



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMATICA Y ELECTRONICA

**CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRONICA, TELECOMUNICACIONES
Y REDES**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITORIZACIÓN
Y CONTROL DE UNA INCUBADORA DE POLLOS CON
TECNOLOGÍA IOT PARA LA EMPRESA PRIVADA
INCUCAMPOS.”**

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO EN ELECTRONICA, TELECOMUNICACIONES Y
REDES**

AUTOR: GUILLERMO ALFONSO YEROVI PARRA

TUTOR: ING. OSWALDO MARTINEZ

Riobamba – Ecuador

2020-2021

© 2021, **Guillermo Alfonso Yerovi Parra**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor

Yo, Guillermo Alfonso Yerovi Parra, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor (a) asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 10 de mayo de 202.



GUILLERMO ALFONSO YEROVI PARRA

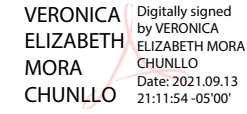
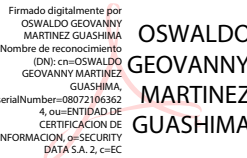
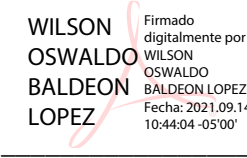
060405632-5

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA, TELECOMUNICACIONES Y REDES

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo Titulación; tipo: Proyecto Técnico, **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITORIZACIÓN Y CONTROL DE UNA INCUBADORA DE POLLOS CON TECNOLOGÍA IOT PARA LA EMPRESA PRIVADA INCUCAMPOS**, realizado por el señor: **GUILLERMO ALFONSO YEROVI PARRA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Verónica Elizabeth Mora Chunllo PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 VERONICA ELIZABETH MORA CHUNLLO Digitally signed by VERONICA ELIZABETH MORA CHUNLLO Date: 2021.09.13 21:11:54 -05'00'	2021-09-14
Ing. Oswaldo Geovanny Martínez Guashima DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN	 OSWALDO GEOVANNY MARTINEZ GUASHIMA Firmado digitalmente por OSWALDO GEOVANNY MARTINEZ GUASHIMA Nombre de reconocimiento (DN): cn=OSWALDO GEOVANNY MARTINEZ GUASHIMA, serialNumber=08072106362, ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION, o=SECURITY DATA S.A.-2, c=EC	2021-09-14
Ing. Wilson Oswaldo Baldeón López MIEMBRO DEL TRIBUNAL	 WILSON OSWALDO BALDEON LOPEZ Firmado digitalmente por WILSON OSWALDO BALDEON LOPEZ Fecha: 2021.09.14 10:44:04 -05'00'	2021-09-14

DEDICATORIA

Dedicado primeramente para Nuestro Dios Jesucristo que jamás me ha abandonado en las diversas facetas y conflictos que se han suscitado a lo largo de mi vida.

A mi Padre que desde el cielo es mi guía espiritual y de vida, para mi Madre que es mi inspiración y mi fortaleza para seguir con mi crecimiento moral, espiritual y académico y a mis hermanos que con sus consejos y ayuda siempre han estado en los mejores y peores momentos de mi vida. Mis Padres y mis hermanos que han sido el cimiento para mi educación, desarrollo personal y académico, tomando desde siempre su ejemplo de bondad, sacrificio y fe en Dios y en nuestras acciones dedicadas a proteger el bien y luchar en beneficio de la humanidad y la naturaleza.

A mi querida ESPOCH por haber sido el segundo hogar para mi preparación de vida y permitirme adquirir conocimientos concretos y valiosos para mi desenvolvimiento profesional, moral y ético.

Guillermo

AGRADECIMIENTOS

Principalmente a Dios que con su infinita bondad me permitió alcanzar mis objetivos trazados junto con la ayuda y guía y ejemplo de mis Padres y Hermanos, lograr culminar mi carrera y cumplir con este proyecto propuesto y así colaborar con el desarrollo tecnológico del Ecuador.

A todos y cada uno de mis profesores que han sido pilares fundamentales en mi formación académica con sus valiosas enseñanzas y consejos que han fortalecido mi conocimiento y carácter para afrontar las adversidades que se presenten en el campo laboral y personal.

A la empresa privada Incucampos por tomar en cuenta mis conocimientos y capacidades para solucionar con este proyecto su problemática técnica dentro de sus instalaciones.

Guillermo

TABLA DE CONTENIDO

INDICE DE TABLAS.....	x
INDICE DE FIGURAS.....	xi
INDICE DE GRÁFICOS.....	xiii
INDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT	xviii
INTRODUCCIÓN	1

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO	8
1.1 Incubación Artificial.....	8
1.2 Tipos de Incubadoras:	8
<i>1.2.1 Incubadoras manuales</i>	<i>8</i>
<i>1.2.2 Incubadora Semiautomática</i>	<i>9</i>
<i>1.2.3 Incubadora Automática.....</i>	<i>9</i>
1.3 Granjas Avícolas en el Ecuador.	10
<i>1.3.1 Producción de huevos en el Ecuador.....</i>	<i>10</i>
<i>1.3.2 Existencia de pollos y gallinas en el Ecuador.....</i>	<i>11</i>
1.4 Parámetros que intervienen en una correcta Incubación	12
<i>1.4.1 Temperatura.....</i>	<i>12</i>
<i>1.4.2 Problemas con la temperatura.</i>	<i>13</i>
<i>1.4.2.1 Mayor de lo normal.</i>	<i>13</i>
<i>1.4.2.2 Menor de lo normal.</i>	<i>13</i>
<i>1.4.2.3 Niquelinas.....</i>	<i>13</i>
<i>1.4.3 Humedad.....</i>	<i>14</i>
<i>1.4.4 Problemas con la humedad.</i>	<i>15</i>
<i>1.4.4.1 Sensores de temperatura y humedad.....</i>	<i>15</i>
<i>1.4.4.2 Sensores DHT.....</i>	<i>15</i>
<i>1.4.4.3 Sensor DHT11</i>	<i>15</i>
<i>1.4.4.4 Sensor DHT22</i>	<i>17</i>
<i>1.4.4.5 Sensor de Temperatura y Humedad SHT</i>	<i>18</i>

1.4.4.6	Comparación de sensores de temperatura y humedad.....	19
1.4.5	Volteo de huevos	19
1.4.5.1	Importancia del volteo de los huevos durante la incubación.	19
1.4.6	Ventilación	21
1.4.6.1	Ventilador	21
1.4.7	Estructura	22
1.5	Internet de las cosas IoT.....	22
1.5.1	Protocolos IoT.....	23
1.5.1.1	HTTP	23
1.5.1.2	MQTT	23
1.5.1.3	CoAP.....	24
1.5.1.4	XMPP.....	24
1.6	Tarjeta de desarrollo.	25
1.6.4	Tarjeta de Desarrollo Arduino UNO.....	25
1.6.5	Arduino en la tecnología IoT	26
1.7	Shield Wi-Fi.....	26
1.6.1	Módulo Wi-Fi NodeMCU ESP8266.....	26
1.7	IoT en la Industria de la incubación de huevos.....	28
1.8	Comparación entre la ESP-01 ESP8266 y la Node MCU ESP8266	29

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	30
2.1	Esquema de sistema de Incubadora IoT.....	30
2.2	Plataforma de internet de las cosas a utilizar en el proyecto.....	31
2.2.1	CavyIoT.....	31
2.2.2	Conexión entre de la Tarjeta Node MCU ESP8266 a CavyIoT.....	32
2.2.3	Instalación del firmware CavyIoT en la tarjeta Node MCU ESP8266.....	32
2.3	Esquema del circuito controlador de la Incubadora IoT.....	34
2.4	Ensamblaje del circuito controlador de la Incubadora IoT.	34
2.4.1	Montaje de la circuitería de control dentro de la estructura.....	35
2.4.2	Distribución de los leds pilotos en el circuito	36
2.5	Ensamblaje de la Incubadora IoT	37
2.5.1	Estructura	37
2.6	Dispositivos Elegidos para el ensamblaje	39

2.6.1	<i>Niquelina</i>	39
2.6.2	<i>Ventilador Interno</i>	40
2.6.3	<i>Ventilador Externo</i>	41
2.7	Creación y configuración de cuenta en la Plataforma CavyIoT	42
2.7.1	<i>Botones</i>	44
2.7.2	<i>Medidores</i>	45
2.7.3	<i>Configuración de los botones y medidores en el Panel de Control del dispositivo en la Plataforma CavyIoT</i>	46
2.7.4	<i>Configuración de los Triggers o Disparadores</i>	47
2.8	API RESTful	49
2.9	Comparación con incubadoras existentes en el mercado	54
2.9.1	<i>Incubadora Automática ZStarlite B07CNZZ82D</i>	54
2.9.2	<i>Incubadora HDD YZ-12A de 12 huevos</i>	55
2.9.3	<i>Incubadora B07BX9BC4N de 24 huevos</i>	55
2.9.4	<i>Incubadora Osnox – 0999111164 48 huevos</i>	56
2.10	Seguridad	58

CAPÍTULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.	60
3.1	Registro de datos en formato CSV y JSON y PDF	60
3.2	Toma y recolección de datos.	61
3.3	Tiempo de subida de datos entre el sistema y el servidor.	62
3.4	Caracterización de las condiciones de la Incubadora IoT.	63
3.5	Caracterización del movimiento de la bandeja de huevos	65
3.6	Retiro de los huevos de las bandejas de volteo	65
3.7	Nacimiento de los pollitos Incubadora IoT	67
3.8	Nacimiento de pollitos Incubadora Incucampos	67
3.9	Análisis económico del sistema Incubación IoT	69

CONCLUSIONES..... 71

RECOMENDACIONES..... 72

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Número de Granjas Avícolas por tipo de Actividad Principal Ecuador.	10
Tabla 2-1: Características básicas de niquelina para calentamiento de aire	14
Tabla 3-1: Principales características de los sensores: DHT11, DHT22, SHT	19
Tabla 4-1: Tabla comparativa entre la ESP-01 ESP8266 y la Node MCU ESP8266	29
Tabla 1-2: Tabla de comparación de características incubadoras existentes en el mercado.	58
Tabla 1-3: Registro de datos subidos desde el sistema al servidor CavyIoT	62
Tabla 2-3: Tabla de condiciones de parámetros de incubación promedio	63
Tabla 3-3: Tabla de condiciones de parámetros de incubación promedio	64
Tabla 4-3: Tabla de posiciones de las bandejas de huevos	65
Tabla 5-3: Tabla de presupuesto económico del sistema de Incubación IoT	69

INDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Incubadora Manual	8
Figura 2-1: Incubadora semiautomática	9
Figura 3-1: Incubadora automática	9
Figura 4-1: Sensor de Temperatura y Humedad DTH11	16
Figura 5-1: Sensor de Temperatura y Humedad DTH22.....	17
Figura 6-1: Sensor de Temperatura y Humedad SHT1x	18
Figura 7-1: Bandeja para el volteo de los huevos	20
Figura 8-1: Ventilador	21
Figura 9-1: Incubadora realizada en estructura de refrigerador.....	22
Figura 10-1: Placa de desarrollo Arduino UNO	25
Figura 11-1: Placa Wi-Fi NodeMCU ESP8266.....	27
Figura 12-1: Placa ESP-01 ESP8266 WiFi-Serial.....	27
Figura 1-2: Esquema de sistema de Incubadora IoT.....	30
Figura 2-2: Esquema de bloques del sistema de Incubadora IoT	31
Figura 3-2: Iniciación de programa de firmware CavyIoT.....	32
Figura 4-2: Reemplazo de credenciales Wi-Fi para autenticación	33
Figura 5-2: CavyIoT-DevBoard activado (Dispositivo CavyIoT Activado)	33
Figura 6-2: Esquema de circuito controlador de Incubadora IoT	34
Figura 7-2: Parte Exterior e interior de UPS en desuso.	35
Figura 8-2: Parte posterior del UPS reciclado.	35
Figura 9-2: Montaje de placas y cableado en la estructura del UPS.....	36
Figura 10-2: Distribución de colores de leds pilotos.	37
Figura 11-2: Estructura exterior de refrigerador en desuso	38
Figura 12-2: Estructura interior de refrigerador en desuso.....	38
Figura 13-2: Estructura posterior de refrigerador en desuso	39
Figura 14-2: Procedimiento de anclaje y soporte de la niquelina.....	40
Figura 15-2: Ventilador Anclado a la lata de soporte	40
Figura 16-2: Ventilador Externo.....	41
Figura 17-2: Distribución Interna de elementos dentro del habitáculo de la Incubadora	41
Figura 18-2: Creación de cuenta en la plataforma CavyIoT.....	42
Figura 19-2: Activación de la cuenta en CavyIoT	43
Figura 20-2: Dispositivo asignado automáticamente y su periodo de vigencia.....	43
Figura 21-2: Líneas de código con credenciales para conexión a plataforma CavyIoT	44

Figura 22-2: Ejemplo de asignación de funciones a los botones	44
Figura 23-2: Asignación de actuadores a los botones en CavyIoT.....	45
Figura 24-2: Medidores de sensores 1 y 2 en la plataforma CavyIoT	46
Figura 25-2: Asignación de sensores con sus respectivas etiquetas	46
Figura 26-2: Visualización del panel de control de la primera prueba.	47
Figura 27-2: Configuración de Triggers para el funcionamiento del proceso de Incubación....	48
Figura 28-2: Visualización de los parámetros y botones del sistema de Incubación.....	48
Figura 29-2: Representación JSON del objeto “estudiante”	52
Figura 30-2: La primera versión de la representación XML del objeto “estudiante”	52
Figura 31-2: La segunda versión de la representación XML del objeto “estudiante”	52
Figura 32-2: Formato de intercambio para acceder a los servicios de API RESTfull.	53
Figura 33-3: Incubadora Automática ZStarlite B07CNZZ82D	54
Figura 34-3: Incubadora Automática HDD YZ-12 ^a	55
Figura 35-3: Incubadora Automática Incubadora B07BX9BC4N.....	56
Figura 36-3: Incubadora Automática Incubadora Osnox – 0999111164.....	57
Figura 1-3: Página de descarga de archivo CSV de registro de parámetros de incubación.....	60
Figura. 2-3: Herramienta en Línea para transformar archivos CSV a JSON y PDF	61
Figura 3-3: Tabla de formato PDF con todos los parámetros del proceso de incubación.	61
Figura 4-3: Carga de huevos listos para el proceso de incubación.	62
Figura 5-3: Traslado de huevos hacia la cesta plástica para la respectiva eclosión.....	66
Figura 6-3: Panel de control y monitorización de la incubadora IoT. Plataforma CavyIoT....	66
Figura 7-3: Nacimiento de los pollitos, Incubadora IoT.....	67
Figura 8-3: Ingreso de huevos en Incubadora Incucampos.	67
Figura 9-3: Ingreso de los pollitos, Incubadora Incucampos.	68
Figura 10-3: Notificaciones de alerta que se entregan por correo electrónico.....	69

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-1: Producción de huevos de gallina por regiones en planteles avícolas.	11
Gráfico 2-1: Existencia de pollos de engorde por regiones 2019.	12
Gráfico 3-1: Valores de temperatura en los 21 días del proceso de incubación.	64
Gráfico 3-2: Valores de temperatura en los 21 días del proceso de incubación.	64

INDICE DE ANEXOS

ANEXO A: CARACTERÍSTICAS DE LA PLACA NODEMCU ESP8266

ANEXO B: CARACTERÍSTICAS DE LA TARJETA DE DESARROLLO ARDUINO UNO

ANEXO C: CÓDIGO DE LA TARJETA NODE MCU ESP8266 EN EL IDE DE ARDUINO

ANEXO D: CÓDIGO DE LA TARJETA ARDUINO UNO EN EL IDE DE ARDUINO

ANEXO E: CAPTURAS DE PARÁMETROS DEL PROCESO DE INCUBACIÓN.

ANEXO F: CERTIFICADO EMPRESA INCUCAMPOS

INDICE DE ABREVIATURAS

API	Application Programming Interfaces
CoAP	Constrained Application Protocol
CSV	Comma-Separated Values
DTLS	Datagram Transport Layer Security
ESPAC	Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua
FTP	File Transfer Protocol
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
IA	Inteligencia Artificial
IDE	Integrated Development Environment
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
IoT	Internet de las Cosas
JSON	JavaScript Object Notation
M2M	Machine to Machine
MCU	Micro Controller Unit
MgO	Óxido de Magnesio
MQTT	Message Queuing Telemetry Transport
NTC	Negative Temperature Coefficient
OTP	One-Time Password
PCB	Printed Circuit Board
PyME	Pequeña y Mediana Empresa
REST	Representational State Transfer
RH	Relative Humidity
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
SMTP	Protocolo para Transferencia Simple de Correo
SoC	System on Chip
SSID	Service Set Identifier

TCP/IP	Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet.
TIC	Tecnologías de la información y comunicación
TTL	Transistor-Transistor Logic
UDP	User Datagram Protocol
UPS	Uninterruptible Power Supply
URI	Identificador Uniforme De Recursos
USB	Universal Serial Bus
VCC	Voltaje de Corriente Continua
Wi-Fi	Wireless Fidelity (Fidelidad Inalámbrica)
XML	Lenguaje de Marcado Extensible
XMPP	Protocolo Extensible de Mensajería y Comunicación de Presencia

RESUMEN

El presente trabajo de titulación tuvo como objetivo realizar la implementación de una incubadora de pollos con la tecnología IoT (Internet of Things) para la empresa privada Incucampos, mediante la selección del software y el hardware adecuados a las características necesarias para la correcta implementación, mediante el análisis de investigaciones bibliográficas se estudiaron los requerimientos teóricos, técnicos y prácticos que involucran la incubación artificial de pollos, y a la vez se estudió características IoT para permitir la monitorización y el control de una incubadora a través de una conexión remota configurada por Wi-Fi (*Wireless Fidelity*), contrariamente a métodos convencionales como la supervisión física y presencial en los cuartos de incubación, estos métodos de supervisión anteriores también provocaban incertidumbre en horas de la noche debido a que el proceso se lo realizaba completamente sin supervisión. Para la realización del presente proyecto se utilizó principalmente la tarjeta de desarrollo Arduino UNO, la cual se encargó del control de los sensores y actuadores que intervienen en el proceso de incubación, y para la conexión hacia la red se utilizó la tarjeta Wi-Fi Node MCU ESP-8266, la monitorización se llevó a cabo mediante los datos sensores de: humedad y temperatura, subidos a la plataforma de internet de las cosas CavyIoT, en cuanto a los actuadores estuvieron conformados por una resistencia electrotérmica para producir calor, un ventilador para distribución uniforme de calor y humedad, otro ventilador para el desfogue en caso de exceso de calor y bandejas con motor que se encargaron de la rotación de los huevos a determinados intervalos de tiempo. Se concluyó que la Incubadora IoT obtuvo mejores resultados en comparación con las incubadoras tradicionales de la empresa, teniendo un mayor porcentaje de nacimiento de pollitos. Se recomienda la utilización de huevos fértiles para una mayor tasa de eclosión de pollitos.

Palabras clave: <INCUBADORA>, <INTERNET DE LAS COSAS (IOT)>, <ARDUINO (Tarjeta Electrónica de Desarrollo)>, <WIRELESS FIDELITY (WI-FI)>, <SENSORES>, <ACTUADORES>.



Firmado electrónicamente por:
JHONATAN RODRIGO
PARREÑO UQUILLAS



05-06-2021

1302-DBRA-UTP-2021

ABSTRACT

The current degree work was aimed to implement a chicken incubator with IoT (Internet of Things) technology to Incucampos private company. Therefore, selecting the software and hardware appropriate to the characteristics essential for the correct implementation was necessary. The academic, technical, and practical requirements that involve the artificial incubation of chickens were studied through the analysis of bibliographic research. In addition, IoT characteristics were studied to allow the monitoring and control of an incubator through a remote connection configured by Wi-Fi (Wireless Fidelity), different from conventional methods such as physical and face-to-face supervision in the incubator rooms. These previous monitoring methods also caused uncertainty at night because the process was entirely performed without supervision. The Arduino UNO development board was mainly used to carry out this project, which controlled the sensors and actuators involved in the incubation process, and the Wi-Fi Node MCU ESP-8266 card was used to connect to the network. The monitoring was carried out employing the sensor data of humidity and temperature, uploaded to the Internet of Things platform CavyIoT. As regards actuators, they were made up of an electrothermal resistance to produce heat, a fan for uniform distribution of heat and humidity, another fan to reseat in case of excess heat, and motor trays in charge of rotating the eggs at certain time intervals. It was concluded that the IoT Incubator obtained better results than the company's traditional incubators, having a higher percentage of the chick hatching. It is recommended to use fertile eggs for a higher chick hatching rate.

Keywords: <INCUBATOR>, <INTERNET OF THINGS (IOT)>, <ARDUINO (Electronic Development Board)>, <WIRELESS FIDELITY (WI-FI)>, <SENSORS>, <ACTUATORS>.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo paulatino de la tecnología a través de sensores, motores, controladores y otras herramientas ha producido sistemas automatizados que pueden simplificar las actividades diarias que se deben realizar en el hogar y la industria para encontrar soluciones que satisfagan sus necesidades e involucren tecnología. El desarrollo de la automatización y el Internet de las cosas se acercan al alcance de nuestra realidad. (Maldonado, 2019, p.1). Respecto al análisis *de McKinsey Global Institute* (Manyika & James, 2015, p. 1), "*Internet of Things*" es una tecnología que permite conectar máquinas, equipos y otros objetos físicos con sensores y actuadores de red para obtener datos y gestionar su rendimiento. Puede hacer que las máquinas cooperen e incluso realizar operaciones basadas en nueva información obtenida de forma independiente.

En la actualidad, la forma tradicional para realizar la monitorización de los parámetros de incubación es con la presencia de un inspector en los cuartos de incubación para asegurarse de que el proceso esté realizándose correctamente, esto en horas de la noche genera incertidumbre por no contar con supervisión en caso de falla de algún parámetro.

Por estas razones se presenta una forma alternativa de monitoreo y control remoto de una incubadora con resultados óptimos, tomando en cuenta los parámetros adecuados, en el caso de la incubación de huevos de pollo, como la temperatura que ronda entre los 37,5 °C y los 38 °C, la humedad relativa que oscila entre los 50% al 55%, siendo estos dos parámetros los más importantes debido a que las variaciones bruscas pueden llegar a matar al embrión.

Es por ello que se requiere de una monitorización exhaustiva de los parámetros de incubación con la finalidad de mantener un control durante el mayor tiempo posible sobre el proceso, a esto nos ayuda el desarrollo de la tecnología IoT debido a que esta tecnología permitirá una monitorización permanente que facilitará la pronta actuación en caso de alguna variación brusca de los parámetros, evitando que estos se salgan de sus límites y provoquen daños en los embriones y con esto pérdidas de lotes de huevos.

ANTECEDENTES

La incubación artificial de huevos de aves de corral es una práctica muy antigua. Aristóteles escribió en 400 a. C. que los egipcios incubaron huevos espontáneamente en el estercolero. Los chinos tuvieron incubación artificial al menos alrededor del 246 a. C. Estos métodos de incubación temprana generalmente se implementan a gran escala, y un solo lote contenía 36,000 huevos (Erazo, 2015, p.5).

La aplicación del principio de incubación era un secreto muy bien guardado, que se transmite de una generación a la siguiente. La temperatura apropiada se juzga colocando los huevos incubados en la órbita del ojo humano para una medición precisa. El cambio de temperatura se logra moviendo los huevos, agregando más huevos para aprovechar el calor generado por el desarrollo embrionario de los huevos más viejos regulando el flujo de aire fresco a través del área de nacimientos. (Quituzaca, 2015, p.1).

Los malos resultados de la eclosión suelen deberse a un control inadecuado de la temperatura y / o la humedad. Un control incorrecto significa que la temperatura o la humedad son demasiado altas o demasiado bajas durante un tiempo suficiente, lo que interferirá con el crecimiento y desarrollo normal del embrión. La mala ventilación y rotación, la limpieza inadecuada de la maquinaria o de los huevos también pueden producir resultados no deseados. (Quituzaca, 2015, p.9).

En cuanto a la existencia de aves 9'341.321 son criadas en campo y 46'572.210 en planteles avícolas. (INEC, 2019, p. 12)

La producción semanal de huevos de gallina el 8,6% proviene de las aves criadas en campo y el 91,4% de planteles avícolas. (INEC, 2019, p.12)

La Región Sierra aporta con el 75,4% de la producción nacional de huevos, seguida de la Costa con el 17,6%, y la Amazonía el 7%. (INEC, 2019, p.12)

Estas cifras han ido creciendo paulatinamente debido al aumento de la población, al consumo per cápita y a los beneficios de consumir este tipo de aves y sus derivados. (INEC, 2019, p.12)

Debido a lo expuesto anteriormente se considera la incubación de huevos de aves, específicamente de pollos, un negocio rentable, ya que la demanda está en aumento y se pueden tener ingresos con poca inversión, por tanto, en este proyecto se desarrollará un prototipo de

incubación artificial con monitorización mediante la tecnología IoT, que permitirá poseer un control de los procesos de incubación durante las 24 horas del día.

Actualmente con el avance de las tecnologías como son las redes y el IoT, se puede obtener la ventaja de monitorear una incubadora de manera remota, lo cual beneficia desde el punto de vista económico ya que permitirá aumentar el presupuesto de la empresa a largo plazo, puesto que no habría necesidad de contratar personal para que realice la inspección presencial.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La incertidumbre del proceso de incubación durante horas de la noche en dónde no se tiene un control en cuanto al proceso de incubación.

SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

¿Existe un sistema remoto con tecnología IoT para la monitorización del proceso de incubación de huevos de pollo en el Ecuador?

¿La monitorización del proceso de incubación puede no requerir de personal presencial en sus instalaciones?

¿Es posible implementar la tecnología IoT para la monitorización del proceso de incubación en la empresa Incucampos?

JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

En la actualidad, existen incubadoras totalmente automáticas que garantizan una incubación casi completa de los huevos, pero todas estas cualidades hacen que el equipo sea caro e inaccesible, además, el operador debe mantener la supervisión de la temperatura y la humedad. En comparación con las incubadoras provistas por las marcas más conocidas como Wiltex, Copele, Awhao, Xuan Yue, Weiqian, Amzdeal, etc., el precio de estas incubadoras oscila entre cientos de dólares y miles de dólares, dependiendo de la calidad, en el ámbito internacional, algunos de ellos no tienen autonomía, y mantienen el proceso tradicional de incubación mediante la supervisión constante de las personas. (Maldonado, 2019, p.3)

La tecnología de IoT puede ahorrar costos y mejorar la eficiencia en todas las industrias, pero también tiene un impacto en la sostenibilidad. El Foro Económico Mundial ha analizado más de 640 proyectos de Internet de las cosas, teniendo en cuenta su impacto potencial en el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. (Perez; et al. 2019, p.12)

El resultado de esta investigación es que el Foro Económico Mundial informó: "El 84% de las implementaciones de IoT [estudiados] están abordando o es probable que logren los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) definidos por las Naciones Unidas. El análisis apoya la hipótesis que muchos comparten: que el IoT genera beneficios de desarrollo que podrían maximizarse sin

comprometer su viabilidad comercial. La razón por la que Internet de las cosas puede convertirse en un catalizador del desarrollo sostenible reside en su tecnología. Básicamente, la Internet de las cosas se trata de medir y controlar de forma remota "cosas" previamente desconectadas para llegar a personas y objetos que la tecnología no puede alcanzar, y en el proceso también respalda elementos de desarrollo sostenible. Sin embargo, la comprensión de este vínculo entre Internet de las cosas y el desarrollo sostenible es limitada. Hay múltiples estudios de casos que muestran cómo priorizar los objetivos de desarrollo sostenible pueden tener un mayor impacto en la sostenibilidad y los beneficios comerciales entre múltiples partes interesadas.”. (Perez; et al. 2019, p.13)

El informe encontró que de los 640 proyectos de IoT estudiados, el 75% del impacto se concentró en cinco ODSs:

9 Industria, innovación e infraestructura (25%)

11 Ciudades y comunidades sostenibles (19%)

7 Energía asequible y no contaminante (19%)

3 Salud y bienestar (7%)

12 Producción y consumo responsables (5%)

Hasta la fecha, la mayor parte del crecimiento en la industria de Internet de las cosas se ha producido en las economías más desarrolladas, pero a medida que la escala de fabricación de sensores y dispositivos digitales aumenta los hace asequibles, el mundo entero se ha vuelto cada vez más conectado y las economías en desarrollo tendrán oportunidad de estar más cerca de los países líderes en el nivel de adopción e innovación relacionada con el Internet de las Cosas. (Perez; et al. p.13)

Las dos tendencias que dominan la industria de la tecnología son Internet de las cosas (IoT) y la Inteligencia artificial (IA). La convergencia de IA e IoT redefinirá el futuro de la automatización industrial. Está destinado a liderar la revolución de la Industria 4.0. (Janakiram, 2019)

JUSTIFICACIÓN APLICATIVA

Dentro de la Empresa Privada INCUCAMPOS actualmente la tarea de monitorizar el proceso de incubación de los huevos requiere de mucho tiempo y dedicación lo cual resulta tedioso y repetitivo, por este motivo se realiza únicamente un control rutinario y no a cada momento del estado en el que se encuentran los huevos, lo cual incrementa el riesgo en caso de suscitarse fallas que estas no sean percibidas sobre todo en los parámetros de temperatura y humedad.

La monitorización remota permitirá tener la información en tiempo real de los procesos de incubación que sean de interés en un determinado momento y consultar como ha sido el comportamiento del sistema a lo largo de la incubación, facilitando al usuario detectar eventuales anomalías, evitando acceder de manera presencial hasta las instalaciones de las salas de incubación dada la ventaja se tendrá al observar los parámetros de incubación desde un dispositivo remoto con acceso a Internet.

El sistema de incubación monitoreado de forma remota mediante la tecnología IoT omitirá la presencia física del inspector en los cuartos de incubación, con la finalidad de independizar en cierta forma el proceso y mantener una vigilancia continua y una respuesta oportuna a posibles cambios que se requieran en ese instante.

La Empresa Privada INCUCAMPOS ubicada en Santo Domingo de los Tsáchilas, no cuenta con incubadoras que posean las características de monitorización y control mediante IoT, sin tener una monitorización durante las 24 horas del día en el proceso de incubación se corre el riesgo de exponerse nuevamente a que se repita lo suscitado en una ocasión en la cual la temperatura de una incubadora ascendió hasta los 45 grados centígrados durante 5 horas, debido a esto, al final del proceso de incubación se evidenciaron las consecuencias como deformidades en la cabeza, picos y ojos de los pollitos con la posterior muerte y pérdida de mil huevos de un lote de 3000 huevos, de igual manera en horas de la noche y madrugada existe incertidumbre acerca del proceso de incubación que se realiza automáticamente, sin tener un aviso previo en caso de que un parámetro llegue a fallar, lo cual representa un riesgo ya que el proceso de incubación es delicado sobre todo en términos de temperatura y humedad. Este proyecto propone monitorización y control mediante un dispositivo con acceso a internet y detectar si los parámetros como la temperatura y humedad ha disminuido o aumentado de su rango normal con la finalidad de que no influyan de manera negativa al proceso de incubación, el dispositivo en el cual se tendrá la aplicación para la monitorización y el control tendrá que poseer conexión a internet y a los servidores en donde se aloja la plataforma IoT.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Implementar un sistema de monitorización y control de una incubadora para pollos con tecnología IoT para la Empresa Privada Incucampos.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Estudiar las características de incubación ideales para pollos, junto con la tecnología IoT y los sensores para su monitorización eficiente.
- Realizar el prototipo de una incubadora para pollos mediante la tarjeta de desarrollo Arduino UNO y mediante la Shield Wi-Fi Módulo ESP8266, lo que permitirá la adaptación de los parámetros de incubación hacia la tecnología IoT.
- Evaluar el funcionamiento de una incubadora para pollos mediante los indicadores de incubación requeridos realizando correcciones en caso de falla de la máquina.

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Incubación Artificial

La incubación artificial es la réplica del proceso natural de incubación de las aves para adaptar las condiciones necesarias, como temperatura, ventilación y humedad, y lograr un correcto desarrollo embrionario. (Valencia, V & Sanchez, M., 2016, p.3).

1.2 Tipos de Incubadoras:

- Incubadoras Manuales
- Incubadoras Semiautomáticas
- Incubadoras Automáticas.

1.2.1 *Incubadoras manuales*

Como se muestra en la Figura 1-1, la incubadora manual es un dispositivo en el que el operador puede intervenir completamente, ya que es necesario mantener un monitoreo continuo del estado de cada huevo, es decir, la temperatura, la humedad y las operaciones de rotación de huevos deben realizarse múltiples veces al día, lo que significa una gran cantidad de cuidado y supervisión manual, por lo que la producción de aves de corral es pequeña. (Babera, 2016, p.1)



Figura 1-1: Incubadora Manual

Fuente: Flores, A. 2018, p.2.

1.2.2 Incubadora Semiautomática

En este tipo de incubadora, como se observa en la figura 2-1, el control de temperatura se realiza mediante un termostato, el cual tiene la función de ajustar la temperatura indicada para que funcione con normalidad, pero otros parámetros (como la humedad y la rotación de huevos) se realizan de forma manual. Para los avicultores, esto es un proceso igualmente tedioso, lo mismo que una incubadora manual. (Flores, 2018, p.2)



Figura 2-1: Incubadora semiautomática

Fuente: Flores, A. 2018, p.3.

1.2.3 Incubadora Automática

Las incubadoras automáticas que se muestran en la Figura 3-1 se utilizan de manera profesional, es decir, debido a la alta producción de aves, cada incubadora puede producir hasta 5,000 huevos, por lo que son equipos en demanda comercial. Con el sistema de rotación de temporizado y ventilación forzada, todas estas funciones de control son electrónicas. (Babera, 2016, p.2)



Figura 3-1: Incubadora automática

Fuente: Flores, A. 2018, p.3.

1.3 Granjas Avícolas en el Ecuador.

Como se muestra en la Tabla 1-1, en Ecuador, la producción de aves de corral como las gallinas ha aumentado significativamente, mostrando el número de granjas de producción avícola existentes en el país.

Tabla 1-1: Número de Granjas Avícolas por tipo de Actividad Principal Ecuador.

Región	Total de Granjas Avícolas	Actividad Primaria a la que se dedica la granja				
		Pollos o Gallinas	Pavos	Codornices	Avestruces	Otras Aves
Total Nacional	1567	1547	8	3	4	5
Región Sierra	856	841	8	3	1	3
Región Costa	543	540	-	-	3	-
Región Amazónica y Zonas de conflicto	168	166	-	-	-	2

Fuente: (Tabla de Salida de Censos Avícolas Ecuatorianos.pdf, 2017, p.2)

Realizado por: Yerovi, Guillermo; 2020.

1.3.1 Producción de huevos en el Ecuador

De la producción semanal de huevos en 2019, el 91,44% provino de granjas avícolas y el 8,56% provino de los campos. La zona con mayor producción de huevos es Tungurahua, con 41,53 millones. (ESPAC, 2019, p. 42)

Como se muestra en el gráfico 1-1, a mayo de 2020, la producción de huevos de las granjas avícolas en varias regiones tiene una alta concentración del 77,81% en Sierra, seguida del 15,39% en las zonas costeras y finalmente del 6,80% en la Amazonía. (ESPAC, 2019, p. 42)

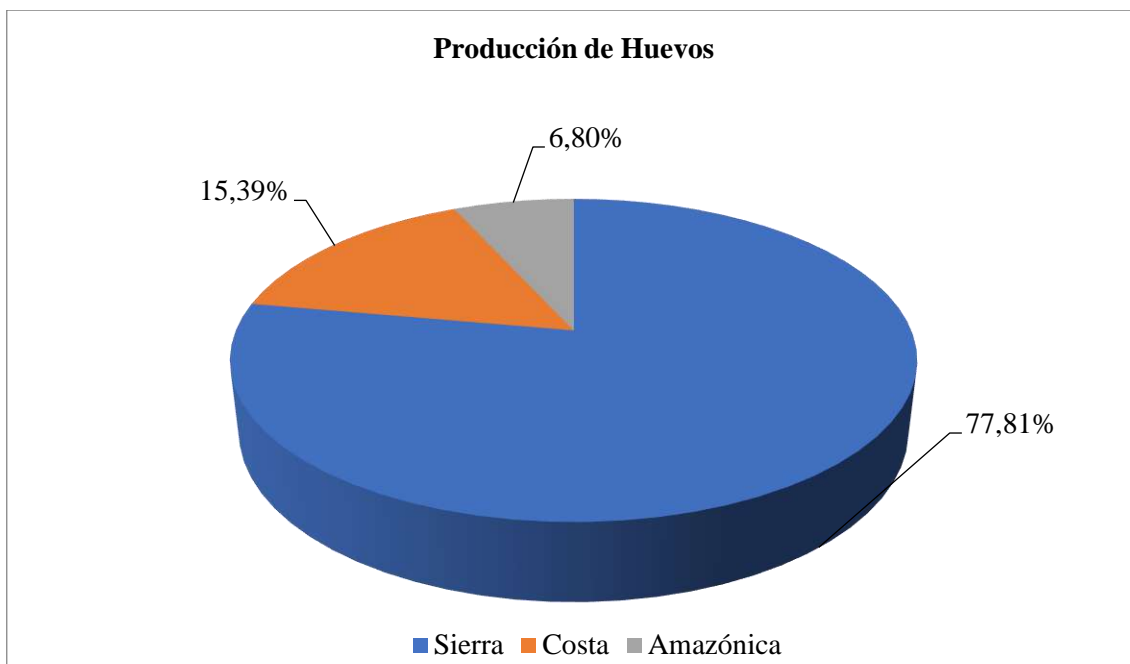


Gráfico 1-1: Producción de huevos de gallina por regiones en planteles avícolas.

Fuente: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2019/Presentacion%20de%20los%20principales%20resultados%20ESPAC%202019.pdf

1.3.2 Existencia de pollos y gallinas en el Ecuador.

Finalmente, según el análisis a nivel nacional según la "Encuesta Continua de Superficie y Producción Agrícola en 2019-ESPAC", hasta mayo de 2020 se criaba 34,88 millones de pollos en granjas avícolas; 3,93 millones se registraban en el campo. (ESPAC, 2019, p. 40)

En cuanto la existencia de pollos de engorde en el Ecuador por regiones, como muestra en el gráfico 2-1, se tiene la mayor concentración en el a región costa con un 55,99%, seguido por la región Sierra con un 41,13% y en último lugar la región Amazónica con un 2, 88%. (ESPAC, 2019, p. 41)

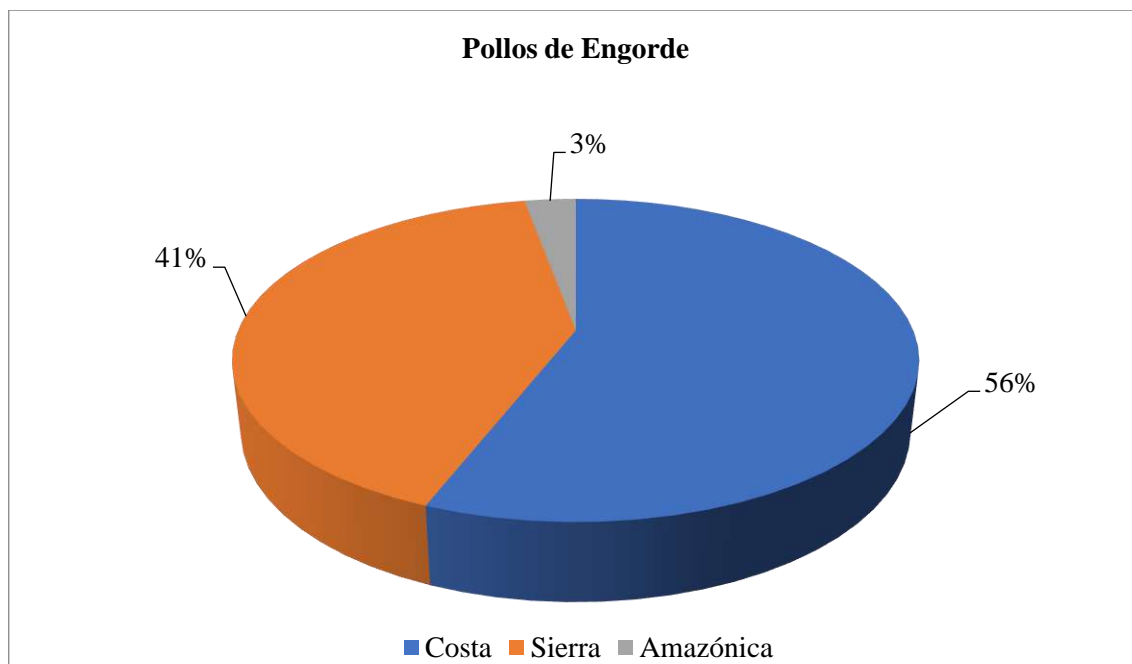


Gráfico 2-1: Existencia de pollos de engorde por regiones 2019.

Fuente: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2019/Presentacion%20de%20los%20principales%20resultados%20ESPAC%202019.pdf

Por este motivo la labor de incubar huevos de pollos en nuestro país es rentable debido a la cantidad elevada de granjas avícolas, la abundante producción de huevos y la existencia de pollos de engorde, esto encaminado notoriamente a la cría y la posterior venta de pollos para el consumo con la finalidad de satisfacer la demanda del país, por lo tanto, desarrollar nuevas tecnologías como el caso de IoT dentro de la industria de incubación tendrá una aceptación muy valorada.

1.4 Parámetros que intervienen en una correcta Incubación

Los parámetros que se deben considerar para una adecuada incubación y de esta manera mejorar las condiciones para el desarrollo del embrión son: Temperatura, Humedad, Ventilación, Posición y Volteo. (Flores, 2018, p. 4)

1.4.1 Temperatura

Durante el proceso de incubación, el calentamiento de los huevos se logra mediante el intercambio de calor entre el aire y los huevos. La temperatura óptima de incubación es de 37 a 38 ° C. Si la temperatura es inferior a 35 ° C o superior a 40 ° C, el embrión morirá. El nivel de temperatura

óptimo a aplicar depende de: el tipo de incubadora, la calidad y el tamaño de los huevos, la edad del embrión y la especie (Castilla, E & Mendoza, J, 2014, p. 54-55).

No es fácil mantener el nivel de temperatura en un valor estable durante la incubación. Para cumplir con este requisito, todos los sistemas de incubadoras deben configurarse casi a la perfección y se requiere el funcionamiento eficaz del instrumento de control de los factores de incubación. Para mantener el nivel de temperatura óptimo en el termostato, es necesario establecer una relación muy estrecha entre el sistema de humedad, la ventilación por un lado y la temperatura por otro. La temperatura ideal es 37,5°C (100°F). (Castilla, E & Mendoza, J, 2014, p. 54-55).

1.4.2 Problemas con la temperatura.

1.4.2.1 Mayor de lo normal.

- Se adelanta el desarrollo embrionario
- Hay posiciones anormales de los embriones
- Hay gran mortalidad a partir del día 18
- Más de 40° C (hay gran mortalidad)

1.4.2.2 Menor de lo normal.

- Se retrasa el desarrollo embrionario
- Hay un retraso en el desarrollo del embrión
- Hay muchas bajas en los 3-4 primeros días

1.4.2.3 Niquelinas

Son elementos calefactores tubulares hechos de níquel y cromo, que calientan el aire a su paso por la radiación térmica. Se pueden fabricar en cualquier diámetro, longitud y forma, de modo que se puedan obtener los elementos utilizados para calentar aire, líquido o sólido. La tabla 2-1

enumera las principales características del níquel utilizado para calentar aire. (BUSTAMANTE & CEVALLOS, 2013. pp. 38-39)

Tabla 2-1: Características básicas de niquelina para calentamiento de aire

Componente	Característica
Blindaje	Los elementos calefactores blindados resisten los impactos, vibración y corrosión se diseñan en función del medio a calentar y la temperatura de utilización.
Aislante	Compuesto de óxido de magnesio electro fundido (MgO), asegura un perfecto aislamiento, rigidez dieléctrica y conducción térmica.
Hilo resistivo	Espiral de níquel-cromo.
Sellado	A base de resinas o siliconas, asegura la estanqueidad contra la humedad ambiental.
Aislador	Cerámico que asegura el aislamiento dieléctrico entre el blindaje y la conexión

Fuente: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5091/1/UPS-CT002691.pdf>

Realizado por: Yerovi, Guillermo; 2020.

1.4.3 Humedad

La humedad es otro factor de suma importancia, este debe mantenerse dentro del rango de 55 y un 60 por ciento al inicio y aumentarse hasta el 75 por ciento después de 18 días. (Glatz, 2008, p. 1-2).

El calentamiento y la evaporación del agua en los huevos dependen de la humedad relativa del aire. Cuanto mayor sea la temperatura del aire, mayor será la cantidad de vapor de agua que se puede contener. Por otro lado, el aire seco es un mal conductor de calor, por lo que es necesario humedecerlo para calentar los huevos a incubar. Durante el proceso de incubación, el agua se evaporará de los huevos, más o menos dependiendo de la etapa de incubación. Durante el proceso de incubación, los huevos pierden agua continuamente, lo cual es inevitable, aunque el mecanismo de humedad establecido debe diseñarse para reducir la evaporación de agua en los huevos durante la primera semana de incubación. La pérdida de humedad causada por la evaporación también hace que el calor se escape de los huevos. Se concluye que en el primer día de incubación la evaporación excesiva del agua es desfavorable, mientras que en la segunda mitad de la incubación es necesaria la evaporación del agua porque ayuda a eliminar el calor excesivo

contenido en el huevo. Al final del proceso de incubación, es necesario aumentar la humedad para promover el ablandamiento de la membrana de la cáscara y así hacer que la cáscara sea fácil de romper. Por tanto, en los últimos días de incubación, cuando se agota la reserva de agua, es necesario incrementar la humedad relativa del aire en el habitáculo para evitar el secado de la membrana de la cáscara y el plumaje de los pollitos durante la eclosión. (Castilla, E & Mendoza, J, 2014, pp. 10-11).

1.4.4 Problemas con la humedad.

Los problemas ocasionados por la falla del control de la humedad relativa durante la incubación son: (Castilla, E & Mendoza, J, 2014, p.11).

- Huevos picados, pero hay embriones muertos en los huevos y la humedad en la incubadora es insuficiente.
- Pollos viscosos (plumón pegado) Tasa de humedad muy alta.
- Pollitos débiles y anormales con humedad relativa insuficiente.
- Pollitos con poco plumón por Humedad relativa demasiado baja al final del ciclo incubatorio.
- Humedad relativa demasiado baja Pollitos con dedos curvos y patas desviadas.

1.4.4.1 Sensores de temperatura y humedad

1.4.4.2 Sensores DHT

La familia de sensores DHT será de gran utilidad para este proyecto por su tamaño, facilidad de operación y disponibilidad en el mercado local, estos sensores DHT tienen sensores de temperatura y humedad complejos y salidas de señales digitales calibradas. (Olasunkanmi, J & Akintade, O. 2016, pp. 107-107)

1.4.4.3 Sensor DHT11

Mediante el uso de tecnología única de adquisición de señales digitales y tecnología de detección de temperatura y humedad, se puede garantizar una alta confiabilidad y una excelente estabilidad

a largo plazo. El sensor incluye componentes de medición de humedad resistivos y componentes de medición de temperatura NTC, y está conectado a un microcontrolador de 8 bits de alto rendimiento, ofreciendo excelente calidad, respuesta rápida, capacidad anti interferente y rentabilidad (DHT11 datasheet, 2010, pp. 2-3).

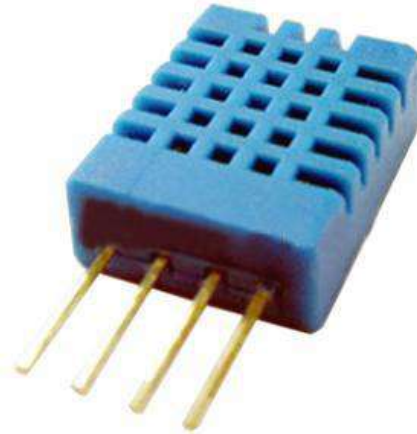


Figura 4-1: Sensor de Temperatura y Humedad DTH11

Fuente: <https://datasheetspdf.com/pdf-file/785590/D-Robotics/DHT11/1>

Especificaciones técnicas:

- Voltaje de funcionamiento: 3 V-5 V CC
- Rango de medición de temperatura: 0 a 60 ° C
- Precisión de la medición de temperatura: $\pm 2,0$ ° C
- Resolución de temperatura: 0,1 ° C
- Rango de medición de humedad: 20% a 90% RH.
- Precisión de medición de humedad: 5% RH.
- Resolución de humedad: 1% RH
- Tiempo de sensado: 1 segundo.
- Interfaz digital: Single-bus (bidireccional)
- Modelo: DHT11 • Tamaño: 16 * 12 * 5 mm

- Peso: 1 gramo.
- Carcasa de plástico azul claro

1.4.4.4 Sensor DHT22

DHT22 es un sensor digital de temperatura y humedad relativa de bajo costo y alto rendimiento. Integra un sensor de humedad capacitivo y un termistor para medir el aire circundante y muestra los datos a través de la señal digital en el pin de datos (no tiene salida analógica). Se utiliza en aplicaciones como control automático de temperatura, aire acondicionado y monitoreo del entorno agrícola. (Liu, 2015, pp. 2-3)

A nivel de software y hardware, es muy sencillo utilizar el sensor DHT22 con la plataforma Arduino / Raspberry Pi / Nodemcu. A nivel de software, existen bibliotecas para Arduino que admiten el protocolo de "bus único". Desde una perspectiva de hardware, solo necesita conectar el pin de alimentación VCC a 3-5V, conectar el pin GND a tierra (0V) y conectar el pin de datos al pin digital en el Arduino. Si desea conectar varios sensores DHT22 al mismo Arduino, cada sensor debe tener su propio pin de datos. El único inconveniente del sensor puede ser que solo puede obtener nuevos datos cada 2 segundos. Cada sensor se calibra en fábrica para obtener los coeficientes de calibración registrados en su memoria OTP, garantizando así una alta estabilidad y fiabilidad a largo plazo. El protocolo de comunicación entre el sensor y el microcontrolador utiliza un solo hilo o cable. La longitud máxima recomendada del cable es de 20 m. los cables blindados son los mejores. Hay que proteger el sensor de la luz solar directa (radiación ultravioleta). (Liu, 2015, pp. 2-3)



Figura 5-1: Sensor de Temperatura y Humedad DHT22

Fuente: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf>

Especificaciones técnicas

- Voltaje de Operación: 3V - 6V DC
- Rango de medición de temperatura: -40°C a 80 °C
- Precisión de medición de temperatura: $<\pm 0.5$ °C
- Resolución Temperatura: 0.1°C
- Rango de medición de humedad: De 0 a 100% RH
- Precisión de medición de humedad: 2% RH
- Resolución Humedad: 0.1%RH
- Tiempo de sensado: 2s
- Interface digital: Single-bus (bidireccional)
- Modelo: AM2302
- Dimensiones: 20*15*8 mm
- Peso: 3 gr.
- Carcasa de plástico blanco

De acuerdo con las características del DHT22, es un sensor ligeramente más preciso que el DHT11 y cuenta con un rango un poco mayor. Ambos utilizan un único pin digital de salida y son lentos en cierto aspecto, ya que no se puede consultar más de una vez cada uno o dos segundos.

1.4.4.5 Sensor de Temperatura y Humedad SHT

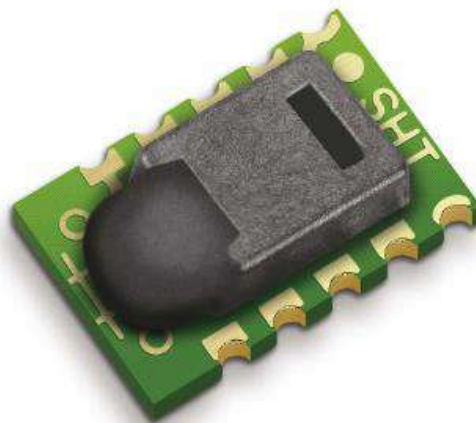


Figura 6-1: Sensor de Temperatura y Humedad SHT1x

Fuente: https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/SHT1x_datasheet.pdf

SHT es la familia de sensores de temperatura y humedad relativa de montaje en superficie de la compañía Sensirion. Los sensores integran elementos de sensor más procesamiento y proporcionan una salida digital completamente calibrada. Se utiliza un elemento sensor capacitivo único para medir la humedad relativa, mientras que la temperatura se mide con un sensor de banda prohibida band-gap (*Silicon bandgap temperature sensor*, sensor de temperatura de banda prohibida de silicio). La tecnología CMOSens® aplicada garantiza una excelente fiabilidad y estabilidad a largo plazo. (Datasheet SHT, 2008, p 2-3)

1.4.4.6 Comparación de sensores de temperatura y humedad.

Tabla 3-1: Principales características de los sensores: DHT11, DHT22, SHT

CARACTERÍSTICAS	DHT11	DHT22	SHT1x
Corriente	1.5 mA	1.5 mA	1 mA
Voltaje	3-5 Vcd	3V – 6 Vcd	2.4 - 5.5 Vdc
Rango de medición de Temperatura	0 a 60 °C	-40°C a 80 °C	-40 a 123.8 °C
Precisión de medición de Temperatura	± 2°C	<±0.5 °C	± 0.5°C
Rango de medición de Humedad	20% a 90% de Humedad Relativa	0 a 100% Humedad Relativa	0% a 100% de humedad relativa
Precisión de medición de Humedad	± 5% de humedad relativa	±2 % Humedad Relativa	± 4.5 % de humedad relativa

Fuente: (DHT11 Datasheet, 2010, pp. 2-3 & LIU, Thomas, 2012, pp. 3-5, Datasheet SHT, 2008, pp. 2-3)

Realizado por: Yerovi, Guillermo; 2020.

1.4.5 Volteo de huevos

El ave lleva a efecto el volteo de huevos con la finalidad de que la yema no se adhiera a la cáscara, por consiguiente, este factor garantiza el éxito del nacimiento del pollo luego de haber concluido el proceso de incubación. Durante el proceso del volteo de huevos existen dos etapas, la primera que corresponde a los primeros 18 días, con una frecuencia de volteo entre dos a tres horas, y la segunda etapa donde el volteo no se ejecuta, lo cual corresponde a los tres últimos días, donde se lleva a efecto la eclosión de los huevos. (Tumipamba, 2017, pp. 24-25)

1.4.5.1 Importancia del volteo de los huevos durante la incubación.

El desarrollo embrionario generalmente ocurre solo cuando los huevos se dan vuelta (volteados) regularmente durante los primeros 18 días de eclosión. Girar también ayuda a aprovechar mejor el oxígeno en toda la superficie de la carcasa. Ambos se reflejan en en pollos mejor desarrollados y mayores índices de productividad. (Castilla, E & Mendoza, J., 2014, p.12)

La posición del embrión se ha determinado entre las 36 y las 48 horas de incubación. En este momento, el embrión se ubica en la yema lateralmente a lo largo del eje menor. Después de eso, la cabeza del embrión comienza a separarse de la yema y a rotar hacia la izquierda. En el quinto día de cultivo, el embrión se acerca a la cámara de aire. A partir del día 11, cuando el cuerpo del embrión sea más pesado que la cabeza, rotará hacia la izquierda, haciendo que el cuerpo descienda hacia el extremo fino del huevo. El día 14, el cuerpo del embrión se encuentra en el eje longitudinal del huevo, con la cabeza hacia el extremo grueso del huevo. Esta es la postura correcta y necesaria para que los pollitos nazcan. (Castilla, E & Mendoza, J., 2014, pp. 10-11)

No hay que girar el huevo en una sola dirección, de lo contrario se provocará cambios en la membrana *corioalantoidea* y otras estructuras internas del huevo. A partir del 18, no deberían darse la vuelta. Los huevos no deben voltearse más cuando falten de 2 a 3 días para la eclosión. Los pollitos deben posicionarse dentro del huevo para picotear la cáscara, esto y funcionará mejor si permanecen quietos durante el proceso. En este momento, el embrión es lo suficientemente grande y la mayor parte de la yema de huevo se ha consumido, por lo que ya no existe el riesgo de ser aplastado por la yema y la cáscara del huevo. (Castilla, E & Mendoza, J., 2014, pp. 10-11)



Figura 7-1: Bandeja para el volteo de los huevos

Fuente: <https://es.aliexpress.com/i/32698680416.html>

1.4.6 Ventilación

El problema de la ventilación debe resolverse de dos formas: la circulación del aire en sí y la renovación o intercambio del aire. A través del aire que circula dentro de la incubadora, el calor y la humedad necesarios llegan a los huevos. (Castilla, E & Mendoza, J., 2014, pp. 10-11)

Durante el proceso de incubación, los huevos absorben oxígeno y eliminan una gran cantidad de dióxido de carbono. Se debe realizar una ventilación adecuada para eliminar el agua producida por los huevos por la transpiración, renovar el oxígeno necesario para la respiración del embrión y eliminar el dióxido de carbono. (Barrera, 2019, pp. 10-11)

El funcionamiento de ventiladores, eyectores o extractores de aire, compuertas o puertos de entrada y salida, etc. garantizan que el aire en la incubadora circule correctamente. Para hacer circular el aire de manera eficiente, también es importante un buen funcionamiento del sistema de volteo, porque cuando las bandejas están en una posición inclinada, el aire se mueve mejor entre las bandejas. (Barrera, 2019, pp. 10-11) (Castilla, E & Mendoza, J., 2014, pp. 10-11)

1.4.6.1 Ventilador

El ventilador es una máquina de fluido, que transmite energía con la finalidad de generar presión necesaria para mantener un flujo continuo de aire. Esta máquina es el encargado de distribuir y extraer el exceso de calor que se genere en el interior del equipo de incubación. (Rivera, 2019, pp. 35-36)



Figura 8-1: Ventilador

Fuente: https://http2.mlstatic.com/D_NQ_NP_676184-MEC40864317766_022020-O.webp

1.4.7 Estructura

Debido a que las temperaturas alcanzadas por la resistencia no serán mayores a 80 °C, podrá ser montada en materiales que no tengan alta resistencia a la temperatura. (Ramírez, E & Hernández, G., 2009, pp. 46-47)

Primeramente, para establecer las dimensiones, la estructura y distribución de espacio dentro de la incubadora que se desea construir, se hace énfasis en las necesidades y requerimientos planteados. (Ramírez, E & Hernández, G., 2009, pp. 46-47)

Hay como valerse de la estructura de una refrigeradora que ya no está en uso debido a que las paredes contienen material aislante que mantienen la temperatura interior.



Figura 9-1: Incubadora realizada en estructura de refrigerador

Fuente: <https://co.blabto.com/6176-how-to-make-an-incubator-out-of-the-fridge.html>

1.5 Internet de las cosas IoT

El "Internet de las cosas" ("Internet de las cosas", generalmente abreviado como IoT en inglés), implica la evolución de Internet de redes de computadoras interconectadas a redes de objetos interconectados. El Internet de las Cosas es llamado "Cuarta Revolución Industrial" por voces calificadas (uno de los agentes de la Industria 4.0) así como inteligencia artificial, robótica, impresión 3D y 4D, nanotecnología, biotecnología o ciencia de materiales. Su motor básico. No obstante, desde hace varios años, el Internet de las cosas es una realidad en la sociedad tecnológica más avanzada, porque ahora Internet no solo permite que los ordenadores se comuniquen entre sí, incluidos los primeros dispositivos como smartphones o tabletas (*tablets*), sino también muchos otros. Tipo de "objetos" (o cosas): desde ropas tecnológicas o *wearables* (como relojes, pulseras inteligentes o gafas de realidad aumentada), electrodomésticos (tales como frigoríficos, aspiradoras,...), televisores, videoconsolas, automóviles, elementos de edificios (p. ej., cámaras de seguridad, controles de acceso, sensores de temperatura,...), hasta grandes infraestructuras públicas como puentes, autopistas o ciudades, etc., abriendo así la puerta a la interacción «máquina-máquina» (*Machine-to-Machine*, M2M). También conexiona a personas con esos objetos; puede incluso conectar animales, como sucede ya en algunas explotaciones ganaderas o en ciertos programas protectores de la biodiversidad. (Barrio, 2018, p. 18).

1.5.1 Protocolos IoT

1.5.1.1 HTTP

HTTP (Protocolo de transferencia de hipertexto) es un protocolo cliente / servidor sin conexión que es común en las TIC y la Web. Dado que existen innumerables herramientas de código abierto que utilizan HTTP, y cada lenguaje de codificación tiene una biblioteca HTTP, es muy fácil acceder a él. (Semle, 2016, pp. 33-34)

El enfoque de HTTP en IoT gira en torno a REST (*Representational State Transfer*, 'transferencia de estado representacional'), Este modelo no tiene un modelo de estado anterior, y los clientes pueden acceder a los recursos del servidor a través de solicitudes. En la mayoría de los casos, el recurso es el dispositivo y la información que contiene el dispositivo. (Semle, 2016, pp. 33-34)

HTTP proporciona transmisión, pero no define la representación de información. Por lo tanto, la solicitud HTTP puede contener HTML, JavaScript, JSON (notación de objetos JavaScript, "notación de objetos JavaScript"), XML, etc. En la mayoría de los casos, Internet de las cosas está estandarizando JSON para HTTP. JSON es similar a XML, pero sin la sobrecarga ni esquema de validación por lo que es más liviano y flexible. La mayoría de las herramientas y lenguajes de programación también admiten JSON. (Semle, 2016, pp. 33-34)

1.5.1.2 MQTT

MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*, "Cola de mensajes telemetría y transporte") es un protocolo de publicación / suscripción diseñado para SCADA y redes remotas. Se centra en el encabezado más pequeño (dos bytes de encabezado) y en una comunicación confiable. También es muy sencillo. Al igual que HTTP, las cargas útiles de MQTT son específicas de la aplicación y la mayoría de las implementaciones utilizan formatos JSON binarios o personalizados. (Semle, 2016, p. 34)

MQTT no se usa tan ampliamente como HTTP, pero aún tiene una gran participación en el mercado de las TIC. Hay muchos ejemplos, proyectos, clientes / productores de código abierto en cada lenguaje. Muchas plataformas de IoT admiten HTTP y MQTT como los dos primeros protocolos de entrada de información. (Semle, 2016, p. 34)

1.5.1.3 CoAP

CoAP (*Constrained Application Protocol*, 'protocolo de aplicación restringida') fue creado por IETF (Internet Engineering Task Force, 'Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet') para proporcionar compatibilidad HTTP con una mínima carga. CoAP es similar a HTTP, pero usa UDP / multidifusión en lugar de TCP. (Semle, 2016, p. 34-35)

Además, simplifica los encabezados HTTP y reduce el tamaño de cada solicitud. CoAP se usa en dispositivos de borde donde HTTP requiere recursos, y después de HTTP y MQTT, las plataformas de IoT generalmente lo usan como tercer protocolo. Similar a HTTPS, CoAP usa DTLS (Seguridad de la capa de transporte de datagramas, "Seguridad de la capa de transporte de datagramas") para proteger las comunicaciones. (Semle, 2016, pp. 34-35)

1.5.1.4 XMPP

Protocolo extensible de mensajería y presencia (XMPP) establecido por el grupo de trabajo (IETF) se publicó en 2002-2003 y se estandarizó de acuerdo con RFC 3920-3921 un año después. El objetivo del desarrollo de XMPP es desarrollar un protocolo básico que permita la comunicación en tiempo real, principalmente en aplicaciones basadas en estándares XML, lo que hace que sea un protocolo amplio e interoperable en cualquier red. (Mendoza, 2008, p. 18).

XMPP trabaja sobre el protocolo TCP de la capa de transporte en el modelo OSI. Además, se basa en extensiones XML que benefician a determinados sistemas de IoT. Sus principales características incluyen la capacidad de utilizar dos tipos de modelos, por ejemplo: modelo de solicitud / respuesta y modelo de publicación / suscripción. (Moreno, 2018, p. 20)

1.6 Tarjeta de desarrollo.

Desde el punto de vista de la ingeniería, la placa de desarrollo es una herramienta para el diseño y prototipado rápido de sistemas digitales o analógicos, debido al reducido tiempo de verificación del diseño, la placa de desarrollo se considera un elemento muy útil para mejorar el proceso de diseño. Y la posibilidad de aportar soluciones y productos finales. (González, 2013, pp. 1-2)

1.6.4 Tarjeta de Desarrollo Arduino UNO

Arduino es una placa de “hardware libre” y también “un entorno y lenguaje de programación (es decir, software) libre”. (Torrente, 2013, pp. 1-2).

El software libre es un tipo de software que permite a los usuarios ejecutarlo, copiarlo y distribuirlo libremente (distribuirlo a cualquier persona y en cualquier lugar), investigarlo, cambiarlo y mejorarlo sin tener que informar al desarrollador original ni a ninguna otra entidad específica. Solicitar o pagar con permiso la distribución de la copia puede ser con o sin sus propias modificaciones, y hay que tener en cuenta que puede ser gratuita o no: el "software libre" es una cuestión de libertad, no de precio. (Torrente, 2013, pp. 1-2.)

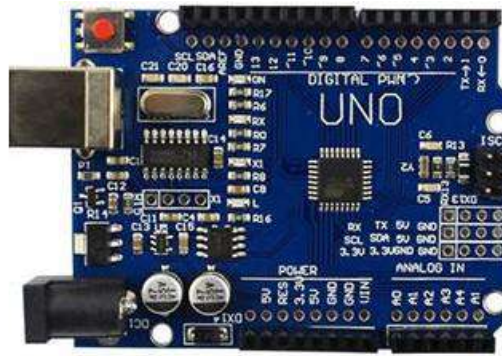


Figura 10-1: Placa de desarrollo Arduino UNO

Fuente: <https://www.arduino.cc/en/main/boards>

Se eligió el Arduino UNO debido al número de entradas y salidas que son las adecuadas para este proyecto, además de las ventajas que presenta el uso de tecnología abierta se refleja en el crecimiento de proyectos, accesibilidad, la dependencia tecnológica se minimiza, costos reducidos, entre otros. (Loza; et al, 2015, p. 1)

1.6.5 Arduino en la tecnología IoT

Hoy en día, el aumento de la demanda de servicios a través de Internet requirió la recopilación e intercambio de datos de manera eficiente. En este sentido, Internet de las cosas (IoT) ha prometido la capacidad de proporcionar almacenamiento e intercambio de datos eficientes conectando los dispositivos físicos a través de sensores electrónicos e Internet. IoT ha creado la revolución en todo el mundo y, de manera fascinante, se ha convertido en parte integral de la vida. Esto se logra mediante un sistema basado en microcontroladores como Arduino UNO. Los valores del sensor cambian el estado de nuestros dispositivos y el estado de los dispositivos se puede ver en la plataforma en la nube. (Sudharani; et al., 2018, pp. 1-2)

El corazón de este sistema se encuentra el microcontrolador Arduino UNO que también es capaz de funcionar como un micro servidor web y la interfaz para todos los módulos de hardware. Todas las comunicaciones y los controles de este sistema pasan por el microcontrolador. (Mahalakshmi, G & Vigneshwaran, M., 2017. pp. 7-8)

1.7 Shield Wi-Fi

El uso de una *Shield* WIFI para actuar como un servidor web Micro para Arduino elimina la necesidad de conexiones por cable entre la placa Arduino y la computadora, lo que reduce el costo y le permite funcionar como un dispositivo independiente. La *Shield* de Wi-Fi necesita conexión a Internet desde un enrutador inalámbrico o un punto de acceso inalámbrico y esto actuaría como la puerta de enlace para que Arduino se comuniquen con Internet. (Mahalakshmi, G & Vigneshwaran, M., 2017. pp. 7-9)

1.6.1 Módulo Wi-Fi NodeMCU ESP8266.

El módulo Wi-Fi ESP8266 es un SOC (*System on a chip*) autónomo especialmente orientada al Internet de las cosas (IoT), con pila de protocolo TCP / IP integrado que puede dar acceso a cualquier microcontrolador a su red Wi-Fi. El ESP 8266 es capaz de albergar una aplicación o descargar todo el Wi-Fi funciones de red desde otro procesador de aplicaciones. Cada módulo ESP2866 está preprogramado con el firmware del conjunto de comandos AT, lo que significa que puede obtener la mayor capacidad posible simplemente conectando el dispositivo Arduino y obtener tanta capacidad de Wi-Fi como ofrece una Shiel de Wi-Fi. El módulo ESP2866 es una placa extremadamente rentable con una comunidad enorme y en constante crecimiento. El módulo tiene suficientes capacidades de procesamiento y almacenamiento a bordo para permitirle integrarse con sensores y otros dispositivos específicos de la aplicación a través de su GPIO, minimizando así el trabajo previo al desarrollo y reduciendo la sobrecarga durante el tiempo de ejecución. Su alto grado de integración en el chip permite un circuito externo mínimo, incluido el módulo frontal, está diseñado para ocupar un mínimo de área PCB. (Mahalakshmi, G & Vigneshwaran, M., 2017. pp. 7-9). La distribución de puertos de la tarjeta NodeMCU ESP8266 se la puede visualizar en el Anexo A



Figura 11-1: Placa Wi-Fi NodeMCU ESP8266

Fuente: <https://naylampmechatronics.com/espressif-esp/153-nodemcu-v2-esp8266-wifi.htm>

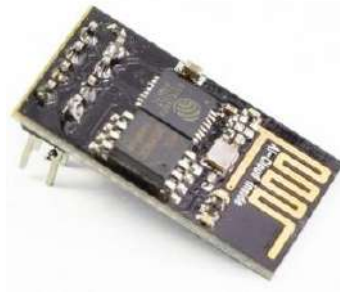


Figura 12-1: Placa ESP-01 ESP8266 WiFi-Serial

Fuente: [https://naylampmechatronics.com/espressif-esp/48-modulo-esp-01-esp8266-wifi-serial.html?search_query=ESP-01&results=591`](https://naylampmechatronics.com/espressif-esp/48-modulo-esp-01-esp8266-wifi-serial.html?search_query=ESP-01&results=591)

Se basa en ESP8266 SoC (*System on Chip*), que es un chip altamente integrado diseñado para las necesidades de conectar el mundo. Integra un potente procesador con arquitectura de 32 bits y conexión WiFi. Ofrece una completa y autocontenida solución *WiFi Networking*, permitiéndole trabajar como host de aplicaciones o reducir la carga de *WiFi Networking* de otro procesador. A nivel de conectividad el módulo puede trabajar en 2 modos: como estación *WiFi (WiFi Station)* o como Punto de Acceso (*Access Point*). Al trabajar como estación el módulo se conecta a la red WiFi presente en el hogar. (NAYLAMP, 2017)

El módulo ESP-01 viene cargado de fábrica con el *firmware* AT, que permite conectar un Arduino a WiFi utilizando comandos AT. El firmware (memoria flash) se puede cambiar para permitir que el módulo se ejecute de forma independiente o usar el SDK (no se requiere Arduino) y usar su capacidad total como un microcontrolador de 80 Mhz de 32 bits. Para actualizar el chip, debe utilizar un módulo convertidor TTL de USB a serie, como el módulo CP2102. (NAYLAMP, 2017)

1.7 IoT en la Industria de la incubación de huevos.

Las formas naturales de incubación nunca podrían imitarse hasta que se integre el aspecto tecnológico. Como requisito previo, es obligatorio mantener la humedad, ventilación y temperatura adecuadas junto con el volteo de los huevos a intervalos regulares para imitar el proceso natural de incubación de las gallinas. Para lograr esto, la incubadora se conectará y controlará a través de un dispositivo remoto mediante conectividad en la nube (IoT). Los sensores dentro de la cámara de incubación monitorean constantemente la temperatura, humedad y ventilación que ayuda a los huevos a eclosionar simulando su incubación natural. Aunque la

incubación es una actividad primitiva, la incubación artificial con integración de la tecnología IoT es relativamente nueva. (Sunitha; et al., 2020, pp. 626-627).

La tecnología en constante cambio y el rápido crecimiento del mercado mundial hacen que la competitividad de la industria dependa por completo de su capacidad para innovar, adquirir y adoptar nuevas tecnologías. La cuarta revolución industrial ha traído nuevos desafíos a las pequeñas y medianas empresas de Ecuador. A través de su enfoque basado en la interconexión (IoT) en todo el proceso de producción, la flexibilidad en la fabricación y la fabricación a medida (De la Fuente, Mazaeda, 2016, p.5), los problemas que trae esta nueva era industrial no se limitan a lo básico si no cambios de la arquitectura y el equipamiento de las pymes. Uno de los problemas básicos es que las pymes desconocen el concepto de "Industria 4.0" y el bajo nivel tecnológico del país en los últimos años en comparación con el nivel mundial. Si bien Ecuador se considera un país subdesarrollado la realidad en Latinoamérica es parecida a lo que en desarrollo de tecnología se supone y a la poca o casi nada inversión en las TIC (tecnologías de la información y comunicación) a nivel industrial (Rodriguez, 2016, pp.68-75)

1.8 Comparación entre la ESP-01 ESP8266 y la Node MCU ESP8266

Tabla 4-1: Tabla comparativa entre la ESP-01 ESP8266 y la Node MCU ESP8266

Características	ESP-01 ESP8266		Node MCU ESP8266
Pines	8		15
Voltaje de alimentación	3.3 Vcd		5 Vcd
Dimensiones mm	13.4 x 24.8		48 x 25
Memoria	512 KB		400 MB
Pines de E / S digitales (DIO)	2		16
Frecuencia de Operación	2.4 Ghz		2.4 Ghz
Temperatura soportada °C	-40 ~ 125		-40 ~ 125

Fuente: (Datasheet ESP01, 2015, p. 7-10 & Datasheet MCU ESP8266, 2015, p. 15-19)

Realizado por: Yerovi, Guillermo; 2020.

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1 Esquema de sistema de Incubadora IoT

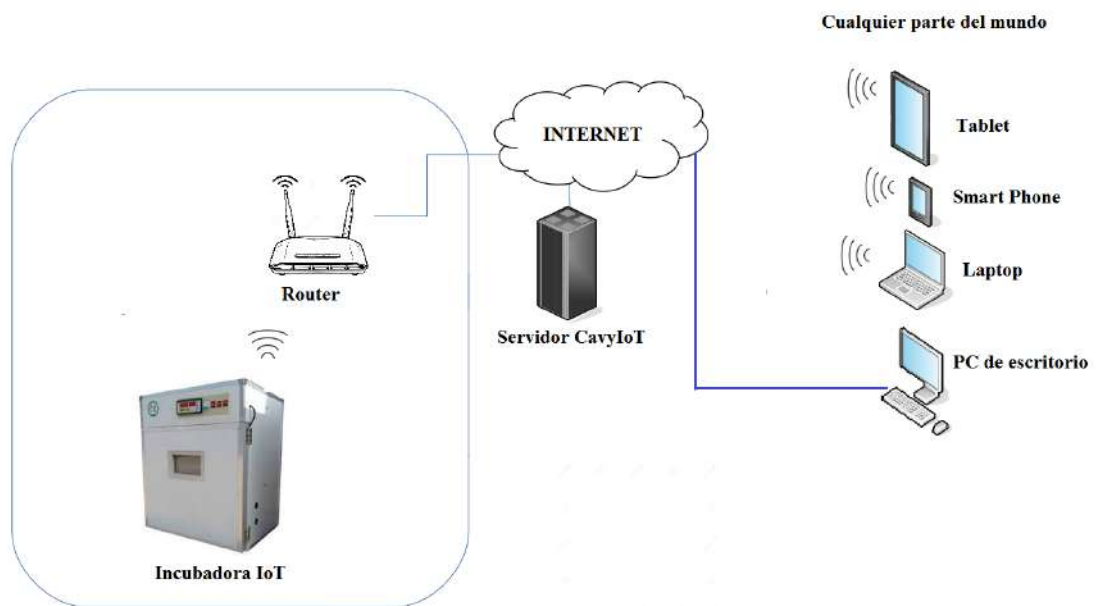


Figura 1-2: Esquema de sistema de Incubadora IoT
Realizado por: Yerovi, Guillermo; 2020.

"Internet de las cosas" (IoT) se refiere a una tecnología basada en la conexión de objetos cotidianos a Internet. Los objetos intercambian, agregan y procesan información sobre su entorno físico para brindar servicios de valor agregado a los usuarios finales. También puede reconocer eventos o cambios, y dichos sistemas pueden responder de manera autónoma y apropiada. Por lo tanto, su propósito es proporcionar una infraestructura que supere las barreras entre los objetos en el mundo físico y su representación en los sistemas de información. (Barrio, 2018, p. 19). Basado en el concepto anterior el presente proyecto pretende realizar, como se observa en el diagrama de bloques en la figura 2-2, la conexión inalámbrica a Internet de una Incubadora de pollos mediante la utilización de Arduino UNO conjuntamente con la tarjeta NodeMCU ESP8266 que se encargarán del control y la conexión hacia un Router el que permitirá la conexión a Internet, CavyIoT es la plataforma en la nube en donde se realizará el control y la monitorización de los parámetros de incubación.

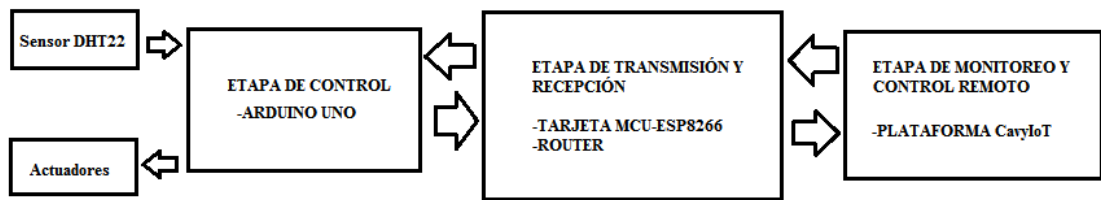


Figura 2-2: Esquema de bloques del sistema de Incubadora IoT
 Realizado por: Yerovi, Guillermo; 2020.

2.2 Plataforma de internet de las cosas a utilizar en el proyecto.

2.2.1 CavyIoT

CavyIoT se inicia en el año 2019 con dos personas que tienen un fuerte deseo de hacer algo que facilite el trabajo de personas y organizaciones. CavyIoT tiene la visión de desarrollar un solo producto con múltiples usos en el campo de IoT que se puede utilizar para múltiples propósitos. CavyIoT es una empresa basada en productos y servicios. La empresa tiene un servicio que funciona con tecnología de IoT que se puede utilizar con fines agrícolas, industriales y de automatización del hogar. CavyIoT tiene su propio servidor que se puede utilizar para integrar un equipo de forma remota desde cualquier ubicación. La empresa ha proporcionado seguridad a los servidores para que los datos del usuario estén íntegros y protegidos. La empresa ofrece la posibilidad de utilizar su aplicación y su servidor como un paquete, así como para los desarrolladores, ofrece la posibilidad de hacer su propio proyecto y utilizar el servidor de CavyIoT para ejecutar el proceso de automatización. Por lo tanto, esta compañía se centró más en el proceso de automatización remota y fácil con la ayuda de la tecnología IoT, que facilita a sus clientes finales el uso del producto y servicio (CavyIoT, 2019).

CavyIoT ha lanzado un firmware para ESP8266, con la ayuda de este firmware, el desarrollador de cualquier comunidad puede desarrollar e implementar un potente sistema y aplicación de IoT para el usuario final. La arquitectura API de interfaz simple hace más fácil el manejo para los desarrolladores. El firmware convierte el Wi-Fi ESP8266 en una placa de desarrollo IoT (CavyIoT, 2019).

CavyIoT utiliza API HTTP para llamar a los recursos de arquitectura RESTful de su plataforma y permitir el control, la monitorización, la eliminación y la edición de parámetros que se controlan en la aplicación.

2.2.2 Conexión entre de la Tarjeta Node MCU ESP8266 a CavyIoT

El dispositivo no sabe a qué red se ha de conectar, la contraseña a utilizar ni otros parámetros necesarios. Además, si se requiere que opere como punto de acceso para poder interactuar con el ESP8266 como en este caso, se debe cargar al dispositivo la aplicación con la que deberá interactuar. (Ubach, 2017, p.28)

2.2.3 Instalación del firmware CavyIoT en la tarjeta Node MCU ESP8266

Para la instalación de Firmware de CavyIoT en la tarjeta Node MCU ESP8266 se requiere conectar mediante su puerto mini USB a una PC y mediante el IDE de Arduino abrir la sección de Archivo → Ejemplos → CavyIoT developmentsBoard-master → ESP8266-httpupdate como muestra la figura 3-2

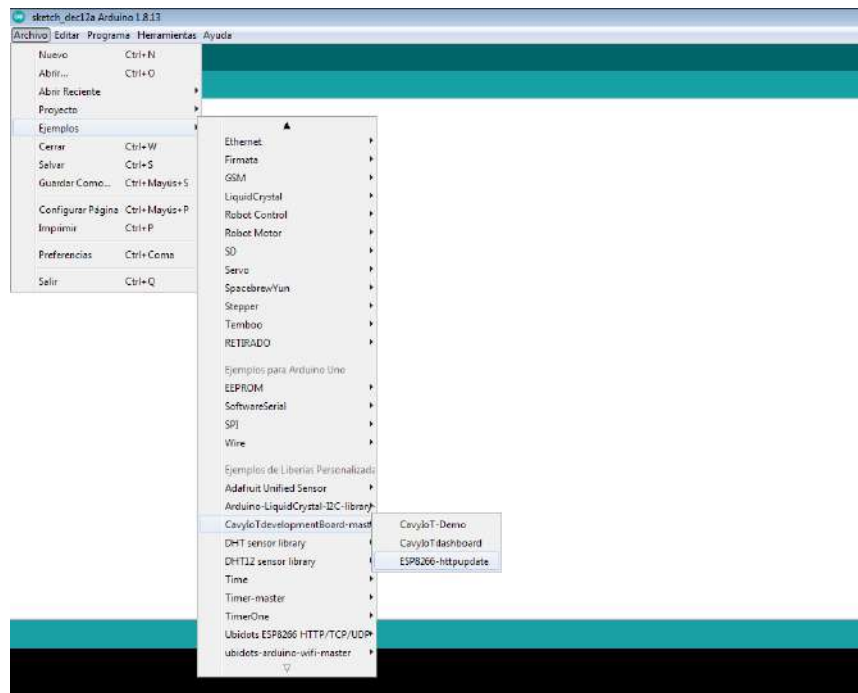


Figura 3-2: Iniciación de programa de firmware CavyIoT
Realizado por: Yerovi, Guillermo; 2020.

Una vez abierto el programa ESP8266-httpupdate se debe reemplazar las credenciales de la red Wi-Fi tales como el SSID y la contraseña en los campos “WiFiSSID” y “WiFiPassword” respectivamente como muestra la figura 4-2.

```

ESP8266-httpupdate Arduino 1.8.13
Archivo Editor Programa Herramientas Ayuda

ESP8266-httpupdate
#include <ESP8266httpUpdate.h>
const char* ssid = "WiFiSSID"; // Set your router SSID
const char* password = "WiFiPassword"; // Set your router password
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  WiFi.begin(ssid, password);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    Serial.print(".");
    delay(500);
  }
  Serial.print("Downloading.....Wait 2 to 3 minutes for update...");
  t_httpUpdate_return ret = ESPhttpUpdate.update("http://www.developers.cavyyiot.com/downloads/CavyIoT.nodemcu-V0.03.bin");
  switch (ret) {
    case HTTP_UPDATE_FAILED:
      Serial.printf("HTTP_UPDATE_FAILED Error (%d): %s", ESPhttpUpdate.getLastError(), ESPhttpUpdate.getLastErrorMessage().c_str());
      break;
    case HTTP_UPDATE_NO_UPDATES:
      Serial.println("HTTP_UPDATE_NO_UPDATES");
      break;
    case HTTP_UPDATE_OK:
      Serial.println("HTTP_UPDATE_OK");
      break;
  }
  Serial.println(".....Done!");
}

void loop() {
  // ...
}

```

Figura 4-2: Reemplazo de credenciales Wi-Fi para autenticación
 Realizado por: Yerovi, Guillermo; 2020.

Luego de cargar el programa se podrá visualizar en el monitor Serie la equivalencia de los botones entre la NodeMCU, el chip ESP8266 y la numeración que posee cada pin en la tarjeta. Al mismo tiempo nos confirma que la tarjeta está conectada a una red Wi-Fi y a la plataforma CavyIoT.

```

COM4

18:12:29.272 -> .....
18:15:26.795 -> >>> CavyIoTdevelopmentBoardV0.03 <<<
18:15:26.842 -> Pin mapping table
18:15:26.888 -> -----
18:15:26.935 -> CavyIoT-Dev NodeMCU ESP8266 Wemos D1 R1
18:15:27.027 -> -----
18:15:27.074 -> (0)Button Index D2 | GPIO 4 | D4
18:15:27.167 -> (1)Button Index D5 | GPIO 14 | D5
18:15:27.214 -> (2)Button Index D6 | GPIO 12 | D6
18:15:27.260 -> (3)Button Index D7 | GPIO 13 | D7
18:15:27.353 -> * Backup Pin D0 | GPIO 16 | D2
18:15:27.400 -> -----
18:15:27.494 -> >>> For more info www.developers.cavyyiot.com
18:15:27.540 ->

```

Figura 5-2: CavyIoT-DevBoard activado (Dispositivo CavyIoT Activado)
 Realizado por: Yerovi, Guillermo; 2020.

2.3 Esquema del circuito controlador de la Incubadora IoT.

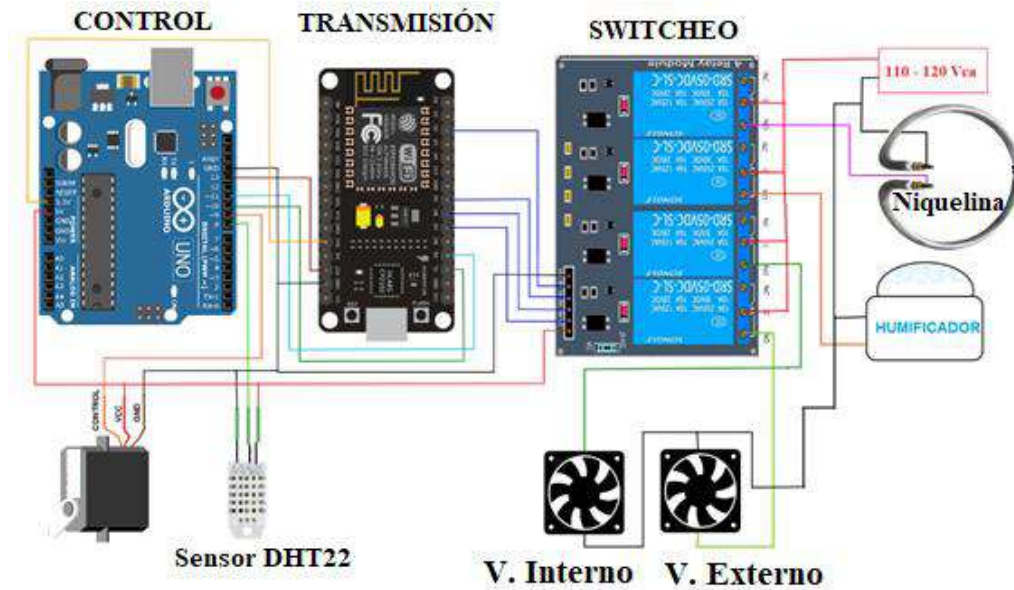


Figura 6-2: Esquema de circuito controlador de Incubadora IoT
Realizado por: Yerovi, G, 2020.

El presente esquema observado en la figura 6-2 está compuesto por la tarjeta de desarrollo Arduino UNO que permite la lectura de los datos proporcionados por el sensor de Temperatura y Humedad DHT22 y el control del volteo de los huevos mediante un motor de volteo, la activación de una niquelina de 100W con alimentación de 110 Vca que permitirá generar el calor dentro de la cámara de Incubación, el Arduino también servirá para el envío y recepción de datos hacia la NodeMCU ESP8266 que estará conectada a una red Wi-Fi y permitirá el intercambio de datos con la Plataforma CavyIoT, esta tarjeta Wi-Fi mediante los puertos D2, D5, D6, D7, controlarán la humedad, un ventilador Interno y un ventilador Externo respectivamente.

2.4 Ensamblaje del circuito controlador de la Incubadora IoT.

La estructura sobre la cual irá montado la circuitería del control de la incubadora IoT será la de un UPS en desuso como indica la figura 7-2, en el cual primeramente se desmontará las placas, batería y transformador y dejando lo que posteriormente servirá dentro del circuito como los leds para utilizarlos como indicadores piloto o monitorización y las tomas de energía posteriores para conectar los distintos actuadores como muestra la figura 8-2.



Figura 7-2: Parte Exterior e interior de UPS en desuso.
Realizado por: Yerovi, Guillermo; 2020.



Figura 8-2: Parte posterior del UPS reciclado.
Realizado por: Yerovi, Guillermo; 2020

2.4.1 Montaje de la circuitería de control dentro de la estructura.

La distribución de los elementos dentro de la estructura del UPS se la realizó colocando a los relés junto a las tomas de 110Vca del UPS para facilitar la conexión, la tarjeta de Arduino se la ubicó junto a la tarjeta de Wi-Fi NodeMCU ESP8266 lo que permite la adecuada conexión entre el

Arduino y la placa de relés manteniendo una distancia prudente para no interferir con la señal de 2.4 Ghz en la que trabaja la tarjeta WiFi como muestra la figura 9-2.

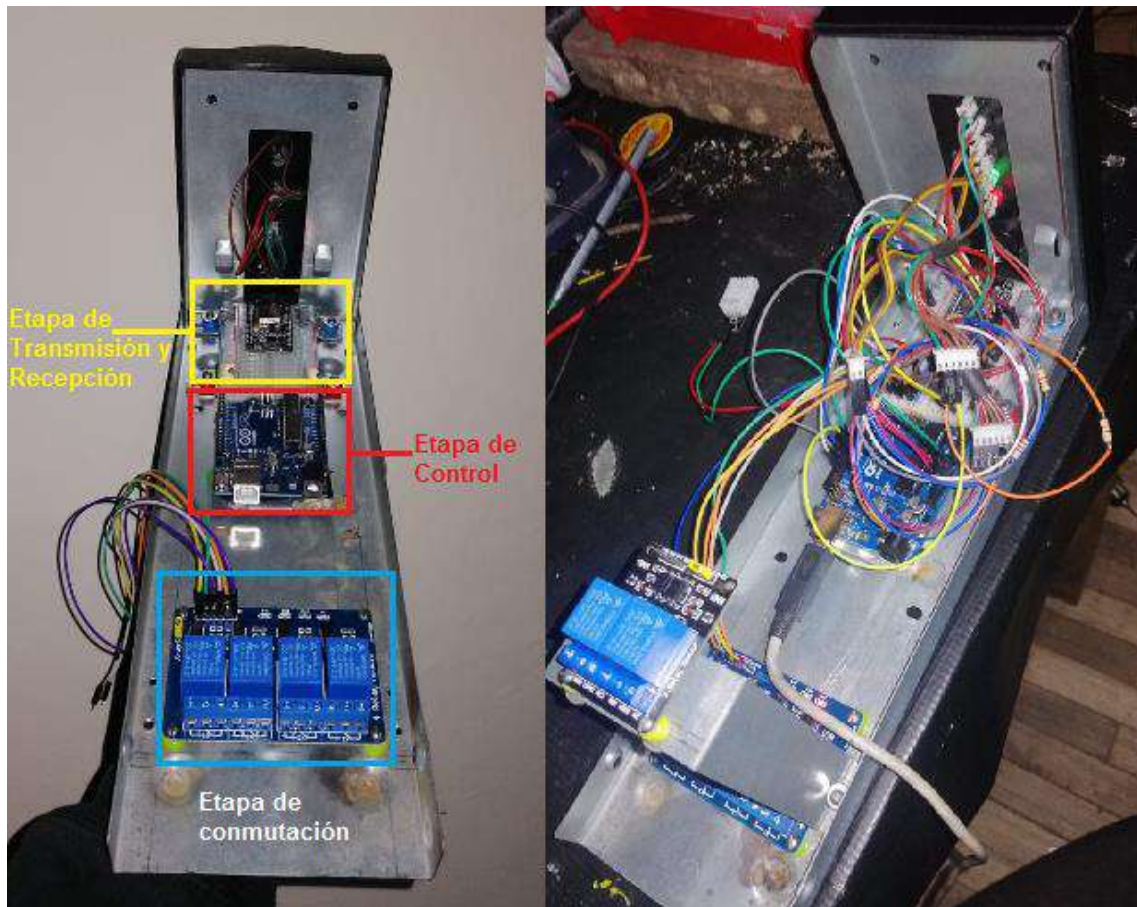


Figura 9-2: Montaje de placas y cableado en la estructura del UPS.
Realizado por: Yerovi, Guillermo; 2020.

2.4.2 Distribución de los leds pilotos en el circuito

Los colores de los leds se cómo muestra la figura 10-2 empezando desde abajo hacia arriba: color rojo representa a la niquelina, el segundo es el color azul que representa el ventilador interno, el tercero es el led amarillo que representa el humificador, el cuarto es el verde que representa el ventilador externo, el quinto es el color blanco que representa el volteo de los huevos y el sexto de color violeta representa el encendido o apagado del sistema.



Figura 10-2: Distribución de colores de leds pilotos.
Realizado por: Yerovi, Guillermo; 2020.

2.5 Ensamblaje de la Incubadora IoT

2.5.1 Estructura

Se ha seleccionado una estructura de un refrigerador en desuso de medidas de 1.20 m de altura, 0.60 m de ancho, y 0.65 m de profundidad como se observan en: la figura 11-2, figura 12-2, figura 13-2 respectivamente, gracias a las cualidades aislantes y de retención de temperatura que ofrece debido a que las paredes internas de éste contienen poliuretano, este material es un agente químico aislante que resulta de la mezcla de 2 sustancias químicas (*Poliol e Isocyanato*); estos dos productos son inyectados en las paredes internas del refrigerador, con el objeto de lograr un adecuado aislamiento entre el producto y la temperatura del medio ambiente. (Abril, 2013, p. 74)



Figura 11-2: Estructura exterior de refrigerador en desuso
Realizado por: Yerovi, Guillermo; 2020.



Figura 12-2: Estructura interior de refrigerador en desuso
Realizado por: Yerovi, Guillermo; 2020.



Figura 13-2: Estructura posterior de refrigerador en desuso

Realizado por: Yerovi, Guillermo; 2020.

2.6 Dispositivos Elegidos para el ensamblaje

2.6.1 *Niquelina*

La temperatura la proporciona una niquelina de 100 w y de 32 cm de diámetro como se observa en la figura 14-2, la cual está sostenida por tres garfios con una altura de 2 cm a una lata que permitirá el anclaje estable y seguro a la pared de poliuretano del refrigerador.



Figura 14-2: Procedimiento de anclaje y soporte de la niquelina

Realizado por: Yerovi, Guillermo; 2020.

2.6.2 Ventilador Interno

Para la distribución de calor se utiliza un ventilador de 14 W a 110 VCA de alimentación también anclado a 3cm de la lata en la mitad de la niquelina para una distribución del calor uniforme como se observa en la figura 15-2.



Figura 15-2: Ventilador Anclado a la lata de soporte

Realizado por: Yerovi, Guillermo; 2020.

2.6.3 Ventilador Externo



Figura 16-2: Ventilador Externo

Realizado por: Yerovi, Guillermo; 2020.

Dentro del habitáculo de la Incubadora IoT como muestra la figura 17-2 se visualiza: la niquelina, el ventilador Interno de 14 W a 110 VCA, un ventilador externo observado en la figura 16-2 que permite el desfogue de calor en caso de que exceda el límite de los 38 grados centígrados y ayuda con la ventilación que es un factor importante mientras el embrión se encuentra en desarrollo, debe haber un flujo constante de CO₂ y oxígeno por medio de la cáscara del huevo. (González, 2017, p.17)

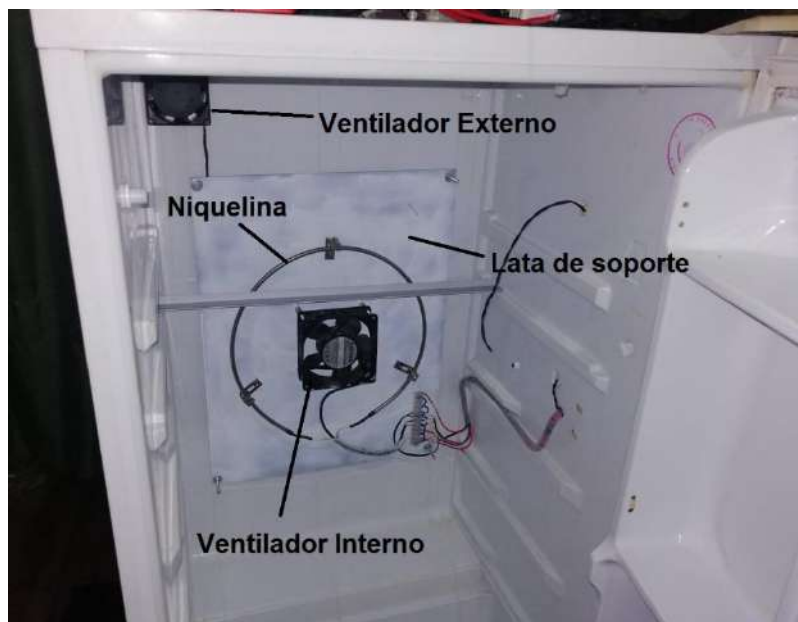
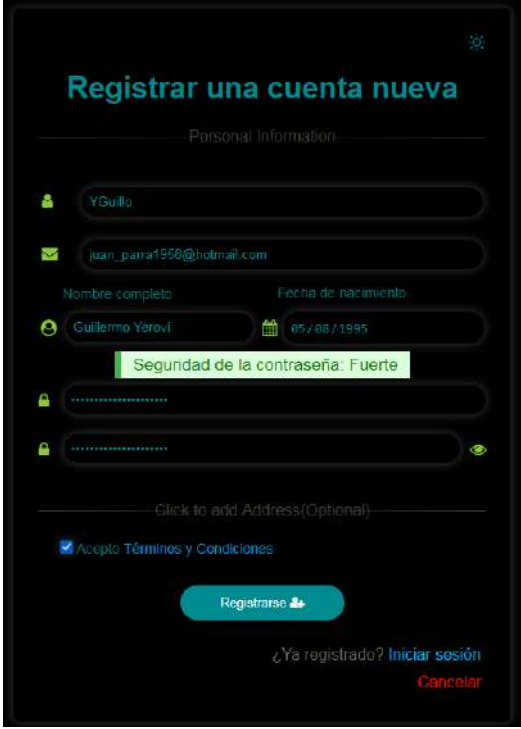


Figura 17-2: Distribución Interna de elementos dentro del habitáculo

Realizado por: Yerovi, Guillermo; 2020.

2.7 Creación y configuración de cuenta en la Plataforma CavyIoT

La plataforma CavyIoT permite tener acceso durante 30 días a todos sus servicios de forma gratuita registrando una cuenta en donde se deberá registrar el nombre de usuario, el correo electrónico, nombre completo, fecha de nacimiento, y una contraseña como se observa en la figura 18-2



The image shows a registration form titled "Registrar una cuenta nueva" (Register a new account) on a dark background. The form is divided into sections. The first section is "Personal Information" and contains several input fields: a username field with "YGuillo", an email field with "juan_parra1958@hotmail.com", a full name field with "Guillermo Yaroví", and a birth date field with "05/08/1995". Below these fields is a green notification box that says "Seguridad de la contraseña: Fuerte" (Password security: Strong). There are two password input fields, both masked with dots. Below the password fields is a section titled "Click to add Address (Optional)" with a checked checkbox for "Acepto Términos y Condiciones" (I accept Terms and Conditions). At the bottom of the form is a blue "Registrarse" (Register) button with a right-pointing arrow. In the bottom right corner, there are links for "¿Ya registrado? Iniciar sesión" (Already registered? Log in) and "Cancelar" (Cancel).

Figura 18-2: Creación de cuenta en la plataforma CavyIoT

Fuente: CavyIoT Developers; 2020.

A continuación, se requiere ingresar el OTP (*One Time Password*) que se ha enviado automáticamente al correo electrónico para proceder con la activación de la cuenta en CavyIoT - como se observa en la figura 19-2.

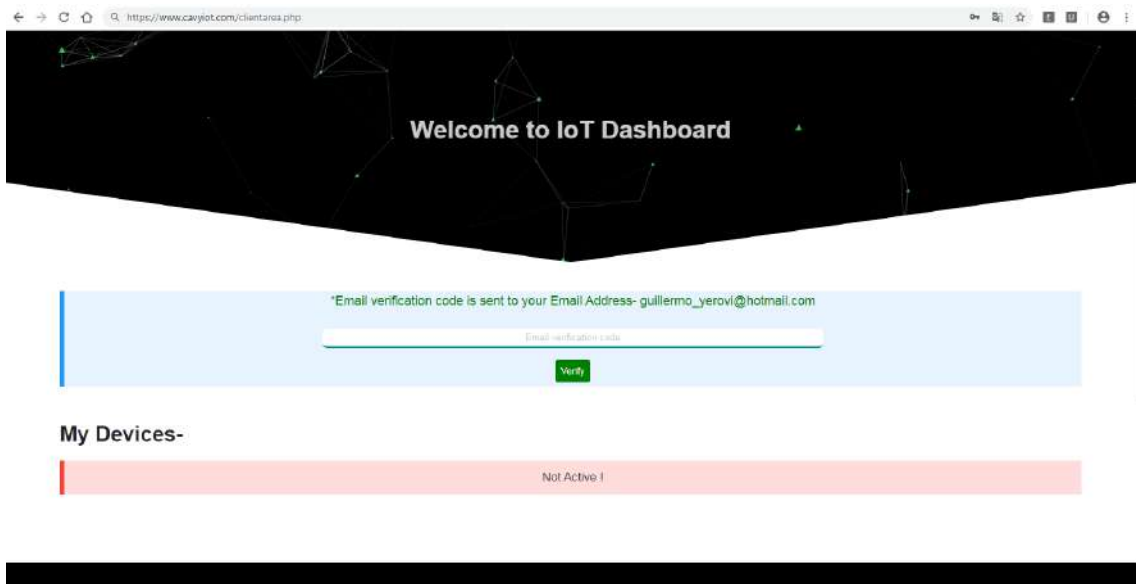


Figura 19-2: Activación de la cuenta en CavyIoT

Fuente: CavyIoT Developers; 2020.

El dispositivo que se asigna automáticamente y en donde se realizará el control y monitoreo de los parámetros de incubación tendrá como nombre “*Demo*” y tendrá una vigencia de 30 días como se observa en la figura 20-2.

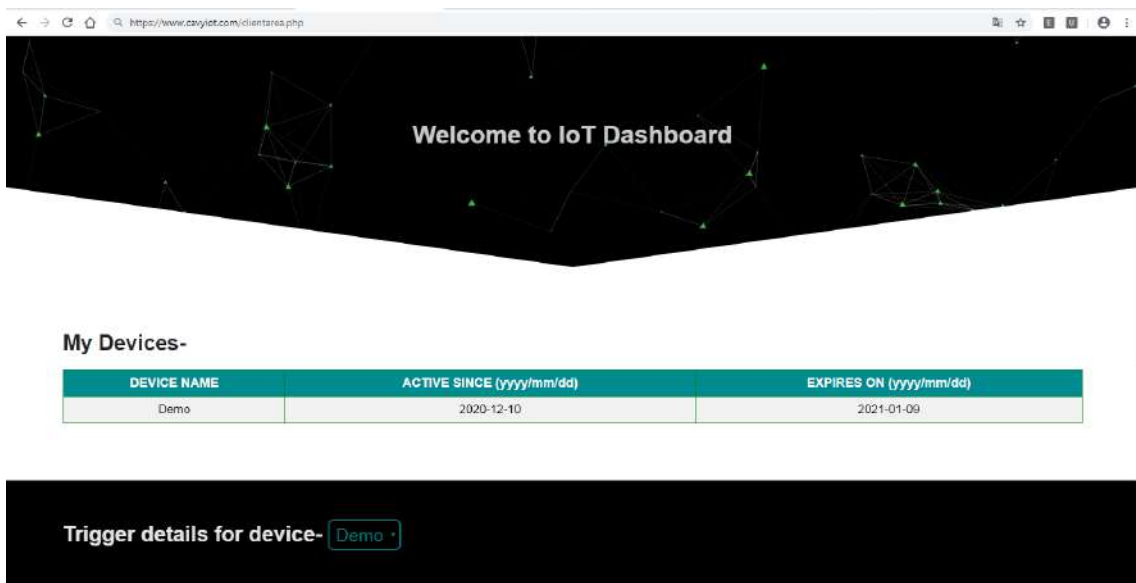


Figura 20-2: Dispositivo asignado automáticamente y su periodo de vigencia

Fuente: CavyIoT Developers; 2020.

Las siguientes líneas de programación en el Arduino UNO observadas en la figura 21-2 van a permitir conectar e iniciar el dispositivo en la Plataforma CavyIoT escribiendo para ello el nombre de la red Wi-Fi y la contraseña, así como también el nombre de usuario, la contraseña de la cuenta CavyIoT, y el nombre del dispositivo “*Demo*” asignado por defecto.

```

61 Serial.println("Wait for a while to connect!");
62 /*-----Para Iniciar el dispositivo se debe reemplazar las siguientes Credenciales-----*/
63 myIoTdevice.StartDevice
64 /*Credenciales de Red Wi-Fi->*/("YERPA", "gyerovi95",
65 /* Credenciales de la cuenta CavyIoT----->*/"YGuillo", "JuanitoParra2020Tesis", "Demo");//|
66 //-----
67 }

```

Figura 21-2: Líneas de código con credenciales para conexión a plataforma CavyIoT

Realizado por: Yerovi, Guillermo; 2020.

2.7.1 Botones

La plataforma CavyIoT cuenta con cuatro botones en el panel de control como se observa en la figura 22-2 que son para enviar la señal de control al dispositivo CavyIoT el usuario puede dar un nombre significativo a los botones de acuerdo con el sistema diseñado, lo que facilita al operador operar el panel de control. Los pines de salida del dispositivo CavyIoT se utilizan para controlar los dispositivos eléctricos como calentador, ventilador, bulbo, bomba, rociador, válvula solenoide, aire acondicionado, enfriador, etc. (CavyIoT, 2019).

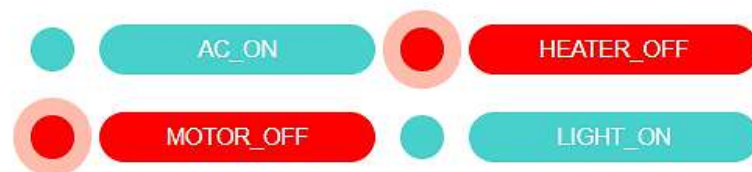


Figura 22-2: Ejemplo de asignación de funciones a los botones

Fuente: CavyIoT Developers; 2020.

En este proyecto se asignará las funciones a los botones correspondientemente a los requerimientos de la incubadora permitiendo tener el control ON y OFF de los distintos actuadores según las necesidades del proceso de incubación. Para esto se escribe en las líneas de programación en el IDE de Arduino los nombres de los actuadores que corresponderán a: Calor, Humidificador, Ventilador Externo y Ventilador Interno como se muestra en la figura 23-2.

```

myIoTdevice.DefineButtonLables
( "Calor",    "on",  "off",
  "Humid",   "on",  "off",
  "Vent_Ext", "on",  "off",
  "Vent_Int", "on",  "off"
);

```

Figura 23-2: Asignación de actuadores a los botones en CavyIoT

Realizado por: Yerovi, Guillermo; 2020.

2.7.2 Medidores

Como se observa en la figura 24-2 los medidores de que son para la visualización de datos de sensores son la función destacada en el Panel de control. Además de mostrar los datos del sensor, estos medidores también indican el estado de comunicación de *CavyIoT-DevBoard*. En caso de falla de comunicación, habrá un cambio de color en el dial del indicador. Este cambio en el color del indicador-dial depende del tipo de falla. El color negro del cuadrante indica que el dispositivo está fuera de línea (CavyIoT, 2019).

La placa de desarrollo CavyIoT permite hasta cuatro variables de sensor desde el Sensor1 a Sensor4, de las cuales las dos primeras variables Sensor1 y Sensor2 se mostrarán en la vista del medidor. Los medidores pueden monitorear cantidades físicas como temperatura, humedad, intensidad de luz, porcentaje de varios gases en el aire, proximidad, corriente eléctrica, caudal de líquido, nivel en el tanque, presión, etc. El usuario puede editar / personalizar el medidor de acuerdo con el sensor utilizado en su / En su proyecto, el usuario puede configurar los parámetros del medidor como valor mínimo, valor máximo, pasos, unidad, etc. para observar datos de forma moderna (CavyIoT, 2019).

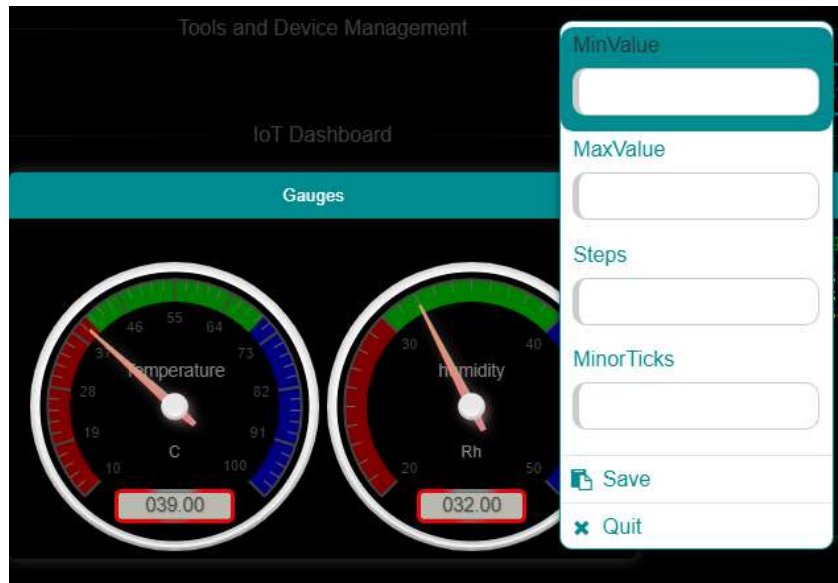


Figura 24-2: Medidores de sensores 1 y 2 en la plataforma CavyIoT

Fuente: CavyIoT Developers; 2020

Para este proyecto se ocuparán tres de los cuatro sensores que ofrece la plataforma como se mencionaba anteriormente, los dos primeros que serán los que aparecen en los medidores de aguja que proporciona el panel de control de esta plataforma serán los de Temperatura y Humedad, el tercer sensor se encargará de analizar la posición de los huevos que la irán alternando cada dos horas de entre 45 grados y 135 grados, para esto se realiza la configuración en el IDE de Arduino con las líneas de configuración que se muestran en la figura 25-2.

```
//-----Envío de datos al servidor-----
myIoTdevice.UpdateSensorData
( "Temperatura",String(temp), "C",
  "Humedad", String(hum), "Rh",
  "Volteo", String(angle), "deg"
);
```

Figura 25-2: Asignación de sensores con sus respectivas etiquetas

Realizado por: Yerovi, Guillermo; 2020.

2.7.3 Configuración de los botones y medidores en el Panel de Control del dispositivo en la Plataforma CavyIoT.

Luego de realizar las configuraciones anteriormente mencionadas en el IDE de Arduino, en el Panel de Control del dispositivo se visualizarán los botones y los medidores como

se observa en la figura 26-2 en donde por ser la primera prueba marca la temperatura y humedad ambiente.



Figura 26-2: Visualización del panel de control de la primera prueba.

Fuente: CavyIoT Developers; 2020

2.7.4 Configuración de los Triggers o Disparadores.

Como se visualiza en la figura 27-2 en la configuración de los *triggers* o disparadores se puede configurar los parámetros deseados para el correcto funcionamiento del proceso de Incubación es así que en relación a la Temperatura, la niquelina se mantendrá encendida hasta una temperatura de 37.5 o menos, con respecto a la humedad el humidificador estará activado siempre que este parámetro se encuentre entre por debajo del 47 % de humedad y se apagará cuando esté por encima del 54%, con respecto al desfogue y circulación de aire el ventilador externo se activará cuando la temperatura sea igual o mayor a los 37.7 grados centígrados, y el ventilador interno el cual debe permanecer siempre encendido será activado desde los 15 grados centígrados en adelante.

Set new Triggers for device Demo

Note: You must select device before setting new triggers.

SENSOR:cavyIoT

Sensor	condition	value	Action
Temperatura	Equal to	37.5	Calor_off
Temperatura	Less than	37.5	Calor_on
Humedad	Less than	47	Humid_on
Humedad	Greater than	54	Humid_off
Temperatura	Equal to	37.7	Vent_Ext_on
Temperatura	Less than	37.7	Vent_Ext_off
Temperatura	Greater than	15	Vent_Int_on

Add Trigger Save



ADDRESS & CONTACT

+919623375682
+917769993277
support@cavyiot.com
Akola (MS) India

USEFUL LINKS

Home
Services
About Us
About Us

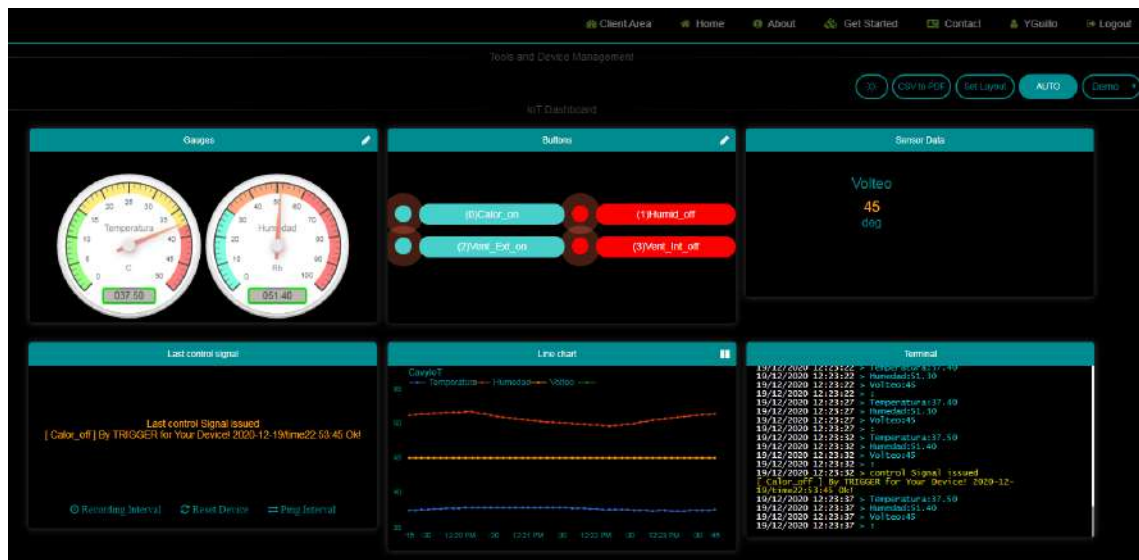
INFO & POLICY

FAQs
Industrial Inquiry
Products
Pricing
Terms & Conditions

Figura 27-2: Configuración de Triggers para el funcionamiento del proceso de Incubación

Realizado por: Yerovi, Guillermo; 2020.

Una vez configurados los *triggers*, en el panel de control se observa la recepción de datos como la Temperatura, la Humedad, el ángulo de volteo, así como los botones correspondientes a cada actuador que se activarán automáticamente según lo configurado, existe la posibilidad de que el sistema realice el trabajo automático y también manual únicamente presionando el botón Auto/Manual como se observa en la figura 28-2



The dashboard displays real-time sensor data and control options. The 'Gauges' section shows Temperature at 37.50°C and Humidity at 55.46%. The 'Buttons' section includes manual controls for Calor (On/Off), Humid (On/Off), Vent_Ext (On/Off), and Vent_Int (On/Off). The 'Line chart' tracks Temperature, Humidity, and Volteo over time. The 'Terminal' window shows system logs, including a 'control signal issued' event at 19/12/2020 12:23:32.

Figura 28-2: Visualización de los parámetros y botones del sistema de Incubación.

Realizado por: Yerovi, Guillermo; 2020.

2.8 API RESTful

El estilo arquitectónico *Representational State Transfer* (REST) define un conjunto de reglas para el diseño de sistemas hipertexto distribuidos que han guiado el diseño y desarrollo de la Web tal como la conocemos. Los servicios web que siguen el estilo arquitectónico REST se denominan Servicios web RESTful, y las interfaces programáticas de estos servicios como API REST. Los principios que rigen el diseño de las API REST son en gran parte el resultado de elecciones arquitectónicas de la Web destinadas a fomentar la escalabilidad y la robustez de los sistemas en red, orientados a recursos basados en HTTP (Fielding, 1999). Los principios básicos son:

- **Direccionabilidad de recursos.** Las API administran y exponen recursos que representan conceptos de dominio; cada recurso se identifica y se puede direccionar de forma única mediante un identificador uniforme de recursos (URI) adecuado.
- **Representaciones de recursos.** Los clientes no conocen directamente el formato interno y el estado de los recursos; trabajan con representaciones de recursos (por ejemplo, JSON o XML) que representan el estado actual o previsto de un recurso. La declaración de tipos de contenido en los encabezados de los mensajes HTTP permite a los clientes y servidores procesar correctamente las representaciones.
- **Interfaz uniforme.** Se accede a los recursos y se manipulan utilizando los métodos estándar definidos por el protocolo HTTP (Obtener, publicar, poner, etc.). Cada método tiene su propio comportamiento estándar esperado y códigos de estado estándar.
- **Apatriada.** Las interacciones entre un cliente y una API no tienen estado, lo que significa que cada solicitud contiene toda la información necesaria para ser procesada por la API; no se mantiene ningún estado de interacción en el servidor.
- **Hipertexto como motor del estado.** Los recursos como conceptos de dominio pueden relacionarse con otros recursos. Los vínculos entre los recursos (incluidos en sus representaciones) permiten a los clientes descubrir y navegar por las relaciones y mantener el estado de interacción. (Rodríguez; et al., 2018, pp. 3-4)

Juntamente, estos principios explican el nombre "transferencia de estado representacional": el estado de interacción no se almacena en el lado del servidor; es transportado (transferido) por cada solicitud del cliente al servidor y codificado dentro de la representación del recurso al que se refiere la solicitud. (Rodríguez; et al., 2018, pp. 3-4)

REST es un conjunto de principios arquitectónicos, y si se siguen todos, se construirán API REST. Pero a menudo no se siguen algunos de los principios para optimizar el rendimiento, el tiempo de desarrollo y más.

Uno de los principios arquitectónicos de la arquitectura RESTful sugiere un uso más explícito de métodos HTTP, a saber:

- POST: creación de un recurso (crear)
- GET: obtener un recurso (recuperar)
- PUT: cambia el estado del recurso (actualización)
- DELETE: eliminar el recurso (Eliminar)

Estas operaciones: crear, recuperar, actualizar, eliminar en la suma denominada CRUD. A menudo, estas operaciones son suficientes para realizar todas las operaciones del servicio web.

URI es un identificador de recursos unificado. Los servicios web REST utilizan un cierto estilo de formación de URI. Supongamos que creamos un servicio web en el que trabajamos con la entidad "alumno", sobre esta entidad podemos realizar al menos 4 operaciones: creación, recuperación, actualización y borrado. Al usar el estilo REST de los servicios web, la URL se verá así ("servicio.com" - el dominio condicional del servicio):

- GET service.com/students: obtener el estado de todos los estudiantes
- GET service.com/students/5: obtenga el estado de estudiante con identificación es "5"
- POST service.com/students: al crear un nuevo alumno, el objeto en sí se envía en el cuerpo de la solicitud.
- PUT service.com/students/5: el cambio de estado del estudiante con identificación es "5"
- DELETE service.com/students/5: eliminar un estudiante con una identificación igual a "5"

Apátrida. Otro principio básico de la arquitectura RESTful es que no almacena el estado actual, es decir, cada solicitud contiene toda la información necesaria para su procesamiento y es completamente independiente de las solicitudes anteriores y siguientes. Esto también se puede indicar en el caso de sesiones recibidas por usuarios en sitios web habituales sin autorización. Hay varias formas de evitar el uso de sesiones para crear una verdadera API REST. (Melnichuk; et al., 2018, pp. 18-19)

El método más popular es utilizar la autenticación mediante token. El significado de este método de autenticación es que el usuario utiliza el protocolo HTTPS para enviar el nombre de la cuenta o el correo electrónico y la contraseña al servicio web. Luego, crear un token en el servicio web, que incluye el nombre de la cuenta / correo electrónico y otra información útil para continuar trabajando con el usuario, como el rol del usuario, la fecha de vencimiento del servicio del token,

etc. Después de recopilar otra información en el token, para proteger los datos y permitir que solo el servicio web actual use el token, el token se cifrará con la clave generada previamente por el desarrollador o administrador. (Melnichuk; et al., 2018, pp. 18-19)

HATEOAS. Además, hay otro principio que es importante para crear una verdadera API REST. Este principio se denomina HATEOAS (*Hypermedia as the Engine of Application State*). Establece que el trabajo solo debe realizarse mediante hipervínculos, y estos recursos contienen información sobre sí mismos y enlaces a otros recursos. Es decir, en el ejemplo de la entidad "estudiante", debe haber una referencia a este recurso en el objeto transferido para evitar usar el identificador de recurso en la forma de valor normal del objeto y la entidad como "curso", "grupo", etc. Aún debe agregar un enlace al cambio de estado del recurso indirecto en el cuerpo de la respuesta. Este principio a menudo no se usa.

Almacenamiento en caché. No es raro que los servicios *Web* basados en la arquitectura Restful soporten una gran carga por parte del cliente, por lo que, para reducir el tiempo de respuesta, se recomienda utilizar recursos de caché en el cliente. Para ello, el servidor debe poder procesar correctamente la "solicitud" del cliente, es decir, qué recursos se pueden almacenar en caché y cuál es el período de validez de los recursos en caché. Debido a la complejidad de su correcta e innecesaria implementación, este principio no se suele utilizar en servicios web con poca carga y poca cantidad de datos transmitidos.

Formatos de intercambio de datos. Por lo general, un servicio web en particular utiliza un formato determinado para el intercambio de datos. Por ejemplo, al comunicarse con REST, un servicio web puede usar JSON (*JavaScript Object Notation*) como formato de intercambio, mientras que SOAP usa XML, pero en realidad está orientado a una API REST, que usará XML para interactuar con el servidor.

Cuando se usa una arquitectura RESTful que usa el formato de transmisión de objetos JSON en lugar de XML, se puede reducir la carga en el canal de comunicación dado que el tamaño del cuerpo de la respuesta del servicio web se reduce significativamente, se puede mejorar la productividad. Por ejemplo, use la entidad condicional "estudiante", que tiene tres campos: correo electrónico, nombre y apellido cuando se usa:

Por ejemplo, trabajando con la entidad condicional "estudiante", que tiene tres campos: correo electrónico, nombre, apellido cuando se usa:

- JSON:

```
{  
  "email": "email@domain.com",  
  "first_name": "Ivan",  
  "last_name": "Ivanov"  
}
```

Figura 29-2: Representación JSON del objeto “estudiante”
Fuente: Melnichuk, M.; Kornienko. 2018.

- XML:

```
<student>  
  <email>email@domain.com</email>  
  <firstName>Ivan</firstName>  
  <lastName>Ivanov</lastName>  
</student>
```

Figura 30-2: La primera versión de la representación XML del objeto “estudiante”
Fuente: Melnichuk, M.; Kornienko. 2018.

O

```
<student email="email@domain.com" firstName="Ivan" lastName="Ivanov">  
</student>
```

Figura 31-2: La segunda versión de la representación XML del objeto “estudiante”
Fuente: Melnichuk, M.; Kornienko. 2018.

En este caso, la transmisión JSON ocupa 71 bytes en lugar de 120/80 bytes en la transmisión XML. El método de envío recomendado es el formato JSON, que es una opción clásica. Si la API está orientada al público, se recomienda admitir ambos tipos de intercambio de datos al mismo tiempo para que los desarrolladores externos puedan determinar el tipo de presentación más conveniente. Sin embargo, se debe recordar que en el caso de un uso extensivo de la representación XML en el canal de comunicación, habrá más carga. No hay que olvidar la documentación de desarrolladores externos, porque solo ellos pueden hacer un uso completo de la API. El documento debe describir los principales casos de uso del usuario y considerar

completamente los ejemplos de solicitudes del servidor (protocolo, encabezado y cuerpo) y respuestas. (Melnichuk; et al., 2018, pp. 18-19)

CavyIoT trabaja con API RESTfull HTTP para acceder a sus recursos desde el dispositivo IoT en este caso la Incubadora IoT.

Para comunicarse con el servicio REST de CavyIoT se utiliza el formato de intercambio JSON como se muestra en la figura 32-2 donde se puede visualizar los objetos como el nombre del dispositivo, el estado de operación, el modo de operación, los sensores, los valores del sensor y las unidades de medida, así como el estado de los botones para la activación y desactivación de los actuadores según se requiera y también la fecha y hora del registro.

```
{
  "device": "Demo",
  "operation": "running",
  "mode": "auto",
  "internet": "yes",
  "sensor1": "Temperatura",
  "v1": 37.4,
  "u1": "C",
  "sensor2": "Humedad",
  "v2": 62.7,
  "u2": "Rh",
  "sensor3": "Volteo",
  "v3": 0,
  "u3": "deg",
  "sensor4": "",
  "v4": "",
  "s-date": "2021-01-06",
  "s-time": "17:51:34",
  "r_1": "ON",
  "r_2": "OFF",
  "r_3": "OFF",
  "r_4": "ON",
  "c-date": "2021-01-05",
  "c-time": "07:50:51",
  "via": "RCP",
  "running_since": 341131
}
```

Figura 32-2: Formato de intercambio para acceder a los servicios de API RESTfull.

Fuente: Yerovi, Guillermo. 2018.

2.9 Comparación con incubadoras existentes en el mercado

2.9.1 Incubadora Automática ZStarlite B07CNZZ82D



Figura 33-3: Incubadora Automática ZStarlite B07CNZZ82D

Fuente: <https://www.amazon.de/-/en/ZStarlite-Automatic-incubator-poultry-chickens/dp/B07CNZZ82D>

Características de la incubadora ZStarlite B07CNZZ82D:

- Cubierta transparente.
- Capacidad para 7 huevos.
- El control de la temperatura incorporado.
- Circulación de calor.
- Realizado mediante plástico de grado alimenticio.
- Tamaño pequeño.
- Voltaje de alimentación: 110 Vca.
- Frecuencia de alimentación: 50Hz – 60Hz
- Peso del producto: 0.4500 kg
- Tamaño del producto (L x A x H): 17.50 x 17.50 x 16.00 cm
- Precio \$55.

2.9.2 Incubadora HDD YZ-12A de 12 huevos



Figura 34-3: Incubadora Automática HDD YZ-12^a

Fuente: <https://www.jersimport.com/producto/incubadora-de-12-huevos-hdd/>

Características Incubadora HDD YZ-12A

- Cubierta de material ABS polarizado.
- Capacidad para 12 huevos.
- El control de la temperatura incorporado.
- Circulación de calor.
- Tamaño medio
- Voltaje de alimentación: 110 Vca
- Frecuencia de alimentación: 50Hz – 60Hz
- Peso del producto: 2.3 kg
- Tamaño del producto (L x A x H): 32 x 20,8 x 12 cm
- Precio \$100.

2.9.3 Incubadora B07BX9BC4N de 24 huevos



Figura 35-3: Incubadora Automática Incubadora B07BX9BC4N

Fuente: <https://www.amazon.de/24-incubador-Digital-klein-verstellbar-Ma%C3%9Fnahme/dp/B07BX9BC4N>

Características Incubadora B07BX9BC4N

- Cubierta transparente.
- Capacidad para 24 huevos.
- El control de la temperatura incorporado.
- Circulación de calor.
- Realizado mediante plástico de grado alimenticio.
- Tamaño medio
- Voltaje de alimentación: 110 Vca
- Frecuencia de alimentación: 50Hz – 60Hz
- Peso del producto: 3,4 kg
- Tamaño del producto (L x A x H): 39,00 x 24,00 x 13,00 cm
- Precio \$170.

2.9.4 Incubadora Osnox – 0999111164 48 huevos



Figura 36-3: Incubadora Automática Incubadora Osnox – 0999111164

Fuente: <https://www.amazon.com/-/es/Incubadora-totalmente-autom%C3%A1tica-control-temperatura/dp/B07RRB8748#:~:text=Control%20digital%20de%20temperatura%2C%20bandejas,seguridad%20de%20%C3%A9xito%20de%20incubaci%C3%B3n.>

Características de la Incubadora Osnox – 0999111164

- Paredes transparentes.
- Capacidad para 48 huevos.
- El control de la temperatura incorporado.
- Circulación de calor.
- Realizado mediante plástico de grado alimenticio.
- Tamaño medio
- Voltaje de alimentación: 110 Vca
- Frecuencia de alimentación: 50Hz – 60Hz
- Peso del producto: 4,00 kg
- Tamaño del producto (L x A x H): 40,00 x 37,00 x 23,00 cm
- Precio \$195.

Tabla 1-2: Tabla de comparación de características incubadoras existentes en el mercado.

Incubadora	ZStarlite B07CNZZ82D	HDD YZ- 12A	B07BX9BC4N	Osnox – 0999111164	Incubadora IoT
Características					
Material	Plástico	ABS	Plástico	Plástico	Poliuretano
Capacidad (huevos)	7	12	24	48	30
Temperatura Automática	SI	SI	SI	SI	SI
Circulación de calor	SI	SI	SI	SI	SI
Tamaño (L x A x H) cm	40,00 x 37,00 x 23,00	39,00 x 24,00 x 13,00	32 x 20,8 x 12	17.50 x 17.50 x 16.00	60,00 x 65,00 x 120
Alimentación VCA	110 - 120	110 - 120	110 - 120	110 – 120	110 - 120
Precio \$ (Dólares Americanos)	55	100	170	195	250
Peso	0.45	2.3	3.4	40,00	40 Kg
Monitorización y control con Tecnología IoT	NO	NO	NO	NO	SI

Realizado por: Guillermo Yerovi, 2020

2.10 Seguridad

El término seguridad abarca una amplia gama de conceptos. En primer lugar, se refiere a la prestación de servicios de seguridad, que incluyen confidencialidad, autenticación, integridad, autorización, no repudio y disponibilidad, así como algunos servicios especiales de detección de duplicaciones y paquetes obsoletos. (Aguilar; et al., 20017, p. 7).

Estos servicios de seguridad se pueden implementar combinando mecanismos de cifrado (por ejemplo, cifrados en bloque, funciones hash o algoritmos de firma) y mecanismos de no cifrado

(implementando políticas de autorización y otras políticas de aplicación de la seguridad).

(Aguilar; et al., 20017, p. 7).

Para cada uno de los mecanismos criptográficos es fundamental una sólida infraestructura de gestión de claves para manejar las claves criptográficas necesarias, mientras que para reforzar la política de seguridad, es necesario codificar adecuadamente las autorizaciones como una función de los roles de los dispositivos y un motor de política de seguridad que implemente esas comprobaciones de autorización y que pueda implementar cualquier tipo de cambio a través de todo el ciclo de vida del sistema. (Aguilar; et al., 20017, p. 7).

El objetivo de CavyIoT es proteger los datos del usuario de los atacantes, así como los ataques de desbordamiento de búfer en redes y dispositivos, para esto se examina cada tráfico de datos entre un dispositivo y la nube CavyIoT para asegurarse de que esté protegido. La transmisión de datos (como la contraseña del usuario y la información personal) entre el dispositivo IoT y la nube CavyIoT se cifra con un algoritmo de cifrado especial. (CavyIoT, Developers, 2019)

Para la transmisión de datos de sensores, se utiliza cifrado de transporte como *Secure Socket Layer* (SSL) o *Transport Layer Security* (TLS) sobre HTTPS y WSS. (CavyIoT, Developers, 2019)

SSL es una tecnología estandarizada que permite el cifrado del tráfico de datos entre un navegador web y un sitio web (o entre dos servidores web) para proteger la conexión. Esto evita que entidades no autorizadas vean o intercepten información transmitida de un punto a otro, que puede incluir datos personales o financieros.

El protocolo SSL encripta y protege los nombres de usuario y contraseñas, así como los formularios utilizados para enviar datos personales, documentos o imágenes en páginas web.

Por lo general, eso comienza evitando los protocolos de cifrado patentados y siguiendo los de uso común y los validados criptológicamente. (CavyIoT, Developers, 2019)

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.

3.1 Registro de datos en formato CSV y JSON y PDF

CavyIoT permite descargar el archivo de registro de todas las operaciones, para esto el circuito debe haber estado funcionando como mínimo 2 horas.

Con los siguientes pasos la placa Node MCU ESP8266 funciona como un punto de acceso Wi-Fi.

- Conectar pin B de DevBoard a tierra (D0 de NodeMCU).
- Conectar el cable USB de DevBoard a la computadora.
- Reiniciar el Node MCU ESP8266.

Aparecerá una red Wi-Fi llamada CavyIoT a la cual se accede mediante la contraseña **admin@123**.

En el navegador se ingresa la dirección URL <http://100.100.100.100> y aparecerá un menú como muestra la figura 1-3 que permitirá descargar el archivo CSV con todos los datos de las operaciones de la Incubadora IoT. (CavyIoT, 2019).

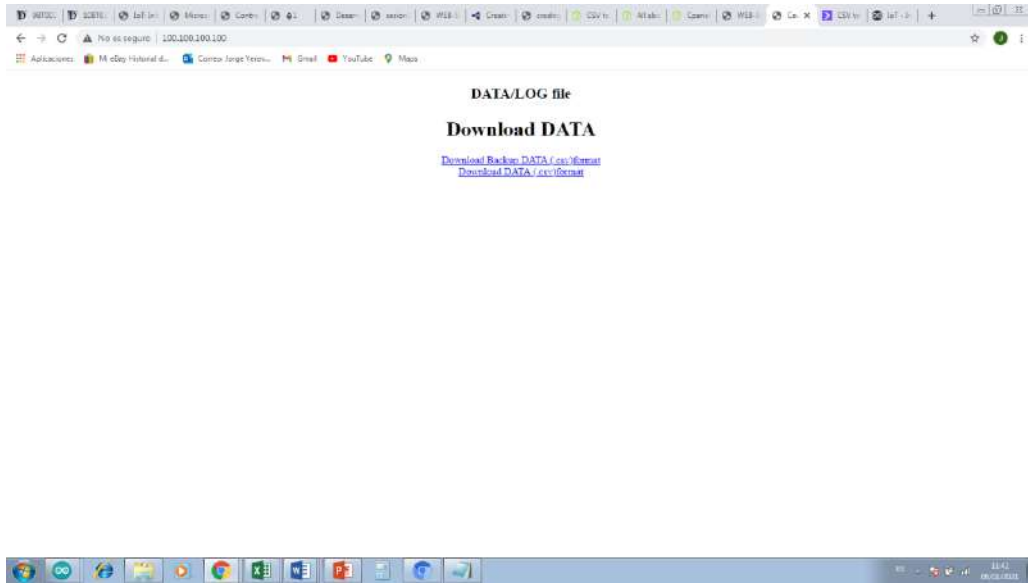


Figura 1-3: Página de descarga de archivo CSV de registro de parámetros de incubación.
Fuente: Yerovi, Guillermo. 2018.

Para transformar el archivo CSV a formato JSON y PDF CavyIoT posee una herramienta en línea como se observa en la figura 2-3. (CavyIoT, 2019).



Figura. 2-3: Herramienta en Línea para transformar archivos CSV a JSON y PDF
Fuente: CavyIoT, 2019.

Una vez transformado el archivo CSV a PDF se visualiza en una tabla todos los procesos que se han ido registrando a lo largo del día como se observa en la figura 3-3

Data Log of device: Demo

Sr. No.	Device	Operation	Mode	Internet	S1	V1	U1	S2	V2	U2	S3	V3	U3	S4	V4	U4	S-Date	S-Time	Button 1	Button 2	Button 3	Button 4	C-Time	C-Date	Via	R
1	Demo	running	auto	yes	Temperatura 37.80	C	Humedad 65.00	Rh	Volteo	135	deg						2021-01-03	19:24:47	undefined	undefined	undefined	undefined	15:43:25	2021-01-03	RCP	42
2	Demo	running	auto	yes	Temperatura 37.60	C	Humedad 63.00	Rh	Volteo	135	deg						2021-01-03	19:25:25	undefined	undefined	undefined	undefined	15:43:25	2021-01-03	RCP	42
3	Demo	running	auto	yes	Temperatura 37.50	C	Humedad 64.80	Rh	Volteo	135	deg						2021-01-03	19:26:27	undefined	undefined	undefined	undefined	15:43:25	2021-01-03	RCP	42
4	Demo	running	auto	yes	Temperatura 37.40	C	Humedad 66.50	Rh	Volteo	135	deg						2021-01-03	19:27:00	undefined	undefined	undefined	undefined	15:43:25	2021-01-03	RCP	42
5	Demo	running	auto	yes	Temperatura 37.30	C	Humedad 69.00	Rh	Volteo	135	deg						2021-01-03	19:28:00	undefined	undefined	undefined	undefined	15:43:25	2021-01-03	RCP	42
6	Demo	running	auto	yes	Temperatura 37.50	C	Humedad 70.40	Rh	Volteo	135	deg						2021-01-03	19:29:01	undefined	undefined	undefined	undefined	15:43:25	2021-01-03	RCP	42
7	Demo	running	auto	yes	Temperatura 37.70	C	Humedad 70.80	Rh	Volteo	135	deg						2021-01-03	19:29:34	undefined	undefined	undefined	undefined	15:43:25	2021-01-03	RCP	43
8	Demo	running	auto	yes	Temperatura 37.80	C	Humedad 65.60	Rh	Volteo	135	deg						2021-01-03	19:30:35	undefined	undefined	undefined	undefined	15:43:25	2021-01-03	RCP	43
9	Demo	running	auto	yes	Temperatura 37.60	C	Humedad 62.30	Rh	Volteo	135	deg						2021-01-03	19:31:36	undefined	undefined	undefined	undefined	15:43:25	2021-01-03	RCP	43
10	Demo	running	auto	yes	Temperatura 37.40	C	Humedad 64.50	Rh	Volteo	135	deg						2021-01-03	19:32:37	undefined	undefined	undefined	undefined	15:43:25	2021-01-03	TRIG	43
11	Demo	running	auto	yes	Temperatura 37.40	C	Humedad 64.90	Rh	Volteo	135	deg						2021-01-03	19:32:43	undefined	undefined	undefined	undefined	15:43:25	2021-01-03	RCP	43
12	Demo	running	auto	yes	Temperatura 37.40	C	Humedad 65.50	Rh	Volteo	135	deg						2021-01-03	19:32:54	undefined	undefined	undefined	undefined	15:43:25	2021-01-03	TRIG	43
13	Demo	running	auto	yes	Temperatura 37.40	C	Humedad 65.90	Rh	Volteo	135	deg						2021-01-03	19:33:00	undefined	undefined	undefined	undefined	15:43:25	2021-01-03	RCP	42

Figura 3-3: Tabla de formato PDF con todos los parámetros del proceso de incubación.

Fuente: CavyIoT, 2019.

3.2 Toma y recolección de datos.

La toma y recolección de datos se la realizará desde el día 16 de diciembre a las 19:00 que fue el día en que se puso en operación la Incubadora IoT.



Figura 4-3: Carga de huevos listos para el proceso de incubación.

Fuente: Yerovi, Guillermo; 2020.

3.3 Tiempo de subida de datos entre el sistema y el servidor.

Los resultados de esta prueba se realizaron observando el tiempo de subida de datos como la temperatura, la humedad y el volteo los cuales se registran en la plataforma de CavyIoT tomando en cuenta 15 muestras desde la hora 10:47:48 como se observa en la tabla 1-3.

Tabla 1-3: Registro de datos subidos desde el sistema al servidor CavyIoT

N° de prueba	Hora Registro Datos	Tiempo (segundos)
0	10:47:48	N/A
1	10:47:53	5
2	10:47:58	5
3	10:48:03	5
4	10:48:09	6
5	10:48:14	5
6	10:48:18	4
7	10:48:23	5
8	10:48:28	5
9	10:48:33	5
10	10:48:38	5
11	10:48:44	6
12	10:48:49	5
13	10:48:54	5
14	10:48:58	4
15	10:49:03	5
Promedio		5

Realizado por: (Guillermo Yerovi, 2020)

Se determinó que el tiempo promedio de subida de datos desde el sistema al servidor de CavyIoT es de 5 segundos, el cual es un tiempo aceptable para la correcta monitorización y control del sistema de Incubación IoT.

3.4 Caracterización de las condiciones de la Incubadora IoT.

Tabla 2-3: Tabla de condiciones de parámetros de incubación promedio

Días \ Parámetros	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Temperatura °C	37.6	37.5	37.6	37.65	37.6	37.56	37.5	37.5	37.6	37.6	37.56	37.6
Humedad %	50.5	50.4	50.5	52.25	52.4	52	50.85	51.4	51.3	51.5	51.6	52.1

Realizado por: (Guillermo Yerovi, 2020)

Los valores que se encuentran detallados en la tabla 2-3 y en la tabla 3-3 es el promedio de 12 mediciones al día realizadas cada 2 horas, desde el 16 de diciembre del 2020 al 02 de enero 2021 han transcurrido 18 días en los cuales los parámetros monitorizados en la plataforma CavyIoT se han mantenido dentro de los niveles recomendables para el desarrollo adecuado de los embriones dentro de los huevos.

Tabla 3-3: Tabla de condiciones de parámetros de incubación promedio

Días \ Parámetros	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Temperatura °C	37.5	37.5	37.6	37.6	37.55	37.57	37.4	37.4	37.3
Humedad %	52.6	51.2	52.8	52.7	52.4	64.5	70.2	70.1	70.0

Realizado por: (Guillermo Yerovi, 2020)

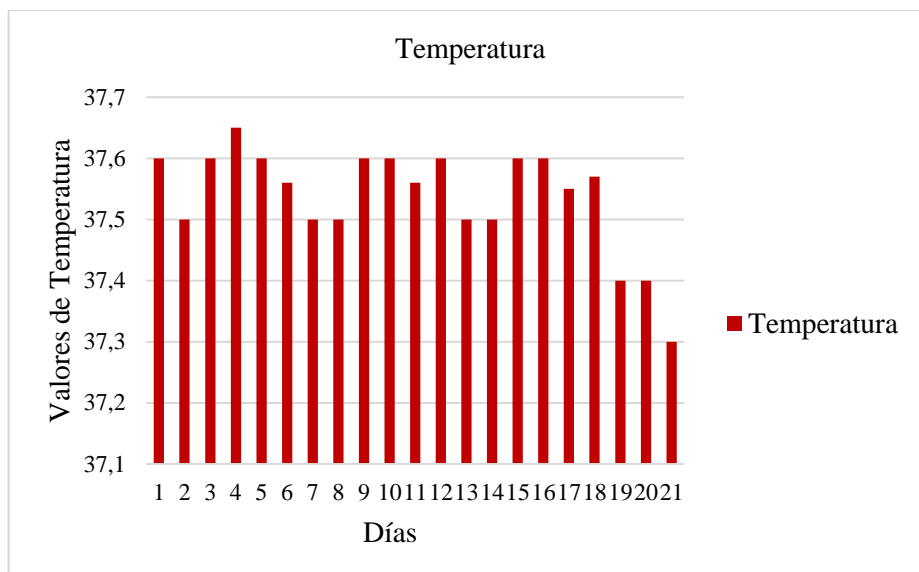


Gráfico 3-1: Valores de temperatura en los 21 días del proceso de incubación.

Fuente: Yerovi, Guillermo; 2020.

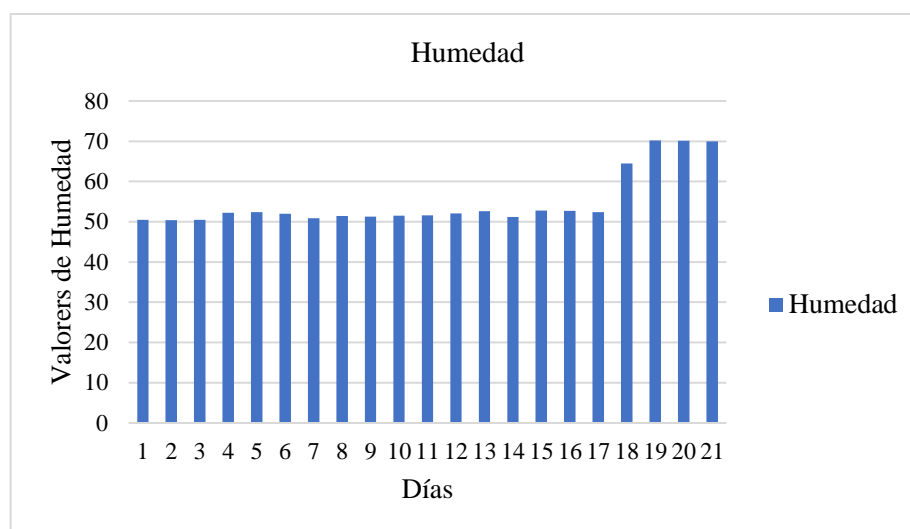


Gráfico 3-2: Valores de humedad en los 21 días del proceso de incubación.

Fuente: Yerovi, Guillermo; 2020.

3.5 Caracterización del movimiento de la bandeja de huevos

Tabla 4-3: Tabla de posiciones de las bandejas de huevos

MOVIMIENTOS	
TIMEPO Hrs	POSICIÓN
19:00	45°

21:00	135°
23:00	45°
1:00	135°
3:00	45°
5:00	135°
7:00	45°
9:00	135°
11:00	45°
13:00	135°
15:00	45°
17:00	135°

Realizado por: Guillermo Yerovi, 2020

El volteo se realiza hasta el día 18 es decir hasta el 03 de enero del 2021 cada dos horas, es decir 12 veces al día con la finalidad de impedir que el embrión se adhiera a la cáscara.

3.6 Retiro de los huevos de las bandejas de volteo

Durante el proceso del volteo de huevos existen dos etapas, la primera que corresponde a los primeros 18 días, con una frecuencia de volteo entre dos a tres horas, y la segunda etapa donde el volteo no se ejecuta, lo cual corresponde a los tres últimos días, donde se lleva a efecto la eclosión de los huevos. (Tumipamba, 2017, p. 24-25)

El día 4 de enero del 2021 se trasladan los huevos de la bandeja de volteo hacia una cesta plástica, como se observa en la figura 5-3 para el respectivo nacimiento de los pollitos a una temperatura de inferior a los 37.5 y con una humedad superior al 60% como se observa en la figura 6-3.



Figura 5-3: Traslado de huevos hacia la cesta plástica para la respectiva eclosión.

Fuente: Yerovi, Guillermo; 2020.



Figura 6-3: Panel de control y monitorización de la incubadora IoT. Plataforma CavyIoT

Fuente: Yerovi, Guillermo; 2020.

3.7 Nacimiento de los pollitos Incubadora IoT

El día 6 de enero de 2021 hasta las 19:00 horas cuando se cumplieron exactamente los 21 días desde el inicio del proceso de incubación eclosionaron 4 huevos como se observa en la figura 7-3



Figura 7-3: Nacimiento de los pollitos, Incubadora IoT.

Fuente: Yerovi, Guillermo; 2020.

3.8 Nacimiento de pollitos Incubadora Incucampos

Al igual que con la incubadora IoT se colocaron 12 huevos en una incubadora de Incucampos, como se observa en la figura 8-3, sin las propiedades de monitorización y control remoto, es decir como tradicionalmente se maneja el proceso en sus instalaciones.



Figura 8-3: Ingreso de huevos en Incubadora Incucampos.

Fuente: Yerovi, Guillermo; 2020.

Después de transcurrido los 21 días necesarios para el proceso de incubación, en la incubadora de Incucampos sin las propiedades de monitorización y control remoto, nacieron 3 pollitos como se observa en la figura 9-3.



Figura 9-3: Ingreso de los pollitos, Incubadora Incucampos.

Fuente: Yerovi, Guillermo; 2020.

Discusión de resultados

La monitorización remota del proceso de incubación, mediante la incubadora IoT permitió tener el control de los parámetros desde cualquier parte del mundo al que se tenga acceso a internet mediante un computador laptop o de escritorio, evitando acceder físicamente hasta las salas de incubación de Incucampos, y así manteniendo un control más exhaustivo debido a que se cuenta con notificaciones que llegan al correo electrónico cuando un parámetro ha excedido sus niveles normales como se muestra en la figura 10-3. El porcentaje de nacimiento de pollitos en la Incubadora IoT fue mayor que con la incubadora existente en Incucampos evidenciando un funcionamiento satisfactorio con un porcentaje mayor de nacimientos.



Figura 10-3: Notificaciones de alerta que se entregan por correo electrónico.

Fuente: Yerovi, Guillermo; 2020

3.9 Análisis económico del sistema Incubación IoT

La tabla 5-3 muestra el presupuesto económico de los dispositivos que compone el sistema de Incubación IoT. Para ello se realizó el analizado de costo de cada uno de los dispositivos:

Tabla 5-3: Tabla de presupuesto económico del sistema de Incubación IoT

Dispositivo	Cantidad	Costo	Costo Total
Tarjeta de desarrollo Arduino UNO	1	\$20,00	\$20,00
Sensor de Temperatura y Humedad DHT 22	1	\$8,00	\$8,00
Tarjeta MCU ESP8266	1	\$10,00	\$10,00
Cables de conexión	1	\$6,00	\$6,00
Niquelina de 100 Watts	1	\$50,00	\$50,00
Módulo de 4 relays	1	\$8,00	\$8,00
Protoboard	1	\$4,00	\$4,00
Bandejas de volteo	2	\$23,00	\$46,00
Ventilador de 110 VCA	2	\$15,00	\$30,00

Diodo LED	6	\$0,20	\$1,80
Recipiente para Agua	1	\$2,00	\$2,00
Estructura de la Incubadora	1	\$30,00	\$30,00
UPS Reciclado	1	\$5,00	\$5,00
Tornillos y Pernos	12	\$0,20	\$6,00
Dimmer	1	\$8,00	\$8,00
Enchufes 110VCA	4	\$1.30	\$5,20
Soporte de aluminio para bandejas	1	\$10,00	\$10,00
COSTO TOTAL DEL SISTEMA DE INCUBACIÓN IoT	\$250,00		

Realizado por: (Guillermo Yerovi, 2020)

CONCLUSIONES

- Los parámetros adecuados para un correcto proceso de incubación artificial los cuales deben estar como valor ideal en los 37.5 °C con variaciones hasta de ± 0.5 °C, humedad relativa entre los 45% y 55% con volteo de huevos cada 2 horas los primeros 18 días y de 37°C, humedad relativa entre el 60% y 70% y sin volteo los últimos 3 días.
- El sistema de incubación IoT trabaja en un rango de temperatura que va desde los 37.2 °C, hasta los 37.8 °C con humedad relativa de 45% a 50% durante los 18 días del proceso de incubación y en 37.1°C con una humedad relativa entre el 60% y 70% los últimos 3 días. Es decir, los parámetros se encuentran dentro del rango requerido para el correcto desarrollo del embrión durante el proceso de incubación.
- Los datos obtenidos en el proceso de Incubación muestran un error de ± 0.3 °C, mismo que está dentro del error máximo de ± 0.5 °C, es decir, el sistema opera dentro de los parámetros aceptables.
- De los 12 huevos colocados, eclosionaron 4, esto se atribuye a las condiciones de fecundación no favorables, debido a que los 8 huevos restantes no poseían embrión.
- Debido a la ventaja de la monitorización remota 24/7 la empresa privada Incucampos mejoró la supervisión y el control del proceso incubación, ya que el trabajo antes presencial, se lo controla ahora mediante cualquier dispositivo móvil con acceso a internet en cualquier parte del mundo. Permitiendo actuar rápidamente en caso de que algún parámetro salga del rango requerido.

RECOMENDACIONES

- Según los resultados obtenidos por la eclosión de los pollitos, se recomienda utilizar huevos 100% certificados, es decir, huevos fecundados aptos para incubar.
- La capacidad del sistema de incubación puede aumentar conforme coloquen más bandejas de volteo para los huevos.
- En la etapa final de incubación, es decir los últimos 3 días se debe minimizar la intervención a los huevos, debido a que los vasos sanguíneos se rompen y causan la muerte del pollito.
- Debido al aceptable funcionamiento del sistema, se puede en un futuro potenciar las incubadoras existentes en las instalaciones de Incucampos hacia el sistema IoT.

BIBLIOGRAFÍA

ABRIL, David. *“Propuesta del Sistema Lean Manufacturing de la Fabricación de Gabinetes para Refrigeradoras en la Empresa Indurama-Induglob S.A.”.* [En línea] (Tesis Pregrado). Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias Químicas. Escuela de Ingeniería Industrial. Cuenca – Ecuador. 2013. p.74. [Consulta: 2020-12-05]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/4039/1/TESIS.pdf>.

BARRERA, Cristian. *Caracterización de problemas patológicos y malas posiciones en el proceso de incubación en pollos Broilers destinados para el consumo humano; Revisión Sistemática de Literatura.* [En línea] (Tesis Pregrado). Universidad Cooperativa de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Bucaramanga - Colombia. 2019. pp. 10-11. [Consulta: 2020-11-19]. Disponible en: https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/14716/1/2019_Caracterizaci%C3%B3n_problemas_patol%C3%B3gicos.pdf

BARRIO, Andrés. *Internet de las cosas.* [En línea]. Madrid-España. Editorial Reus. 2018. P. 8, 18. [Consulta: 18 de diciembre 2020]. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/121519?page=18>

BUSTAMANTE, Jaime & CEVALLOS, Andrés. *Diseño e Implementación de un Prototipo de Incubadora Neonatal en Cumplimiento Con La Norma Une-En 60601-2-19.* [En línea] (Tesis Pregrado). Universidad Politécnica Salesiana. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Electrónica. Cuenca – Ecuador. 2013. pp. 38-39. [Consulta: 2020-11-19]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5091/1/UPS-CT002691.pdf>

CASTILLA, Eduardo & MENDOZA, Joaquín. *Diseño y Construcción de un prototipo de Incubadora Avícola Basado en el Análisis Fenomenológico del Equipo.* [En línea] (Tesis Pregrado). Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza Campus II. Escuela de Ingeniería Química. México, D.F.- México. 2014. pp. 9-11, pp 54-55. [Consulta: 2020-11-19]. Disponible en: <http://132.248.9.195/ptd2014/mayo/0712461/0712461.pdf>

CavyIoT, Developers. *"About Us CavyIoT"*. [En línea]. Akola India. 2019. [Consulta: 2020-12-04]. Disponible en: <https://developers.cavyiot.com/about/>

CavyIoT, Developers. “All about Multimaster Control Panel (IoT Dashboard)”. [En línea]. Akola India. 2019. [Consulta: 2020-12-18]. Disponible en: <https://developers.cavyiot.com/getting-started/about-control-panel.php#>

Datasheet SHT. [En línea]. Datasheet SHT1x Humidity and Temperature Sensor.pdf. 2008. pp. 2-3 [Consulta: 12 de noviembre del 2020]. Disponible en: https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/SHT1x_datasheet.pdf

DATASHEET. [En línea]. ESP-01 WiFi Module.pdf. 2015. pp. 7-10. [Consulta: 20 de noviembre del 2020]. Disponible en: <http://www.microchip.ua/wireless/esp01.pdf>

DATASHEET. [En línea]. ESP8266EX Datasheet.pdf. 2015. pp. 15-19. [Consulta: 20 de noviembre del 2020]. Disponible en: https://cdn-shop.adafruit.com/product-files/2471/0A-ESP8266__Datasheet__EN_v4.3.pdf

DE LA FUENTE, Eustebio & MAZAEDA, Rogelio. “Industria 4.0”. [En línea]. Universidad de Valladolid. Facultad de Ingenierías Industriales. Valladolid- España. 2016. pp.5. , [Consulta: 2020-11-17]. Disponible en: http://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/17506/PID_15_156_Anexo6.pdf?sequence=1&isAllowed=y

DHT11 Datasheet, [En línea], DHT11 datasheet.pdf. 2010. pp. 2-3. [Consulta: 12 de noviembre del 2020]. Disponible en: <https://datasheetpdf.com/pdf-file/785590/D-Robotics/DHT11/1>

ERAZO, Leslie. *Diseño y Construcción de una Máquina Incubadora Automática para huevos de codorniz.* [En línea] (Tesis Pregrado). Universidad Tecnológica Equinoccial, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecatrónica, Quito-Ecuador. 2015. pp. 5, [Consulta: 2020-11-16]. Disponible en: http://192.188.51.77/bitstream/123456789/14576/1/63963_1.pdf

ESPAC. *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) 2019.pdf.* [En línea]. pp. 42. [Consulta: 18 de noviembre de 2020], Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2019/Presentacion%20de%20los%20principales%20resultados%20ESPAC%202019.pdf

FIELDING, R; et al. “*Hypertext Transfer Protocol – HTTP/1.1.*” Reporte Técnico RFC 2616., The Internet Society. 1999. [En línea] (RFC). [Consulta: 2020-11-18]. Disponible en: <https://www.ietf.org/rfc/rfc2616.txt>

FLORES, Alex. *Incubadora de bajo costo para la Industria Avícola.* [En línea] (Tesis Pregrado). Universidad Técnica del Norte. Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Escuela de Ingeniería en Mecatrónica. Ibarra-Ecuador. 2018. pp 2-3. [Consulta: 2020-11-18]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8046/1/04%20MEC%2019%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>

GLATZ, Phil. 2008. *Alojamiento y manejo de las aves de corral en los países en desarrollo.* [En línea] (Paper). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Revisión del Desarrollo Avícola. pp. 1-2. [Consulta: 2020-11-18]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-al736s.pdf>

GONZÁLEZ, Josué. “*Diseño e Implementación de un control de temperatura y humedad para un prototipo de incubadora artificial de pollos.*” [En línea] (Tesis Pregrado). Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Electrónica. Cali-Colombia. 2017. p.17. [Consulta: 2020-12-06]. Disponible en: <http://vitela.javerianacali.edu.co/handle/11522/8610>

INEC. *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua.pdf.* [En línea]. pp.12. [Consulta: 17 de noviembre de 2020] Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2019/Boletin%20Tecnico%20ESPAC_2019.pdf

JANAKIRAM. “Por qué AIoT está emergiendo como el futuro de la industria 4.0”. Revista Forbes [En línea]. 2019. EE.UU. [Consulta: 2020-11-17]. Disponible en: <https://www.forbes.com/sites/janakirammsv/2019/08/12/why-aiot-is-emerging-as-the-future-of-industry-40/#39969578619b>

LIU, Thomas. [En línea]. Datasheet Digital-output relative humidity & temperature sensor/module DHT22 (DHT22 also named as AM2302).pdf. 2012. pp. 3-5. [Consulta: 13 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf>

LOZA, D.; et al. 2015. “*Diseño y Construcción del Prototipo de Código Abierto de una Incubadora con Agitación Orbital.*” [En línea] (Paper). Universidad de las Fuerzas Armadas. Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica. Sangolquí, Ecuador. pp. 3. [Consulta: 2020-12-18]. Disponible en: <https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/images/revista/volumen36/tomo3/DisenoyConstrucciondelPrototipodeCodigoAbiertodeuna.pdf>

MAHALAKSHMI, G, & VIGNESHWARAN, M. Automatización del hogar basada en IOT con Arduino. *Revista Internacional de Ingeniería y Tecnología de Investigación Avanzada (IJEART)*. [En línea]. 2017. India. Volumen 3. pp. 7-9. [Consulta: 2020-11-18]. ISSN: 2454-9290. Disponible en: <file:///C:/Users/Guillo/AppData/Local/Temp/IOTBASEDHOMEAUTOMATION.pdf>

MALDONADO, Ramón. *Diseño y Construcción de un Prototipo de Incubadora con Supervisión Inteligente para la eclosión de huevos*. [En línea] (Tesis Pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Informática y Electrónica, Escuela de Ingeniería Electrónica Control y Redes Industriales. Riobamba-Ecuador. 2019. pp.1, [Consulta: 2020-11-15]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/13693/1/108T0315.pdf>

MANYIKA, James; et al. *Unlocking the potential of the Internet of Things*. EE.UU: McKinsey & Company, 2015. [Consulta: 15 de noviembre 2020] Disponible en: <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/the-internet-of-things-the-value-of-digitizing-the-physical-world#:~:text=If%20policy%20makers%20and%20businesses,in%20economic%20value%20by%202025>.

MELNICHUK, M.; et al. 2018. *"WEB-SERVICE. RESTFUL ARCHITECTURE"*. [En línea] (Paper). Odessa National Academy of Food Technologies. Odessa – Ukraine. pp. 18-19. [Consulta: 2020-12-22]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/324382305_WEB-SERVICE_RESTFUL_ARCHITECTURE

MENDOZA, J.C., Implementación de una plataforma de mensajería unificada integrada a una aplicación B2B. [En línea] (Tesis Pregrado). PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU. Lima - Perú 2008. [Consulta: 14 de diciembre 2020]. Disponible en: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU (pucp.edu.pe)

MORENO, F., Demostrador arquitectura publish/subscribe con MQTT. [En línea] (Tesis Pregrado). Universitat Politècnica de Catalunya. Escola Tècnica d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona. Barcelona – España. 2018. [Consulta: 15 de diciembre 2020]. Disponible en: Master's Thesis (upc.edu)

NAYLAMP, *"Módulo ESP-01 ESP8266 WiFi-Serial"*, [En línea]. Perú. 2017. [Consulta: 2020-12-06]. Disponible en: [https://naylampmechatronics.com/espressif-esp/48-modulo-esp-01-esp8266-wifiserial.html?search_query=ESP-01&results=591`](https://naylampmechatronics.com/espressif-esp/48-modulo-esp-01-esp8266-wifiserial.html?search_query=ESP-01&results=591)

OLASUNKANMI, Jimoh. & AKINTADE, Olubiyi. Development of a GSM Based DC Powered Bird Egg Incubator. *Revista Internacional de Investigación y Tecnología de Ingeniería (IJERT)*. [En línea] 2016. Nigeria. Vol. 4 Número 11. pp. 105-107. [Consulta: 2020-11-18].
ISSN: 2278-0181 Disponible en:
https://www.researchgate.net/profile/Olubiyi_Akintade/publication/287935574_Development_of_a_GSM_Based_DC_Powered_Bird_Egg_Incubator/links/56f12f0b08aec9e096b31305/Development-of-a-GSM-Based-DC-Powered-Bird-Egg-Incubator.pdf?_sg%5B0%5D=zP0BU_5foEPy2NRXGF2q0A33xmpJw7mvDFHySzTmlHeSJweNIA-koWW1ydU8RpSgCV4aM3iy0GjH8Rteu9FiRg.H8uK18PFQhoL0i5wM6MwphWZZP3itYVSTkuM-DNvzRekzvA6z2Szi_iNYQbKo7AxzxhhSV8vo9rJHsP369X1Tw&_sg%5B1%5D=a3X_hl8Yst0W_ngG4TV4vHdbZ4UjHBehOX3hp-HpU98nXRi30OPf36zaZjhKlel1D5v-hT4H0Qs3kGZYJXD8dDiraqfyJr_t6dJgPhWd3rAA.H8uK18PFQhoL0i5wM6MwphWZZP3itYVSTkuM-DNvzRekzvA6z2Szi_iNYQbKo7AxzxhhSV8vo9rJHsP369X1Tw&_sg%5B2%5D=kAuNd1jEYGt_Zg5shjVjm3SKYsm2n2OQvtuwXT8E9NdazNW_W3O3pJReMy2XVwPYX7sD00cfzEltIJwmErLZYFN1XciY.H8uK18PFQhoL0i5wM6MwphWZZP3itYVSTkuM-DNvzRekzvA6z2Szi_iNYQbKo7AxzxhhSV8vo9rJHsP369X1Tw&_iepl=

PAZ, Leobardo. Programación y Control de Circuitos de una Incubadora de Huevos de Gallina mediante una Plataforma de Código Abierto, *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*. [En línea]. 2015. México. Volumen 3. pp. 4-6. [Consulta: 2020-11-17].
Disponible en: <https://pag.org.mx/index.php/PAG/article/view/353/393>

PÉREZ, Rafael; et al. *Tomando el pulso al Internet de las Cosas en América Latina y el Caribe.pdf*. [En línea]. 2019. pp.12. [Consulta: 2020-11-17]. Disponible en:
https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/IoT_en_ALC_2019_Tomando_el_pulso_al_Internet_de_las_Cosas_en_Am%C3%A9rica_Latina_y_el_Caribe_es.pdf

QUITUIZACA, Ilda. *Instalación y Evaluación de una Incubadora Modelo para la Facultad de Ciencias Pecuarias*, [En línea] (Tesis Pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería Zootécnica. Riobamba-Ecuador. 2015. pp.1-9, [Consulta: 2020-11-17]. Disponible en:
<http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/5258/1/TESIS.pdf>

RAMIREZ, Edickson & HERNÁNDEZ, Guillermo. *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA INCUBADORA PARA EL ESTUDIO DE EMBRIONES DE POLLO*. [En línea] (Tesis Pregrado). Universidad central De Venezuela. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Mecánica.

Caracas – Venezuela. 2009. pp. 46-47. [Consulta: 2020-11-19]. Disponible en: http://saber.ucv.ve/bitstream/123456789/6789/1/Incubadora_para_el_Estudio_de_Embriones_d_e_Pollo.pdf

RIVERA, Nancy. *Rediseño y Automatización de una Incubadora de huevos para producción de carne, destinada a la Unidad Educativa “Oriente Ecuatoriano” –Cantón Palanda, Provincia de Zamora Chinchipe.* [En línea] (Tesis Pregrado). Universidad Nacional de Loja. Facultad de la energía, Las Industrias y Los Recursos Naturales no Renovables. Escuela de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones. Loja – Ecuador. 2019. pp. 35-36. [Consulta: 2020-11-19]. Disponible en: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/22681/1/Rivera%20Berr%c3%ba%2c%20Nancy%20Maritza.pdf>

RODRIGUEZ, Carlos; et al. 2018 “*REST APIs: A Large-Scale Analysis of Compliance with Principles and Best Practices*”. [En línea] (Paper). University of Trento, Politecnico di Milano, Telecom Italia, Trento - Italia pp. 3-4. [Consulta: 2020-12-18]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/303515127_REST_APIs_A_Large-Scale_Analysis_of_Compliance_with_Principles_and_Best_Practices

RODRÍGUEZ, Claudia. *La tecnología como factor de competitividad: recientes indicadores internacionales de desempeño.* Revista Entorno, [En línea]. 2016. El Salvador. Volumen 61. pp. 68–75. [Consulta: 2020-11-17]. ISSN: 2218-3345 Disponible en: <https://www.camjol.info/index.php/entorno/article/view/6131/5844>

SEMLE, Aron. “Protocolos IIoT para cosiderar”. Revista AADECa. Edición nº 2. 2016. Argentina. p. 33-34. [Consulta: 2020-11-22]. Disponible en: [aa2_semle_protocolos_ilot.pdf](#) (editores-srl.com.ar).

SUDHARANI, V.; et al. Smart Home Automation System using Arduino and IOT. *Revista internacional de ciencia e investigación (IJSR).* [En línea]. 2018. India. Volumen 7. pp. 1-2. [Consulta: 2020-11-18]. ISSN: 2319-7064. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/a5ec/d317f18f960af8330773101586247f48ff5c.pdf>

SUNITHA, HD.; et al. Sistema universal de incubación de huevos para incubar usando Atemga328P, herramienta de diseño de Proteus e IoT. *Revista Internacional de Investigaciones y Reseñas Analíticas (IJRAR).* [En línea]. 2020. India. Volumen 7, pp. 626-627. [Consulta: 2020-11-19]. E-ISSN 2348-1269, P- ISSN 2349-5138. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/343960990_Universal_Egg_Incubation_System_for_Hatching_using_Atemga328P_Proteus_Design_Tool_and_IoT

TUMIPAMBA, Darwin. *Diseño e implementación de una incubadora automática de huevos para la Unidad Productiva Agropecuaria Majavi.* [En línea] (Tesis Pregrado). Universidad de la Fuerzas Armadas. Facultad de Eléctrica y Electrónica. Escuela de Ingeniería Electrónica, Automatización y Control. Sangolquí – Ecuador. 2017. pp. 24-25. [Consulta: 2020-11-19]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/13360/1/T-ESPE-057315.pdf>

UBACH, Carles. “*Programando directamente un ESP8266*”. [En línea] (Tesis Pregrado). Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Industrial. Barcelona – España. 2017. pp.28-31. [Consulta: 2020-12-06]. Disponible en:
https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/105042/Memoria_TFG_Carles_Ubach.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

ANEXO A: CARACTERÍSTICAS DE LA PLACA NODEMCU ESP8266

PLACA NodeMCU 1.0 (V2)

PINOUT

ESP8266 12E

NOTAS:

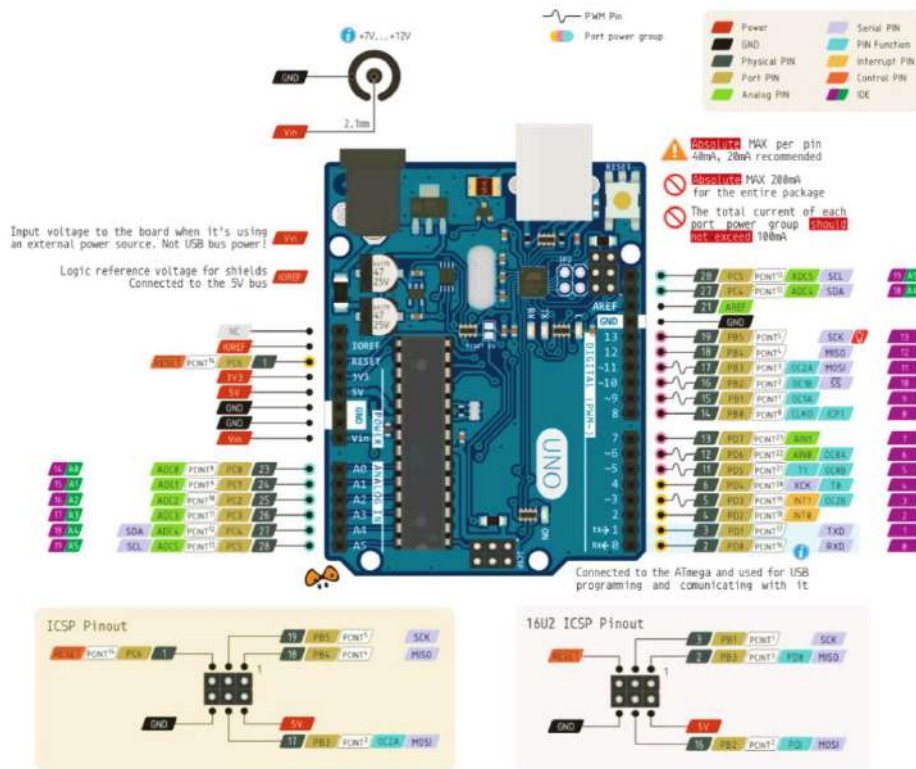
- ▲ - El voltaje de alimentación (V_{in}) debe estar comprendido entre 5 V y 10 V.
- ▲ - La intensidad de máxima de salida a un pin es de 12 mA. No se debe demandar más intensidad para no quemar el procesador. La intensidad de salida normal será de 6 mA.
- ▲ - Para activar el modo de reposo (*sleep mode*), tirar los pines GPIO16 (D0) y RESET y poner el pin GPIO16 en tensión (*HIGH*). Para recibir *wakeup*, quitar la tensión en el pin GPIO16 (*LOW*). El sistema se reiniciará.
- ▲ - En *boot/reset/wakeup* (inicio/reseto/reactivado), los pines GPIO00 (D3) & GPIO15 (D8) no deben estar con tensión (*+3.3V*). **Tampoco** el pin GPIO02 (D1) debe estar conectado a tierra (*+0.0V*).
- ▲ - Los pines GPIO03 (TX) y GPIO03 (RX) se utilizan en el puerto MicroUSB, por lo que no se deben utilizar simultáneamente con otro dispositivo y que la conexión se interrumpa.
- ▲ - Los pines GPIO00 y GPIO02 **no** debe utilizarse para lectura (*input*). El pin GPIO09 no debe utilizarse ni para lectura ni para escritura (*input/output*).
- ▲ - El pin GPIO02 (D0) controla el LED azul del ESP8266. Se enciende cuando no tiene tensión (*+0.0V*).
- ▲ - El pin GPIO16 (D6) controla el LED azul de la placa. Se enciende cuando no tiene tensión (*+0.0V*). *(En la placa LoLin este LED no está disponible)*.
- ▲ - Para *flash*, es el caso de que la placa quede bloqueada, se debe conectar el pin GPIO00 (D3) a tierra, el MicroUSB con el ordenador y ejecutar el *flash*.

LEYENDA:

- ALIMENTACIÓN EXTERNA (de 5V a 10V).
- ALIMENTACIÓN INTERNA (desde la placa a dispositivos).
- TIERRA (GND Ground).
- PIN DE ENTRADA/SALIDA +3.3V (GPIO General Purpose Input/Output).
Entrada digital . Salida analógica . (Todas las salidas son digitales).
- ADC. PIN DE SALIDA ANALÓGICA (el rango es entre +0V y +1V dividido en 1024 intervalos).
- SPI. BUS SPI (*Serial Peripheral Interface*).
- HSPI. BUS HSPI (*Hardware Serial Peripheral Interface*).
- SDIO. PINES PARA INICIO DEL ESP8266 DESDE UNA TARJETA SD.
Para activar el modo SDIO el pin GPIO 15 debe estar en tensión cuando se enciende la placa.
- TX/RX. COMUNICACIÓN SERIE TX/RX.
Los pines GPIO01 y GPIO02 están conectados al puerto MicroUSB a través del convertidor UART.

www.esploradores.com

ANEXO B: CARACTERÍSTICAS DE LA TARJETA DE DESARROLLO ARDUINO UNO



ANEXO C: CÓDIGO DE LA TARJETA NODE MCU ESP8266 EN EL IDE DE ARDUINO

```
#include <ESP8266httpUpdate.h>

const char* ssid = "YERPA"; // Set your router SSID

const char* password = "gyerovi95"; // Set your router password

void setup()
{
  Serial.begin(9600);

  WiFi.begin(ssid, password);

  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {

    Serial.print(".");

    delay(500);

  }
}
```

```

Serial.print("Downlodng.....Wait 2 to 3 minutes for update...");

t_httpUpdate_return ret =
ESPhttpUpdate.update("http://www.developers.cavyiot.com/downloads/CavyIoT.nodemcu-V0.03.bin");

switch (ret) {

case HTTP_UPDATE_FAILED:

    Serial.printf("HTTP_UPDATE_FAILED Error (%d): %s", ESPhttpUpdate.getLastError(),
ESPhttpUpdate.getLastErrorString().c_str());

    break;

case HTTP_UPDATE_NO_UPDATES:

    Serial.println("HTTP_UPDATE_NO_UPDATES");

    break;

case HTTP_UPDATE_OK:

    Serial.println("HTTP_UPDATE_OK");

    break;

}

Serial.println(".....Done!");

}

void loop() {

// ...

}

```

ANEXO D: CÓDIGO DE LA TARJETA ARDUINO UNO EN EL IDE DE ARDUINO

```

#include <Servo.h>

#include <DHT.h> // librería para el sensor de temperatura y humedad DHT22

#include <CavyIoTdevelopmentBoard.h>

//-----Conexión del Servo-----

#define SERVO 1

```

```

Servo myservo;

//-----Conexión del DHT22-----

DHT dht(8, DHT22);

//-----

//-----Para la comunicación con DevBoard -----

#define rx 10

#define tx 11

#define rst 13

//-----

CavyIoT myIoTdevice;    //Crear instancia de objeto CavyIoT.

//-----

//-----Temporizador y esquema de enrutador de bandeja de huevos-----

int routerScheme=1;

long int current_time;

long int start_time=millis();

long int Interval=7200000;//Timer 2 hour

//-----

//----- Variables Sensor -----

float temp;

float hum;

int angle;

int Niquelina=12;

boolean estadoMotor=true;

unsigned long tiempoAnteriorEncendido=0;

unsigned long tiempoAnteriorApagado=0;

//-----

```

```

void setup()
{
  pinMode (9, OUTPUT);
  digitalWrite(9,estadoMotor);
  pinMode(Niquelina,OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
  myIoTdevice.SetPort(rx,tx,rst);
  dht.begin();
  myservo.write(45);
  myservo.attach(1);
  myservo.detach();

  //----- Etiquetas de Botones -----
  Serial.println("Setting device buttons!.");
  myIoTdevice.DefineButtonLables
    ( "Calor", "on", "off",
      "Humid", "on", "off",
      "Vent_Ext", "on"," off",
      "Vent_Int", "on", "off"
    );
  Serial.println("Wait for a while to connect!");
  /*-----Colocación de credenciales -----*/
  myIoTdevice.StartDevice
  /*Credenciales del router Wi-Fi->*("YERPA","gyerovi95",
  /*Credenciales de CavyIoT----->*("YGuillo","JuanitoParra2020Tesis","Demo");//
  //-----
}

void loop()

```



```

{
    current_time=millis();

    myIoTdevice.loop(); //Actualiza la variable de estado

    //-----

    /* Imprime el estado actual de los botones y el modo de trabajo del dispositivo desde el panel
de control en el monitor serial.*/

    Serial.println("Device Status:-"+myIoTdevice.Status);

    //----- Leer valores del sensor y el ángulo del servo-----

    temp=dht.readTemperature();
    hum=dht.readHumidity();

    //-----Envío de datos al servidor-----

    myIoTdevice.UpdateSensorData
        ("Temperatura",String(temp), "C",
        "Humedad", String(hum), "Rh",
        "Volteo", String(angle), "deg"
        );

    //-----Verificación del temporizador para el esquema del enrutador-----
    ----

    if(current_time-start_time>Interval)
        { myservo.attach(1);
          rotateTray(routerScheme);
          start_time=current_time;

          }

    //-----

    if (temp >= 37.5)

```

```

{
digitalWrite(Niquelina,HIGH);
}
else
{
digitalWrite(Niquelina,LOW);
}
if ((millis()-tiempoAnteriorEncendido>=7200000)&&estadoMotor==true)
{
estadoMotor=false;
digitalWrite (9,estadoMotor);
tiempoAnteriorApagado=millis();
}
if ((millis()-tiempoAnteriorApagado>=10000)&&estadoMotor==false){
estadoMotor=true;
digitalWrite(9, estadoMotor);
tiempoAnteriorEncendido=millis();
}

} //End of loop

//-----

////////////////////////////////////

////////////////////////////////////

void rotateTray(int scheme)
{ int pos=myservo.read();

if (scheme==0)

```

```

{
  for (pos = 135; pos >= 45; pos -= 1) //el eje del servo girará hasta 135°
  {
    angle= pos;
    myservo.write(pos); // Decir la servo que vaya a la posición // variable 'current_position'
    delay(50); // para un movimiento más suave del servo.

  }

}

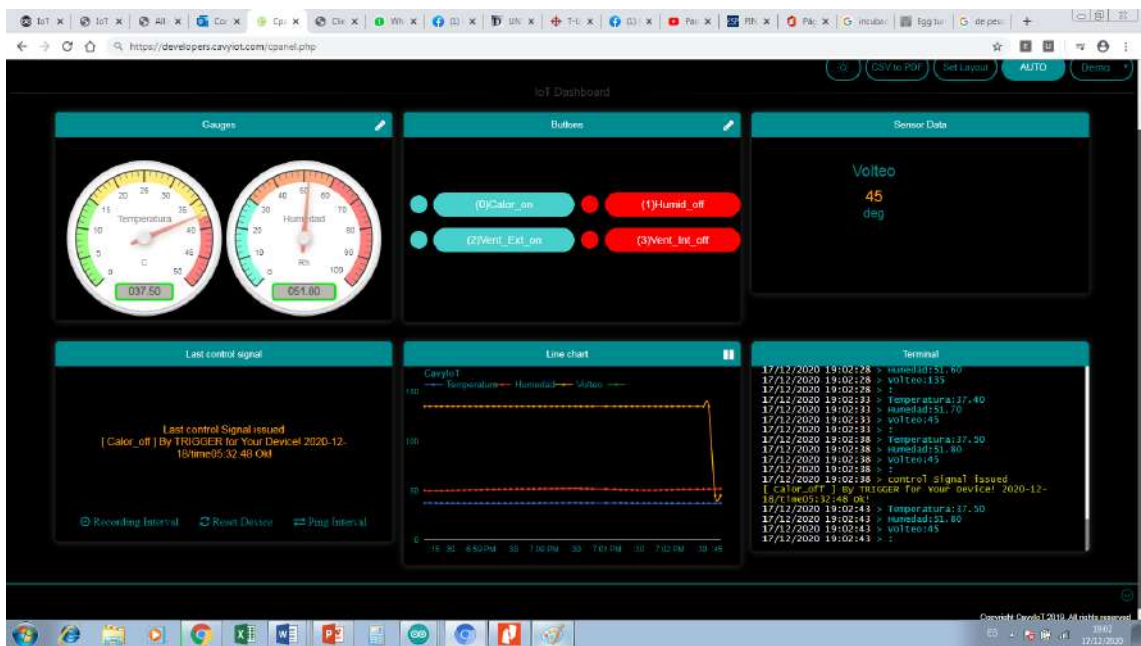
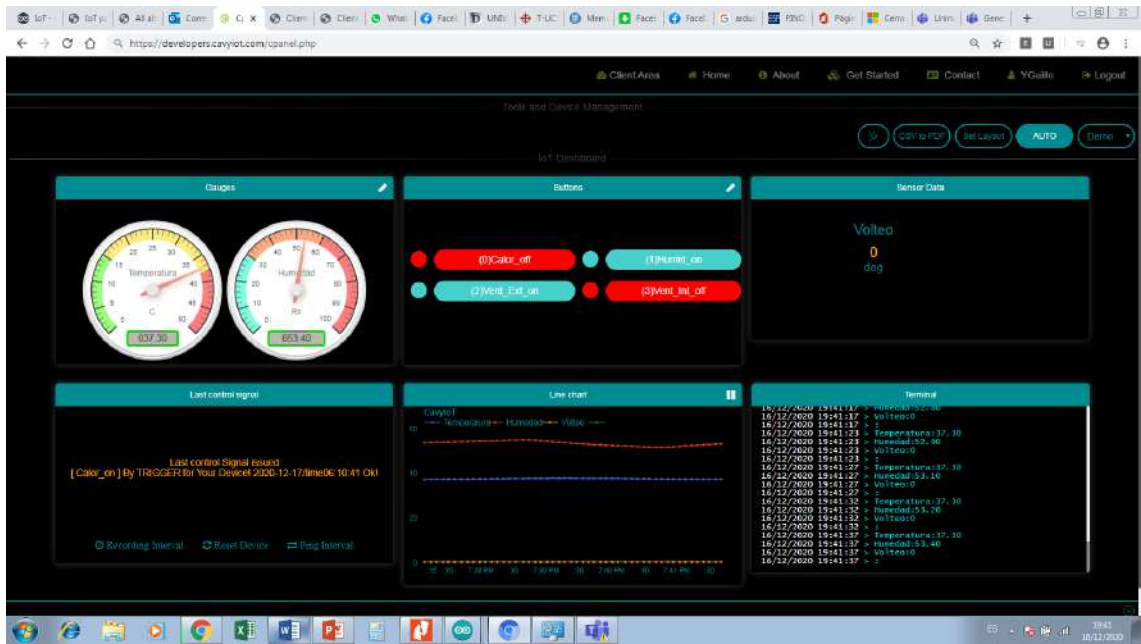
if (scheme==1)
{
  for (pos = 45; pos <= 135; pos += 1) //el eje del servo girará hasta 135° en dirección contraria
  {
    angle= pos;
    myservo.write(pos); // Decir la servo que vaya a la posición // variable 'current_position'
    delay(50); //para un movimiento más suave del servo.

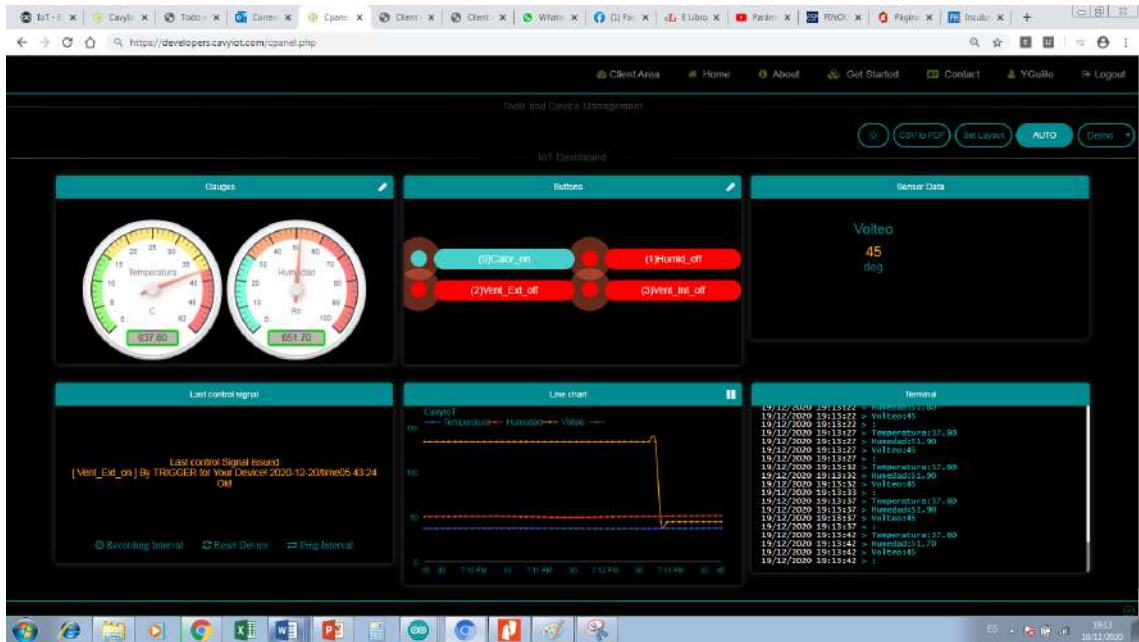
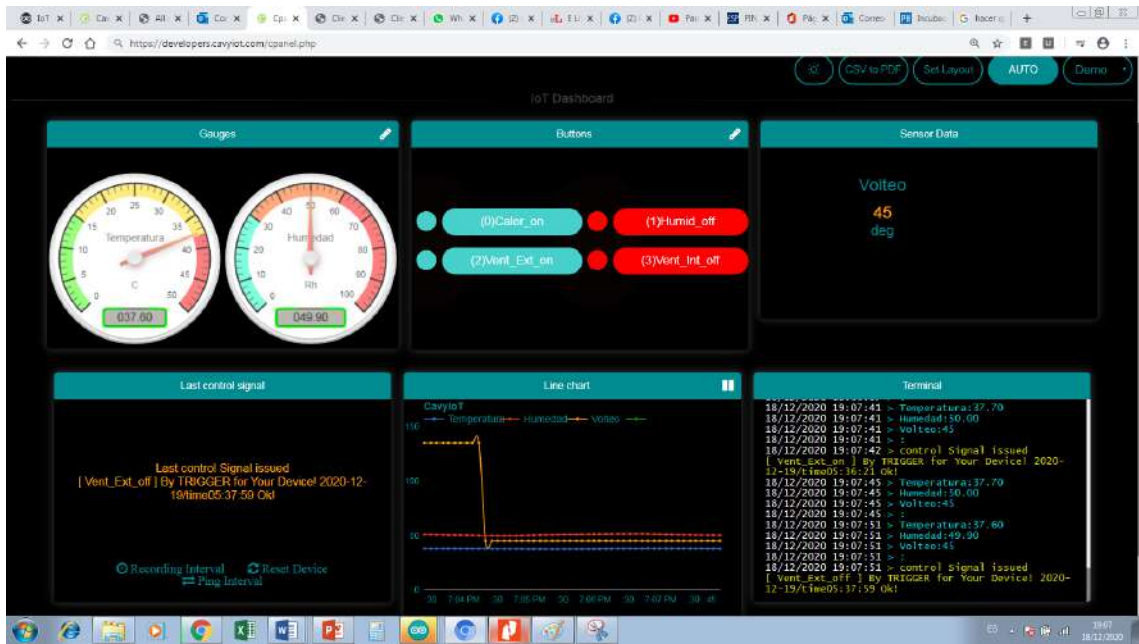
  }
}

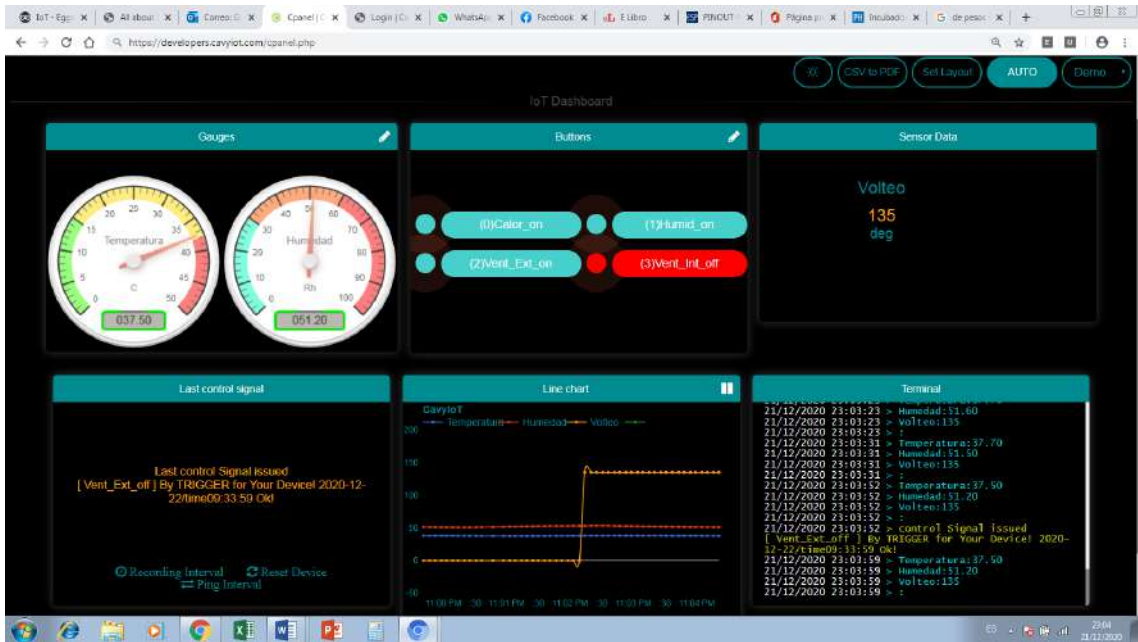
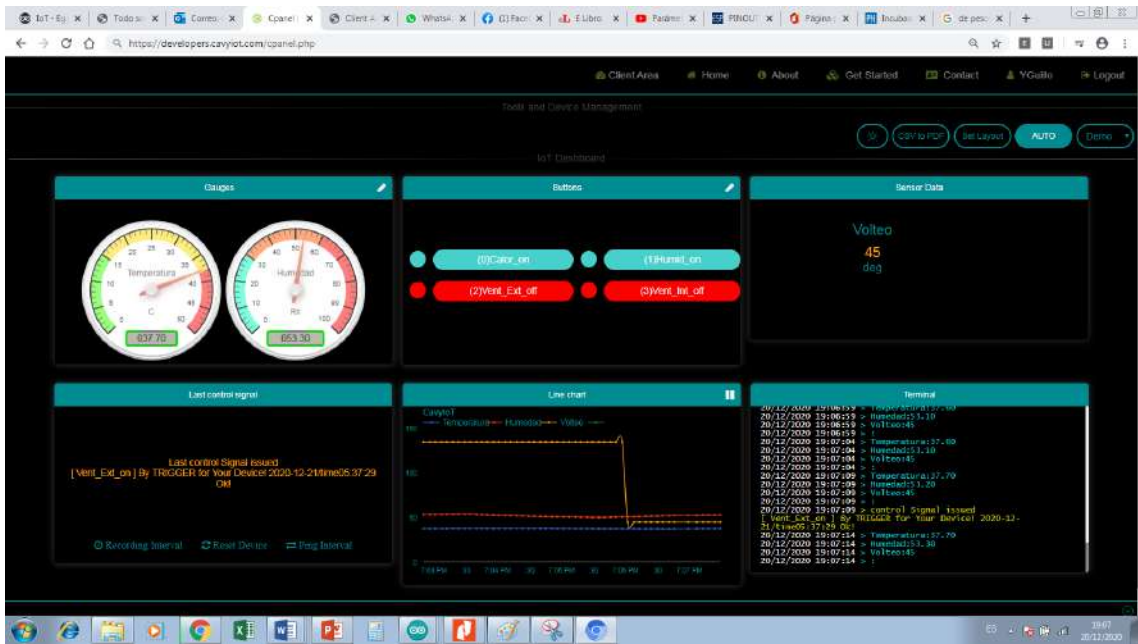
routerScheme=routerScheme+1;
myservo.detach();
if(routerScheme>1)routerScheme=0;
}

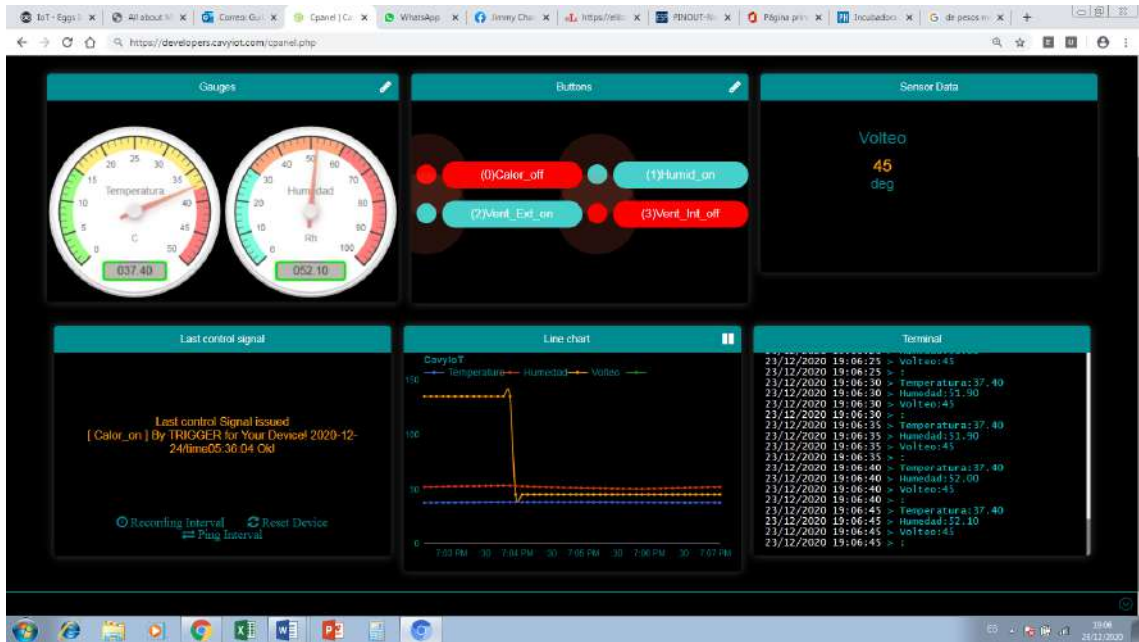
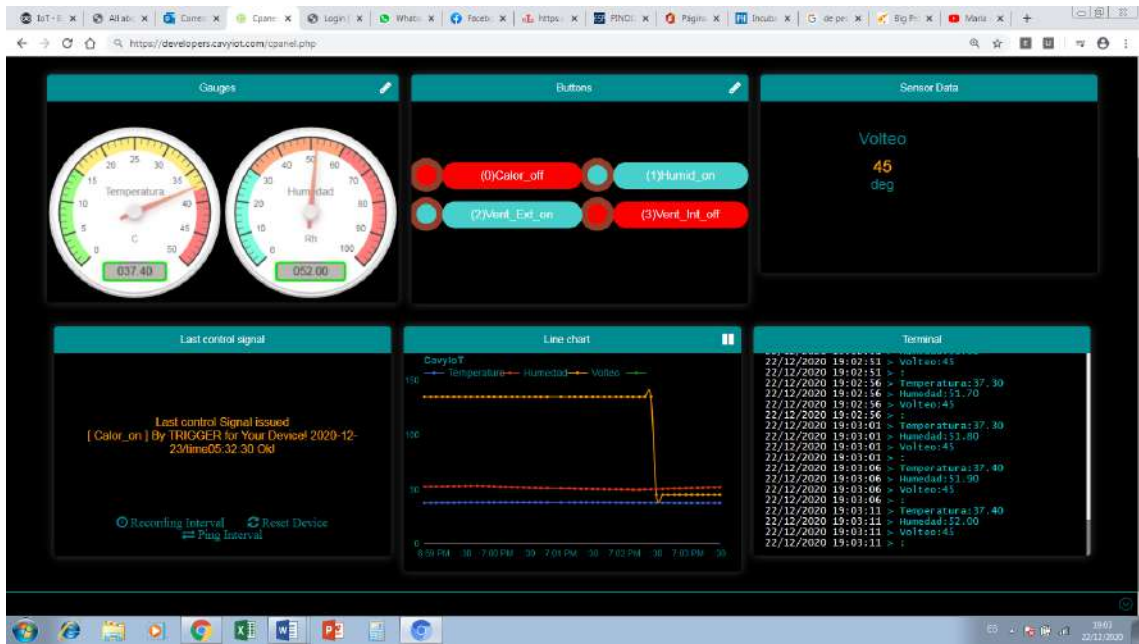
```

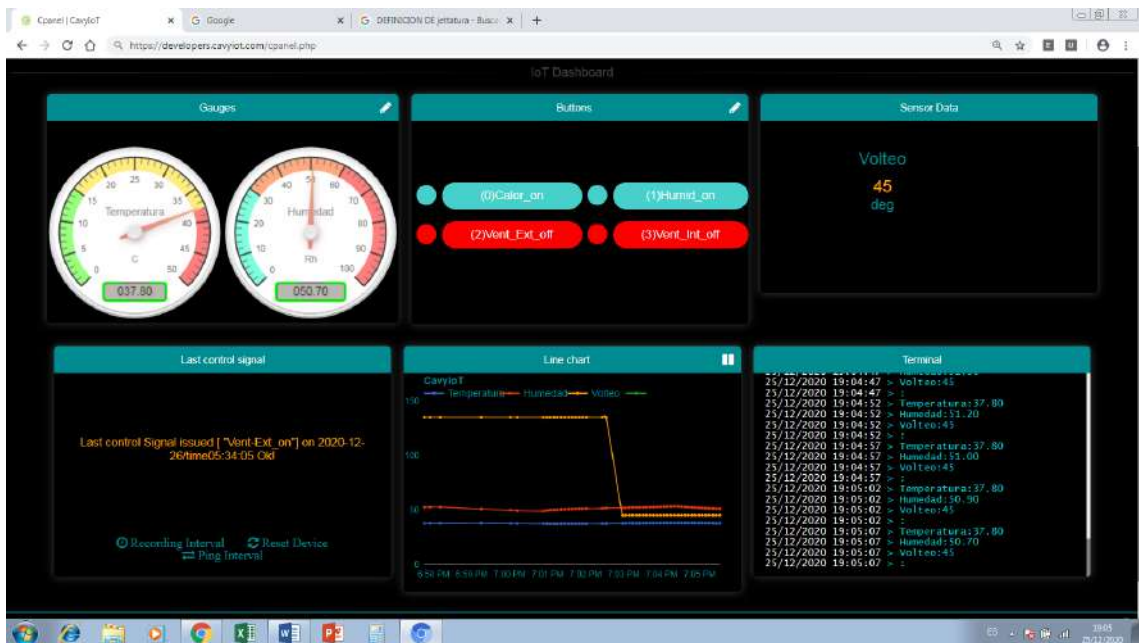
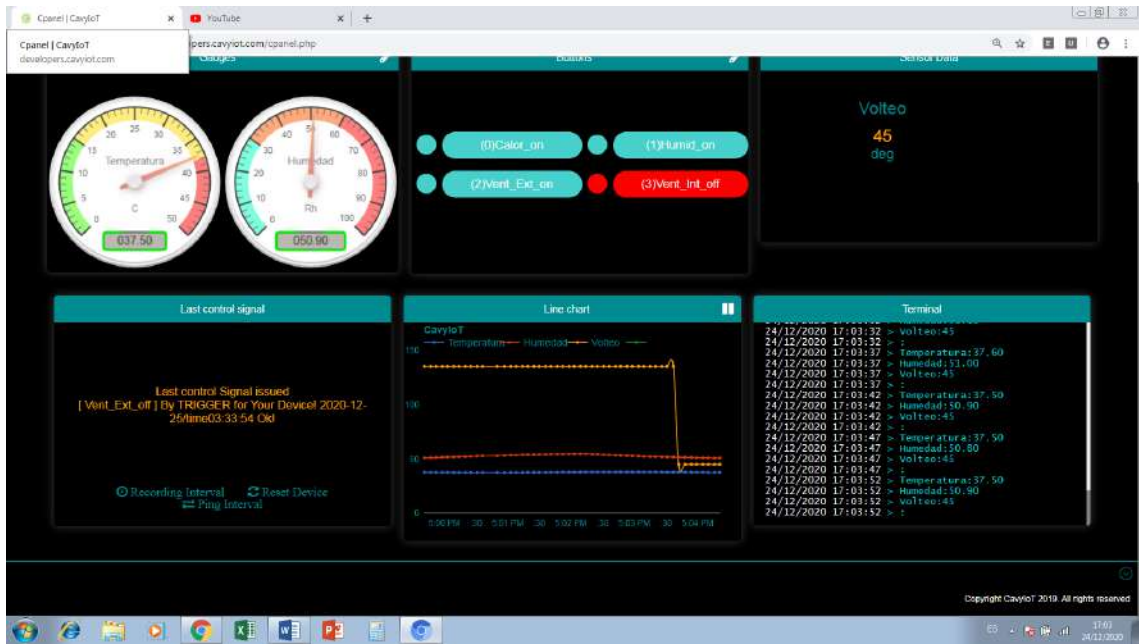
ANEXO E: CAPTURAS DE PARÁMETROS DEL PROCESO DE INCUBACIÓN.













[Cpanel | CayIoT](#) | [Client Area | CayIoT](#) | [Programa Chequeo](#) | [WhatsApp](#) | [Curso TRABAJO DE](#) | [marco-verdadoblog](#) | [Efecto de la humedad](#) | [Cual será la humedad](#)

<https://developers.cayiot.com/cpanel.php>



Temperatura
37.50 C



Humedad
65.70 Rh

Volteo
45 deg

(0) Calor_on

(1) Humid_on

(2) Vent_Ext_on

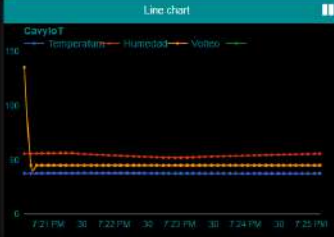
(3) Vent_Int_off

Last control signal

Last control Signal issued
[Calor_off] By TRIGGER for Your Device! 2020-12-27/Time05:55:08 OK!

Recording Interval: [30s]
Reset Device: [Ping Interval]

Line chart



Terminal

```

26/12/2020 19:24:17 > Humedad:55.40
26/12/2020 19:24:17 > :
26/12/2020 19:24:21 > Temperatura:37.40
26/12/2020 19:24:21 > Humedad:55.50
26/12/2020 19:24:22 > Volteo:45
26/12/2020 19:24:22 > :
26/12/2020 19:24:27 > Temperatura:57.40
26/12/2020 19:24:27 > Humedad:55.60
26/12/2020 19:24:27 > Volteo:45
26/12/2020 19:24:27 > :
26/12/2020 19:24:32 > Temperatura:37.50
26/12/2020 19:24:32 > Humedad:55.70
26/12/2020 19:24:33 > Volteo:45
26/12/2020 19:24:33 > :
26/12/2020 19:24:33 > control Signal issued
[ Calor_off ] By TRIGGER for Your Device! 2020-12-27/Time05:55:08 OK!
                
```

Copyright CayIoT 2019. All rights reserved.

19:34 26/12/2020

IoT Dashboard

Gauges

Buttons

(0) Calor_off (1) Humid_on
(2) Vent_Est_on (3) Vent_Int_off

Sensor Data

Volteo: 135 deg

Last control signal

Last control Signal issued
[Calor_on] By TRIGGER for Your Device! 2020-12-26 time: 03:41:18 Ok!

Recording Interval Ping Interval

Line chart

Terminal

```

27/12/2020 17:11:40 -> Volteo:135
27/12/2020 17:11:40 ->
27/12/2020 17:11:44 -> Temperatura:37.40
27/12/2020 17:11:45 -> Humedad:51.20
27/12/2020 17:11:45 -> Volteo:135
27/12/2020 17:11:45 ->
27/12/2020 17:11:50 -> Temperatura:37.40
27/12/2020 17:11:50 -> Humedad:51.40
27/12/2020 17:11:50 -> Volteo:135
27/12/2020 17:11:50 ->
27/12/2020 17:11:54 -> Temperatura:37.40
27/12/2020 17:11:55 -> Humedad:51.60
27/12/2020 17:11:55 -> Volteo:135
27/12/2020 17:11:55 ->
27/12/2020 17:11:59 -> Temperatura:37.40
27/12/2020 17:12:00 -> Humedad:51.80
27/12/2020 17:12:00 -> Volteo:135
27/12/2020 17:12:00 ->

```

IoT Dashboard

Gauges

Buttons

(0) Calor_off (1) Humid_on
(2) Vent_Est_on (3) Vent_Int_off

Sensor Data

Volteo: 45 deg

Last control signal

Last control Signal issued
[Calor_on] By TRIGGER for Your Device! 2020-12-26 time: 03:32:19 Ok!

Recording Interval Ping Interval

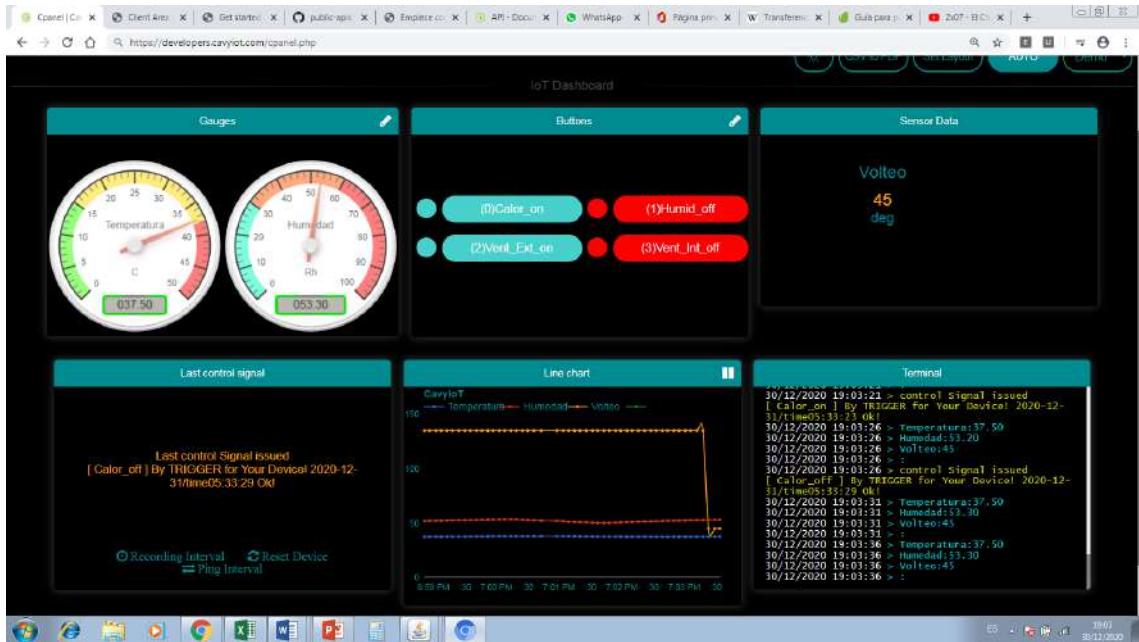
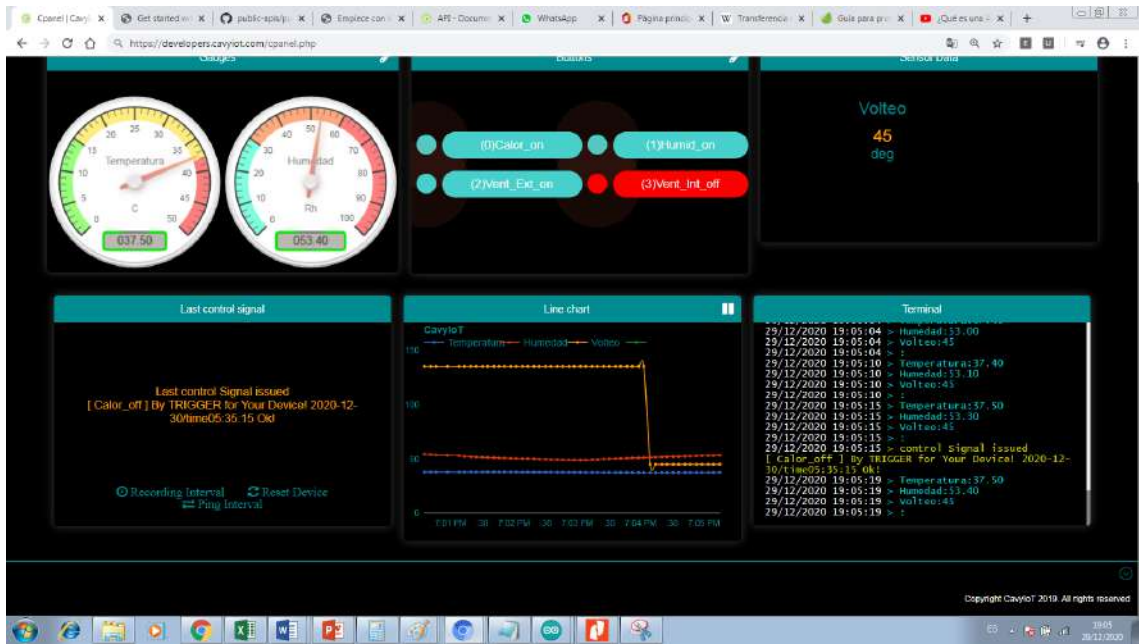
Line chart

Terminal

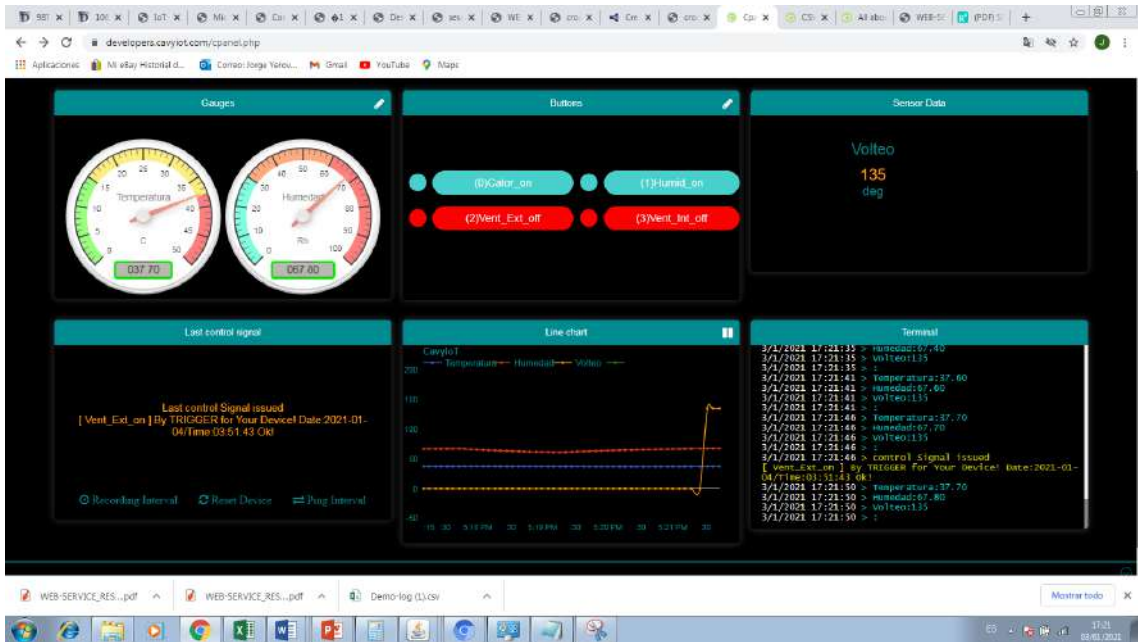
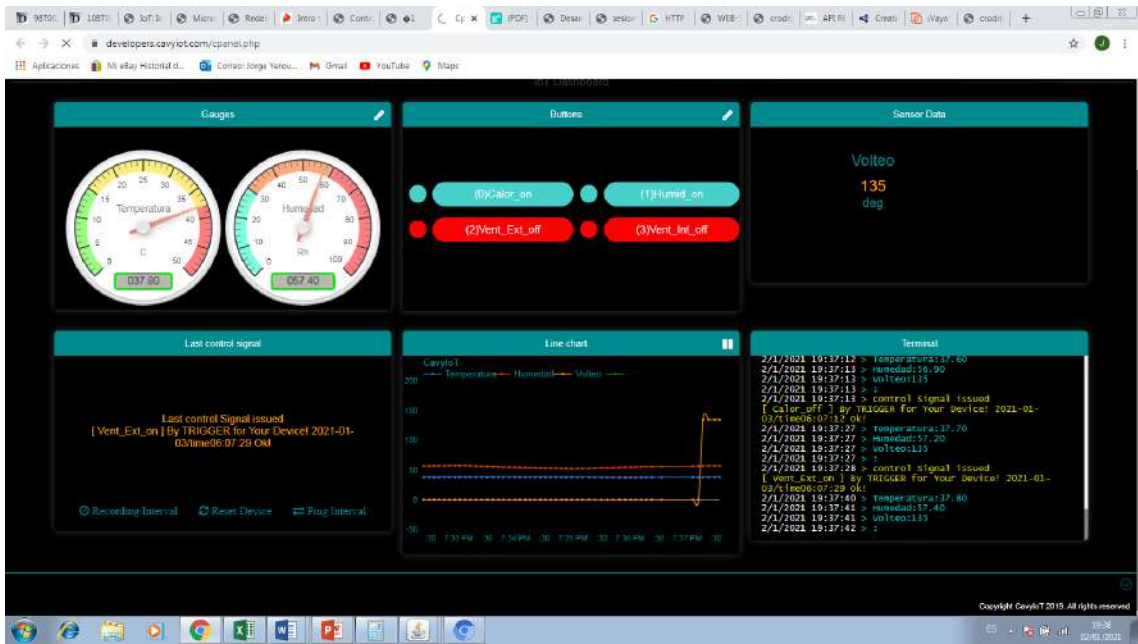
```

28/12/2020 19:02:58 -> Volteo:45
28/12/2020 19:02:58 ->
28/12/2020 19:03:03 -> Temperatura:37.30
28/12/2020 19:03:03 -> Humedad:56.20
28/12/2020 19:03:03 -> Volteo:45
28/12/2020 19:03:03 ->
28/12/2020 19:03:08 -> Temperatura:37.40
28/12/2020 19:03:08 -> Humedad:56.30
28/12/2020 19:03:08 -> Volteo:45
28/12/2020 19:03:08 ->
28/12/2020 19:03:13 -> Temperatura:37.40
28/12/2020 19:03:13 -> Humedad:56.50
28/12/2020 19:03:13 -> Volteo:45
28/12/2020 19:03:13 ->
28/12/2020 19:03:18 -> Temperatura:37.40
28/12/2020 19:03:18 -> Humedad:56.60
28/12/2020 19:03:18 -> Volteo:45
28/12/2020 19:03:18 ->

```

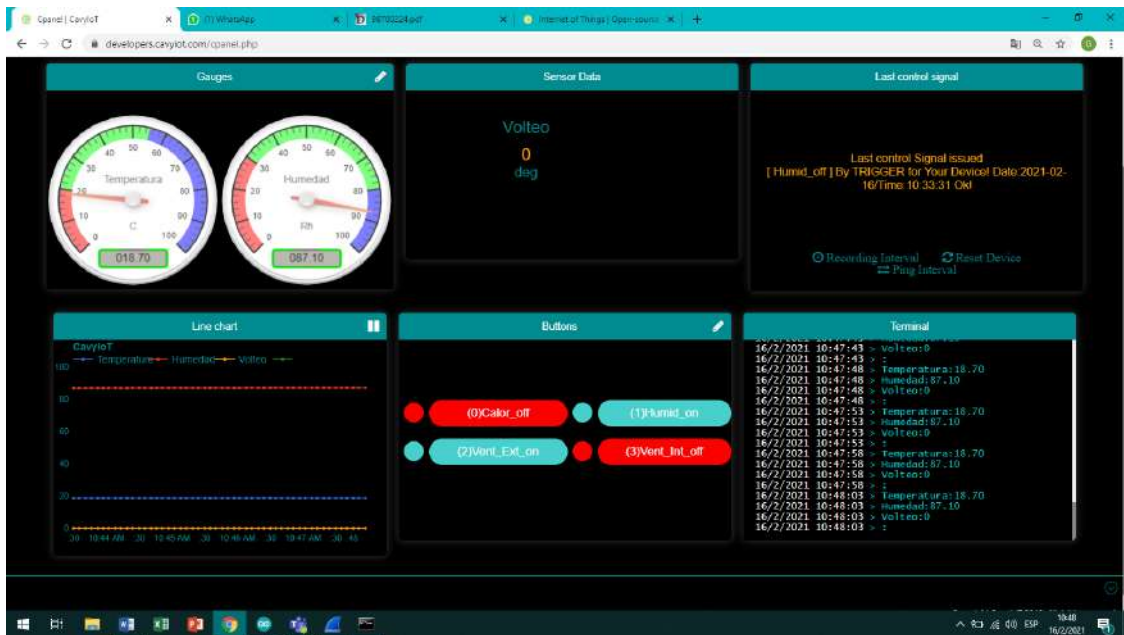


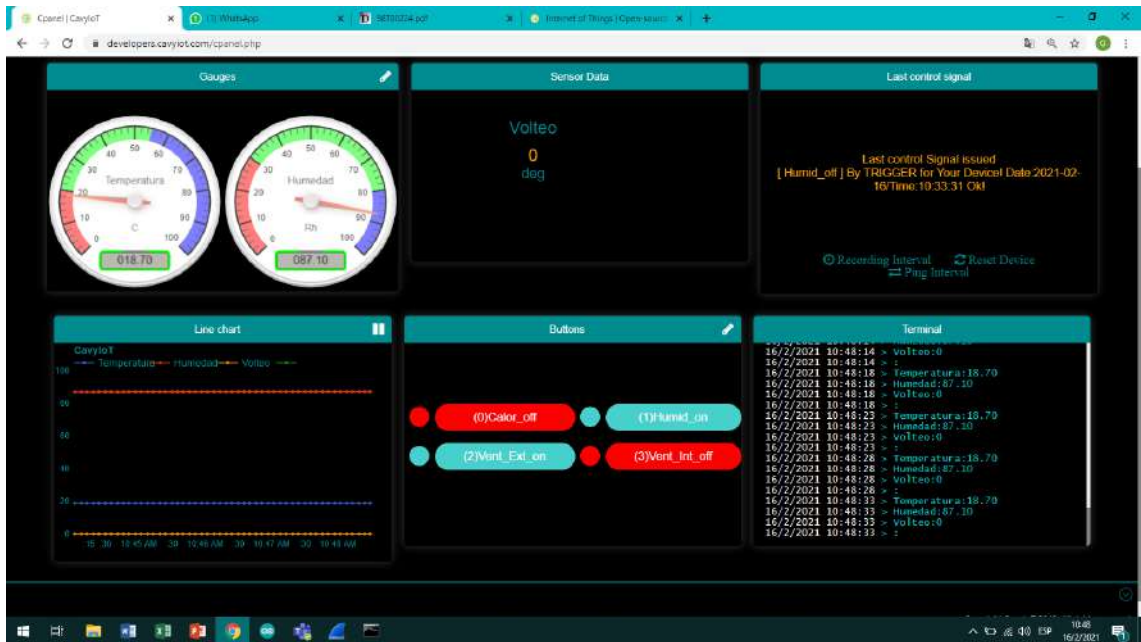
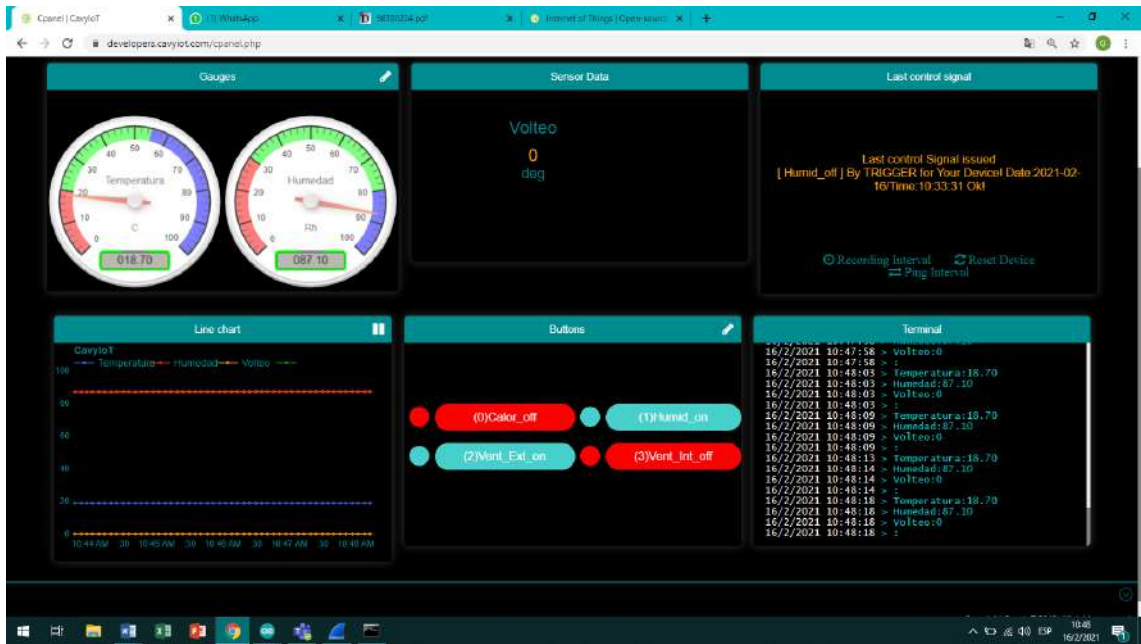






Anexo D: Capturas de datos subidos desde el sistema a la plataforma CayoIoT





Cpanel | CayIoT

developers.cayiot.com/cpanel.php

Gauges

Sensor Data

Volteo
0
deg

Last control signal

Last control Signal issued
[Humid_off] By TRIGGER for Your Device Date 2021-02-16 Time: 10:33:31 OK

Recording Interval Reset Device
Ping Interval

Line chart

Buttons

(0)Calor_off (1)Humid_on
(2)Vent_Ext_on (3)Vent_Int_off

Terminal

```

16/2/2021 10:48:28 : volteo:0
16/2/2021 10:48:28 :
16/2/2021 10:48:33 : Temperatura:18.70
16/2/2021 10:48:33 : Humedad:87.10
16/2/2021 10:48:33 : volteo:0
16/2/2021 10:48:33 :
16/2/2021 10:48:38 : Temperatura:18.70
16/2/2021 10:48:38 : Humedad:87.10
16/2/2021 10:48:38 : volteo:0
16/2/2021 10:48:44 : Temperatura:18.70
16/2/2021 10:48:44 : Humedad:87.10
16/2/2021 10:48:44 : volteo:0
16/2/2021 10:48:44 :
16/2/2021 10:48:49 : Temperatura:18.70
16/2/2021 10:48:49 : Humedad:87.20
16/2/2021 10:48:49 : volteo:0
16/2/2021 10:48:49 :

```

Cpanel | CayIoT

developers.cayiot.com/cpanel.php

Gauges

Sensor Data

Volteo
0
deg

Last control signal

Last control Signal issued
[Humid_off] By TRIGGER for Your Device Date 2021-02-16 Time: 10:33:31 OK

Recording Interval Reset Device
Ping Interval

Line chart

Buttons

(0)Calor_off (1)Humid_on
(2)Vent_Ext_on (3)Vent_Int_off

Terminal

```

16/2/2021 10:48:44 : volteo:0
16/2/2021 10:48:44 :
16/2/2021 10:48:49 : Temperatura:18.70
16/2/2021 10:48:49 : Humedad:87.20
16/2/2021 10:48:49 : volteo:0
16/2/2021 10:48:49 :
16/2/2021 10:48:54 : Temperatura:18.70
16/2/2021 10:48:54 : Humedad:87.20
16/2/2021 10:48:54 : volteo:0
16/2/2021 10:48:58 : Temperatura:18.80
16/2/2021 10:48:58 : Humedad:87.20
16/2/2021 10:48:58 : volteo:0
16/2/2021 10:48:58 :
16/2/2021 10:49:03 : Temperatura:18.70
16/2/2021 10:49:03 : Humedad:87.20
16/2/2021 10:49:03 : volteo:0
16/2/2021 10:49:03 :

```


ANEXO F: CERTIFICADO EMPRESA INCUCAMPOS



Santo Domingo de los Tsáchilas, 2021-02-15

Sr. José Gonzalo Campos Caguana, Gerente Propietario de la empresa INCUCAMPOS, con dirección en Santo Domingo de los Tsáchilas, Sector San José de Río Verde, calles Pasaje 215-216 y los Ríos Certifico por la presente,

Que el señor GUILLERMO ALFONSO YEROVI PARRA, con C.I. 060405632-5, estudiante de titulación de la "ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO" de la facultad de "INGENIERIA EN INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA" de carrera de "INGENIERÍA ELECTRÓNICA TELECOMUNICACIONES Y REDES", ha realizado en nuestra empresa su proyecto de titulación el cual consiste en la "IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITORIZACIÓN Y CONTROL DE UNA INCUBADORA DE POLLOS CON TECNOLOGÍA IoT PARA LA EMPRESA PRIVADA INCUCAMPOS". Con resultados de incurabilidad y eclosión satisfactorios que aportan en gran medida con el progreso comercial y tecnológico de la empresa.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente;

José C.C.
José Gonzalo Campos Caguana.
C-I. 010133317-7

GERENTE PROPIETARIO DE INCUCAMPOS.







ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO
DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS
PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN



UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 16 / 08 / 2021

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: GUILLERMO ALFONSO YEROVI PARRA
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
Carrera: INGENIERIA EN ELECTRONICA, TELECOMUNICACIONES Y REDES
Título a optar: INGENIERO EN ELECTRONICA, TELECOMUNICACIONES Y REDES
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. CPA. Jhonatan Rodrigo Parreño Uquillas. MBA.
 Firmado electrónicamente por: JHONATAN RODRIGO PAREÑO UQUILLAS

16-08-2021
1302-DBRA-UTP-2021