



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROPUESTA TECNOLÓGICA

ESTIMACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA POR EFECTO DE LA TEMPERATURA EN UNA ESTACIÓN FOTOVOLTAICA DE 2 kW

Propuesta Tecnológica presentada previo a la obtención del Título de Ingenieros en Electromecánica.

Autores:

Mendoza Chilig Francisco Alexander

Toaquiza Toaquiza Wilmer Javier

Tutor:

Ing. Luis Rolando Cruz Panchi. MSc.

LATACUNGA – ECUADOR

Marzo 2022



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Los postulantes, Mendoza Chilig Francisco Alexander y Toaquiza Toaquiza Wilmer Javier declaramos ser autores del presente Proyecto de Investigación: “ESTIMACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA POR EFECTO DE LA TEMPERATURA EN UNA ESTACIÓN FOTOVOLTAICA DE 2 kW”, siendo el Ing. Luis Rolando Cruz Panchi. MSc, tutor del presente trabajo; se excluye expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, se certifica que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva autoría.

Latacunga, agosto 2022.

AUTORES

Francisco Alexander Mendoza Chilig
C.C.: 050415101-0

Wilmer Javier Toaquiza Toaquiza
C.C.: 050400210-6



AVAL DEL TUTOR DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

En calidad de director de la Propuesta tecnológica sobre el título:

“ESTIMACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA POR EFECTO DE LA TEMPERATURA EN UNA ESTACIÓN FOTOVOLTAICA DE 2 kW”, de los señores Mendoza Chilig Francisco Alexander y Toaquiza Toaquiza Wilmer Javier, de la carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, agosto 2022.

TUTOR

Ing. Luis Rolando Cruz Panchi MSc.

C.C.: 050259517-6



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes: Mendoza Chilig Francisco Alexander y Toaquizza Toaquizza Wilmer Javier con el título de Proyecto de Investigación: **“ESTIMACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA POR EFECTO DE LA TEMPERATURA EN UNA ESTACIÓN FOTOVOLTAICA DE 2 kW”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometidos al acto de Sustentación del Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, agosto 2022

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)

Ing. Cristian Fabián Gallardo Molina. Mg.

C.C.: 050284769-2

Lector 2

Ing. Enrique Torres Tamayo. PhD.

C.C.: 175712194-0

Lector 3

Ing. Héctor Luis Laurencio Alfonso Dr.C.

C.C.: 175836725-2



AVAL DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA CARRERA DE ELECTROMECÁNICA



Latacunga, agosto 2022

Quien suscribe, Ing. Cristian Fabián Gallardo Molina. MSc., en calidad de Director de la carrera de Electromecánica, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, de la Universidad Técnica de Cotopaxi, CERTIFICO que los Sres. Mendoza Chilig Francisco Alexander y Toaquiza Toaquiza Wilmer Javier, realizaron en las instalaciones de la Facultad el proyecto tecnológico titulado. “ESTIMACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA POR EFECTO DE LA TEMPERATURA EN UNA ESTACIÓN FOTOVOLTAICA DE 2 kW” En la ejecución de dicho proyecto los Sres. Demostraron habilidades y conocimientos en su especialidad; así también generaron resultados que les serán de gran utilidad al área electromecánica, por cuanto se enfocaron en solucionar problemas inherentes a las energías alternativas y renovables, eficiencia energética y protección ambiental. Durante el trabajo de campo los Sres. En mención se hicieron acreedores de nuestra confianza por la responsabilidad, honestidad y profesionalismo demostrado.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los interesados dar uso a este documento como estimen conveniente.

Atentamente;

Ing. Cristian Fabián Gallardo Molina
DIRECTOR DE LA CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por brindarme salud y vida, por haberme otorgado una familia maravillosa, a mis padres Silvio y Laura quienes, con su apoyo, consejos y valores inculcados me han brindado la fortaleza y sabiduría para seguir adelante cumpliendo cada uno de mis metas propuestas, a mis hermanos, familiares y amigos que me han brindado su apoyo.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi en especial a la carrera de Ingeniería Electromecánica por brindarme la oportunidad de formarme en el ámbito profesional y humano dando así las herramientas necesarias para ser una persona útil en la sociedad.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al Ing. MSc. Luis Cruz por su orientación, por haber compartido sus conocimientos en el desarrollo de este trabajo y a lo largo de nuestra profesión como profesionales.

Francisco

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme dado fuerza y sabiduría para seguir adelante cumpliendo cada uno de mis metas propuestas, venciendo todos los obstáculos que se me ha presentado en el transcurso de la vida.

A mis queridos hermanos (as) y amigos por ayudarme y apoyarme moralmente.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi en especial a la carrera de Ingeniería Electromecánica por brindarme la oportunidad de formarme en el ámbito profesional y humano dando así las herramientas necesarias para ser una persona útil en la sociedad.

Al Ing. MSc. Luis Cruz por su orientación, seguimiento y supervisión en el desarrollo de este proyecto, pero especialmente por sus palabras de aliento para la culminación de esta investigación.

Javier

DEDICATORIA

A mis padres Silvio Mendoza y Laura Chilig quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me ha permitido llegar a cumplir hoy una meta más en mi vida, gracias por brindarme su apoyo incondicional. A mis hermanos Nicole, Fernanda y Stalin por el apoyo y cariño brindado, a todos mi familiares y amigos que me han brindado palabras apoyo y que han contribuido a continuar adelante en mi formación como persona y como profesional.

Francisco

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de investigación con todo cariño a mis abuelitos Francisco Toaquiza y Carmen Viracucha a pesar de sus ausencias, siempre les he llevado dentro de mi corazón y desde el cielo se sentirán orgullosos de mis logros.

A mis queridos padres Alfredo Toaquiza y Aida Viracucha por haberme apoyado constantemente e incondicional durante toda mi vida, por brindarme su apoyo moral y económico para lograr culminar con mi profesión, gracias a ellos soy lo que soy.

A mis hermanos Mirian Toaquiza por ser como mi segunda madre, William Toaquiza, Paola Toaquiza y Jessenia Toaquiza por brindarme palabras de motivación para terminar unas metas más en mi vida, a mis sobrinos(as) quien han sido mi mayor motivación, inspiración y felicidad me daban las fuerzas necesarias para seguir mis metas.

Javier

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: “ESTIMACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA POR EFECTO DE LA TEMPERATURA EN UNA ESTACIÓN FOTOVOLTAICA DE 2 kW”

Autores:

Francisco Alexander Mendoza Chilig

Wilmer Javier Toaquiza Toaquiza

RESUMEN

La presente propuesta tecnológica tiene como objetivo la estimación de las pérdidas de energía en una estación fotovoltaica 2kW que se encuentra ubicada en la Universidad Técnica de Cotopaxi en el laboratorio de Energías Renovables , mediante un análisis estadístico del estudio del comportamiento de las variables climatológicas, radiación solar incidente y temperatura ambiental con respecto al comportamiento del voltaje de un sistema de adquisición de datos de temperatura se lo realiza mediante el sensor termo-higrómetro DMA672.1, valores que se almacenan en el registrador de datos ELO3305, el cual proporciona los datos recopilados mediante un archivo CSV. Los datos obtenidos del voltaje en vacío V_{oc} se recopilan mediante el data logger R 5003 de voltaje y corriente. El estudio surge por la necesidad de determinar las pérdidas de energía en el sistema fotovoltaico, mediante datos experimentales se procedió a determinar la potencia producida por los paneles. Para realizar el análisis de estimación de pérdidas se realiza una diferencia entre la potencia a la entrada del sistema y la potencia constante a la salida, en la que se obtiene como resultado un porcentaje de pérdida mínima de 0.34% cuando existe una temperatura de $9,994^{\circ}\text{C}$ y una radiación de $519\text{W}/\text{m}^2$ y una pérdida máxima de 85.67% cuando existe una temperatura de 17.105°C y una radiación de $40\text{W}/\text{m}^2$.

Palabras clave: Temperatura, paneles fotovoltaicos, voltaje, data logger, termo higrómetro

COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY

ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES FACULTY

TOPIC: "ENERGY LOSSES ESTIMATION BY TEMPERATURE EFFECT IN A 2 kW PHOTOVOLTAIC STATION".

Authors:

Francisco Alexander Mendoza Chilig

Wilmer Javier Toaquiza Toaquiza

ABSTRACT

The present technological proposal has as aim to estimate the energy losses in a 2kW photovoltaic station that is located at the Cotopaxi Technical University in the Renewable Energies laboratory, through a statistical analysis of climatological variables, radiation incident solar and ambient temperature behavior study with respect the voltage behavior of a temperature data acquisition system. it is made by means the DMA672.1 thermo-hygrometer sensor, values, what are stored in the ELO3305 data logger, which provides the data collected, through a CSV file. The got data from the no-load voltage Voc is collected using the R 5003 voltage and current data logger. The study arises by need to determine the energy losses in the photovoltaic system, through experimental data, it was determined the produced power by the panels. For make the loss estimation analysis is difference between the power at the system input and the constant power at the output that it is got a 0.34% minimum loss percentage is got, when it is had a 9,994°C temperature and a 519W/m² radiation and a 85.67% maximum loss, when there is a 17.105°C temperature and a 40W/m² radiation.

Keywords: Temperature, photovoltaic panels, voltage, data logger, thermo-hygrometer.

AVAL DE TRADUCCIÓN


En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del trabajo de titulación cuyo título versa: **“ESTIMACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA POR EFECTO DE LA TEMPERATURA EN UNA ESTACIÓN FOTOVOLTAICA DE 2 kW** presentado por: **Francisco Alexander Mendoza Chilig y Wilmer Javier Toaquiza Toaquiza**, estudiantes de la Carrera de: **Electromecánica**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los **peticionarios** hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, septiembre del 2022

Atentamente,


Mg. Marco Beltrán



DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 0502666514

ÍNDICE GENERAL

1	INFORMACIÓN GENERAL	1
2	INTRODUCCIÓN	3
2.1	EL PROBLEMA	3
2.1.1	Situación problemática	3
2.1.2	Matriz causa - efecto.....	4
2.1.3	Formulación del problema.....	4
2.2	OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCIÓN	4
2.2.1	Objeto de estudio	4
2.2.2	Campo de acción	5
2.3	BENEFICIARIOS	5
2.4	JUSTIFICACIÓN	5
2.5	HIPÓTESIS	6
2.6	OBJETIVOS	6
2.6.1	General.....	6
2.6.2	Específicos.....	6
2.7	SISTEMAS DE TAREAS	7
3	Fundamentación teórica.....	8
3.1	Pirámide de automatización.....	8
3.1.1	Niveles de la pirámide	9
3.2	Comunicación de modbus.....	10
3.2.1	Características que posee Modbus, se mencionan los siguientes parámetros	11
3.2.2	Protocolo de Modbus en el ciclo repetitivo	11
3.2.3	Comunicación de Modbus RTU	13
3.2.4	Convertor RS- 232 a RS- 485	13
3.3	Estación meteorológica.....	15
3.3.1	Cómo funciona la estación meteorológica.....	15
3.3.2	Clasificación de las estaciones meteorológicas	15
3.3.3	Los sensores meteorológicos	16
3.4	La energía solar fotovoltaica.....	16
3.4.1	Radiación solar	16
3.4.2	Distribución de la radiación solar	17
3.4.3	Efectos de la atmósfera con la radiación	17
3.4.4	Tipos de radiación solar global.....	18

3.5	Principios de funcionamiento de panel solar fotovoltaico.....	19
3.5.1	Efecto fotovoltaico	19
3.5.2	Células fotovoltaicas	20
3.5.3	Clasificación de los paneles fotovoltaicos.....	20
3.5.4	Curva I-V	21
3.5.5	La corriente de Cortocircuito (Isc)	21
3.5.6	Voltaje de circuito abierto (Voc).....	21
3.5.7	Punto de potencia máxima.....	22
3.5.8	Factor de forma.....	22
3.5.9	Factores que afectan la eficiencia en los paneles fotovoltaicos.....	22
3.5.10	Parámetros eléctricos	24
3.6	Data logger R 5003	24
3.6.1	Tipos de modelo de Data logger.....	24
3.6.2	Dimensiones del producto del equipo	25
4	MATERIALES Y MÉTODOS	25
4.1	Método de investigación	25
4.1.1	Método científico inductivo.....	25
4.1.2	Método científico empírico	25
4.2	Técnicas de instrumentos para recolectar información.....	25
	Técnicas:.....	25
	Instrumentos:	26
4.3	Equipos	26
4.3.1	Paneles solares	26
4.3.2	Computadora de escritorio.....	27
	Tabla 4.3: Especificaciones técnicas de la PC.	27
4.4	METODOLOGÍA	27
4.4.1	Consideraciones de diseño.....	27
4.4.2	Diagrama del modelo experimento práctico.....	28
4.4.3	Esquema general del proyecto.....	28
4.4.4	Análisis de orientación e inclinación.....	29
4.4.5	Sensor de medición termo higrómetro.....	30
4.4.6	Instalación del sensor.....	32
4.4.7	Limpieza de los elementos de medición y el filtro poroso.	35
4.4.8	Registrador electrónico de datos E- log.....	35
4.4.9	Instalación del software 3DOM en la PC	36

4.4.10	Cálculo de los coeficientes de transmisión de calor	37
5	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	38
5.1	RESULTADO DE ADQUISICIÓN DE DATOS.	38
5.1.1	Adquisición de Datos	38
5.2	PRESUPUESTO	51
5.2.1	Costos directo	51
5.2.2	Costos indirectos	53
5.3	Análisis de Impactos	53
5.3.1	Impacto social.....	53
5.3.2	Impacto tecnológico	54
5.3.3	Impacto ambiental	54
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	55
6.1	CONCLUSIONES	55
6.2	RECOMENDACIONES.....	55
7	BIBLIOGRAFÍA.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1: Pirámide de automatización.....	9
Figura 3.2: Componentes de una red.....	9
Figura 3.3: Capas de protocolo Modbus	11
Figura 3.4: Ciclo petición – respuesta del maestro – esclavo	12
Figura 3.5: Red de comunicación Modbus RTU	13
Figura 3.6: Conversor RS-232 a RS-485	14
Figura 3.7: Conector serial tipo D para la comunicación RS-232	14
Figura 3.8: Estación meteorológica.....	15
Figura 3.9: Espectro electromagnético de la radiación solar	17
Figura 3.10: Pérdidas por masa de aire	18
Figura 3.11: Radiación recibirá sobre la superficie de la Tierra	18
Figura 3.12: Esquemas de la fabricación de películas AR-S e implementación.....	23
Figura 3.13: Red de instrumento R 5003 voltaje y corriente	24
Figura 4.1: Modelo experimento práctico	28
Figura 4.2 Diagrama de flujo	29
Figura 4.3: Ubicación geográfica.....	30
Figura 4.4: Sensor de termo higrómetro.....	30
Figura 4.5: Colocación del collarín	32
Figura 4.6: Sujeción del collarín	33
Figura 4.7: Diagrama de conexión del registro electrónico.	33
Figura 4.8: Diagrama de conexión del sensor de termo higrómetro.	34
Figura 4.9: Registro electrónico.....	35
Figura 4.11: Pantalla de instrumentos de códigos de sensores.	37
Figura 5.1: Curva de característica de la temperatura.....	39
Figura 5.2: Curva de característica del voltaje.....	39
Figura 5.3: Curva característica de la radiación.....	40
Figura 5.5: Curva característica de la potencia referencia y la potencia calculada.....	41
Figura 5.6: Curva característica de las pérdidas de estimación de potencia	42
Figura 5.8: Curva característica de la temperatura.....	43
Figura 5.10: Curva caracterización de la radiación solar	44
Figura 5.12: Curva característica de las pérdidas estimadas de potencia.....	45
Figura 5.13: Curva característica de la temperatura.....	46
Figura 5. 14: Curva de las pérdidas estimadas de potencia.....	46

Figura 5.15: El porcentaje de las pérdidas de energía en los cinco días	47
Figura 5. 17: Curva de la Potencia Calculada	48
Figura 5.19: Curva de la potencia referencia y potencia calculada.....	50
Figura 5.20: Curva de la potencia referencia y potencia calculada.....	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1: Sistema de tareas por objetivos	7
Tabla 3.1: Protocolos de MODBUS - Bentz	10
Tabla 3. 2: Características del modo ASCII y modo RTU.....	12
Tabla 3. 3: Eficiencia de los paneles solares	21
Tabla 4.1: Características del panel fotovoltaico SP636-140.....	26
Tabla 4.2: Características del panel fotovoltaico YL235P-29b.....	27
Tabla 4.3: Especificaciones técnicas de la PC.....	27
Tabla 4.4: Especificaciones técnicas del sensor Termo higrómetro.....	31
Tabla 4.5: Especificaciones técnicas comunes del sensor Termo higrómetro	31
Tabla 4.6: Especificaciones técnicas del registrador de datos.....	35
Tabla 5.1: Datos promediales calculados	45
Tabla 5. 2: Tabla de datos promedios de recopilación de datos de 16 días.....	48
Tabla 5.3: Costos directos del sistema de caracterización	52
Tabla 5.4: Costos indirectos del sistema de caracterización	53
Tabla 5.5: Costo total del sistema de caracterización.....	53

1 INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto

ESTIMACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA POR EFECTO DE LA TEMPERATURA EN UNA ESTACIÓN FOTOVOLTAICA DE 2 kW.

Fecha de inicio: abril de 2022

Fecha de finalización: agosto de 2022

Lugar de ejecución: Zona 3, parroquia Eloy Alfaro, barrio San Felipe, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, Universidad Técnica de Cotopaxi

Facultad que auspicia: Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.

Carrera que auspicia: Ingeniería Electromecánica

Proyecto de investigación vinculado: Energías alternativas

Equipo de Trabajo:

Tutor del proyecto de investigación:

Nombre: Ing. MSc. Luis Rolando Cruz Panchi

Celular: 0984518484

Cédula de Ciudadanía: 050259517-6

Correo electrónico: luis.cruz@utc.edu.ec

Coordinador uno del proyecto de investigación:

Nombre: Francisco Alexander Mendoza Chilig

Celular: 0998028203

Cédula de Ciudadanía: 050415101-0

Correo electrónico: francisco.mendoza1010@utc.edu.ec

Dirección: La Matriz, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

Coordinador dos del proyecto de investigación:

Nombre: Wilmer Javier Toaquiza Toaquiza

Celular: 0998735985

Cédula de Ciudadanía: 05040021-6

Correo electrónico: wilmer.toaquiza2106@utc.edu.ec

Dirección: La Matriz, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

Campo Amplio:

- 07-Ingeniería, Industria y Construcción.

Campo Específico:

- 071-Ingeniería y Profesiones Afines.

Campo Detallado:

- 0713-Electricidad y energía
- 0714-Electrónica y automatización

Línea de investigación:

Energías alternativas y renovables, eficiencia energética y protección ambiental.

Sub-líneas de investigación de la carrera:

Energética en sistemas electromecánicos y uso de fuentes renovables de energía.

2 INTRODUCCIÓN

Se ha investigado en la última década la existencia de un interés en la generación eléctrica a la escala de nivel de distribución que fue conocida como Generación Distribuida (GD). Se motiva en diversos factores técnicos, económicos y ambientales, entre los cuales se puede citar: el avance tecnológico, la preservación del medioambiente, la necesidad de contar con un suministro de energía eléctrica altamente confiable y con adecuados niveles de calidad, haciendo al sector fotovoltaico uno de los mayores crecimientos a nivel mundial [1].

El uso de la energía solar fotovoltaica hace necesaria la utilización de herramientas que permitan analizar el comportamiento de los paneles solares, bajo diferentes condiciones de temperatura, para optimizar el rendimiento de la energía al momento de ser utilizada.

Mediante el software 3DOM (registrador electrónico), se va a recolectar datos del panel solar bajo diferentes condiciones climatológicas para realizar un análisis de la variación de las curvas características del mismo, dependiendo de la variación de sus parámetros fundamentales, con el objetivo de mejorar el diseño de un sistema fotovoltaico a futuro [2].

2.1 EL PROBLEMA

2.1.1 Situación problemática

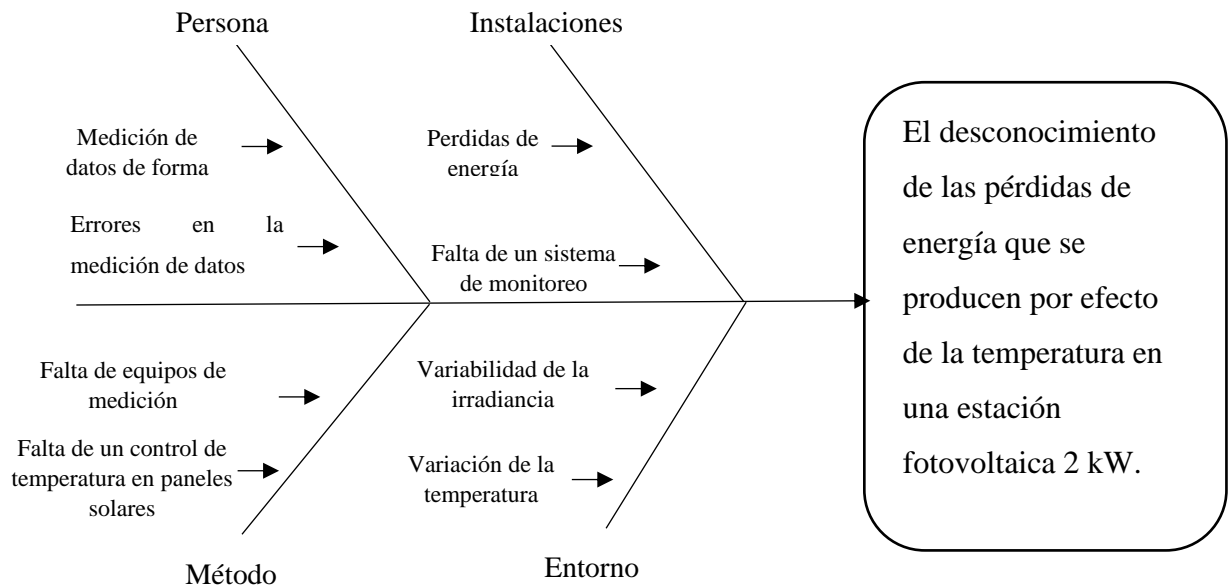
En la actualidad la demanda energética en el mundo presenta un incremento alrededor de 4.6 kWh/m² diarios debido que corresponde a unos 200 W/m² de irradiación. Alrededor del 86% de la energía consumida a nivel mundial viene de fuentes fósiles, mientras que el 19% restante procede de fuentes renovables asociadas al uso tradicional de la biomasa y centrales hidroeléctricas [3], por lo cual se optan por buscar nuevas alternativas para generar energía eléctrica, una de estas alternativas es el aprovechamiento del recurso solar mediante la implementación de estaciones fotovoltaicas [4].

El rendimiento de una estación fotovoltaica es principalmente medido en condiciones estándar de ensayo (Standard Test Conditions o STC): radiación de 1000 W/m² (incidencia normal), repartición espectral AM 1.5 y temperatura de la célula a 25 ° C. El tamaño más interesante es la eficiencia del panel, o que porcentaje de energía de la luz que incide en el panel se convierte en electricidad. La eficiencia del panel es generalmente de 1 a 3% inferior a la eficiencia de las celdas solares considerando el ángulo del panel solar según la referencia de la mejor orientación.

Los paneles solares soportan el calor, el frío, la lluvia y el granizo durante muchos años. Los módulos fotovoltaicos de silicio cristalino garantizan una producción eléctrica durante 10 años en el 90% de la producción de potencia nominal y 25 años en un 80% [5].

El desarrollo de un software 3DOM que aporta con el estudio de la medición y adquisición de datos de las variables eléctricas y características de la estación fotovoltaica juntamente con variables físicas que forman parte de una estación fotovoltaica, además agiliza los trabajos de operación y mantenimiento de elementos y componentes que integran el sistema fotovoltaico [6]. Teniendo en cuenta estos aspectos se plantea el desarrollo de un sistema de adquisición de datos en tiempo real de los diferentes parámetros eléctricos que permitirán realizar el análisis estadístico de las pérdidas de energía causados por efecto fotovoltaico.

2.1.2 Matriz causa – efecto



2.1.3 Formulación del problema

El desconocimiento de las pérdidas de energía que se producen por efecto de la temperatura en una estación fotovoltaica 2 kW.

2.2 OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCIÓN

2.2.1 Objeto de estudio

Incidencia de la temperatura en una estación fotovoltaica de 2 kW de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

2.2.2 Campo de acción

Sistema de adquisición de datos.

2.3 BENEFICIARIOS

2.3.1 Beneficiarios directos:

Los postulantes de la propuesta tecnológica y los laboratorios de energías renovables de la carrera de ingeniería electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

2.3.2 Beneficiarios indirectos:

Comunidad universitaria.

2.4 JUSTIFICACIÓN

Las pérdidas de energía que se dan por el efecto de la temperatura, dentro de los parámetros eléctricos que emite la estación fotovoltaica. Hoy día la tecnología evoluciona a nivel mundial e industrial con el propósito del ahorro de energía y que las tasas de recaudación sean de menor costo.

Un sistema de adquisición de datos en la estación fotovoltaica nos permite tener acceso permanente a la información de producción en tiempo real, con diferentes softwares. Fenómenos que implica en las pérdidas de energía que vienen siendo por radiación, temperatura y suciedad o sombra, donde hay un método de medición tradicional para la recopilación de información verídica con mayor exactitud.

El sistema beneficiará a la Facultad de Ciencias de la Ingeniería aplicadas, de la carrera de Ingeniería Electromecánica, dentro del ámbito de formación académica ya que permitirá observar el incremento de la incidencia de la temperatura y el comportamiento del voltaje en una estación fotovoltaica.

Mediante la aplicación del sistema permitirá la toma de datos de los parámetros de radiación solar, temperatura y voltaje graficados dichas curvas donde podremos observar el análisis estadístico de las pérdidas de energía, determinando el comportamiento de los paneles fotovoltaicos que se encuentran en la Universidad Técnica de Cotopaxi.

2.5 HIPÓTESIS

El estudio del comportamiento del sistema fotovoltaico en función de la radiación solar incidente y la temperatura permitirá estimar el comportamiento del voltaje para el adecuado análisis de las curvas de generación.

- **Variable independiente**

Pérdidas de energía

- **Variable dependiente**

Efecto de la temperatura

2.6 OBJETIVOS

2.6.1 General

Determinar los niveles de pérdidas de energía por efecto de la temperatura en una estación fotovoltaica de 2 kW, mediante un análisis estadístico de los datos proporcionados por un sistema de monitoreo.

2.6.2 Específicos

- Investigar sobre los sistemas de adquisición de datos utilizados en instalaciones fotovoltaicas y metodologías aplicadas para análisis estadístico de las pérdidas de energía.
- Seleccionar un sistema de adquisición de datos que me permita analizar las pérdidas de energía para su posterior análisis.
- Implementar un sensor que permita el monitoreo del comportamiento de la variable climatológica de la temperatura ambiental.
- Evaluar los datos obtenidos de radiación solar y temperatura de una estación fotovoltaica a través del desarrollo de un análisis estadístico de las pérdidas de energía.

2.7 SISTEMAS DE TAREAS

Tabla 2. 1: Sistema de tareas por objetivos

Objetivos específicos	Actividades	Resultados de la actividad	Técnicas, medios e instrumentos
Investigar sobre los sistemas de adquisición de datos utilizados en instalaciones fotovoltaicas y metodologías aplicadas para análisis estadístico de las pérdidas de energía.	Revisión de documentos, artículos científicos, revistas, tesis.	Información y bases teóricas de la investigación.	Fundamentación teórica de la investigación. Fuentes bibliográficas. Desarrollo del marco teórico.
Seleccionar un sistema de adquisición de datos que me permita analizar las pérdidas de energía para su posterior análisis.	Desarrollar una aplicación para la toma de datos. Equipos correctamente seleccionados.	Aplicación para la obtención de datos de forma virtual. Recopilación de datos de las pérdidas de energía.	Diseño de la aplicación. Catálogos y hoja de datos Experimentaciones. Obtención de datos.
Implementar un sensor que permita el monitoreo del comportamiento de la variable climatológica de la temperatura ambiental.	Realizar pruebas de funcionamiento. Constatar la adquisición de datos.	Visualización de datos. Tabulación de datos.	Hoja de datos. Matlab.
Evaluar los datos obtenidos de radiación	Determinar los niveles de	Observación y análisis de la	Excel. Data logger

solar y temperatura de una estación fotovoltaica a través del desarrollo de un análisis estadístico de las pérdidas de energía.	temperatura en los que existen pérdidas de energía.	variabilidad de pérdidas de energía.	Curvas características de pérdidas de energía.
---	---	--------------------------------------	--

3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Las siguientes contextualizaciones de la propuesta tecnológica detallan el argumento científico y técnico de la adquisición y análisis de datos de la estimación de pérdidas de energía por efecto de la temperatura en una estación fotovoltaica de 2 kW [7].

3.1 Pirámide de automatización

En la figura 3.1 se muestra la pirámide de automatización en la industria, el cual se transformaría en el primer PLC producido y comercializado de la historia. Sin embargo, no ha sido hasta el año de 1979 que apareció el primer sistema de comunicación entre PLCs denominado Modbus que ha sido introducido por módico en la actualidad exitosamente conocido como Schneider Electric. Modbus tiene dos métodos de funcionamiento ASCII y RTU en los que se podía mandar hasta 2 Bytes con una diferencia de tiempo de un segundo (1 Sg) [8].

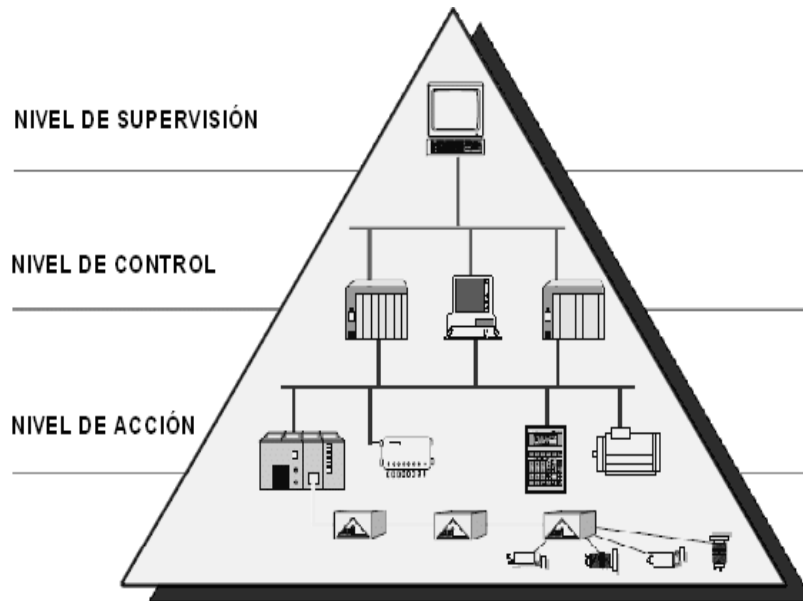


Figura 3.1: Pirámide de automatización [8].

3.1.1 Niveles de la pirámide

3.1.1.1 Nivel actuador (sensor)

Es el nivel más bajo de la pirámide, ciertos de los estándares de comunicación que aquí encontramos son: AS-i, DeviceNet, HART, estos son denominados además redes de control o buses de campo y buscan comunicar dispositivos como sensores, actuadores, transductores etc. Varias ventajas de dicho son el enorme ahorro de cableado, en precios de instalación y mantenimiento y mejoran la eficiencia del sistema como muestra en Figura 3.2 [8].

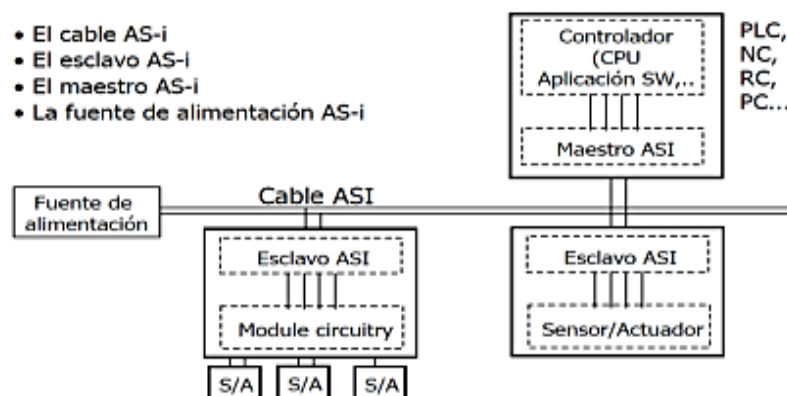


Figura 3.2: Componentes de una red [8].

3.1.1.2 Nivel de campo

Desde este nivel se emiten órdenes de ejecución al nivel de campo y recibe información de este nivel, en este nivel se sitúan autómatas de alta gama [8].

3.1.1.3 Nivel de control

Este nivel es el encargado de comunicar dispositivos de control y mando con dispositivos, así como gestionar sus funciones [8].

3.1.1.4 Nivel de planta y gestión

Es el nivel más elevado de la planta y aquí se integran los niveles inferiores de la pirámide.

3.2 Comunicación de modbus

MODBUS es un protocolo estándar que gestiona una comunicación tipo cliente-servidor entre diversos equipos conectados físicamente con un bus serie. Este protocolo ha sido ideado para los PLCs Modicon (marca que ahora forma parte de Schneider Electric) se convirtió en un protocolo bastante empleado en las comunicaciones industriales que se muestran en la tabla 3.1. Para gestionar el protocolo de MODBUS es de libre acceso.

Tabla 3.1: Protocolos de MODBUS - Bentz

Coil/Register Numbers	Data Addresses	Type	Table Name
1 – 9999	0000 to 270 E	Read – Write	Discrete Output Coils
10001 – 19999	0000 to 270 K	Read – Only	Discrete Input Contacts
30001 – 39999	0000 to 270 E	Read – Only	Analog Input Registers
40001 – 49999	0000 to 270 E	Read – Write	Analog Output Holding Registers

La denominación de Modbus no corresponde propiamente a un estándar de red que incluye todos los aspectos a partir de un nivel físico hasta el de aplicación, sino a un protocolo de

mensajes, posicionado en la capa de aplicación o nivel 7 del modelo OSI (Open System Interconnectio), tal como se muestra en la figura 3.3 [9].

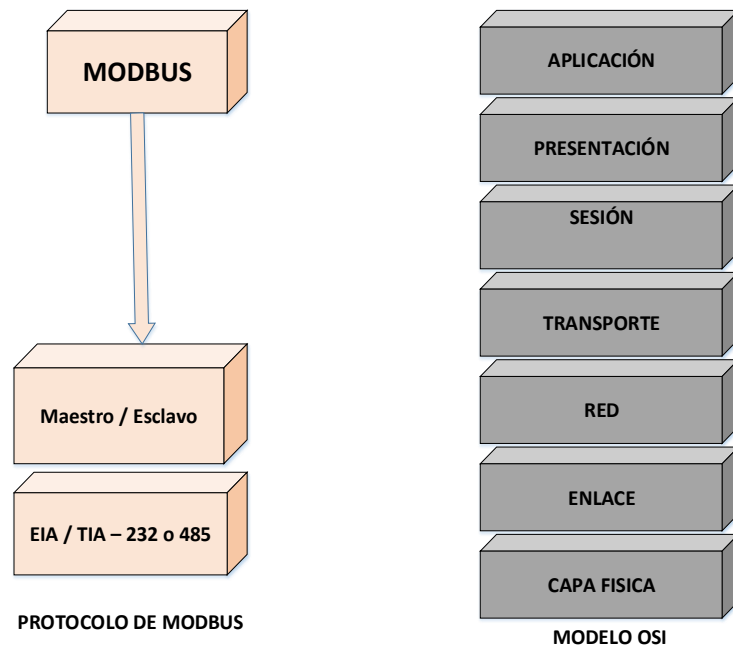


Figura 3.3: Capas de protocolo Modbus [9].

3.2.1 Características que posee Modbus, se mencionan los siguientes parámetros

- Transmisión en la arquitectura Cliente/Servidor.
- El mecanismo de ingreso al medio, a grado de capa de enlace, es Maestro/Esclavo.
- Dispone a partir de 1 hasta 247 esclavos.
- El método de transmisión es único.
- Usa códigos de funcionalidades para mantener la operación a realizar por el esclavo.
- Protocolo público, compatible con diversos dispositivos.

Modbus presenta 2 versiones para la transmisión de datos: ASCII y RTU; de los cuales el protocolo Modbus RTU (Remote Terminal Unit) es el más utilizado ya que muestra mayor rendimiento en la transmisión de datos [10].

3.2.2 Protocolo de Modbus en el ciclo repetitivo

Establece el formato para la petición del maestro, instalando la dirección del dispositivo esclavo (0 en caso de ‘difusión’), un código de función que define la acción requerida, cualquier dato que haya de enviarse y un campo de comprobación de error. El mensaje de contestación del esclavo está determinado por el protocolo Modbus. Tiene lugares confirmando la acción

captada, cualquier dato que haya de devolverse y un campo de comprobación de error como se muestra en la figura 3.4 [10].

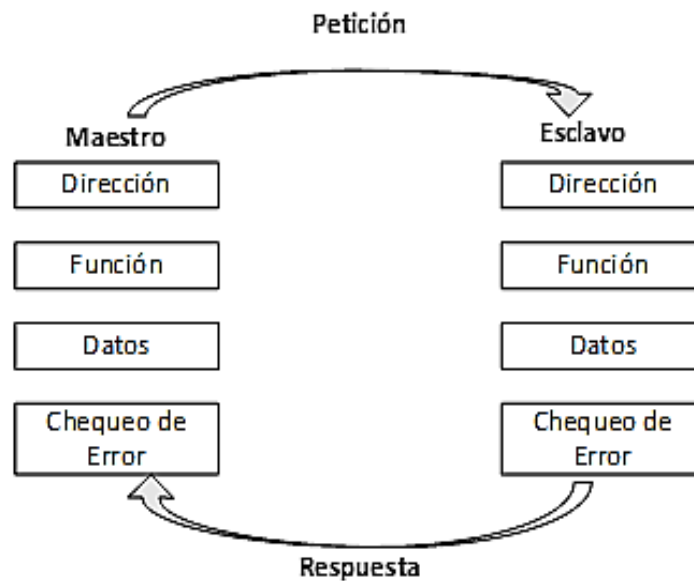


Figura 3.4: Ciclo petición – respuesta del maestro – esclavo [10].

3.2.2.1 Ciclo de petición en el protocolo de modus

El código de funcionalidad en la petición nos indica al dispositivo esclavo, al cual es mensaje es enviado, el tipo de acción a realizar. Los bytes de datos tienen dentro de sí cualquier información adicional que el esclavo requiere para realizar la funcionalidad. Por ejemplo, el código de funcionalidad 03 exige al esclavo que lea registros de lectura y escritura (Holding Registers) y responda enviando los valores contenidos en estos registros del esclavo [10].

3.2.2.2 Ciclo de respuesta en el protocolo de modus

Si el esclavo prepara una respuesta habitual, el código de funcionalidad contenido en la respuesta es una copia del código de funcionalidad recibido en la demanda. Los bytes de datos tienen dentro los datos solicitados por el maestro en la petición, y que han sido recolectados por el esclavo, tales como valores de registros o estados de registros. El campo de comprobación de error posibilita al maestro confirmar que los contenidos del mensaje son válidos, como se demuestra en la tabla 3.2 [10].

Tabla 3. 2: Características del modo ASCII y modo RTU [10].

Componentes	Modo ASCII	Modo RTU
Caracteres	ASCII “0”.”9”,”A”....”F”	Binario 0....255
Comprob. Error	Longitudinal Redundancy check	Cyclic Redundancy Check
Inicio de trama	Carácter “.”	3.5 veces t de carácter
Final de trama	Carácter CR/CL	3.5 veces t de carácter
Distancia max, entre caracteres.	1 seg.	1.5 veces t de carácter
Bit de inicio	1	1
Bits de datos	7	8
Paridad	Par / Impar / Ninguna	Par / Impar / Ninguna
Bits de parada	1 hay paridad 2 si ninguna	1 hay paridad 2 si ninguna

3.2.3 Comunicación de Modbus RTU

Es un medio de comunicación que posibilita el trueque de datos entre los controladores lógicos programables (PLC) y los componentes (PC). Los dispositivos electrónicos tienen la posibilidad de intercambiar información a través de conexiones en serie usando este protocolo como se muestra en la figura 3.5.

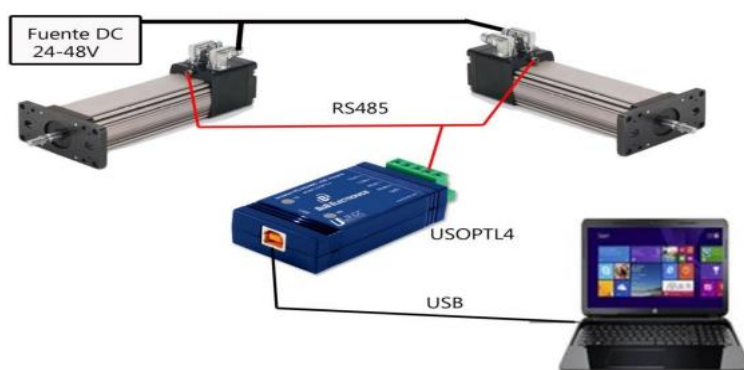


Figura 3.5: Red de comunicación Modbus RTU [9].

3.2.4 Conversor RS- 232 a RS- 485

En el sistema implementado mediante la PC actúa como maestro o como espía de la red Modbus. Para esto se tiene que acoplar las señales eléctricas que envía y obtener el computador

por su puerto serial (COM1) que utiliza el estándar RS-232 con las señales eléctricas de la red Modbus, la cual usa para su comunicación el estándar RS-485.

En la Figura 3.6 se muestra un esquema del conversor, sin tener en cuenta la alimentación de los circuitos [9].

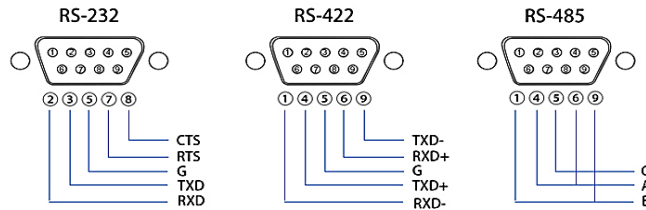


Figura 3.6: Conversor RS-232 a RS-485 [9].

3.2.4.1 Estándar RS -232

Él desarrolló una interfaz común de comunicación con el fin primordial del intercambio de datos por medio de líneas telefónicas de voz que por ende requerían de un dispositivo traductor de señales (análogo-digital y digital-análogo), la norma utiliza un modo asíncrono en el cual, el emisor y el receptor manejan su propio reloj, donde los dos tienen la misma frecuencia [11].

3.2.4.2 Características mecánicas

La comunicación serial por medio del estándar RS232 podría ser directa ejecutado una vez que se hace sobre banda base digital y/o por medio de un módem una vez que transmite la banda de base análoga modulando la portadora. El conjunto de 22 señales divididas en señal de datos y señal de control distribuidas en un conector de tipo D de 25 terminales, para establecer la comunicación entre dos equipos [11].

En la Figura 3.7 se ilustra un conector “D” de 9 terminales con especificación de señales por terminal para comunicar dos sistemas.

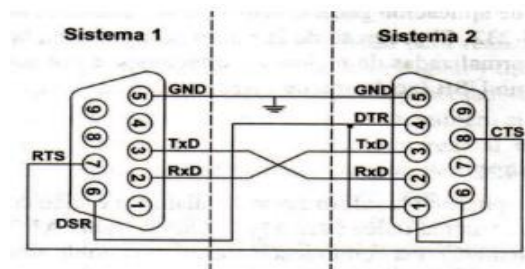


Figura 3.7: Conector serial tipo D para la comunicación RS-232 [11].

3.3 Estación meteorológica

Las estaciones meteorológicas fueron usadas por los servicios meteorológicos y por la organización privada como un mecanismo para establecer la recopilación de datos de medición de las diferentes variables que influyen en los fenómenos atmosféricos, como se muestra en la figura 3.8 [12].



Figura 3.8: Estación meteorológica

Por medio de estas tienen la posibilidad de detectar variaciones como la temperatura, humedad del viento, la rapidez y dirección del aire, la presión atmosférica, la humedad, la magnitud y acumulación de la lluvia, radiación solar [13].

3.3.1 Cómo funciona la estación meteorológica

La estación meteorológica requiere de aparatos y personal preparado, como para la instalación de los diferentes sensores y medidores.

Deben ser ubicados en sitios estratégicos, dependiendo la región geográfica en la que se necesita hacer las mediciones y monitoreo. Sensor GO [13]

- La ubicación del terreno de una forma plana.
- El lugar debe ser despejado y nivelado.
- Orientación óptima de los instrumentos.
- Los instrumentos no se deben interferir entre ellos mismos.

3.3.2 Clasificación de las estaciones meteorológicas

Las estaciones meteorológicas se clasifican dependiendo a la cantidad de parámetros que mide [13]:

- **Estación de tipo A:** donde se registra lluvia, temperatura, la humedad relativa, el viento, presión, la radiación solar y las horas del sol en el registro.
- **Estación de tipo B:** donde se registra lluvia, temperaturas extremas, la humedad relativa.
- **Estación pluviógrafo:** muestra la distribución temporal de lluvia. Además de proporcionar el registro continuo, permite calcular y analizar la intensidad.
- **Estación pluviométrica:** mide la cantidad de lluvia todos los días.
- **Estaciones telemétricas:** reporta el dato climatológico en tiempo real.

3.3.3 Los sensores meteorológicos

Forma parte del completo sistema de medición que se integra en las estaciones. Varias tienen la posibilidad de tener solo 2 o más, conforme con la porción y tipo de cambiantes que se quieran medir y monitorear [14].

3.3.3.1 Tipos de sensores de la estación meteorológica

- **Sensor de humedad:** mide la humedad, según la concentración de agua en el ambiente.
- **Sensor de temperatura:** Mide la temperatura del ambiente, generalmente, en grados centígrados, evaluando máximas y mínimas en un espacio de tiempo.
- **Sensor medidor de precipitación:** mide la cantidad de agua lluvia que cae cada cierto tiempo.
- **Sensor de radiación:** mide con exactitud la radiación ionizante producida por el sol y sus efectos en el ambiente.
- **Sensor de velocidad del viento y dirección:** miden la velocidad que tiene el viento y la dirección en la que este sopla.
- **Sensor de presión barométrica:** mide el valor de presión atmosférica que se toma en un punto por encima del nivel del mar [14].

3.4 La energía solar fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica es la energía procedente por la radiación solar en la cual se convierte en energía eléctrica de manera directa, sin ni una conversión intermedia. Se crea por medio de generadores fotovoltaicos conformados por módulos fotovoltaicos conectados entre sí que a su vez forman unidades primordiales llamadas células solares o fotovoltaicas. [15].

3.4.1 Radiación solar

Se genera el sol, la cual transmite en forma de calor y luz al mismo tiempo por medio de actitudes nucleares de fusión que se generan en su núcleo. Esta energía obtiene el nombre de radiación solar, se transmite a modo de radiación electromagnética y alcanza la atmósfera terrestre a modo de grupo de radiaciones o espectro electromagnético con longitudes de onda que van de 0,15 μm a 4 μm aproximadamente [15].

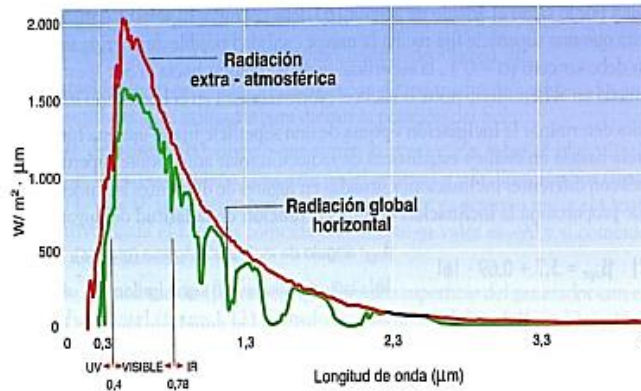


Figura 3.9: Espectro electromagnético de la radiación solar [15].

En la Figura 3.9 se muestra el encuentro entre 0.40 μm a 0.78 μm es el espectro que todos conocemos y comúnmente lo llamamos luz. Los espectros que se encuentra por debajo de 0.40 μm son conocidos como radiaciones ultravioletas, mientras los espectros que se localizan por arriba de 0.78 μm son denominados como radiaciones infrarrojas

3.4.2 Distribución de la radiación solar

Los efectos de la intensidad de la radiación solar que llega a la parte exterior de la atmósfera son **dependientes** de la distancia entre la Tierra y el Sol. Dicha distancia no es constante, sino que en el curso de la órbita que nuestro planeta varía entre 1,47. 108 y 1,52. 108 kilómetros. De esta manera, la irradiancia EQ fluctúa entre 1.325 W/m^2 y 1.412 W/m^2 . El valor medio de dicha irradiancia se conoce como constante solar [15].

3.4.3 Efectos de la atmósfera con la radiación

Los efectos de la radiación solar es que no llega a la extensión de la tierra con las mismas propiedades que ha sido emitida por el sol gracias a los elementos que lo alteran se hallan en la atmósfera ejemplificando ciertos parámetros como el viento, la suciedad, los vapores de agua dichos ocasionan alteraciones de diferentes tipos según las características ópticas que se expresan [16].

- Reflexión provocada por las nubes.
- Absorción provocada por el ozono, dióxido de carbono, vapor de agua.
- Difusión provocada por el polvo, aerosoles y gotas de agua.

Estos efectos dependen de la cantidad de atmósfera que la radiación solar debe atravesar para llegar a la superficie terrestre. (Figura 3.10).

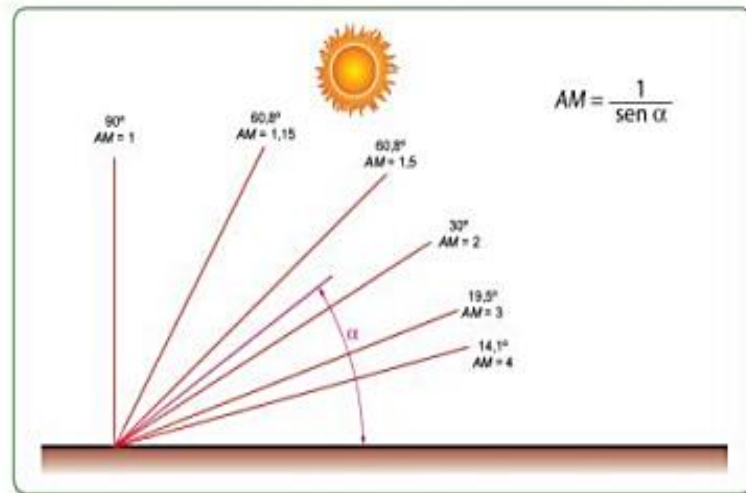


Figura 3.10: Pérdidas por masa de aire [16].

3.4.4 Tipos de radiación solar global

La radiación solar sobre la superficie tiene variaciones temporales, siendo unas aleatorias, como la nubosidad y otras previsible, como es los cambios estacionales o el día y la noche, provocadas por los movimientos sísmicos de la Tierra, se ilustra en la figura 3.11 [15].

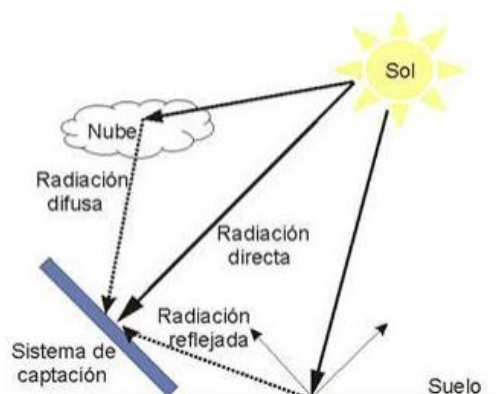


Figura 3.11: Radiación recibirá sobre la superficie de la Tierra [17].

3.4.4.1 Radiación directa

En este tipo de radiación que llega directa del Sol a la superficie de la Tierra sin haber sufrido cambio alguno en su dirección. Esta clase de radiación tiene la característica de proyectar una sombra determinada de los objetos opacos que la intercepta de una manera mejor [17].

3.4.4.2 Radiación difusa

La radiación solar que atraviesa la atmósfera, esta es reflejada o absorbida por las nubes como consecuencia de esto va en cada una de las direcciones, además sufre reflexión y absorción por impacto de las partículas de polvo atmosférico, montañas, árboles, inmuebles, suelo, etcétera. Esta clase de radiación tiene la característica de no generar sombra. Las áreas horizontales son las que más radiación difusa reciben, comparativamente a las áreas verticales [17].

3.4.4.3 Radiación reflejada

Es aquella radiación que es reflejada por el área terrestre, denominado además albedo. Las zonas horizontales no reciben ni una radiación reflejada, las áreas verticales son las que más radiación reflejada reciben [17].

3.4.4.4 Radiación global

Es la radiación total que resulta de la suma de los tres tipos de radiaciones [17].

3.5 Principios de funcionamiento de panel solar fotovoltaico

3.5.1 Efecto fotovoltaico

El efecto fotovoltaico como transformación de la radiación solar incidente en energía eléctrica mediante la utilización de materiales semiconductores que poseen propiedades de absorber fotones y emitir electrones. [18]

La materia está constituida por átomos, los mismos que están conformados por dos partes la corteza parte en la que se encuentran los electrones y el núcleo constituida con carga eléctrica positiva y negativa de esta manera se forma un conjunto estable eléctricamente neutro. [18]

Los electrones del último nivel se denominan electrones de valencia y son los que interactúan con otros electrones de otros átomos para formar una red cristalina.

Eléctricamente podemos dividir a los materiales en tres tipos:

- **Conductores.** – Los electrones de valencia están poco ligados y pueden moverse dentro de una red cristalina con un pequeño agente externo.
- **Semiconductor.** - Los electrones de valencia están más ligados al núcleo, pero con una pequeña cantidad de energía se pueden comportar como conductores
- **Aislantes.** – Tienen una configuración muy estable y sus electrones de valencia están muy ligados al núcleo y la energía para separarlos de este es muy grande.

3.5.2 Células fotovoltaicas

Son dispositivos constituidos con un material semiconductor, generalmente silicio, que convierte los rayos del sol en energía eléctrica.

Las células fotovoltaicas están constituidas por una capa de material tipo n (electrón libre) y por otra capa de mayor espesor de material tipo p (hueco disponible), en la unión de estas capas se forma el campo eléctrico, además se coloca un conductor externo que coloca la capa negativa con la positiva, generándose así un flujo de electrones o corriente eléctrica desde la zona p a la zona n. [18].

3.5.3 Clasificación de los paneles fotovoltaicos

Existen varios criterios para para clasificar a los paneles solares fotovoltaicos

- **Silicio puro monocristalino:** Se componen de secciones de una barra de silicio perfectamente cristalino en una sola pieza. El rendimiento de estos paneles está en torno al 16%.
- **Silicio puro policristalino:** Se basa en secciones de una barra de silicio que se ha estructurado desordenadamente en formas de pequeños cristales. Presentan en su superficie un espacio granulado, el rendimiento de estos panes este entorno al 14%
- **Silicio amorfo:** Las células son de silicio, pero se constituye sin estructura cristalina alguna, presenta una eficiencia que alcanza el 5%. Son flexibles y finos y se utilizan habitualmente en pequeños dispositivos electrónicos.
- **Teluro de cadmio:** Rendimiento de laboratorio del 16% y en módulos comerciales de 8%.
- **Diseleniuro de cobre en indio:** Posee un rendimiento de laboratorio del 17% y en módulos comerciales de 9%.

- **Arseniuro de galio:** Este es uno de los materiales mayormente utilizados presenta un rendimiento de laboratorio de del 28%.

Tabla 3. 3: Eficiencia de los paneles solares

Clasificación de los paneles fotovoltaicos.	Eficiencia (%)
Silicio puro monocristalino	16
Silicio puro monocristalino	14
Silicio amorfo (TFS)	5
Teluro de cadmio	16
Diseleniuro de cobre en indio	17
Arseniuro galio	20
Paneles tándem	35
Paneles de cobre, indio, galio y selenio (CIGS)	>35

3.5.4 Curva característica corriente - voltaje (I-V)

El funcionamiento de un panel solar fotovoltaico se representa mediante su curva característica I-V intensidad - voltaje es la curva que representa los valores posibles de corriente y voltaje. Principalmente dependen de la irradiancia solar y la temperatura que incide en el panel fotovoltaico. La curva característica se determina variando la carga que se encuentre entre los bornes del panel. [19].

3.5.5 La corriente de Cortocircuito (Isc)

Este es uno de los parámetros fundamentales al analizar el funcionamiento de un panel solar, se refiere a la intensidad máxima de corriente que se puede obtener de un panel solar fotovoltaico.

3.5.6 Voltaje de circuito abierto (Voc)

Este es otro de los parámetros fundamentales en el funcionamiento de un panel solar fotovoltaico, este parámetro es la tensión máxima disponible de una célula solar fotovoltaica, la cual se obtiene mediante una medición en condiciones de circuito abierto, el circuito abierto.

3.5.7 Punto de potencia máxima

Este parámetro expresa el punto de funcionamiento para el cual la potencia entregada es máxima. Se determina multiplicando el voltaje máximo $V_{P_{max}}$ por la corriente $I_{P_{max}}$ por el factor de forma dando un valor en Watts.

3.5.8 Factor de forma

Es la relación entre la potencia máxima que el panel puede entregar y el producto $I_{sc} \times V_{oc}$, brinda una idea de la cantidad del panel porque es una medida escarpada que es su curva característica de forma que mientras más se aproxime a la unidad mayor será la potencia que puede entregar [19].

3.5.9 Factores que afectan la eficiencia en los paneles fotovoltaicos

Los factores que afectan el rendimiento de los paneles fotovoltaicos se dan de acuerdo con sus condiciones de operación o entorno, dichos factores se clasifican en propios o externos, las elevadas temperaturas de las células solares y la exposición al medio ambiente, pueden llegar a afectar el rendimiento de los paneles solares [20].

3.5.9.1 Factores propios del panel

Estos factores hacen referencia a las condiciones con las que cuentan los paneles solares en su estructura interna que influencia de forma negativa su funcionamiento entre estos factores encontramos factores como la temperatura de funcionamiento del panel, y los efectos de reflexión y suciedad [20].

3.5.9.2 La temperatura de funcionamiento del panel fotovoltaico

La temperatura de funcionamiento del panel fotovoltaico cumple una función primordial en el proceso de conversión de energía. Tanto la potencia de salida del módulo, como el rendimiento eléctrico dependen conjuntamente de la temperatura de funcionamiento del panel [21].

Los paneles solares absorben un promedio de un 80% de la irradiación solar que reciben. No obstante, un porcentaje de esta irradiación se convierte en energía eléctrica y la otra se convierte en calor. El porcentaje que se convierte en calor provoca el aumento de la temperatura del panel, esto ocasiona que se formen concentraciones de portadores intrínsecos produciendo una mayor

saturación de corriente, provocando una disminución en la eficiencia y además un deterioro del panel fotovoltaico [21].

3.5.9.3 Efectos de la reflexión y suciedad, en la superficie de los paneles solares

En la figura 3.12 se muestra los efectos de la cantidad de radiación recibida por las células solares en el interior del módulo fotovoltaico sean menor a la que llega a la superficie del mismo [20].

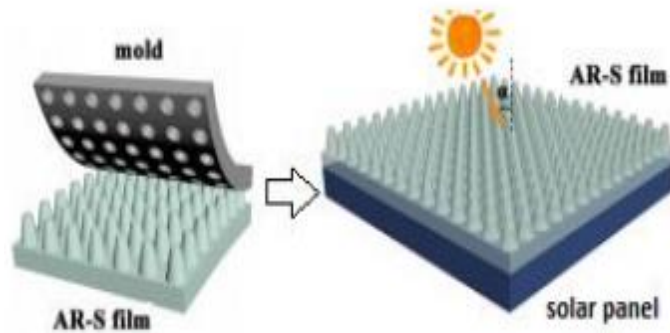


Figura 3.12: Esquemas de la fabricación de películas AR-S e implementación [20].

3.5.9.4 Factores externos al panel

Entre estos factores que afectan al funcionamiento y el rendimiento del panel podemos identificar algunos aspectos como las variaciones climáticas, ángulo de inclinación y sombreado [20].

3.5.9.5 Variaciones climáticas

Las variaciones climáticas en los módulos fotovoltaicos están especialmente relacionadas con la radiación solar y las condiciones de temperatura ambiente. Cuando un panel solar esté expuesto a una variación climática repentina o brusca el sistema presenta un cambio en el punto máximo de potencia, esto debido a que la relación que hay entre la radiación solar, la temperatura y resistencia, lo que provoca un cambio en la curva “Corriente – Voltaje” [20].

3.5.9.6 Orientación y el ángulo de inclinación

El ángulo de inclinación del panel afecta la radiación solar que llega a la superficie de la celda. Si el panel se coloca perpendicular al sol, recibirá la máxima radiación durante un período de tiempo. Esto se considera el ángulo de inclinación óptimo [20].

3.5.10 Parámetros eléctricos

3.5.10.1 Características del voltaje

Mediante el análisis del parámetro que se verifica dentro de las células solares la irradiación y la temperatura constata como se considera punto de trabajo de la célula.

3.6 Data logger R 5003

En la figura 3.13 nos muestra el data logger es una herramienta digital con memoria interna no volátil que debido a sensores propios integrados o externos, posibilita registrar los datos leídos de dimensiones físicas o químicas a intervalos de tiempo programados o predeterminados [22].

Cuenta simultáneamente 2 entradas de voltaje CA o 2 entradas de corriente CA o 1 entrada de voltaje CA y 1 entrada de corriente CA. Almacena hasta 256 000 mediciones de verdadero valor eficaz con frecuencias de muestreo programables por el usuario.



Figura 3.13: Red de instrumento R 5003 voltaje y corriente [22].

3.6.1 Tipos de modelo de Data logger

- Existe una variedad de modelos dependiendo la aplicación concreta en ocasiones, gracias a su versatilidad de toda seguridad.

- De acuerdo a la necesidad depende básicamente de dos aspectos fundamentales [22]:

3.6.1.1 Aspectos técnicos

Se debe tener en cuenta distintas cuestiones desde el punto de vista técnico/ operativo ejemplo: tipo de variable física o química que desee facilitar el rango de medición y condiciones ambientales.

3.6.1.2 Disposiciones legales al cumplir

Existen normas legales para tener ciertos parámetros de registro de algunas condiciones y además detallan algunas características técnicas que se deben cumplir para ello.

3.6.2 Dimensiones del producto del equipo

- Registrador de datos corriente y voltaje de CA, para monitoreo y registrador.
- Calculan dos entradas de voltaje de CA reales y dos entradas de corriente CA o un voltaje CA y una entrada de corriente de CA.
- Rango de voltaje de CA a 10 V a 600 y la corriente de CA de 10 a 200 A [23].

4 MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Método de investigación

En el desarrollo del presente proyecto se aplicó diferentes métodos de investigación científica de carácter aplicativo, inductivo y empírico que se llevó a cabo en la estación fotovoltaica.

4.1.1 Método científico inductivo

Ha permitido realizar un diagrama de flujo de todo un sistema de comunicación a implementar, donde se detalla paso a paso para la adquisición de datos en tiempo real.

4.1.2 Método científico empírico

Este método ha permitido la visibilidad del funcionamiento de la estación fotovoltaico determinar varios de los equipos a implementarse para la adquisición de los datos en tiempo real, además con los parámetros de medición se establece la capacidad de los medidores de V y T se validará las pruebas de comunicación del sistema implementado.

4.2 Técnicas de instrumentos para recolectar información

Técnicas:

Observación: Es una técnica que nos permite considerar la situación e identificar las causas y efectos del problema de la manera visual de un sistema, además permite el análisis de los parámetros de temperatura en una estación fotovoltaica.

Medición: Esta técnica ayuda a realizar mediante dispositivos de medida para verificar el correcto desempeño del sistema.

Simulación: es el proceso de asociar una gran cantidad de datos de temperatura y voltaje con ello determinar las gráficas para estos parámetros eléctricos.

Instrumentos:

Multímetro: Es un instrumento de medida que se usa para medir de forma directa de magnitudes eléctricas de esta manera se verifica la continuidad, corriente y voltaje que son necesarios al momento de instalar la infraestructura de la estación meteorológica.

4.3 Equipos

4.3.1 Paneles solares

En la tabla 4.1 y 4.2 se muestran las características de los paneles solares que se encuentran en la Universidad Técnica de Cotopaxi en el laboratorio de energías renovables.


Tabla 4.1: Características del panel fotovoltaico SP636-140.

Policristalino Simax (Suzhou) Green	
Especificaciones Eléctricas	
Modelo.	SP636-140
Potencia máx nominal.	140 W
Voltaje potencia máx.	17.8 V
Corriente a potencia máx.	7.87 A
Voltaje a circuito abierto.	21.8 V
Voltaje a cortocircuito.	8.56 V
Voltaje máx del sistema.	1000 VDC
Tolerancia de potencia.	±3%
Temperatura de operación.	-40 C a +85 C
Peso.	12 kg
Dimensiones (mm).	1476*67*6*35
Aplicación de clase.	A



Tabla 4.2: Características del panel fotovoltaico YL235P-29b.

Poli cristalino YINGLI SOLAR	
Características técnicas	
Modelo.	YL235P-29b
Potencia máxima.	235 W
Eficiencia de módulo.	14.4%
Voltaje de potencia máx.	29.1 V
Corriente potencia máx.	8.08 A
Voltaje de circuito abierto.	37.4 V
Voltaje de cortocircuito.	8.66 A
Tolerancia de potencia.	±3%
Voltaje máx del sistema.	1000 V
Temperatura nominal de celdas.	46±2°C



4.3.2 Computadora de escritorio.

En la tabla 4.3 se muestran las características de la computadora que se encuentra en el laboratorio de energías renovables.

Tabla 4.3: Especificaciones técnicas de la PC.

Especificaciones técnicas del equipo de la PC.	
PC	Gamer 17 novena edición
Sistema operativo (SO)	Windows 10 (64 Bits)
Memoria RAM	16 GB DDR2 800Mhz
Almacenamiento interno (disco duro).	240 Gbs SSD o HDD
Motherboards	2 puertos USB
Procesador	Intel Core i3 (2.33 Ghz, 4M, 1333 Mhz 32 o 64 Bits)
Tarjeta de video	GTX 1060
Disco	1Tb



4.4 METODOLOGÍA

4.4.1 Consideraciones de diseño

4.4.1.1 Descripción del proyecto

El presente proyecto se basa en la adquisición de datos de temperatura y voltaje en una estación fotovoltaica y la estimación de las pérdidas de energía influenciadas por la misma, la estación fotovoltaica cuenta con una estación meteorológica equipada con los sensores adecuados para la medición de diferentes variables climatológicas entre esta la temperatura.

El diseño del sistema de adquisición de datos tiene como estudio previo una revisión bibliográfica, ya que para la utilización de componentes se requiere especificaciones técnicas que se pueden encontrar tanto en textos digitales como impresos para la correcta utilización de cada uno de ellos.

4.4.2 Diagrama del modelo experimento práctico

Es un proceso que representa más simple y preliminar para entender de la mejor manera de lo que se trata el proyecto con las herramientas gráficas que nos facilitan, como se muestra en la figura 4.1.

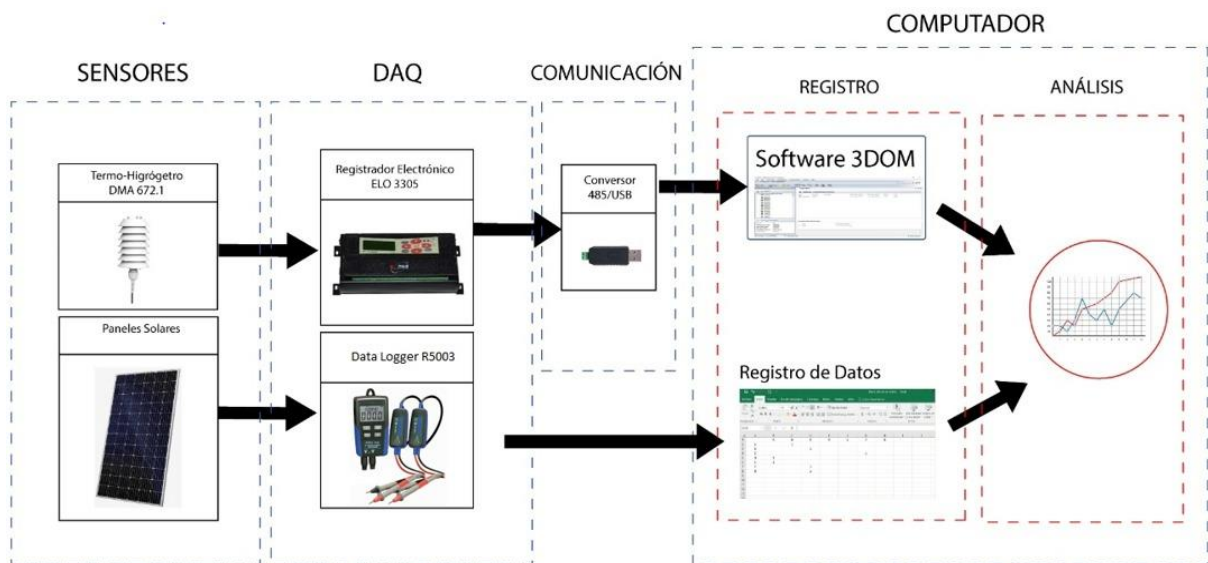


Figura 4.1: Modelo experimento práctico

4.4.3 Esquema general del proyecto

En la figura 4.2 se muestra el diagrama que explica un proceso, sistema o algoritmo informático. Se aplican extensamente en varios campos para documentar, aprender, planear, mejorar y comunicar procesos de esta manera fácil de entender.

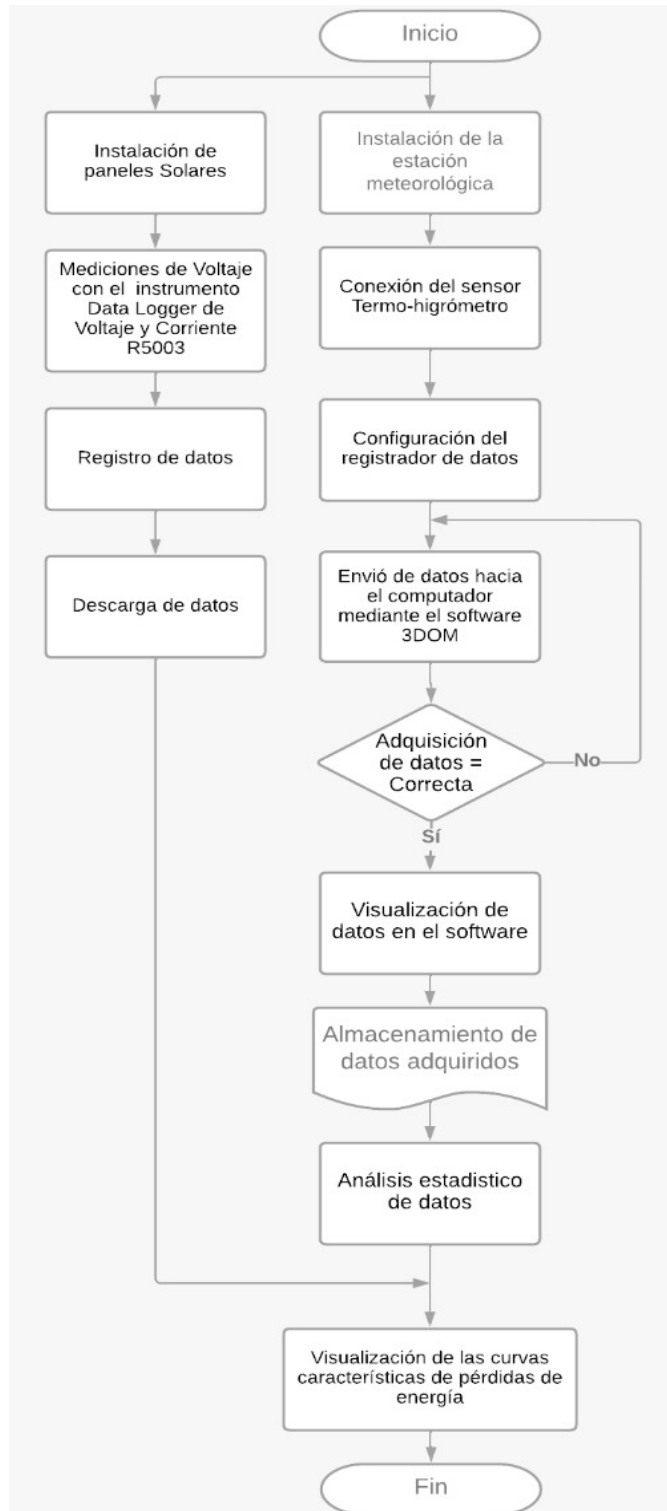


Figura 4.2 Diagrama de flujo

4.4.4 Análisis de orientación e inclinación

En la figura 4.3 (a) se observa la ubicación geográfica del presente proyecto se encuentra ubicado en la provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga, dentro de la instalación de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el bloque “B”, con las siguientes coordenadas: Latitud

0.917342° S; Longitud 78.633058° O. En la figura 4.6 (b) se observa la ubicación de la azotea del bloque B.



a) Ubicación de la Universidad Técnica de Cotopaxi b) Ubicación de la azotea del bloque B.

Figura 4.3: Ubicación geográfica.

4.4.5 Sensor de medición termo higrómetro

Son instrumentos que sirven para medir la temperatura ambiental, la humedad relativa y el punto de rocío, como se muestra en la figura 4.4. La determinación del punto de rocío se realiza de acuerdo con las formulaciones especificadas por la norma ISO 7726. El factor de medición está alojado dentro de un escudo de radiación, hay modelos con ventilación natural y forzada, para lograr condiciones de medición equivalentes.



Figura 4.4: Sensor de termo higrómetro

Tabla 4.4: Especificaciones técnicas del sensor Termo higrómetro

Código	DMA672.1
Salida	RH%:0...1 Vdc. °C:Pt100 DIN-IEC 751 table (EN 60751) UART (A-Log)
Alimentación	5...24 Vdc
Consumo de energía	2 mA
Cable y conector	L=3 m de hilos libres (8 hilos)
Compatibilidad con los registradores de datos	M-Log (ELO008)
	A/E-Log (todos los modelos)

Tabla 4.5: Especificaciones técnicas comunes del sensor Termo higrómetro

Temperatura	Principio	RTD Pt100 1/3 DIN (Clase AA EN60751)
	Rango de medición	-50...100°C (DMA672.3: -40...60°C)
	Precisión	0.1°C (@0°C)
	Resolución	0.01°C (A/M/R/ELog)
	Tiempo de respuesta (T90)	Típico 4 seg. (1 m/seg. de flujo de aire)
	Estabilidad a largo plazo	<0.1°C/año
Humedad relativa	Principio	Capacitivo
	Rango de medición	0...100%
	Precisión	±1% (@5...95%); DMA672.3: 0.5% RH (@10 ...95%);
	Estabilidad a largo plazo	<±1% /año
	Tiempo de respuesta (T90)	Típico 10 segundos (flujo de aire de 1m/s)
	Histéresis	<1%
	Resolución	0,1% (A/M/R/ELog), 0,01% configurable en el registrador de datos
Información General	Tipo de protección	IP65
	Temperatura operativa [24] [25] [26] [10]	-50...100°C
	Peso / Dimensiones	0.44 kg / L=168 mm, Ø 18 mm
	Tipo de entrada en A/E/M/R-Log	Analógico

4.4.6 Instalación del sensor

4.4.6.1 Normativas generales de seguridad para la instalación

- Los procedimientos de instalación y mantenimiento deben ser únicamente manipulados por el personal autorizado y capacitado.
- Alimentar el equipo de forma adecuada, siempre y cuando revisando el esquema de conexión.
- No utilizar el equipo en caso de sospecha de mal funcionamiento.
- Antes de realizar cualquier conexión eléctrica:
 - Desconecte la fuente de alimentación.
 - Descargue las descargas electrostáticas acumuladas.

4.4.6.2 Montaje mecánico

La colocación del collarín de soporte DYA049 en el poste a la altura de 1.5 a 2m apretamos los tornillos con una llave allen # 6, como se muestra en la figura 4.5.



Figura 4.5: Colocación del collarín

Fijar que el sensor al collarín de soporte se encuentre bien presionado, como se muestra en la figura 4.6. Conecte el cable DWA al sensor y al sistema de adquisición de datos.



Figura 4.6: Sujeción del collarín

4.4.6.3 Configuración de los interruptores DIP

Para cambiar la configuración abrir la caja del sensor y configurar los interruptores según la necesidad y luego cerrar la caja de una forma adecuada.

4.4.6.4 Conexión eléctrica

Este instrumento cuenta con una salida Pt100 para temperatura, cable libre de 0-1 Vdc tanto para temperatura como para humedad relativa del aire.

Se debe alimentar el instrumento de acuerdo a las especificaciones técnicas además realice una correcta puesta a tierra de las líneas eléctricas de comunicación, como se muestra en la figura 4.7 y 4.8.

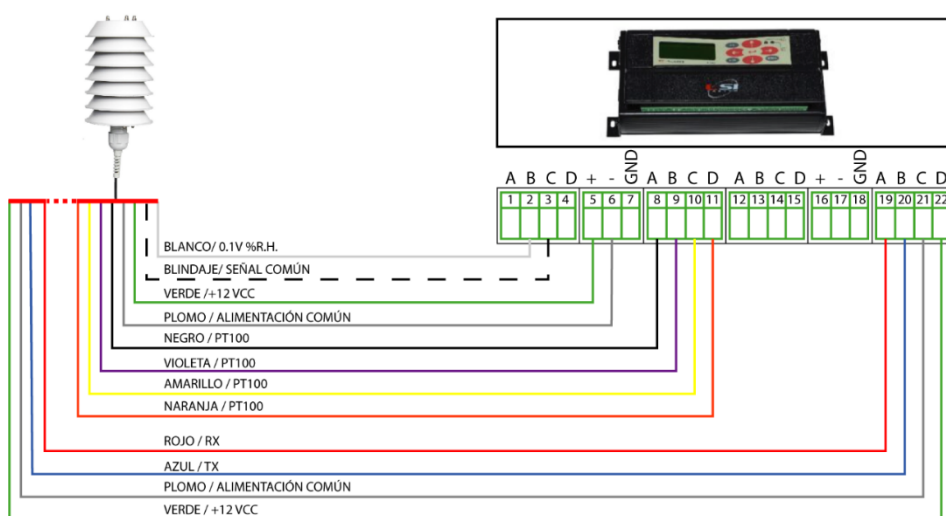


Figura 4.7: Diagrama de conexión del registro electrónico.

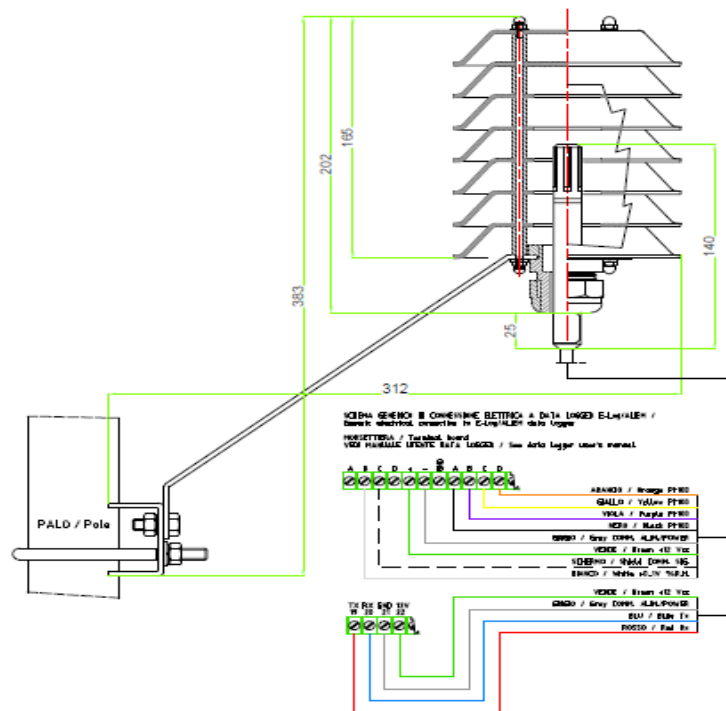


Figura 4.8: Diagrama de conexión del sensor de termo higrómetro.

4.4.6.5 Configuración con el registrador de datos

Acceder a la configuración que está creando o modificando en el programa 3DOM selecciones las medidas en la ventana Parámetros generales haga clic en Agregar clave a la derecha. Se muestra una biblioteca de sensores, en la que puede seleccionar el código de sensor que se va a introducir.

4.4.6.6 Comprobación de funcionamiento

Para realizar el test de funcionamiento del sensor debe seguir los siguientes pasos:

1. Desconecte el cable del sensor del instrumento
2. Alimente el sensor en los cables verde (+) y gris (-)
3. Mida una salida de 0 a 1V para la señal de humedad entre el cable blanco y el blindado, por medio de un probador en V.
4. Con un óhmetro, mida una salida para la señal de temperatura, igual a:
 - 0 Ω entre los pares de hilos negro-morado y amarillo-naranja
 - Un valor entre 100 y 110 Ω entre las condiciones cruzadas entre pares (ejemplo: negro-amarillo, negro-naranja) según la temperatura ambiente; 107,8 Ω a 20°C con un delta de $\pm 0,39 \Omega/^{\circ}\text{C}$.

4.4.7 Limpieza de los elementos de medición y el filtro poroso.

- Desconecte el cable de la sonda.
- Destornille y rompa los sellos del cable en la parte inferior y extraiga el sensor del blindaje.
- Desenrosque el filtro.
- Limpiar de una forma pacientemente el filtro con un chorro de aire fría.

4.4.8 Registrador electrónico de datos E- log.

Es un dispositivo desarrollado expresamente para uso medioambiental; está equipado con entradas para una gran variedad de sensores, como se muestra en la figura 4.9. Su labor principal es almacenar la información emitida por los sensores conectados y admite diferentes protocolos de comunicación tanto de entrada como de salida.



Figura 4.9: Registro electrónico.

Se caracteriza principalmente por la flexibilidad de su sistema de adquisición de señales y procesamiento de datos que facilita generar datos y ponerlos a disposición del sistema de LSI LASTEM o de otras aplicaciones. Esto posibilita su utilización en un gran número de aplicaciones.

Tabla 4.6: Especificaciones técnicas del registrador de datos

Código	ELO3305
Descripción	Registrador de datos E-Log. N.12 entradas por bloque de terminales
Tipo de entradas	Bloque de terminales
Entradas analógicas	N.8 diferencial (N. 16 monofilar)
Entradas digitales	N.4 (on/off o frecuencia/contador)

Puertos serials	N.1 RS232
Salidas on/off	SI
Enchufe para el cargador de baterías	SI
Accesorios incluidos	RS232/USB adaptador, RS232 cable, Montaje de barra DIN

4.4.9 Instalación del software 3DOM en la PC

- Instalar 3DOM en la PC, utilizando una serie de pasos conjuntamente con su respectiva licencia.
- Realizar la configuración del instrumento, cambiar la fecha, hora del sistema y descargar datos almacenados en uno o más formatos.

4.4.9.1 Configuración del registrador de datos

La configuración del data logger es necesario:

- Inicie el instrumento
- Insertar el instrumento 3DOM
- Verificar el reloj interno del instrumento
- Crear la configuración en 3DOM
- Envía ajustes de configuración al instrumento.

4.4.9.2 Puesta en marcha el instrumento

El modelo E-Log se alimenta a través de una fuente de alimentación externa 12 Vcc. Para la conexión a los enchufes de entrada del instrumento y a los enchufes de salida de los sensores. El interruptor ON/OFF en el lado derecho como se muestra en la figura 4.10.

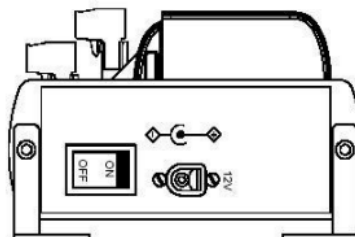


Figura 4.10: Conector del interruptor

4.4.9.3 Ingreso de sensores Termo higrómetro.

Una vez esté configurado el sensor adecuadamente y adquirido por E- Log simplemente agregamos la búsqueda del sensor de temperatura con el código (DMA- 672.1), como se muestra en la figura 4.11.

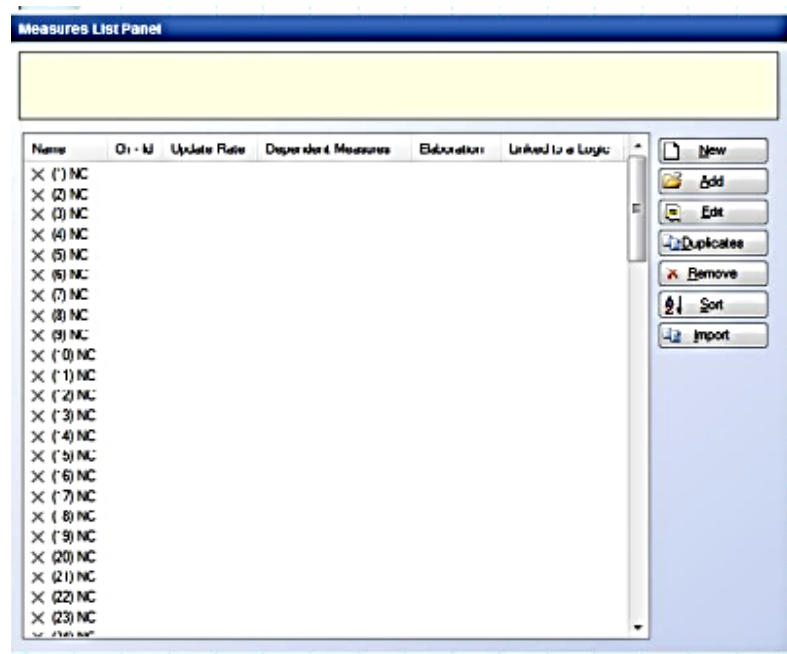


Figura 4.11: Pantalla de instrumentos de códigos de sensores.

4.4.9.4 Registrador de datos.

La configuración de los registradores de datos a través del PC, con la posibilidad de guardar las distintas configuraciones localmente. El programa guía al usuario a través del procedimiento, con la posibilidad de crear un informe final.

Mediante el uso de este software, es posible descargar los datos de la memoria en formato TXT compatible con Excel. El programa también permite una visualización rápida y sencilla de los valores instantáneos adquiridos, útil para fines de diagnóstico.

4.4.10 Cálculo de los coeficientes de transmisión de calor

4.4.10.1 Temperatura equivalente del suelo

La temperatura ambiental definiendo una emisividad del cielo depende de la humedad relativa, temperatura relativa, presión atmosférica de nubosidad y la hora del día, como se muestra en la ecuación 4.1.

$$T_{\text{suelo}} = T_a \left(0.8 + \frac{T_{\text{dp}} - 273}{250} \right)^{0.25} \quad (4.1)$$

T_a: temperatura ambiental

T_{dp}: correspondiente del punto de rocío relacionada a la humedad relativa

4.4.10.2 Rendimiento eléctrico de un panel

Se define la temperatura de 25°C en las células 1000 W/m² de radiación solar incidente puede estar entre el 10 a 13%.

4.4.10.3 Coeficiente de temperatura

Para el cálculo de la pérdida de potencia a una temperatura de 28°C instalada tipo rack.

4.4.10.4 La resistividad

La ecuación 4.2 para el cálculo del conductor dado a temperatura determinar la resistencia;

$$R = p \frac{L}{A} \quad (4.2)$$

Donde;

P: constante de proporcionalidad

L: longitud

A: área

5 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1 RESULTADO DE ADQUISICIÓN DE DATOS.

5.1.1 Adquisición de Datos

La adquisición de datos de la temperatura se realizó mediante una recopilación automática utilizando el sensor termo-higrómetro DMA 672.1 el cual se encuentra conectado al registrador de datos ELO 3305, como se muestra en la figura 5.1, la cual podemos acceder mediante el programa 3DOM, mediante una configuración entre el sensor y el programa ya podemos recopilar datos de la temperatura, el programa proporciona los datos mediante un archivo csv.

La adquisición de los datos del voltaje se realizó mediante una medición en los terminales de salida del panel solar, utilizando el instrumento data logger R5003, para el análisis de estas medidas se recopilaron los datos almacenados en el instrumento de medición.

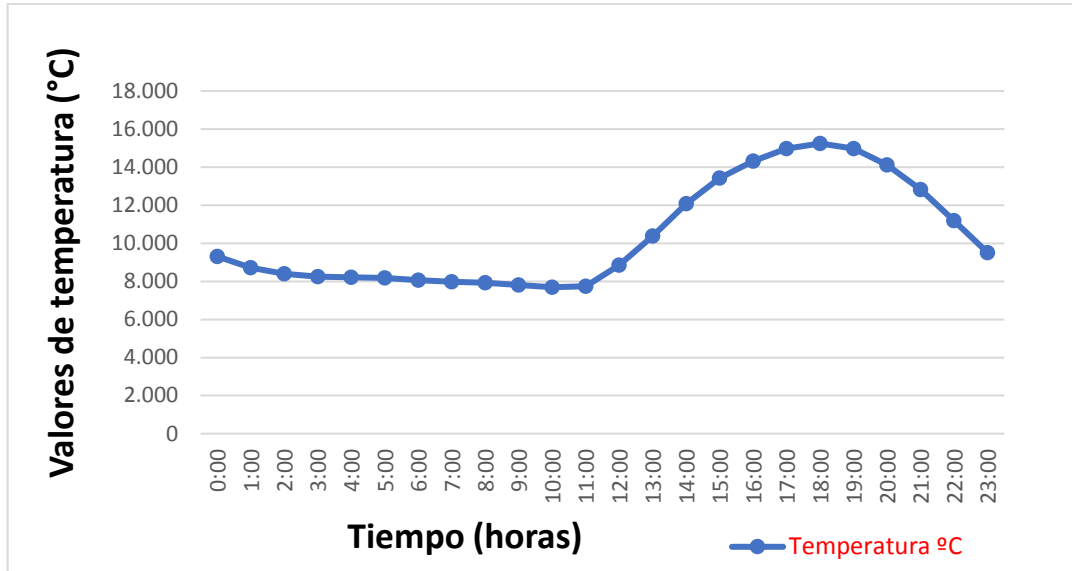


Figura 5.1: Curva de característica de la temperatura

En la figura 5.1 se puede apreciar el comportamiento de la curva de temperatura en el periodo de 24 horas, que da como resultado una temperatura baja con un valor de 7.691°C a las 10:00 horas, y una Temperatura elevada con un valor de 15.241°C a las 16:00, en donde existe una variación de la radiación solar incidente en la superficie del panel solar, por ende, existe un cambio de temperatura en la estación fotovoltaica.

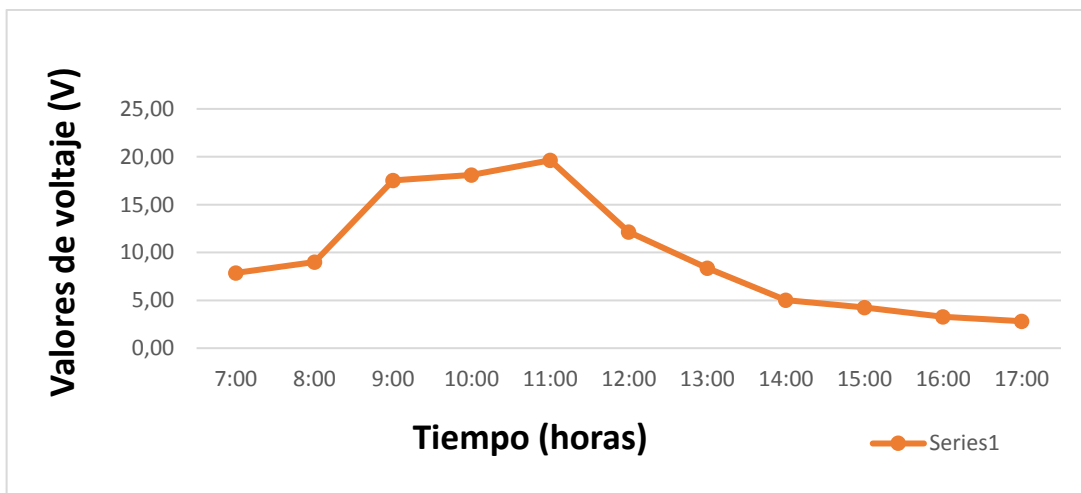


Figura 5.2: Curva de característica del voltaje

Mediante la curva mostrada en la figura 5.2 una vez obtenido los datos en la fecha 04/08/2022 se puede apreciar los valores de voltaje de los paneles fotovoltaicos medidos en los terminales

del panel solar, dando un resultado favorable ya que al partir de las 11:00 horas existe un incremento el voltaje con un valor máximo de 19.63 V, mientras que en el transcurso de la tarde el voltaje disminuye poco a poco dando como resultado una producción mínima de 2,82V a las 17:00 pm horas, esto se debe a que cuando la temperatura comienza a incrementar y el voltaje comienza a disminuir.

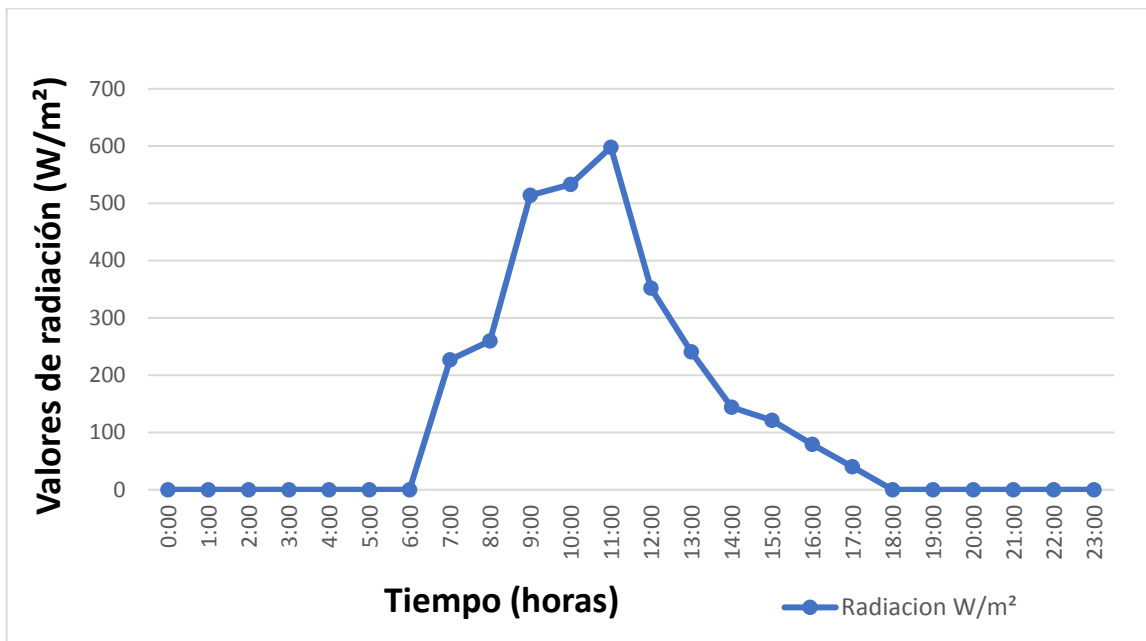


Figura 5.3: Curva característica de la radiación

En la figura 5.3 se puede apreciar el comportamiento de la curva de los datos obtenidos de la radiación solar incidente en el promedio de 24:00 horas, con una radiación solar total del día de 3109 W/m², dado como resultado la mayor incidencia que alcanza un valor de 598 W/m² a las 11:00 am horas en la fecha 4/08/2022.

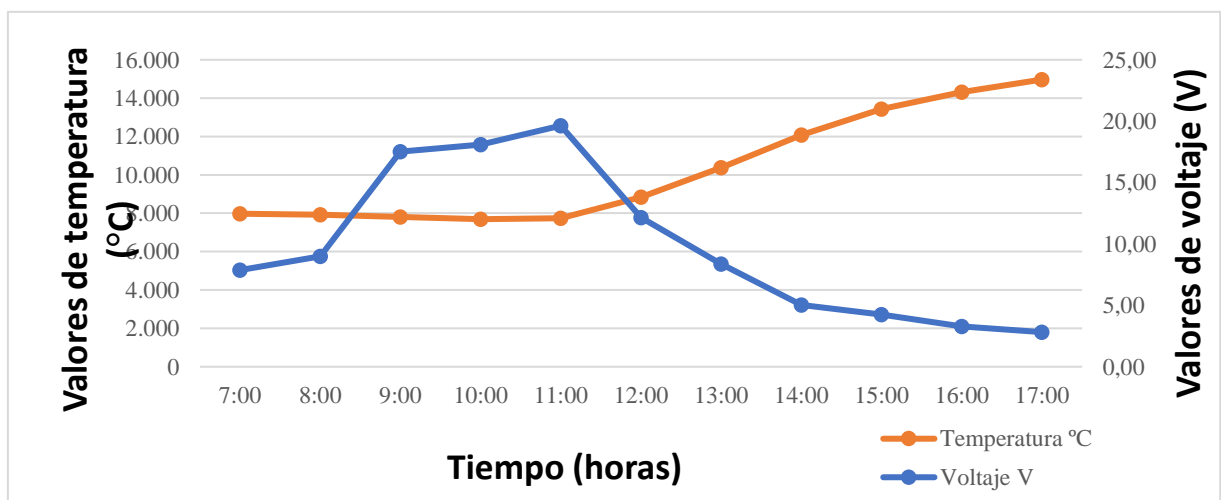


Figura 5.4: Curva característica de temperatura – voltaje

Mediante la figura 5.4 se muestran los resultados de la temperatura y el voltaje en los paneles fotovoltaicos obtenidos en la fecha 04/08/2022, se puede apreciar la curva característica de la temperatura al momento que inicia a las 7 am con un valor 7.975 °C, en el transcurso del día el valor máximo de la temperatura incrementa a 14.970 °C, mientras que con respecto al valor del voltaje al iniciar a las 7:00 am con un valor 7.87 V, en el transcurso del día se incrementa a un valor máximo de 19.63 V, a las 11:00 am, a partir de la hora del incremento comienza a disminuir el voltaje alcanzando un valor mínimo producido de 2.82 V a las 17:00 pm, dando como resultado mediante las curvas de comportamiento, en donde se incrementa el voltaje cuando la temperatura baja, mientras que luego se reduce el voltaje, mientras que la temperatura se incrementa poco a poco hasta llegar a un valor máximo.

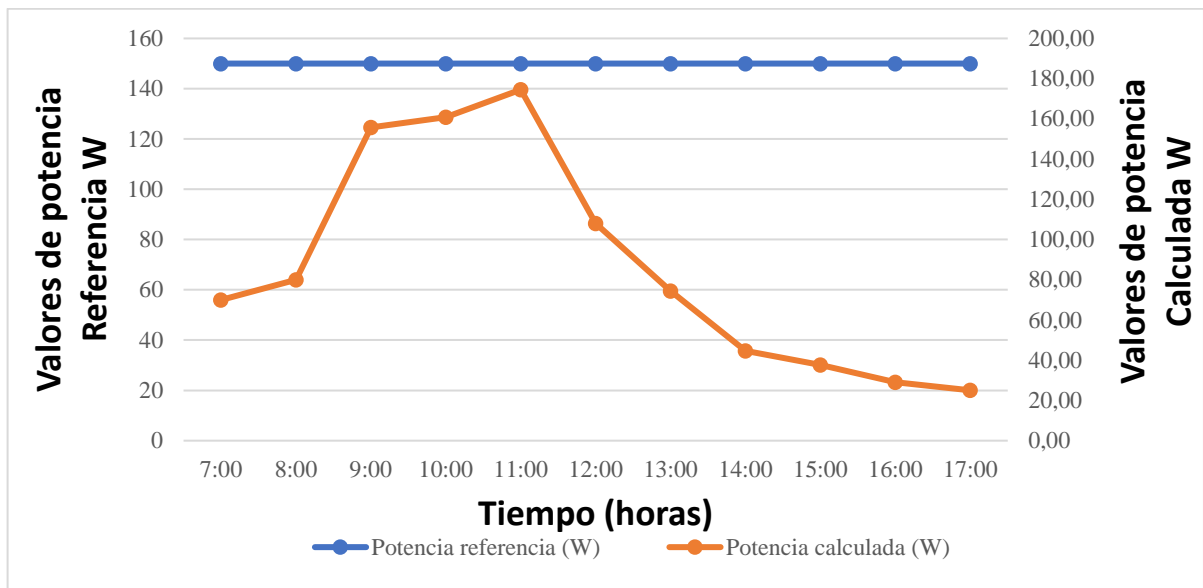


Figura 5.5: Curva característica de la potencia referencia y la potencia calculada

Mediante la figura 5.5 de los datos obtenidos de la fecha 04/08/2022, se puede apreciar la curva característica de la potencia calculada que inicia con un valor 69.94 W a las 7:00 am, durante el transcurso del día va incrementado la potencia calculada que llega a un valor máximo de 174.53W a las 11:00 am, a partir de esa hora la caída de potencia calculada comienza a disminuir, alcanzando un valor mínimo de 25.05W a las 17:00 pm, esta comparación se realiza con los datos de potencia utilizada como referencia de una carga constante con un valor fijo de 150W, en donde se tiene como resultado con los datos expuestos, que la curva de potencia calculada incrementar cuando existe una radiación elevada y cuando existe una radiación baja la potencia tiende decrecer.

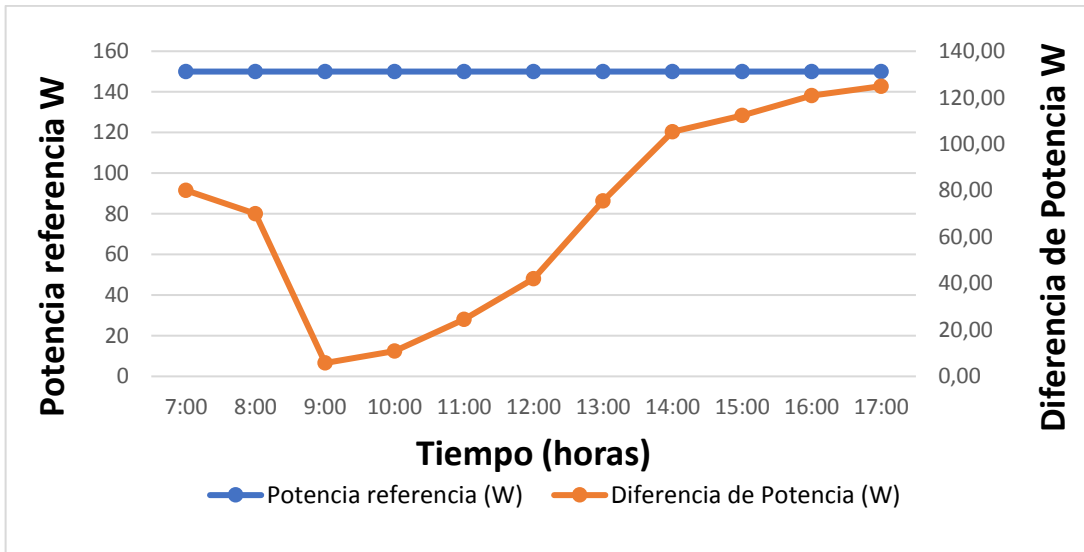


Figura 5.6: Curva característica de las pérdidas de estimación de potencia

Mediante la figura 5.6 se observa el comportamiento de la curva de diferencia de potencial que representa los valores de una resta entre la potencia calculada y la potencia de referencia de la carga constante que da como resultado la potencia perdida, se observa que a las 7:00 existe una pérdida de 80.06W ya que existe una radiación baja y una temperatura baja, durante el transcurso del día existe una caída de potencia con un valor mínimo de 5.76W a las 9:00 am, a partir de esa hora comienza a incrementar la potencia alcanzando un valor máximo de 124.95W a las 17:00 pm, los valores elevados de potencia se los obtiene cuando existe una radiación incidente elevada.

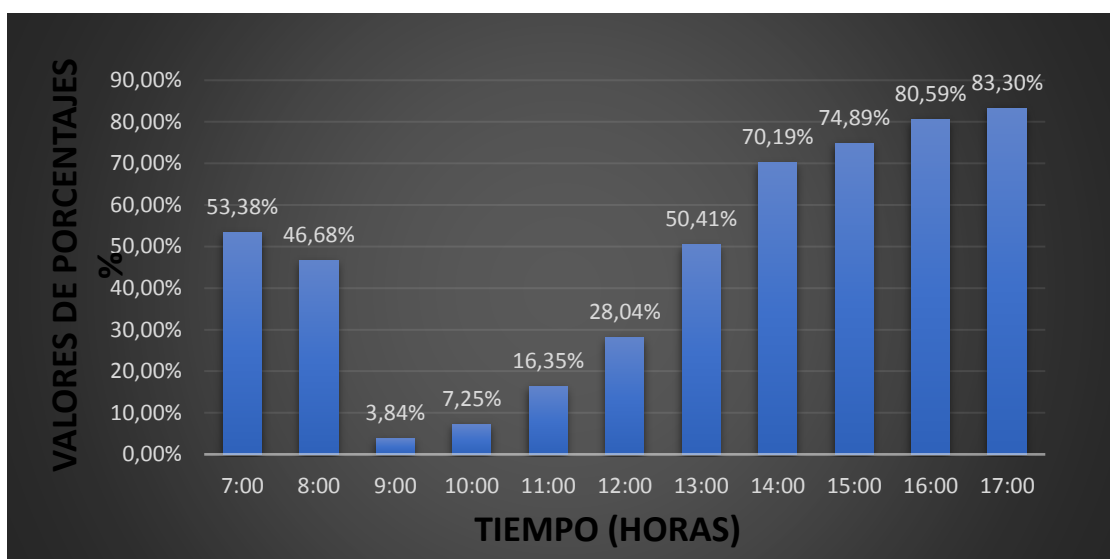


Figura 5.7: El porcentaje de las pérdidas de energía en una estación fotovoltaica

En la figura 5.7 se puede observar el porcentaje de las pérdidas de potencia que se producen en el transcurso del día, en el que se obtiene unas pérdidas energía mínima de 3.84% a las 9:00 am con las condiciones climáticas de una radiación elevada y una temperatura baja, y una pérdida de energía máxima de 80.30% a las 17:00 en condiciones climáticas de una radiación baja, la instalación puede rendir al 10% o 15% incluso en los días de mayor nubosidad.

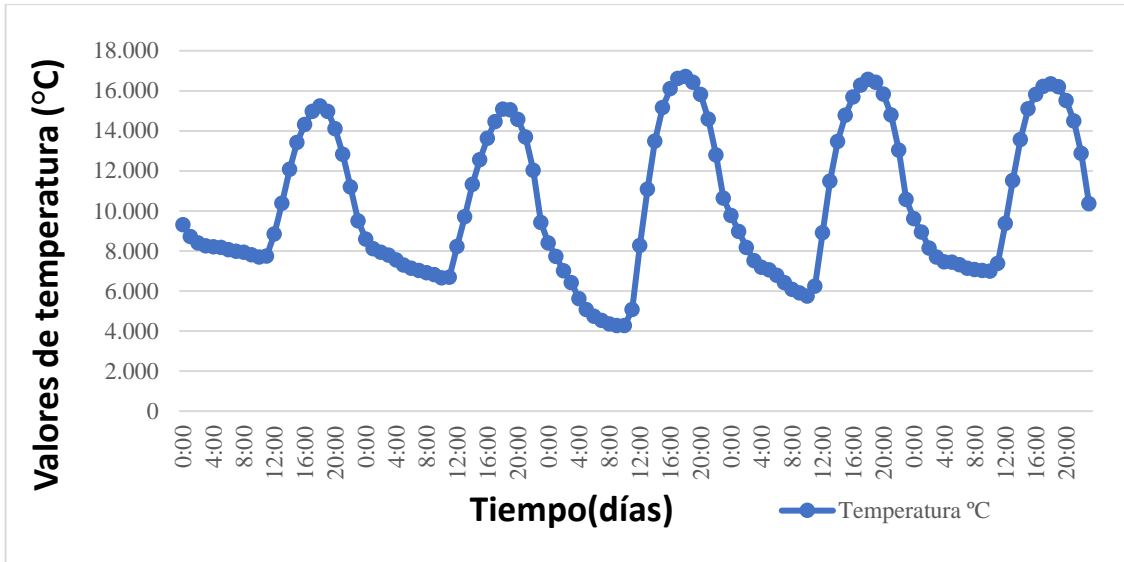


Figura 5.8: Curva característica de la temperatura

En la figura 5.8 se puede apreciar el comportamiento de la curva de temperatura en el transcurso de 5 días en el periodo de 24 horas, en el que se obtiene como resultado un incremento máximo de temperatura de 16,716°C a las 16:00 pm el día 6/08/2022, y un valor mínimo de temperatura de 4.268 °C, en el día 6/08/2022, dando como resultado el mayor incremento de la temperatura el día 6 en el análisis realizado en lapso de 5 días.

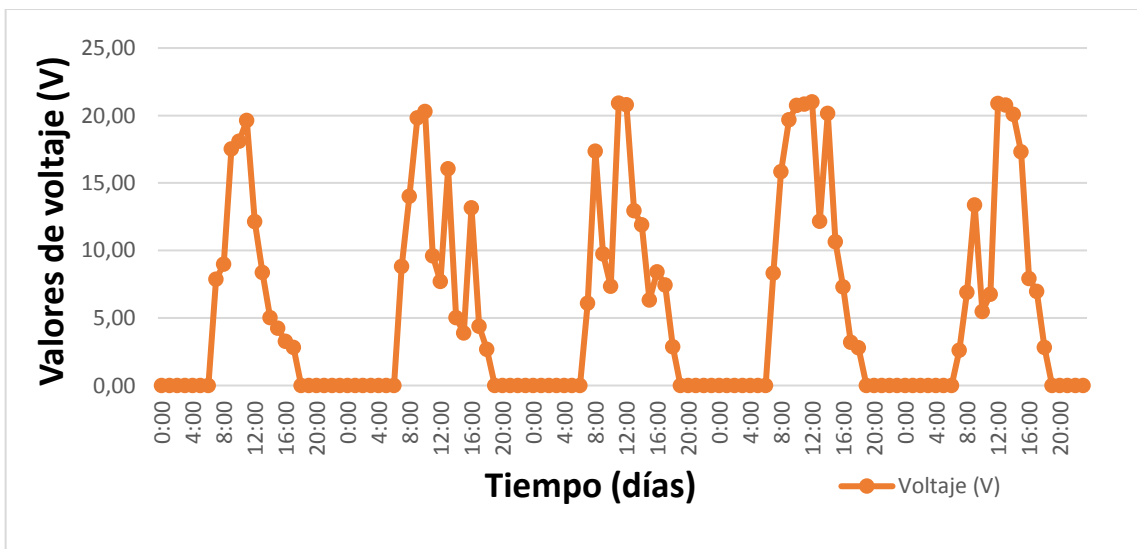


Figura 5.9: Curva característica de voltaje

En la figura 5.9 se muestra el comportamiento del voltaje el cual indica que existe un incremento de voltaje con un valor de 21.01 V en la celda fotovoltaica este voltaje tiende a disminuir según aumenta la temperatura, ya que trabaja mediante el parámetro de voltaje y temperatura, es decir la temperatura disminuye y el voltaje tiende a aumentar, de igual manera influye la variación radiación solar, ya que al incidir directamente sobre el área del panel solar la temperatura tiende a elevarse.

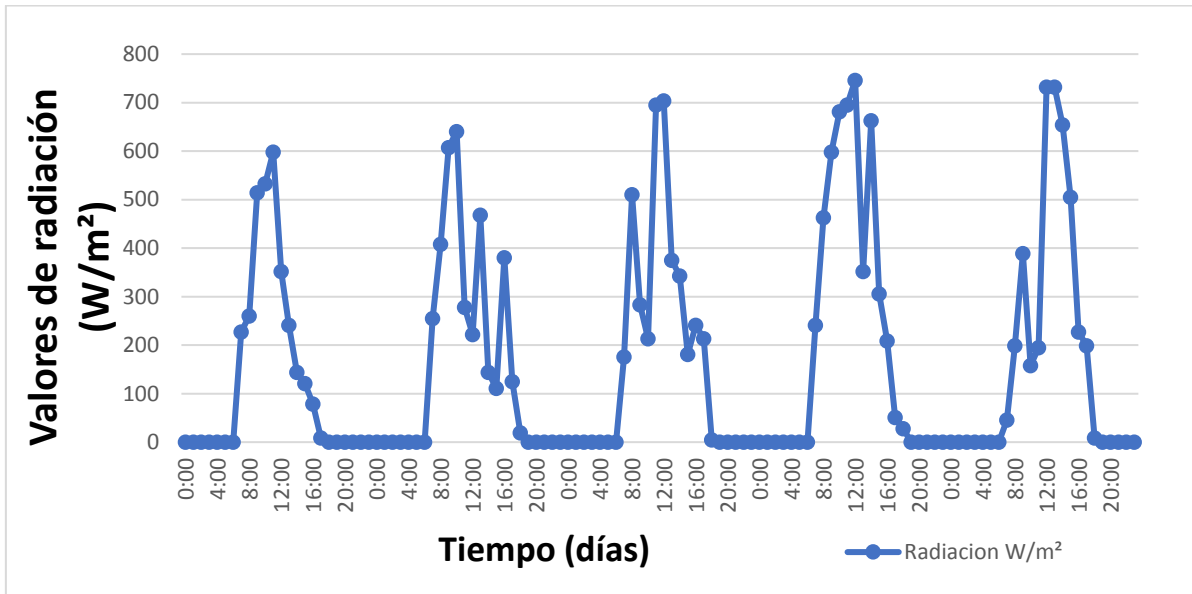


Figura 5.10: Curva caracterización de la radiación solar

En figura 5.10 se muestra la variación de la radiación solar incidente del periodo de 5 días, en el cual se puede observar que existen variaciones considerables durante cada periodo de tiempo, se puede identificar el valor máximo de 746W/m² a las 13:00 pm, el día 07/08/2022 en el periodo de 24:00 horas al día.

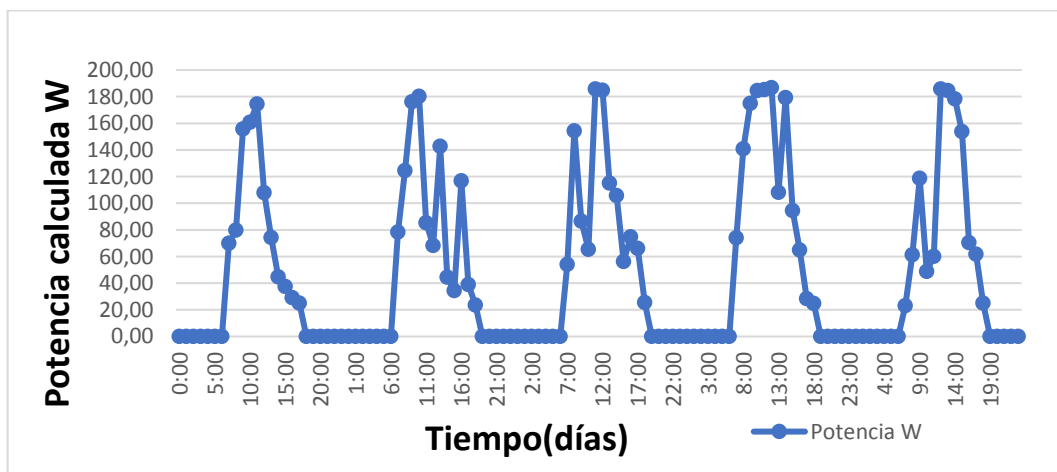


Figura 5.11: Curva caracterización de potencia

En la figura 5.11 se puede apreciar el comportamiento de la curva de la potencia calculada la cual es el producto de la multiplicación de los datos de voltaje y la corriente constante de la carga asimilada durante el periodo de cinco días, en el cual se obtiene como resultado una mayor producción que alcanza el valor de 186.80W, en el día 7/08/2022 a las 12 horas con un valor de radiación de 746 W/m² y una temperatura de 16.423°C, la radiación y la temperatura son parámetros que afectan directamente en la producción de energía en un panel solar.

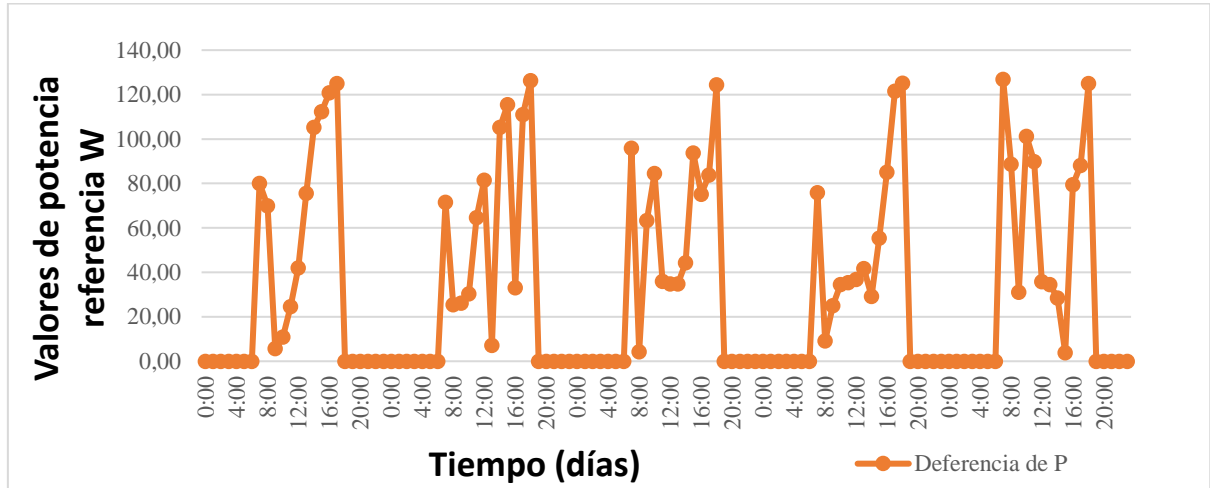


Figura 5.12: Curva característica de las pérdidas estimadas de potencia

En la gráfica 5.12 se muestran los valores de diferencia realizada entre la potencia re pérdidas de 126W debido a que existen condiciones climatológicas variables de una irradiación baja de 46 W/m² y una temperatura baja de 7,131°C.

Tabla 5.1: Datos promediales calculados

Fecha	Temperat °C	Radiación W/m ²	Voltaj (V)	Potencia calculada (W)	Potencia Referencia (W)	Diferencia de Potencia (W)	% Perd.
04/08/2022	5.285	282,64	9,82	87,27	150	70,22	0,47
05/08/2022	5.114	307,33	10,45	92,91	150	66,52	0,44
06/08/2022	5.164	357,64	11,02	97,92	150	64,59	0,43
07/08/2022	10.631	424,42	13,56	120,57	150	56,26	0,38
08/08/2022	11.126	344,50	10,99	97,71	150	69,42	0,46

En la tabla 5.1 nos indica los valores promediales de diferentes parámetros eléctricos y variables.

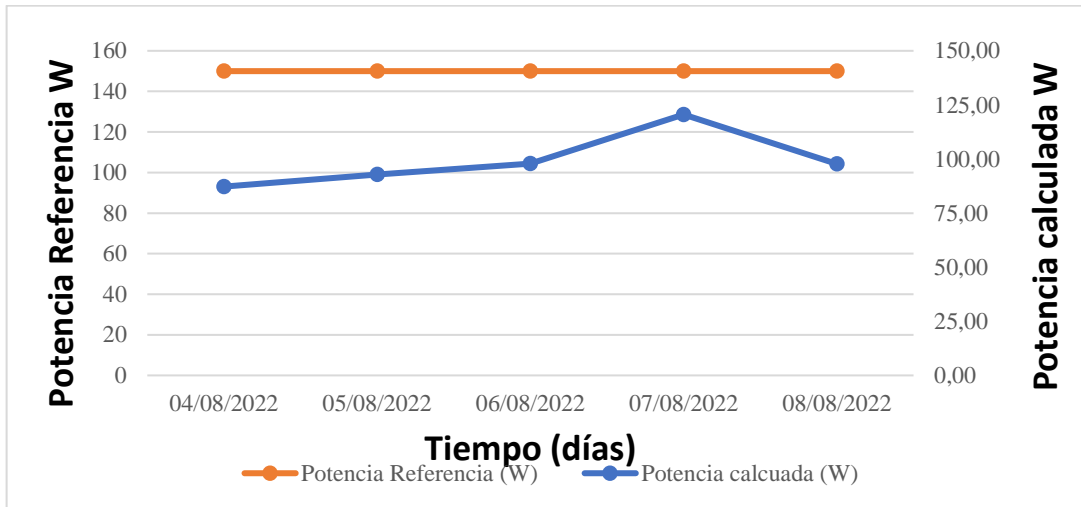


Figura 5.13: Curva característica de la temperatura

Mediante la figura 5.13 de los datos promedio obtenidos de los cinco días, se puede apreciar la curva de característica de la potencia calculada y la potencia de referencia de la carga constante de 150W, se observa que el 4/08/2022 la potencia calculada alcanza un valor de 87.27W, durante el transcurso de los días va incrementado la potencia calculada que llega a alcanzar valor máximo de 120,57W el día 7/08/2022, a partir de ese día la caída de potencia calculada comienza a disminuir con un valor de 97.71W el día 8/08/2022, dando como resultado con los datos expuestos que el valor de la potencia calculada incrementar en los días que existe una valor elevado de radiación solar.

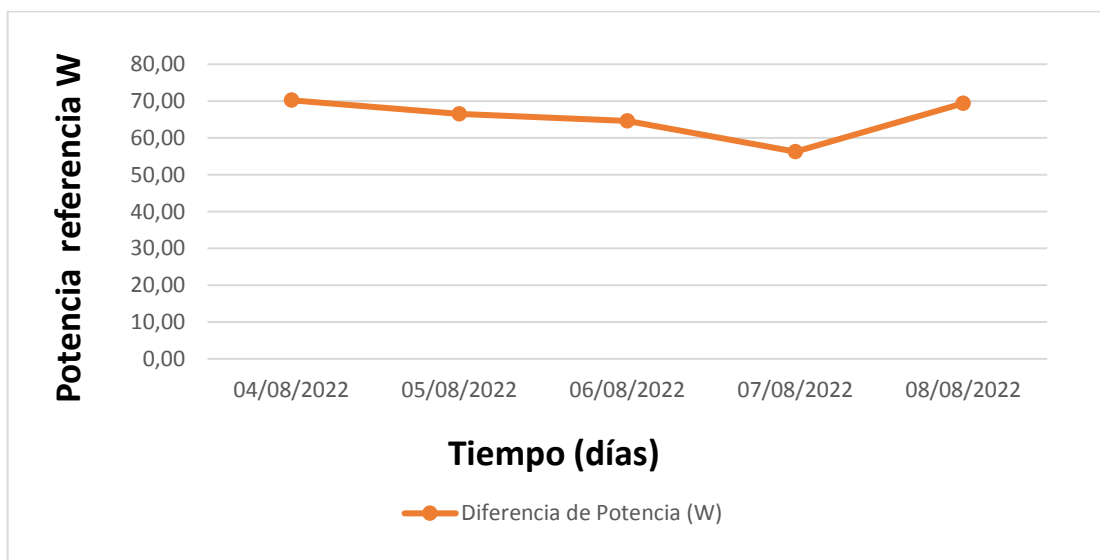


Figura 5. 14: Curva de las pérdidas estimadas de potencia

Mediante la figura 5.14 se observa el comportamiento de las curvas de los datos promedio obtenidos en los cinco días, de diferencia de potencia representa el valor de potencia perdido, el primer día se tiene un valor de pérdida de 70.22W, mientras que en el transcurso de los días existe una disminución de pérdida de potencia que con un valor mínimo de 56.26W en el día 07/08/2022, a partir de esa fecha comienza a incrementar la diferencia de potencia con un valor de 69.42 en el día 08/08/2022.

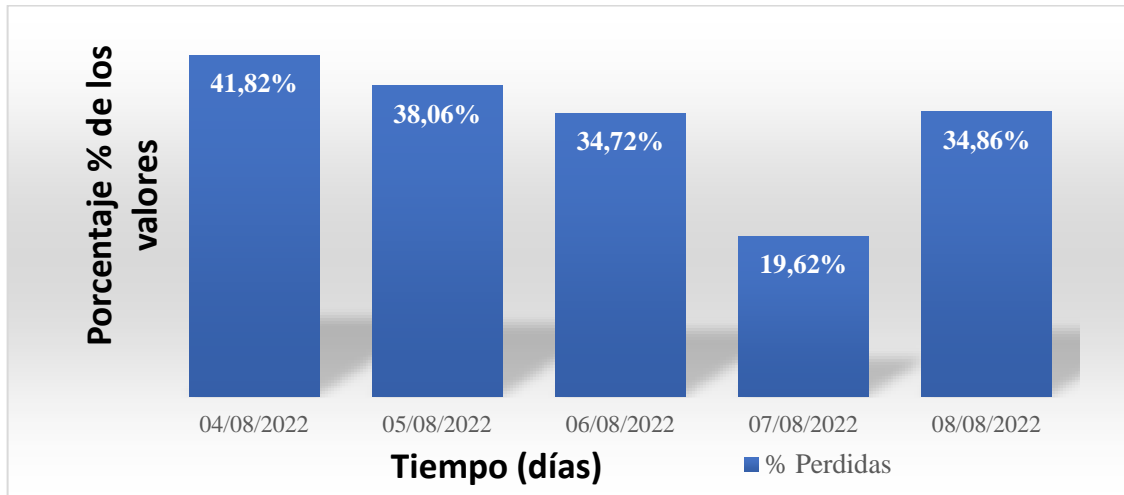


Figura 5.15: El porcentaje de las pérdidas de energía en los cinco días

En la figura 5.15 se puede observar el porcentaje de las pérdidas de potencia que se producen en el transcurso del día, en el que se obtiene una pérdida energía mínima de 19,62% a el día 07/08/2022 con las condiciones climáticas de una radiación elevada y una temperatura baja, y una pérdida de energía máxima de 41,82% el día 04/08/2022 en condiciones climáticas de una radiación baja.

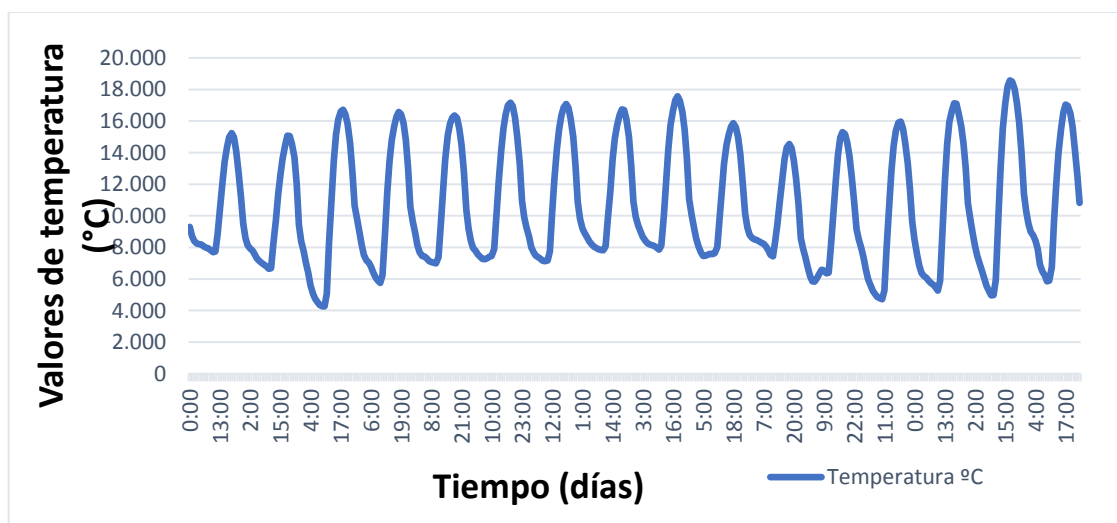


Figura 5.16: Curva característica de la temperatura

En la figura 5.16 se apreciar el comportamiento de la variación de la temperatura de todos los datos recopilados de 16 días, para realizar el análisis estadístico en el cual se observa que no existen un gran incremento en la temperatura ni una disminución considerable, el valor máximo de temperatura es de 18.494°C en el día 16/08/2022 en el periodo de 24:00 horas y alcanza un valor mínimo de 4.268°C el día 06/08/2022.

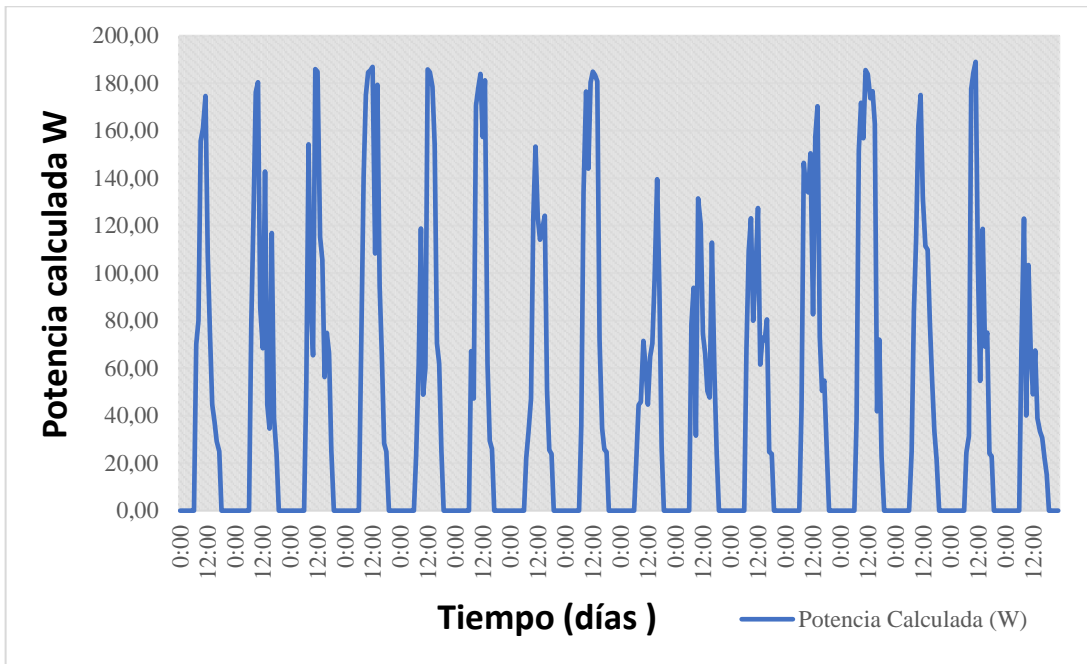


Figura 5. 17: Curva de la Potencia Calculada

En la figura 5.17 se puede apreciar el comportamiento de la curva de la potencia calculada del periodo de 16 días, la cual resulta del producto de la multiplicación de los datos de voltaje y la corriente constante de la carga asimilada, en el cual se obtiene como resultado una mayor producción que alcanza el valor de 188.97W, en el día 18/08/2022 a las 11 horas con un valor de radiación de 755 W/m² y una temperatura de 5.933°C, la radiación y la temperatura son parámetros que afectan directamente en la producción de energía en una panel solar.

Tabla 5. 2: Tabla de datos promedios de recopilación de datos de 16 días

Fecha	Temperatura °C	Radiación W/m ²	Voltaje (V)	Potencia calculada (W)	Potencia Referencia (W)	Diferencia de Potencia (W)	% Perdidas
04/08/2022	10,287	282,64	9,82	87,27	150	62,73	41,82%
05/08/2022	9,92	307,33	10,45	92,91	150	57,09	38,06%

06/08/2022	9,993	336	11,02	97,92	150	52,08	34,72%
07/08/2022	10,631	422,42	13,56	120,57	150	29,43	19,62%
08/08/2022	11,126	344,5	10,99	97,71	150	52,29	34,86%
09/08/2022	10,56	381	12,40	110,23	150	39,77	26,51%
10/08/2022	11,581	254,42	8,99	79,92	150	70,08	46,72%
11/08/2022	11,523	404,33	12,91	78,07	150	71,93	47,96%
12/08/2022	11,985	209,08	7,31	111,75	150	38,25	25,50%
13/08/2022	11,182	241,42	8,33	63,21	150	86,79	57,86%
14/08/2022	10,222	252,25	8,87	67,53	150	82,47	54,98%
15/08/2022	10,143	331,92	11,46	73,12	150	76,88	51,26%
16/08/2022	9,822	439,92	14,42	98,35	150	51,65	34,44%
17/08/2022	10,899	308,08	10,33	124,97	150	25,03	16,69%
18/08/2022	11,459	306,5	10,08	89,76	150	60,24	40,16%
19/08/2022	11,078	177,33	6,18	87,56	150	62,44	41,63%

Mediante la tabla 5.2 se muestran los valores promedios de los parámetros eléctricos y las variables climatológicas.

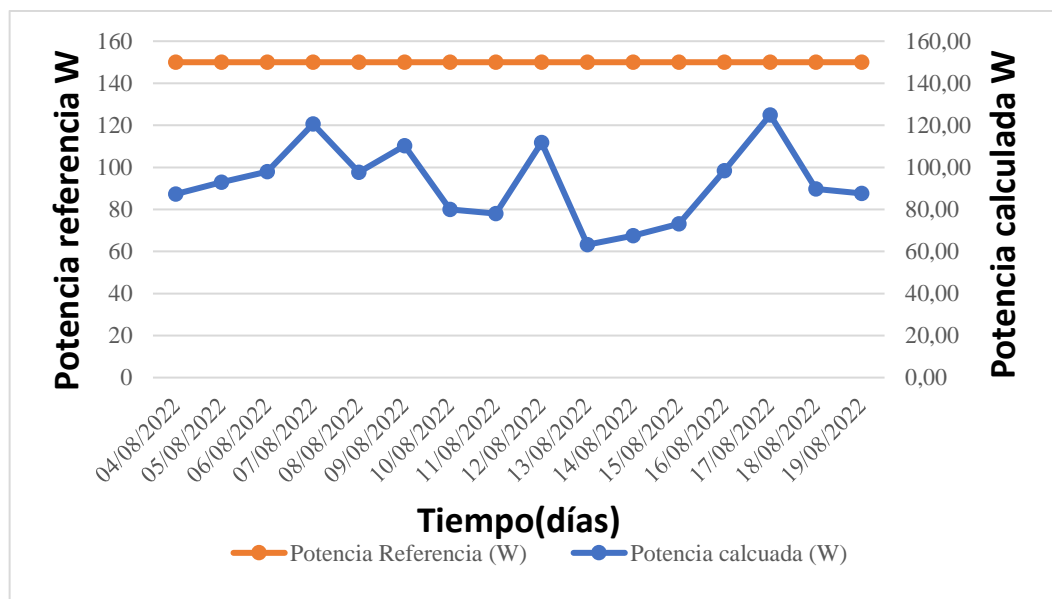


Figura 5.18: Curva de la potencia referencia y potencia calculada

Mediante la figura 5.18 de los datos promedio obtenidos del periodo de 16 días, se puede apreciar la curva de característica de la potencia calculada y la potencia de referencia de la carga constante de 150W, se observa que la mayor producción de potencia se da el día 17/08/2022 día en el que potencia calculada alcanza un valor de 124,97W con un valor de temperatura de 10,899°C y un valor de radiación promedio de 308,08 W/m², potencia calculada alcanza un valor mínimo de 63,21W el día 13/08/2022, con valores promedio de temperatura de 11,182°C y un valor promedio de 241,42 W/m² dando como resultado con los datos expuestos que el valor de la potencia calculada incrementar en los días que existe un valor elevado de radiación solar.

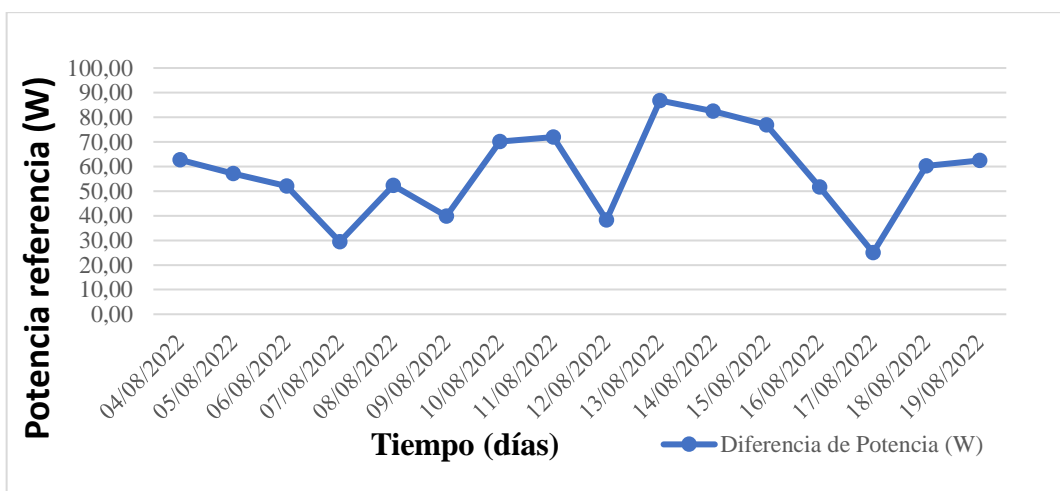


Figura 5.19: Curva de la potencia referencia y potencia calculada

Mediante la figura 5.19 se observa el comportamiento de las curvas de los datos promedio obtenidos en el periodo de 16 días, de diferencia de potencia representa el valor de potencia perdido, el valor mínimo de pérdida de potencia equivale a 25.03W el día 17/08/2022, mientras que el mayor valor de pérdidas de potencia equivale a 86,79W el día 13/08/2022, al existir una baja incidencia de radiación sobre la superficie de los paneles solares, la potencia producida tiende a reducirse.

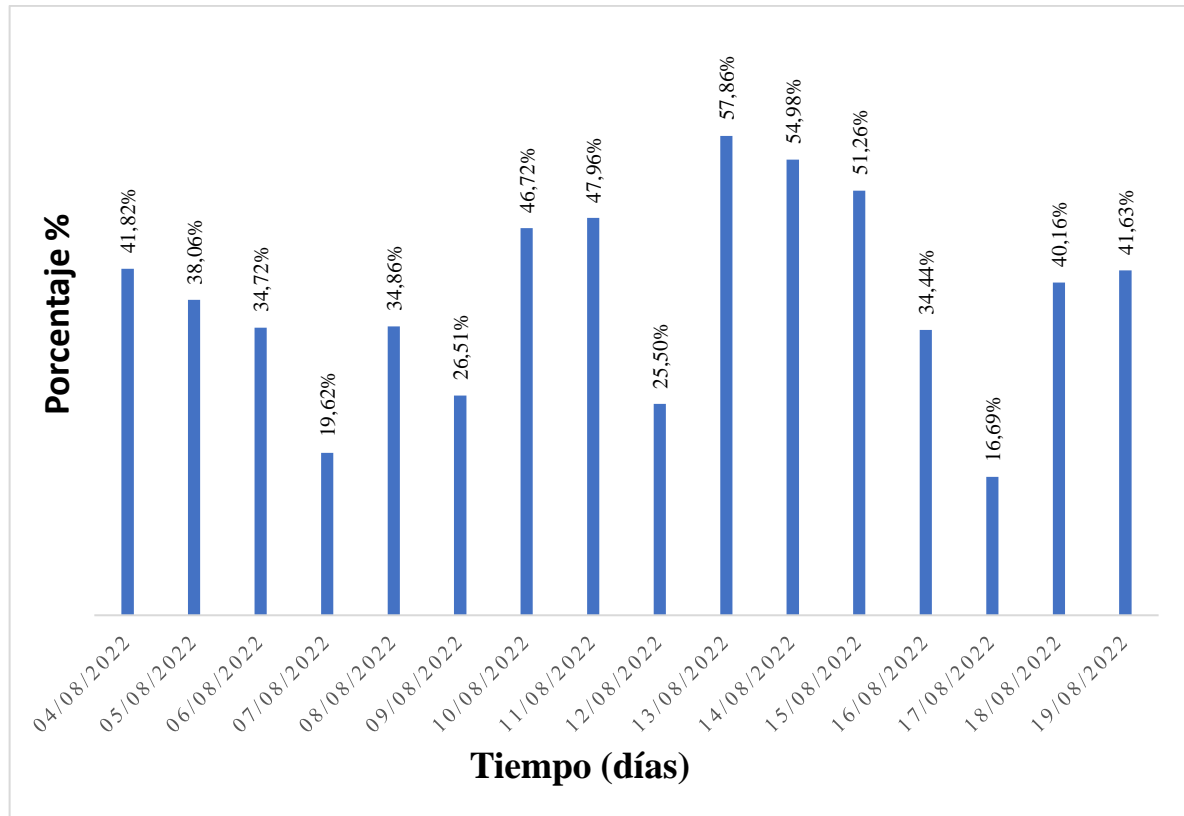


Figura 5.20: Curva de la potencia referencia y potencia calculada

En la figura 5.20 se puede observar el porcentaje de las pérdidas de potencia que se producen en el transcurso de 16 días, en el que se obtiene unas pérdidas energía mínima de 16.69% a el día 17/08/2022 con las condiciones climáticas de una radiación elevada y una temperatura baja, y una pérdida de energía máxima de 57,86% el día 13/08/2022 en condiciones climáticas de una radiación baja.

5.2 PRESUPUESTO

Consiste en implementar todos los gastos obtenidos he invertidos en la ejecución de la propuesta tecnológico en términos de precios y cantidades de acuerdo a los rubros directos en indirectos mediante tablas que se presentan a continuación:

5.2.1 Costos directo

Es necesario entender que los costos directos ya sean por productos, servicio o actividad, en nuestro caso se designó a los equipos y materiales eléctricos para el respectivo análisis como se muestra en la tabla 5.3.

Tabla 5.3: Costos directos del sistema de caracterización

COSTOS DIRECTOS				
N°	Descripción	Precio unitario	Descuento %	Precio total
1	Rif OFFEX 31 del 16.02.22 E-log /v.3/12 entrada / 8m Display / N.2 RS 232 HS CODE 90158020	1.267,00	25%	950,25
2	Box IP 66/50*40*16 cm/230V ->13,8V /500W/ batería 24 h	696,00	25%	522,00
3	Arm/ELF/a D=45/65mm.pole HS código 90158020	113,00	25%	85,75
4	Sensor/ cup & vane anem. /WS+WD/Hz+0/1V/10/30V	942,00	25%	706,50
5	Cable STD/L=5m / sensores HS código 90158020	83,00	25%	62,25
6	Sensor/T+RH%/Pt 100+0/1V/12V/ CABLE 3m HS código 90158020	508,00	25%	381,00
7	Pantalla en radianes /NV/DMA67*-033 HS código 90158020	154,00	25%	115,50
8	Collar /por sensor armado a D=45/65mm polo HS código 90158020	41,00	25%	30,75
9	Sensor de piranómetro HS código 90158020	896,00	25%	672,00
10	Cable STD DIN47100 L=10m HS código 90158020	97,00	25%	72,75
11	Arm/DPA154-855-980-863-873-252-952- 817-822/Horz a DYA049	97,00	25%	72,75
12	Collar de sensor arm a D=45/65mm HS código 90158020	41,00	25%	30,75
13	Polo /H=2m/D050mm HS código 90158020	295,00	25%	221,25
14	Polo D=50 mm HS código 90158020	149,00	25%	111,25
15	Pernos de anclaje para trípode HS código 90158020	55,00	25%	41,25
16	SW espectador de Gidas/PC HS código 90158020	244,00	25%	183,00
17	Cfr a aeropuerto a Ecuador HS código 90158020	400,00	25%	400,00
18	RS 232 ->485 convertidor HS código 90158020	279,00	25%	418,00
19	Cable/Lan 4*2*AWG24/I-SS/Ftp-Cmx Cat5-Sch HS código 90158020	6,00	25%	225,00

20	Certificado original de cámara de comercio HS código 90158020	150,00	25%	150,00
Total:				5452,00

5.2.2 Costos indirectos

Se refiere a los costos o gastos que se encuentran vinculados al proceso de ayuda de la obtención y verificación del producto final, como se detalla en la tabla 5.4.

Tabla 5.4: Costos indirectos del sistema de caracterización

COSTOS INDIRECTOS		
N°	Descripción	Precio total
1	Transporte	50
2	Alimentación	60
3	Impresiones	30
4	Anillados	15
5	Imprevistos	30
Total		185

Tabla 5.5: Costo total del sistema de caracterización

COSTO TOTAL DEL PROYECTO	
Costos directos	5410,75
Costos indirectos	185
Total	5595,75

5.3 Análisis de Impactos

5.3.1 Impacto social

La implementación de un sistema de estación meteorológico que nos permite el monitoreo de variables como la temperatura entre otros, teniendo una serie de datos que provocará un impacto importante en el campo social. De esta manera mejorará en diversos aspectos a los estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, de toma de datos en tiempo real del potencial energético.

En este sentido el sistema de monitoreo de los datos obtenidos de operación de las variables climatológicas para del sistema de energía renovables pueden aportar a los siguientes beneficios sociales: empleo local, emprendimientos, oportunidades de trabajo y sostenibilidad de energía a efectos de los paneles fotovoltaicos monitoreados en cuanto a los parámetros eléctrico de potencia, voltaje y corriente máxima.

La propuesta tecnológica, junto con las plantas fotovoltaicas, aportan a la sustentabilidad de las energías alternativas para mejorar la calidad de vida de la sociedad, seguridad y el confort.

5.3.2 Impacto tecnológico

La implementación de una estación meteorológica conlleva a la tecnología hoy en día que permitirá a los estudiantes y docentes de la carrera de Ingeniería Electromecánica, la obtención de datos en tiempo real con parámetros de variables dependientes. Este equipo se encontrará monitoreando las 24 horas del día y tendremos datos suficientes para realizar un análisis estadístico posteriormente. Mediante la obtención de los datos eléctricos de un equipo llamado data logger de voltaje y corriente nos permite obtener datos de voltaje en vacío de una estación fotovoltaica. La tecnología en la actualidad es competitiva en términos de costos y los sistemas fotovoltaicos se están desplegados a grandes escalas por todo el mundo con el propósito que nos ayude a alimentar la red eléctrica, creando en el ámbito de la tecnología a gran escala como la capacidad energética para el uso de los vehículos eléctricos.

5.3.3 Impacto ambiental

Los sistemas fotovoltaicos que se crean por medio de los paneles solares, se contemplan como una energía limpia principalmente el comportamiento con respecto a la radiación solar, permite la reducción de los gases de dióxido de carbono y la coincidencia del cambio climatológico.

También los proyectos de energía renovable también son viables para el aprovechamiento energético del sol, siempre cuando haya el respectivo monitoreo de las variables climatológicas y los parámetros eléctricos de voltaje, intensidad y voltaje y potencia para no incurrir en el desperdicio de energía renovables y ocupando el mejor rendimiento de la estación fotovoltaica y la capacidad de la potencia máxima. Junto con los parámetros bien planteados en las plantas de fotovoltaico las características de las curvas de operación de parámetros eléctricos V-I y V-P se puede mantener el recurso natural.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- La recopilación de información mediante indagación bibliográfica permitió conocer el funcionamiento del sensor de medición de temperatura termo – higrómetro DMA 672.1 y la comunicación con el registrador de datos y mediante la indagación del funcionamiento de data logger R5003 se pudo recopilar datos de voltaje de salida de los paneles solares, para elaborar un análisis de las pérdidas de energía.
- En análisis de estimación de pérdidas de energía se analizan los datos recopilados de la temperatura, radiación y voltaje con los cuales se calcula la potencia producida asimilando la corriente de una carga constante de 8.89 A.
- En el análisis porcentaje de las pérdidas de potencia que se producen en el transcurso del día en el periodo de 24 horas, se obtiene una pérdida energía mínimas de 3.84% en condiciones de radiación incidente elevada y temperaturas bajas las pérdidas máximas oscilan entre al 80.30% en condiciones climáticas de una radiación baja, la instalación puede rendir al 10% o 15% incluso en los días de mayor nubosidad.
- Se determinó que el porcentaje de las pérdidas de potencia analizando los valores promedio de cada variable medida en el transcurso de los 16 días, en el que obtiene como resultado una estimación del 16.69% de pérdidas mínimas en condiciones climáticas de unas radiaciones elevadas y unas temperaturas bajas, y una estimación de pérdida de energía máxima de 57,86% condiciones climáticas de radiación baja.

6.2 RECOMENDACIONES

- Para una mejor producción de energía en estaciones fotovoltaicas se recomienda diseñar sistemas de control de temperatura que permitan controlar el calor excedente que se produce en el área de los paneles solares.
- Para reducir el efecto de la temperatura se recomienda instalar disipadores de calor los cuales ayudan a evitar el sobrecalentamiento
- Para controlar el efecto de la temperatura de los paneles solares, con el objetivo de mejorar su eficiencia se debe utilizar métodos viables de control como aire acondicionado, enfriamiento a base de agua, sistemas de refrigeración o mediante la implementación de intercambiadores de calor.

- Para mejorar la eficiencia de un panel solar se puede considerar la ubicación del sistema fotovoltaico permitiendo que cuente con una ventilación natural producida por las corrientes de viento.

7 BIBLIOGRAFÍA

- [1] F. A. Moran , M. L. Facchini, D. H. Pontoriero y V. M. Doña, «Inserción de generación distribuida a través de instalaciones fotovoltaicas domiciliarias ajustadas a las curvas típicas de demanda residencial,» *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, vol. 13, p. 1, 2009.
- [2] A. G. Vera Davila, J. C. Delgado Ariza y S. B. Sepulvera Mora, «Validación del modelo matemático de un panel solar empleando la herramienta Simulink de Matlab,» *Investig. Desarro. Innov.*, vol. 8, p. 2, 2018.
- [3] J. Cepeda y A. Sierra , «Aspectos que afectan la eficiencia en los paneles fotovoltaicos y sus potenciales soluciones,» <https://repository.usta.edu.com>.
- [4] R. Jhonnatan Gómez, J. D. Murcia Murcia y R. Ivan Cabeza, «La energía solar fotovoltaica en Colombia: potenciales, antecedentes y perspectivas,» Universidad Santo Tomás, 2018. [En línea]. Available: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/10312/G%c3%b3mez2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: 29 Abril 2022].
- [5] N. R. Flores Rivera y M. Á. Domínguez Ramírez, «“Medición de la eficiencia energética de los paneles solares de silicio.”,» cimav.
- [6] J. Guaman Molina, C. Vargas Guevara, R. Nogales Portero , D. Guevara Aulestia, M. Garcia Carrillo y A. Rios Villacorta, «Solar manager: plataforma cloud de adquisición, tratamiento y visualización de información de sistemas fotovoltaicos aislados,» *Ingenius. Revista de Ciencia y Tecnología*, n° 15, pp. 5-24, 2016.
- [7] C. Spurgeon, «Ethernet Definitive Guide,» de *Ethernet Definitive Guide*, United States of America, O'Reilly & Associates, 2000.
- [8] G. P. Chamorro y H. Toro, «Protocolos de comunicación industrial,» *Universidad ECCL*, p. 14.
- [9] J. A. Gelvez Figueredo y J. E. Duque Pardo, «Procesador de comunicaciones modbus,» *Revista UIS Ingenierías*, vol. 5, n° 2, 2006.
- [10] R. Defas y A. Guzmán, «Implementación de un sistema de monitoreo y control de actuadores eléctricos AUMA utilizando protocolos de comunicación industrial Modbus RTU y Modbus TCP/IP,» *revistadigital*, vol. 1, n° 375, 2017.
- [11] N. G. Forero Saboya, «Normas de Comunicación en Serie: RS-232, RS-422 y RS-485,» *d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net*, n° 1, p. 10, 2012.
- [12] F. Ureña Elizondo, «Utilización de estaciones meteorológicas automáticas como nueva alternativa para el registro y transmisión de datos,» *uned.ac.cr*, vol. 11, n° 1, p. 33, marzo 2011.

- [13] «Sensor GO,» 15 septiembre 2020. [En línea]. Available: <https://sensorgo.mx/estaciones-meteorologicas/>. [Último acceso: 19 8 2022].
- [14] «Sensor GO,» 22 diciembre 2020. [En línea]. Available: <https://sensorgo.mx/sensores-meteorologicos/>. [Último acceso: 19 8 2022].
- [15] W. P. Llano Iza y S. P. Monta Iza, «“Implementación de un sistema fotovoltaico para energizar un sistema de oxigenación de agua en la crianza y reproducción de truchas”», <http://repositorio.utc.edu.ec>, LATACUNGA, 2016.
- [16] R. P. Quilumba Toapanta y B. D. Quimbita Terán , «DESARROLLO DE UN SISTEMA SCADA PARA SUPERVISIÓN Y ADQUISICIÓN DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS DE PANELES ADQUISICIÓN DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS DE PANELES,» <http://repositorio.utc.edu.ec>, LATACUNGA, 2021.
- [17] V. N. Chambi Laura, «Estudio y análisis de la actividad solar, radiación solar global y radiación UV en la ciudad de Arequipa,» <http://repositorio.unsa.edu.pe>, AREQUIPA, 2018.
- [18] J. Romero, «Universidad Politecnica de Catalunya,» Enero 2015. [En línea]. Available: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/26396/memoria.pdf>.
- [19] J. E. Cata Sanchez y F. M. Rodriguez Socola, «Repositorio Universidad Politecnica Salesiana,» Mayo 2015. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10250/1/UPS-GT001338.pdf>.
- [20] J. Cepeda y A. Sierra, «Aspectos que afectan la eficiencia en los paneles fotovoltaicos y sus potenciales soluciones,» *repository.usta.edu.com*.
- [21] M. Koeh , M. Heck , S. Wiesmeier y J. Wirth , «Modeling of the nominal operating cell temperature based on outdoor weathering,» vol. 95, pp. 1638-1646, 2011.
- [22] «Catalogo-dta-loggers-berman,» 25 5 2022. [En línea]. Available: <https://e-berman.info>. [Último acceso: 29 8 2022].
- [23] «Amazon,» 16 8 2012. [En línea]. Available: <https://www.amazon.com>. [Último acceso: 29 08 2022].
- [24] L. L. E. M. Solutions, «LSI Lastem,» LSI Lastem Environmental Monitoring Solutions, [En línea]. Available: https://www.lsi-lastem.com/MANUAL/INSTUM_01388_en.pdf. [Último acceso: 23 Mayo 2022].
- [25] L. L. E. M. Solutions, «LSI Lastem,» LSI Lastem Environmental Monitoring Solutions, 10 Octubre 2019. [En línea]. Available: https://www.lsi-lastem.com/MANUAL/INSTUM_00193_en.pdf. [Último acceso: 23 Mayo 2022].
- [26] A. Daneeis y W. Salter, «WHAT IS SCADA,» *International Conference on Accelerator and Large Experimental Physics Control Systems, 1999, Trieste, Italy*.

- [27] C. Spurgeon, «Ethernet,» de *Ethernet The Definitive Guide*, United States of America., O'Reilly & Associates., 2000.
- [28] R. Defas y A. Guzmán, «Implementación de un sistema de monitoreo y control de actuadores eléctricos AUMA utilizando protocolos de comunicación industrial Modbus RTU y Modbus TCP/IP,» *revistadigital.uce.edu.ec*, vol. 1, n° 375, p. 3, 2017.
- [29] E. M. L y L. L. C, «Cálculo de la Temperatura de Punto de Rocío a Diferentes Valores de Presicion,» *www.researchgate.net*, p. 5, 2008.
- [30] N. H. Cruz Flores, "*Diseño de un sistema scada para el monitoreo del caudal de aguas en tuberías utilizando el protocolo de redes industriales modbus de labview para la empresa Led Ingenieros*", Puno - Peru, 2017.
- [31] J. A. Gelvez Figueredo y J. E. Duque Pardo, «Procesador de comunicaciones modbus,» *Revista UIS Ingenierías*, vol. 5, n° 2, 2006.
- [32] C. E. Toapanta Sangucho, «Minimización de pérdidas en la producción de energía eléctrica utilizando las ecuaciones de Navier Stock en sistemas fotovoltaicos,» Universidad Politecnica Salesiana sede Quito, 2020. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18570/1/UPS%20-%20ST004497.pdf>. [Último acceso: 29 Abri 2022].
- [33] G. M. Rojas y V. R. Vasquez , «Modelo generalizado para el cálculo del punto de rocío para mezclas de vapor de agua no saturadas,» *revistas.ucr.ac.cr*, vol. 3, n° 1, p. 6, 1993.
- [34] D. E. Marrugo Carreazo, G. Guerrero Gómez y J. A. Gómez Camperos, «Desarrollo de instrumento virtual enfocado en la adquisición de datos para generar perfiles de temperatura en hornos,» *Ingenio UFPSO*, vol. 8, 2015.

ANEXO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS

TITULACIÓN:

GRADO EN INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

ANEXO

Anexos A: Informe del % del urkund



TÍTULO:

**“ESTIMACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA POR EFECTO DE LA
TEMPERATURA EN UNA ESTACIÓN FOTOVOLTAICA DE 2 kW”**

AUTORES:

Mendoza Chilig Francisco Alexander

Toaquiza Toaquiza Wilmer Javier

Document Information

Analyzed document	TESIS_MENDOZA_TOAQUIZA.docx (D143455379)
Submitted	8/31/2022 11:24:00 PM
Submitted by	
Submitter email	luis.cruz@utc.edu.ec
Similarity	6%
Analysis address	luis.cruz.utc@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / TESIS Alvarez-Heredia.docx Document TESIS Alvarez-Heredia.docx (D143373478) Submitted by: luis.cruz@utc.edu.ec Receiver: luis.cruz.utc@analysis.arkund.com	 2
SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / tesis_plagio_Y_C.docx Document tesis_plagio_Y_C.docx (D143455166) Submitted by: cristian.gallardo@utc.edu.ec Receiver: cristian.gallardo.utc@analysis.arkund.com	 3

Entire Document

1 INTRODUCCIÓN Se ha investigado en la última década la existencia de un interés en la generación eléctrica a la escala de nivel de distribución que fue conocida como Generación Distribuida (GD). Se motiva en diversos factores técnicos, económicos y ambientales, entre los cuales se puede citar: el avance tecnológico, la preservación del medioambiente, la necesidad de contar con un suministro de energía eléctrica altamente confiable y con adecuados niveles de calidad, haciendo al sector fotovoltaico uno de los mayores crecimientos a nivel mundial. CITATION Mor09 \l 12298 [1]. El uso de la energía solar fotovoltaica hace necesaria la utilización de herramientas que permitan analizar el comportamiento de los paneles solares, bajo diferentes condiciones de temperatura, para optimizar el rendimiento de la energía al momento de ser utilizada. Mediante el software 3DOM (registrador electrónico), se va a recolectar datos del panel solar bajo diferentes condiciones climatológicas para realizar un análisis de la variación de las curvas características del mismo, dependiendo de la variación de sus parámetros fundamentales, con el objetivo de mejorar el diseño de un sistema fotovoltaico a futuro. CITATION Ver18 \l 12298 [2].

1.1 EL PROBLEMA

1.1.1 Situación problemática

En la actualidad la demanda energética en el mundo presenta un incremento alrededor de 4.6 kWh/m² diarios debido que corresponde a unos 200 W/m² de irradiación. Alrededor del 86% de la energía consumida a nivel mundial viene de fuentes fósiles, mientras que el 19% restante procede de fuentes renovables asociadas al uso tradicional de la biomasa y centrales hidroeléctricas. CITATION Cep \l 12298 [3], por lo cual se optan por buscar nuevas alternativas para generar energía eléctrica, una de estas alternativas es el aprovechamiento del recurso solar mediante la implementación de estaciones fotovoltaicas. CITATION MarcadorDePosición1 \l 3082 [4].

El rendimiento de una estación fotovoltaica es principalmente medido en condiciones standard de ensayo (Standard Test Conditions o STC): radiación de 1000 W/m² (incidencia normal), repartición espectral AM 1.5 y temperatura de la célula a 25 ° C. El tamaño más interesante es la eficiencia del panel, o que porcentaje de energía de la luz que incide en el panel se convierte en electricidad. La eficiencia del panel es generalmente de 1 a 3% inferior a la eficiencia de las celdas solares considerado el ángulo del panel solar según la referencia de la mejor orientación.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS

TITULACIÓN:

GRADO EN INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

ANEXO

Anexos B: Fotografías de la Estación Meteorológico



TÍTULO:

**“ESTIMACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA POR EFECTO DE LA
TEMPERATURA EN UNA ESTACIÓN FOTOVOLTAICA DE 2 kW”**

AUTORES:

Mendoza Chilig Francisco Alexander

Toaquiza Toaquiza Wilmer Javier

DISEÑO



Fotografía B.1: Planta fotovoltaica
Fuente: Carrera de Electromecánica



Fotografía B.2: Conexión al computador
Fuente: Carrera de Electromecánica



Fotografía B.3: Instalación de la base
Fuente: Carrera de Electromecánica



Fotografía B.4: Instalación del cajetín de conexiones
Fuente: Carrera de Electromecánica

DISEÑO



Fotografía B.5: Instalación del sensor de Termo higrómetro
Fuente: Carrera de Electromecánica



Fotografía B.6: Verificación de la ubicación exacta del equipo
Fuente: Carrera de Electromecánica

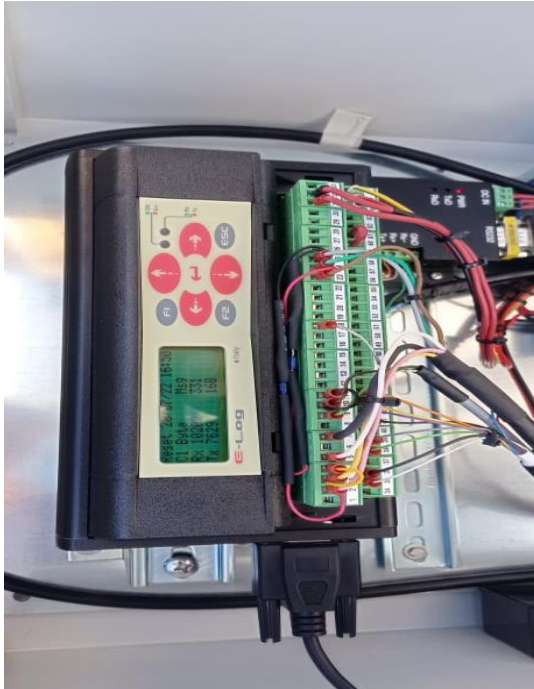


Fotografía B.7: Verificación de la conexión de los sensores.
Fuente: Carrera de Electromecánica



Fotografía C.8: Lugar específico de la estación meteorológica.
Fuente: Carrera de Electromecánica

DISEÑO



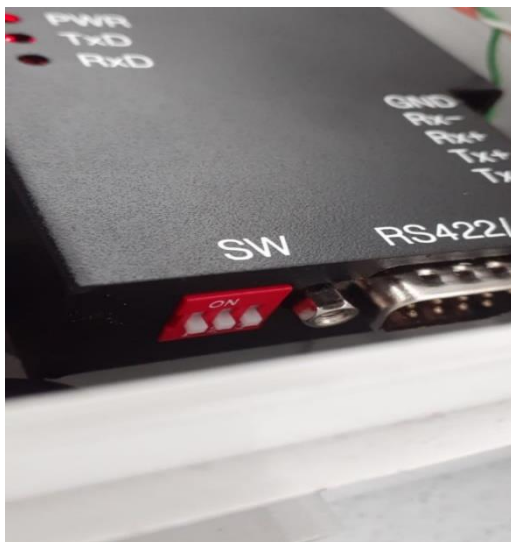
Fotografía C.9: Conexiones a la parte eléctrica de lata logger.

Fuente: Carrera de Electromecánica.



Fotografía C.10: Verificación del encendido de la pantalla.

Fuente: Carrera de Electromecánica.



Fotografía C.11: Verificación de la entrada del RS 232

Fuente: Carrera de Electromecánica



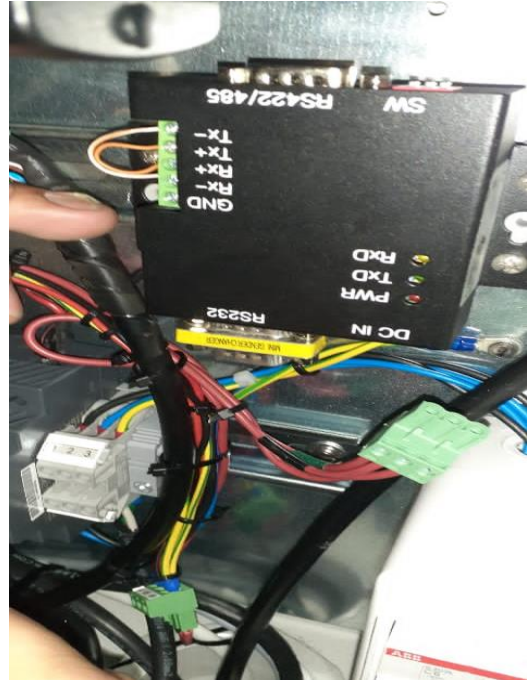
Fotografía C.12: La conexión del terminal de los pines de salida

Fuente: Carrera de Electromecánica

DISEÑO



Fotografía C.13: Conexión de los inversores.
Fuente: Carrera de Electromecánica.



Fotografía C.14: Comunicación RS 232-485
Fuente: Carrera de Electromecánica.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS

TITULACIÓN:

GRADO EN INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

ANEXO C: REGISTRO DE DATOS DEL SOFTWARE 3 DOM



TÍTULO:

**ESTIMACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA POR EFECTO DE LA
TEMPERATURA EN UNA ESTACIÓN FOTOVOLTAICA DE 2 kW**

AUTORES:

Mendoza Chilig Francisco Alexander

Toaquiza Toaquiza Wilmer Javier



**LABORATORIO DE ENERGÍAS
RENOVABLES**

**REGISTRO DE DATOS DEL SOFTWARE 3
DOM**

Fecha: 4-08-2022 al 19-08-2022

Responsables: Francisco
Mendoza y Wilmer Toaquiza

Horario: las 24 h

Fecha	Hora	Hora Local	Temperatura °C	Radiación W/m ²	Voltaje (V)	Voltaje(V)	Corriente I (A)	Potencia Calculada (W)
04/08/2022	0:00	19:00:00	9.301	0	0,00	0,00	8,89	0,00
04/08/2022	1:00	20:00:00	8.714	0	0,00	0,00	8,89	0,00
04/08/2022	2:00	21:00:00	8.400	0	0,00	0,00	8,89	0,00
04/08/2022	3:00	22:00:00	8.253	0	0,00	0,00	8,89	0,00
04/08/2022	4:00	23:00:00	8.204	0	0,00	0,00	8,89	0,00
04/08/2022	5:00	0:00:00	8.179	0	0,00	0,00	8,89	0,00
04/08/2022	6:00	1:00:00	8.069	0	0,00	0,00	8,89	0,00
04/08/2022	7:00	2:00:00	7.975	227	78,67	7,87	8,89	69,94
04/08/2022	8:00	3:00:00	7.931	260	89,97	9,00	8,89	79,98
04/08/2022	9:00	4:00:00	7.812	514	175,21	17,52	8,89	155,76
04/08/2022	10:00	5:00:00	7.691	533	180,96	18,10	8,89	160,87
04/08/2022	11:00	6:00:00	7.735	598	196,32	19,63	8,89	174,53
04/08/2022	12:00	7:00:00	8.848	352	121,41	12,14	8,89	107,94
04/08/2022	13:00	8:00:00	10.381	241	83,68	8,37	8,89	74,39
04/08/2022	14:00	9:00:00	12.080	144	50,31	5,03	8,89	44,72
04/08/2022	15:00	10:00:00	13.425	121	42,37	4,24	8,89	37,67
04/08/2022	16:00	11:00:00	14.314	79	32,74	3,27	8,89	29,11
04/08/2022	17:00	12:00:00	14.970	40	28,17	2,82	8,89	25,05
04/08/2022	18:00	13:00:00	15.241	0	0,00	0,00	8,89	0,00
04/08/2022	19:00	14:00:00	14.966	0	0,00	0,00	8,89	0,00
04/08/2022	20:00	15:00:00	14.109	0	0,00	0,00	8,89	0,00
04/08/2022	21:00	16:00:00	12.827	0	0,00	0,00	8,89	0,00
04/08/2022	22:00	17:00:00	11.188	0	0,00	0,00	8,89	0,00
04/08/2022	23:00	18:00:00	9.505	0	0,00	0,00	8,89	0,00
05/08/2022	0:00	19:00:00	8.584	0	0,00	0,00	8,89	0,00
05/08/2022	1:00	20:00:00	8.116	0	0,00	0,00	8,89	0,00
05/08/2022	2:00	21:00:00	7.928	0	0,00	0,00	8,89	0,00
05/08/2022	3:00	22:00:00	7.789	0	0,00	0,00	8,89	0,00
05/08/2022	4:00	23:00:00	7.550	0	0,00	0,00	8,89	0,00
05/08/2022	5:00	0:00:00	7.290	0	0,00	0,00	8,89	0,00
05/08/2022	6:00	1:00:00	7.139	0	0,00	0,00	8,89	0,00
05/08/2022	7:00	2:00:00	7.015	255	88,17	8,82	8,89	78,39
05/08/2022	8:00	3:00:00	6.911	408	140,09	14,01	8,89	124,54
05/08/2022	9:00	4:00:00	6.812	607	198,16	19,82	8,89	176,16
05/08/2022	10:00	5:00:00	6.651	640	202,91	20,29	8,89	180,39

05/08/2022	11:00	6:00:00	6.687	278	96,00	9,60	8,89	85,34
05/08/2022	12:00	7:00:00	8.215	222	76,97	7,70	8,89	68,43
05/08/2022	13:00	8:00:00	9.712	468	160,60	16,06	8,89	142,77
05/08/2022	14:00	9:00:00	11.320	144	50,27	5,03	8,89	44,69
05/08/2022	15:00	10:00:00	12.561	111	38,85	3,89	8,89	34,54
05/08/2022	16:00	11:00:00	13.619	380	131,55	13,15	8,89	116,95
05/08/2022	17:00	12:00:00	14.458	125	43,81	4,38	8,89	38,95
05/08/2022	18:00	13:00:00	15.081	50	26,70	2,67	8,89	23,73
05/08/2022	19:00	14:00:00	15.050	0	0,00	0,00	8,89	0,00
05/08/2022	20:00	15:00:00	14.576	0	0,00	0,00	8,89	0,00
05/08/2022	21:00	16:00:00	13.697	0	0,00	0,00	8,89	0,00
05/08/2022	22:00	17:00:00	12.031	0	0,00	0,00	8,89	0,00
05/08/2022	23:00	18:00:00	9.416	0	0,00	0,00	8,89	0,00
06/08/2022	0:00	19:00:00	8.396	0	0,00	0,00	8,89	0,00
06/08/2022	1:00	20:00:00	7.730	0	0,00	0,00	8,89	0,00
06/08/2022	2:00	21:00:00	7.014	0	0,00	0,00	8,89	0,00
06/08/2022	3:00	22:00:00	6.407	0	0,00	0,00	8,89	0,00
06/08/2022	4:00	23:00:00	5.612	0	0,00	0,00	8,89	0,00
06/08/2022	5:00	0:00:00	5.065	0	0,00	0,00	8,89	0,00
06/08/2022	6:00	1:00:00	4.734	0	0,00	0,00	8,89	0,00
06/08/2022	7:00	2:00:00	4.526	176	60,92	6,09	8,89	54,16
06/08/2022	8:00	3:00:00	4.352	510	173,53	17,35	8,89	154,27
06/08/2022	9:00	4:00:00	4.269	283	97,45	9,75	8,89	86,64
06/08/2022	10:00	5:00:00	4.268	213	73,58	7,36	8,89	65,41
06/08/2022	11:00	6:00:00	5.070	695	209,17	20,92	8,89	185,96
06/08/2022	12:00	7:00:00	8.266	704	207,93	20,79	8,89	184,85
06/08/2022	13:00	8:00:00	11.085	375	129,51	12,95	8,89	115,14
06/08/2022	14:00	9:00:00	13.484	343	118,93	11,89	8,89	105,72
06/08/2022	15:00	10:00:00	15.157	181	63,33	6,33	8,89	56,30
06/08/2022	16:00	11:00:00	16.107	241	84,17	8,42	8,89	74,83
06/08/2022	17:00	12:00:00	16.614	213	74,53	7,45	8,89	66,25
06/08/2022	18:00	13:00:00	16.716	98	28,77	2,88	8,89	25,57
06/08/2022	19:00	14:00:00	16.423	0	0,00	0,00	8,89	0,00
06/08/2022	20:00	15:00:00	15.816	0	0,00	0,00	8,89	0,00
06/08/2022	21:00	16:00:00	14.578	0	0,00	0,00	8,89	0,00
06/08/2022	22:00	17:00:00	12.792	0	0,00	0,00	8,89	0,00
06/08/2022	23:00	18:00:00	10.634	0	0,00	0,00	8,89	0,00
07/08/2022	0:00	19:00:00	9.770	0	0,00	0,00	8,89	0,00
07/08/2022	1:00	20:00:00	8.975	0	0,00	0,00	8,89	0,00
07/08/2022	2:00	21:00:00	8.173	0	0,00	0,00	8,89	0,00
07/08/2022	3:00	22:00:00	7.517	0	0,00	0,00	8,89	0,00
07/08/2022	4:00	23:00:00	7.177	0	0,00	0,00	8,89	0,00

07/08/2022	5:00	0:00:00	7.048	0	0,00	0,00	8,89	0,00
07/08/2022	6:00	1:00:00	6.778	0	0,00	0,00	8,89	0,00
07/08/2022	7:00	2:00:00	6.417	241	83,33	8,33	8,89	74,08
07/08/2022	8:00	3:00:00	6.073	463	158,39	15,84	8,89	140,81
07/08/2022	9:00	4:00:00	5.898	598	196,86	19,69	8,89	175,01
07/08/2022	10:00	5:00:00	5.751	681	207,61	20,76	8,89	184,56
07/08/2022	11:00	6:00:00	6.232	695	208,49	20,85	8,89	185,35
07/08/2022	12:00	7:00:00	8.912	746	210,12	21,01	8,89	186,80
07/08/2022	13:00	8:00:00	11.483	352	121,75	12,17	8,89	108,23
07/08/2022	14:00	9:00:00	13.462	663	201,63	20,16	8,89	179,25
07/08/2022	15:00	10:00:00	14.782	306	106,42	10,64	8,89	94,60
07/08/2022	16:00	11:00:00	15.695	209	73,07	7,31	8,89	64,96
07/08/2022	17:00	12:00:00	16.287	98	31,97	3,20	8,89	28,42
07/08/2022	18:00	13:00:00	16.575	41	27,88	2,79	8,89	24,78
07/08/2022	19:00	14:00:00	16.423	0	0,00	0,00	8,89	0,00
07/08/2022	20:00	15:00:00	15.837	0	0,00	0,00	8,89	0,00
07/08/2022	21:00	16:00:00	14.796	0	0,00	0,00	8,89	0,00
07/08/2022	22:00	17:00:00	13.029	0	0,00	0,00	8,89	0,00
07/08/2022	23:00	18:00:00	10.574	0	0,00	0,00	8,89	0,00
08/08/2022	0:00	19:00:00	9.607	0	0,00	0,00	8,89	0,00
08/08/2022	1:00	20:00:00	8.939	0	0,00	0,00	8,89	0,00
08/08/2022	2:00	21:00:00	8.137	0	0,00	0,00	8,89	0,00
08/08/2022	3:00	22:00:00	7.687	0	0,00	0,00	8,89	0,00
08/08/2022	4:00	23:00:00	7.454	0	0,00	0,00	8,89	0,00
08/08/2022	5:00	0:00:00	7.441	0	0,00	0,00	8,89	0,00
08/08/2022	6:00	1:00:00	7.311	0	0,00	0,00	8,89	0,00
08/08/2022	7:00	2:00:00	7.131	46	26,06	2,61	8,89	23,17
08/08/2022	8:00	3:00:00	7.070	199	68,99	6,90	8,89	61,33
08/08/2022	9:00	4:00:00	7.020	389	133,70	13,37	8,89	118,86
08/08/2022	10:00	5:00:00	6.993	158	54,87	5,49	8,89	48,78
08/08/2022	11:00	6:00:00	7.370	195	67,63	6,76	8,89	60,13
08/08/2022	12:00	7:00:00	9.373	732	209,03	20,90	8,89	185,82
08/08/2022	13:00	8:00:00	11.509	732	207,63	20,76	8,89	184,59
08/08/2022	14:00	9:00:00	13.565	654	200,78	20,08	8,89	178,49
08/08/2022	15:00	10:00:00	15.094	505	173,03	17,30	8,89	153,83
08/08/2022	16:00	11:00:00	15.816	227	79,31	7,93	8,89	70,51
08/08/2022	17:00	12:00:00	16.219	199	69,64	6,96	8,89	61,91
08/08/2022	18:00	13:00:00	16.349	98	28,18	2,82	8,89	25,05
08/08/2022	19:00	14:00:00	16.195	0	0,00	0,00	8,89	0,00
08/08/2022	20:00	15:00:00	15.518	0	0,00	0,00	8,89	0,00
08/08/2022	21:00	16:00:00	14.493	0	0,00	0,00	8,89	0,00
08/08/2022	22:00	17:00:00	12.878	0	0,00	0,00	8,89	0,00

08/08/2022	23:00	18:00:00	10.363	0	0,00	0,00	8,89	0,00
09/08/2022	0:00	19:00:00	9.176	0	0,00	0,00	8,89	0,00
09/08/2022	1:00	20:00:00	8.428	0	0,00	0,00	8,89	0,00
09/08/2022	2:00	21:00:00	7.955	0	0,00	0,00	8,89	0,00
09/08/2022	3:00	22:00:00	7.771	0	0,00	0,00	8,89	0,00
09/08/2022	4:00	23:00:00	7.557	0	0,00	0,00	8,89	0,00
09/08/2022	5:00	0:00:00	7.411	0	0,00	0,00	8,89	0,00
09/08/2022	6:00	1:00:00	7.277	0	0,00	0,00	8,89	0,00
09/08/2022	7:00	2:00:00	7.258	218	75,53	7,55	8,89	67,14
09/08/2022	8:00	3:00:00	7.322	153	53,17	5,32	8,89	47,26
09/08/2022	9:00	4:00:00	7.416	575	191,84	19,18	8,89	170,55
09/08/2022	10:00	5:00:00	7.457	621	200,06	20,01	8,89	177,86
09/08/2022	11:00	6:00:00	7.896	686	206,79	20,68	8,89	183,84
09/08/2022	12:00	7:00:00	10.007	519	176,93	17,69	8,89	157,29
09/08/2022	13:00	8:00:00	12.139	681	203,87	20,39	8,89	181,24
09/08/2022	14:00	9:00:00	14.144	199	69,49	6,95	8,89	61,78
09/08/2022	15:00	10:00:00	15.536	98	33,12	3,31	8,89	29,44
09/08/2022	16:00	11:00:00	16.426	60	29,18	2,92	8,89	25,94
09/08/2022	17:00	12:00:00	17.000	0	0,00	0,00	8,89	0,00
09/08/2022	18:00	13:00:00	17.169	0	0,00	0,00	8,89	0,00
09/08/2022	19:00	14:00:00	16.942	0	0,00	0,00	8,89	0,00
09/08/2022	20:00	15:00:00	16.222	0	0,00	0,00	8,89	0,00
09/08/2022	21:00	16:00:00	15.023	0	0,00	0,00	8,89	0,00
09/08/2022	22:00	17:00:00	13.270	0	0,00	0,00	8,89	0,00
09/08/2022	23:00	18:00:00	10.943	0	0,00	0,00	8,89	0,00
10/08/2022	0:00	19:00:00	9.884	0	0,00	0,00	8,89	0,00
10/08/2022	1:00	20:00:00	9.251	0	0,00	0,00	8,89	0,00
10/08/2022	2:00	21:00:00	8.678	0	0,00	0,00	8,89	0,00
10/08/2022	3:00	22:00:00	8.011	0	0,00	0,00	8,89	0,00
10/08/2022	4:00	23:00:00	7.697	0	0,00	0,00	8,89	0,00
10/08/2022	5:00	0:00:00	7.480	0	0,00	0,00	8,89	0,00
10/08/2022	6:00	1:00:00	7.370	0	0,00	0,00	8,89	0,00
10/08/2022	7:00	2:00:00	7.268	46	25,06	2,51	8,89	22,28
10/08/2022	8:00	3:00:00	7.153	107	37,25	3,73	8,89	33,12
10/08/2022	9:00	4:00:00	7.127	153	53,15	5,32	8,89	47,25
10/08/2022	10:00	5:00:00	7.175	403	138,44	13,84	8,89	123,08
10/08/2022	11:00	6:00:00	7.761	505	172,37	17,24	8,89	153,24
10/08/2022	12:00	7:00:00	10.173	403	138,87	13,89	8,89	123,45
10/08/2022	13:00	8:00:00	12.294	371	128,31	12,83	8,89	114,07
10/08/2022	14:00	9:00:00	14.237	385	133,33	13,33	8,89	118,53
10/08/2022	15:00	10:00:00	15.493	403	139,62	13,96	8,89	124,12
10/08/2022	16:00	11:00:00	16.344	162	56,80	5,68	8,89	50,49

10/08/2022	17:00	12:00:00	16.866	70	28,66	2,87	8,89	25,48
10/08/2022	18:00	13:00:00	17.075	45	26,95	2,69	8,89	23,95
10/08/2022	19:00	14:00:00	16.842	0	0,00	0,00	8,89	0,00
10/08/2022	20:00	15:00:00	16.129	0	0,00	0,00	8,89	0,00
10/08/2022	21:00	16:00:00	14.987	0	0,00	0,00	8,89	0,00
10/08/2022	22:00	17:00:00	13.200	0	0,00	0,00	8,89	0,00
10/08/2022	23:00	18:00:00	10.878	0	0,00	0,00	8,89	0,00
11/08/2022	0:00	19:00:00	9.830	0	0,00	0,00	8,89	0,00
11/08/2022	1:00	20:00:00	9.184	0	0,00	0,00	8,89	0,00
11/08/2022	2:00	21:00:00	8.898	0	0,00	0,00	8,89	0,00
11/08/2022	3:00	22:00:00	8.640	0	0,00	0,00	8,89	0,00
11/08/2022	4:00	23:00:00	8.391	0	0,00	0,00	8,89	0,00
11/08/2022	5:00	0:00:00	8.186	0	0,00	0,00	8,89	0,00
11/08/2022	6:00	1:00:00	8.043	0	0,00	0,00	8,89	0,00
11/08/2022	7:00	2:00:00	7.956	116	40,40	4,04	8,89	35,92
11/08/2022	8:00	3:00:00	7.879	440	150,99	15,10	8,89	134,23
11/08/2022	9:00	4:00:00	7.844	612	198,59	19,86	8,89	176,54
11/08/2022	10:00	5:00:00	7.812	473	161,97	16,20	8,89	143,99
11/08/2022	11:00	6:00:00	8.058	644	202,70	20,27	8,89	180,20
11/08/2022	12:00	7:00:00	9.814	718	207,89	20,79	8,89	184,82
11/08/2022	13:00	8:00:00	11.591	709	206,19	20,62	8,89	183,30
11/08/2022	14:00	9:00:00	13.570	686	203,38	20,34	8,89	180,80
11/08/2022	15:00	10:00:00	14.918	232	80,96	8,10	8,89	71,98
11/08/2022	16:00	11:00:00	15.719	111	38,98	3,90	8,89	34,65
11/08/2022	17:00	12:00:00	16.386	71	29,05	2,90	8,89	25,82
11/08/2022	18:00	13:00:00	16.729	40	27,77	2,78	8,89	24,68
11/08/2022	19:00	14:00:00	16.704	0	0,00	0,00	8,89	0,00
11/08/2022	20:00	15:00:00	16.112	0	0,00	0,00	8,89	0,00
11/08/2022	21:00	16:00:00	14.985	0	0,00	0,00	8,89	0,00
11/08/2022	22:00	17:00:00	13.197	0	0,00	0,00	8,89	0,00
11/08/2022	23:00	18:00:00	10.902	0	0,00	0,00	8,89	0,00
12/08/2022	0:00	19:00:00	9.938	0	0,00	0,00	8,89	0,00
12/08/2022	1:00	20:00:00	9.377	0	0,00	0,00	8,89	0,00
12/08/2022	2:00	21:00:00	9.009	0	0,00	0,00	8,89	0,00
12/08/2022	3:00	22:00:00	8.666	0	0,00	0,00	8,89	0,00
12/08/2022	4:00	23:00:00	8.428	0	0,00	0,00	8,89	0,00
12/08/2022	5:00	0:00:00	8.256	0	0,00	0,00	8,89	0,00
12/08/2022	6:00	1:00:00	8.191	0	0,00	0,00	8,89	0,00
12/08/2022	7:00	2:00:00	8.144	70	24,44	2,44	8,89	21,72
12/08/2022	8:00	3:00:00	8.090	144	50,10	5,01	8,89	44,54
12/08/2022	9:00	4:00:00	7.986	148	51,48	5,15	8,89	45,76
12/08/2022	10:00	5:00:00	7.861	232	80,37	8,04	8,89	71,45

12/08/2022	11:00	6:00:00	8.095	195	67,69	6,77	8,89	60,17
12/08/2022	12:00	7:00:00	9.985	144	50,20	5,02	8,89	44,62
12/08/2022	13:00	8:00:00	12.099	209	72,80	7,28	8,89	64,72
12/08/2022	14:00	9:00:00	14.226	227	79,18	7,92	8,89	70,39
12/08/2022	15:00	10:00:00	15.760	315	109,61	10,96	8,89	97,44
12/08/2022	16:00	11:00:00	16.691	454	156,95	15,69	8,89	139,53
12/08/2022	17:00	12:00:00	17.322	301	104,97	10,50	8,89	93,32
12/08/2022	18:00	13:00:00	17.563	70	29,89	2,99	8,89	26,57
12/08/2022	19:00	14:00:00	17.293	0	0,00	0,00	8,89	0,00
12/08/2022	20:00	15:00:00	16.581	0	0,00	0,00	8,89	0,00
12/08/2022	21:00	16:00:00	15.445	0	0,00	0,00	8,89	0,00
12/08/2022	22:00	17:00:00	13.626	0	0,00	0,00	8,89	0,00
12/08/2022	23:00	18:00:00	11.067	0	0,00	0,00	8,89	0,00
13/08/2022	0:00	19:00:00	10.023	0	0,00	0,00	8,89	0,00
13/08/2022	1:00	20:00:00	9.269	0	0,00	0,00	8,89	0,00
13/08/2022	2:00	21:00:00	8.566	0	0,00	0,00	8,89	0,00
13/08/2022	3:00	22:00:00	8.088	0	0,00	0,00	8,89	0,00
13/08/2022	4:00	23:00:00	7.686	0	0,00	0,00	8,89	0,00
13/08/2022	5:00	0:00:00	7.449	0	0,00	0,00	8,89	0,00
13/08/2022	6:00	1:00:00	7.472	0	0,00	0,00	8,89	0,00
13/08/2022	7:00	2:00:00	7.540	255	88,22	8,82	8,89	78,43
13/08/2022	8:00	3:00:00	7.589	306	105,63	10,56	8,89	93,90
13/08/2022	9:00	4:00:00	7.584	102	35,54	3,55	8,89	31,59
13/08/2022	10:00	5:00:00	7.637	431	147,93	14,79	8,89	131,51
13/08/2022	11:00	6:00:00	8.027	394	135,53	13,55	8,89	120,48
13/08/2022	12:00	7:00:00	9.812	241	83,63	8,36	8,89	74,34
13/08/2022	13:00	8:00:00	11.532	213	74,14	7,41	8,89	65,91
13/08/2022	14:00	9:00:00	13.300	162	56,62	5,66	8,89	50,33
13/08/2022	15:00	10:00:00	14.503	153	53,56	5,36	8,89	47,62
13/08/2022	16:00	11:00:00	15.165	366	126,99	12,70	8,89	112,89
13/08/2022	17:00	12:00:00	15.642	185	64,75	6,47	8,89	57,56
13/08/2022	18:00	13:00:00	15.856	89	27,18	2,72	8,89	24,16
13/08/2022	19:00	14:00:00	15.600	0	0,00	0,00	8,89	0,00
13/08/2022	20:00	15:00:00	14.977	0	0,00	0,00	8,89	0,00
13/08/2022	21:00	16:00:00	13.884	0	0,00	0,00	8,89	0,00
13/08/2022	22:00	17:00:00	12.197	0	0,00	0,00	8,89	0,00
13/08/2022	23:00	18:00:00	10.122	0	0,00	0,00	8,89	0,00
14/08/2022	0:00	19:00:00	9.256	0	0,00	0,00	8,89	0,00
14/08/2022	1:00	20:00:00	8.799	0	0,00	0,00	8,89	0,00
14/08/2022	2:00	21:00:00	8.604	0	0,00	0,00	8,89	0,00
14/08/2022	3:00	22:00:00	8.509	0	0,00	0,00	8,89	0,00
14/08/2022	4:00	23:00:00	8.462	0	0,00	0,00	8,89	0,00

14/08/2022	5:00	0:00:00	8.391	0	0,00	0,00	8,89	0,00
14/08/2022	6:00	1:00:00	8.307	0	0,00	0,00	8,89	0,00
14/08/2022	7:00	2:00:00	8.226	222	76,97	7,70	8,89	68,43
14/08/2022	8:00	3:00:00	8.067	357	123,01	12,30	8,89	109,36
14/08/2022	9:00	4:00:00	7.842	403	138,54	13,85	8,89	123,16
14/08/2022	10:00	5:00:00	7.540	260	89,93	8,99	8,89	79,95
14/08/2022	11:00	6:00:00	7.435	334	115,13	11,51	8,89	102,35
14/08/2022	12:00	7:00:00	8.414	417	143,34	14,33	8,89	127,43
14/08/2022	13:00	8:00:00	9.528	199	69,16	6,92	8,89	61,49
14/08/2022	14:00	9:00:00	10.858	236	82,00	8,20	8,89	72,90
14/08/2022	15:00	10:00:00	12.291	232	80,74	8,07	8,89	71,78
14/08/2022	16:00	11:00:00	13.579	260	90,49	9,05	8,89	80,45
14/08/2022	17:00	12:00:00	14.325	79	27,74	2,77	8,89	24,66
14/08/2022	18:00	13:00:00	14.554	28	26,86	2,69	8,89	23,88
14/08/2022	19:00	14:00:00	14.278	0	0,00	0,00	8,89	0,00
14/08/2022	20:00	15:00:00	13.524	0	0,00	0,00	8,89	0,00
14/08/2022	21:00	16:00:00	12.388	0	0,00	0,00	8,89	0,00
14/08/2022	22:00	17:00:00	10.668	0	0,00	0,00	8,89	0,00
14/08/2022	23:00	18:00:00	8.570	0	0,00	0,00	8,89	0,00
15/08/2022	0:00	19:00:00	7.930	0	0,00	0,00	8,89	0,00
15/08/2022	1:00	20:00:00	7.399	0	0,00	0,00	8,89	0,00
15/08/2022	2:00	21:00:00	6.714	0	0,00	0,00	8,89	0,00
15/08/2022	3:00	22:00:00	6.185	0	0,00	0,00	8,89	0,00
15/08/2022	4:00	23:00:00	5.861	0	0,00	0,00	8,89	0,00
15/08/2022	5:00	0:00:00	5.824	0	0,00	0,00	8,89	0,00
15/08/2022	6:00	1:00:00	6.066	0	0,00	0,00	8,89	0,00
15/08/2022	7:00	2:00:00	6.348	139	48,28	4,83	8,89	42,92
15/08/2022	8:00	3:00:00	6.577	482	164,75	16,48	8,89	146,46
15/08/2022	9:00	4:00:00	6.536	445	152,46	15,25	8,89	135,53
15/08/2022	10:00	5:00:00	6.360	440	150,76	15,08	8,89	134,02
15/08/2022	11:00	6:00:00	6.406	496	169,30	16,93	8,89	150,51
15/08/2022	12:00	7:00:00	8.074	269	93,06	9,31	8,89	82,73
15/08/2022	13:00	8:00:00	9.994	519	176,93	17,69	8,89	157,29
15/08/2022	14:00	9:00:00	12.157	579	191,57	19,16	8,89	170,31
15/08/2022	15:00	10:00:00	13.863	236	82,25	8,23	8,89	73,12
15/08/2022	16:00	11:00:00	14.930	162	56,71	5,67	8,89	50,42
15/08/2022	17:00	12:00:00	15.294	176	61,60	6,16	8,89	54,76
15/08/2022	18:00	13:00:00	15.176	40	28,10	2,81	8,89	24,99
15/08/2022	19:00	14:00:00	14.637	0	0,00	0,00	8,89	0,00
15/08/2022	20:00	15:00:00	13.753	0	0,00	0,00	8,89	0,00
15/08/2022	21:00	16:00:00	12.488	0	0,00	0,00	8,89	0,00
15/08/2022	22:00	17:00:00	10.773	0	0,00	0,00	8,89	0,00

15/08/2022	23:00	18:00:00	9.162	0	0,00	0,00	8,89	0,00
16/08/2022	0:00	19:00:00	8.514	0	0,00	0,00	8,89	0,00
16/08/2022	1:00	20:00:00	7.946	0	0,00	0,00	8,89	0,00
16/08/2022	2:00	21:00:00	7.359	0	0,00	0,00	8,89	0,00
16/08/2022	3:00	22:00:00	6.612	0	0,00	0,00	8,89	0,00
16/08/2022	4:00	23:00:00	5.999	0	0,00	0,00	8,89	0,00
16/08/2022	5:00	0:00:00	5.586	0	0,00	0,00	8,89	0,00
16/08/2022	6:00	1:00:00	5.242	0	0,00	0,00	8,89	0,00
16/08/2022	7:00	2:00:00	5.038	125	43,39	4,34	8,89	38,57
16/08/2022	8:00	3:00:00	4.868	501	170,70	17,07	8,89	151,75
16/08/2022	9:00	4:00:00	4.786	579	193,15	19,31	8,89	171,71
16/08/2022	10:00	5:00:00	4.718	519	176,43	17,64	8,89	156,85
16/08/2022	11:00	6:00:00	5.259	691	208,74	20,87	8,89	185,57
16/08/2022	12:00	7:00:00	7.993	686	206,73	20,67	8,89	183,78
16/08/2022	13:00	8:00:00	10.641	598	195,36	19,54	8,89	173,67
16/08/2022	14:00	9:00:00	12.838	630	198,74	19,87	8,89	176,68
16/08/2022	15:00	10:00:00	14.455	542	183,17	18,32	8,89	162,84
16/08/2022	16:00	11:00:00	15.401	134	46,99	4,70	8,89	41,78
16/08/2022	17:00	12:00:00	15.897	232	81,04	8,10	8,89	72,05
16/08/2022	18:00	13:00:00	15.975	42	25,80	2,58	8,89	22,94
16/08/2022	19:00	14:00:00	15.536	0	0,00	0,00	8,89	0,00
16/08/2022	20:00	15:00:00	14.633	0	0,00	0,00	8,89	0,00
16/08/2022	21:00	16:00:00	13.337	0	0,00	0,00	8,89	0,00
16/08/2022	22:00	17:00:00	11.653	0	0,00	0,00	8,89	0,00
16/08/2022	23:00	18:00:00	9.628	0	0,00	0,00	8,89	0,00
17/08/2022	0:00	19:00:00	8.502	0	0,00	0,00	8,89	0,00
17/08/2022	1:00	20:00:00	7.555	0	0,00	0,00	8,89	0,00
17/08/2022	2:00	21:00:00	6.836	0	0,00	0,00	8,89	0,00
17/08/2022	3:00	22:00:00	6.384	0	0,00	0,00	8,89	0,00
17/08/2022	4:00	23:00:00	6.205	0	0,00	0,00	8,89	0,00
17/08/2022	5:00	0:00:00	6.070	0	0,00	0,00	8,89	0,00
17/08/2022	6:00	1:00:00	5.895	0	0,00	0,00	8,89	0,00
17/08/2022	7:00	2:00:00	5.754	51	27,78	2,78	8,89	24,69
17/08/2022	8:00	3:00:00	5.623	273	94,19	9,42	8,89	83,73
17/08/2022	9:00	4:00:00	5.471	375	128,76	12,88	8,89	114,47
17/08/2022	10:00	5:00:00	5.268	538	182,28	18,23	8,89	162,05
17/08/2022	11:00	6:00:00	5.899	598	196,86	19,69	8,89	175,01
17/08/2022	12:00	7:00:00	9.225	431	148,17	14,82	8,89	131,72
17/08/2022	13:00	8:00:00	12.204	362	125,24	12,52	8,89	111,34
17/08/2022	14:00	9:00:00	14.515	491	123,68	12,37	8,89	109,95
17/08/2022	15:00	10:00:00	15.945	255	88,99	8,90	8,89	79,11
17/08/2022	16:00	11:00:00	16.655	176	61,69	6,17	8,89	54,84

17/08/2022	17:00	12:00:00	17.120	107	37,64	3,76	8,89	33,46
17/08/2022	18:00	13:00:00	17.105	40	24,18	2,42	8,89	21,50
17/08/2022	19:00	14:00:00	16.470	0	0,00	0,00	8,89	0,00
17/08/2022	20:00	15:00:00	15.688	0	0,00	0,00	8,89	0,00
17/08/2022	21:00	16:00:00	14.609	0	0,00	0,00	8,89	0,00
17/08/2022	22:00	17:00:00	13.047	0	0,00	0,00	8,89	0,00
17/08/2022	23:00	18:00:00	10.784	0	0,00	0,00	8,89	0,00
18/08/2022	0:00	19:00:00	9.717	0	0,00	0,00	8,89	0,00
18/08/2022	1:00	20:00:00	8.868	0	0,00	0,00	8,89	0,00
18/08/2022	2:00	21:00:00	8.112	0	0,00	0,00	8,89	0,00
18/08/2022	3:00	22:00:00	7.479	0	0,00	0,00	8,89	0,00
18/08/2022	4:00	23:00:00	6.952	0	0,00	0,00	8,89	0,00
18/08/2022	5:00	0:00:00	6.504	0	0,00	0,00	8,89	0,00
18/08/2022	6:00	1:00:00	6.037	0	0,00	0,00	8,89	0,00
18/08/2022	7:00	2:00:00	5.565	79	27,49	2,75	8,89	24,44
18/08/2022	8:00	3:00:00	5.226	102	35,45	3,54	8,89	31,51
18/08/2022	9:00	4:00:00	4.955	612	199,61	19,96	8,89	177,46
18/08/2022	10:00	5:00:00	4.977	677	207,68	20,77	8,89	184,63
18/08/2022	11:00	6:00:00	5.933	755	212,57	21,26	8,89	188,97
18/08/2022	12:00	7:00:00	9.859	338	116,78	11,68	8,89	103,82
18/08/2022	13:00	8:00:00	13.009	176	61,45	6,15	8,89	54,63
18/08/2022	14:00	9:00:00	15.533	385	133,51	13,35	8,89	118,69
18/08/2022	15:00	10:00:00	17.185	222	77,69	7,77	8,89	69,06
18/08/2022	16:00	11:00:00	18.201	241	84,35	8,44	8,89	74,99
18/08/2022	17:00	12:00:00	18.571	51	27,01	2,70	8,89	24,01
18/08/2022	18:00	13:00:00	18.494	40	25,77	2,58	8,89	22,91
18/08/2022	19:00	14:00:00	18.005	0	0,00	0,00	8,89	0,00
18/08/2022	20:00	15:00:00	17.143	0	0,00	0,00	8,89	0,00
18/08/2022	21:00	16:00:00	15.904	0	0,00	0,00	8,89	0,00
18/08/2022	22:00	17:00:00	14.104	0	0,00	0,00	8,89	0,00
18/08/2022	23:00	18:00:00	11.386	0	0,00	0,00	8,89	0,00
19/08/2022	0:00	19:00:00	10.283	0	0,00	0,00	8,89	0,00
19/08/2022	1:00	20:00:00	9.508	0	0,00	0,00	8,89	0,00
19/08/2022	2:00	21:00:00	8.993	0	0,00	0,00	8,89	0,00
19/08/2022	3:00	22:00:00	8.751	0	0,00	0,00	8,89	0,00
19/08/2022	4:00	23:00:00	8.435	0	0,00	0,00	8,89	0,00
19/08/2022	5:00	0:00:00	7.898	0	0,00	0,00	8,89	0,00
19/08/2022	6:00	1:00:00	6.901	0	0,00	0,00	8,89	0,00
19/08/2022	7:00	2:00:00	6.460	222	76,83	7,68	8,89	68,30
19/08/2022	8:00	3:00:00	6.246	403	138,31	13,83	8,89	122,96
19/08/2022	9:00	4:00:00	5.849	130	45,15	4,52	8,89	40,14
19/08/2022	10:00	5:00:00	5.892	338	116,30	11,63	8,89	103,39

19/08/2022	11:00	6:00:00	6.738	218	75,48	7,55	8,89	67,11
19/08/2022	12:00	7:00:00	9.691	158	55,03	5,50	8,89	48,92
19/08/2022	13:00	8:00:00	12.018	218	75,90	7,59	8,89	67,47
19/08/2022	14:00	9:00:00	14.018	125	43,79	4,38	8,89	38,93
19/08/2022	15:00	10:00:00	15.507	107	37,57	3,76	8,89	33,40
19/08/2022	16:00	11:00:00	16.527	98	34,464366	3,45	8,89	30,64
19/08/2022	17:00	12:00:00	17.033	71	25,0126734	2,50	8,89	22,24
19/08/2022	18:00	13:00:00	16.957	40	17,235437	1,72	8,89	15,32
19/08/2022	19:00	14:00:00	16.490	0	0,00	0,00	8,89	0,00
19/08/2022	20:00	15:00:00	15.632	0	0,00	0,00	8,89	0,00
19/08/2022	21:00	16:00:00	14.233	0	0,00	0,00	8,89	0,00
19/08/2022	22:00	17:00:00	12.517	0	0,00	0,00	8,89	0,00
19/08/2022	23:00	18:00:00	10.812	0	0,00	0,00	8,89	0,00