodología para el diseño e implementación de un banco de pruebas para un seguidor solar en Arduino UNO. (Víctor H-2015)

3.1 FASE 1

En esta etapa el análisis de investigación de la documentación de los antecedentes teóricos, el estado del arte en relación al tema tratado y los criterios de evaluación, son fundamentales para la generación del algoritmo matemático donde se pondrán analizar los componentes del prototipo, la placa micro controladora ARDUINO UNO además de formatos, códigos y cualquier otro elemento que esté relacionado con el sistema y las operaciones que el seguidor solar desempeña.

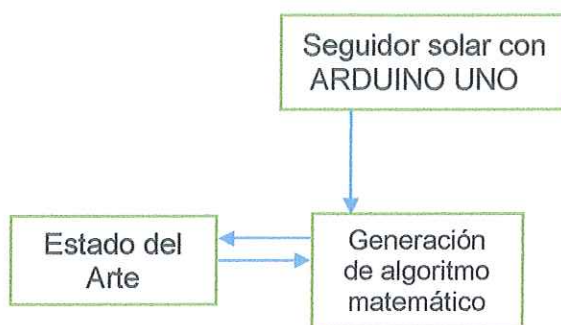


Figura 10. Metodología para análisis del sistema de control.

3.2 FASE 2

En esta etapa se realizará la prueba del algoritmo generado y el funcionamiento del mismo insertado en la placa Arduino UNO, se efectuarán las simulaciones necesarias que garanticen la eficiencia del lenguaje matemático, así como garantizar el funcionamiento de los demás componentes que integran al prototipo, inspeccionando una y otra vez el algoritmo otorgando la veracidad de nuestro proyecto de saber si es realizable o no.

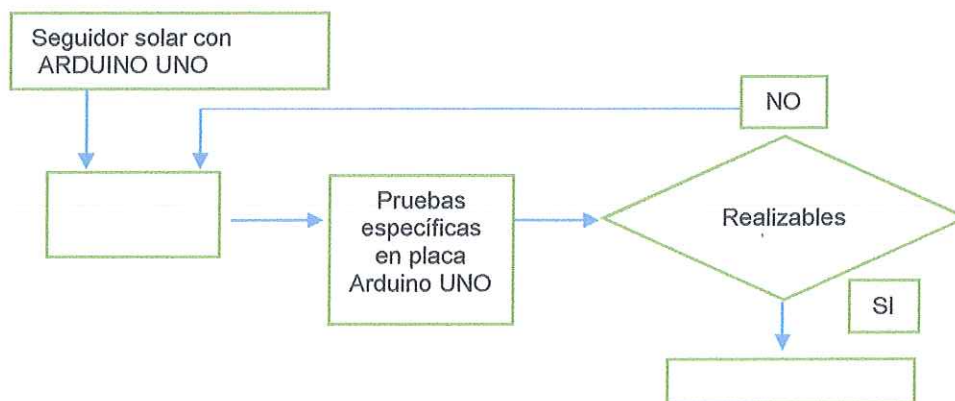


Figura 11. Metodología para el diseño e implementación de pruebas específicas.

3.3 FASE 3

En esta etapa se llevará a cabo la realización del prototipo, el cual estará conformado por dos servomotores que le brindarán los grados de libertad necesarios para realizar los movimientos tanto verticales como horizontales, cuatro fotorresistencias que serán las encargadas de captar la luz solar que mediante el algoritmo de Arduino se convertirán en los sensores que manden la señal para el movimiento a los servomotores, un panel solar mono cristalino que captara la energía solar transformándola en energía eléctrica continua y así poder tomar las lecturas en función de la potencia generada y la más importante la placa ARDUINO UNO que será el cerebro del prototipo que generara los códigos de movimientos que acoplara todos los componentes electrónicos.

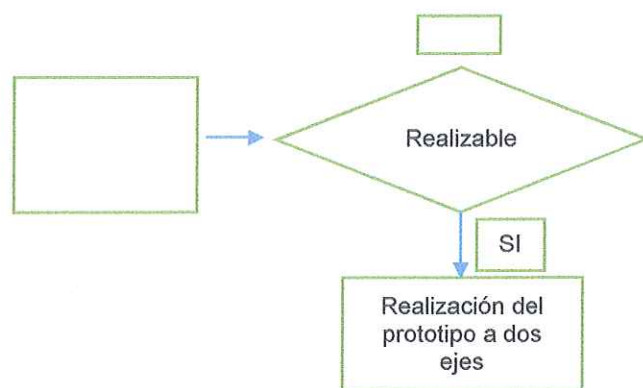


Figura 12. Metodología para la realización del prototipo.

3.4 FASE 4

En esta etapa se contemplarán los resultados obtenidos para poder darle mayor robustez y confiabilidad al sistema de funcionamiento del prototipo, las pruebas se darán basándose entre dos paneles solares, uno móvil con dos ejes y otro inmóvil. Se analizará el prototipo realizando mediciones de la cantidad de potencia generada, procesamiento de señales solares, y sistema de control para ARDUINO UNO. Los paneles están expuestos a factores que degradan su eficiencia, como el polvo, días nublados, lluvias, etc. Por lo que también se tendrán en cuenta para las pruebas que se llevaran a cabo en el transcurso del tiempo determinado.

Mediante las evaluaciones realizadas se podrán definir y proponer las alternativas de mejoras que se están llevando a cabo en el prototipo a dos ejes de tal manera que sirvan como una guía para un diseño de mayor capacidad.



Figura 13. Metodología para las medidas de potencia que genera el panel solar

3.5 FASE 5

En esta etapa se efectuará un resumen y conclusiones de las fases preliminares, realizando una redacción coherente de los resultados obtenidos

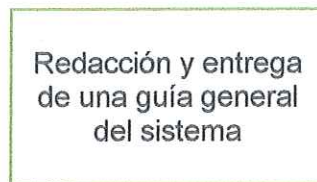


Figura 14. Redacción y entrega del resumen documentada.

CAPÍTULO 4

4. DESARROLLO DEL TEMA

El prototipo a escala que se procederá a realizar será sometido a pruebas específicas para verificar la fiabilidad y la tenacidad del dispositivo tomando una lectura de la cantidad de potencia generada por el panel durante las 12 horas del día y comparar con las lecturas de un panel inmóvil.

4.1 GENERACIÓN DE ALGORITMO MATEMÁTICO

En primera instancia se procederá a comprobar la efectividad del algoritmo matemático que se instalará en la placa del micro controlador Arduino UNO, en el siguiente grafico se muestra el esquema básico del prototipo seguidor solar realizado

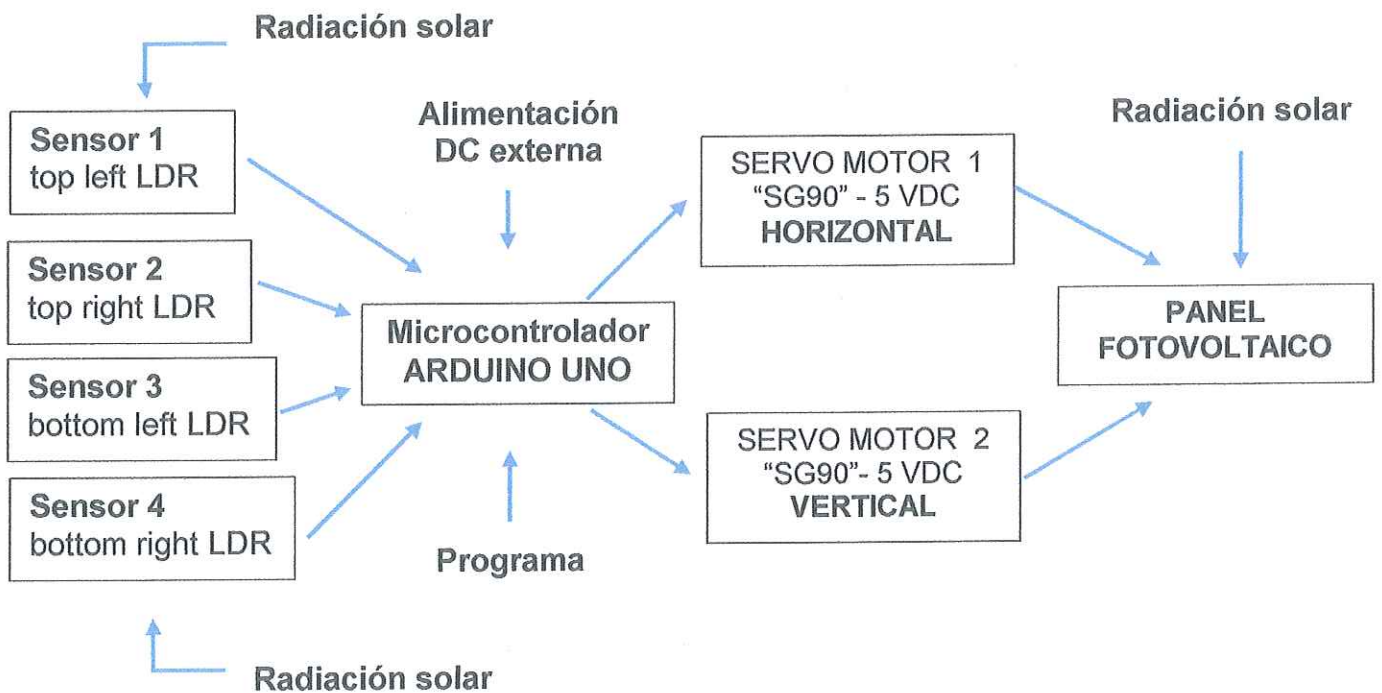


Figura 15. Esquema del prototipo del seguidor solar a dos ejes.

Luego de haber determinado el esquema base para la realización del prototipo se procede a realizar los pasos para la interpretación del algoritmo matemático que se insertara en la placa, los cuales serán los siguientes:

- En primera instancia del algoritmo se define los servomotores para el movimiento horizontal (derecha e izquierda) y vertical (arriba y abajo), dándole grados de libertad mínimo de 20° y máximo de 160°.
- En la segunda parte del algoritmo se define las LDR (resistencia dependiente de la luz) donde top left (movimiento superior a izquierda), top right (movimiento superior a derecha), bottom left (movimiento inferior a izquierda) y bottom right (movimiento inferior a derecha).
- En la tercera parte del algoritmo se define las salidas digitales donde el servo horizontal estará conectado al pin 10 y el servo vertical al pin 9 de la placa Arduino UNO.
- En esta parte del algoritmo se define las lecturas de los servo horizontal y vertical creando variables para definir sus movimientos, realizando los cálculos internamente para sacar el promedio de los valores de las variaciones de voltajes generados por las LDR, para luego poder tomar lectura de la posición de mayor captación de luz en las fotorresistencias LDR.
- En esta parte del algoritmo se define los parámetros para que se generen los movimientos en función de las lecturas tomadas de los promedios generados por las variaciones de voltajes, (si el valor de la lectura de la derecha es mayor al de la izquierda, el servo horizontal se dirigirá hacia la derecha e inversamente), (si el valor de lectura de arriba es mayor a la de abajo el servo vertical se dirigirá hacia arriba e inversamente).

Una vez generado el algoritmo se procede a ser insertado en la placa micro controladora Arduino UNO, luego de haberse comprobado y garantizado la efectividad del algoritmo, se procede a continuar con el diseño y armado del prototipo.

4.2 GENERACIÓN DE DISEÑO Y ARMADO DEL PROTOTIPO

Luego de haberse garantizado la efectividad del algoritmo se procede a realizar el diseño del sistema esquemático electrónico para la interconexión de todos los microcomponentes con la placa Arduino UNO la cual será la siguiente.

4.2.1 INTERCONEXIÓN DE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS DEL PROTOTIPO

El siguiente esquema representa la conexión de las fotorresistencias (LDR) y las resistencias de 10 k ohm las cuáles serán las encargadas de direccionar el panel fotovoltaico, enviándole la señal a los servomotores por medio de las entradas digitales de Arduino UNO A0, A1, A2, A3 (Entradas digitales).

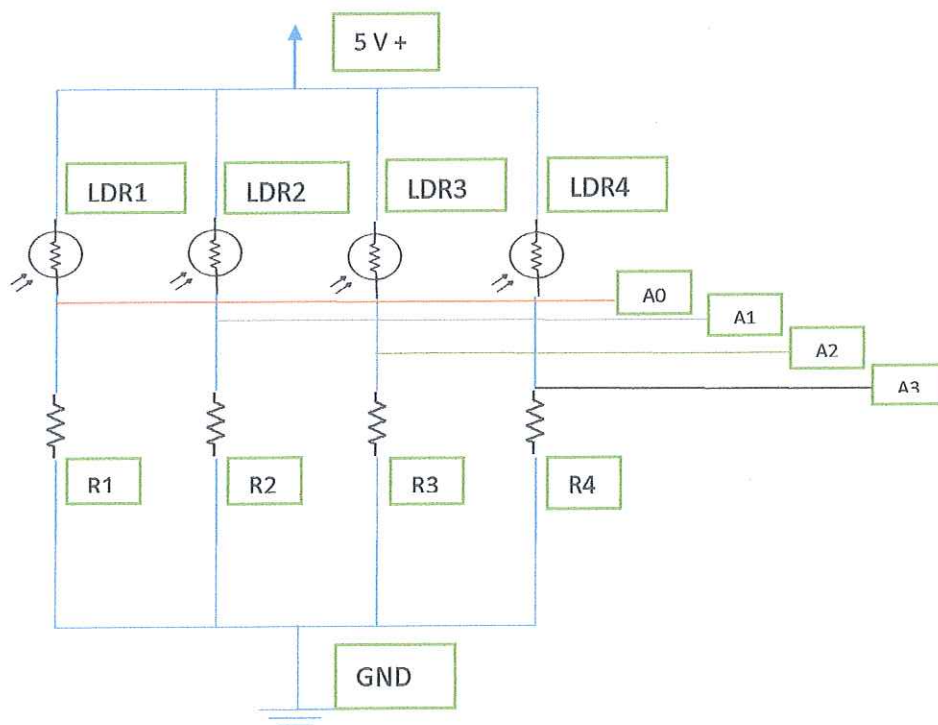


Figura 16. Sistema esquemático, conexión sistema de resistencias con la placa Arduino UNO

El funcionamiento del sistema se basa en el comportamiento de las resistencias LDR ya que funcionan a base de la captación de luz, cuando no incide luz su resistencia aumenta a un valor muy elevado “más de 100 MG ohm” y cuando capta luz su resistencia disminuye drásticamente, al conectarla en serie con la resistencia fijas de 10 k ohm y en paralelo entre las demás, como se ilustra en **figura 16** podemos convertirla en un divisor de voltaje que varía en función de la luz extrayendo las señales A0, A1, A2, Y A3 las cuales serán conectadas a las entradas digitales de Arduino UNO que se encargara internamente de convertirlas en señales digitales para mover los servomotores 1 y 2 dándole los movimientos tanto verticales como horizontales.

4.2.2 INTERCONEXIÓN DE SERVOMOTORES CON ARDUINO UNO

El esquema representa la conexión y alimentación de 5vcd (positivo) y GND (negativo o tierra) de los servomotores con la placa Arduino UNO donde D9 Y D10 son las salidas digitales de Arduino.

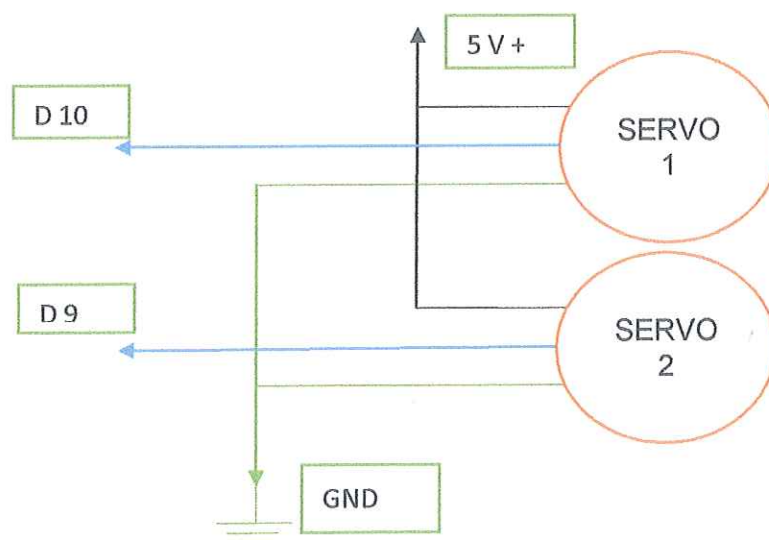


Figura 17. Sistema esquemático, conexión de servomotores 5VDC

El esquema representa la conexión y alimentación de 5vcd (positivo) y GND (negativo o tierra) de los servomotores con la placa Arduino UNO donde D9 Y D10 son las salidas digitales de Arduino.

4.3 DISEÑO Y ARMADO DEL PROTOTIPO

Luego de haber determinado todos los pasos que anteceden a garantizar el funcionamiento del prototipo se procede al armado y diseño del prototipo.

Primeramente ingresamos el software a la placa Arduino UNO, garantizando si eficacia se envía a correr el programa de lenguaje matemático.

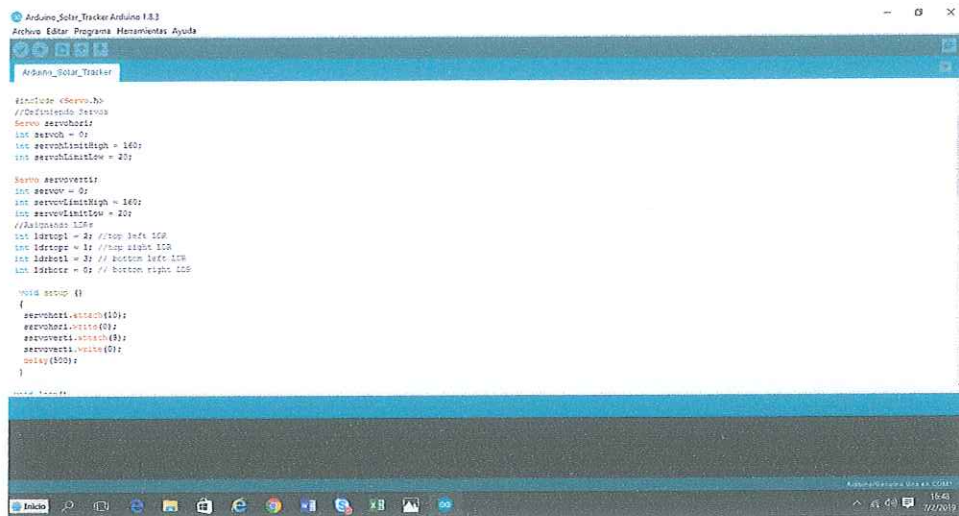


Figura 18. Ingreso de software para placa Arduino UNO

Segundo, procedemos a conectar los servomotores con la placa micro controladora para poder realizar las pruebas pertinentes, garantizando su uso y sus movimientos tanto vertical como horizontal.

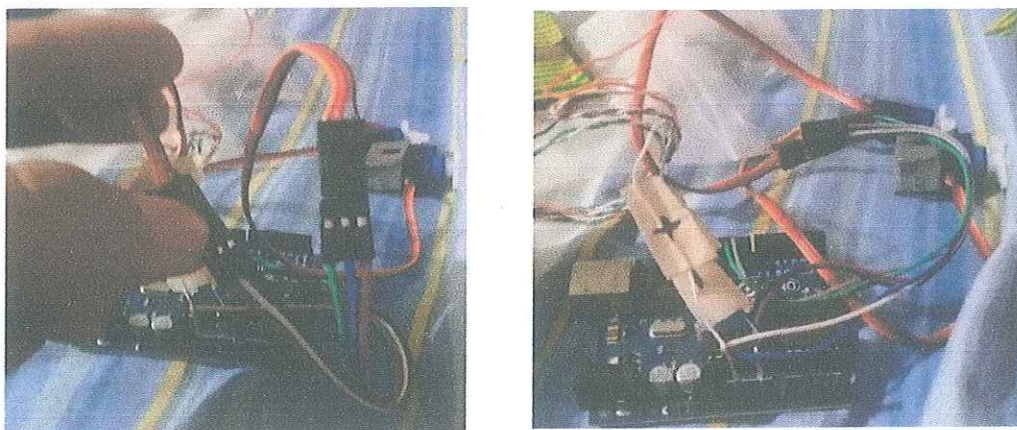


Figura 19. Conexión de los servomotores 1 y 2 (para movimiento vertical y horizontal)

Como tercero, se procede a la conexión de las LDR (resistencia dependiente de la luz) y las resistencias fijas en una baquelita electrónica incluyendo el panel fotovoltaico, para luego conectarlos con el microcontrolador.



Figura 20. Conexión de las LDR, resistencias fijas y panel fotovoltaico en una placa baquelita

Como cuarto punto, se procede al diseño y armado del prototipo acoplando los servomotores con dos ejes a una base fija para brindarle los movimientos e inclinación que adoptara el panel fotovoltaico.



Figura 21. Diseño y armado del prototipo a dos ejes

4.4 COMPARACIÓN DE RESULTADOS

Las primeras tomas de lectura se realizan en un panel solar inmóvil a escala, conectado a un led de 1,8 mA tomando los valores de voltajes y calculando la cantidad de potencia generada en una sola posición que se mostraran en la siguiente tabla.

HORAS DIA	DEL VDC. ESTATICO	PANEL POTENCIA GENERADA (mW)
7:00 am	3.46 VCD	6.23 mW
8:00 am	3.63 VCD	6.53 mW
9:00 am	4.29 VCD	7.72 mW
10:00 am	4.35 VCD	7.83 mW
11:00 am	4.41 VCD	7.93 mW
12:00 am	5.11 VCD	7.94 mW
13:00 pm	5.49 VCD	9.20 mW
14:00 pm	4.34 VCD	7.81 mW
15:00 pm	4.12 VCD	7,41 mW
16:00 pm	3.48 VCD	6.26 mW
17:00 pm	3.56 VCD	6.40 mW
18:00 pm	2.49 VCD	4.48 mW
19:00 pm	1.23 VCD	2.21 mW

Tabla 2. Valores en función de la potencia generada por un panel sin seguidor.

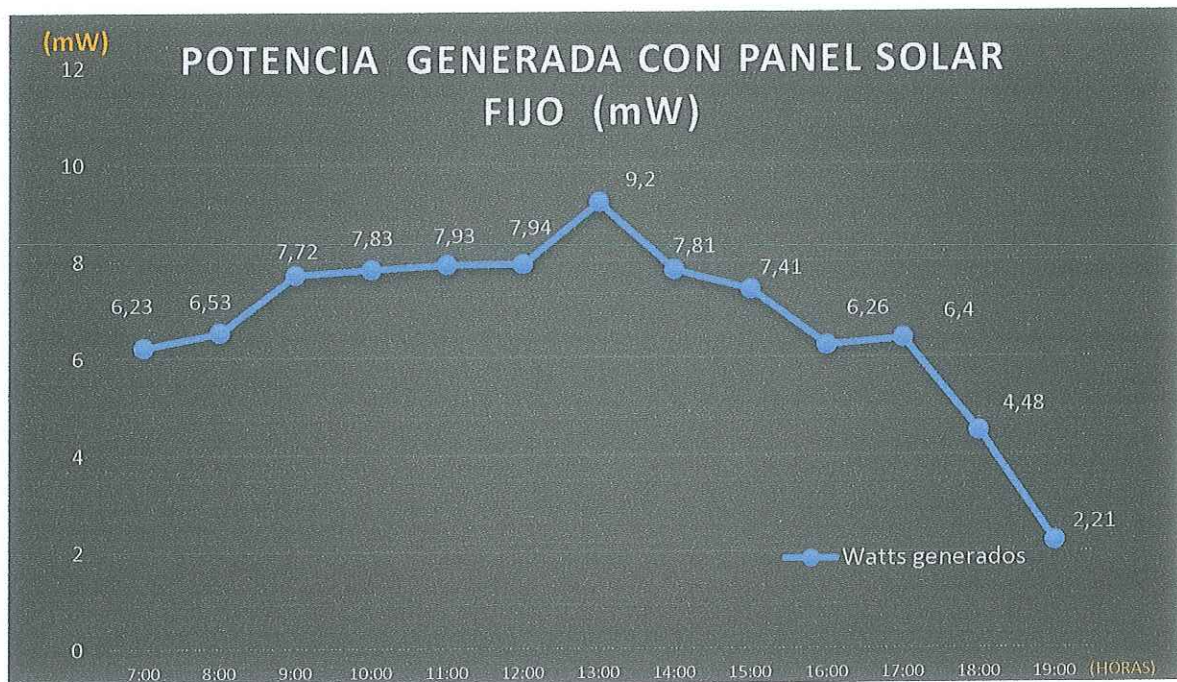


Figura 22. Potencia generada con un panel fijo

Luego de haber determinado las primer tomas en un panel sin seguidor, se procede a realizar las segundas tomas de lectura en un panel con la implementación del seguidor solar a dos ejes a escala, conectado a un led de 1,8 mA tomando los valores de voltajes y calculando la cantidad de potencia generada en una sola posición que se mostraran en la siguiente tabla.

Horas del día	VCD. Panel con seguidor solar	Watts generados (mW)
7:00 am	3.69 VCD	6.64 mW
8:00 am	4.72 VCD	6.49 mW
9:00 am	4.49 VCD	8.08 mW
10:00 am	4.85 VCD	8.73 mW
11:00 am	4.92 VCD	8.86 mW
12:00 am	5.45 VCD	9.81 mW
13:00 pm	5.48 VCD	9.86 mW
14:00 pm	5.44 VCD	9.79 mW
15:00 pm	4.82 VCD	8.67 mW
16:00 pm	4.68 VCD	8.42 mW

17:00 pm	4.26 VCD	7.67 mW
18:00 pm	3.37 VCD	6.06 mW
19:00 pm	2.12 VCD	3.82 mW

Tabla 3. Valores en función de la potencia generada por un panel con seguidor.

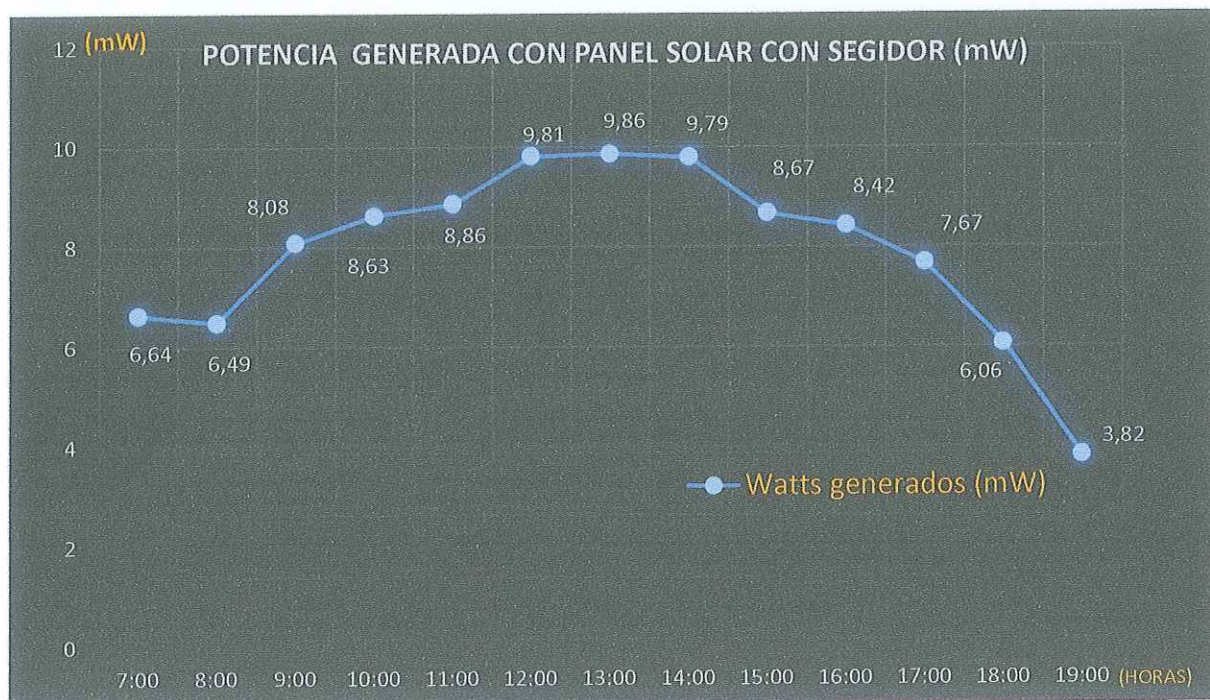


Figura 23. Potencia generada con un panel con seguidor a dos ejes

Luego de haber culminado con la toma de lectura entre ambos paneles con y sin seguidor solar se procede a Comparar los resultados obtenidos entre el panel con seguidor solar y el panel solar inmóvil

Horas del día	Watts de un Panel estático	Watts de un Panel con seguidor solar
7:00 am	6.23 mW	6.64 mW
8:00 am	6.53 mW	6.49 mW
9:00 am	7.72 mW	8.08 mW
10:00 am	7.83 mW	8.73 mW
11:00 am	7.93 mW	8.86 mW

12:00 am	7.94 mW	9.81 mW
13:00 pm	9.20 mW	9.86 mW
14:00 pm	7.81 mW	9.79 mW
15:00 pm	7,41 mW	8.67 mW
16:00 pm	6.26 mW	8.42 mW
17:00 pm	6.40 mW	7.67 mW
18:00 pm	4.48 mW	6.06 mW
19:00 pm	2.21 mW	3.82 mW
Sumatoria:	87,95 mW	102,8 mW

Tabla 4. Valores de la cantidad de potencia generada por un panel con seguidor solar y otro sin seguidor.

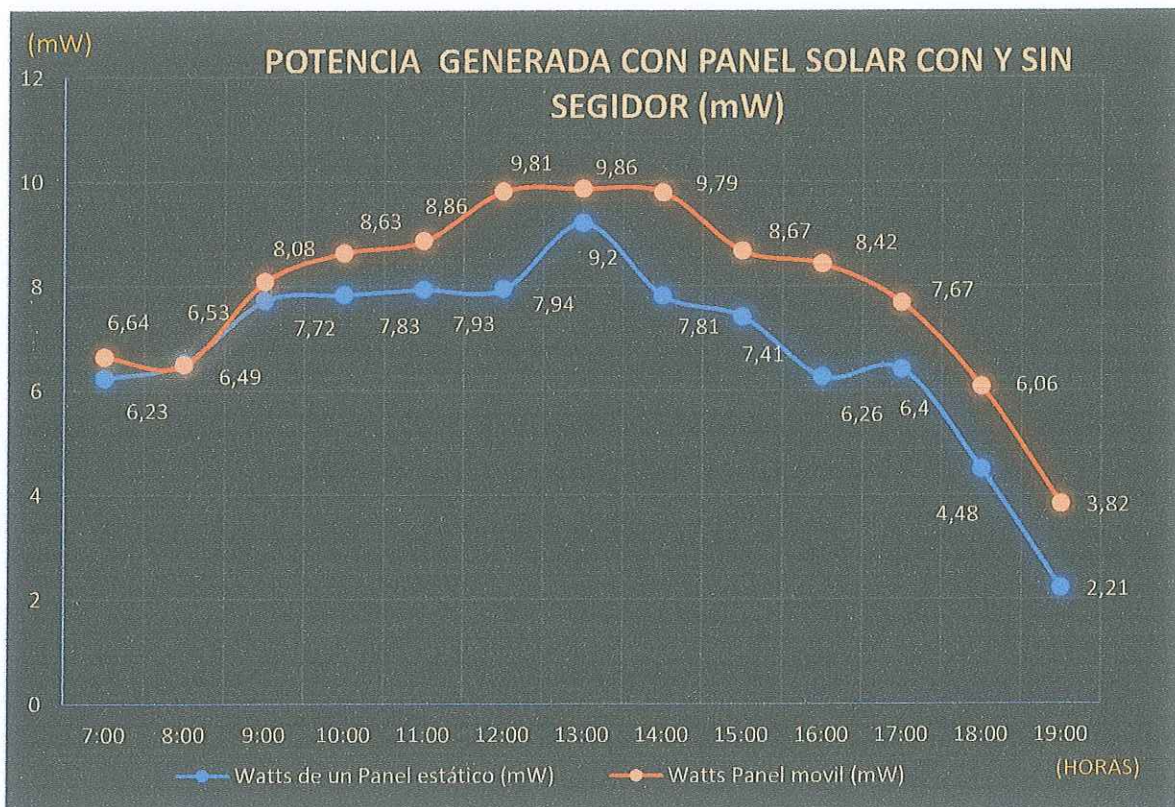


Figura 24. Comparación de Potencia generada entre un panel fijo y un panel con seguidor a dos ejes

comparando los resultados obtenidos entre un panel estático y un panel con seguidor a dos ejes, se puede constatar que la curva de potencia obtenida es mucho más estable en un panel con seguidor, frente a un panel sin seguidor.

Así mismo podemos confirmar y garantizar que se logró aumentar la eficiencia de captación de energía solar en términos de potencia en un 16,88 % en tan solo un día del mes de octubre gracias al prototipo realizado.

Luego procedemos a realizar los cálculos pertinentes para constatar cuantos watts podemos ganar en función a la radiación solar que ingresa a la superficie terrestre anualmente para compararlo entre el panel móvil y el panel fotovoltaico fijo, para realizar la tabla se transforma los mW antes tomados en el panel del prototipo y el panel fijo a Watts para así poder determinar la siguiente tabla.

Mes	PANEL FIJO (Wh/m2)	PANEL MOVIL (Wh/m2)	POTENCIA GANADA (Wh/m2)
Enero	18,57	21,70	3,13
Febrero	26,04	30,44	4,40
Marzo	29,40	34,37	4,96
Abril	21,65	25,31	3,66
Mayo	25,99	30,38	4,39
Junio	26,62	31,11	4,49
Julio	30,93	36,16	5,22
Agosto	37,56	43,90	6,34
Septiembre	42,70	49,91	7,21
Octubre	31,66	37,01	5,35
Noviembre	36,08	42,17	6,09
Diciembre	26,59	31,08	4,49
SUMATORIA	353,80	413,54	59,74

Tabla 5. Cantidad de potencia generada entre un panel móvil y un panel fotovoltaico fijo mensualmente.

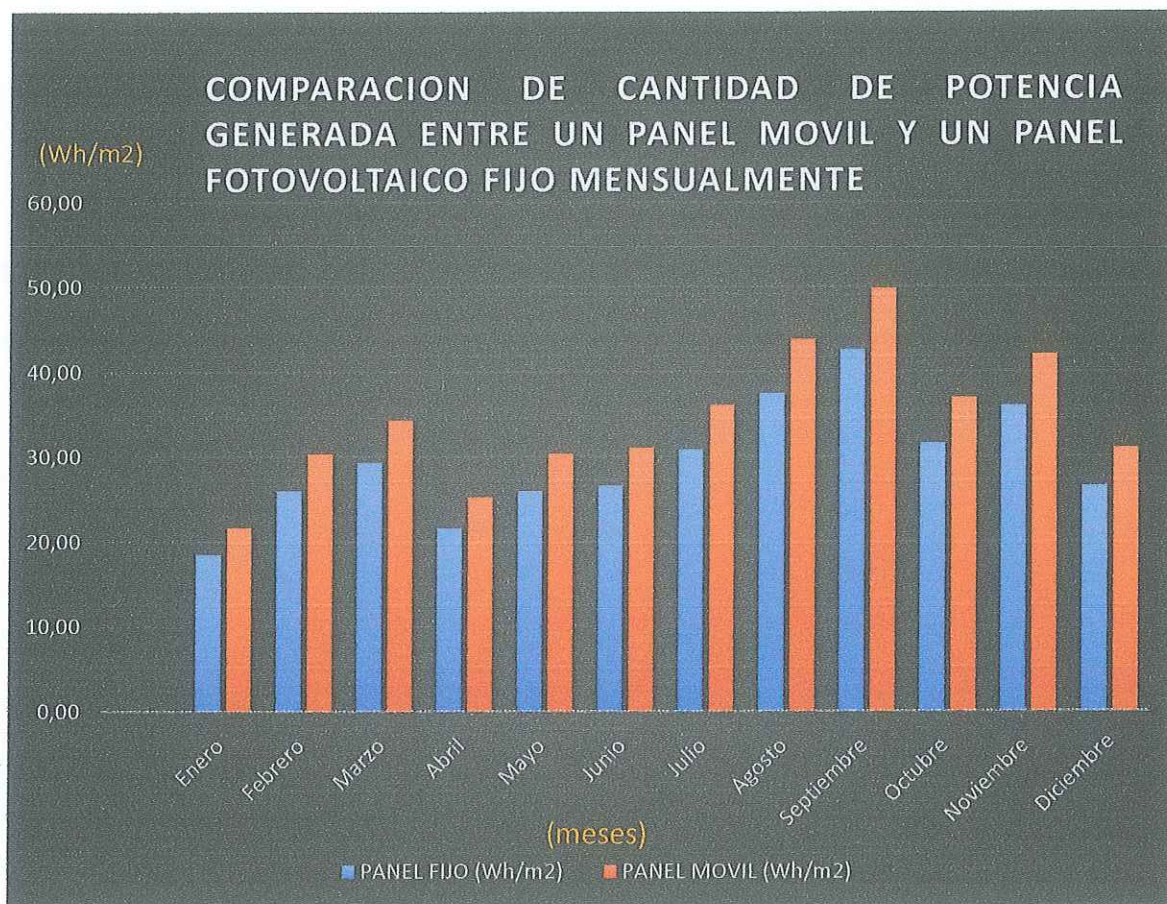


Figura 25. Comparación de Potencia generada entre un panel fijo y un panel con seguidor a dos ejes mensualmente.

Una vez que se realiza los cálculos necesarios para poder adquirir los datos de la cantidad de potencia ganada se puede pronosticar gracias a los parámetros que nos otorga el Atlas solar del Ecuador y el prototipo realizado, que mensualmente se obtendrá más del 16.88 % de potencia ganada en un panel con movimiento continuo a dos ejes entre un panel fotovoltaico fijo.

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES

El prototipo realizado cumple con las expectativas requeridas como un seguidor solar continuo a dos ejes, ya que se realizaron pruebas específicas corroborando su desempeño y además que es capaz de captar las coordenadas del sol a cada momento del día, siendo así su margen de error muy despreciable en comparación a un panel fotovoltaico con mecanismo fijo con respecto a los cálculos matemáticos que se deben realizar para poder percibir la irradiación solar en una sola posición.

La comparación de los resultados obtenidos fue muy satisfactoria, ya que se pudo constatar la cantidad de potencia sé que puede obtener en un panel fotovoltaico con un mecanismo de movimiento continuo a dos ejes con seguidor solar, frente a un panel fijo, que en nuestro caso llego a ser de un 17 % de ganancia en función a la potencia obtenida entre ambos paneles, cumpliendo así con el objetivo principal de nuestro proyecto “Diseñar e implementar un seguidor solar a dos ejes para el incremento en la eficiencia de captación solar en un panel fotovoltaico”.

Para su diseño se emplearon micro dispositivos electrónicos muy frecuentes en nuestro país que son de fácil adquisición a un bajo costo, como fotorresistencias, microcontroladores y servo motores, etc.

La utilización de este tipo de energía significa un gran avance para nuestro país en el campo de la investigación y optimización de las diferentes fuentes de energías renovables, como en este caso la energía solar, ya que en un futuro generar sistemas que logren realizar seguimientos continuos del sol que aumenten eficiencia en captación de irradiación solar por los paneles fotovoltaicos constituyen un considerable ahorro en la generación de energía eléctrica por medio de combustibles fósiles, minimizando así las emisiones de diferentes tipos de gases a la atmosfera, también llamado “efecto de invernadero”.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Ingrid Angulo Cortez "Análisis de la incidencia de la cooperación entre China y Ecuador en el cambio de la matriz energética ecuatoriana", Instituto de altos estudios nacionales de Quito (IAEN), agosto 2017
- [2] Escobar Mejía, Andrés; Holguín Londoño, Mauricio; Osorio r., Juan Carlos "diseño e implementación de un seguidor solar para la optimización de un sistema fotovoltaico", Universidad tecnológica de Pereira. (ISSN) 0122-1701. abril 2010
- [3] Power and productivity for a better Word ABB "Plantas fotovoltaicas" cuaderno de aplicaciones técnicas n.-10, abril 2016
- [4] Pedro Antonio Díaz "implementación de sistema de seguidor solar de paneles fotovoltaico para la optimización de la captación de energía solar" instituto superior tecnológico sudamericano (TECSU) de Guayaquil. enero 2018
- [5] Davis Wilmar "Sistemas fotovoltaicos para uso Industrial" Escuela tecnológica instituto técnico central, Bogotá 2015
- [6] Cervero Hernández, Víctor López Quindós "Construcción integral de un seguidor solar de dos ejes y control de sus respectivos motores" Universidad de Valladolid junio 2013
- [7] Elkin "plantas fotovoltaicas (ABB cuaderno técnico). 2016
- [8] Víctor h. Benítez, Cuitláhuac Iriarte, Elberth A. Enríquez "Diseño de un banco de pruebas para un sistema de control de seguidor solar" Universidad de Sonora Hermosillo, México. 2015

REFERENCIAS WEB

1. <http://repositorio.iaen.edu.ec/bitstream/24000/4776/1/TESINA%20Angulo%20Cortez%20Ingrid.pdf>
2. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4566789>
3. https://library.e.abb.com/public/e703d99268365a43c125791f002ce826/ITXA007109G0701_CT10.pdf
4. <http://repositorio.tecsu.edu.ec:8080/jspui/handle/123456789/105>
5. https://repositorio.itc.edu.co/bitstream/001/52/1/Proyecto_Davis_ver_4_SISTEMAS%20FOTOVOLTAICOS%20PARA%20USO%20INDUSTRIAL.pdf
6. <http://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/7102/1/PFC-P-120%3b121.pdf>
7. http://www.iiis.org/CDs2015/CD2015IMC/CICIC_2015/PapersPdf/CB959TT.pdf



REGISTRO DE ACOMPAÑAMIENTOS

Inicio: 05-11-2018 Fin 30-04-2019

FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERIA

CARRERA: INGENIERÍA INDUSTRIAL

Línea de investigación: DISEÑO DE SISTEMAS PRODUCTIVO Y LOGÍSTICOS

TEMA: ANÁLISIS DE EFICIENCIA DE UN SEGUIDOR SOLAR A DOS EJES PARA FINES ENERGÉTICOS

ACOMPAÑANTE: MUÑOZ SALCEDO JOSE MARTIN

DATOS DEL ESTUDIANTE			
Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	CÉDULA	CARRERA
1	HERRERA CRUZ ERICK ADALBERTO	0940166341	INGENIERÍA INDUSTRIAL
2	JALON VILLON ROMMEL ABDON	0924940638	INGENIERÍA INDUSTRIAL

Nº	FECHA	HORA		Nº HORAS	DETALLE
1	2019-04-01	Inicio: 06:26 a.m.	Fin: 08:26 a.m.	2	REPLANTEAMIENTO DEL TEMA
2	2019-08-01	Inicio: 06:25 a.m.	Fin: 09:25 a.m.	3	IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA, FORMULACIÓN DE OBJETIVOS
3	2019-10-01	Inicio: 06:25 a.m.	Fin: 08:25 a.m.	2	COORDINACIÓN DEL CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES
4	2019-17-01	Inicio: 06:26 a.m.	Fin: 08:26 a.m.	2	BÚSQUEDA DEL ESTADO DEL ARTE: SEGUIDORES SOLARES
5	2019-22-01	Inicio: 06:25 a.m.	Fin: 08:25 a.m.	2	DESARROLLO DEL PROTOTIPO
6	2019-24-01	Inicio: 03:26 a.m.	Fin: 07:26 a.m.	4	REVISIÓN DE LA METODOLOGÍA
7	2019-29-01	Inicio: 06:26 a.m.	Fin: 08:26 a.m.	2	DESARROLLO DE LA PROPUESTA
8	2019-07-05	Inicio: 14:58 p.m.	Fin: 17:58 p.m.	3	DIRECTRICES DE SUSTENTACIÓN Y PRESENTACIÓN DE EXPOSICIÓN

MUÑOZ SALCEDO JOSE MARTIN
PROFESOR(A)

BUCHELI CARPIO LUIS ANGEL
DIRECTOR(A)

HERRERA CRUZ ERICK ADALBERTO
ESTUDIANTE

JALON VILLON ROMMEL ABDON
ESTUDIANTE

Dirección: Cdla. Universitaria Km. 1 1/2 vía km. 26
Conmutador: (04) 2715081 - 2715079 Ext. 3107
Telefax: (04) 2715187
Milagro • Guayas • Ecuador

VISIÓN
Ser una universidad de docencia e investigación.

MISIÓN
La UNEMI forma profesionales competentes con actitud proactiva y valores éticos, desarrolla investigación relevante y oferta servicios que demanda el sector externo, contribuyendo al desarrollo de la sociedad.

Urkund Analysis Result

Analysed Document: extracto_201933122926.docx (D50481030)
Submitted: 10/04/2019 18:58:00
Submitted By: jmunozs@unemi.edu.ec
Significance: 3 %

Sources included in the report:

<http://www.climacosmico.com/tag/sol/>
[http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/13468/1/
EspinosaAlfonsoJuanDavid2018.pdf](http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/13468/1/EspinosaAlfonsoJuanDavid2018.pdf)

Instances where selected sources appear:

5

