



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

**CARRERA: INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**PROPUESTA TECNOLÓGICA**

**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE TELECONTROL DE TEMPERATURA Y  
FLUJO DE AIRE EN COLECTORES SOLARES**

Proyecto de titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Electromecánico

## **AUTORES:**

Cajas Chicaiza Yadira Dayanara

Narváz Cárdenas Bryan Fabricio

## **TUTOR ACADÉMICO|:**

Ing. Freire Martínez Luigi Orlando MSc.

Latacunga - Ecuador

MARZO 2023



## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Cajas Chicaiza Yadira Dayanara y Narvárez Cárdenas Bryan Fabricio declaramos ser autores de la presente Propuesta Tecnológica:

**“Desarrollo de un sistema de telecontrol de temperatura y flujo de aire en colectores solares”**, siendo el Ing. M.S.c. Freire Martínez Luigi Orlando tutor del presente trabajo; y exime expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Latacunga, marzo 2023

.....  
Yadira Dayanara Cajas Chicaiza

C.I 172666558-9

.....  
Bryan Fabricio Narvárez Cárdenas

C.I 060565059-7



## AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título: **“Desarrollo de un sistema de telecontrol de temperatura y flujo de aire en colectores solares”**, de Cajas Chicaiza Yadira Dayanara y Narváz Cárdenas Bryan Fabricio, 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 Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, marzo del 2023



.....

Ing. M.S.c. Freire Martínez Luigi Orlando

CC: 0502529589



## 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: Cajas Chicaiza Yadira Dayanara con C.C 172666558-9 y Narvárez Cárdenas Bryan Fabricio C.C. 060505659-7 con el título de Proyecto de titulación:

**“Desarrollo de un sistema de telecontrol de temperatura y flujo de aire en colectores solares”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

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

Latacunga, marzo del 2023

.....  
Lector 1

Byron Paúl Corrales Bastidas

CC: 050234776-8

.....  
Lector 2

Enrique Torres Tamayo

CC:175712194-0

.....  
Lector 3

Héctor Luis Laurencio Alfonso

CC: 175836725-2



## AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a dios por guiar mi camino.

A mis padres Galo y María mis hermanas Katy y Camila y a toda mi familia que siempre me han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos personales y académicos.

Agradecerles a todos mis compañeros Benjamín, Joel, Andrés los cuales muchos de ellos se han convertido en mis amigos, cómplices y hermanos. Gracias por las horas compartidas, los trabajos realizados en conjunto y las historias vividas.

A mi compañero de tesis Bryan que a pesar de las adversidades siempre me apoyo y me ayudo a cumplir una meta más en mi vida.

*DAYANARA*



## DEDICATORIA

Este logro está dedicado a:

A Dios quien me ha llenado de sabiduría y me ha guiado durante todo el trayecto de mi vida.

A mi Padre Galo que a pesar de no estar conmigo sé que está orgulloso de mis logros, a mi madre María que siempre me apoyaron en toda mi vida estudiantil y creyeron en mí.

A mis hermanas Katherine, Camila y mi cuñado Xavier que siempre me brindaron su apoyo incondicional.

A mi hija Dayana quien me impulsa a seguir adelante.

*DAYANARA*



## AGRADECIMIENTO

Gracias a dios por cada día que bendice mi vida con la hermosa oportunidad de estar y disfrutar al lado de las personas que me apoyan y que más quiero.

A mi mamá Rosalba y a mi papá Wilson por ser los principales promotores de mis sueños, por siempre desear y anhelar siempre lo mejor para mi vida, a mi novia Erika a mis hermanas Estefanía, Andrea y Damaris, por su apoyo incondicional, por cada día confiar y creer en mi y en mis expectativas, por cada consejo y por cada una de sus palabras que me guiaron durante mi vida.

*BRYAN*



## DEDICATORIA

A dios por permitirme concluir mi carrera

A mis Padres Rosalba y Wilson por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, muchos de mis logros se los debo a ustedes en los que se incluye este, por eso les doy mi trabajo en ofrenda a su paciencia y amor.

A mi hijo Iker por ser el motor que me motiva a seguir adelante.

*BRYAN*



## ÍNDICE DEL CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORIA .....	i
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN.....	ii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO .....	ivi
DEDICATORIA.....	vii
ÍNDICE DEL CONTENIDO.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
RESUMEN.....	xxviii
ABSTRACT .....	xviii
AVAL DE TRADUCCIÓN .....	xviii
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
1 INTRODUCCIÓN.....	2
1.1 PROBLEMA.....	2
1.1.1 Planteamiento del problema .....	2
1.1.2 Formulación del problema.....	2
1.2 DIAGRAMA DE ISHIKAWA .....	2
1.3 OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN.....	3
1.3.1 Objeto de estudio.....	3
1.3.2 Campo de acción .....	3
1.4 BENEFICIARIOS.....	3
1.4.1 Beneficiarios Directos .....	3
1.4.2 Beneficiarios Indirectos.....	3
1.5 JUSTIFICACIÓN .....	3
1.6 HIPÓTESIS.....	4

1.7	OBJETIVOS: .....	4
1.7.1	General: .....	4
1.7.2	Específicos:.....	4
1.8	SISTEMA DE TAREAS.....	4
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	6
2.1	ANTECEDENTES .....	6
2.2	TRANSFERENCIA DE CALOR .....	7
2.2.1	Transición por conducción .....	7
2.2.2	Transmisión por convección .....	7
2.2.3	Transmisión por radiación .....	8
2.3	TEMPERATURA .....	8
2.4	COLECTOR SOLAR .....	8
2.4.1	Investigaciones precedentes relacionadas con los colectores solares.....	8
2.4.2	Principio de funcionamiento del colector solar. ....	9
2.4.3	Ventajas y desventajas del colector solar .....	9
2.5	SISTEMA DE TELECONTROL .....	10
2.5.1	Sistemas de control.....	10
2.5.2	Clasificación de los sistemas de control .....	11
2.6	SENSORES DE TEMPERATURA.....	12
2.6.1	Termocupla tipo K.....	12
2.6.2	Termocupla tipo J .....	12
2.6.3	RDT PT 100.....	13
2.6.4	RTD PT 1000.....	13
2.6.5	Sensor KY-028 .....	14
2.6.6	Termistor NTC .....	14
2.6.7	Termistor NTC- serie DG encapsulado en vidrio 3950.....	14
2.6.8	Sensor MLX90614 .....	15

2.7	COMPARACIÓN ENTRE SENSORES DE TEMPERATURA .....	16
2.8	SENSORES DE FLUJO MÁSICO.....	16
2.8.1	Sensores de flujo de aire para conductos de ventilación .....	16
2.8.2	Sensores MAP .....	17
2.8.3	Sensores MAF .....	18
2.9	BASE DE DATOS.....	18
2.10	COMPARACIÓN DE DISTINTAS PLATAFORMAS DE DESARROLLO	18
2.11	CONTROL DE FASE.....	18
2.12	PLATAFORMA UBIDOTS .....	19
2.13	MÓDULO TARJETA SD.....	21
2.13.1	Esquema de cableado del módulo SD Arduino.....	21
2.14	TARJETA DE MEMORIA SD .....	21
2.14.1	Funcionamiento de la tarjeta SD. ....	21
3	MATERIALES Y MÉTODOS .....	23
3.1.1	Definición de variable Independiente y Dependiente.....	23
3.1.2	Variable dependiente .....	23
3.1.3	Técnicas e instrumentos.....	23
3.2	ESQUEMA GENERAL DEL PROYECTO.....	24
3.3	DISEÑO DE HARDWARE del sistema de control .....	25
3.3.1	Controlador.....	25
3.3.2	Arduino.....	25
3.3.3	Módulo Arduino Mega Pro 2560.....	26
3.3.4	Módulo ESP8266 NodeMCU .....	26
3.4	CONTROLADORES Y CARACTERÍSTICAS .....	27
3.5	RECEPCIÓN DE INFORMACIÓN DEL COLECTOR.....	27
3.5.1	Adquisición de información de temperatura .....	27
3.5.2	Selección del sensor de temperatura.....	28

3.5.3	Selección del sensor de flujo .....	29
3.6	UBICACIÓN DE LOS SENSORES .....	29
3.7	DISEÑO DEL CIRCUITO DE CONTROL DE FASE.....	31
3.8	DIAGRAMA DE FLUJO DEL SistMA .....	32
3.8.1	Diagrama de flujo del control de fase.....	32
3.8.2	Diagrama de flujo para subir los datos a la plataforma .....	33
3.8.3	Diagrama de flujo para los sensores .....	35
3.9	COMUNICACIÓN ENTRE MICROCONTROLADORES .....	36
3.9.1	Comunicación entre el Arduino Mega y ESP 8266.....	37
3.9.2	Comunicación entre el ATmega 328p y el Arduino Mega Pro 2560.....	37
3.9.3	Conexión entre Arduino y módulo SD .....	38
3.10	ECUACIONES PARA EL CALCULO DE ERROR.....	38
3.11	DIAGRAMA GENERAL DE BLOQUES DEL SISTEMA .....	39
3.12	SELECCIÓN DE ELEMENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.....	39
3.13	DISEÑO DEL CIRCUITO ELECTRÓNICO PARA EL SISTEMA INALÁMBRICO.....	43
3.14	CREACIÓN DE LA CUENTA DE LA PLATAFORMA DE UBIDOTS.....	43
3.14.1	Dispositivos .....	43
3.14.2	Variables.....	44
3.14.3	Tablero (Dashboard).....	44
3.14.4	Creación de dispositivos.....	44
3.14.5	Creación de widgets.....	45
3.14.6	Creación de variables.....	45
3.14.7	Compartir en Ubidots .....	46
3.15	RESPALDO DE MEDICIONES EN EL MÓDULO MICRO SD.....	46
3.16	PROTOCOLO SPI.....	47
3.16.1	Configuración de comunicación SPI. ....	47

3.16.2	Configuración de comunicación I2C.....	47
3.17	PERIODO DE TIEMPO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	47
3.18	PLACA PRINCIPAL PARA EL CONTROL DE LOS PARAMETROS DE LOS COLECTORES SOLARES.....	49
4	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	50
4.1	ANÁLISIS DE SENSORES.....	50
4.1.1	Selección del sensor de temperatura.....	50
4.1.2	Pruebas de mediciones de temperatura.....	51
4.1.3	PT100.....	51
4.1.4	Termistor NTC3950.....	52
4.1.5	Termocupla.....	52
4.2	CÁLCULO DE ERROR ENTRE SENSORES.....	52
4.3	ACONDICIONAMIENTO DEL TERMISTOR NTC 100K.....	54
4.4	UBICACIÓN DE SENSORES de TEMPERATURA EN LOS COLECTORES SOLARES.....	54
4.5	ANÁLISIS DEL FLUJO MÁSSICO.....	55
4.5.1	Ecuación de correlación.....	57
4.5.2	Cálculo de error en el sensor MAF.....	57
4.5.3	Acondicionamiento del sensor MAF.....	58
4.6	DIAGRAMA DEL CIRCUITO DE TELECONTROL DEL SISTEMA.....	58
4.7	ADQUISICIÓN DE DATOS EN LA PLATAFORMA DE UBIDOTS.....	60
5	PRESUPUESTOS Y ANÁLISIS DE IMPACTOS.....	63
5.1	PRESUPUESTOS.....	63
5.1.1	Costos ingenieriles.....	64
5.1.2	Costos directos totales.....	64
5.1.3	Costos indirectos totales.....	65
5.1.4	Inversión total.....	65
5.2	ANÁLISIS DE IMPACTOS.....	65

5.2.1	Impacto tecnológico .....	65
6.2.2	Impacto social.....	66
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	67
6.1	CONCLUSIONES .....	67
6.2	RECOMENDACIONES.....	68
7	BIBLIOGRAFÍA .....	69
8	ANEXOS .....	72

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Elementos del sistema de control .....	10
<b>Figura 2.</b>	Elementos del sistema de lazo abierto .....	11
<b>Figura 3.</b>	Elementos del sistema de lazo cerrado .....	11
<b>Figura 4.</b>	Funcionamiento del sensor MAP . .....	17
<b>Figura 5.</b>	Esquema general del sistema de control de flujo de aire.....	25
<b>Figura 6.</b>	Funcionamiento del hardware. ....	25
<b>Figura 7.</b>	Conexión del termistor en Proteus.....	28
<b>Figura 8.</b>	Ubicación de los sensores de temperatura en la placa absorbadora. ....	30
<b>Figura 9.</b>	Ubicación de los sensores de temperatura en la cubierta de vidrio. ....	31
<b>Figura 10.</b>	Conexión del control de fase en Proteus. ....	32
<b>Figura 11.</b>	Diagrama de flujo para el ATmega 328p.....	33
<b>Figura 12.</b>	Diagrama de flujo para la ESP 8266. ....	34
<b>Figura 13.</b>	Diagrama de flujo para el Arduino Mega Pro .....	36
<b>Figura 14.</b>	Adquisición de datos de los colectores solares.....	36
<b>Figura 15.</b>	Conexión del Arduino con la ESP8266. ....	37
<b>Figura 16.</b>	Comunicación entre ATmega328p y Arduino Mega Pro .....	38
<b>Figura 17.</b>	Esquema de conexión del módulo Micro SD y la RTC .....	38
<b>Figura 18.</b>	Diagrama de bloques del sistema .....	39
<b>Figura 19.</b>	Conexión sensor de flujo MAF .....	41
<b>Figura 20.</b>	Selección de tecnología inalámbrica .....	42
<b>Figura 21.</b>	Conexión inalámbrica.....	42
<b>Figura 22.</b>	Interfaz de inscripción en Ubidots.....	43
<b>Figura 23.</b>	Interfaz creación de dispositivos en Ubidots .....	44
<b>Figura 24.</b>	Interfaz de Ubidots .....	45
<b>Figura 25.</b>	Cuadro de dialogo para la selección de tipo de variables .....	45
<b>Figura 26.</b>	Link para compartir informe de la variable en Ubidots .....	46

<b>Figura 27.</b>	Pruebas con los sensores en la impresora 3D .....	50
<b>Figura 28.</b>	Comparación de los sensores.....	51
<b>Figura 29.</b>	Error de cada sensor .....	53
<b>Figura 30.</b>	Líneas de programación para Definir variables.....	54
<b>Figura 31.</b>	Líneas de código para acondicionar el Termistor NTC 100K.....	54
<b>Figura 32.</b>	Ubicación y termográfica de puntos calientes .....	55
<b>Figura 33.</b>	Interfaz del control de fase .....	56
<b>Figura 34.</b>	Medición del Flujo másico. ....	56
<b>Figura 35.</b>	Correlación entre sensores MAF y Anemómetro .....	57
<b>Figura 36.</b>	Líneas de programación del sensor de flujo MAF .....	58
<b>Figura 37.</b>	Diagrama del circuito electrónico.....	59
<b>Figura 38.</b>	Medición de temperatura en la entrada y salida del colector .....	60
<b>Figura 39.</b>	Medición de temperatura en la placa absorbadora de calor en el colector solar.....	61
<b>Figura 40.</b>	Medición de temperatura en el vidrio del colector solar .....	62
<b>Figura 41.</b>	Medición del flujo másico del colector solar.....	62



## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Objetivos y actividades .....	5
<b>Tabla 2.</b>	Características de la Termocupla tipo K .....	12
<b>Tabla 3.</b>	Características de la Termocupla tipo J.....	13
<b>Tabla 4.</b>	Características de la PT 100 .....	13
<b>Tabla 5.</b>	Características de la RTD PT1000 .....	13
<b>Tabla 6.</b>	Características del módulo KY-028 .....	14
<b>Tabla 7.</b>	Características del termistor NTC 3950 .....	15
<b>Tabla 8.</b>	Especificaciones del sensor MLX90614 .....	16
<b>Tabla 9.</b>	Comparación de sensores de temperatura .....	16
<b>Tabla 10.</b>	Características del sensor de flujo EE6650 .....	17
<b>Tabla 11.</b>	Tipos de Plataformas .....	18
<b>Tabla 12.</b>	Características técnicas del regulador Step Down.....	19
<b>Tabla 13.</b>	Conexión del módulo SD al Arduino. ....	21
<b>Tabla 14.</b>	Conexión de los pines de la tarjeta SD .....	22
<b>Tabla 15.</b>	Variable Independiente.....	23
<b>Tabla 16.</b>	Variable dependiente .....	23
<b>Tabla 17.</b>	Características del anemómetro.....	24
<b>Tabla 18.</b>	Características de la cámara termográfica .....	24
<b>Tabla 19.</b>	Tipos de controladores y características.....	27
<b>Tabla 20.</b>	Tabla de Voltajes del sensor MAF .....	29
<b>Tabla 21.</b>	Ubicación de los sensores.....	30
<b>Tabla 22.</b>	Ubicación de los sensores de temperatura NTC 3950.....	31
<b>Tabla 23.</b>	Comparación del error de cada sensor.....	53
<b>Tabla 24.</b>	Valores reales de cámara térmica .....	55
<b>Tabla 25.</b>	Datos del Sensor MAF y Anemómetro .....	57

<b>Tabla 26.</b>	Recursos.....	63
<b>Tabla 27.</b>	Costos de diseño de ingeniería .....	64
<b>Tabla 28.</b>	Costos directos totales .....	64
<b>Tabla 29.</b>	Costos indirectos totales .....	65
<b>Tabla 30.</b>	Inversión total .....	65
<b>Tabla 31.</b>	Datos del sensor de la temperatura ambiente y la estación meteorológica .....	91
<b>Tabla 32.</b>	Análisis del comportamiento de la temperatura de la placa .....	92
<b>Tabla 33.</b>	Análisis del comportamiento de la temperatura del vidrio.....	93

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

**TÍTULO:** “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE TELECONTROL DE TEMPERATURA Y CONTROL DE AIRE EN COLECTORES SOLARES”.

**Autores:**

Cajas Chicaiza Yadira Dayanara

Narvárez Cárdenas Bryan Fabricio

**RESUMEN**

Un sistema de telecontrol en el estudio del rendimiento térmico en colectores solares, es fundamental ya que por medio de este sistema se podrá monitorear y registrar datos en tiempo real de las magnitudes de temperatura y flujo másico de aire por lo tanto se realizó un análisis de dispositivos electrónicos, microcontroladores y sensores, que permiten recolectar la información adecuada del proceso, posteriormente se enviará los datos adquiridos a través de Ethernet a la nube. El primer parámetro a determinar es la temperatura del colector solar como son: la temperatura de la entrada y salida, temperatura del vidrio y temperatura de la placa absorbadora, para ello luego de varias pruebas realizadas con diferentes sensores de temperatura se optó por utilizar un termistor NTC 3950 por su tiempo de respuesta rápida, de igual manera se utiliza un sensor MAF, que es un tipo de sensor que se utiliza en el área automotriz, exactamente en el sistema de admisión, se realiza lecturas de flujo de aire las cuales proporcionan señales eléctricas entre 0 a 5 voltios. Para la interacción entre de los sensores, se utilizan dispositivos microcontroladores como lo es el Arduino Mega pro mini 2560, Arduino ATmega 328p y ESP8266 NodeMCU, los cuales cuentan con puertos definidos que permiten su comunicación. Finalmente, el sistema es comprobado en un espacio abierto y de forma física evidenciando la conexión de los componentes electrónicos para su funcionamiento, de igual forma mediante la plataforma Ubidots permite visualizar un registro de hasta 30,000 datos en tiempo real y las curvas de las diferentes variables. En caso de que exista un inconveniente con la red wifi o con la plataforma web el sistema de control cuenta con un módulo de tarjeta SD como respaldo de la adquisición de datos ya que permite acceder a la información de manera ordenada y sectorizada gracias al módulo RTC.

**Palabras claves:** colector solar, telecontrol, temperatura, flujo másico.

**TECHNICAL COTOPAXI UNIVERSITY**

**FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES**

**TITLE:** “DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR REMOTE CONTROL OF TEMPERATURE AND AIR CONTROL IN SOLAR COLLECTORS”.

**Authors:**

Cajas Chicaiza Yadira Dayanara

Narváez Cárdenas Bryan Fabricio

**ABSTRACT**

A remote control system in the study of thermal performance in solar collectors, is essential due to this system will be able to monitor and register data in a real time about magnitudes of temperature and air mass flow, therefore it was made an analysis of electronic devices microcontrollers and sensors that allow to collect information of the process, afterwards, it will be sent the acquire data trough Ethernet to the Cloud. The first parameter to determine is the temperature of solar collector as: input and output temperature, glass temperature and absorbent plaque temperature, after several test made with different sensors of temperature it was chose for using a NTC3950 thermistor because of quick response time, at the same time, it was used a MAF sensor, which one is a type of sensor that is used in automotive area, exactly in the admission system that it makes air flow readings which give electric signals between 0 to 5 volts. According to the sensors, it is used microcontroller devices such as Arduino Mega pro mini 2560, Arduino ATmega 328p and ESP8266 NodeMCU which one it is a define ports that allow the communication. Finally, the connection system is verified in an open space and physical form showing the electronic components connection in its function, in the same way Ubidots platform allows to visualize a register to 30,000 data in real time and the curves of different variables. In case, there is a problem with Wi-Fi network or web platform, the control system has an SD card as backup to acquisition data, which allows to access to the information in order and sector way, it is called RTC module.

**Keywords:** solar collector, remote control, temperature, mass flow.

## ***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 proyecto de investigación cuyo título versa: **“DESARROLLO DE UN SISTEMA DE TELECONTROL DE TEMPERATURA Y FLUJO DE AIRE EN COLECTORES SOLARES”** presentado por: **Cajas Chicaiza Yadira Dayanara y Narváez Cárdenas Bryan Fabricio**, egresados 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, Marzo del 2023

Atentamente,



FIRADO ELECTRONICAMENTE CON:  
**WILMER PATRICIO  
COLLAGUAZO VEGA**

**MBA. Wilmer Patricio Collaguazo Vega**  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC**  
**CI: 172241757-1**

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

**Título:** Desarrollo de un sistema de telecontrol de temperatura y flujo de aire en colectores solares.

**Fecha de inicio:** octubre 2022

**Fecha de finalización:** marzo 2023

**Lugar de ejecución:** Cotopaxi, Latacunga, UTC

**Facultad que auspicia:** Ciencia de la Ingeniería y Aplicadas

**Carrera que auspicia:** Ingeniería Electromecánica

**Proyecto de investigación vinculado:** Análisis de eficiencia en el proceso de secado solar de cacao mediante diferentes formas geométricas en el sistema de captación.

### **Equipo de Trabajo:**

**Tutor:** Ing. Freire Martínez Luigi Orlando MSc.

**C.I.** 0502529589

### **Ponentes:**

Cajas Chicaiza Yadira Dayanara

**C.I** 172666558-9

**Email:** yadira.cajas5589@utc.edu.ec

Narváez Cárdenas Bryan Fabricio

**C.I** 060565059-7

**Email:** bryan.narvaez6597@utc.edu.ec

### **Área de Conocimiento:**

07 Ingeniería, Industria y Construcción/ 071 Ingeniería y profesiones a fines / 0714  
Electrónica y Automatización.

**Línea de investigación:** Procesos Industriales

**Sublíneas de investigación de la Carrera:** Automatización, control y protecciones de sistemas electromecánicos.

# 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 PROBLEMA

### 1.1.1 Planteamiento del problema

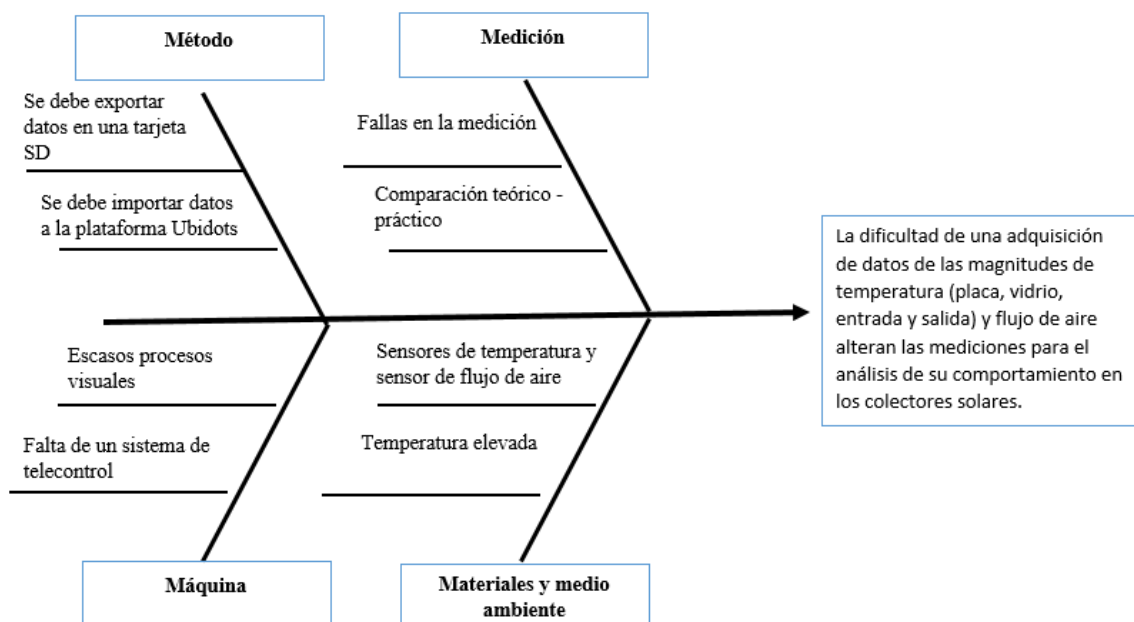
Los colectores solares proyecto elaborado por parte de la carrera de Ingeniería Electromecánica no disponen de un registro adecuado de los datos de temperatura en la placa absorbadora, temperatura en el vidrio, temperatura de entrada y salida. Durante un proceso de investigación es necesario monitorear y llevar un registro de datos de las variables mencionadas, una alternativa para solucionar esta situación ha sido implementar elementos que permitan una mejor comunicación y un sistema de telecontrol que permita visualizar y analizar los datos en una plataforma web. La presente propuesta tecnológica surge debido a la necesidad de realizar una mejora en la adquisición de datos, sustituyendo los sensores de temperatura por unos de mayor precisión y tiempo de respuesta rápida, de igual forma renovar el registro y control de adquisición de datos de los colectores solares mediante la plataforma Ubidots.

### 1.1.2 Formulación del problema

La dificultad de una adquisición de datos de las magnitudes de temperatura (placa, vidrio, entrada y salida) y flujo de aire alteran las mediciones para el análisis de su comportamiento en los colectores solares.

## 1.2 DIAGRAMA DE ISHIKAWA

A continuación, se presenta las causas y los efectos mediante el Diagrama de Ishikawa



### **1.3 OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN**

#### **1.3.1 Objeto de estudio**

Telecontrol de temperatura y flujo de aire de colectores solares.

#### **1.3.2 Campo de acción**

330000 Ciencias Tecnológicas

3311 Tecnología de la Instrumentación

3311.01 Tecnología de la Automatización

3311.02 Ingeniería de Control.

Dentro de las Ciencias de la Tecnología se encuentran procesos industriales, mediante la tecnología de la automatización, ingeniería de control, instrumentación de medida de la temperatura permite realizar un control de temperatura.

### **1.4 BENEFICIARIOS**

#### **1.4.1 Beneficiarios Directos**

El presente proyecto tiene como beneficiarios directos del proyecto del secado de cacao a través de colectores solares es la carrera de Ingeniería Electromecánica, con el fin de analizar el comportamiento de las magnitudes de temperatura y flujo másico.

#### **1.4.2 Beneficiarios Indirectos**

Los beneficiarios indirectos es la comunidad universitaria, profesionales en energías, Industria Cacaotera, Investigadores en proyecto de energías alternativas y renovables.

### **1.5 JUSTIFICACIÓN**

La presente investigación tiene como propósito desarrollar un sistema de telecontrol de las variables de temperatura y flujo másico de aire en seis colectores solares, con el que se pretende generar un registro adecuado de la temperatura presente en los colectores, para posteriormente desarrollar un análisis del comportamiento de dicha variable, de igual forma un monitoreo de flujo másico de aire, el cual es importante mantener un flujo constante en el interior del colector, esto se logra gracias a que existen maquinas sopladoras que funcionan a flujos fijos, ya que permite un mejor aprovechamiento del aire caliente a la salida. Para validar los valores de temperatura de entrada y salida de los colectores se realizará una comparación con la estación meteorológica la cual tiene un margen de error de 0.10%



## **1.6 HIPÓTESIS**

El desarrollo de un sistema de telecontrol de temperatura y flujo másico de aire permitirá visualizar en la plataforma Ubidots un registro de datos de los sensores de temperatura y el sensor de flujo de aire ubicados en los colectores solares.

## **1.7 OBJETIVOS:**

### **1.7.1 General:**

Desarrollar un sistema de telecontrol de los parámetros de temperatura y flujo de aire mediante la automatización del sistema para el análisis comparativa entre los colectores solares.

### **1.7.2 Específicos:**

- Investigar en fuentes bibliográficas información sobre el sistema de telecontrol de temperatura y flujo de aire de colectores solares para el desarrollo de la propuesta.
- Diseñar un sistema de adquisición de datos de temperatura y flujo másico para el análisis de su comportamiento en los colectores solares.
- Implementar un sistema de telecontrol de los parámetros de temperatura y flujo másico en los colectores solares con la implementación de un microcontroladores y sensores.
- Evaluar los resultados obtenidos del control de temperatura y de flujo másico de los colectores solares con la comparación de instrumentos de medición de temperatura y flujo de aire como lo es el pirómetro y anemómetro.

## **1.8 SISTEMA DE TAREAS**

Las siguientes actividades se realizan con el fin de dar cumplimiento a cada uno de los objetivos específicos planteados.

**Tabla 1. Objetivos y actividades**

<b>Objetivos específicos</b>	<b>Actividades</b>	<b>Resultados esperados</b>	<b>Medios de verificación</b>
Investigar en fuentes bibliográficas información sobre el sistema de telecontrol de temperatura y flujo de aire de colectores solares para el desarrollo de la propuesta.	-Búsqueda de información bibliográfica con respecto a un sistema de control. -Conocer las variables adecuadas para la automatización.	-Análisis de bibliografías. -Aclarar los conceptos básicos del sistema de telecontrol.	Investigación bibliográfica. Papers. Libros Artículos científicos.
Diseñar un sistema de adquisición de datos de temperatura y flujo másico para el análisis de su comportamiento en los colectores solares.	-Adquisición de sensores para medir las variables. -Pruebas de distintos sensores para el sistema de temperatura.	-Identificación de las variables y materiales necesarios para el desarrollo del sistema	Microcontroladores, sensores y elementos electrónicos.
Implementar un sistema de telecontrol de los parámetros de temperatura y flujo másico en los colectores solares con la implementación de un microcontroladores y sensores.	-Elaboración de un sistema de telecontrol que permita evidenciar los datos obtenidos por los sensores. -Ubicación de los sensores de temperatura y flujo de aire en los colectores solares y calibración.	-Corrido de la programación sin inconvenientes.  -Mediciones puntuales.	-Verificación de las temperaturas en el servidor Ubidots. -Librerías adecuadas para sensores de temperatura y flujo de aire.
Evaluar los resultados obtenidos del control de temperatura y de flujo másico de los colectores solares mediante la comparación con instrumentos de medición de temperatura y flujo de aire.	-Análisis del correcto funcionamiento del sistema de control. -Efectuar los parámetros de adquisición de los datos de temperatura y flujo másico.	-Funcionamiento del sistema en su totalidad. -Ejecutar la programación sin inconvenientes.	Visualización de las variables de temperatura y flujo de aire en la plataforma Ubidots.

## 2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1 ANTECEDENTES

- En el año 2016 Mercado y Rangel en su trabajo de investigación se implementó una interfaz para la medición del flujo másico con compensación de presión, temperatura, así se volvió la medición más rápida partiendo de mediciones y cálculos de las variables de procesos que se realizaban de manera manual, que se demoraba al menos 4 horas para obtener los resultados, [...] finalizando con mediciones realizadas por un sistema de adquisición de datos que indica el flujo másico en tiempo real con periodos de trabajo de 20 a 30 minutos, desentendiendo de las condiciones [1].
- En el año 2016 Uriol en su trabajo de investigación concluye, que a medida que aumenta el valor del flujo másico en cada tipo de colector solar en estudio, la temperatura del aire a la salida disminuye, debido a que se tiene la misma cantidad de energía para calentar una mayor masa de aire, es decir que la temperatura del aire disminuye cuando se aumenta el flujo másico, la eficiencia crece al aumentar el flujo másico debido a que el calor útil se aprovecha mejor cada vez que se aumenta esta variable [2].
- En el año 2018 Rubio, Navas y Ollero en su proyecto de investigación concluye que el control de colectores solares con el sistema de almacenamiento es muy placentero, ya que se dispone de otra variable a manipular que ayuda a conseguir una temperatura generada deseada [3].
- En el año 2019 Cabrera y Sotter en su trabajo de grado presentado concluyo que el sistema de control diseñado resulto en una mejoría significativa con respecto al colector solar sin un sistema de control, lo cual se evidenció en la disminución del coeficiente de variación de un 12% en el colector solar sin estrategia control, aun 3% con la implementación de la estrategia de control [4].
- En el año del 2019 Forero y Garzón en su trabajo de investigación lograron el diseño y construcción de un instrumento virtual como arreglo experimental para el monitoreo del comportamiento de un colector solar de placa plana, a partir de sistemas de adquisiciones de datos de radiación solar, temperatura ambiente, temperatura de entrada y salida del fluido en tiempo real con el que se determina la temperatura disminuida del sistema y la eficiencia instantánea [5].
- En el año 2020 Quiñones en su trabajo de investigación el colector solar tiene un diseño optimo, concluye que el absorbente corrugado en V aumenta el área de

transferencia de calor y el material poroso aumenta la turbulencia, el colector si lecho poroso es ligeramente más eficiente que el sin lecho poroso, sin embargo ambos colectores tienen un buen rendimiento, el flujo másico es afectado mayormente en forma directa con la temperatura del ambiente que con la temperatura de entrada del aire, ese efecto permite mayor pérdida de calor al ambiente por las tardes [6].

## **2.2 TRANSFERENCIA DE CALOR**

Es la energía transferida de un cuerpo a un entorno que se encuentre a distinta temperatura, se origina por el movimiento vibratorio y de las moléculas que forman los cuerpos.

El calor está asociada al movimiento de átomos y moléculas que forman la materia, se genera por reacciones químicas (combustión), nucleares (fusión nuclear de átomos), mecánica (fricción), electromagnética (microondas). Es transferida de una fuente fría a otra fuente caliente, o viceversa debido a un gradiente térmico, cuando la energía del sistema termodinámico varía la temperatura en su resultado del sistema y en los alrededores, ha cumplido con la transformación de energía en forma de calor [7].

La transferencia de calor es una sucesión de procesos en donde se va intercambiando la energía en forma de calor entre diferentes cuerpos, es la manera en que el calor se transfiere de un lugar a otro, se suele transportar por tres mecanismos los cuales son: convección, conducción y radiación.

### **2.2.1 Transición por conducción**

Esta transferencia de calor se produce cuando la energía se dispersa a causa de los choques producidos entre las partículas, de tal manera que las partículas transfieren parte de su energía cinética en cada choque, todo este proceso se realiza sin que exista ningún transporte neto de la materia [8].

### **2.2.2 Transmisión por convección**

Es típica de los fluidos, se produce a partir de una transferencia de energía asociada al deslizamiento de las masas del fluido dentro del mismo, a causa de la diferencia de las densidades ocasionadas por la variación de la temperatura en diferente zona.

### **2.2.3 Transmisión por radiación**

Se caracteriza por que la energía se desplaza en forma de ondas electromagnéticas, que se esparcen a la velocidad de la luz, esta transferencia de calor por radiación puede entenderse de mejor manera entre las superficies que están separadas por el vacío [8].

## **2.3 TEMPERATURA**

Es una magnitud física que describe la sensación de frío y caliente al tocar una superficie permitiendo conocer el nivel de energía térmica a la que se encuentra un objeto. Es una forma de energía cinética que se considera como la expresión del desplazamiento molecular.

Físicamente es una magnitud escalar transmitida por una función creciente del grado de agitación de las partículas de los materiales, es decir que cuando existe una mayor agitación hay mayor temperatura, la temperatura se define como el promedio de la energía del movimiento de la energía de una partícula dada por el grado de libertad [9].

## **2.4 COLECTOR SOLAR**

Son conocidos también como captadores solares que están enfocados en recoger la energía que se recibe todos los días del sol, un colector solar transforma la energía emitida por el sol en otro tipo de energía, para así poder aprovechar el calor convencional y ser utilizada para elevar la temperatura del fluido ya sea aire o agua mediante transferencias de calor [10].

### **2.4.1 Investigaciones precedentes relacionadas con los colectores solares**

Dentro de las investigaciones realizadas por Remache Milton sobre el “Análisis comparativo del rendimiento térmico entre un colector solar de placa plana y la adhesión de aletas en la placa absorbadora” la instalación consta de un conducto rectangular con un extremo cónico, la disposición de la placa colectora es de aluminio, las dimensiones del colector solar son 1m de ancho, 1.5m de longitud, la altura de la cámara del colector es de 2cm a 6cm. El fondo y las paredes laterales son de aluminio, contiene una cubierta de vidrio espesor de 3mm, el lado interior contiene una placa absorbadora es de color negro para absorber la máxima radiación, en el estudio se comprobó que la diferencia de temperatura es aproximadamente 120°C.

### **2.4.2 Principio de funcionamiento del colector solar.**

La radiación cae directamente sobre la cubierta y permite el paso a la radiación de longitud de onda corta en su gran mayoría la irradiación traspasa el cristal hasta la superficie [11].

Debido al contacto de las ondas de radiación solar con la placa absorbadora aumenta la longitud de onda larga, estas ondas largas se representan en pérdidas radiantes emitidas por la placa absorbadora [11].

Para reducir las pérdidas por conducción en la parte inferior y los laterales, se coloca un aislamiento térmico y se presiona con las juntas estancadas de la carcasa del colector [11].

Entre las condiciones primordiales se menciona el rendimiento óptimo y el coeficiente de pérdida de energía siendo los parámetros que determinan el comportamiento del colector solar, el coeficiente de pérdida de energía incluye [11].

- Pérdidas por la parte superior, entre las que predominan sobre las demás el efecto conectivo del viento sobre la cubierta
- Pérdidas laterales
- Fondo del colector.

### **2.4.3 Ventajas y desventajas del colector solar**

La cubierta resguarda la placa absorbadora y el aislamiento térmico que uso el autor fue poliuretano por su baja conductividad térmica, dentro de la carcasa frente a todo efecto perjudicial del medio ambiente, formando parte de la protección del colector, de igual forma refleja una pequeña cantidad de radiación en su plano y absorbe la mínima cantidad posible, de modo que toda la radiación solar incida en la placa [11].

Tiene una vida útil extensa, con baja adherencia a la suciedad y fácil limpieza.

Los colectores solares del autor exponen amplios aspectos teóricos y metodologías para el análisis de transferencia de calor [11].

El uso de poliuretano en las paredes laterales y la parte inferior impide pérdidas de convicción.

Los materiales utilizados para la construcción del colector solar, entre ellos para las placas captan la radiación solar.

## 2.5 SISTEMA DE TELECONTROL

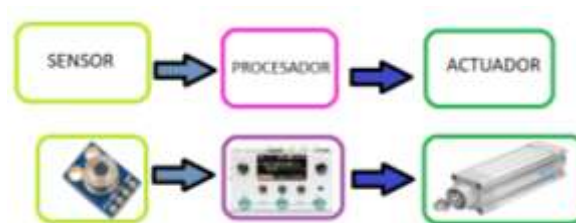
Es un sistema moderno que permite monitorear y controlar de manera remota sin importar la distancia que exista entre el dispositivo que se vaya a tomar datos con el dispositivo móvil (celular, computadora).

Los sistemas de control son una parte importante de los procesos automatizados porque tienen un papel importante en la promoción del desarrollo de la ciencia y la tecnología. Los sistemas autómatas son interdisciplinarios y se utilizan en una variedad de aplicaciones, como vehículos, robótica, electrónica, control de varias variables físicas y en cualquier proceso industrial [12].

Gracias a los avances científicos y tecnológicos que existen es más práctico para los profesionales del área en industrias diseñar e innovar en los sistemas de control; sin embargo, no siempre ha sido así para todo investigador o estudiante; los grandes avances y sistemas son cada vez más sofisticados, pero a su vez más complejos, esto demanda para las nuevas generaciones estar capacitados y tener dominio en los sistemas de control [12].

### 2.5.1 Sistemas de control

Los sistemas de control son sistemas que reemplazan la intervención de un operador y provee una inteligencia en los sistemas electromecánicos para así tener un mejor rendimiento y ahorro de consumo en la máquinas que se encuentren operando. El sistema de control ocurre cuando se produce una señal a causa del movimiento de un componente de la máquina para la obtención de un resultado esperado, los sistemas se pueden dar para el control de la temperatura, humedad, o el flujo másico, entre otros [13].



**Figura 1.** Elementos del sistema de control

En la figura 1 se visualiza los elementos que tiene un sistema de control en donde consta de sensores que permiten la obtención de señales, de procesadores que permiten procesar las señales obtenidas y por último de un actuador que ejecuta la información que haya sido captado.

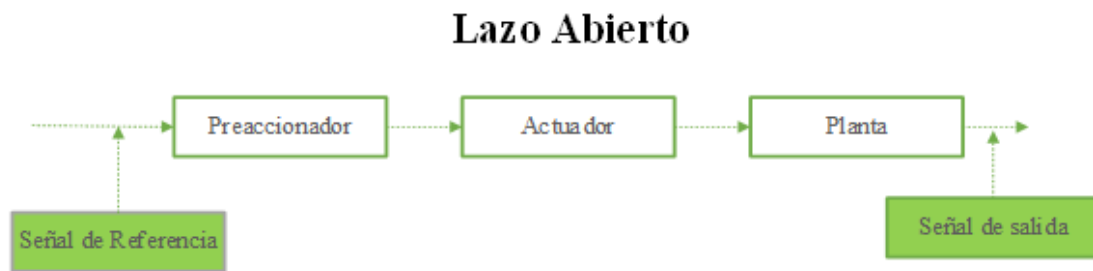
## 2.5.2 Clasificación de los sistemas de control

Los sistemas de control se clasifican en dos clases principales, los de lazo abierto y los de lazo cerrado. Estos grupos dan la acción de controlar la salida de sistemas que se esté por controlar.

### - Sistemas de control de lazo abierto

Estos sistemas son aquellos que actúan sobre la señal de entrada y como resultado genera una señal independiente a la que entro, en resumen, se define que no hay ninguna señal de retroalimentación hacia el controlador, esto quiere decir que la señal de salida nunca se convierte en señal de entrada para el controlador [14].

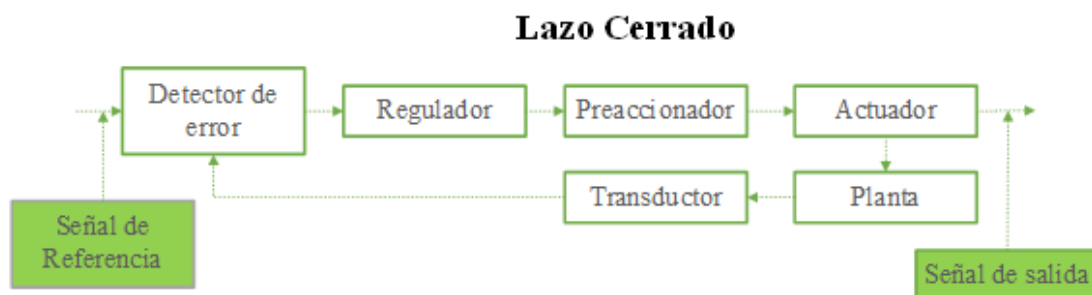
En la figura 2 se muestran los elementos que contiene el sistema de lazo abierto en donde consta de tres partes que suelen ser: Pre accionado, Actuador, Planta o Proceso



**Figura 2.** Elementos del sistema de lazo abierto

### - Sistemas de control de lazo cerrado

Son todo aquel sistema en la que la acción de control está en función de la señal de salida, estos sistemas necesitan de un sistema de circuito cerrado ya que usan la retroalimentación desde un resultado final para poder controlar la acción en consecuencia que se vaya a ejecutar desde el inicio [14].



**Figura 3.** Elementos del sistema de lazo cerrado



En la figura 3 se describe el proceso de la función que cumple el sistema de control de lazo cerrado, además se muestra los elementos que tiene dicho sistema estos elementos son: Detector de errores, Regulador, Pre - accionado, Actuador, Planta, Transductor.

El control de lazo cerrado ocurre cuando es necesario corregir automáticamente las desviaciones de la salida a la referencia. Introduce en el sistema un nuevo elemento, automatización o procesador, que se encarga de evaluar los valores de los sensores y actuar en consecuencia.

Es un proceso basado en la recolección de información en la toma de muestreos del mundo real, o de forma analógica, generando una conversión de manera digital, así las muestras tomadas puedan ser manipuladas por un ordenador u otro equipo electrónico.

## 2.6 SENSORES DE TEMPERATURA

Son dispositivos electrónicos diseñados para medir la temperatura de una superficie, de un fluido ya sea de agua o aire. Su principio de funcionamiento de basa en enviar una señal mediante el cambio de resistencia y así proceder a medir la temperatura por la señal emitida.

### 2.6.1 Termocupla tipo K

Es sensor de temperatura que permite suministrar una señal de tensión eléctrica en funciona a la temperatura su rango de medición se encuentra entre  $-180^{\circ}\text{C}$  a  $1372^{\circ}\text{C}$ , esto tipo de sensores son ocupados en hornos donde nos sean mayores a los  $1300^{\circ}\text{C}$ .

**Tabla 2.** Características de la Termocupla tipo K

<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	
Rango:	$-180^{\circ}\text{C}$ hasta $+1372^{\circ}\text{C}$
Longitud del cable:	0,5 m
Corriente de trabajo:	50mA
Interfaz de comunicación:	SPI
Material:	Acero inoxidable

### 2.6.2 Termocupla tipo J

Es un sensor diseñado para la medición de temperatura por medio de la unión de los materiales de Hierro y Constatan, este tipo de sensores están constituidos por un metal altamente de cobre con Níquel, para generar un proceso confiable en toma de datos.

**Tabla 3.** Características de la Termocupla tipo J

<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	
Rango:	0 hasta 450°C
Diámetro del bulbo:	5mm
Longitud de cable:	2m
Precisión:	±1,5°C
Material:	Acero inoxidable

### 2.6.3 RDT PT 100

Es un sensor que tiene la característica de tener una resistencia de 100  $\Omega$  para obtener una medición de 0 °C, con el incremento de la temperatura su resistencia eléctrica aumenta, este sensor es muy sensible ante la presencia de la temperatura.

**Tabla 4.** Características de la PT 100

<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	
Rango:	-100°C hasta +400°C
Longitud del cable:	0,5 m
Precisión:	±0,3°C a 0°C
Dimensiones:	D 4mm x L 30mm
Material:	Acero inoxidable
Protección del cable:	Fibra de vidrio
Conexión:	A 2 hilos

### 2.6.4 RTD PT 1000

Es un sensor que tiene la característica de tener una resistencia de 1000  $\Omega$  para obtener una medición de 0 °C, la ventaja de este sensor es que posee una resistencia elevada es que compensa los errores agregados.

**Tabla 5.** Características de la RTD PT1000

<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	
Rango:	-40 hasta +200°C
Diámetro del bulbo:	5mm
Longitud de cable:	2m
Velocidad de respuesta:	0.1s
Material:	Acero inoxidable

### 2.6.5 Sensor KY-028

Son sensores que generan un voltaje de 0 a 5V proporcionado así una temperatura que les rodea, contando una salida digitan High y Low. Ajustándole con un potenciómetro Bourns, Su fabricante asegura que tiene una precisión de  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  en un rango de  $-10^{\circ}\text{C}$  a  $80^{\circ}\text{C}$ .

**Tabla 6.** Características del módulo KY-028

<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	
Voltaje de operación:	3,3 a 5 VDC
Módulo:	KY-028
Precisión:	$\pm 0,5^{\circ}\text{C}$
Rango de Medición:	$-55^{\circ}\text{C}$ hasta $+125^{\circ}\text{C}$
Dimensión:	38x15x14 mm
Tipo de salida:	Analógica y Digital
LED 1:	Muestra que el sensor está recibiendo energía
LED 2:	Muestra que la temperatura está dentro del intervalo del comparador

### 2.6.6 Termistor NTC

Son sensores de temperatura, están contruidos con material semiconductor sintetizado. Es muy sensible, quiere decir que si se presenta un cambio pequeño en la temperatura presentara un cambio elevado en su resistencia, en lo general los termistores siempre tienen datos negativos en sus coeficientes.

Este tipo de termistores se caracterizan por ser no lineales, y su resistencia baja o disminuye según como va aumentando la temperatura, según como indica su nombre. La resistencia de estos sensores puede ser afectada por el auto calentamiento de mismo. A medida que la corriente fluye a través de un NTC, esta aumenta su temperatura, mientras que absorbe calor [15].

### 2.6.7 Termistor NTC- serie DG encapsulado en vidrio 3950

La serie DG de termistores encapsulados en vidrio de Ametherm es una raza especial de termistores NTC. Sellados herméticamente, estos pequeños termistores eliminan los errores de lectura de resistencia causados por la penetración de la humedad y funcionan de manera eficiente en temperaturas extremas, así como en condiciones ambientales severas.

Esta clase de termistor no tiene limitaciones debido a la temperatura de la soldadura, lo que les permite ofrecer a los usuarios un amplio rango de temperatura de funcionamiento de "-55 °C a +260 °C". El pequeño tamaño de los dispositivos permite encapsularlos en una variedad de carcasas, como orejetas y tuercas hexagonales [16].

Beneficios:

- Inmunidad al ruido: Estos termistores brindan una inmunidad al ruido eléctrico calificada como excelente y la resistencia de los cables más que a otros sensores de temperatura. Brinda un tiempo de respuesta rápido a ( $\pm 1\%$ ).
- Embalaje: Estos dispositivos están destinados a cumplir deferentes aplicaciones y los requisitos que intervienen en las mismas.
- Precisión: Sensores como estos tienen una precisión de 0,05 a 20°C con larga estabilidad en comparación a otro tipo de sensores.
- Rentabilidad: Los sensores NTC son opciones muy económicas, debido a su facilidad de producción y tamaño. [15]

**Tabla 7.** Características del termistor NTC 3950

<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	
Voltaje de operación:	3,3 a 5 VDC
Módulo:	Serie DG encapsulado en vidrio
Precisión:	$\pm 1^\circ \text{C}$
Rango de temperatura:	-50°C hasta +260°C
Dimensión:	1m
Constante temperatura absoluta	3950

### 2.6.8 Sensor MLX90614

Es un sensor muy interesante, permite obtener las mediciones de temperaturas de los objetos sin estar en contacto con el objeto, solo con sensibilidad infrarroja del mismo, además posee dos formas de medición de temperatura, se puede medir la temperatura ambiente y la temperatura del objeto.

**Tabla 8.** Especificaciones del sensor MLX90614

<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	
Voltaje de operación:	3,3 a 5 VDC
Módulo:	GY-906
Precisión:	$\pm 0,5^{\circ}\text{C}$
Rango de temperatura ambiente:	$-40^{\circ}\text{C}$ hasta $+170^{\circ}\text{C}$
Rango de temperatura del objeto:	$-70^{\circ}\text{C}$ hasta $+380^{\circ}\text{C}$
Comunicación:	Subconjunto I2C
Dimensión:	16x11x6 mm
Chip sensor:	MLX90614 ESF-BAA

## 2.7 COMPARACIÓN ENTRE SENSORES DE TEMPERATURA

**Tabla 9.** Comparación de sensores de temperatura

Sensor	Precisión	Rango	Sensibilidad	Costo
Termocupla tipo K	$\pm 1,1^{\circ}\text{C}$	$-200^{\circ}\text{C}$ a $+1300^{\circ}\text{C}$	Alta	5\$
Termocupla tipo J	$\pm 1,1^{\circ}\text{C}$	$-35^{\circ}\text{C}$ a $+760^{\circ}\text{C}$	alta	75\$
PT 100	$\pm 0,3^{\circ}\text{C}$	$-100^{\circ}\text{C}$ hasta $+400^{\circ}\text{C}$	alta	4\$
PT 1000	$\pm 0,1^{\circ}\text{C}$	$\pm 650^{\circ}\text{C}$	alta	9\$
Sensor KY-028	$\pm 0,5^{\circ}\text{C}$	$-40^{\circ}\text{C}$ a $120^{\circ}\text{C}$	alta	3\$
Termistores 3950	$\pm 1^{\circ}\text{C}$	$-55^{\circ}\text{C}$ a $125^{\circ}\text{C}$	alta	4,50\$
Sensor MLX90614	$\pm 0,5^{\circ}\text{C}$	$-40^{\circ}\text{C}$ hasta $+170^{\circ}\text{C}$	alta	12\$

## 2.8 SENSORES DE FLUJO MÁSSICO

Los sensores de flujo de aire son utilizados principalmente en sistemas de calefacción ya que por medio de los diferentes sensores que existen se puede calcular la cantidad de aire que ingresa o sale a través de un sistema.

### 2.8.1 Sensores de flujo de aire para conductos de ventilación

Existen diversos tipos de sensores que se utilizan en para medir a bajas velocidades como son los sensores EE660, EE671, EE576, EE650, entre otras. Los sensores de flujo de aire para conductos de ventilación están creados para la medida exacta de la velocidad y el caudal que tenga el sistema de ventilación que esté por medir [17].

**Tabla 10.** Características del sensor de flujo EE6650

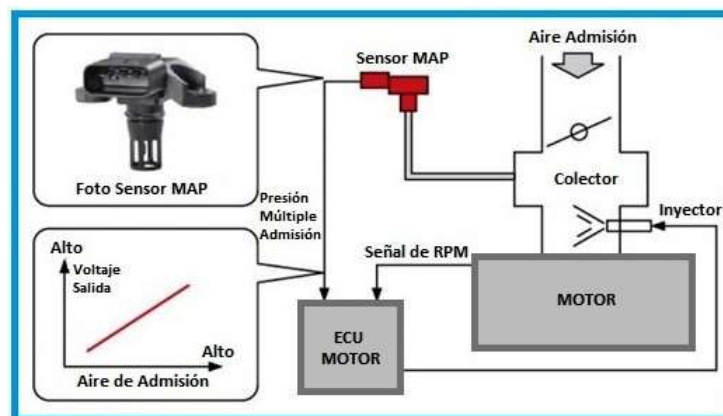
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	
Alta resistencia contra la contaminación	
Alto rango de precisión y estabilidad	
Rango de medición:	0-10/15/20m/s, 0-2000/3000/4000/ft/min
Salidas de corriente	4-20mA
Dispone en el montaje para conductos con una sonda remota	

### 2.8.2 Sensores MAP

Más conocido como sensor de presión absoluta del múltiple o con sus siglas en ingles MAP, este sensor está encargada en enviar a la computadora una señal que indique los cambios que se presentan en la presión dentro del múltiple de admisión, trabaja al identificar la presión que hay en el múltiple de admisión, así se calcula el flujo másico en la admisión, se determina con la presión que está presente en el colector y las RPM que el motor tiene de velocidad [18].

#### Funcionamiento del sensor MAP

El sensor puede medir la presión y la cantidad de aire que ingresa al múltiple de admisión, además se constituye de un coeficiente de temperatura negativo, en donde la resistencia permite controlar inversamente proporcional a la carga.



**Figura 4.** Funcionamiento del sensor MAP [19].

En la figura 4 se observa que el sensor MAP funciona mediante el principio de funcionamiento de materiales que están compuestos por pieza-eléctricas, en otras palabras, está constituido por materiales que contienen silicio, de esta manera se logra variar su resistencia a la presión de vacío del múltiple de admisión en la cámara.

### 2.8.3 Sensores MAF

El sensor más conocido en el campo de la industria automovilística como el sensor de flujo de aire, este sensor se utiliza para medir aumento de aire que el motor está aspirando por esta manera el sensor debe estar situado antes del colector de admisión del motor y después del filtro de aire.

### 2.9 BASE DE DATOS

Se considera como base de datos a las herramientas que nos ayuda almacenar, organizar la información, de manera digital, se almacena de manera electrónica en un sistema informático, los datos por lo general se estructuran por filas y columnas en una serie de tablas para muestras la eficacia del sistema.

### 2.10 COMPARACIÓN DE DISTINTAS PLATAFORMAS DE DESARROLLO

Tabla 11. Tipos de Plataformas

NOMBRE	CARACTERÍSTICAS
Kaa IoT Platform	Facilita la interoperabilidad entre dispositivos Crea servicios en la nube para productos inteligente Se puede visualizar los datos en tiempo real Recopila almacena datos de los sensores.
Thinger	Es compatible con la ESP8266 Proporciona datos en tiempo real.
Ubidots	Capacidad para publicar los datos obtenidos por la medición de sensores Permite mezclar a los usuarios con flujos de datos y presentarlos con una mejor presentación en la plataforma
Think Speak	Es una plataforma creada por MathWorks Permite almacenar datos, visualizar en la plataforma con unas graficas

### 2.11 CONTROL DE FASE

Este método es conocido como el control de ángulo de fase, es muy utilizado en la electrónica de potencia para regular la potencia de los usuarios que consuman el voltaje, el principio de funcionamiento empieza desde la variación que existe en el inicio del semiconductor de potencia que permite el paso de la corriente hasta el semiciclo de la red eléctrica.

El comportamiento de la onda al utilizar el RMS de la señal alterna obtenida, la ondas se producen por los voltajes de los tiristores que no conducen hay que soportan un voltaje aplicado obstruyendo el paso de la corriente para que no llegue un voltaje a la carga, esto

se resume en que funciona como interruptor abierto que al no cerrarse por completo el circuito cae sobre el interruptor y al conducir se convierte en un interruptor cerrado provocando un corto y así no llega voltaje en sus terminales y el voltaje se dirige a la carga.

En el control de fase que se implementó para la investigación, los tiristores se conecta la carga a la fuente de CA una parte de cada uno de los ciclos de voltaje, teniendo como resultado el control de su fase para así poder controlar el flujo de la sopladora usada para los colectores solares.

### **Regulador Step Down**

Se caracteriza por estar constituido por circuito integrado LM2596, tiene la facilidad de regular el voltaje de entrada de un circuito, desde una fuente de alimentación con un voltaje mayor, tiene la capacidad de soportar hasta 3A y un voltaje de entrada de 4 a 35V y de un voltaje de salida de 2 a 28V.

**Tabla 12.** Características técnicas del regulador Step Down

<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	
Tipo:	DC-DC Buck
Serie:	LM2596
Voltaje de entrada:	4 – 35 Voltios
Voltaje de salida:	2 – 30 Voltios
Eficiencia de conversión:	92%
Frecuencia de trabajo:	150 KHz
Corto circuito, protección:	Si hasta 5 A
Protección limitadora de corriente:	Si
Temperatura de funcionamiento:	-45°C a +85°C

### **2.12 PLATAFORMA UBIDOTS**

Ubidots empodera a entusiastas de la tecnología y emprendedores a construir nuevos productos y aplicaciones a partir de objetos conectados a Internet, donde se podrá realizar desde una aplicación que registre la cafeína que se ingiere durante el día y alerte con un mensaje de texto si se excede cierto nivel, hasta una nevera industrial que registre su temperatura en tiempo real desde la Nube. Ubidots permite crear aplicaciones para el “IoT” en poco tiempo y su interfaz es amigable con el usuario [20].



Es un servicio gratuito que permite a los desarrolladores crear un entorno de computación en la nube asequible, fiable y utilizable en un ecosistema de plataformas "IoT". Ubidots está especializado en soluciones de hardware y software conectadas para monitorizar, controlar y automatizar procesos remotamente en el ámbito de la salud, energía, industria, fabricación, servicios públicos y transporte. Con el fin de crear aplicaciones desde básicas hasta avanzadas [20].

Los principales beneficios de la plataforma Ubidots son:

- La conexión del hardware con la nube y diversas bibliotecas.
- Configuración de variables de forma automática, configurable sus propiedades y su apariencia en los dispositivos para duplicar el proceso en nuevos dispositivos.
- Modificación de la API (Interfaz de Programación de Aplicaciones).
- Supervisión para el análisis de datos de las aplicaciones con integraciones API.
- Conversión de datos de origen nativos en información con variables sintéticas
- Diseño para cuadros de mando analizados en tiempo real para el análisis de datos control en los dispositivos
- Mejora la función compartir datos con enlaces públicos o integrando cuadros de mando o widgets en aplicaciones web privadas y móviles.
- Los siguientes comandos "kill switch" o "restart" se activan cuando el hardware ha estado inactivo durante mucho tiempo.
- Asignación de permisos y restricciones para cualquier usuario que busque interactuar con los mandos, dispositivos y/o eventos.

Ubidots maneja 4 términos necesarios para el manejo de datos en la nube: Data Source, Variable, Value y Event. A continuación, se detalla cada uno de estos [20]

- Data Source: maneja un conjunto de información haciendo referencia a un dispositivo, en donde cada data source utiliza una o más variables.
- Variable: maneja un conjunto de datos que varía con el tiempo.
- Value: es un valor actual de una variable en un momento determinado.
- Event: permite tomar una acción en un instante determinado. Permite la interacción con cada elemento de Ubidots a través de su API, por lo

tanto, cada elemento que presenta puede ser creado, modificado o eliminado.

## 2.13 MÓDULO TARJETA SD

Es útil para proyectos que requieren registro de datos. El Arduino puede crear un archivo en una tarjeta SD para guardar los datos usando la librería SD Arduino [21].

Existen varios modelos de módulos de diferentes fabricantes. La gran mayoría utilizan el protocolo de comunicación SPI.

### Módulo tarjeta SD Card

Este módulo tiene un socket grande en donde se introduce las tarjetas de memorias SD de tamaño estándar, pero usando un adaptador se utiliza memorias micro SD [22].

#### 2.13.1 Esquema de cableado del módulo SD Arduino.

La siguiente tabla indica cómo se conecta el módulo de la tarjeta SD al Arduino:

**Tabla 13.** Conexión del módulo SD al Arduino.

Módulo de tarjeta SD	Cableado a Arduino Uno	Cableado a Arduino Mega
VCC	3.3V o 5V	3.3V o 5V
CS	4	53
MOSI	11	51
CLK	13	52
MISO	12	50
GND	GND	GND

## 2.14 TARJETA DE MEMORIA SD

Es un tipo de dispositivo de almacenamiento masivo continuo, es decir, retienen la información almacenada si se produce una interrupción de electricidad. Para este tipo de proyectos una de las mejores opciones es elegir una tarjeta SD [23].

### 2.14.1 Funcionamiento de la tarjeta SD.

La tarjeta utiliza el protocolo de comunicación SPI para la interfaz con los microcontroladores, la misma que consta de 4 señales: SCLK, MOSI, CS/SELECT. Este interfaz utiliza 7 pines de la tarjeta y el resto se utiliza para codificación de datos y más opciones del fabricante [23].

**Tabla 14.** Conexión de los pines de la tarjeta SD

<b>PIN</b>	<b>SEÑAL</b>	<b>TIPO</b>	<b>CONEXIÓN</b>
1	CD(CHIP SELECT)	Entrada	Pin indicador de conexión
2	CMD(COMMAND)	Entrada	Conexión a tierra
3	VSS	Fuente de voltaje	Conexión a tierra
4	VCC	Fuente de voltaje	Conexión de 3,3 VCC
5	SCL(CLOCK)	Entrada	Señal de reloj de señal del PIC
6	VSS	Fuente de voltaje	Conexión a tierra
7	DAT 0 (DATA)	Salida	Línea de datos

La tarjeta SD necesita un voltaje de alimentación de 2,7 a 3,3 VCC según su hoja de características técnicas por lo que es necesario utilizar un regulador de voltaje [23].

### 3 MATERIALES Y MÉTODOS

En el siguiente apartado se detallarán los tipos de modalidades de investigación que se pretende explorar. Está desarrollado para obtener un análisis preciso de la cantidad de variables a medir, el tipo de medición, la implementación de distintos dispositivos electrónicos y programas que contienen para el funcionamiento del proyecto.

#### 3.1.1 Definición de variable Independiente y Dependiente

##### 3.1.1.1 Variable independiente

Sistema de telecontrol de temperatura y flujo de aire en los colectores solares.

**Tabla 15.** Variable Independiente

Descripción	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos
Sistema de telecontrol de temperatura y flujo de aire en los colectores solares.	Sensor NTC 3950	Temperatura	°C	Medición	Sensor de Temperatura
	Sensor MAF	Flujo de aire	$m^3/s$	Medición	Sensor de flujo de aire
	Interfaz gráfica	Temperatura en tiempo real	°C	Visualización	Ubidots

##### 3.1.2 Variable dependiente

El principal objetivo del proyecto de investigación es determinar las mediciones de temperatura para el análisis de su comportamiento en los colectores solares

**Tabla 16.** Variable dependiente

Descripción	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos
Mediciones de temperatura para el análisis de su comportamiento en los colectores solares.	Curvas de Temperatura	Temperatura	°C	Medición	Termistor NTC 3950
	Observación de las curvas	Gráficas	°C	Adquisición	Ubidots

##### 3.1.3 Técnicas e instrumentos

El presente trabajo de investigación demanda el análisis y comparación de las curvas obtenidas por la recolección de datos de los sensores de temperatura, como técnica se utiliza la investigación, la medición mediante la cámara termo gráfica, la comparación y como instrumento de datos se utilizó en sensor NTC 3950 y el sensor MAF.

## Medición

**Termo- anemómetro:** dispositivo que permite medir la velocidad del flujo de aire y la temperatura en los sistemas de ventilación [11].

**Tabla 17.** Características del anemómetro

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Velocidad de aire	Rango (0,0-30,0 m/s)
Precisión	±5% (m/s)
Temperatura del aire	Rango (-10 + 60 °C)

**Cámara termográfica:** es un tipo de cámara que crea una imagen con luz infrarroja, es decir, detecta la luz invisible, también conocida como calor. Infrarrojos es la radiación electromagnética con una longitud de onda más larga que la luz visible por lo tanto resulta invisible para el ojo humano [24].

La cámara termográfica crea una imagen basada en la intensidad de las ondas infrarrojas, es decir, con la imagen mostrada se encuentra una fuente de calor y cuanto calor está produciendo de esa forma podemos determinar la ubicación exacta de los sensores.

**Tabla 18.** Características de la cámara termográfica

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Rango de temperatura	-30°C a 650°C
Precisión	Con temperatura ambiente de 23°C ± 3°C
Resolución óptica	12: 1 calculado al 90% de la energía
Repetibilidad	± 0,5% de la lectura a 0,5 °C
Tiempo de respuesta	<300 ms

### 3.2 ESQUEMA GENERAL DEL PROYECTO

El desarrollo de adquisición de datos de temperatura y control de flujo másico de aire se obtiene mediante sensores, con este proceso se requiere analizar la temperatura y el flujo dentro de los colectores, dicha lectura se realiza mediante microcontroladores.

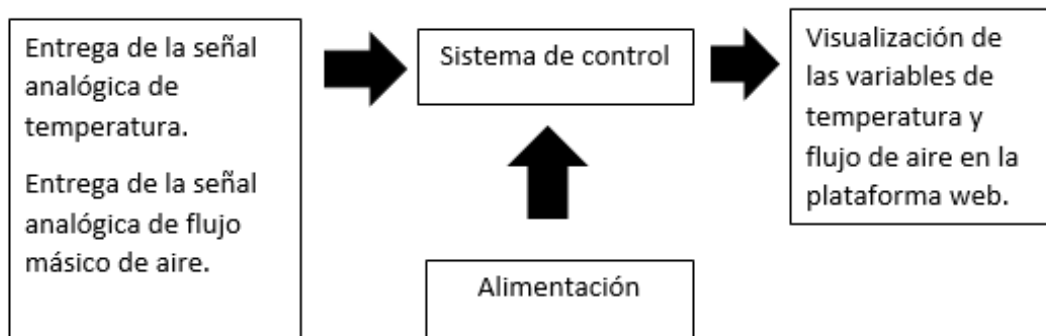
En el cual efectúan señales analógicas para posteriormente dar a conocer resultados reales y factibles.



**Figura 5.** Esquema general del sistema de control de flujo de aire.

### 3.3 DISEÑO DE HARDWARE DEL SISTEMA DE CONTROL

En el presente proyecto se implementan dispositivos físicos, los cuales cumplen con un objetivo y asumen un rol específico para cada tarea para el funcionamiento general del sistema.



**Figura 6.** Funcionamiento del hardware.

#### 3.3.1 Controlador

Un controlador es un dispositivo que emplea un programa que permite al sistema operativo interactuar con los dispositivos externos como entradas y salidas, haciendo separar del hardware y así facilitar una interfaz para usar el dispositivo [25].

#### 3.3.2 Arduino

En el mercado existen una gran variedad de microcontroladores y plataformas microcontroladoras disponibles para computación física. Sin embargo, todas estas

herramientas toman los desordenados detalles de la programación de microcontrolador y la colocan en un paquete fácil de usar.

- **Barato.** Las placas Arduino son baratas comparadas con otras plataformas microcontroladoras.
- **Multiplataforma.** El software de Arduino se ejecuta en sistemas operativos Windows, Macintosh OSX y GNU/Linux. La mayoría de los sistemas microcontroladores están limitados a Windows [26].
- **Código abierto y software extensible:** El software Arduino está publicado como herramientas de código abierto, disponible para extensión por programadores experimentados. El lenguaje puede ser expandido mediante librerías C++, y la gente que quiera entender los detalles técnicos pueden hacer el salto desde Arduino a la programación en lenguaje AVR C en el cual está basado. De forma similar, puedes añadir código AVR-C directamente en tus programas Arduino si quieres [26].

### 3.3.3 Módulo Arduino Mega Pro 2560

Este dispositivo es una solución para obtener el proyecto donde se requiere una placa potente y un espacio reducido. Es una placa integrada y utiliza un chip original ATmega2560 (16MHz).

### 3.3.4 Módulo ESP8266 NodeMCU




Es una tarjeta de desarrollo de código abierto, basado en el ESP 8266, es un firmware para éste módulo, su código está desarrollado en su mayoría en C.

Es posible programarlo con el entorno de desarrollo de Arduino (IDE). IDE está basado en el entorno de Processing y Wiring, diseñado para el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios, así como en el cargador de arranque (bootloader) que es ejecutado en la placa. El microcontrolador de la tarjeta se programa a través de un computador, usando comunicación serial [27].

Para la selección del controlador se realizó mediante la necesidad de controlar parámetros de lectura de los sensores de temperatura y flujo de aire, una opción es la ESP8266 que tiene un bajo costo y consumo de energía empleando tecnología Wi-Fi.

### 3.4 CONTROLADORES Y CARACTERÍSTICAS

**Tabla 19.** Tipos de controladores y características

DENOMINACIÓN	CARACTERÍSTICAS
Microcontrolador: Arduino Mega pro 2560. 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voltaje de alimentación: 7-9V</li> <li>• Pines digitales I/O: 54 (15 salidas PWM)</li> <li>• Entradas analógicas: 16.</li> <li>• Corriente máxima entrada/salida: 40mA.</li> <li>• Costo USD: \$30</li> </ul>
NodeMCU ESP8266 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procesador de 32 bit de bajo consumo.</li> <li>• Velocidad de 80MHz</li> <li>• 32 KiB RAM instrucciones, 32 KiB RAM cache.</li> <li>• 80 KiB RAM para datos de usuario.</li> <li>• Memoria flash externa hasta 16MiB.</li> <li>• Pila de TCP/IP integrada.</li> <li>• Wifi 802.11 b/g/n 2.4GHz (soporta WPA/WPA2)</li> <li>• Costo USD: \$7,80</li> </ul>
ATMEGA328P Microcontrolador AVR 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voltaje de operación: 1,8 a 5,5 VDC</li> <li>• Memoria flash: 32KB</li> <li>• Memoria RAM: 2KB</li> <li>• Pines de IO: 23</li> <li>• Interfaces: UART, TWI, SPI</li> <li>• Temperatura de operación: -40° a 85 °C</li> </ul>

### 3.5 RECEPCIÓN DE INFORMACIÓN DEL COLECTOR

La obtención de datos a la salida del colector solar se desarrolla a través de sensores.

En primer lugar, se tomó en cuenta la implementación de los sensores de temperatura principalmente en la placa, vidrio, entrada y salida de los colectores solares para ello sea realizado varias pruebas con distintos sensores para obtener el sensor adecuado. De igual forma el acondicionamiento de la señal de flujo de aire, posteriormente se planifico adquirir los datos de dichas variables y se pueden visualizar en el servidor Ubidots.

#### 3.5.1 Adquisición de información de temperatura

La adquisición de datos de temperatura se puede medir en distintos rangos, existen medidores o sensores que permiten dar valores en tiempo real. Dentro del proyecto es necesario recolectar datos de temperatura para que al realizar el análisis final se demuestre que el colector ayuda a concentrar el calor en un tiempo determinado con relación a la temperatura ambiente.



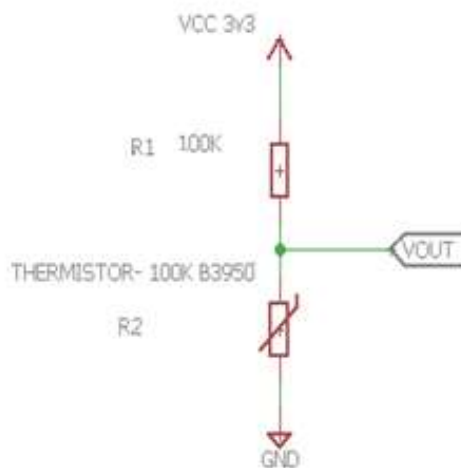
### 3.5.2 Selección del sensor de temperatura

Para la selección del sensor de temperatura se realiza un cuadro comparativo que se muestra en la Tabla 11 la cual nos indica las características de distintos sensores de temperatura, en este caso se procede a seleccionar el Termistor NTC 3950 por su respuesta rápida de medición y detección de temperatura del punto y su precio económico

#### Termistor NTC 3950

Un termistor es un elemento resistivo pasivo cuya resistencia varía con la temperatura, por lo que, si se conoce la resistencia del termistor, se puede calcular la temperatura.

Para conocer el valor del termistor se coloca una resistencia en serie con el termistor y se mide la caída de tensión en el termistor, una vez obtenida la caída de tensión, se conoce la caída de tensión en la resistencia y con un divisor de tensión se conoce el valor resistivo de la NTC.



**Figura 7.** Conexión del termistor en Proteus

En la figura 8 la salida de VOUT viene dada por la siguiente formula:

$$V_{out} = \frac{R2}{R1+R2} \cdot V_{CC} \quad (1)$$

Se considera que  $V_{out}$  se mide con el ADC ( $V_{ADC}$ ) de arduino,  $R1 = 100K$  Y  $V_{CC} = 3,3V$  y su valor en el ADC 1023, se despeja R2 para obtener el valor del termistor:

$$R2 = \frac{V_{out} \cdot R1}{V_{CC} - V_{out}} = \frac{V_{adc} \cdot R1}{1023 - V_{adc}} \quad (2)$$

Conversión a temperatura

Una vez obtenido el valor resistivo del termistor se debe aplicar la ecuación de Steinhart-Hart, para ello se utiliza la siguiente formula:

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{T_0} + \frac{1}{B} \cdot \ln \frac{R}{R_0} \quad (3)$$

En donde:

T= temperatura que se quiere conocer (K)

T0= Temperatura nominal de la NTC (25 K)

B=Constante de la NTC para este modelo 3950

R= Resistencia nominal de la NTC para este modelo 10k ( $\Omega$ )

R0= Resistencia calcula anteriormente ( $\Omega$ )

Una vez obtenido el valor de T se lo convierte a grados centígrados restando 273,15 y así se obtiene la temperatura ambiente que se encuentra la NTC.

### 3.5.3 Selección del sensor de flujo

El flujo de aire es importante en los colectores solares, los sensores que se utiliza en la industria son de un alto costo, por lo que se investiga sensores de flujo más rentables y de alta confiabilidad, sensores de uso automotriz tienen la capacidad de permitir que el flujo que ingresa sea directamente proporcional a la cantidad de combustible que ingresa al cilindro para que el proceso de combustión sea óptimo.

### Características del Sensor MAF

Tabla 20. Tabla de Voltajes del sensor MAF

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Voltaje General:	0 – 5 Voltios
Marcha mínima:	0,8 – 1,2 Voltios
Apertura de mariposa:	4,5 – 5 Voltios
Caída de Carga brusca	0,4 Voltios

### 3.6 UBICACIÓN DE LOS SENSORES

Los sensores de temperatura fueron colocados de manera estratégica en los diferentes puntos de los colectores como lo es en la placa, vidrio, entrada y salida de igual forma el sensor de flujo está colocado a la salida, se colocó de esta manera para obtener datos de diferentes magnitudes que intervienen en los mismos.

**Tabla 21.** Ubicación de los sensores.

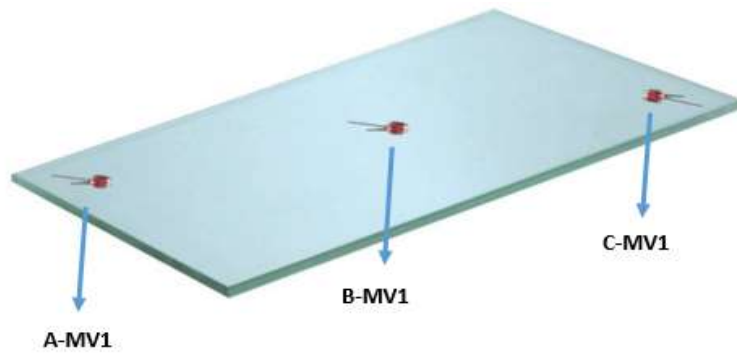
SENSOR	UBICACIÓN	IMAGEN
<b>Termistor NTC 3950</b>	<b>Placa absorbente</b>	
	A MP1/MP2, B MP1/MP2, C MP1/MP2	
	<b>Entrada / Salida</b>	
	ENT MA1, SAL M1	
	<b>Vidrio</b>	
A MV1, B MV1, C MV1		
<b>Medidor de flujo MAF</b>	<b>Salida</b>	
	E	

### Placa absorbedora

Los sensores de temperatura NTC 3950 son colocados en la placa absorbedora dos en cada punto para obtener un promedio entre las dos mediciones y tener una medición más aproximada al valor real.



**Figura 8.** Ubicación de los sensores de temperatura en la placa absorbedora.



**Figura 9.** Ubicación de los sensores de temperatura en la cubierta de vidrio.

**Tabla 22.** Ubicación de los sensores de temperatura NTC 3950

SENSOR	PLACA
ENT-MA1	1
A-MP1	2
A-MP2	3
B-MP1	4
B-MP2	5
C-MP1	6
C-MP2	7
SAL-MA1	8
A-MV1	9
B-MV1	10
C-MV1	11

### 3.7 DISEÑO DEL CIRCUITO DE CONTROL DE FASE

Para el diseño del circuito control de fase se utilizó un software de simulación, Proteus que es un software que nos permite simular la parte de electrónica de potencia y no da la opción de poder diseñar la placa de los elementos y poder armar de manera física. Como se indica en el Anexo 3.

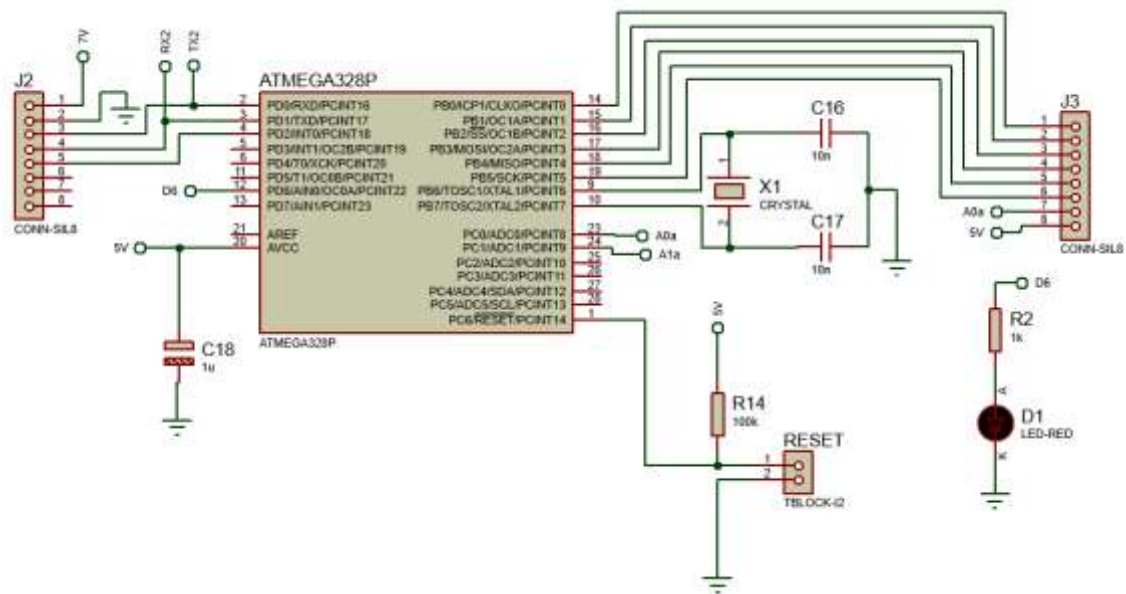
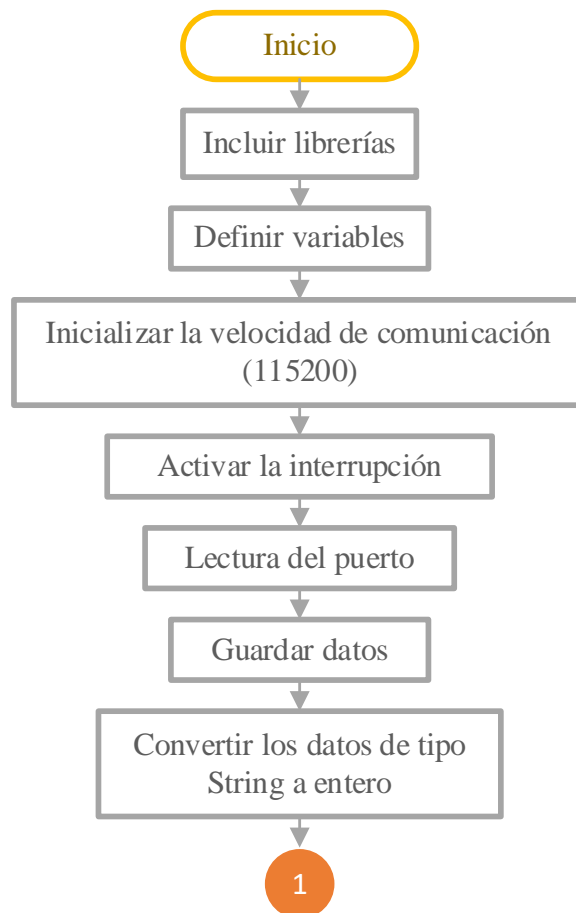


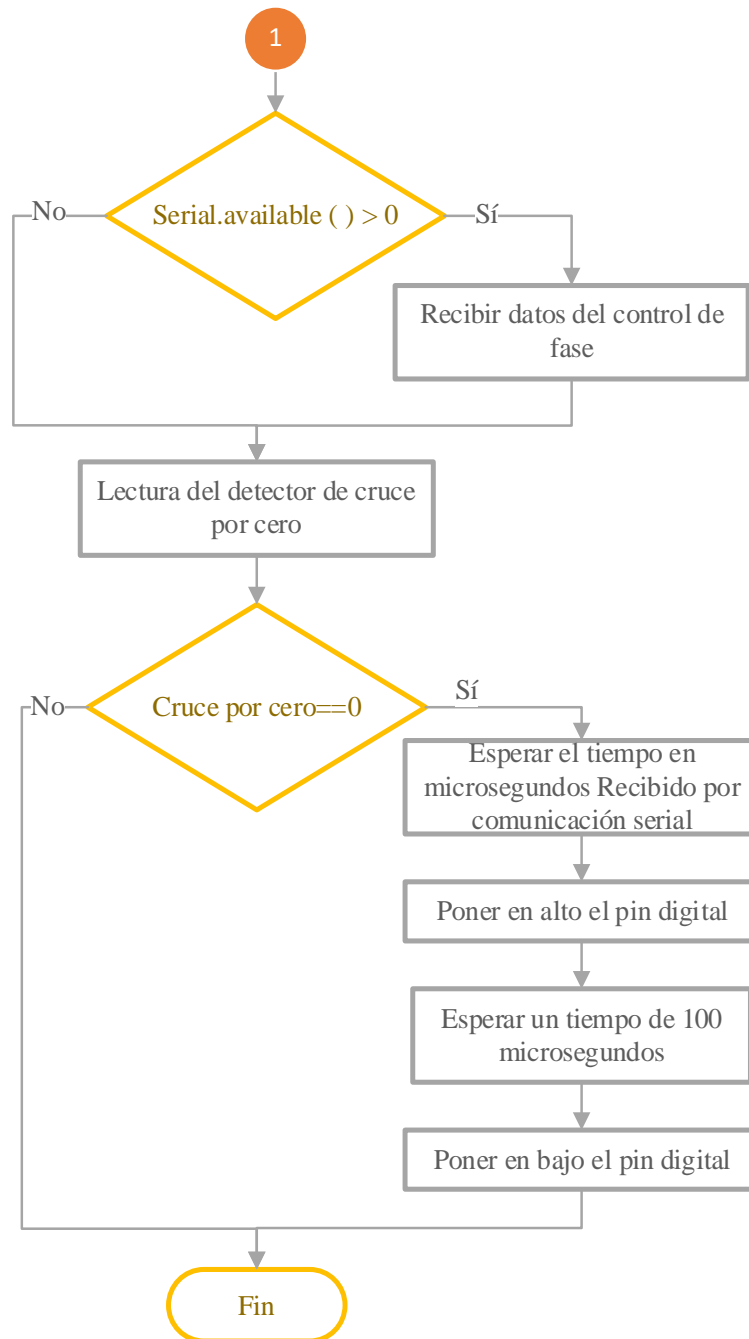
Figura 10. Conexión del control de fase en Proteus.

### 3.8 DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTMA

#### 3.8.1 Diagrama de flujo del control de fase

Para este diseño se lo divide en los bloques mostrados en la figura 11. Es la lógica de programación que se encuentra subido al ATMega 328p, El cual permite el control de flujo a la entrada y salida del colector solar. La programación selo indica en el **Anexo 18**.

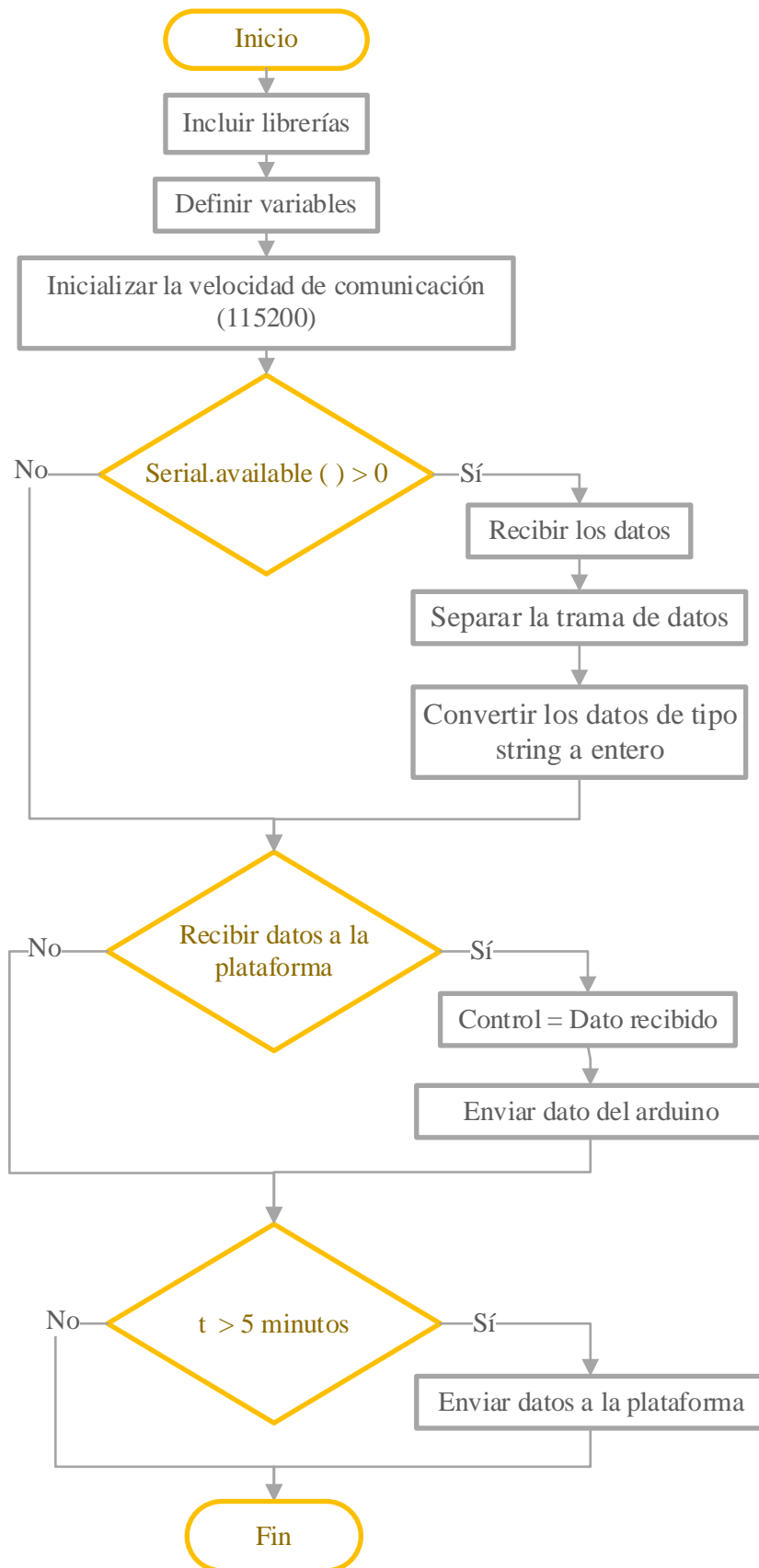




**Figura 11.** Diagrama de flujo para el ATmega 328p.

### 3.8.2 Diagrama de flujo para subir los datos a la plataforma

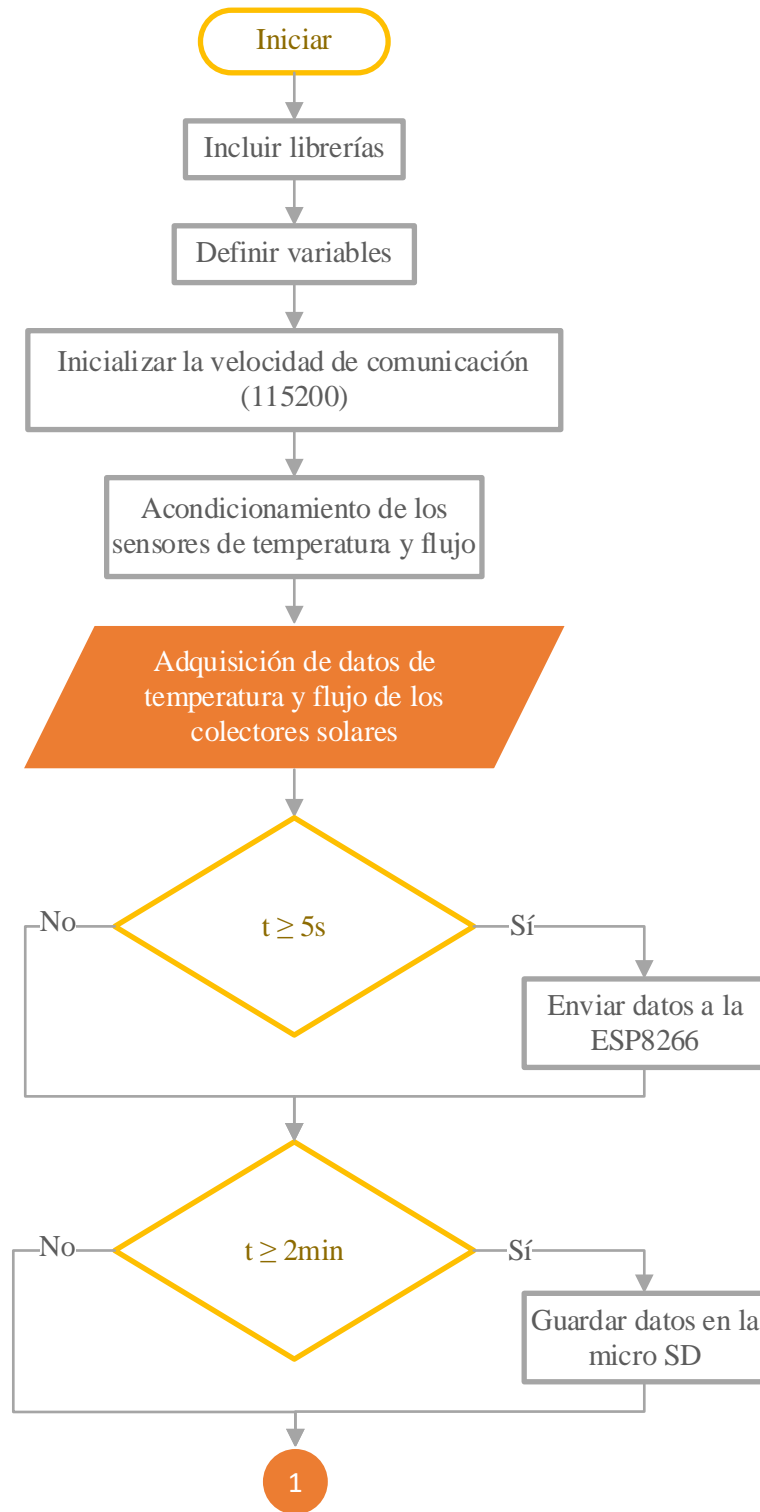
En la Figura 12 se observa el diagrama utilizado para la programación de la ESP 8266, ya que es la que permite controlar y almacenar los datos de los sensores utilizados para los colectores solares. La programación se lo indica en el **Anexo 18**.



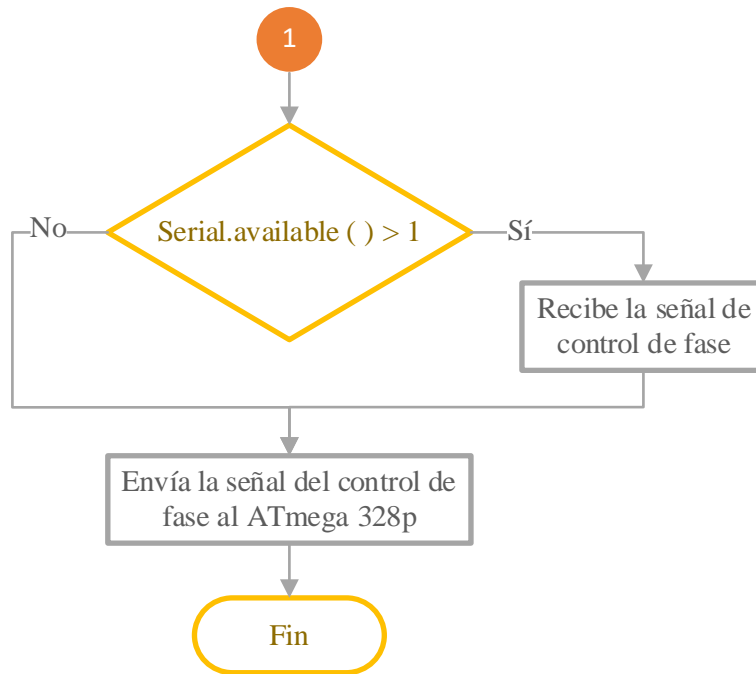
**Figura 12.** Diagrama de flujo para la ESP 8266.

### 3.8.3 Diagrama de flujo para los sensores

En la Figura 13 se puede observar el diagrama de flujo que se realizó para poder tener una adquisición de datos de los sensores que fueron implementados en este sistema, Esta lógica de programación es la que se utilizó en el Arduino Mega Pro. La programación se indica en el **Anexo 18**.



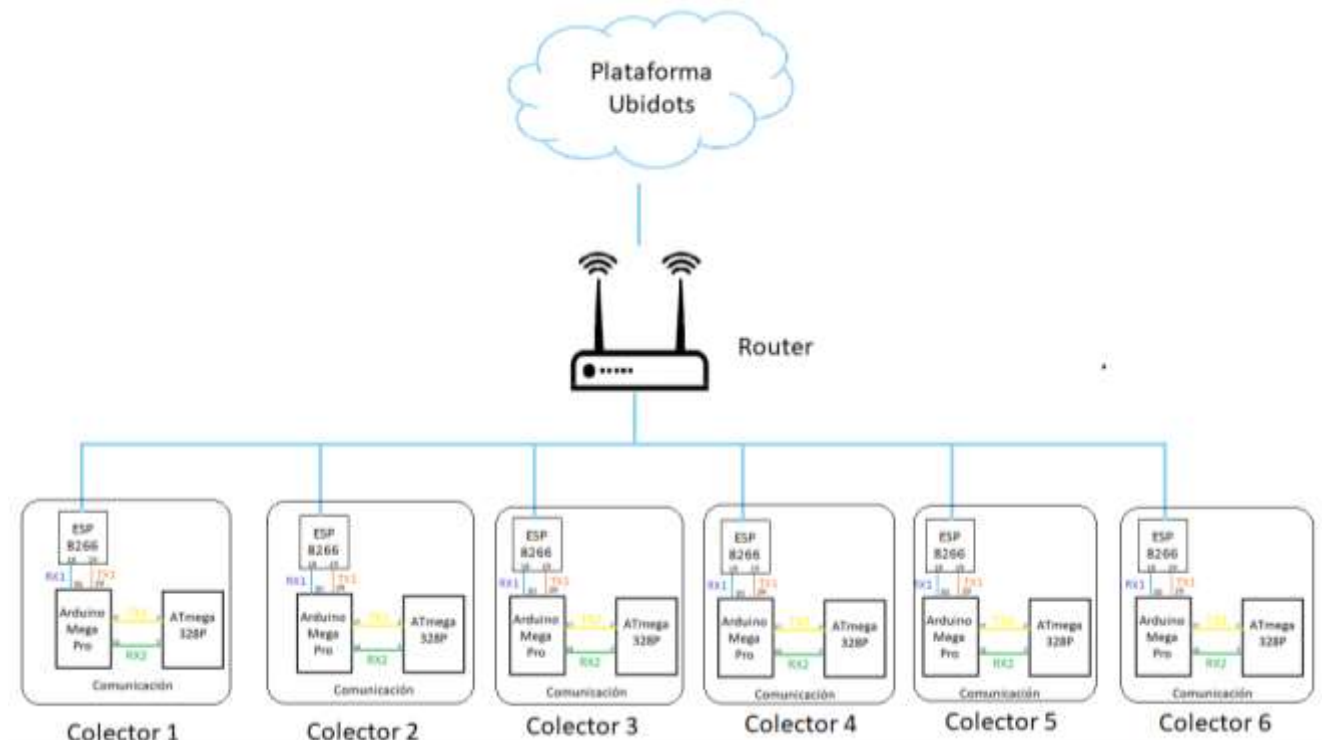




**Figura 13.** Diagrama de flujo para el Arduino Mega Pro

### 3.9 COMUNICACIÓN ENTRE MICROCONTROLADORES

La comunicación que existe entre los diferentes microcontroladores es de vital importancia, para poder tener un buen procesamiento de señal y así adquirir datos en la plataforma. Como muestra en el grafico a continuación

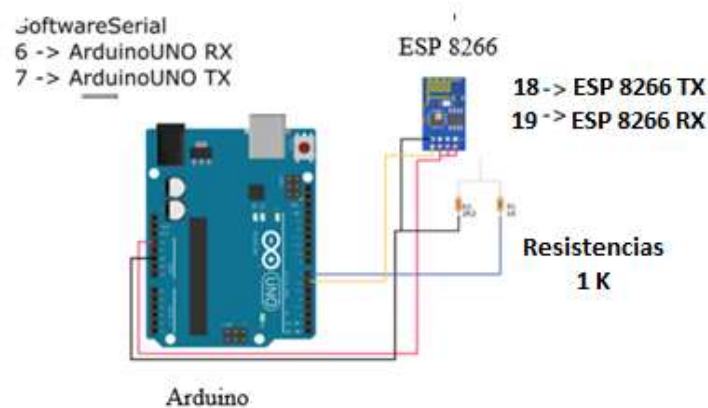


**Figura 14.** Adquisición de datos de los colectores solares

### 3.9.1 Comunicación entre el Arduino Mega y ESP 8266

La comunicación que existe entre Arduino MEGA Pro mini y Node MCU ESP8263 es la conexión del puerto serial y se lo debe manejar con los comandos o programarlo como si fuera otro microcontrolador con las librerías que nos facilita el Software de Arduino, programando en el mismo lenguaje.

Se debe tener cuidado al momento de alimenta la ESP8266 ya que ese microcontrolador funciona con un voltaje de 3,3V y el Arduino MEGA se alimenta de un voltaje de 5V, por lo cual se deberá usar resistencias en el pin TX del Arduino para así ocasionar que su voltaje se reduzca y no tener ningún inconveniente a futuro.

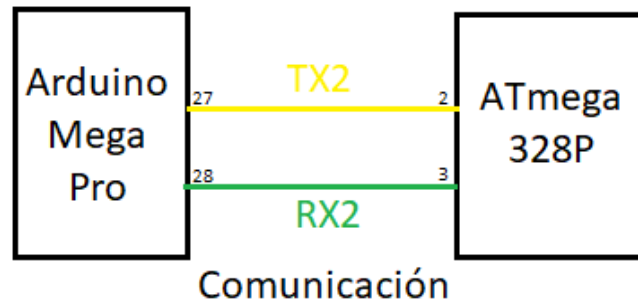


**Figura 15.** Conexión del Arduino con la ESP8266. [28]

Las resistencias que se recomienda utilizar son de 1K Y 2K, en caso que no se cuente con ese valor se lo puede realizar con un divisor de voltaje con las resistencias que se disponga para disminuir el voltaje del Arduino y convertirlo en 3,3V para proceder alimentar la ESP8366. En los que Arduino a eso valore los considera como 1 lógico.

### 3.9.2 Comunicación entre el ATmega 328p y el Arduino Mega Pro 2560

Para la comunicación entre los microcontroladores ATmega y el Arduino Mega Pro se utilizó una comunicación serial para no tener mucha interferencia al momento de la recepción de datos sobre el control de fase.



**Figura 16.** Comunicación entre ATmega328p y Arduino Mega Pro

### 3.9.3 Conexión entre Arduino y módulo SD

En la figura 17 muestra la comunicación utilizada para la micro SD en donde para obtener una buena comunicación se optó por una comunicación serial y el reloj RTC se usó una comunicación de I2C ya que es la única comunicación que puede tener entre el microcontrolador y el reloj RTC



**Figura 17.** Esquema de conexión del módulo Micro SD y la RTC

### 3.10 ECUACIONES PARA EL CALCULO DE ERROR

Para calcular el error del sistema se procede a realizar la media ponderación de los valores con la siguiente ecuación.

$$MP = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{y_1 + y_2 + \dots + y_n} \quad (4)$$

Donde:

MP = Media ponderada (°C)

x = Conjunto de datos obtenidos (°C)

y = Puntos medidos (°C)

Con los valores obtenidos entre el valor real y el valor obtenido se obtiene un rango de error aplicando la siguiente ecuación.

$$e = \frac{|V_{Real} - V_{Aprox}|}{V_{Real}} \cdot 100 \% \quad (5)$$

Donde:

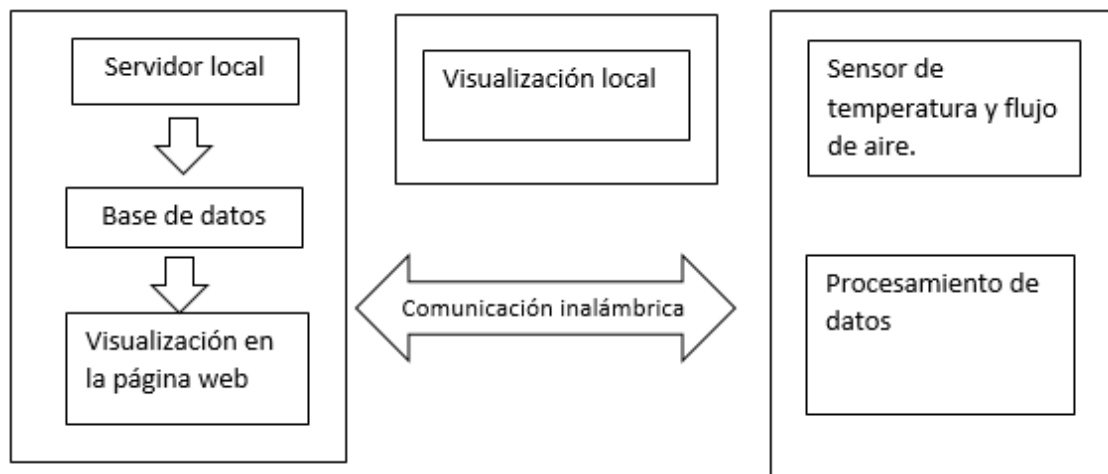
e = error relativo (%)

V<sub>real</sub> = valor real (K)

V<sub>Aprox</sub> = valor aproximado (K)

### 3.11 DIAGRAMA GENERAL DE BLOQUES DEL SISTEMA

En la figura 18 se observa el diagrama de bloques del sistema de control en el cual se puede visualizar dividido en tres etapas. La primera etapa contiene al servidor local trabajando con una base de datos mediante una comunicación inalámbrica la cual se enlaza a la segunda etapa con el fin de indicar los datos en tiempo real en la plataforma de Ubidots que constantemente la información es actualizada de igual manera la información es almacenada en el servidor, la última etapa se encarga de la adquisición y procesamiento de los datos, a través de los sensores de temperatura y flujo de aire que envían señales eléctricas al módulo de procesamiento de datos.



**Figura 18.**Diagrama de bloques del sistema

### 3.12 SELECCIÓN DE ELEMENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

Los elementos necesarios para el sistema se han seleccionado de acuerdo al diagrama de bloques presentado en la figura anterior, para lo cual se realiza un análisis de cada uno de los elementos que intervienen en el sistema, de esta manera se garantiza una mejor selección en el desarrollo del sistema en cada una de sus etapas con una relación costo-beneficio adecuada. El sistema se encuentra organizado de la siguiente manera:

1. Alimentación
2. Sensores
3. Procesamiento de datos
4. Comunicación
5. Visualización

Con base a la recolección de la información de los diferentes componentes del sistema que se menciona con anterioridad se procede en la selección y descripción de los mismos, según su correcto funcionamiento y utilización.

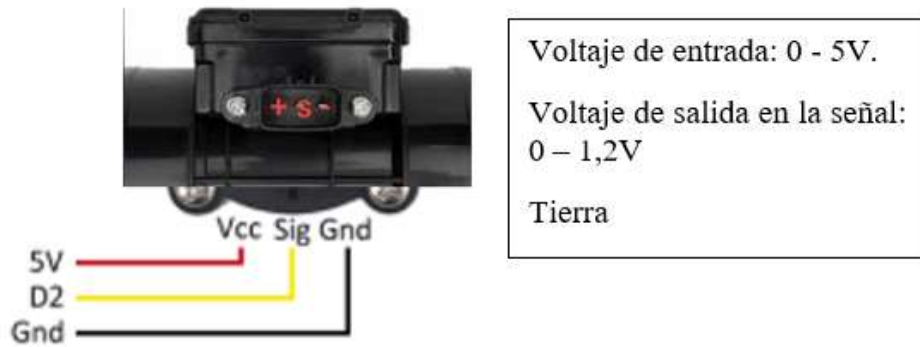
### **1. Alimentación**

Se requiere de una alimentación de corriente continua para los elementos que conforman el sistema, cuya tensión de alimentación oscila los 5V.

### **2. Sensores**

El encargado de la medición de temperatura es el sensor NTC 3950, es el elemento que se encarga de la detección de la temperatura colocados de manera estratégica en la placa absorbadora, en el vidrio, en la temperatura ambiente y entrada y salida del colector solar, el cual está compuesto por un material semiconductor sintetizado y actúa cuando recibe un gran cambio en la resistencia en respuesta a un pequeño cambio de temperatura.

De igual manera para la medición de flujo másico se utilizó el Sensor MAF de Mazda Bt-50 a Diésel, el cual mantiene tres cables de conexión, dos cables representan la alimentación y uno la salida de pulsos a través de una onda cuya frecuencia es proporcional al caudal. Es el que más se acopla al desarrollo del sistema porque internamente tiene un hilo fino metálico que en el momento que comienza a entrar aire este hilo y las cargas cambiantes de aire causan un efecto diferente sobre la temperatura del hilo entonces todo el circuito de calentamiento el hilo genera una señal de voltaje de acuerdo a la temperatura que se encuentra.



**Figura 19.** Conexión sensor de flujo MAF

### 3. Procesamiento de datos

Para el procesamiento de la información provienen del sensor de temperatura y sensor de flujo, de igual forma la utilización de microcontroladores es fundamental para el sistema, para realizar dicho sistema de telecontrol se requiere una placa electrónica la cual mantiene especificaciones optimas con la mejor relación costo-beneficio.

La elección de la placa Node MCU ESP8266 es fundamental en el sistema ya que tiene características optimas y permite la comunicación inalámbrica wifi sin necesidad de usar módulos externos ya que los datos procesados serán enviados hacia la plataforma de Ubidots para su almacenamiento y monitoreo.

### 4. Comunicación

Para la transmisión de datos del sistema de telecontrol se utiliza una comunicación inalámbrica, esto con la necesidad de utilizar una mínima cantidad de cables para no tener errores por las conexiones y el proyecto no presente ningún tipo de obstáculo para su movilidad. La siguiente figura 20 indica la comparación entre tecnologías inalámbricas, la tecnología que se pretende utilizar se encuentra marcada de azul para la basarse en parámetros técnicos importantes.

Tecnología Parámetro	Bluetooth	Wifi	ZigBee	WixMAX
Estandar	IEEE 802.15.1	IEEE 802.11	IEEE 802.15.4	IEEE 802.16
Alcance máximo	10m	150 M	500m	50Km
Velocidad de transmisión	3Mbps	54 Mbps	250 Kbps	100Mbps
Ancho de banda	1-32 Mbps	11.300 Mbps	20-250 Kbps	50-70 Mbps
Frecuencia	2.4 GHz	2.4-5.8 ghZ	868/915 MHZ	2.3-3.5 GHz
Modulación	PSK-FSK	PSK-OFDM	BPSK-QPSK	OFDM
Acceso	TDMA	CSMA-CA	CSMA	DAMA-TDMA
Ventajas	Bajo consume de energía	Disposición de equipos amplia y accesible.	Bajo consume energético.	Perfecto para largas distancias
Desventajas	Alcance muy limitado y baja velocidad de transmisión.	Deben implantarse protocolos de seguridad	Baja transferencia de datos.	Costo bastante alto

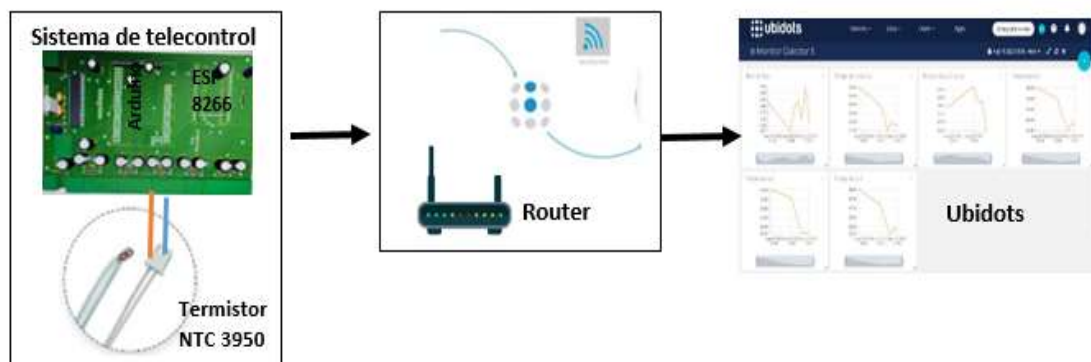
**Figura 20.**Selección de tecnología inalámbrica [29]

Los servidores locales provienen de los sensores de temperatura y del sensor de flujo de aire, una vez procesada se transmite mediante tecnología wifi hacia un servidor local, con la finalidad de que los datos sean visualizados en tiempo real en la plataforma Ubidots.

El sistema está centrado en una red inalámbrica wifi que se conecta el servidor local con la etapa de procesamiento y visualización de datos, para cubrir esta necesidad se utiliza un Router Wireless.

## 5. Visualización

Los resultados de mediciones de temperatura y flujo de aire son visualizados en la plataforma Ubidots como se muestra en la figura 21.



**Figura 21.**Conexión inalámbrica

### 3.13 DISEÑO DEL CIRCUITO ELECTRÓNICO PARA EL SISTEMA INALÁMBRICO.

Para el diseño de proyecto consiste de cinco etapas la alimentación, sensores, procesamiento de datos comunicación y visualización. Las cuales las cuatro primeras etapas se incorporan en el hardware electrónico cuya matriz es la placa NodeMCU ESP8266 la cual se encarga de procesar la información que provienen de los sensores de temperatura y del sensor de flujo de aire y enviarla al servidor local. Como se observa el diseño del circuito en el **Anexo 4**.

La comunicación del sistema de telecontrol emplea tecnología wifi y se utilizó el módulo NodeMCU ESP8266 que es compatible con el Reuter Wireless de dos antenas.

El servidor local es el encargado de almacenar los datos de los sensores procesados para almacenarlos y posteriormente visualizarlos en cualquier parte a través de tecnología inalámbrica en la plataforma de Ubidots.

### 3.14 CREACIÓN DE LA CUENTA DE LA PLATAFORMA DE UBIDOTS.

Para ingresar a la nube de Ubidots se debe contar con un usuario en el servidor, con un e-mail y una contraseña como se muestra en la figura 22. Esto se debe realizar en la página principal de Ubidots [30] .



**Figura 22.**Interfaz de inscripción en Ubidots.

Una vez creado el usuario y contraseña en la página de Ubidots se procede a crear dispositivos y variables.

#### 3.14.1 Dispositivos

Los dispositivos contienen datos almacenados en las diferentes variables que se usara, para acceder a un dispositivo es necesario contar con el key API; lo que permite la lectura y modificación de las variables almacenadas [30].



### 3.14.2 Variables

Ubidots recoge los datos en las variables, las cuales pueden ser: sintéticas o cruda. [30]

Las variables crudas son variables extraídas desde un ambiente externo como lo es Node red donde los datos llegan sin ser procesados, mientras que las variables sintéticas, son variables que modifican su valor respecto al calculo que se realiza dentro de la plataforma Ubidots.

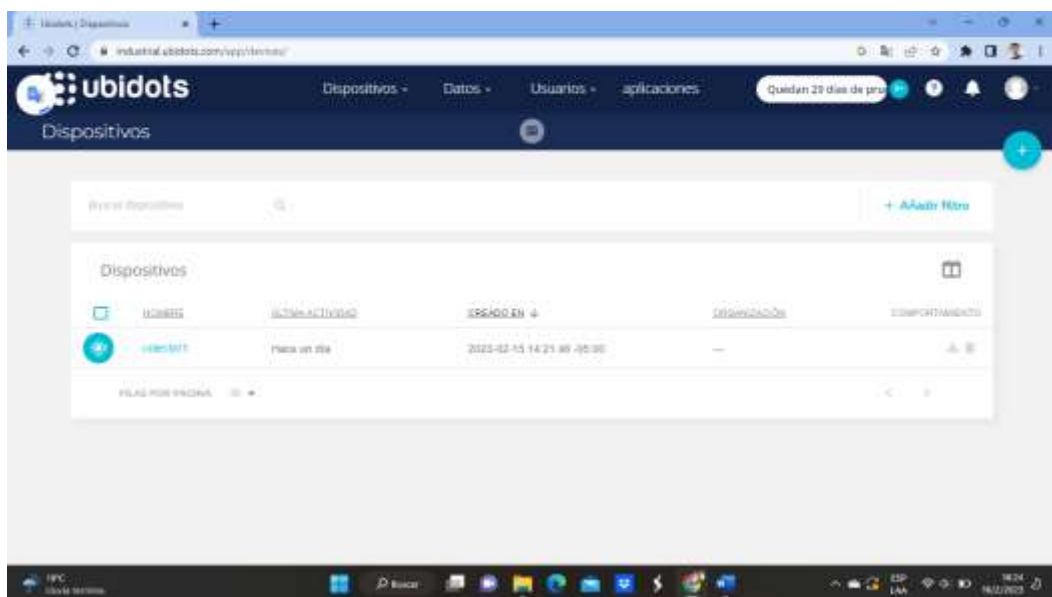
### 3.14.3 Tablero (Dashboard)

De ahora en adelante nos referiremos a los Dashboard por su nombre en español tableros. Los tableros permiten visualizar y ordenar los datos recibidos mostrándolos en widgets [30].

### 3.14.4 Creación de dispositivos

Los dispositivos son bloques para el envío o recepción de datos a través de un protocolo de conexión a la nube de Ubidots. Existen librerías que permiten la comunicación a diferentes plataformas como Arduino, Siemens entre otros. Es decir, es una representación virtual de una fuente de datos [30].

La creación de un dispositivo dentro de Ubidots es automática. La plataforma Ubidots se maneja por datos y la cuenta gratuita tiene un máximo de 4000 datos de envío y recepción. Luego de esa cantidad se debe esperar un lapso de 24 horas para continuar con el intercambio de datos. Como se muestra en la figura 22 [30].



**Figura 23.** Interfaz creación de dispositivos en Ubidots [31].

### 3.14.5 Creación de widgets

Posteriormente de haber creado un dispositivo, se debe agregar widgets para interactuar con las variables del sistema como se muestra en la figura 24. El widget debe estar con un nombre y un tipo, con el fin de añadir otros datos opcionales como la unidad de la variable y una descripción [31].

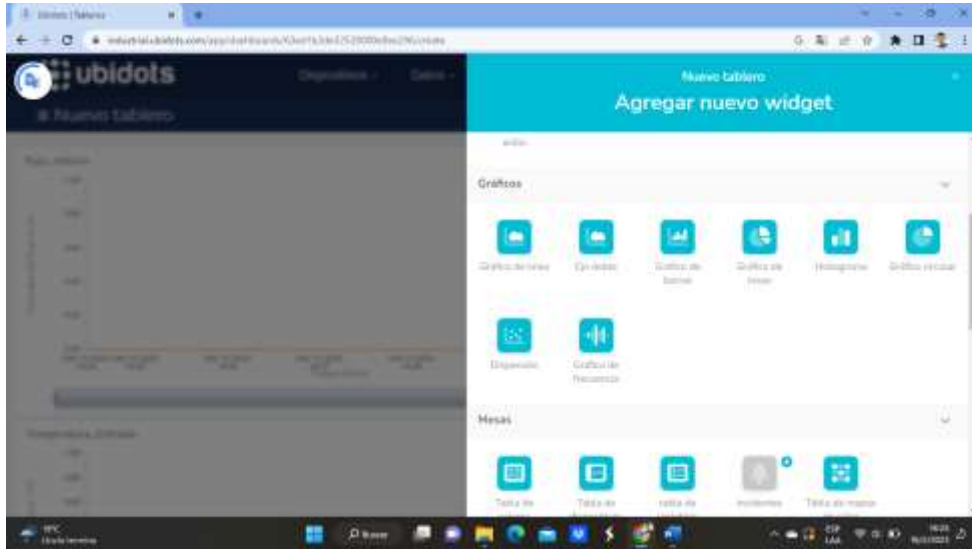


Figura 24. Interfaz de Ubidots. [31]

### 3.14.6 Creación de variables

Las variables permiten disponer los datos que están en la plataforma de Ubidots. Dentro de dicha plataforma se pueden crear dos tipos de variables como se lo había mencionado. Cruda y sintética como se muestra en la figura 25 [30].

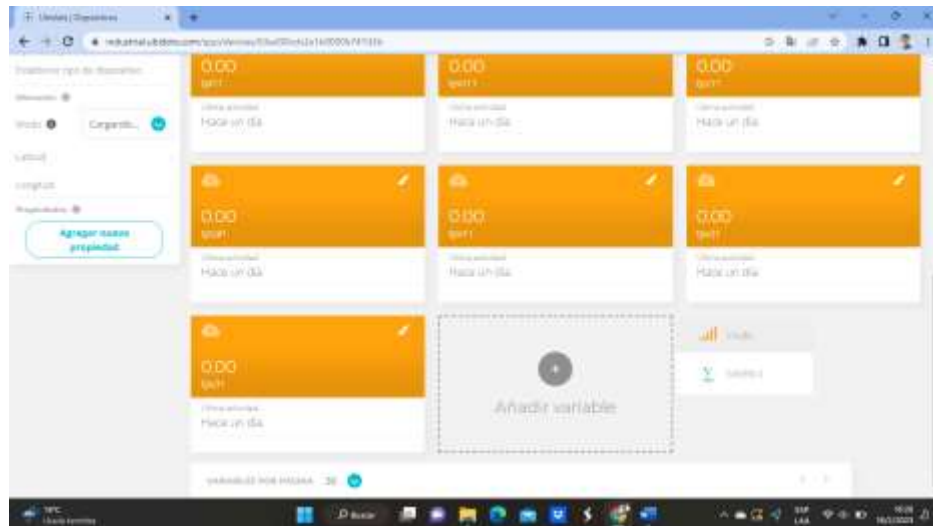
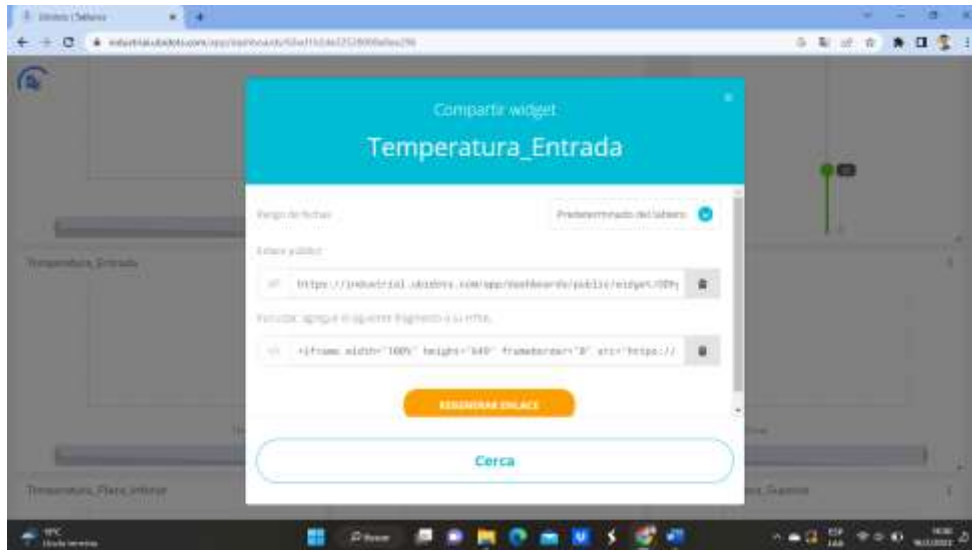


Figura 25. Cuadro de diálogo para la selección de tipo de variables [31].

### 3.14.7 Compartir en Ubidots

Si algún momento se desea adquirir los datos que se encuentran en la plataforma se debe dar clic en el botón compartir que está ubicado en cada widget. Adicional se puede compartir con más usuarios a través de enlaces [30]. Como se muestra en la figura 26.



**Figura 26.** Link para compartir informe de la variable en Ubidots [31].

### 3.15 RESPALDO DE MEDICIONES EN EL MÓDULO MICRO SD

Para un respaldo de la adquisición de datos de los colectores solares es de gran utilidad utilizar la micro SD la cual permite acceder a la información de forma sectorizada y ordenada, para posteriormente adquirir sus datos y realizar los estudios necesarios.

Para el grabado de los datos se debe programar en Arduino con ayuda del módulo RTC o reloj para que se almacenen los datos en carpetas. Estas carpetas son creadas al instante que se realicen las mediciones guardando los datos en archivos con extensión .CSV, los archivos tomaran el nombre de la hora en la cual se realiza las mediciones de temperatura de los colectores solares.

Para la adquisición de los datos del proyecto de los colectores solares la elección de la tarjeta SD es una de las mejores opciones ya que si tenemos algún inconveniente con la plataforma de Ubidots tendremos una carpeta de respaldo de los datos adquiridos por los sensores de temperatura y el sensor de flujo másico de aire y se podrá realizar los estudios necesarios.

### **3.16 PROTOCOLO SPI**

El PSI es un acrónimo para referirse al protocolo de comunicación serial Serial Peripheral Interface. Este protocolo se ha convertido en uno de los más populares para trabajar con comunicación serial debido a la velocidad de transmisión, simplicidad, funcionamiento y a los dispositivos existentes en el mercado como sensores, microcontroladores que permiten trabajar con este protocolo.

El SPI es un protocolo síncrono que trabaja en modo full dúplex, que permite que ambos extremos de una conexión transmitan y reciban datos simultáneamente al mismo tiempo utilizando canales diferentes o líneas diferentes en el mismo cable [32].

Existen cuatro líneas lógicas que realizan este proceso:

- MOSI (Master Out Slave In): Línea utilizada para llevar los bits que provienen del maestro hacia el esclavo.
- MISO (Master In Slave Out): Línea utilizada para llevar los bits que provienen del esclavo hacia el maestro.
- CLK (Clock): Línea proveniente del maestro encarga de enviar la señal de reloj para sincronizar los dispositivos.
- SS (Slave Select): Línea encargada de seleccionar y a su vez, habilitar un esclavo [28].

#### **3.16.1 Configuración de comunicación SPI.**

Es necesario utilizar la comunicación SPI para la tarjeta SD, porque se debe especificar la señal CHIP SELECT, siendo esta la única que permite modificaciones al usuario, ya que las demás señales por defecto vienen establecidas por el fabricante, de igual forma se configura la velocidad y polaridad de la señal del reloj.

#### **3.16.2 Configuración de comunicación I2C**

La comunicación I2C necesita de una línea de datos y reloj y al estar ya utilizadas por la comunicación SPI, es necesario establecer nuevas líneas de SDA y SCLK mediante software, caso contrario pertenecerían a las mismas líneas en Hardware por la SPI.

### **3.17 PERIODO DE TIEMPO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

La recolección de datos se realizó de acuerdo a la IDEAM (Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales), menciona:

- La temperatura de aire se debe realizar de manera continua y diaria, manteniendo una frecuencia de cuatro periodos: 07:00, 13:00, 18:00 y 19:00
- La temperatura mínima y temperatura máxima debe ser un dato diario mediante sensores, siendo las 07:00H lectura mínima y 19:00H lectura máxima.
- El periodo de frecuencia para la operación estadística depende del tipo de análisis al que pueda estar sujeto.

De igual forma se utiliza la normativa ecuatoriana INEN 2507:2016 la cual especifica el rendimiento térmico de colectores solares para calentadores de agua.

- Condiciones del viento

Para las medidas hechas para determinar la eficiencia térmica se toma un tiempo mínimo de 10,00 minutos o dos constantes de tiempo.

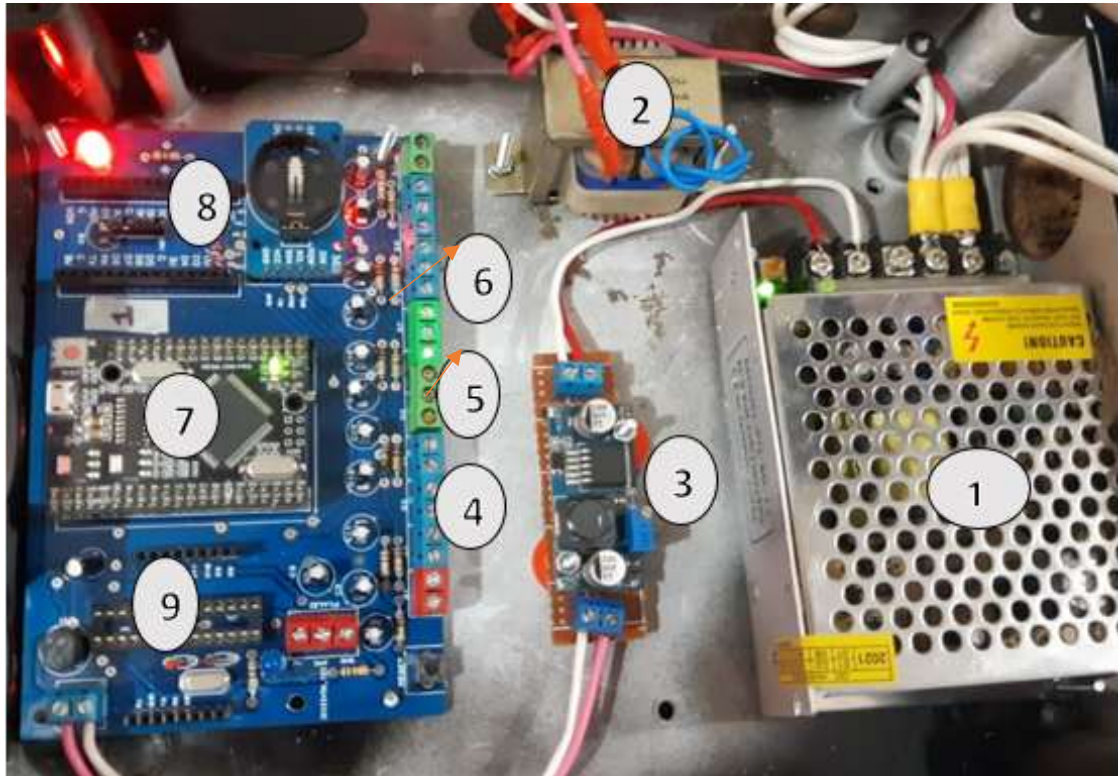
- Flujo de agua a través del colector solar.

El flujo de agua a través del colector solar dese ser el mismo para todos los puntos. Los valores recomendados para lectura de datos es un dato por minuto.

Para el caso de colectores solares se toman lecturas horarias manteniendo una referencia a la normativa de la IDEAM empezando la primera lectura a las 07:00h y finalizando la última lectura a las 19:00H de manera continua y diaria por cinco días, mediante la normativa ecuatoriana INEN 2507 se toma en cuenta la periodicidad para la lectura de datos de los sensores un intervalo de tiempo de cada 5 minutos esto porque el tiempo de respuesta térmico transitorio del vidrio puede ser menor que el de la placa absorbadora.

Para la lectura de datos del flujo de aire se hizo referencia al flujo de agua tomando lecturas de datos cada minuto y manteniendo un flujo constante de 45%.

### 3.18 PLACA PRINCIPAL PARA EL CONTROL DE LOS PARAMETROS DE LOS COLECTORES SOLARES.



1. Fuente de alimentación
2. Transformador de 110v a 12v
3. Módulo Step Down LM2596
4. Borneras para los sensores NTC 3950
5. Resistencia de 10k
6. Condensadores 200 uF
7. Arduino Mega 2560 Pro
8. Modulo SD Card
9. Control de fase.

## 4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

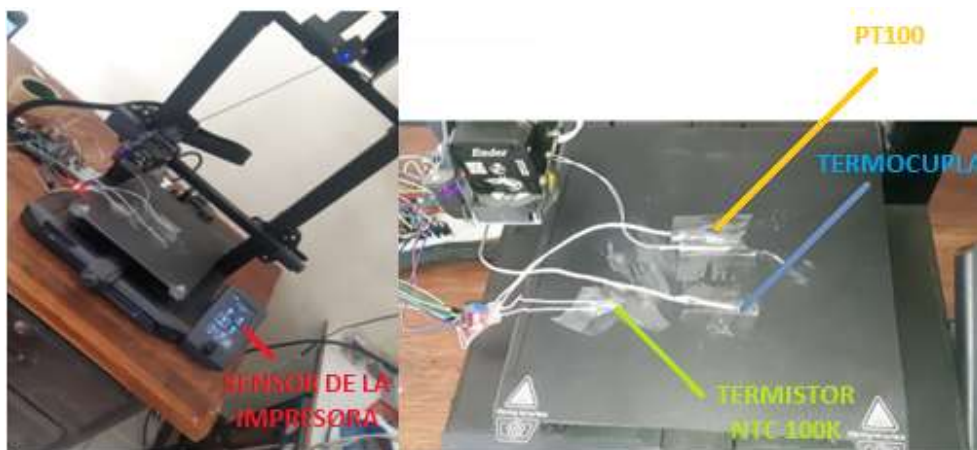
El desarrollo de un sistema electrónico de telecontrol de temperatura en colectores solares específicamente en la placa, vidrio y ambiente proporciona un instrumento útil que permite conocer de manera provechosa los datos precisos de manera diaria, semanal o mensual, adicionalmente se envía mediante internet los datos a la plataforma de Ubidots.

### 4.1 ANÁLISIS DE SENSORES

Para verificar el correcto funcionamiento de control de los parámetros de temperatura y flujo másico necesarios del proyecto, las pruebas realizadas en la parte experimental se obtienen realizando pruebas con distintos sensores los cuales fueron comparados con dispositivos de medición digital, pruebas con placas absorbedora de calor con diferentes aletas, pruebas con placas absorbedora de calor planas, pruebas con una aspiradora.

#### 4.1.1 Selección del sensor de temperatura

Las mediciones de las superficies planas del colector se realizó varias pruebas con distintos sensores como lo son: PT 100, Termistores NTC 10K, Termocupla, en donde, se pueda constatar la mejor opción para el colector solar. Se realizó una prueba utilizando una impresora 3D para validar los datos que se obtengan de los sensores puesto a prueba.



**Figura 27.**Pruebas con los sensores en la impresora 3D

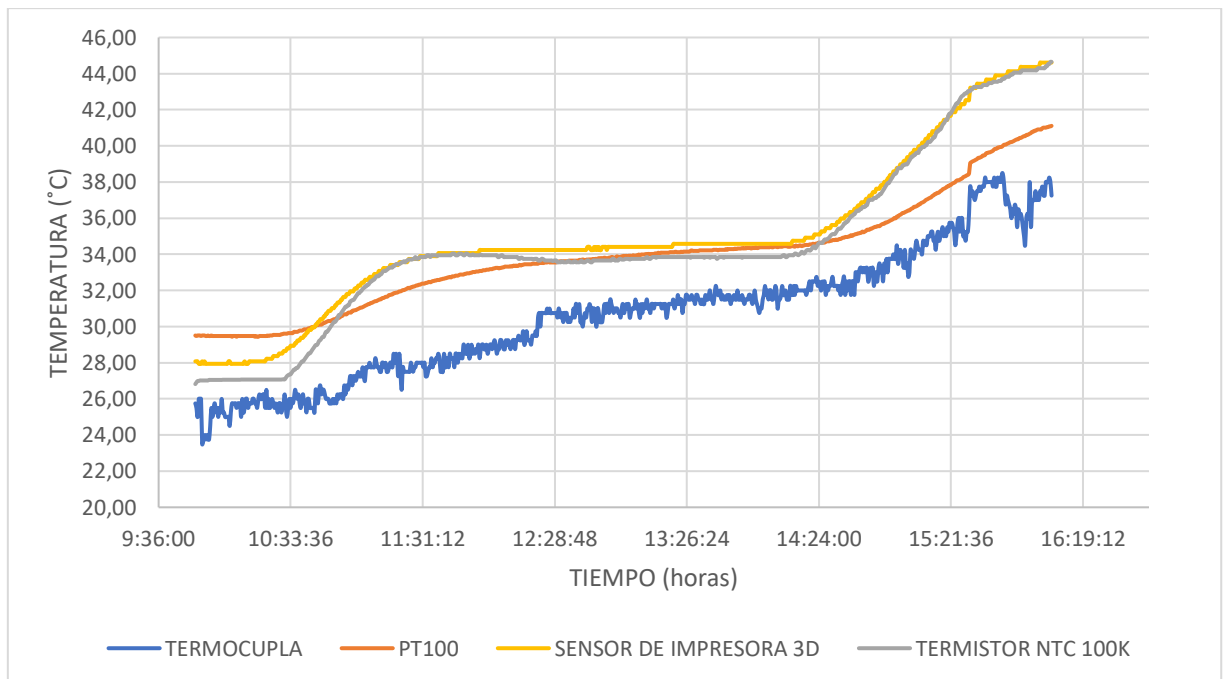
La figura 27 muestra los sensores ubicados sobre la placa de la impresora 3D, la cual permite controlar la temperatura de la placa, con el fin de seleccionar el sensor que se comporte de mejor manera comparando el tiempo de reacción de cada uno, precisión y teniendo como resultado el cálculo de error que existe entre todos los sensores.

#### 4.1.2 Pruebas de mediciones de temperatura

En esta parte se realizarán las mediciones respectivas de los sensores seleccionados (PT 100, Termistores NTC 10K, Termocupla) con el fin de identificar cual es el sensor que tiene mejor tiempo de reacción y precisión.

Las pruebas a los que los sensores serán sometidos tendrán iguales condiciones, logrando identificar su comportamiento.

En la figura 28 se observa la gráfica realizada con los datos receptados el día lunes de 10 de octubre del año 2022, para el análisis de los datos se estableció una variación la temperatura en el rango de 20°C a 45°C en un tiempo determinado, para poder verificar cual es el sensor que recibe mejor la señal y en el tiempo de respuesta.



**Figura 28.** Comparación de los sensores.

#### 4.1.3 PT100

Los datos que se muestran en la Figura 28 fueron comparados con los datos que se visualizaron en la impresora 3D, como resultado se obtiene que la PT100 necesita con un mínimo de 3 minutos para que el sensor muestre la temperatura real del objeto que este siendo medido, entre mayor sea la temperatura el sensor tiene un comportamiento diferente.



En el caso de la PT100 se identificó que el tiempo de reacción no fue el adecuado, esto se debe a que tiene un recubrimiento de platino, ya que para que el sensor reciba la señal obtenida tendrá primero que calentarse o enfriarse el material que rodea al sensor.

#### **4.1.4 Termistor NTC3950**

En este caso los datos receptados por el termistor NTC3950 10K fueron los mejores datos en las pruebas ya que el sensor tubo un tiempo de respuesta más rápido y preciso en comparación a los demás sensores, obteniendo resultados similares a los de la impresora 3D.

En la Figura 28 se observa la comparación entre el Termistor NTC 3950 y el sensor de la impresora 3D, da como resultado que el sensor tiene un buen tiempo de reacción, el tiempo de recepción puede variar cada 1000 milisegundos dependiendo de la temperatura a la que esté sometido el objeto que se desee medir, el dato obtenido por el termistor NTC 3950 se aproximó al de sensor de la impresora 3D.

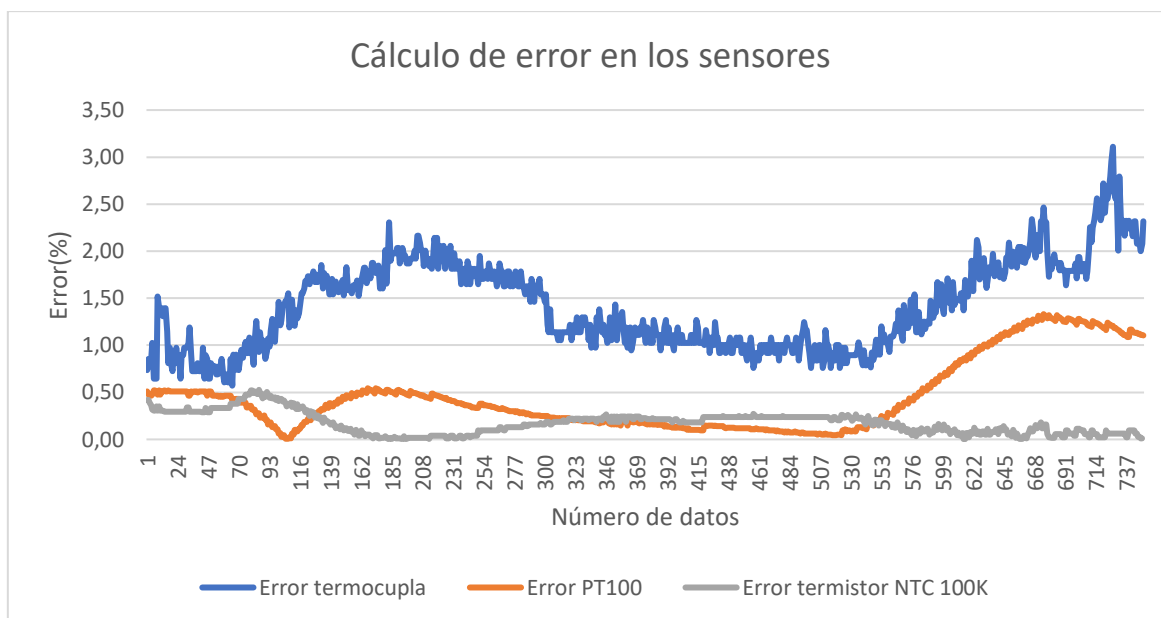
#### **4.1.5 Termocupla**

En el caso de la Termocupla los datos obtenidos se muestran en la Figura 28. La comparación realizada entre la Termocupla y el sensor de la impresora 3D da como resultado que el sensor tiene un mayor tiempo de recepción de señal que la PT100, esto se debe a que el sensor está recubierto por una capa de platino, y eso interfiere con la medición por lo que el sensor para medir necesita calentar o enfriar su recubrimiento para poder medir, y el tiempo de recepción de señal fue mucho mayor que la del termistor NTC 3950 y que la PT100 juntos.

### **4.2 CÁLCULO DE ERROR ENTRE SENSORES**

El análisis del error que hay entre los sensores se lo realiza con el dato obtenido por el sensor de la impresora 3D, además de las Termocupla, PT100 y Termistores NTC 100K.

Para tener un valor más aproximado del error, se debe transformar de °C a K, ya que es una medida que se utiliza en la ciencia porque establece un cero absoluto. En la figura 29 se muestra los datos valores calculados para cada sensor. Los datos obtenidos se muestran en el **Anexo 5**.



**Figura 29.** Error de cada sensor

Para el obtener el cálculo de error de cada uno de los sensores utilizados (Termocupla, PT100 y Termistor NTC 100K), se utilizará la ecuación 2 para calcular el porcentaje de error de cada sensor.

Los cálculos realizados se lo desarrollaron de la siguiente manera:

En este caso se tomó datos de la tabla anterior con un valor de 306,75 K y el valor real será de 311,39K, reemplazando los datos en la ecuación 5 se obtiene un resultado de margen de error del sensor PT100.

$$e = 1,49 \%$$

De la misma manera se realiza por cada dato receptado de cada uno de los sensores puesto a prueba, el dato calculado se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 23.** Comparación del error de cada sensor

<b>ERROR DE LOS SENSORES</b>		
<b>TERMOCUPLA</b>	<b>PT100</b>	<b>TERMISTOR NTC 100K</b>
1,41%	0,45%	0,17%

Posteriormente de realizar el análisis de todos los datos de los sensores utilizadas se optó por utilizar el Termistor NTC 3950 ya que es el sensor con un margen de error de 0,17% y de igual manera es el que tiene un tiempo de respuesta menor en receptor los datos en la medición.

### 4.3 ACONDICIONAMIENTO DEL TERMISTOR NTC 100K

Con los estudios realizados anteriormente se optó por utilizar Termistor NTC de 10K debido a su sensibilidad de recibir las mediciones y por su porcentaje de error que tiene este tipo de sensores. Para el acondicionamiento de este sensor se debe utilizar la fórmula de Steinhart-Hart.

Lo primero que se realiza en el código es definir los valores que se necesita para introducir en la fórmula, así como se muestra en la figura 30.

```
#define termistorPin1 A3           //Entrada del Arduino Mega Pro
#define termistorNominalRes1 100000 //Resistencia Nominal de la NTC 100K
#define termistorNominalTemp1 25   //Temperatura Nominal de la NTC
#define termistorBValue1 3950      //Constante de la NTC
```

**Figura 30.** Líneas de programación para Definir variables

En la figura 31 muestra el número de pin donde el sensor va recibir la señal, la temperatura nominal. Constante, resistencia nominal y la resistencia calculada de la NTC.

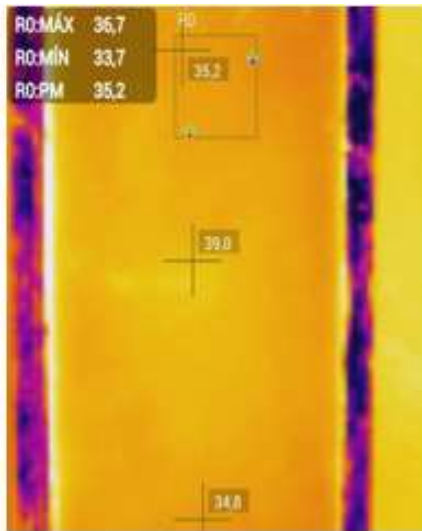
Finalmente muestra las líneas de programación en el Software en la Figura 31 donde está creado toda la fórmula de Steinhart-Hart para obtener de manera ordenada los datos de medición de cada uno de los sensores.

```
//CALCULO DE TEMPERATURA SENSOR 1
termistorRes1 = ((float)analogRead (termistorPin1)* VoltageDividerResistor1)/(1023 - (float)analogRead (termistorPin1));
t1 = termistorRes1 / termistorNominalRes1; // (R/Ro)
t1 = log(t1); // ln(R/Ro)
t1 /= termistorBValue1; // 1/B * ln(R/Ro)
t1 += 1.0 / (termistorNominalTemp1 + 273.15); // + (1/To)
t1 = 1.0 / t1; // Invert
t1 -= 273.15; // CONVERTIR A C
```

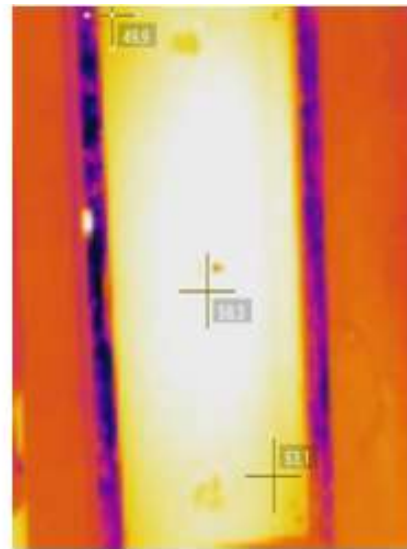
**Figura 31.** Líneas de código para acondicionar el Termistor NTC 100K

### 4.4 UBICACIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA EN LOS COLECTORES SOLARES

Para determinar los puntos estratégicos que deben ser colocados los sensores se realizó una recolección de datos del sistema de temperatura del colector solar utilizando la cámara térmica.



A) Imagen térmica de los puntos calientes de forma vertical



B) Imagen térmica de los puntos calientes de forma diagonal

**Figura 32.** Ubicación y termográfica de puntos calientes

Para obtener la mejor ubicación de los sensores se realiza una comparación de los datos para lo cual se obtiene la siguiente tabla.

**Tabla 24.** Valores reales de cámara térmica

SECCIÓN	DATOS DE TEMPERATURA °C	
	De forma vertical	De forma diagonal
A	35,2	49,9
B	56,8	58,3
C	34,8	53,1

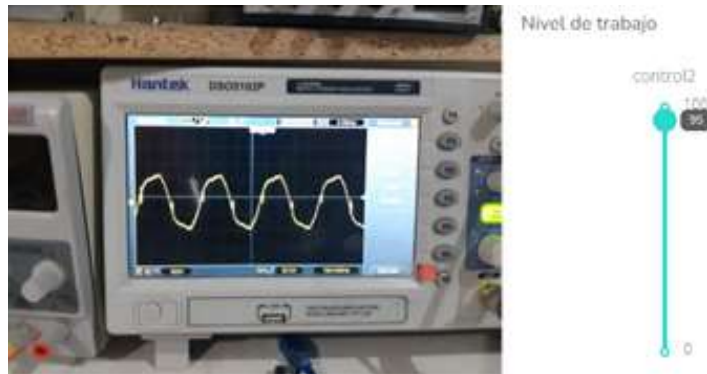
Con los datos obtenidos se determina que la mejor ubicación para los sensores es de manera diagonal ya que tenemos los puntos más calientes de la placa absorbidora y del vidrio con el fin de obtener distintas medidas y realizar un análisis.

#### 4.5 ANÁLISIS DEL FLUJO MÁSSICO

Los resultados obtenidos del flujo másico en la salida del colector fueron validados por un escáner automotriz de tipo OBD2. Para realizar el control de flujo másico se realizó mediante un control de fase en donde permite controlar el ángulo de disparo para poder establecer los rangos establecidos por el control del soplador de aire.

La interfaz de los convertidores por control de fase se lo interpreta en porcentajes en las que el soplador de aire va estar sometidos, mediante un parámetro de entrada numérica

como de la figura 33 mediante el cual la persona que vaya a utilizar modifica el ángulo de disparo correspondiente al nivel que necesite el estudio.



**Figura 33.** Interfaz del control de fase

Para la conversión de las mediciones obtenidas por el sensor MAF, se realizó una operación matemática de correlación entre los datos del sensor MAF con las mediciones de un anemómetro, así como se muestra en la figura 34.



**Figura 34.** Medición del Flujo másico.

Con la ayuda de una herramienta digital (Excel) se almacenaron los datos para poder obtener la ecuación de correlación entre los datos del sensor MAF y anemómetro para que la medición tenga menos índice de error en los datos. Además, se calculó el flujo volumétrico con la ayuda de la siguiente formula:

$$Q = V \cdot A \quad (6)$$

Donde:

Q = Flujo volumétrico (m<sup>3</sup>/s)

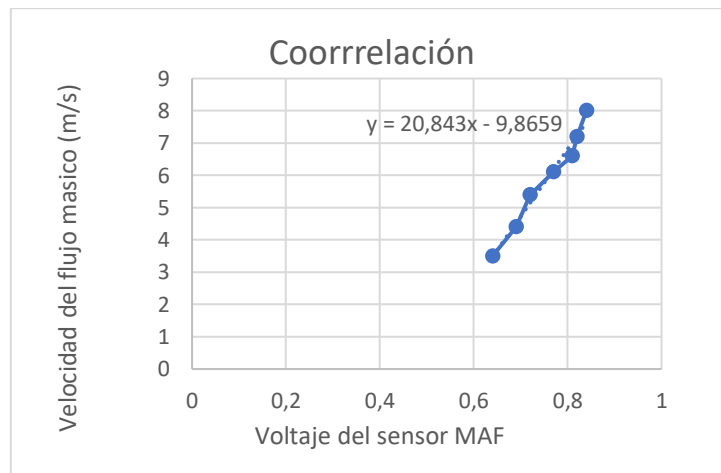
V = Velocidad (m/s)

A = Área (m<sup>2</sup>)

**Tabla 25.** Datos del Sensor MAF y Anemómetro

Nivel de trabajo	Voltaje	Velocidad m/s	Flujo volumétrico (m <sup>3</sup> /s)
10	0,64	3,50	1,02
20	0,69	4,40	1,28
30	0,72	5,40	1,57
40	0,77	6,10	1,77
50	0,81	7,20	2,09
60	0,82	8,00	2,32
70	0,84	9,30	2,70
80	0,97	11,90	3,45
90	0,99	14,56	4,23
100	1,02	17,86	5,18

Con los datos receptados se graficó la correlación entre el Sensor MAF y el Anemómetro (Figura 35), con la ayuda del mismo programa se obtiene la ecuación.



**Figura 35.** Correlación entre sensores MAF y Anemómetro

#### 4.5.1 Ecuación de correlación

$$y = 20,843x - 9,8659$$

Esta ecuación se utilizó para calibrar el sensor MAF, teniendo como resultado un mínimo grado de error en la medición realizada.

#### 4.5.2 Cálculo de error en el sensor MAF

Para el cálculo de error se toma mediciones a un nivel de trabajo para ver como era su comportamiento. Mediante la utilización de la ecuación 5 se puede obtener el margen de error del sensor MAF.

$$e = 3,03 \%$$

Según el cálculo que se realizado dio como resultado que se tendrá una variación del  $\pm 3,03$  % de (m/s).

#### 4.5.3 Acondicionamiento del sensor MAF

En la Figura 36 se muestra la programación realizada en el Software para la obtención de la medición del flujo a la salida del colector solar, en las líneas de programación se utilizó `analogRead ()` el comando permite obtener los datos que el sensor MAF recibe, además de un comando que permite convertir la lectura analógica de 0 a 1023 bits a un rango de voltaje de 0 a 5V. De igual manera se introduce la ecuación de correlación para poder obtener el valor de medición en m/s para facilitar la medición de los 6 colectores solares.

```
///MEDICION DEL SENSOR DE FLUJO
for (int i=0; i<=muestras; i++) {
    adc0=analogRead(A1);    // Lee valores del pin de entrada
    volt=(adc0*5.0/1023.0);  // Convierte la lectura analogica (0 -1023) a voltaje 0-5
    vm=vm+volt;
}
vm=(vm/muestras)-0.91;
if(vm>=0){

    flujo=(vm*20.843)-9.8659;    //Ecuacion de correlación y=20.843x-9.8659
}
if(vm<0.2){
    flujo=0;
}
}
```

**Figura 36.** Líneas de programación del sensor de flujo MAF

#### 4.6 DIAGRAMA DEL CIRCUITO DE TELECONTROL DEL SISTEMA

Para el desarrollo del circuito de telecontrol primero se basó en las simulaciones realizadas en el software de Proteus, como resultado se obtuvo un circuito eficaz de recibir señales de los sensores de medición de temperatura y flujo en el colector solar, con la ayuda de los micro controlares y filtros de señal para no tener variaciones de medición en los sensores.

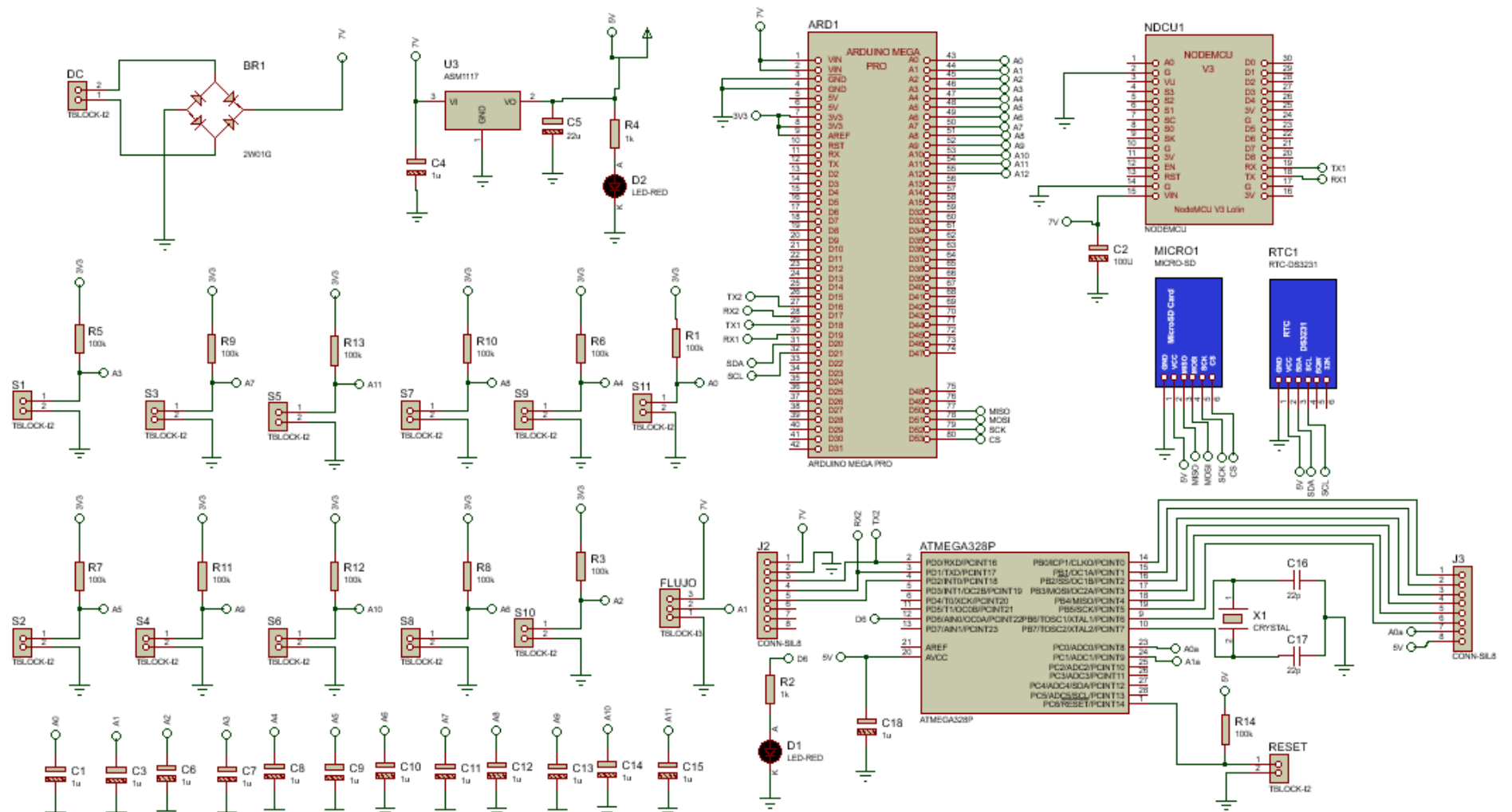


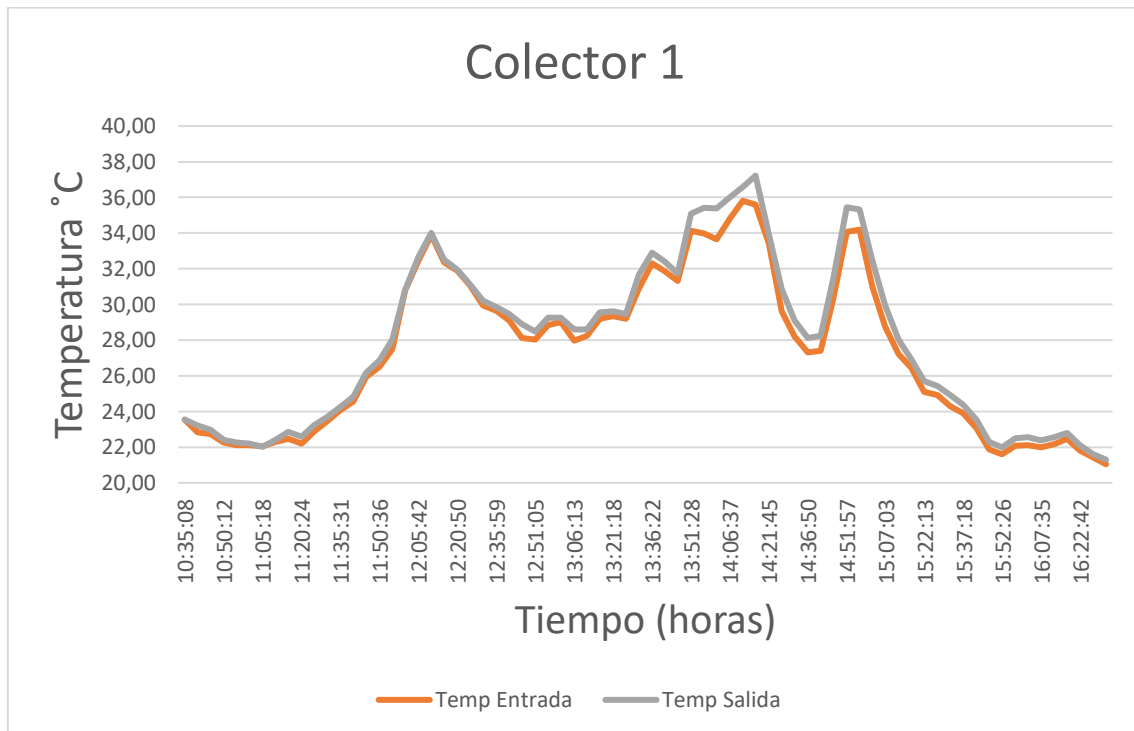
Figura 37. Diagrama del circuito electrónico



Dentro del diagrama electrónico que se muestra en la Figura 37 se optó por utilizar varios componentes y módulos conectados a microcontroladores como es el caso del Arduino Mega Pro ya que consta con las características requeridas para desarrollar el control de todo el sistema, una de ellas es la de poseer varias entradas analógicas y digitales donde permite conectar a los 12 sensores utilizados para medir la temperatura y flujo másico, además de utilizar microcontrolador ATmega 328p es que permite controlar el flujo másico que circula por todo el colector solar, de la misma manera se emplea una módulo NodeMCU ESP8266, que permite emitir y recibir señales para poder lograr un telecontrol en el sistema. De igual forma se utilizó una comunicación serial entre los Microcontroladores (RX y TX), y una comunicación I2C (SDA y SCL) para el módulo RTC DS3231. El diseño de la placa electrónica se lo muestra en el **Anexo 3**.

#### 4.7 ADQUISICIÓN DE DATOS EN LA PLATAFORMA DE UBIDOTS

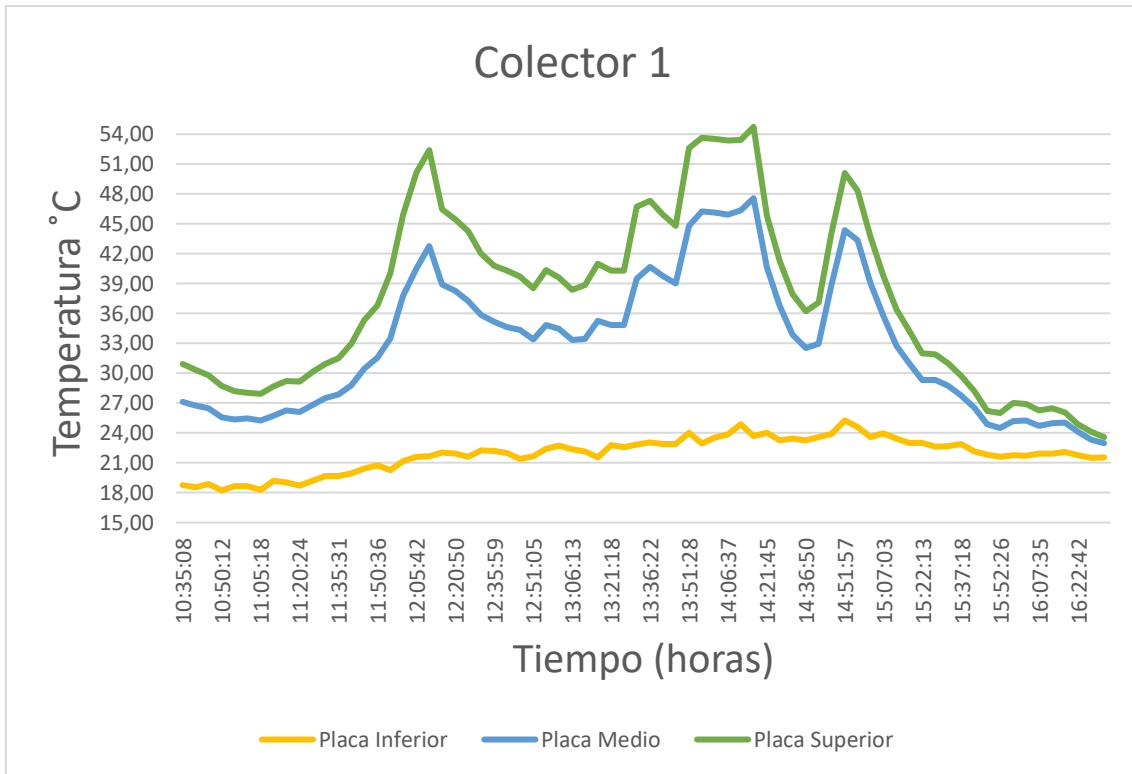
La Figura 38 muestra el comportamiento de la temperatura en la entrada y salida del colector solar. Los datos completos se muestran en el Anexo 6, se los visualiza en la plataforma Ubidots.



**Figura 38.** Medición de temperatura en la entrada y salida del colector

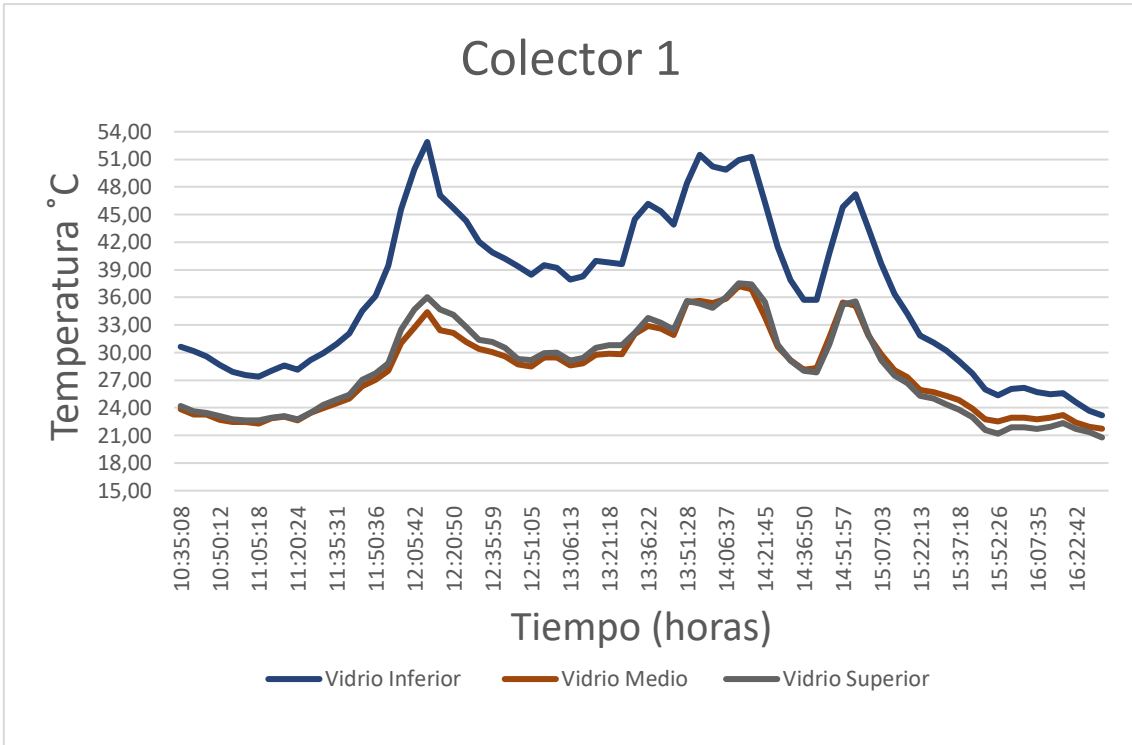
La Figura 39 muestra el comportamiento de la temperatura en la placa absorbadora de calor del colector solar, en el grafico la temperatura de placa inferior se le abrevian con las siglas tpi1, las siglas con la que están abreviadas la temperatura mitad de la placa se

abrevian con las siglas tpm1 y la parte superior de la placa como tps1. Los datos completos se muestran en el Anexo 6, se los visualiza en la plataforma Ubidots



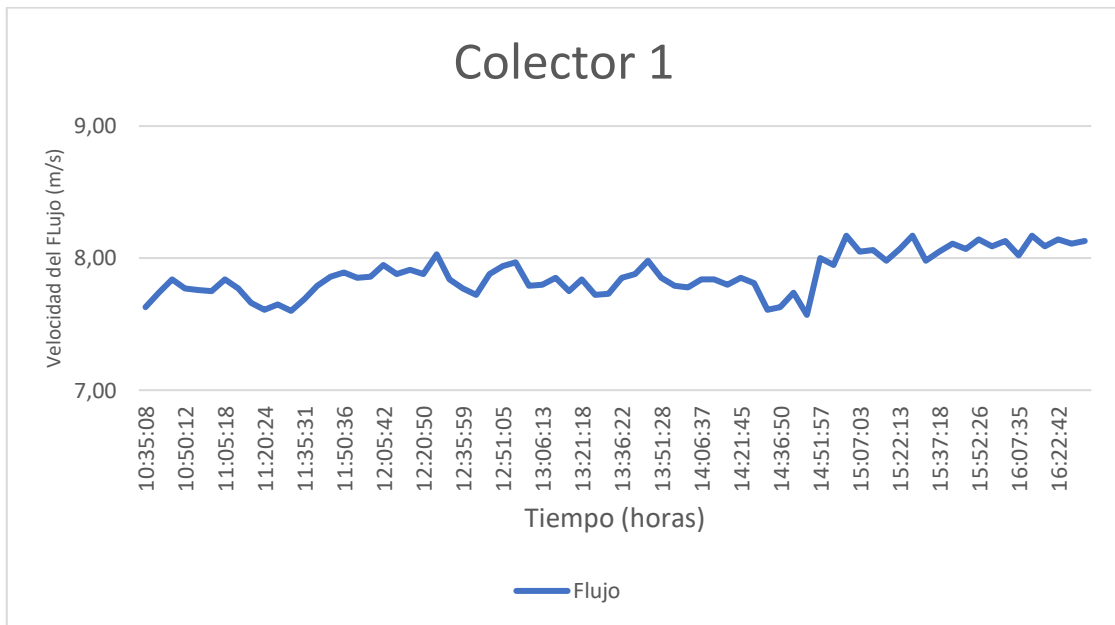
**Figura 39.** Medición de temperatura en la placa absorbadora de calor en el colector solar

La Figura 40 muestra el comportamiento de la temperatura en el vidrio del colector solar, en el grafico la temperatura de vidrio inferior se le abrevian con las siglas tpv11, las siglas con la que están abreviadas la temperatura mitad del vidrio se abrevian con las siglas tpv21 y la parte superior de la placa como tpv31. Los datos completos se muestran en el Anexo 6, se los visualiza en la plataforma Ubidots.



**Figura 40.** Medición de temperatura en el vidrio del colector solar

En la Figura 41 muestra el comportamiento del flujo másico que se obtiene a la salida del colector solar, la medida se lo realizo en m/s. Los datos completos se muestran en el Anexo 6, se los visualiza en la plataforma Ubidots



**Figura 41.** Medición del flujo másico del colector solar

## 5 PRESUPUESTOS Y ANÁLISIS DE IMPACTOS

### 5.1 PRESUPUESTOS

Para la elaboración del proyecto de investigación se elabora un cuadro donde consta los precios de cada componente, se puede determinar un presupuesto estimado, esto se detalla en la tabla 26.

**Tabla 26.** Recursos

ELEMENTO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	TOTAL (\$)
Termistor NTC 3950	66	unidad	5,00	330,00
Sensor Maf	6	Unidad	20,83	125,00
Microcontrolador Arduino Nano	6	Unidad	10,00	60,00
Módulo ESP 8266 NodeMcu	6	Unidad	8,00	48,00
Microcontrolador Arduino ATmega Pro	6	Unidad	30,00	180,00
Resistencia de 1k	6	unidad	0,10	0,60
Resistencia de 330 $\Omega$	6	Unidad	0,10	0,60
Resistencia de 220 $\Omega$	6	Unidad	0,10	0,60
Resistencia de 47k	6	Unidad	0,10	0,60
Resistencia de 10k	6	Unidad	0,25	1,50
Transformador	6	Unidad	4,80	28,80
Potenciómetro 10k	6	Unidad	0,50	3,00
Puente de diodos	6	Unidad	0,50	3,00
Triac BT41	6	Unidad	1,75	10,50
Cable flexible #20	100	Metros	0,08	8,00
Cable solido # 14	30	Metros	0,35	2,80
Cable de Red	30	Metros	0,50	15,00
Enchufe	7	Unidad	0,60	4,20
Termo Contraíble	30	Unidad	0,25	7,50
Pernos, Tuercas, entre otros.	1	unidad	10,00	10,00
Convertidor de voltaje	6	unidad	2,00	12,00
Fuente de alimentación	6	unidad	20	120,00
<b>Total</b>				1163,70

### 5.1.1 Costos ingenieriles

Para el desarrollo de un sistema de telecontrol de temperatura y control de flujo, se dedicaron varias horas de trabajo como lo fue en diseño, programación, calibración y correcciones de errores. A continuación, se detallará en la siguiente tabla.

Se determina el costo de la hora de trabajo en referencia al sueldo básico en Ecuador del año 2022 que es de \$425 (cuatrocientos dólares) y basándonos en la Ley de Servicio Público de igual manera en el sector privado regulado por el Código de trabajo mencionan que: se debe trabajar ocho horas diarias y durante la semana debe cumplir un total de 40 horas laborales dando un total de 160 horas laborables al mes de acuerdo como lo estipula la ley.

$$\text{Costo de la hora} = \frac{\text{Salario básico}}{\# \text{ horas al mes}} \quad (6)$$

$$\text{Costo de la hora} = \frac{\$425}{160}$$

$$\text{Costo de la hora} = \$2.656 \text{ la hora}$$

**Tabla 27.** Costos de diseño de ingeniería

<b>N° DE HORAS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
60	Diseño del sistema	2,656	159,36
20	Montaje del diseño	2,656	53,12
30	Implementación del software	2,656	79,68
50	Verificación del programa	2,656	132,80
Total			424,96

### 5.1.2 Costos directos totales

Costos en materiales necesarios para la automatización de los colectores solares.

**Tabla 28.** Costos directos totales

<b>GASTOS DIRECTOS</b>	<b>COSTOS (\$)</b>
Recursos	1163,70
Total	1163,70

### 5.1.3 Costos indirectos totales

Costos indirectos que influyen al automatizar los colectores solares.

**Tabla 29.** Costos indirectos totales

<b>COSTOS INDIRECTOS</b>	<b>COSTO (\$)</b>
Diseño de ingeniería	424,96
Total	424,96

### 5.1.4 Inversión total

La inversión final para la elaboración de la presente propuesta tecnológica es aproximadamente de 1588.66 dólares.

**Tabla 30.** Inversión total

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTOS (\$)</b>
Gastos directos	1163,70
Gastos indirectos	424,96
Total	1588,66

## 5.2 ANÁLISIS DE IMPACTOS

Finalmente, en este apartado se describe la incidencia en el área tecnológica y social del proyecto “Desarrollo de un sistema de telecontrol de temperatura y control de flujo en colectores solares”, el cual permite monitorear desde un servidor Ubidots los datos en tiempo real de temperatura y control de flujo.

### 5.2.1 Impacto tecnológico

Los procesos y diseños tecnológicos respecto a un sistema de control de temperatura en la industria son más básicos y robustos de igual forma el control de flujo es un proceso sencillo. La propuesta tecnológica de un diseño de un sistema de telecontrol de temperatura y flujo de aire en colectores solares es accesible tanto en un su diseño como en su control, ya que está constituido por la rama de electrónica dentro de ella la utilización de un software convencional de igual forma la tecnología de la instrumentación como tal.

### **6.2.2 Impacto social**

Finalmente, después de haber realizado una profunda investigación respecto al diseño de un sistema de telecontrol de temperatura y flujo de aire en colectores solares, la información fue muy limitada debido a la inexistencia de telecontrol de dichos parámetros establecidos como es un registro de datos de temperatura y flujo de aire.

La implementación del colector solar al secado de cacao ayudara de manera eficaz y amigable con el medio ambiente. Permitiendo excluir el uso de combustibles fósiles. De acuerdo la IIGE (Instituto público al servicio de la investigación geológica y energética del ecuador), el uso de la tecnología aportara en el uso del secado de cacao una ganancia de hasta 180 dólares por cada lote, mejorar la apariencia y calidad del grano. Mediante la plataforma Ubidots se podrá observar la temperatura con la que se está secando el grano.

Según López Ignacio y Chávez Elsa con el proyecto Eficacia de secador solar tipo túnel con cacao. Para los parámetros de temperatura relativa al interior del secado, así como la radiación solar el proceso de secado del cacao se requiere al menos dos días y una noche, siendo un total de 35 horas.

## 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 CONCLUSIONES

- El sistema de telecontrol de temperatura y flujo másico mediante la normativa INEN 2507:2016 que establece el rendimiento térmico de los colectores solares, realiza una toma de lectura de datos de cada 5 minutos para la temperatura de la placa absorbedora, vidrio, entrada y salida y cada 1 minuto de mediciones del flujo de aire de los colectores solares, a su vez cumple los parámetros planteados para posteriores pruebas del análisis del comportamiento de las variables.
- El monitoreo del comportamiento térmico interno de los colectores solares indica un  $\pm 0,17\%$  de variación en las mediciones de temperatura las cuales fueron comparadas con el pirómetro que tiene un margen de error de  $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$  en el rango de  $-20$  a  $140^{\circ}\text{C}$ .
- La plataforma Ubidots con el uso del dashboard permite observar hasta 30,000 datos que recolectan los sensores de temperatura y flujo de aire en tiempo real, sin necesidad de que el usuario esté presente en la ubicación de los colectores solares.
- La cámara termográfica que tiene un margen de error de  $\pm 1\%$  a 1 metro de distancia en un rango de  $-20$  a  $225^{\circ}\text{C}$ , determinando los puntos con mayor variación de temperatura y así seleccionar las posiciones adecuadas para los termistores NTC 3950 en los colectores solares.
- Al realizar el análisis del comportamiento de temperatura se identificó el punto máximo de temperatura al momento de la salida de aire que alcanza el colector solar es de  $80^{\circ}\text{C}$ , mientras que la placa absorbedora es de  $120^{\circ}\text{C}$ , y finalmente el vidrio llega a una temperatura máxima  $90^{\circ}\text{C}$ , obteniendo como resultado las temperaturas máximas que alcanzan los colectores solares.
- El soplador de aire debe tener un límite mínimo de 30% y un límite máximo de 100% de la corriente nominal del motor para que su arranque sea normal y no se recaliente.



## 6.2 RECOMENDACIONES

- Para realizar el análisis de datos y la comparación mediante gráficos es necesario tener la misma cantidad de información, por ello se debe verificar que el intervalo de muestras generadas coincida con el resto, si no se verifica esto puede generar inconvenientes con el análisis.
- Usar el manual de operación para evitar un mal funcionamiento, daños en el sistema de telecontrol por la mala manipulación del operario con la finalidad de tener un buen funcionamiento en la máquina.
- La implementación de un colector solar sensores de temperatura industriales que posean una variación de  $\pm 0.1$  en sus mediciones permitiendo medir de manera precisa y eficiente su comportamiento en los diferentes puntos establecidos. Y este sirva de patrón para el análisis y comparación de datos con los sensores ya implementados.
- En el sistema de control implementar otras variables de estudio, no solo a nivel de la temperatura sino también de la irradiación solar global y temperatura ambiente.

## 7 BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. Bueno Mercado y L. A. Rangel Rincón, Implementación de una interfaz gráfica para la medición de flujo másico empleando tubos Venturi, Unidad Profesional Adolfo López Mateos, México, 2016.
- [2] J. Uriol Paulini, Estudio de colectores solares multipasos con y sin almacenamiento térmico en el secado de productos agrícolas, Universidad de Piura, Piura, 2016.
- [3] F. Rubio, S. Navas y P. Ollero, Control Óptimo Aplicado a Campos de Colectores Solares Distribuidos, Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial, pp. 327-338, 2018.
- [4] B. R. Cabrera Rojas y J. H. Sotter Botero, Desarrollo De Un Sistema De Control Para Colectores Solares De Placa Con Mira A Su Aprovechamiento En Procesos De Deshidratación En Frutas Y Verduras, Universidad De Córdoba, Córdoba, 2019.
- [5] N. L. Forero Chacón y P. D. Garzón Castañeda, Medida de la eficiencia de un colector solar de placa plana, mediante un montaje experimental desarrollado con instrumentación virtual, Tecnura, vol. 24, n° 65, pp. 109-124, 2019.
- [6] J. Quiñonez Choquecota, Análisis del rendimiento térmico de un calentador solar de aire de convección natural con absorbente corrugado y lecho poroso, tecnia, vol. 31, n° 2, pp. 90-96, 2020.
- [7] D. Ribeiro, Calor, Revista De Ciencia Elementar, vol. 1, n° 121, pp. 1-3, 2014.
- [8] F. Barrera Rios y S. Ramírez León, Mecanismos de Transferencia de Calor, Tepexi, vol. 08, n° 16, pp. 38-42, 2021.
- [9] A. Colunga Mendoza, V. D. Olguín Granados y O. Varela Tovar, Mecanismos de transferencia de calor, Tepexi, vol. 7, n° 14, pp. 58-61, 2020.
- [10] F. Mesa Claros, Colector Solar de Placa Plana, Energia , vol. 1, n° 2, pp. 67-77, 2016.

- [11] R. S. X. Martinez, Análisis comparativo del rendimiento térmico entre un colector solar de placa plana y la adhesión de aletas en la placa absorbente., Universidad Tecnica de Cotopaxi, Diciembre 2021.
- [12] A. B. Ayala, Control e Instrumentacion Industrial S. A., Elemntos de un sistema decontrol, Unknown, Monterrey, 2016.
- [13] G. Tejada Muñoz, Controlador PID con Algoritmos genéticos de números reales, Revista Industrial Data, vol. 2, nº 22, pp. 213-234, 2019.
- [14] A. Matheus, What is a termistore, 19 Abril 2017.
- [15] A. Sanchez, Termistores NTC - Serie DG encapsulados en vidrio, 16 Octubre 2016.
- [16] Sensovant, Sensor de flujo de aire para conductos de ventilacion HVAC, Paterna, Valencia, 2016.
- [17] M. Willian, Sensor MAP Fallas y Funcionamiento, autoavance, Bogota, 2019.
- [18] U. Barrero, Que es la plataforma Ubidots, España, 18 Febrero 2021.
- [19] Ivan, Modulo SD para Arduino, cómo usar tarjetas de memoria en Arduino, 3 Abril 2019.
- [20] Tutorial Arduino y memoria SD y micro SD, Naylamp Mecatronica- Peru,
- [21] G. & P. D. Álvarez, Universidad Politécnica Salesiana, Construcción de un dispositivo para almacenamiento de variables durante la conducción , Octubre 2014.
- [22] O. Katsuhiko, Ingeniería de Control Moderna, Editorial Prentice Hall, 2018.
- [23] C. Tigse, Diseño de un sistema de control de flujo de aire en un colector, vol. 1, Latacunga, 2021, p. 29.
- [24] H. Patricio, Diseño e implementación de un sistema de adquision de señales biometricas mediante mensajes sms, Riobamba, 2015, p. 28.
- [25] E. Candelario, Implementación de WPS en el firmware NodeMCU, 2016.

- [26] Eureka, Conectar ESP8266 con AT Firmware a Arduino Mega o Arduino uno, Eureka Technology SL, 8 Julio 2021.
- [27] D. Y. C. Paredes, «Daniela Yessenia Cunalata Paredes,» repositorio uta, octubre 2020.
- [28] S.F., Introducción a Ubidots., Ubidots página oficial.
- [29] O. M. Espinosa Brian, Universidad Politécnica Salesiana, carrera de ingeniería electrónica, febrero 2021.
- [30] Eureka, Conectar ESP8266 con AT Firmware a Arduino Mega o Arduino UNO, 8 Julio 2021.
- [31] C. C. Tigse Alex, Diseño de un sistema de control de flujo de aire en un colector sola, Latacunga, 2021.
- [32] O. y. C. B. A., Metodología de la investigación, Memoria Académica, vol. 1, 2016, pp. 1-14.
- [33] J. Ruiz, Sistema Basado En Microcontrolador Para La Automatización De Un Acuario, 2017, p. 67.
- [34] Q. Ruilova, Prototipo de telecontrol de una red inalámbrica de sensores para seguridad y acciones básicas del hogar, aplicado a personas con discapacidad motriz, Riobamba, 2017.
- [35] R. Sportorno, Ensayos experimentales del proceso de secado de placas de yeso bajo cubierta y con colector solar de placa plana, Sportorno, vol. 6, pp. 162-175, 2020.
- [36] A. Chamorro Páez y M. Arellano Mancheno, «Evaluación de un calentador solar de agua de cilindro parabólico en la ciudad de Riobamba,» Polo del Conocimineto, vol. 2, nº 9, pp. 958-979, 2017.
- [37] A. Vilanova, Sintonía de controladores PID: un enfoque analítico, Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial, vol. 18, nº 2, pp. 313-326, 2021.



## 8 ANEXOS

### ANEXO 1. INFORME ANTIPLAGIO PROYECTO DE TITULACIÓN

<b>FACULTAD:</b>	Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería Electromecánica
<b>NOMBRE DEL DOCENTE EVALUADOR QUE EMITE EL INFORME:</b>	Ing. M.S.c Luigi Orlando Freire Martínez
<b>DOCUMENTO EVALUADO:</b>	Propuesta tecnológica previo a la obtención del título de Ingeniero Electromecánico.
<b>AUTORES DEL DOCUMENTO:</b>	Srta. Yadira Dayanara Cajas Chicaiza Sr. Bryan Fabricio Narváez Cárdenas
<b>PROGRAMA DE SIMILITUD UTILIZADO:</b>	Sistema URKUND
<b>PORCENTAJE DE SIMILITUD SEGUN EL PROGRAMA UTILIZADO:</b>	3 %
<b>OBSERVACIONES:</b> Calificación de originalidad atendiendo a los siguientes criterios. <ul style="list-style-type: none"><li>• El documento cumple criterios de originalidad, sin observaciones.</li><li>• El documento cumple criterios de originalidad, con observaciones.</li><li>• El documento no cumple criterios de originalidad.</li></ul>	-X- ----- -----
<b>FECHA DE REALIZACION DEL INFORME:</b>	17/02/2023 3:50:00 PM

#### Document Information

Analyzed document	Tesis colector cacao.pdf (D158940021)
Submitted	2/17/2023 9:48:00 PM
Submitted by	
Submitter email	luigi.freire@utc.edu.ec
Similarity	3%
Analysis address	luigi.freire.utc@analysis.arkund.com

.....  
**PhD. Ing. Enrique Torres Tamayo**  
**Director del Proyecto de la Propuesta Tecnológica**

**Document Information**

---

<b>Analyzed document</b>	Tesis colector cacao.pdf (D158940021)
<b>Submitted</b>	2/17/2023 9:48:00 PM
<b>Submitted by</b>	
<b>Submitter email</b>	luigi.freire@utc.edu.ec
<b>Similarity</b>	3%
<b>Analysis address</b>	luigi.freire.utc@analysis.orkund.com

**Sources included in the report**

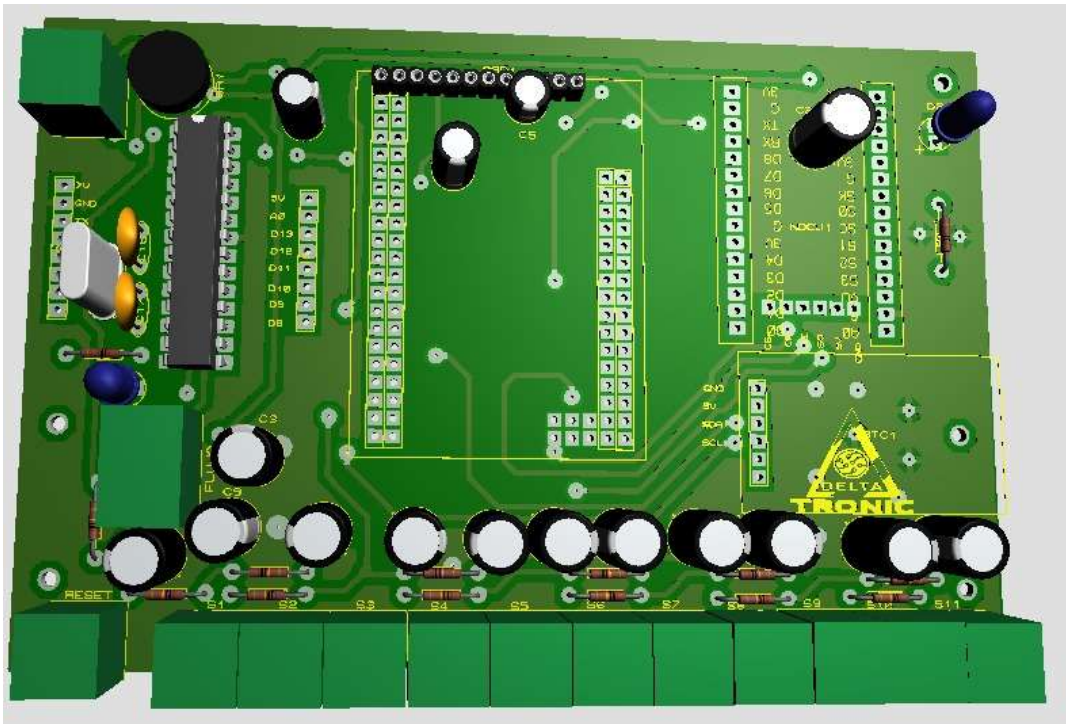
---

<b>SA</b>	<p><b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / Tesis_Jaya_Vaca.docx</b>            Document Tesis_Jaya_Vaca.docx (D143496276)            Submitted by: byron.corrales@utc.edu.ec            Receiver: byron.corrales.utc@analysis.orkund.com</p>	 <b>8</b>
<b>SA</b>	<p><b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / sec_tesis.docx</b>            Document sec_tesis.docx (D142275686)            Submitted by: carlos.quinatoa7864@utc.edu.ec            Receiver: carlos.quinatoa7864.utc@analysis.orkund.com</p>	 <b>2</b>
<b>SA</b>	<p><b>Tesis de Ingenieria Electrica Quijije Marin Sandro.docx</b>            Document Tesis de Ingenieria Electrica Quijije Marin Sandro.docx (D15889921)</p>	 <b>2</b>
<b>SA</b>	<p><b>1607139362_187__marcoTeoricoav.pdf</b>            Document 1607139362_187__marcoTeoricoav.pdf (D87985517)</p>	 <b>1</b>

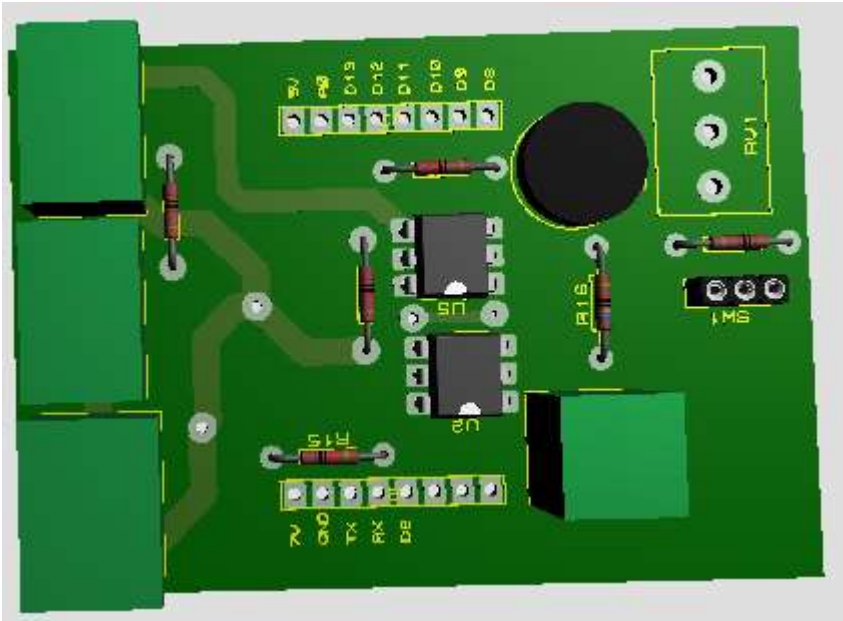
**Entire Document**

---

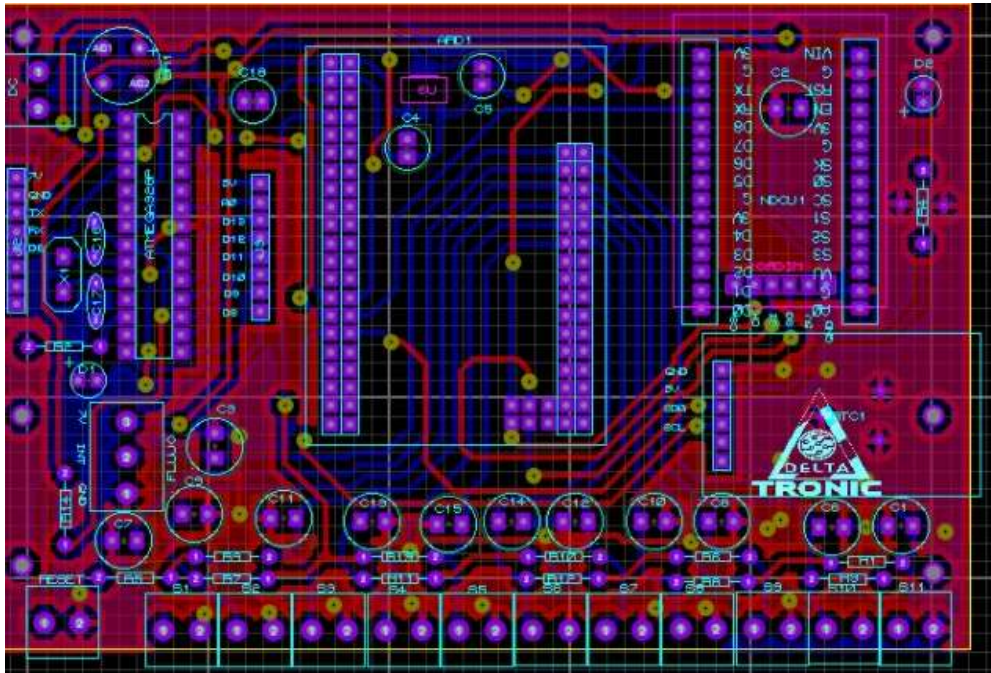
ANEXO 2	Diagrama del sistema de Temperatura en 3D	1 de 1
---------	---	--------



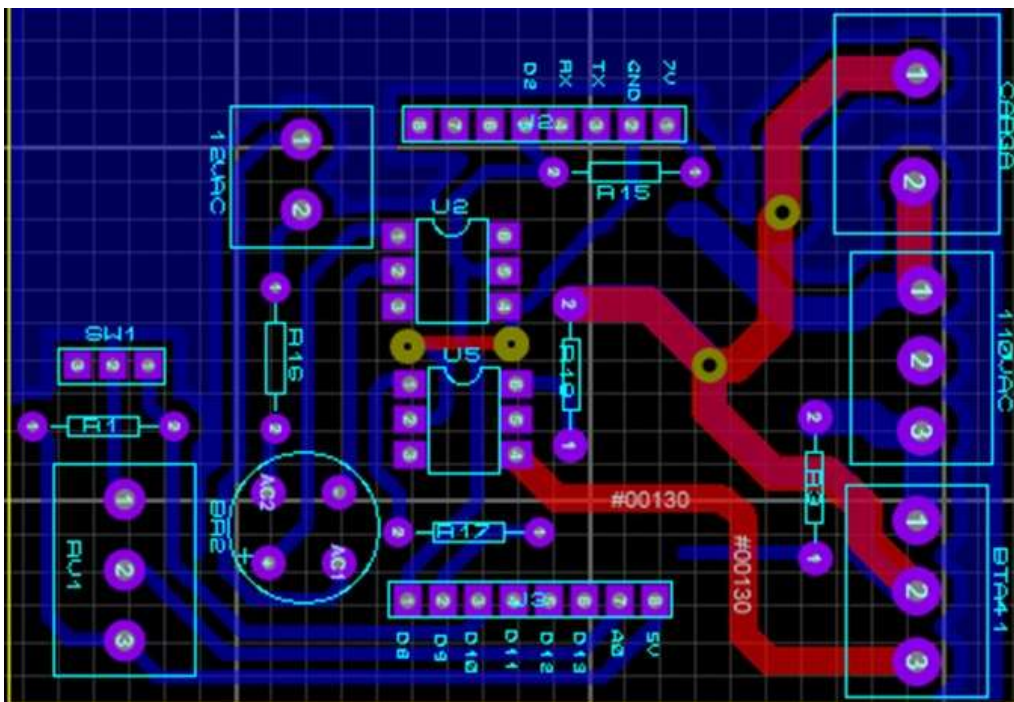
Diseño en 3D de la palca General



Diseño en 3D del control de fase



Sistema de telecontrol



Sistema control de fase



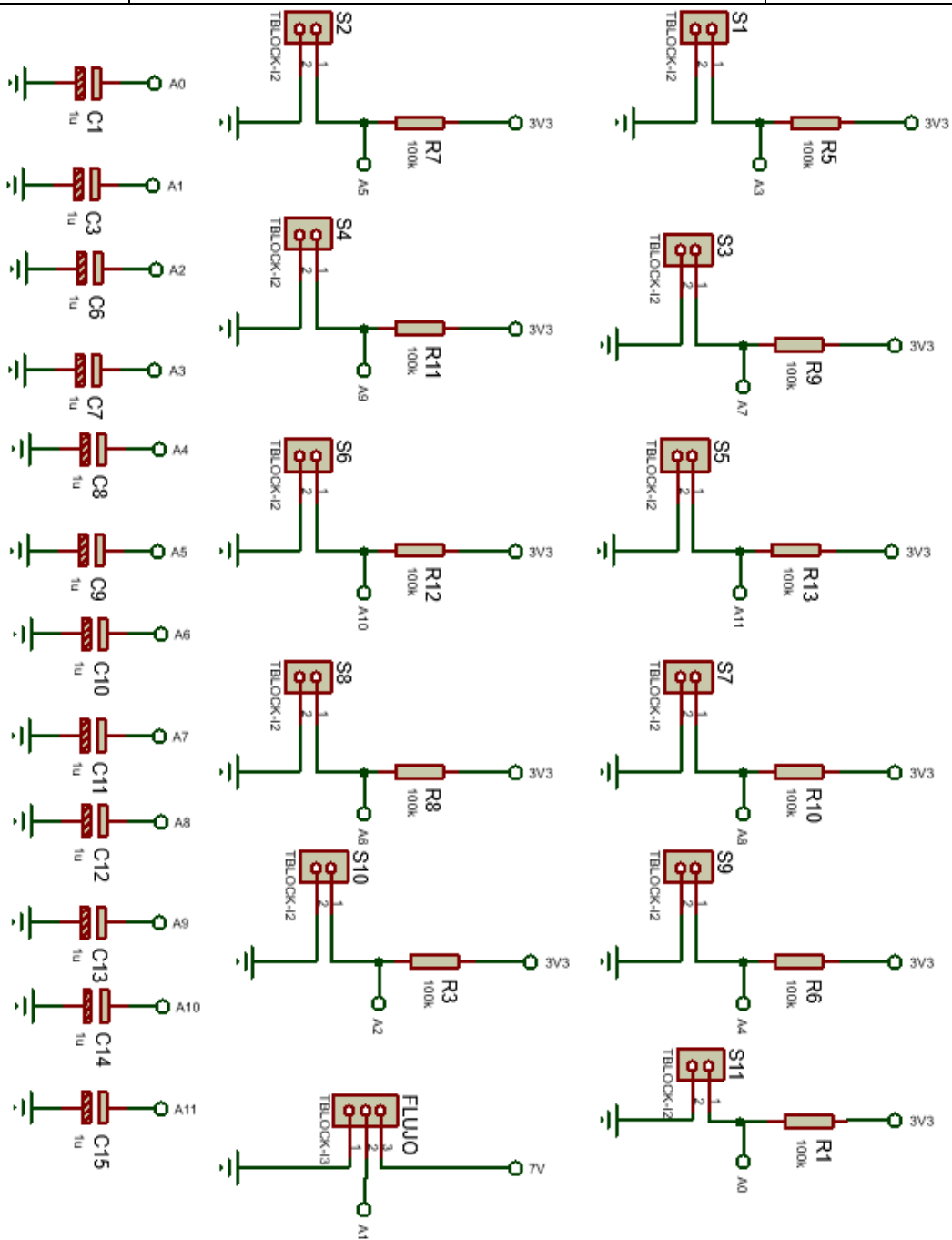
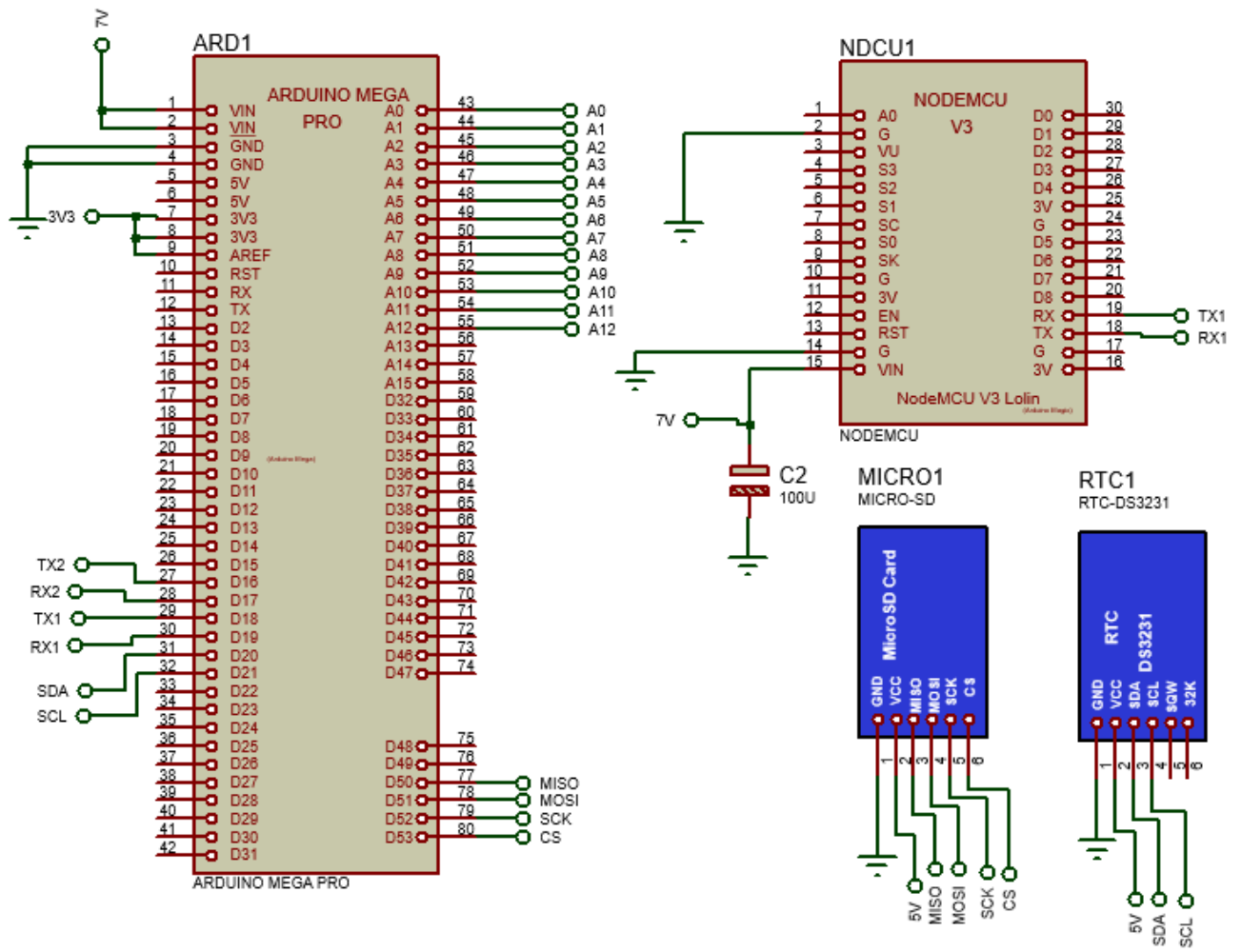
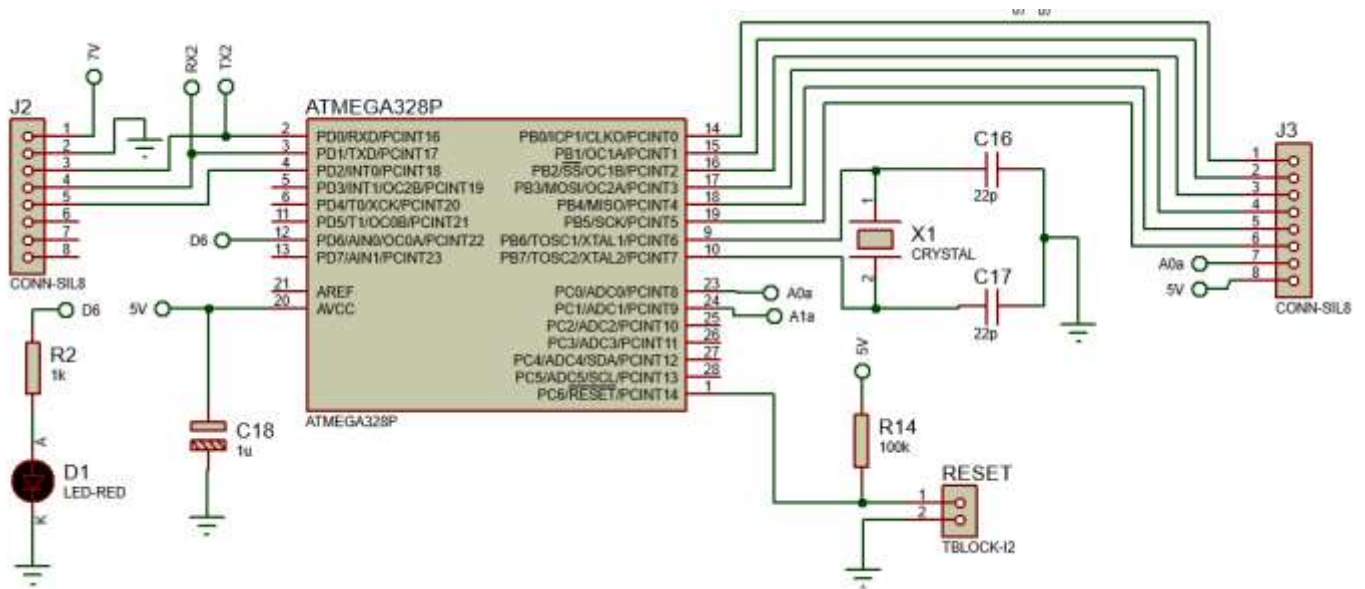


Diagrama de conexión de sensores de temperatura.



Conexión entre el Arduino Mega Pro, módulo del reloj y módulo de tarjeta SD.



Conexión del controlador de carga

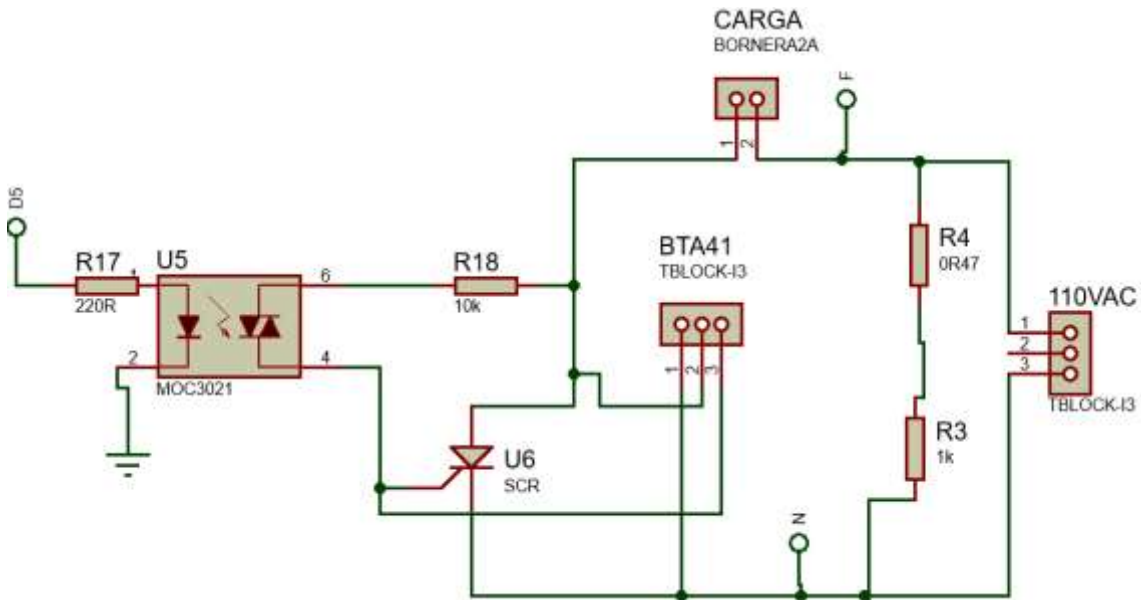


Diagrama de conexión de polar

## Specifications for NTC Thermistor

Part No.	MF52B2 104F3950
Operating criteria	Q/320115SHD03-2008

### 1、Dimensions(



### 2、Materials

Coating		Lead wire	
Material	Color	Material	Color
Epoxy Resin	Black	Enamelled Cu wire	Yellow

### 3、Ordering information

MF52	B2	104	F	3950
Pearl-Shape Temp Measurement NTC Thermistor	Enamelled cu wire	Resistance	Tolerance	B-value (25/50)
		$10 \times 10^4 = 100K\Omega$	±1%	3950K

### 4、Electrical characteristics

	Item	Symbol	Test conditions	Unit	Specification
4.1	Zero Power Resistance at 25℃	$R_{25}$	$T_a = 25 \pm 0.05^\circ\text{C}$ Test Power $\leq 0.1\text{mW}$ Test in fluid liquid	$K\Omega$	$100 \pm 1\%$
4.2	B-value	$B_{25/50}$	$B = [(T_a \times T_b) / (T_b - T_a)] \times \ln(R_a / R_b)$ $T_b = 50^\circ\text{C} \pm 0.1^\circ\text{C}$	K	$3950 \pm 1\%$
4.3	Thermal dissipation Coefficient	$\delta$	In still air	$\text{mW}/^\circ\text{C}$	$\geq 2$

4.4	Thermal time constant	$\tau$	In still air	sec	$\leq 7$
4.5	Insulation resistance	/	100V/DC 1min	M $\Omega$	$\geq 100$
4.6	Operating temperature	/	/	$^{\circ}\text{C}$	-55 ~ 125
4.7	R&T-table	/	/	/	See attached table
4.8	Resistance tolerance	/	/	/	See attached curve

## 5、Reliability

	Item	Test conditions and methods	Technical requirements
5.1	Solderability	The lead wire shall be dipped into solder bath of 235 $\pm$ 5 $^{\circ}\text{C}$ for 2~3sec with 6mm space from the body.	Solder dipped on lead wire should be uniform and smooth; the coverage area should be more than 95%.
5.2	Withstand Soldering heat	The lead wire shall be dipped into solder bath of 265 $\pm$ 5 $^{\circ}\text{C}$ for 5 $\pm$ 1sec with 6mm space from the body.	No obvious damage, R25 $\Delta\text{R}/\text{R}\leq\pm 2\%$
5.3	Terminal strength	Pull strength: 5N, time: 10sec	No obvious damage, R25 $\Delta\text{R}/\text{R}\leq\pm 2\%$
5.4	Temperature cycle	-55 $^{\circ}\text{C}$ 30min $\rightarrow$ 25 $^{\circ}\text{C}$ 5min $\rightarrow$ 125 $^{\circ}\text{C}$ 30min $\rightarrow$ 25 $^{\circ}\text{C}$ 5min, 5cycles ,recover 4hrs	No obvious damage, R25 $\Delta\text{R}/\text{R}\leq\pm 2\%$
5.5	High temperature	Temperature: 125 $^{\circ}\text{C}$ , time: 16hrs	No obvious damage, R25 $\Delta\text{R}/\text{R}\leq\pm 2\%$
5.6	Low temperature	Temperature: -55 $^{\circ}\text{C}$ , Time: 2hrs	No obvious damage, R25 $\Delta\text{R}/\text{R}\leq\pm 2\%$
5.7	Low atmospheric pressure	Atmospheric pressure: 40 $\pm$ 0.1Kpa, time :4hrs	No obvious damage, R25 $\Delta\text{R}/\text{R}\leq\pm 2\%$
5.8	Steady humidity and heat	Temp: 40 $^{\circ}\text{C}$ , humidity: 93%, Time : 500 $\pm$ 12hrs	No obvious damage, R25 $\Delta\text{R}/\text{R}\leq\pm 2\%$ , Withstanding voltage $\geq 700\text{V}/\text{AC}$ 1min Insulating resistance $\geq 100\text{M}\Omega$
5.9	Damp heat	Temp: 25~40 $^{\circ}\text{C}$ , humidity: 90%, Time: 24hrs	No obvious damage, R25 $\Delta\text{R}/\text{R}\leq\pm 2\%$ , Withstanding voltage $\geq 700\text{V}/\text{AC}$ 1min Insulating resistance $\geq 100\text{M}\Omega$
5.10	Zero power endurance at upper category temperature	Temp : 125 $^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ , Time :1000 $\pm$ 24hrs	No obvious damage, R25 $\Delta\text{R}/\text{R}\leq\pm 2\%$
5.11	Vibrate	Frequency : 10~500HZ, swing : 0.75m or 98m/S <sup>2</sup> , time :2hrs	No obvious damage, R25 $\Delta\text{R}/\text{R}\leq\pm 2\%$
5.12	Bump	Acceleration: 250m/S <sup>2</sup> , pulse duration : 6mS, Bump times: 4000times	No obvious damage, R25 $\Delta\text{R}/\text{R}\leq\pm 2\%$

## 6、Soldering conditions

When soldering, space between iron tip and thermistor body must be more than 10mm, temperature should be less than 350℃, soldering time should be as short as possible.

## 7、Storage conditions

7.1 Storage temp: -10℃ ~ 40℃;

7.2 Storage humidity : ≤75% RH;

7.3 Avoid air corrosion or sunlight

7.4 Remake sealed storage after package opening.

## 8. Certificate

8.1 Quality Control System Certification ISO9001: 2000 (01110Q20002R3M)

8.2 Environment Management System Certification ISO14001: 2004 (01110E20031R1M)

8.3 Environment Test Report RoHS (RLSHF001439940001)

8.4 Environment Test Report REACH (RLSHD000712710001C)

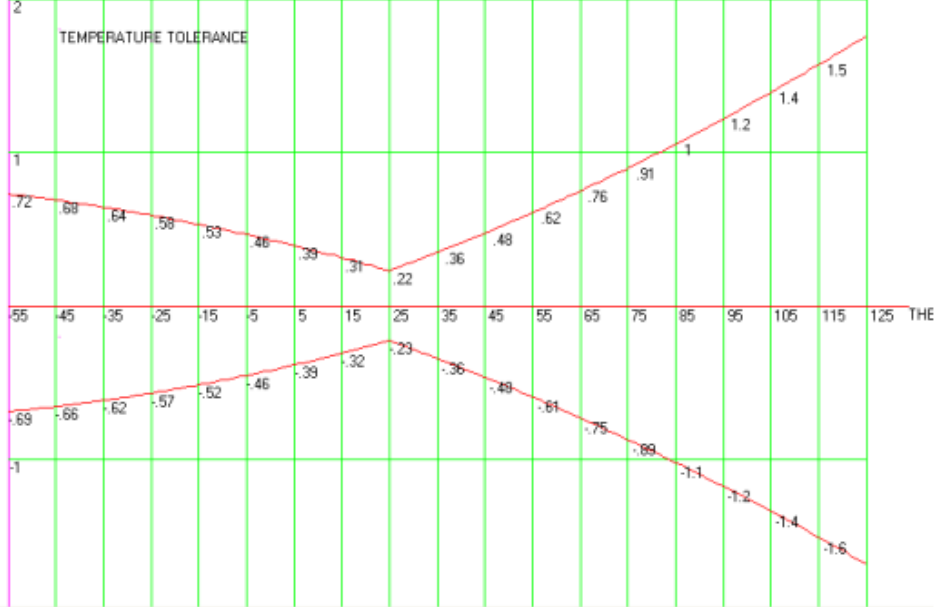
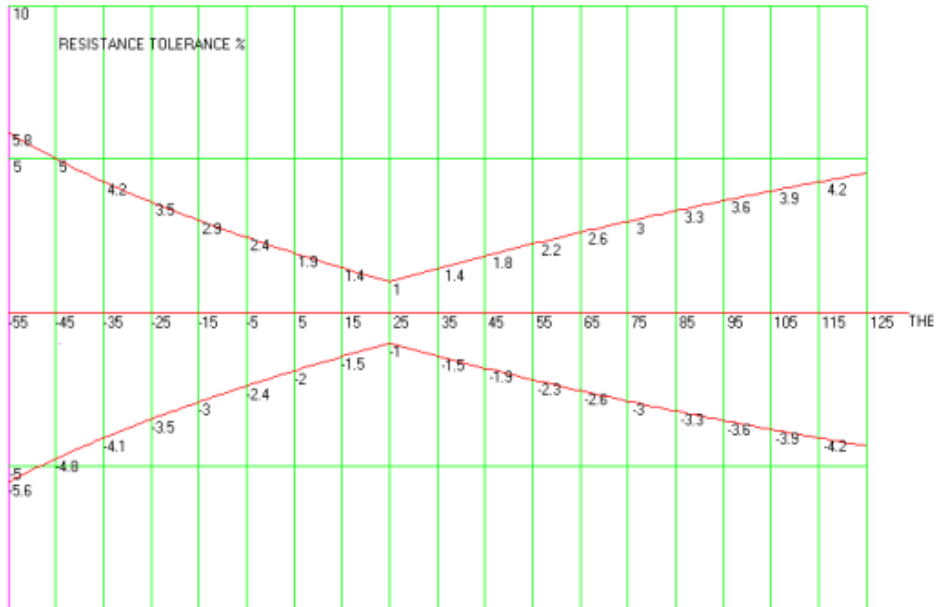
8.5  CQC Certification (CQC07001019009)

8.6  The Hi&Tech Product of Jiangsu Province (070115G0058N)

## R&T Table

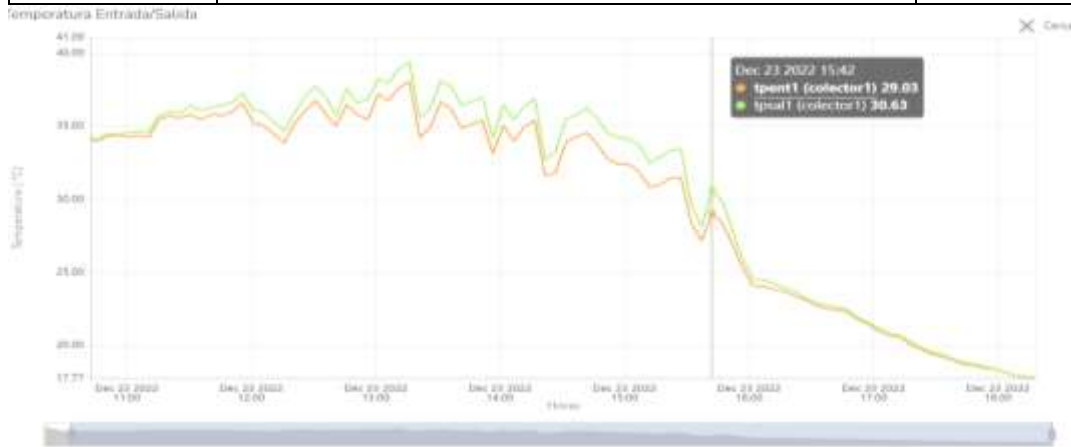
R25=100K Ω TOLERANCE: ±1% B25/50=3950K TOLERANCE: ±1% (P209-15A)							
TEMP(℃)	RESISTANCE(K Ω)			RESISST-TOL(%)		TEMP-TOL(℃)	
	MIN	CENTER	MAX	△R	-△R	△T	-△T
-55	10477.600	11093.800	11745.000	5.869	-5.553	0.729	-0.690
-54	9600.550	10156.100	10742.700	5.776	-5.470	0.725	-0.687
-53	8809.950	9311.690	9841.020	5.684	-5.388	0.722	-0.684
-52	8096.030	8549.810	9028.120	5.594	-5.307	0.718	-0.681
-51	7450.220	7861.200	8294.020	5.505	-5.227	0.714	-0.678
-50	6865.020	7237.730	7629.920	5.418	-5.149	0.710	-0.675
-49	6333.860	6672.310	7028.140	5.332	-5.072	0.706	-0.671
-48	5850.990	6158.700	6481.950	5.248	-4.996	0.702	-0.668
-47	5411.340	5691.440	5985.430	5.165	-4.921	0.698	-0.665
-46	5010.440	5265.690	5533.390	5.083	-4.847	0.693	-0.661
-45	4644.340	4877.200	5121.230	5.003	-4.774	0.689	-0.657

-44	4309.570	4522.230	4744.900	4.924	-4.702	0.685	-0.654
-43	4003.020	4197.420	4400.820	4.845	-4.631	0.680	-0.650
-42	3721.950	3899.830	4085.810	4.768	-4.561	0.676	-0.646
-41	3463.920	3626.830	3797.030	4.692	-4.491	0.671	-0.642
-40	3226.740	3376.080	3531.980	4.617	-4.423	0.666	-0.638
-39	3008.480	3145.490	3288.420	4.543	-4.355	0.662	-0.634
-38	2807.390	2933.200	3064.330	4.470	-4.289	0.657	-0.630
-37	2621.920	2737.530	2857.940	4.398	-4.222	0.652	-0.626
-36	2450.670	2556.980	2667.630	4.327	-4.157	0.647	-0.622
-35	2292.390	2390.220	2491.970	4.257	-4.092	0.642	-0.618
-34	2145.940	2236.030	2329.670	4.187	-4.028	0.637	-0.613
-33	2010.310	2093.330	2179.550	4.118	-3.965	0.632	-0.609
-32	1884.580	1961.130	2040.570	4.051	-3.902	0.627	-0.604
-31	1767.930	1838.540	1911.790	3.983	-3.840	0.622	-0.599
-30	1659.590	1724.780	1792.340	3.917	-3.779	0.617	-0.595
-29	1558.890	1619.100	1681.460	3.851	-3.718	0.611	-0.590
-28	1465.210	1520.850	1578.440	3.786	-3.658	0.606	-0.585
-27	1378.000	1429.440	1482.650	3.722	-3.598	0.600	-0.580
-26	1296.740	1344.320	1393.510	3.658	-3.539	0.595	-0.575
-25	1220.960	1265.000	1310.480	3.595	-3.480	0.589	-0.570
-24	1150.260	1191.020	1233.100	3.533	-3.422	0.584	-0.565
-23	1084.220	1121.980	1160.930	3.471	-3.364	0.578	-0.560
-22	1022.520	1057.500	1093.560	3.410	-3.307	0.572	-0.555
-21	964.822	997.241	1030.640	3.349	-3.250	0.566	-0.549
-20	910.828	940.885	971.837	3.289	-3.194	0.560	-0.544
-19	860.271	888.148	916.835	3.230	-3.138	0.554	-0.539
-18	812.903	838.764	865.362	3.171	-3.083	0.548	-0.533
-17	768.495	792.494	817.161	3.112	-3.028	0.542	-0.527
-16	726.839	749.115	771.996	3.054	-2.973	0.536	-0.522
-15	687.740	708.422	729.653	2.996	-2.919	0.530	-0.516
-14	651.022	670.228	689.932	2.939	-2.865	0.523	-0.510
-13	616.520	634.359	652.649	2.883	-2.812	0.517	-0.504
-12	584.084	600.657	617.638	2.827	-2.759	0.511	-0.498
-11	553.574	568.973	584.741	2.771	-2.706	0.504	-0.492
-10	524.861	539.171	553.816	2.716	-2.654	0.497	-0.486
-9	497.827	511.127	524.729	2.661	-2.602	0.491	-0.480
-8	472.360	484.723	497.358	2.606	-2.550	0.484	-0.474
-7	448.360	459.851	471.590	2.552	-2.499	0.477	-0.467
-6	425.730	436.413	447.320	2.499	-2.447	0.471	-0.461
-5	404.383	414.316	424.450	2.445	-2.397	0.464	-0.455
-4	384.239	393.473	402.889	2.393	-2.346	0.457	-0.448
-3	365.220	373.806	382.555	2.340	-2.296	0.450	-0.441
-2	347.257	355.239	363.369	2.288	-2.247	0.443	-0.435
-1	330.284	337.705	345.259	2.236	-2.197	0.436	-0.428



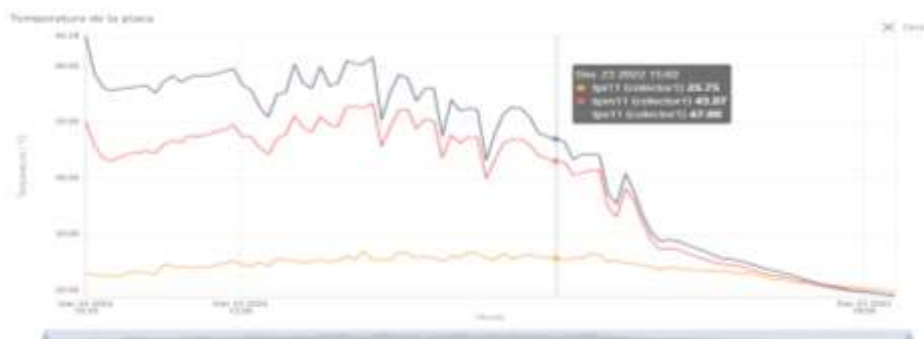


Termocupla °C	Termocupla K	PT100 °C	PT100 K	Termistor NTC 3950 °C	Termistor NTC 3950 K	Sensor de impresora 3D °C	Sensor de impresora 3D K
33,50	306,50	35,56	308,56	37,33	310,33	37,63	310,63
33,00	306,00	35,62	308,62	37,33	310,33	37,82	310,82
33,25	306,25	35,66	308,66	37,43	310,43	37,82	310,82
32,50	305,50	35,69	308,69	37,53	310,53	37,82	310,82
33,50	306,50	35,69	308,69	37,63	310,63	38,01	311,01
33,00	306,00	35,76	308,76	37,74	310,74	38,01	311,01
33,75	306,75	35,76	308,76	37,84	310,84	38,01	311,01
33,00	306,00	35,79	308,79	37,94	310,94	38,20	311,20
33,75	306,75	35,82	308,82	37,94	310,94	38,20	311,20
33,75	306,75	35,86	308,86	38,05	311,05	38,39	311,39
33,75	306,75	35,89	308,89	38,15	311,15	38,39	311,39
33,75	306,75	35,92	308,92	38,25	311,25	38,39	311,39
34,00	307,00	35,96	308,96	38,36	311,36	38,59	311,59
33,75	306,75	36,02	309,02	38,46	311,46	38,59	311,59
33,75	306,75	35,99	308,99	38,46	311,46	38,59	311,59
34,50	307,50	36,09	309,09	38,57	311,57	38,78	311,78
33,50	306,50	36,09	309,09	38,77	311,77	38,78	311,78
33,75	306,75	36,16	309,16	38,77	311,77	38,78	311,78
34,25	307,25	36,19	309,19	38,77	311,77	38,98	311,98
34,00	307,00	36,23	309,23	38,77	311,77	38,98	311,98
34,00	307,00	36,29	309,29	38,92	311,92	38,98	311,98
33,25	306,25	36,29	309,29	38,92	311,92	39,17	312,17
34,25	307,25	36,33	309,33	38,98	311,98	39,17	312,17
33,25	306,25	36,36	309,36	38,98	311,98	39,17	312,17
33,50	306,50	36,39	309,39	38,98	311,98	39,37	312,37
32,75	305,75	36,43	309,43	39,09	312,09	39,37	312,37
33,00	306,00	36,43	309,43	39,20	312,20	39,37	312,37
34,25	307,25	36,49	309,49	39,30	312,30	39,57	312,57
34,00	307,00	36,53	309,53	39,41	312,41	39,57	312,57
34,00	307,00	36,56	309,56	39,41	312,41	39,57	312,57
33,75	306,75	36,63	309,63	39,51	312,51	39,78	312,78
34,25	307,25	36,63	309,63	39,51	312,51	39,78	312,78



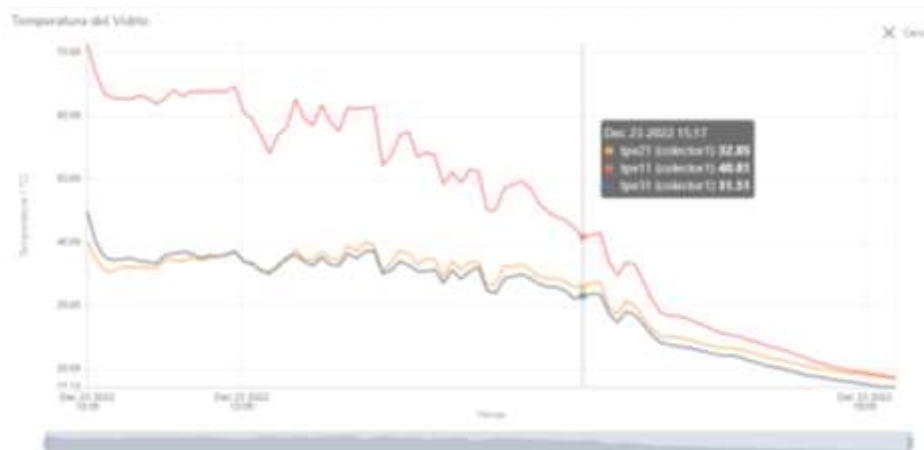
Para una mejor visualización entrar al enlace:

<https://stem.ubidots.com/app/dashboards/public/widget/yRp0P-ANYe1Y4CfS8WQgEDlvHrSDjIEtMaWNMYTliTs>



Para una mejor visualización entrar al enlace:

[https://stem.ubidots.com/app/dashboards/public/widget/UYxpTxgXjIQp9aVAeGt2GzW7vyuvxD2jm7G3N\\_TK4xk](https://stem.ubidots.com/app/dashboards/public/widget/UYxpTxgXjIQp9aVAeGt2GzW7vyuvxD2jm7G3N_TK4xk)



Para una mejor visualización entrar al enlace:

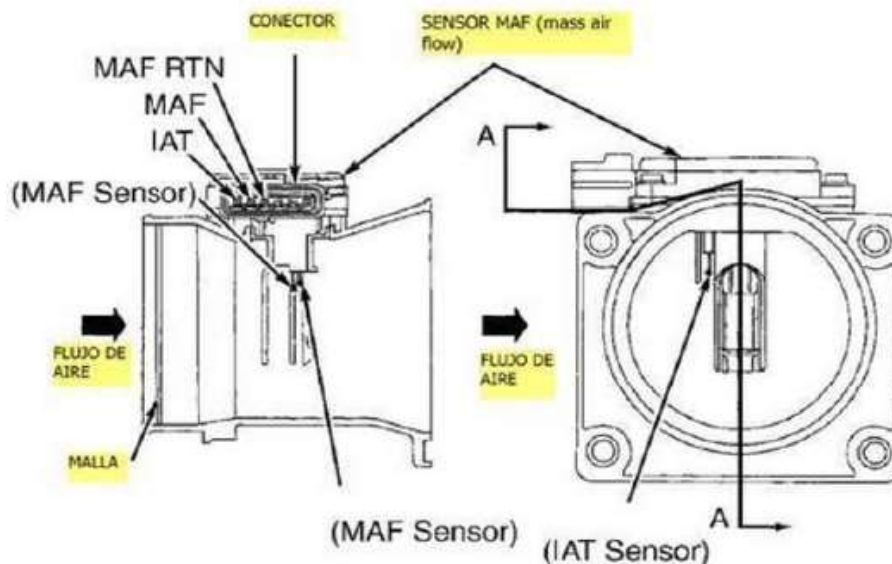
[https://stem.ubidots.com/app/dashboards/public/widget/eFJ38\\_D8fGU8pJG1z7-qqBtKSxFxR1\\_QGaSpneSTVtY](https://stem.ubidots.com/app/dashboards/public/widget/eFJ38_D8fGU8pJG1z7-qqBtKSxFxR1_QGaSpneSTVtY)

### SENSOR DE FLUJO DE AIRE

El sensor MAF está diseñado para medir el flujo de aire que ingresa al motor, este dato viaja hasta el PCM por medio de un cable el cual envía una señal de voltaje que cambia de acuerdo al flujo.

Internamente el sensor funciona mediante un hilo muy fino metálico el cual se encuentra a muy alta temperatura, en el momento que comienza a entrar aire el aire enfría este hilo y las cargas cambiantes de aire causan un efecto diferente sobre la temperatura del hilo, entonces todo el circuito que maneja el tema del calentamiento del hilo generara una señal de voltaje de acuerdo a que tanto es enfriado.

Esto se encuentra incorporado dentro del sensor, el cual va ubicado en el sistema de admisión del vehículo, lo más próximo al filtro de aire del motor. La siguiente imagen muestra la configuración interna del sensor MAF.



En la imagen se puede apreciar el sensor en dos vistas una de ellas en corte con lo cual se interpreta su interior, estos sensores que incorporan el IAT, se denominan sensores de flujo totales, en la mayoría de motores FORD, se utilizan este tipo de componentes.

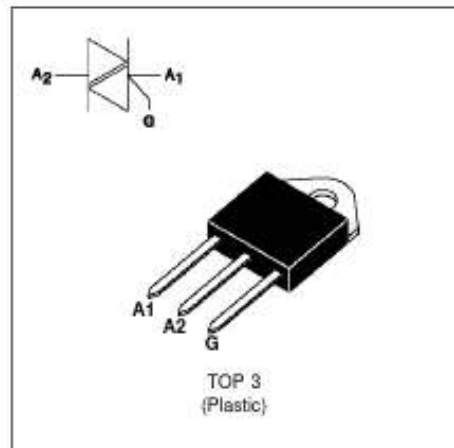
El MAF sensor está compuesto por el par de hilos que se muestran en la imagen de la derecha, internamente existe un circuito que permanente monitorea los cambios de temperatura del hilo por medio de un trasductor eléctrico, esto al interior del sensor, lo importante es interpretar que esto es un conjunto sellado y de él sale una señal hacia el PCM, que es la que realmente nos interesa al momento de la medición o verificación, entonces lo primero que será necesario chequear en un MAF es que el cable de señal este generando un valor de voltaje de acuerdo a la aceleración.


**BTA41 A/B**  
**BTB41 B**
**STANDARD TRIACS**
**FEATURES**

- HIGH SURGE CURRENT CAPABILITY
- COMMUTATION :  $(dV/dt)_c > 10V/\mu s$
- BTA Family :  
INSULATING VOLTAGE =  $2500V_{(RMS)}$   
(UL RECOGNIZED : E81734)

**DESCRIPTION**

The BTA41 A/B / BTB41 B triac family are high performance glass passivated PNP devices. These parts are suitable for general purpose applications where high surge current capability is required. Application such as phase control and static switching on inductive or resistive load.


**ABSOLUTE RATINGS** (limiting values)

Symbol	Parameter		Value	Unit	
$I_T(RMS)$	RMS on-state current (360° conduction angle)	BTA	$T_c = 75\text{ °C}$	40	A
		BTB	$T_c = 85\text{ °C}$	45	
$I_{TSM}$	Non repetitive surge peak on-state current ( $T_J$ initial = $25\text{ °C}$ )		$t_p = 8.3\text{ ms}$	315	A
			$t_p = 10\text{ ms}$	300	
$I_2t$	$I_2t$ value		$t_p = 10\text{ ms}$	450	$A^2s$
$di/dt$	Critical rate of rise of on-state current Gate supply : $I_G = 500mA$ $di_G/dt = 1A/\mu s$		Repetitive $F = 50\text{ Hz}$	10	$A/\mu s$
			Non Repetitive	50	
$T_{stg}$ $T_J$	Storage and operating junction temperature range		- 40 to + 150 - 40 to + 125	$^{\circ}C$ $^{\circ}C$	
$T_l$	Maximum lead temperature for soldering during 10 s at 4.5 mm from case		260	$^{\circ}C$	

Symbol	Parameter	BTA41-...A/B / BTB41-... B				Unit
		400	600	700	800	
$V_{DRM}$ $V_{RRM}$	Repetitive peak off-state voltage $T_J = 125\text{ °C}$	400	600	700	800	V

**STPT600-B3****SOPLADORA / ASPIRADORA**

**Motor de 600W.**  
**Velocidad variable.**  
**Interruptor con bloqueo para uso continuo.**  
**Función de soplado y aspirado.**

**STANLEY**

**INCLUYE**  
**(1) Bolsa Recolectora.**

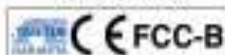


Especificaciones / Specifications	
Potencia / Power	600W
Velocidad Variable	Si
RPM	0 - 16000
Frecuencia / Frequency	50/60Hz
Flujo de Aire Air Flow	3.5m <sup>3</sup> /min



# Registrador de gráfico virtual de temperatura y humedad

## Serie ITHX



- ✓ Servidor web
- ✓ Alarmas por correo electrónico o mensaje de texto
- ✓ No se requiere un software especial
- ✓ Historial de datos por años sobre las populares tarjetas SD
- ✓ Opción de sonda doble

## Server

Examine la temperatura + la humedad con un navegador web

El transmisor ITHX-SD de OMEGA® le permite controlar y registrar la temperatura, la humedad relativa y el punto de condensación a través de una red Ethernet o Internet sin ningún software especial salvo un navegador web.

El ITHX-SD ayuda a las páginas web activas a mostrar lecturas en tiempo real, tablas de temperatura, humedad y punto de condensación o registrar datos en formatos de datos estándar para el uso en hojas de cálculo o un programa de adquisición de datos como Excel o Visual Basic.

El gráfico virtual que se observa en la página web es un JAVA™ Applet que registra una tabla a través de la red LAN o Internet en tiempo real. Con ITHX-SD, no es necesario invertir tiempo y dinero en un programa de software propietario para registrar o reflejar gráficamente los datos.

### Tarjeta de memoria Flash SD

El ITHX-SD viene completo de serie con una tarjeta extraíble de memoria SD de 2 GB que puede almacenar hasta siete años de lecturas tomadas en intervalos de diez segundos.

### Registros en tarjetas flash SD

Los datos se registran en las ampliamente disponibles tarjetas flash SD (Secure Digital). El formato es simple, el archivo de texto se puede importar fácilmente a hojas de cálculo y otros programas. Pueden leerse en un PC o MAC con un lector de tarjeta USB. También puede descargar los datos remotamente a través de una red Ethernet o Internet.

### Relés de alarma

El ITHX-SD presenta dos relés de 1,5 Amp. A través de la sencilla página de configuración por medio de la web, se pueden programar los dos relés para cualquier combinación de temperatura o humedad y elevar o disminuir los puntos de ajuste. Los relés también pueden programarse para permanecer asegurados y requerir una configuración manual si se supera un límite.

### Batería de reserva

El ITHX-SD está equipado con un adaptador universal de alimentación de 100 a 240 Vca. Una batería alcalina estándar de 9 voltios (también se incluye) permite que el dispositivo registre datos durante hasta 2 días sin alimentación CA externa. Un fallo en la red Ethernet no interrumpe el registro de datos.

### Gráficos ajustables

Las escalas gráficas pueden ajustarse sobre la marcha. Por ejemplo, la gráfica puede mostrar un minuto, una hora, un día, una semana, un mes o un año. La temperatura y la humedad pueden reflejarse a lo largo de un periodo completo (-40 a 124 °C, y 0 a 100% HR) o sin ningún margen estrecho como (20 a 30 °C). Cuando se agrega un segundo sensor, los usuarios pueden seleccionar un gráfico que registre el canal 1, el canal 2 o la diferencia entre ellos.

### Tecnología premiada

El ITHX-SD es fácil de instalar y usar y ofrece la tecnología iServer

II-5



El ITHX-SD-SD se muestra en un tamaño inferior al real con una tarjeta SD y sonda doble (incluida).

premiada de OMEGA que no requiere ningún software especial salvo un navegador web.

El ITHX-SD se conecta a una red Ethernet con un conector RJ45 estándar y envía los datos en paquetes TCP/IP estándar. Se configura fácilmente con un simple menú utilizando un buscador web y puede protegerse con una contraseña. Desde una LAN Ethernet o a través de Internet, el usuario simplemente teclea la dirección IP o un nombre fácil de recordar como "Sala blanca 5" o "Sala del servidor" en cualquier navegador web, y el ITHX-SD presenta una página web con las lecturas actuales.



DH... bonniezhang01

KTIR-1050

Termómetros infrarrojos sin contactos

KOBAN®

## 2. ESPECIFICACIONES

Medición TK:	Rango de temperatura TK	
	-50 a 1370 °C (-58 a 2498°F)	
Resolución	-50 a 1370 °C	0.1 °C
	-58 a 1999°F	0.1°F
	2000 a 2498°F	1°F
Precisión	-50 a 1000 °C	± 1.5% de lectura ±3°C (±5°F)
	1000 a 1370 °C	±1.5% de lectura ±2°C (±3.6°F)

Medición IR:		
Rango de temperatura IR		-50 a 1050 °C (-58 a 1922°F)
D: S		30:1
Resolución		0.1 °C (0.1°F)
Precisión	-50 a -20°C (-58 a -4°F):	±5 °C (±9°F)
	-20 a 200°C (-4 a 392°F):	± 1.5% de lectura ± 2°C (±3.6°F);
	200 a 538°C (392 a 1000°F):	± 2.0% de lectura ±2°C (±3.6°F);
	538 a 1050°C (1000 a 1922°F):	± 3.5% de lectura ± 5°C (±9°F)

<b>ANEXO 14</b>	<b>Datos para el análisis de curvas de la temperatura ambiente</b>	<b>1 de 1</b>
-----------------	--	---------------

N°	T. AMB. (°C)	COLECTOR 1		COLECTOR 2		COLECTOR 3		COLECTOR 4		COLECTOR 5		COLECTOR 6	
		ENT M1	SAL M1	ENT M2	SAL M2	ENT M3	SAL M3	ENT M4	SAL M4	ENT M5	SAL M5	ENT M6	SAL M6
1	12	15,5	20,63	15,20	20,93	14,69	21,78	15,55	20,94	15,28	20,37	15,92	20,81
2	11,9	16,62	22,21	17,08	22,05	16,23	22,9	17,43	22,52	16,4	21,95	17,04	22,39
3	13,1	18,22	23,49	18,15	23,86	18,12	24,708	18,50	23,80	18	23,23	18,64	23,7
4	14,2	19,32	22,35	20,31	22,64	18,81	23,49	20,66	22,66	19,1	22,09	19,74	22,52
5	16	19,98	23,65	20,22	23,93	19,65	24,78	20,57	23,96	19,76	23,39	20,40	23,82
6	15,6	19,72	22,95	20,36	23,24	18,85	24,09	20,71	23,26	19,5	22,69	20,14	23,12
7	16,5	19,62	22,71	19,98	23,01	18,98	23,86	20,33	23,02	19,4	22,45	20,04	22,88
8	16,8	18,85	22,79	19,72	22,99	18,75	23,84	20,07	23,10	18,63	22,53	19,27	22,98
9	17,4	19,52	22,23	19,72	22,48	20,01	23,33	20,07	22,54	19,3	21,97	19,94	22,42
10	17,7	19,82	23,45	20,42	23,70	19,45	24,55	20,77	23,76	19,6	23,19	20,24	23,64
11	18,4	20,52	23,15	20,12	23,45	20,01	24,3	20,47	23,46	20,3	22,89	20,94	23,34
12	18,1	20,22	22,41	20,18	22,91	19,95	23,76	20,53	22,72	20	22,15	20,64	22,60
13	17,8	19,92	22,47	19,92	23,05	19,27	23,9	20,27	22,78	19,7	22,21	20,34	22,69
14	17,4	19,52	21,89	19,52	22,14	19,12	22,99	19,87	22,20	19,3	21,63	19,94	22,11

**Tabla 31.** Datos del sensor de la temperatura ambiente y la estación meteorológica



<b>ANEXO 15</b>	<b>Datos para el análisis de curvas de temperatura de la placa</b>	<b>1 de 1</b>
-----------------	--	---------------

**Tabla 32.** Análisis del comportamiento de la temperatura de la placa

	COLECTOR 1			COLECOTOR 2			COLECTOR 3			COLECTOR 4			COLECTOR 5			COLECTOR 6		
HORA	A MP1	B MP1	C MP1	A MP2	B MP2	C MP2	A MP3	B MP3	C MP3	A MP4	B MP4	C MP4	A MP5	B MP5	C MP5	A MP6	B MP6	C MP6
9:40:00	33,00	44,7	27,88	31,92	44,89	28,86	30,43	44,2	27,56	32,65	43,97	26,76	31,57	46,3	25,76	32,20	46,79	27,36
10:00:00	36,35	43,81	29,25	37,94	44	30,23	36,83	43,31	28,93	36,00	43,08	28,13	37,59	45,41	27,13	36,51	45,90	28,73
10:30:00	42,83	55,01	49,25	43,30	55,22	50,23	42,60	54,61	48,93	42,48	54,28	48,13	42,95	56,61	47,13	42,28	57,12	49,03
11:00:00	48,12	56,69	56,07	48,98	56,9	57,05	45,65	56,29	55,75	47,77	55,96	54,95	48,63	58,29	53,94	47,50	58,80	55,84
11:30:00	52,26	59,81	57,00	53,22	59,99	57,98	48,92	59,41	56,68	51,91	59,08	55,88	52,87	61,21	54,88	48,60	61,89	56,78
12:00:00	53,68	60,28	57,00	53,68	60,61	57,98	51,33	59,88	56,68	53,33	59,55	55,88	53,33	61,68	54,88	51,0	62,51	56,78
12:30:00	54,63	60,15	55,52	54,63	60,48	56,50	52,17	59,75	55,20	54,28	59,42	54,40	54,28	61,55	53,40	51,8	62,38	55,30
13:00:00	56,84	60,34	54,58	56,84	60,67	55,56	51,82	59,94	54,26	56,49	59,61	53,46	56,49	61,74	52,46	51,5	62,57	54,36
13:30:00	56,02	58,25	52,17	56,02	58,58	53,15	50,79	57,85	51,85	55,67	57,52	51,05	55,67	59,65	50,04	50,5	60,48	51,95
14:00:00	53,52	53,8	47,83	53,52	54,13	48,81	48,47	53,4	47,51	53,17	53,07	46,71	53,17	55,2	45,71	48,2	56,03	47,61
14:30:00	44,81	44,91	42,08	44,81	45,24	43,06	44,43	44,51	41,76	44,46	44,18	40,96	44,46	46,31	39,96	44,1	47,14	41,86
15:00:00	44,84	47,19	38,36	44,84	47,52	39,34	41,60	46,79	38,04	44,49	46,46	37,24	44,49	48,59	36,24	41,3	49,42	38,14
15:30:00	43,02	43,9	36,86	43,02	44,23	37,84	35,87	43,5	36,54	42,67	43,17	35,74	42,67	45,3	34,74	35,5	46,13	36,64
16:00:00	31,99	34,91	30,01	29,99	35,24	30,99	33,54	34,51	29,69	25,64	34,18	28,89	25,64	36,31	27,89	33,2	37,14	29,79

HORA	COLECTOR 1			COLECTOR 2			COLECTOR 3			COLECTOR 4			COLECTOR 5			COLECTOR 6		
	A MV1	B MV1	C MV1	A MV2	B MV2	C MV2	A MV3	B MV3	C MV3	A MV4	B MV4	C MV4	A MV5	B MV5	C MV5	A MV6	B MV6	C MV6
9:40:00	35,76	33,54	35,53	34,54	32,32	34,31	36,51	34,29	36,28	36,30	33,27	35,16	35,54	32,13	34,6	34,36	34,48	36,51
10:00:00	38,18	36,71	37,68	36,21	34,78	36,21	38,93	37,46	38,43	38,72	36,44	37,31	37,96	34,59	36,5	36,03	37,65	38,66
10:30:00	38,95	38,43	39,47	37,73	36,96	38,25	39,70	39,18	40,22	39,49	38,16	39,10	38,73	36,77	38,54	37,55	39,37	40,45
11:00:00	40,84	39,21	41,12	39,62	38,25	39,34	41,59	39,96	41,87	41,38	38,94	40,75	40,62	38,06	39,63	39,44	40,15	42,10
11:30:00	41,12	39,74	41,98	38,52	38,79	40,65	41,87	40,49	42,73	41,66	39,47	41,61	40,90	38,6	38,76	38,34	40,68	42,96
12:00:00	41,12	40,28	43,17	39,62	39,34	40,12	41,87	41,03	43,92	41,66	40,01	42,80	40,90	39,15	38,94	39,44	41,22	44,15
12:30:00	40,01	39,74	42,27	39,9	38,79	38,82	40,76	40,49	43,02	40,55	39,47	41,90	39,79	38,6	37,64	39,72	40,68	43,25
13:00:00	41,12	40,56	43,48	39,62	39,34	42,35	41,87	41,31	44,23	41,66	40,29	43,11	40,90	39,15	40,17	39,44	41,50	44,46
13:30:00	40,84	40,28	43,79	39,06	38,79	41,95	41,59	41,03	44,54	41,38	40,01	43,42	40,62	40,27	41,17	38,88	41,22	44,77
14:00:00	40,28	40,01	42,42	37,47	37,21	42,04	41,03	40,76	44,17	40,82	39,74	42,05	40,06	37,02	40,86	37,29	40,95	44,40
14:30:00	38,69	41,12	42,1	34,09	32,75	38,62	39,44	41,87	43,85	39,23	40,85	41,73	38,47	32,56	35,91	33,91	42,06	44,08
15:00:00	37,68	37,19	41,48	32,75	33,86	38,18	38,43	37,94	40,23	38,22	36,92	41,11	37,46	33,67	36,47	32,57	38,13	40,46
15:30:00	35,53	35,08	39,98	33,19	32,75	36,76	36,28	35,83	37,73	36,07	34,81	39,61	35,31	32,56	37,05	33,01	36,02	37,96
16:00:00	34,63	34,19	39,98	29,99	30,42	37,07	35,38	35,94	37,73	35,17	33,92	39,61	34,41	30,23	37,36	29,81	36,13	37,96

Tabla 33. Análisis del comportamiento de la temperatura del vidrio

## Desarrollo de un sistema de telecontrol de temperatura y flujo de aire en colectores solares

### Manual de operación del usuario



### Materiales utilizados para el diseño

N°	Elemento
1	Termistor NTC 3950
2	Resistencias de 10k
3	Condensadores
4	Sensor MAF
5	Esp8266 NodeMcu
6	Microcontrolador ATmega 328p
7	Microcontrolador Mega mini 2560
8	Step down- módulo LM2596
9	Potenciómetro 10k
10	Puente de diodos

## Indicaciones

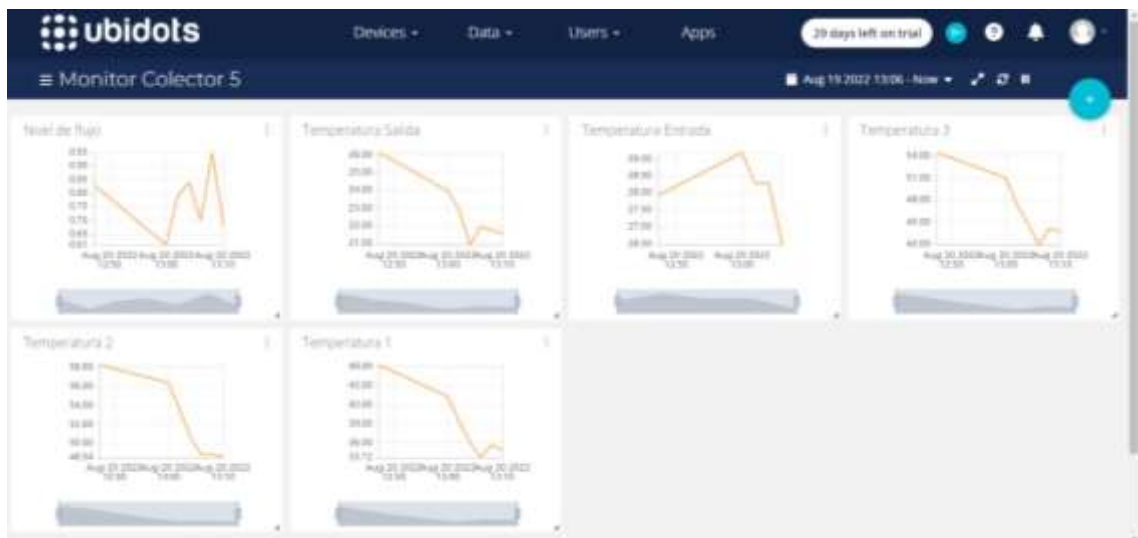
### Fuentes AC y DC

Fuente AC: Los cables de la fuente están señalizados con la letra F que significa fase y N del cable de neutro.

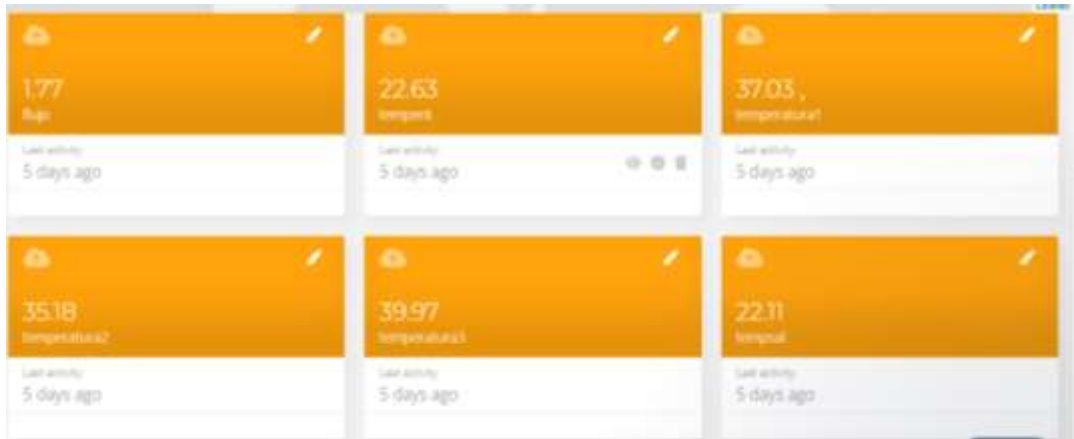
Fuente DC: El sistema consta de una fuente de 12 Voltios, de igual forma están señalizados con la simbología de positivo (+) y negativo (-).

### Pasos para iniciar el proyecto

1. Energizar la fuente de alimentación.
2. Encender el soplador que está ubicado a la entrada del colector solar. Manipulando de forma adecuada el potenciómetro. En la parte derecha de la caja compacta se tiene un interruptor el cual si esta encendido permite el uso manual del potenciómetro y si está apagado permite el control del soplador desde la plataforma.
3. Ingresar a la plataforma de Ubidots y colocar el usuario y contraseña de cada colector por el siguiente enlace <https://industrial.ubidots.com/accounts/signin/> El usuario y contraseña se encuentran Al final de este manual de Operación.
4. En la pantalla principal de la plataforma Ubidots encontramos los diferentes dashboard de temperatura y flujo.



5. En la parte superior se dirige a **Devices** (dispositivos), presionar en el nombre del colector que desea observa y se desplegara un menú el cual es el que permite el acceso directo hacia la nube y encontrar los datos necesarios.



6. Finalmente se puede observar un registro de datos de la variable de interés junto con una gráfica de una curva.



La plataforma Ubidots permite compartir los widgets en forma de informe, permite compartir contenido de una página web a otra página, mediante el botón compartir se descarga la información en formato CSV, a través de un enlace.

7. Usuarios y contraseñas de los colectores.

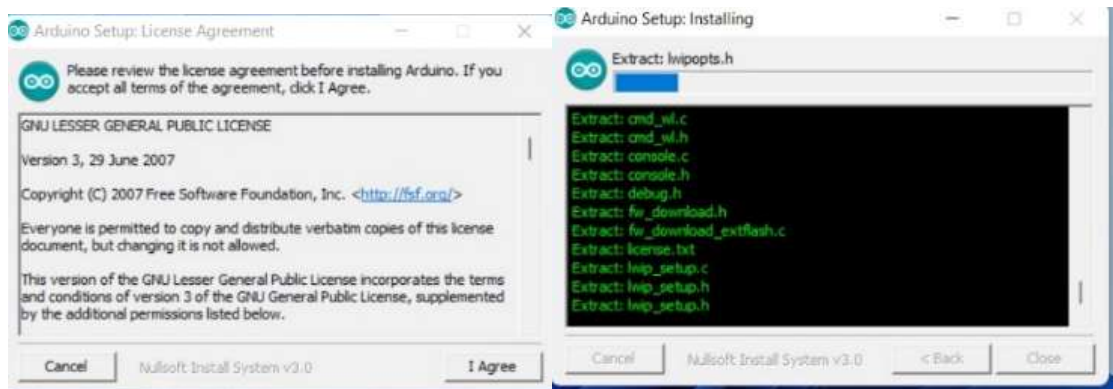
Numero de Modulo del colector solar	Usuario	Contraseña
Módulo 1	colectors1	colectors1
Módulo 2	colectors2	colectors2
Módulo 3	colectors3	colectors3
Módulo 4	colectors4	colectors4
Módulo 5	colectors5	colectors5
Módulo 6	colectors6	colectors6

## En caso de cambiar la plataforma de Ubidots y de nombre de red Wifi

1. **Descargar** el Arduino IDE para poder programar en los diferentes microcontroladores (ESP 8266, Arduino mega pro)

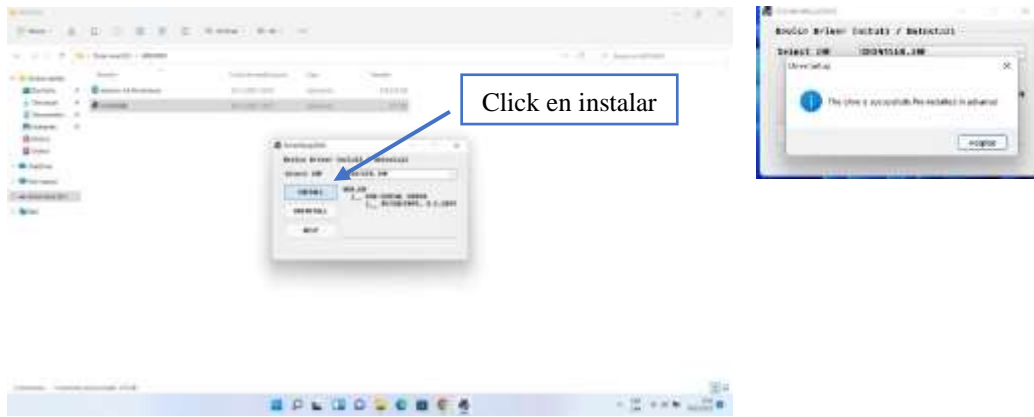


2. **Instalar** el Arduino Ide para poder modificar las diferentes programaciones que están diseñadas para los colectores solares.



3. **Instalar** los *drivers* de comunicación para las diferentes placas compatibles con Arduino (ESP 8266, Arduino Mega Pro)

[https://drive.google.com/drive/folders/1MD0b50x5xS1e4uoQXDUuMw3z0nTVFWcM?usp=share\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1MD0b50x5xS1e4uoQXDUuMw3z0nTVFWcM?usp=share_link)



## Pasos para la Programación del Arduino Mega Pro.

Una vez descargado el Arduino con sus drivers correspondientes se procede a realizar la descarga de las librerías utilizadas en la programación para el Arduino Mega Pro

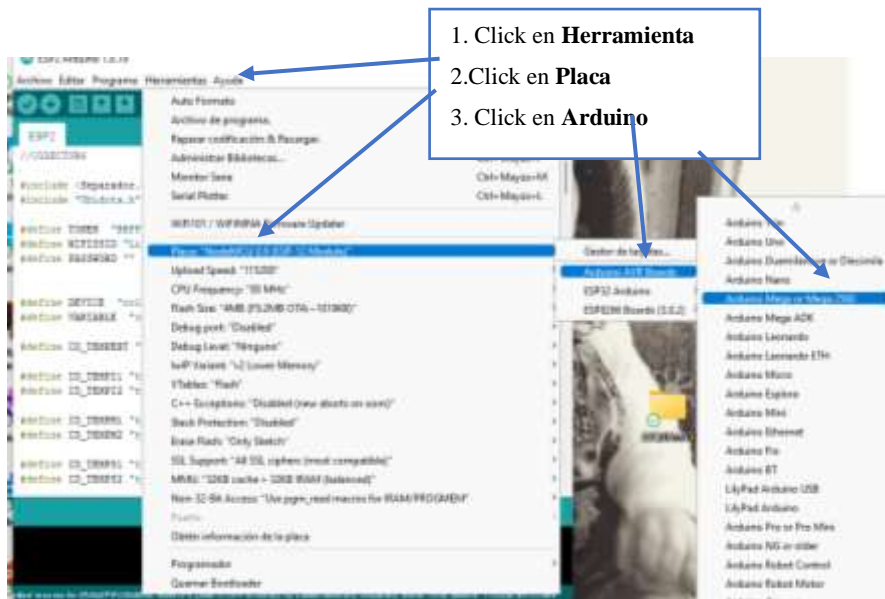
1. **Descargar** las librerías que se necesitan para la programación del Arduino Mega pro **RTCLib.h** la cual permite obtener la fecha teniendo una comunicación con el módulo reloj RTC



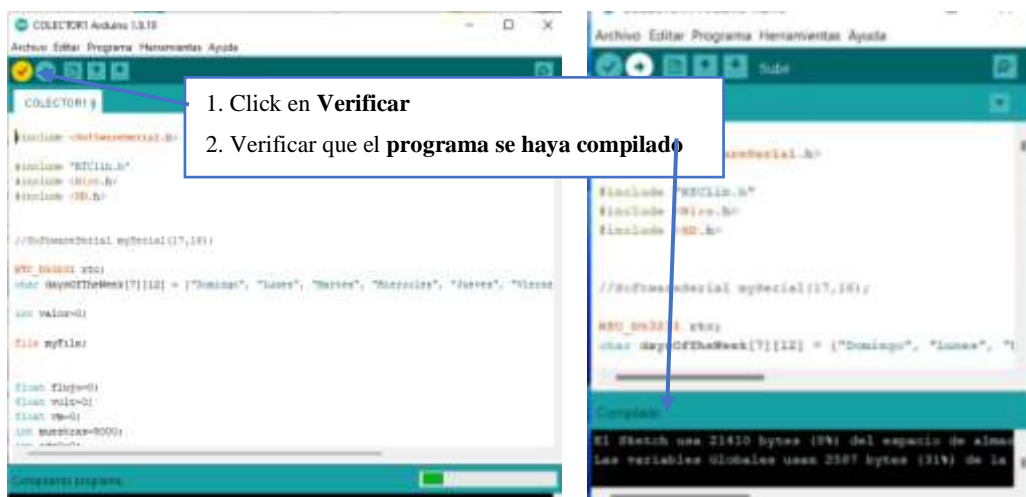
2. **Instalar** la librería **RTCLib.h** para poder subir la programación al microcontrolador de Arduino Mega Pro y funcione correctamente la programación.



- Una vez instaladas las librerías correspondientes, se procede a **subir** el programa al microcontrolador, en donde primero se debe seleccionar el Arduino Mega Pro para cargar el programa principal.

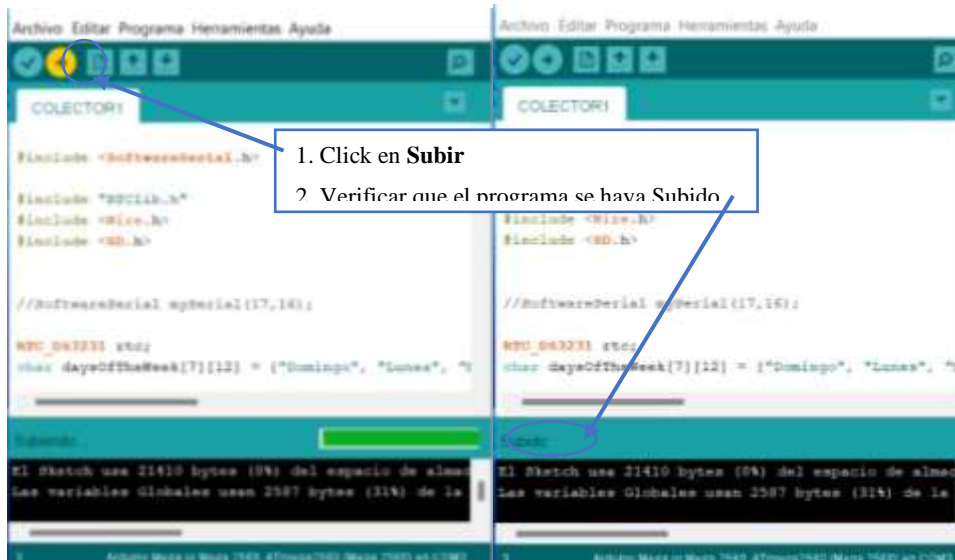


- Compilar** código para que el código para verificar que el código no tenga ningún tipo de error.



- Una vez compilado el programa se procede a **subir** al microcontrolador Arduino Mega Pro.

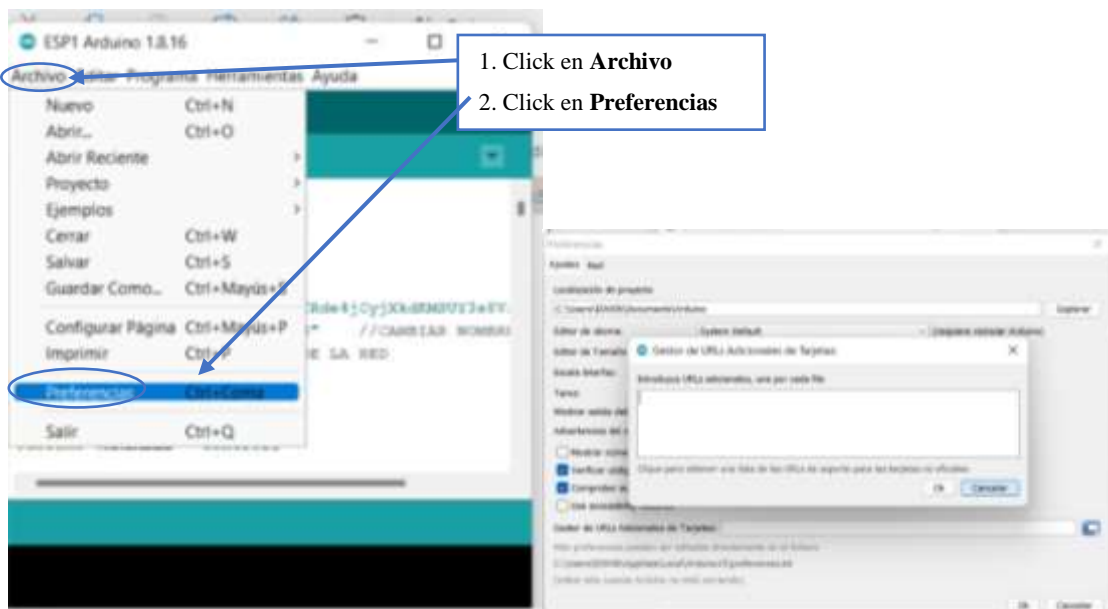




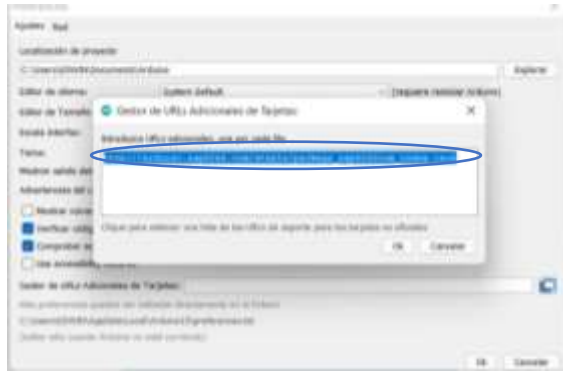
Una vez que se haya subido correctamente se procede a insertarle en la placa para que opere correctamente.

### Pasos para la Programación de la ESP8266

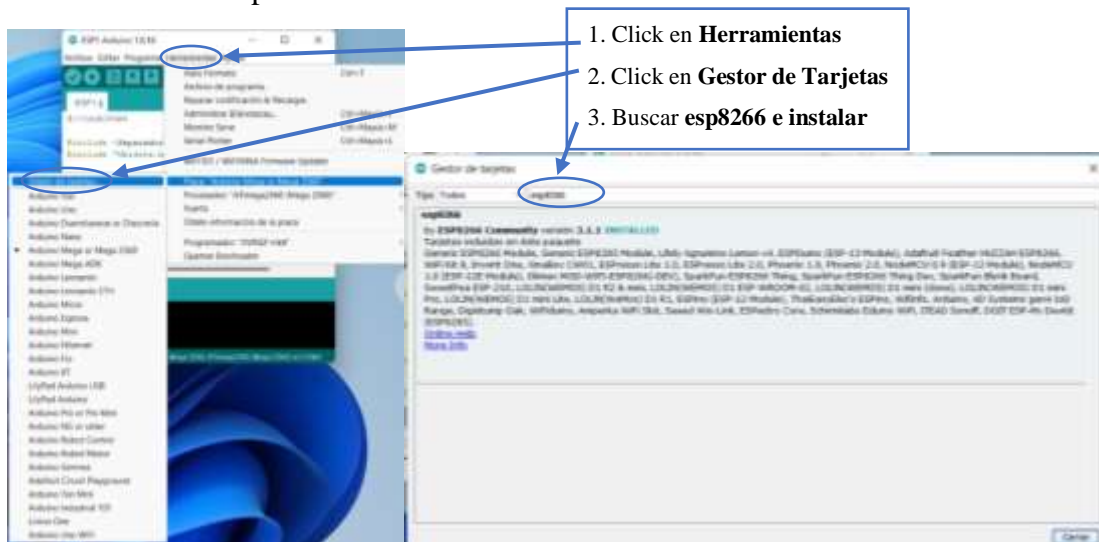
1. **Instalar** el módulo ESP8266 en el Software de Arduino IDE.



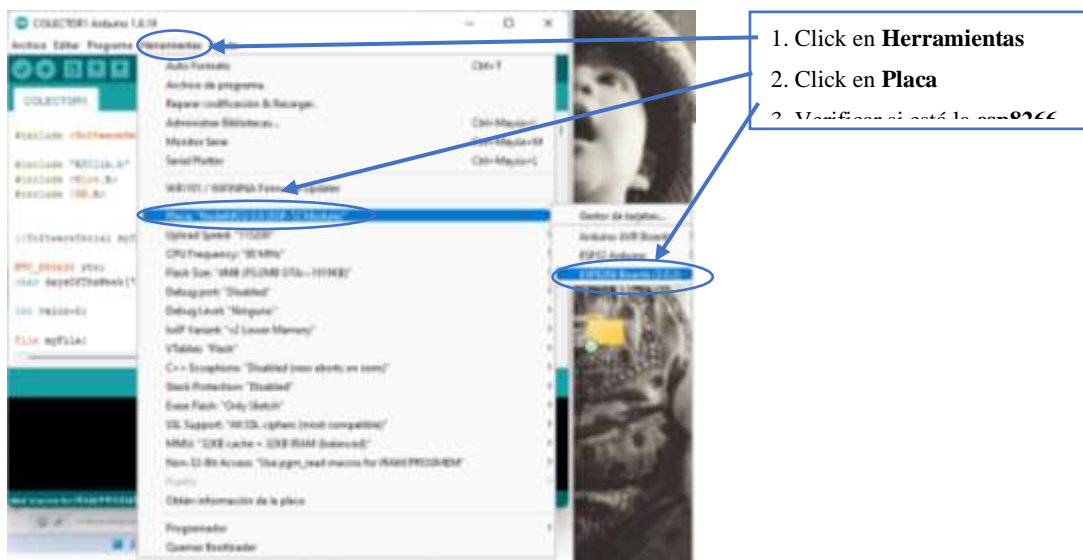
2. Pegar el link e la parte de Gestor de URLs Adicionales de Tarjeta el siguiente link [http://arduino.esp8266.com/stable/package\\_esp8266com\\_index.json](http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json)



3. Una vez instalado el módulo de la ESP8266 en el Arduino IDE Verificar si la tarjeta SD Fue instalada. Para lo cual se deberá volver abrir el Software de Arduino IDE
4. **Instalar** la placa ESP8266 en el Arduino IDE.



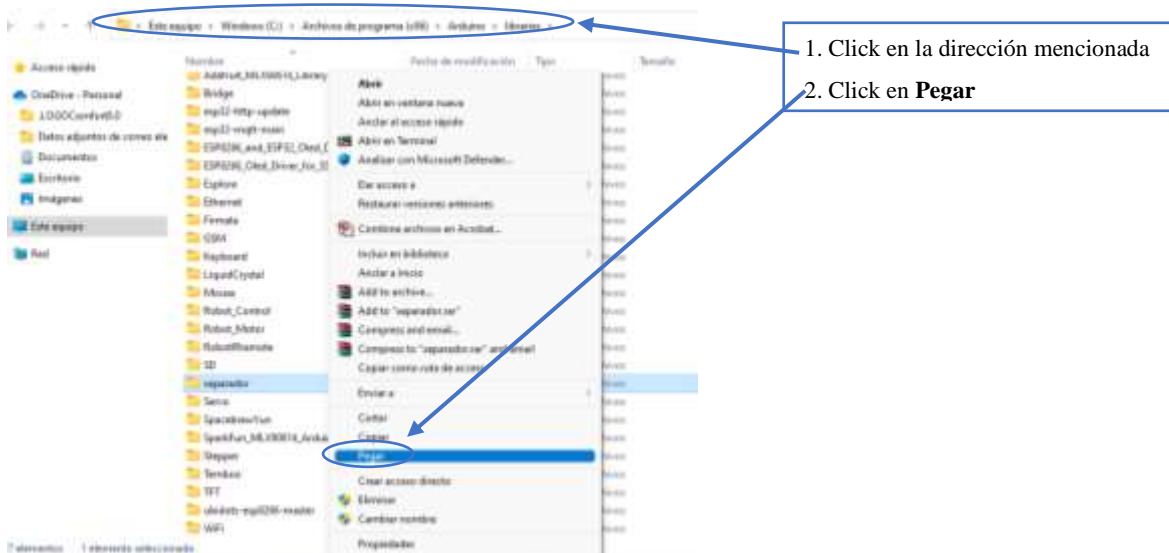
5. **Verificar** si la tarjeta de la esp8266 está instalada



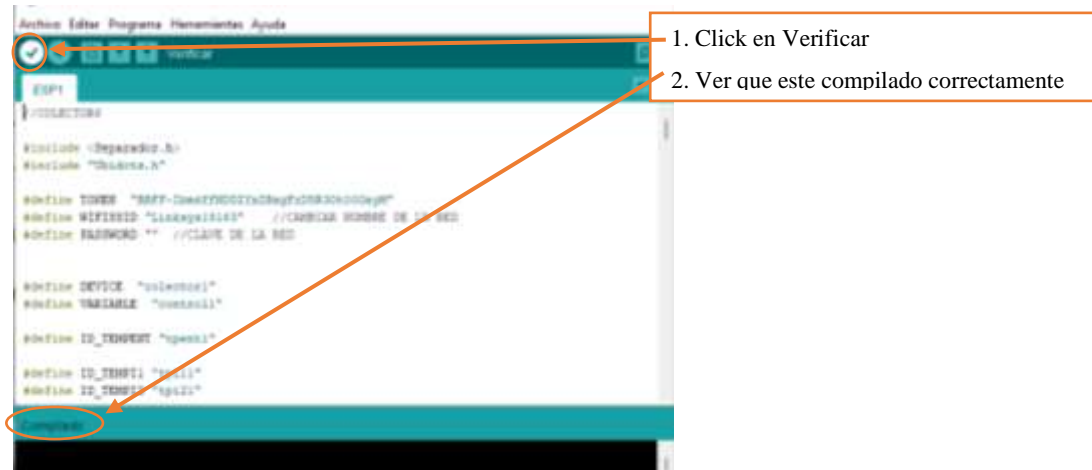
6. **Instalar** las librerías necesitarías para compilar el programa correspondiente para la ESP8266, para lo cual se debe ingresar al siguiente link: <https://drive.google.com/drive/folders/1ZfzmtJMhzRppxuo8gxSfWTxpHnLw6sYW> para descargar las librerías las cuales permiten comunicar el modulo ESP8266 con la plataforma Ubidots.



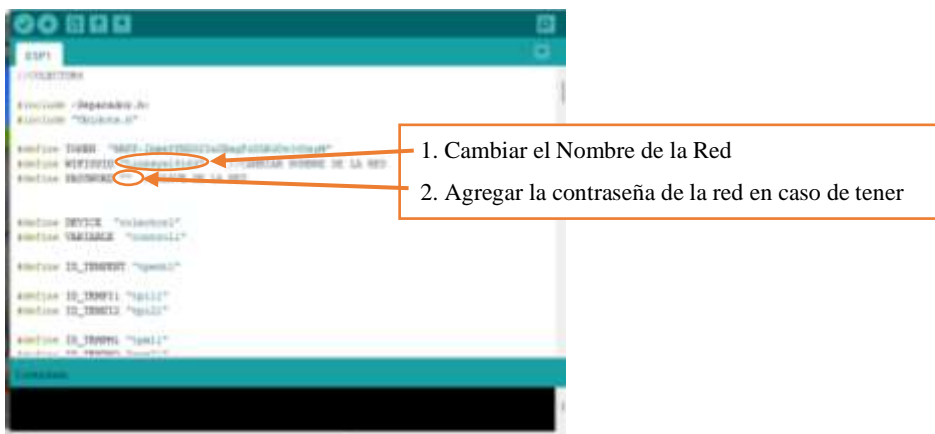
7. Una vez descargada las librerías se procede a copiar a la siguiente dirección **C:\Program Files (x86)\Arduino\libraries** del equipo.



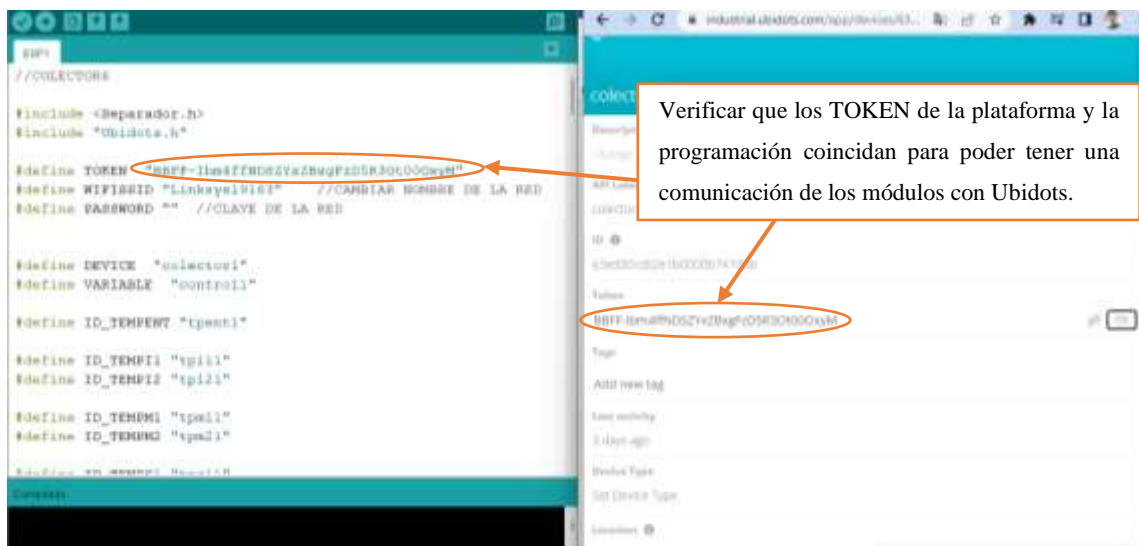
8. Una vez instaladas las librerías se vuelve **abrir** Arduino IDE. Se procede a **verificar** el código y comprobar que las Librerías estén instalas correctamente. Para lo cual se debera elegir la pala de **NodeMCU0.9(ESP-12 Module)**



9. **Verificar** el nombre de la red como la contraseña con la que se a conectar los módulos.



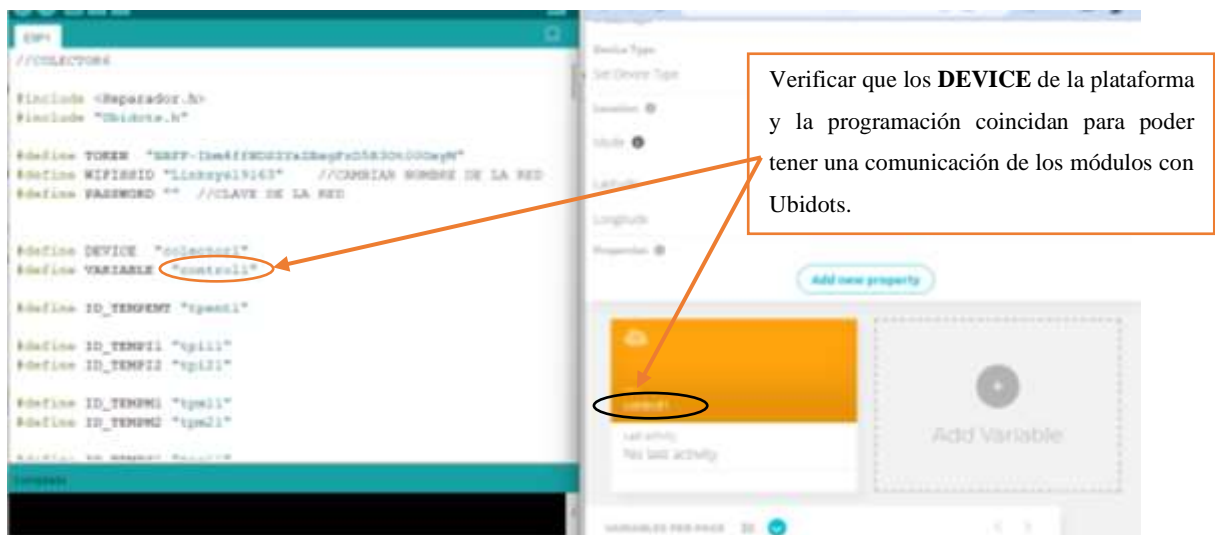
10. **Cambiar** el **TOKEN** con el de la plataforma Ubidots que se va utilizar



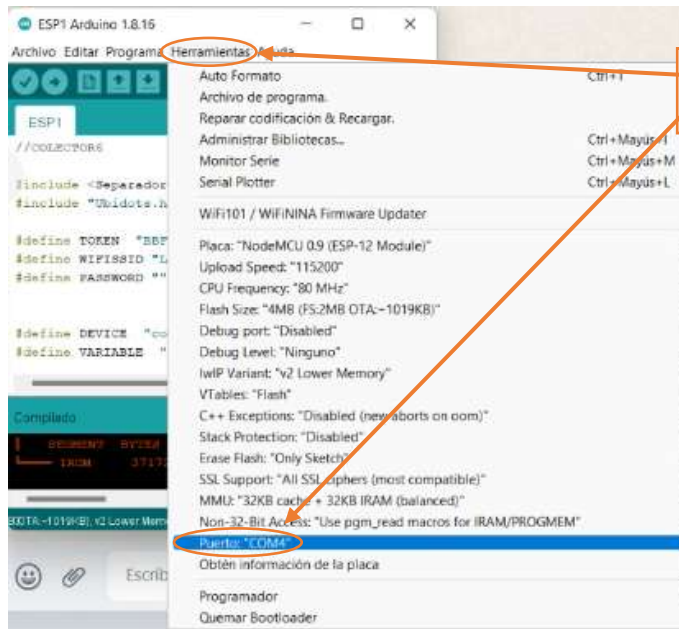
### 11. Definir el **DEVICE** que se va utilizar en la plataforma Ubidots



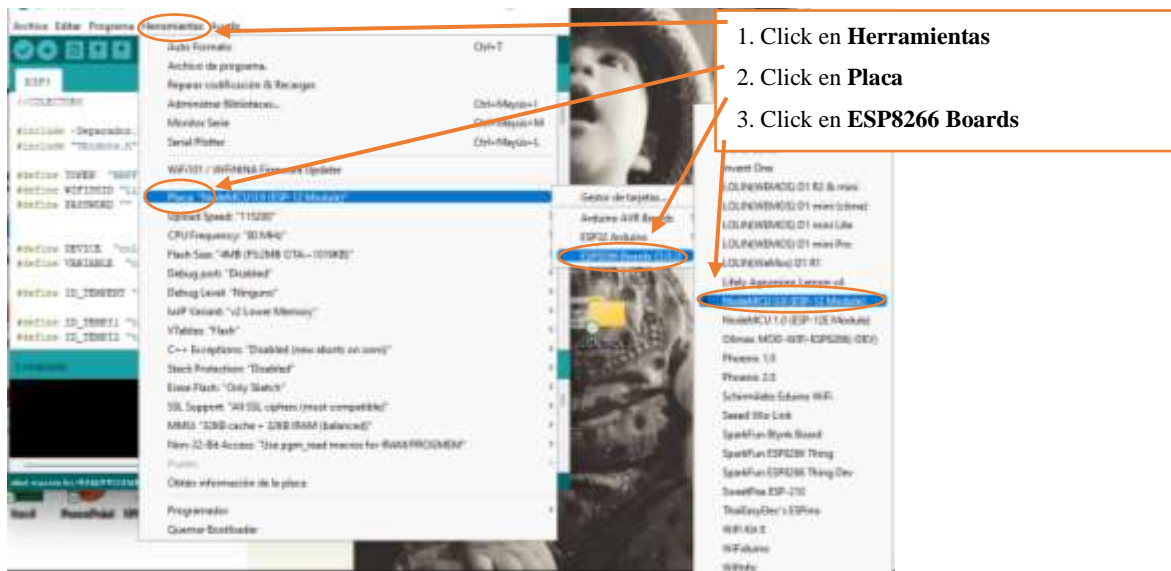
### 12. Definir la **VARIABLES** que se va utilizar en la plataforma Ubidots para controlar el flujo



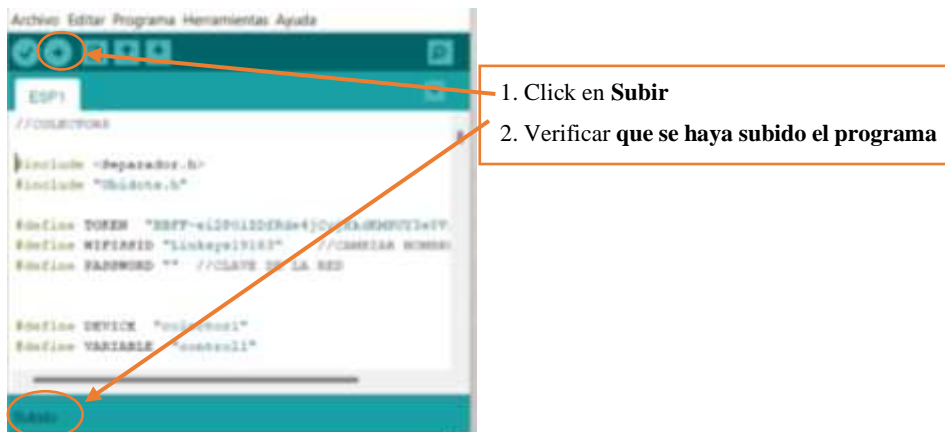
### 13. Seleccionar puerto del Arduino.



#### 14. Seleccionar el microcontrolador



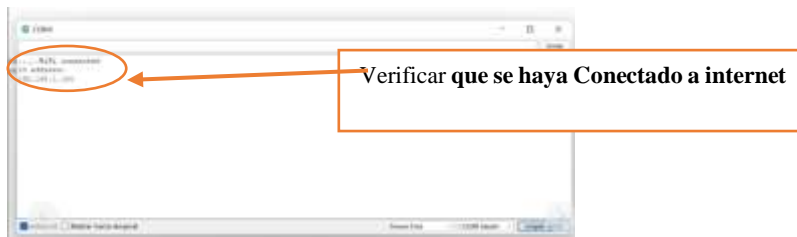
#### 15. Subir el programa al microcontrolador ESP8266



16. **Seleccionar** la velocidad de comunicación en el monitor serial para poder ver si su funcionamiento

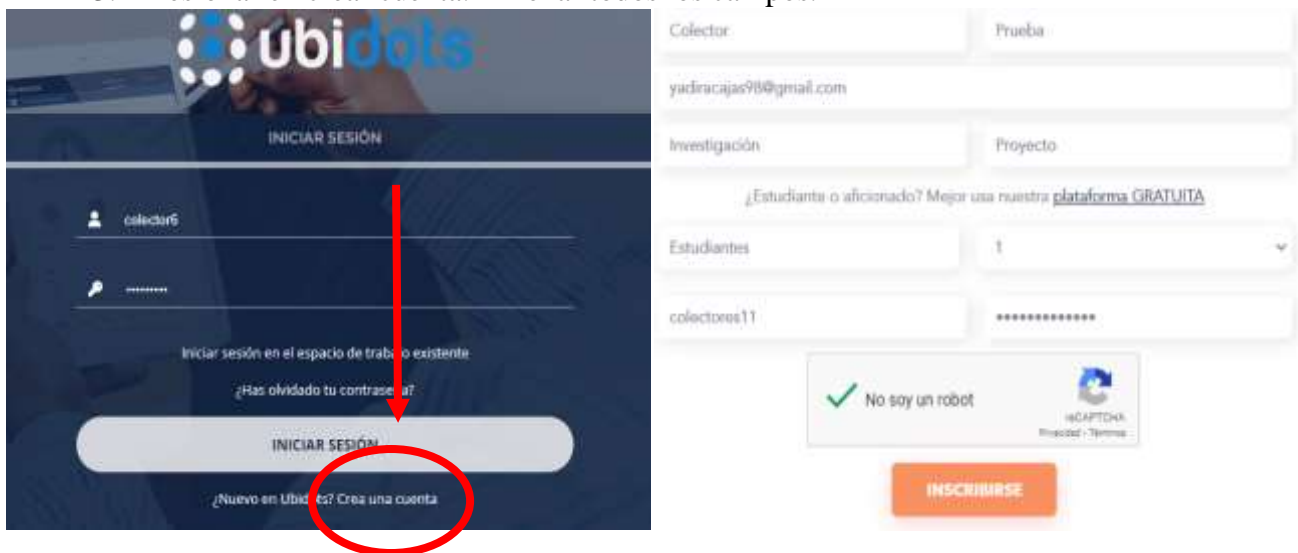


17. **Verificar** si se conecta a la red desde el monitor serial.

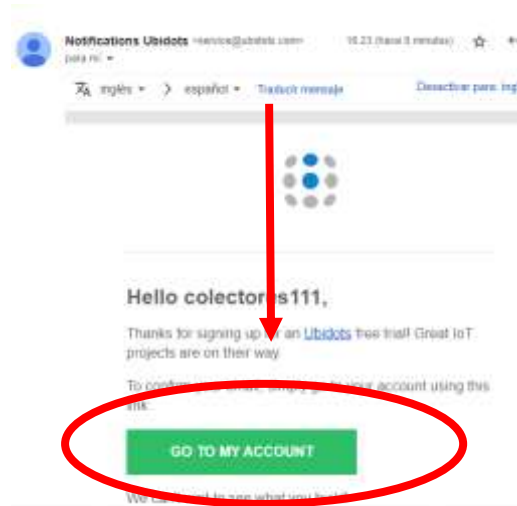


### Creación de la cuenta en la plataforma Ubidots

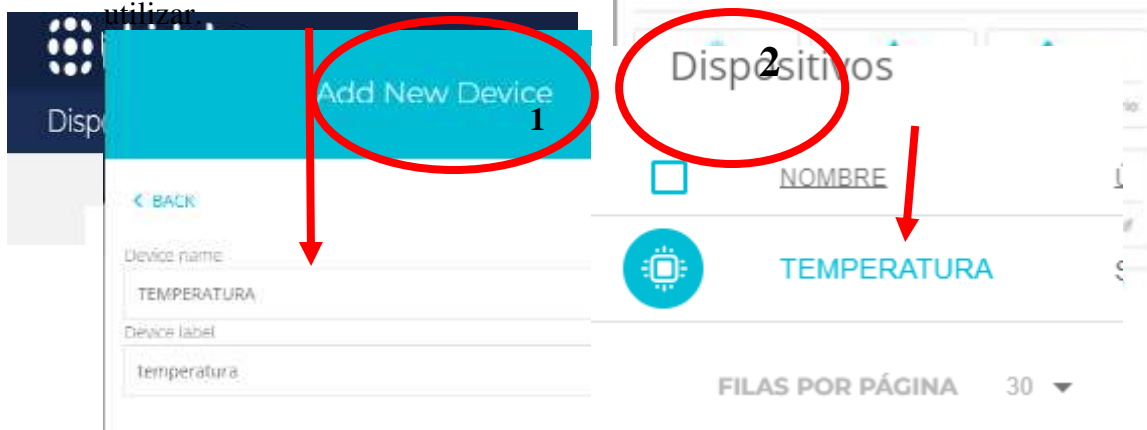
1. Se debe contar con una cuenta de Gmail.
2. Ingresar a la página principal de Ubidots.  
<https://industrial.ubidots.com/accounts/signout/>
3. Presionar en crear cuenta. Y llenar todos los campos.



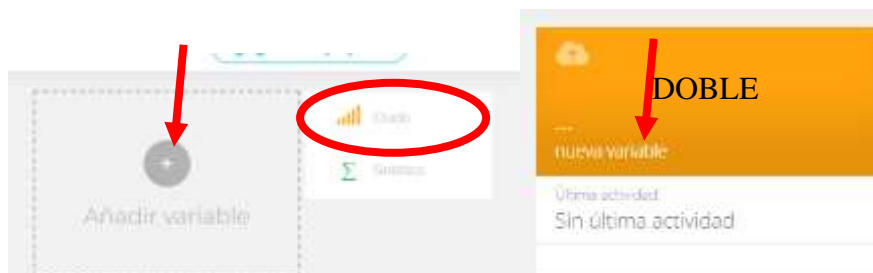
4. Una vez creado el usuario y contraseña debe ingresar a la cuenta de gmail y verificar la cuenta, posteriormente ingresar en la pagina principal de Ubidots.



5. En el dashboard de Ubidots dirigirse al menú de DISPOSITIVOS que se encuentra en la parte superior presionar dispositivos y crear dispositivos. Elegir la opción DISPOSITIVOS EN BLANCO. Escribir el nombre de la variable a utilizar.

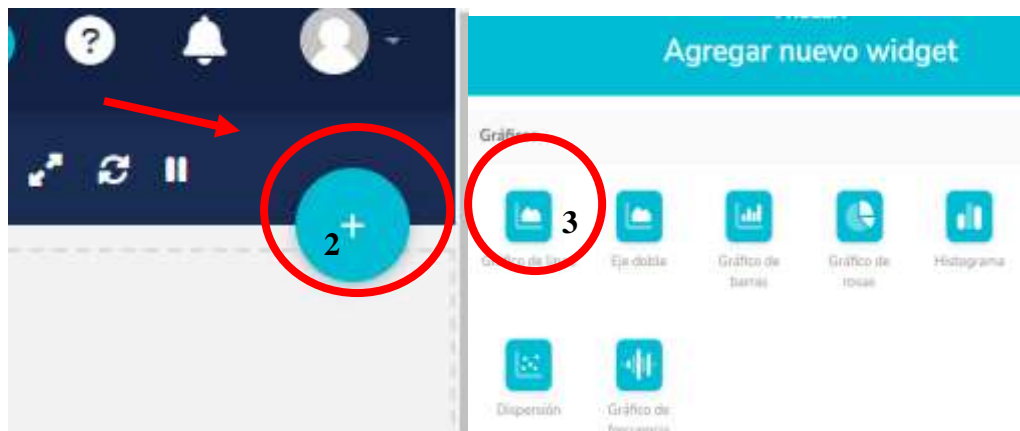
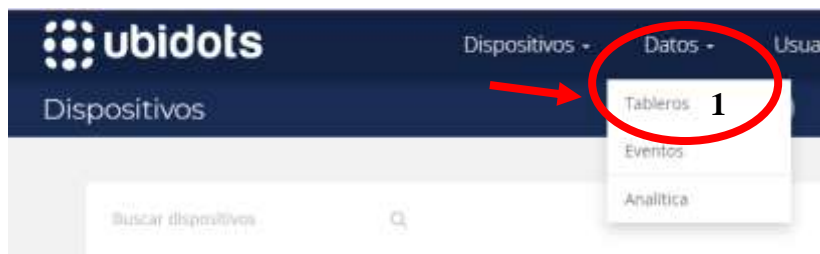


6. Presionar en la variable creada (TEMPERATURA), presionar en agregar variable, crudo. se creará una nueva variable de color tomate (si desea cambiar el nombre dar doble clic en el nombre actual).



7. En la parte superior del dashboard presionar en DATOS elegir la opción tableros, dirigirse a la parte derecha se encuentra un símbolo (+) presionarlo, buscar en la ventana de widget "grafico de líneas" dar clic en agregar variable.
8. Presionar la variable antes creada y dar clic en el visto verde.





9. Finalmente, en el dashboard se observa un cuadro de la gráfica de la variable creada con los datos adquiridos en tiempo real.



NOTA: <https://www.youtube.com/watch?v=JY7btddaAH4>

## Manual de mantenimiento, uso y conservación

### Universidad Técnica de Cotopaxi

#### Ingeniería Electromecánica



#### Introducción

A continuación, se explica en el manual el uso, conservación y mantenimiento que se debe seguir para tener un correcto funcionamiento del sistema de control.

La presente propuesta tecnológica dentro del manual contiene el mantenimiento preventivo y correctivo, también el uso de los elementos que contiene dentro del sistema. Los siguientes ítems contienen un análisis de cada uno de los elementos que lo componen, de igual forma recomendaciones de uso y mantenimiento.

#### 1. Alimentación y mantenimiento

##### Corriente alterna

En la instalación la alimentación debe ser de corriente alterna a través de conexiones. En el caso del sistema de flujo de aire es necesario una corriente alterna de 120V con una potencia de consumo de 3600w.

Para el caso de mantenimiento se debe realizar anualmente y considerar lo siguiente:

- Inspección de las líneas de fuerza de 120V.
- Inspeccione el área de conducción y sus conexiones para encontrar cualquier fuga de agua o humedad acumulada dentro de la caja el cual pueda producir un cortocircuito.

- Limpie cualquier acumulación de polvo y suciedad. Sellar la fuente de entrada del polvo.
- Se realizará una inspección general de la instalación cada 4 años para comprobar:
- Mecanismos de protección.
- Sección de conductos y aislamientos.
- Continuidad de las conexiones entre masa, conductores. [33]

**Precaución:** En caso de averías las reparaciones deben ser realizadas por personal capacitado.

### **Corriente continua**

#### **Uso y conservación**

En el sistema es importante el uso de alimentación continua por que los elementos usados se alimentan de dicha corriente, para la elección de fuentes se toma como referencia la cantidad de corriente que el sistema consume, entonces se usa una fuente de 12V con una corriente de 2A.

#### **Tipos de mantenimiento**

##### **Mantenimiento preventivo**

Se lo debe realizar de manera mensual:

- Des energizar todas las alimentaciones del sistema.
- Realizar una limpieza del polvo acumulado dentro de las cajas y de las fuentes.
- Revisar las etiquetas del cableado.
- Limpiar los cables y elementos cuidadosamente con un paño húmedo.

##### **Mantenimiento correctivo**

Una vez realizado el mantenimiento preventivo si se determina una avería en una de las fuentes o demás elementos se debe tener cambiar teniendo en cuenta las mismas características anteriores para que el sistema no tenga ningún fallo.

**Precaución:** El mantenimiento y las reparaciones deben ser realizadas por personal capacitado.

### **Microcontroladores**

**Uso y conservación:** El uso de dispositivos microcontroladores en el sistema va ser necesaria para mantener un registro continuo de datos. Por ello se debe mantener en un lugar seco, retirar el polvo acumulado y lo más importante fuera de contacto con líquidos.

Se debe realizar un mantenimiento mensual considerando lo siguiente:

- Revisar los cables de alimentación
- Resetear los dispositivos para garantizar su funcionamiento
- Retirar el exceso de polvo
- Verificar que no tenga contacto con líquidos.

### **Sensores**

**Uso y conservación:** El uso de diferentes sensores es fundamental para obtener el registro de datos de las diferentes temperaturas. Para la conservación de los sensores es importante revisar su conexión y ubicación.

Se debe realizar un mantenimiento anual.

- Limpieza de los cables
- Verificar que estén bien ubicados
- Revisar su conexión

**Precaución:** En caso de tener una animalia al momento de registrar la magnitud del sensor es necesario cambiarlo. Entonces se debe tener en cuenta el tipo de sensor y su ubicación.

### **Conclusiones**

El presente manual de mantenimiento tiene la finalidad de prevenir fallas en los dispositivos y elementos del sistema de control a través de varios parámetros importantes descritos en el manual.

### **Recomendaciones**

Para conservar el sistema de control, los elementos y dispositivos se debe encañar de realizar un correcto mantenimiento personal capacitado en el área de eléctrica, electromecánica.

**Programación del Arduino mega Pro**

En el siguiente enlace se encuentra su programación completa.

[https://drive.google.com/drive/folders/1EXJPzwn1pS9PtSP81VBN1sKA\\_FYQI7op?usp=share\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1EXJPzwn1pS9PtSP81VBN1sKA_FYQI7op?usp=share_link)

**Programación de la ESP 8266**

En el siguiente enlace se encuentra su programación completa.

[https://drive.google.com/drive/folders/1HbqEECrR9EuLy24VGc-P6MiLa\\_wiwuyo?usp=share\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1HbqEECrR9EuLy24VGc-P6MiLa_wiwuyo?usp=share_link)

**Programación del control de fase**

En el siguiente enlace se encuentra su programación completa.

[https://drive.google.com/drive/folders/1GFFAS9xQ6enuBG7YSzRd\\_v1bRxv851Ah?usp=share\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1GFFAS9xQ6enuBG7YSzRd_v1bRxv851Ah?usp=share_link)