



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA IoT DE
SUPERVISIÓN Y CONTROL DE PARÁMETROS QUÍMICOS DEL
AMBIENTE EN UN GALPÓN DE UNA PLANTA AVÍCOLA DE
LICTO”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

AUTOR:

MILTON PATRICIO CAMACHO HEREDIA

Riobamba – Ecuador

2023



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA IoT DE
SUPERVISIÓN Y CONTROL DE PARÁMETROS QUÍMICOS DEL
AMBIENTE EN UN GALPÓN DE UNA PLANTA AVÍCOLA DE
LICHTO”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

AUTOR: MILTON PATRICIO CAMACHO HEREDIA

DIRECTOR: ING. EDWIN VINICIO ALTAMIRANO SANTILLÁN

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Milton Patricio Camacho Heredia

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

Yo, Milton Patricio Camacho Heredia, 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 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, 23 de marzo de 2023



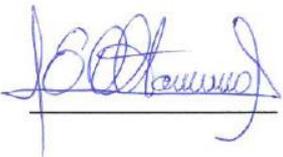
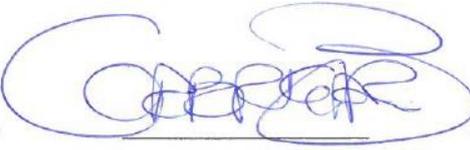
Milton Patricio Camacho Heredia
C.I. 160047813-3

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto Técnico, “**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA IoT DE SUPERVISIÓN Y CONTROL DE PARÁMETROS QUÍMICOS DEL AMBIENTE EN UN GALPÓN DE UNA PLANTA AVÍCOLA DE LICTO**”, realizado por el señor: **MILTON PATRICIO CAMACHO HEREDIA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Nancy del Rocío Velasco Erazo, Mg. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023-03-23
Ing. Edwin Vinicio Altamirano Santillán, Mg. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-03-23
Ing. Sandra Gabriela Barraqueta Rojas, Mg. ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-03-23

DEDICATORIA

A Dios quien ha sido mi guía, fortaleza y su mano de fidelidad y amor han estado conmigo hasta el día de hoy. A mis padres Milton Camacho García y Mariela Patricia Heredia quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre. A mis hermanos Michelle y Jefferson por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas. Finalmente quiero dedicar esta tesis a todas mis amigas, por apoyarme cuando más las necesito, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día, de verdad mil gracias hermanitas, siempre las llevo en mi corazón.

Milton

AGRADECIMIENTO

A mis padres Milton Camacho García y Mariela Patricia Heredia porque ustedes han sido siempre el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, quienes estuvieron siempre a mi lado en los días y noches más difíciles durante mis horas de estudio. Siempre han sido mis mejores guías de vida. Gracias por ser quienes son y por creer en mí. A mi tutor Ing. Edwin Altamirano y mi asesor Ing. Gabriela Barraqueta, sus consejos fueron siempre útiles cuando no salían de mi pensamiento las ideas para escribir lo que hoy he logrado. Ustedes formaron parte importante de esta historia con sus aportes profesionales que los caracterizan. Por último, agradezco a mis compañeros que estuvieron conmigo en todo momento. Hoy nos toca cerrar un capítulo maravilloso de esta historia de vida y no puedo dejar de agradecerles por su apoyo y constancia.

Milton

INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE TABLAS.....	xii
INDICE DE FIGURAS.....	xiv
INDICE DE GRÁFICOS.....	xvii
INDICE DE ANEXOS	xviii
RESUMEN.....	xix
ABSTRACT.....	xx
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA	2
1.1. Planteamiento del problema	2
1.2. Justificación del proyecto.....	2
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. <i>Objetivo General</i>	3
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	4
1.4. Alcance.....	4

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	5
2.1. Estudio del arte	5
2.2. La avicultura	8
2.2.1. <i>Características de la industria avícola</i>	8
2.2.2. <i>Tipos de avicultura</i>	9
2.2.2.1. <i>Avicultura casera o traspatio</i>	9
2.2.2.2. <i>Avicultura industrial</i>	9
2.3. Granja avícola.....	10
2.3.1. <i>Galpón avícola</i>	10

2.3.2.	<i>Construcción del galpón avícola</i>	10
2.3.3.	<i>Ubicación</i>	12
2.4.	Condiciones ambientales del galpón avícola	13
2.4.1.	<i>Parámetros químicos en un galpón avícola</i>	13
2.4.1.1.	<i>Temperatura</i>	14
2.4.1.2.	<i>El amoníaco</i>	15
2.4.2.	<i>La ventilación</i>	16
2.4.3.	<i>Disponibilidad de luz en galpones avícolas</i>	17
2.5.	Internet de las cosas (IoT)	18
2.5.1.	<i>Características del IoT</i>	19
2.5.2.	<i>Beneficios del IoT</i>	20
2.5.3.	<i>Desarrollo del IoT</i>	20
2.5.4.	<i>Seguridad del IoT</i>	21
2.5.5.	<i>Protocolos de comunicación del IoT</i>	21
2.5.5.1.	<i>Comunicación MQTT</i>	21
2.5.5.2.	<i>Comunicación CoAP</i>	22
2.5.5.3.	<i>Comunicación XMPP</i>	23
2.6.	Tecnologías de comunicación inalámbrica	24
2.6.1.	<i>Comunicación Radiofrecuencia</i>	24
2.6.2.	<i>Comunicación Bluetooth</i>	24
2.6.3.	<i>Comunicación Wi-fi</i>	25
2.6.4.	<i>Comunicación Zigbee</i>	26
2.6.5.	<i>Comunicación LoRA</i>	26
2.7.	Red de sensores inalámbricos	27
2.7.1.	<i>Elementos de una red de sensores inalámbricos</i>	27
2.7.1.1.	<i>Nodos sensoriales</i>	28
2.7.1.2.	<i>Nodos coordinadores</i>	28
2.7.1.3.	<i>Gateway Inc.</i>	28
2.7.2.	<i>Topología de redes</i>	29

2.7.2.1.	<i>Red de estrella</i>	29
2.7.2.2.	<i>Red de malla</i>	30
2.7.2.3.	<i>Red de árbol</i>	30
2.7.3.	<i>Sensores</i>	31
2.7.3.1.	<i>Sensor de temperatura</i>	31
2.7.3.2.	<i>Sensor de amoníaco</i>	31
2.7.3.3.	<i>Sensor de luz</i>	32
2.8.	Tarjetas de desarrollo	32
2.8.1.	<i>Tipos de tarjetas de desarrollo</i>	32
2.8.1.1.	<i>Raspberry Pi</i>	32
2.8.1.2.	<i>Arduino IDE</i>	33
2.8.1.3.	<i>Intel Galileo</i>	33
2.9.	Motores	34
2.9.1.	<i>Tipos de motores</i>	34
CAPÍTULO III		
3.	MARCO METODOLÓGICO	35
3.1.	Ubicación de la avícola Teresita	35
3.2.	Parámetros de estudio del galpón	35
3.3.	Diseño y propuesta del sistema electrónico	37
3.3.1.	<i>Requerimientos del sistema electrónico</i>	38
3.3.2.	<i>Concepción general del sistema electrónico</i>	39
3.3.3.	<i>Arquitectura del esquema electrónico</i>	40
3.3.3.1.	<i>Tarjeta central</i>	41
3.3.3.2.	<i>Tarjeta de nodo de adquisición</i>	42
3.3.4.	<i>Selección del software y hardware para el esquema eléctrico</i>	43
3.3.5.	<i>Hardware</i>	43
3.3.5.1.	<i>Arduino Mega Pro Mini</i>	43
3.3.5.2.	<i>Arduino nano</i>	44

3.3.5.3.	<i>Módulo SIM800L</i>	45
3.3.5.4.	<i>Antena RF NRF24L01</i>	45
3.3.5.5.	<i>Pantalla OLED</i>	46
3.3.5.6.	<i>Módulo reloj I2C DS3231</i>	47
3.3.5.7.	<i>Sensor temperatura FS-200 SHT20</i>	48
3.3.5.8.	<i>Sensor luz GY-302 BH1750</i>	49
3.3.5.9.	<i>Sensor MQ137</i>	50
3.3.5.10.	<i>Regulador DC-DC MP1584</i>	51
3.3.5.11.	<i>Modulo relé de cuatro canales</i>	52
3.3.5.12.	<i>Finales de carrera</i>	52
3.3.6.	<i>Software</i>	52
3.3.6.1.	<i>Requerimientos del software para la tarjeta central</i>	53
3.3.6.2.	<i>Requerimientos del software para los nodos de adquisición</i>	53
3.3.6.3.	<i>Software de desarrollo Arduino IDE</i>	53
3.3.6.4.	<i>Software de desarrollo CadSoft EAGLE</i>	54
3.3.6.5.	<i>Diagrama de flujo tarjeta central</i>	55
3.3.6.6.	<i>Diagrama de flujo control de motor</i>	59
3.3.6.7.	<i>Diagrama de flujo tarjeta de nodo de adquisición</i>	61
3.4.	<i>Sistema electrónico</i>	63
3.4.1.	<i>Diseño de la placa tarjeta central</i>	63
3.4.2.	<i>Diseño de la placa nodo de adquisición</i>	63
3.4.3.	<i>PCB de la tarjeta central</i>	64
3.4.4.	<i>PCB del nodo de adquisición</i>	65
3.4.5.	<i>Circuito impreso tarjeta central</i>	67
3.4.6.	<i>Circuito impreso nodo de adquisición</i>	68
3.5.	<i>Diseño y propuesta del sistema mecánico</i>	68
3.5.1.	<i>Diseño de la caja de la tarjeta central</i>	69
3.5.2.	<i>Diseño de la caja del nodo de adquisición</i>	73
3.5.3.	<i>Diseño del engranaje del motor</i>	76

3.5.4.	<i>Diseño del engranaje de la cortina</i>	78
3.6.	Sistema de poleas	80
3.7.	Sistema IoT	81
3.7.1.	<i>Supervisión y control</i>	81
3.7.2.	<i>Página web</i>	83

CAPÍTULO IV

4.	EVALUACIÓN DEL SISTEMA	85
4.1.	Consideraciones Generales	85
4.2.	Adquisición de datos	85
4.3.	Prueba 1: Validación de componentes de adquisición de datos	86
4.3.1.	<i>Validación del sensor de temperatura FS200-SHT20</i>	86
4.3.2.	<i>Prueba de repetibilidad del sensor de temperatura FS200-SHT20</i>	90
4.3.3.	<i>Validación del sensor de amoníaco MQ 137</i>	91
4.3.4.	<i>Prueba de repetibilidad del sensor de amoníaco MQ137</i>	93
4.3.5.	<i>Validación del sensor de luz GY-302 BH1750</i>	94
4.3.6.	<i>Prueba de repetibilidad del sensor de luz GY-302 BH1750</i>	97
4.4.	Prueba 2: Resultados del estudio del galpón	98
4.4.1.	<i>Nivel frontal del galpón</i>	99
4.4.2.	<i>Nivel central del galpón</i>	101
4.4.3.	<i>Nivel posterior del galpón</i>	103
4.4.4.	<i>Resultados en la noche</i>	105
4.4.5.	<i>Comparativa de resultados</i>	106
4.4.6.	<i>Luminosidad</i>	107
4.5.	Prueba 3: Supervisión del sistema IoT	109
4.5.1.	<i>Monitoreo en tiempo real</i>	109
4.5.2.	<i>Alarmas de notificaciones</i>	110
4.6.	Prueba 4: Control del sistema	112
4.6.1.	<i>Resultados con las cortinas cerradas</i>	112

4.6.2.	<i>Resultados de las cortinas abiertas</i>	114
4.6.3.	<i>Modo manual</i>	115
4.7.	Prueba 5: Integridad de la información	115
4.8.	Prueba 6: Consumo de corriente del motor	116
4.9.	Prueba 7: Consumo de corriente del sistema	117
4.10.	Análisis económico del sistema IoT de supervisión y control	118
	CONCLUSIONES	120
	RECOMENDACIONES	121
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Normativas de construcción de galpones para gallinas de jaula.....	11
Tabla 2-2:	Normativas de construcción de galpones para gallinas de piso.....	11
Tabla 3-2:	Temperatura y humedad relativa a cierta edad.....	14
Tabla 4-2:	Concentraciones del amoniaco y efectos contra la salud.....	16
Tabla 5-2:	Características del IoT.....	19
Tabla 6-2:	Protocolos estándar para la comunicación wi-fi.....	25
Tabla 1-3:	Características del Arduino Mega Pro Mini.....	43
Tabla 2-3:	Características del Arduino Nano.....	44
Tabla 3-3:	Características del módulo SIM800L.....	45
Tabla 4-3:	Características del RF NRF24L01.....	46
Tabla 5-3:	Características de la pantalla OLED.....	47
Tabla 6-3:	Características del módulo reloj I2C DS3231.....	48
Tabla 7-3:	Características del FS 200 SHT20.....	49
Tabla 8-3:	Características del sensor de luz GY-302 BH1750.....	50
Tabla 9-3:	Características del sensor MQ137.....	51
Tabla 10-3:	Características del módulo DC-DC MP1584.....	51
Tabla 11-3:	Valores que se tomaron para diseñar la caja de la tarjeta central.....	71
Tabla 12-3:	Dimensiones de la caja del nodo de adquisición.....	74
Tabla 13-3:	Dimensiones de la tapa de la caja de los nodos de adquisición.....	75
Tabla 14-3:	Datos que se utilizando para el diseño del engranaje del motor.....	77
Tabla 15-3:	Datos que se utilizando para el diseño del engranaje de la cortina.....	79
Tabla 1-4:	Error relativo sensor de temperatura FS200-SHT20.....	89
Tabla 2-4:	Datos adquiridos del sensor de temperatura FS200-SHT20.....	90
Tabla 3-4:	Datos adquiridos del sensor de amoníaco y el método planteado.....	92
Tabla 4-4:	Datos adquiridos del sensor de amoníaco MQ137.....	94
Tabla 5-4:	Error relativo porcentual del sensor de luz GY-302 BH1750.....	96
Tabla 6-4:	Coeficiente de variación obtenidos por el sensor GY-302 BH1750.....	98
Tabla 7-4:	Muestra de datos de temperatura y amoníaco del frente del galpon.....	99
Tabla 8-4:	Datos de temperatura y amoníaco del centro del galpón.....	101
Tabla 9-4:	Datos de temperatura y amoníaco en la parte posterior del galpón.....	103
Tabla 10-4:	Datos de los nodos de adquisición cuando esta de noche.....	105
Tabla 11-4:	Tabla comparativa de datos del galpón.....	106
Tabla 12-4:	Datos de luminosidad dentro del galpón.....	108
Tabla 13-4:	Muestras de los datos enviados para el monitoreo en tiempo real.....	110

Tabla 14-4:	Datos de las cortinas cerradas	113
Tabla 15-4:	Datos de las cortinas abiertas	114
Tabla 16-4:	Consumo de corriente del sistema	118
Tabla 17-4:	Análisis económico para la construcción del sistema.....	118

INDICE DE FIGURAS

Figura 1-2:	Avicultura casera	9
Figura 2-2:	Avicultura industrial	10
Figura 3-2:	Dirección del galpón.....	12
Figura 4-2:	Dirección de construcción del galpón.....	12
Figura 5-2:	Flujo de aire	17
Figura 6-2:	Crear micro climas.....	17
Figura 7-2:	Ventilación con las aberturas laterales.....	18
Figura 8-2:	Aplicaciones en dispositivos mediante IoT	19
Figura 9-2:	Número total de dispositivos IoT conectados	19
Figura 10-2:	Desarrollo de dispositivos IoT	21
Figura 11-2:	Modelo publish/subscribe	22
Figura 12-2:	Entorno protocolo CoAP	23
Figura 13-2:	Protocolo XMPP	23
Figura 14-2:	Sistema de radiofrecuencia	24
Figura 15-2:	Comunicación Bluetooth	25
Figura 16-2:	Aplicaciones de la tecnología Zigbee	26
Figura 17-2:	Protocolo LoRA.....	27
Figura 18-2:	Red de sensores inalámbricos	28
Figura 19-2:	Red de sensores inalámbrica con topología tipo estrella	29
Figura 20-2:	Topología red estrella	29
Figura 21-2:	Topología red de malla	30
Figura 22-2:	Topología red de árbol.....	30
Figura 23-4:	Sensor MQ135	31
Figura 24-2:	Sensor de luz comercial	32
Figura 25-2:	Tarjeta de desarrollo Raspberry Pi.....	33
Figura 26-2:	Arduino Uno	33
Figura 27-2:	Intel Galileo	34
Figura 28-2:	Partes del motor DC.....	34
Figura 1-3:	Ubicación avícola Teresita.....	35
Figura 2-3:	Parte frontal del galpón.....	36
Figura 3-3:	Ventanas de ventilación del galpón	36
Figura 4-3:	Estructura del galpón	37
Figura 5-3:	Arduino Mega Pro Mini.....	43
Figura 6-3:	Arduino Nano	44

Figura 7-3:	Módulo SIM800L	45
Figura 8-3:	Antena RF NRF24L01	46
Figura 9-3:	Pantalla OLED	47
Figura 10-3:	Módulo reloj I2C DS3231	48
Figura 11-3:	FS 200 SHT20	49
Figura 12-3:	Sensor luz GY-302 BH1750	50
Figura 13-3:	MQ137	50
Figura 14-3:	Módulo DC-DC MP1584	51
Figura 15-3:	Módulo relé de cuatro canales	52
Figura 16-3:	Finales de carrera	52
Figura 17-3:	Software Arduino IDE	54
Figura 18-3:	CadSoft EAGLE	54
Figura 19-3:	Lógica control del motor	59
Figura 20-3:	Diseño de la placa tarjeta central	63
Figura 21-3:	Diseño de la placa nodo de adquisición	64
Figura 22-3:	PCB tarjeta central	64
Figura 23-3:	Modelo 3D de la tarjeta central	65
Figura 24-3:	PCB nodo de adquisición	66
Figura 25-3:	Modelo 3D de los nodos de adquisición	67
Figura 26-3:	Circuito impreso tarjeta central	68
Figura 27-3:	Circuito impreso nodo de adquisición	68
Figura 28-3:	Caja base de la tarjeta central	69
Figura 29-3:	Tapa de la caja base de la tarjeta central	70
Figura 30-3:	Ensamble de la caja para la tarjeta central	71
Figura 31-3:	Caja central y botonera de control manual	72
Figura 32-3:	Componentes de la caja de nodo de adquisición parte inferior	73
Figura 33-3:	Componentes de la caja de nodo de adquisición tapa	74
Figura 34-3:	Ensamblaje de las estructuras de la caja de nodos de adquisición	75
Figura 35-3:	Nodos de adquisición de datos con caja cerrada	76
Figura 36-3:	Engranaje del motor	77
Figura 37-3:	Engranaje de la cortina	78
Figura 38-3:	Ensamble de los engranajes	79
Figura 39-3:	Sistema de poleas	80
Figura 40-3:	Acoplamiento del motor a las cortinas	80
Figura 41-3:	Base del motor y estructura de las cortinas	81
Figura 42-3:	Supervisión de los datos de temperatura, amoníaco y luz	82
Figura 43-3:	Control de las cortinas	82

Figura 44-3:	Historial de datos del galpón	83
Figura 45-3:	Gráfica general del galpón.....	83
Figura 46-3:	Página web Firebase	84
Figura 1-4:	Caja de especificaciones del multímetro.....	86
Figura 2-4:	Multímetro digital TRUPER con la sonda termopar	87
Figura 3-4:	Multímetro digital TRUPER y el sensor de temperatura FS200-SHT20.....	88
Figura 4-4:	Sensor FS200-SHT20 en aplicación POLLIoT	88
Figura 5-4:	Prueba de repetibilidad realizada por el sensor FS200-SHT20	90
Figura 6-4:	Carbon activado, amoniaco líquido al 25%	91
Figura 7-4:	Método del encapsulado	92
Figura 8-4:	Prueba de repetibilidad del sensor MQ137.....	94
Figura 9-4:	Aplicación Lux Light Meter Pro.....	95
Figura 10-4:	Aplicación móvil, pantalla caja de control y aplicación “POLLIoT”	96
Figura 11-4:	Prueba de repetibilidad del sensor de luz.....	98
Figura 12-4:	Nodos de adquisicion parte frontal del galpón	99
Figura 13-4:	Nodos de adquisición ubicados en el centro del galpón	101
Figura 14-4:	Nodos de adquisición ubicados en el posterior del galpón	103
Figura 15-4:	Envío de datos a la Firebase y el tiempo cronometrado	110
Figura 16-4:	Notificación de temperatura alta y baja	111
Figura 17-4:	Notificación del nivel alto de amoníaco y la luminosidad a nivel bajo	112
Figura 18-4:	Módo manual del sistema	115
Figura 19-4:	Base de datos	116
Figura 20-4:	Aplicación móvil de supervisión y control	116
Figura 21-4:	Consumo del motor en estado de encendido y apagado	117
Figura 22-4:	Método para medir el consumo del motor	117

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfica 1-3:	Etapas para el desarrollo del sistema electrónico.....	38
Gráfica 2-3:	Concepción general del esquema electrónico	39
Gráfica 3-3:	Arquitectura del esquema electrónico.....	40
Gráfica 4-3:	Diagrama de bloques de la tarjeta central	41
Gráfica 5-3:	Diagrama de bloques de la tarjeta de nodo	42
Gráfica 6-3:	Diagrama de flujo tarjeta central.....	58
Gráfica 7-3:	Diagrama de flujo del control del motor	60
Gráfica 8-3:	Diagrama de flujo tarjeta nodo de adquisición	62
Gráfica 1-4:	Comportamiento del galpón a través del tiempo	100
Gráfica 2-4:	Comportamiento del galpón a través del tiempo	102
Gráfica 3-4:	Comportamiento del galpón a través del tiempo	104
Gráfica 4-4:	Comportamiento del galpón a través del tiempo	106
Gráfica 5-4:	Gráfica comparativa del galpón	107
Gráfica 6-4:	Luminosidad	109
Gráfica 7-4:	Temperatura y amoníaco con las cortinas cerradas	113
Gráfica 8-4:	Temperatura y amoníaco con las cortinas abiertas	114

INDICE DE ANEXOS

ANEXO A: HOJAS TÉCNICAS DE LOS COMPONENTES PARA LA IMPLEMENTACIÓN.

ANEXO B: VALIDACIÓN DEL SENSOR DE AMONÍACO.

ANEXO C: MANUAL DE OPERACIÓN.

RESUMEN

El presente trabajo de integración curricular tuvo como objetivo el diseño e implementación de un sistema con tecnología del internet de las cosas (IoT) para la supervisión y control de parámetros químicos del ambiente en un galpón de una planta avícola de Licto, para lo cual se diseñó una tarjeta central, dos tarjetas de nodos de adquisición de datos, una botonera y una aplicación móvil. Los parámetros químicos que se controlan son: la temperatura y los niveles de amoníaco. La tarjeta central cuenta con una tarjeta de desarrollo Arduino Mega Pro Mini la cual recibe la información de los nodos de adquisición, cuenta con una SIM800L encargada de enviar los datos a la aplicación móvil por medio de IoT. Los nodos de adquisición cuentan con un Arduino Nano, y los siguientes sensores: temperatura, amoníaco y luz, los cuales son encargados de evaluar el ambiente del galpón. La tarjeta central y los nodos de adquisición cuentan con comunicación de radiofrecuencia para poder enviar y recibir la información. Se implementó un motor para abrir y cerrar las cortinas, con la finalidad de ventilar el galpón. La supervisión se implementó mediante una aplicación móvil la cual tiene características esenciales que ayudarán a visualizar los datos de los sensores en tiempo real. Se realizó pruebas de validación y repetibilidad de cada sensor con la finalidad de poder registrar datos reales, además, de realizar diversas pruebas para la supervisión y control del sistema. En base a los resultados se concluye que el sistema IoT de supervisión y control de parámetros químicos del ambiente de un galpón en una planta avícola de Licto cumple con todos los objetivos, brindando un alto nivel de fiabilidad en su funcionamiento. Sin embargo, se recomienda realizar la implementación de una pantalla para interfaz humano máquina (HMI) con el fin de mejorar la interacción usuario - sistema.

Palabras clave: <SISTEMAS DE CONTROL AUTOMÁTICO>, <PARÁMETROS QUÍMICOS>, <INTERNET DE LAS COSAS (IOT)>, <APLICACIÓN MÓVIL>, <PLANTA AVÍCOLA>, <CONTROL>, <SUPERVISIÓN>.

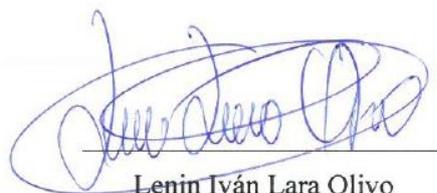


[Handwritten signature]

ABSTRACT

This curricular integration research project aimed to design and implement a system with Internet of Things (IoT) technology for the supervision and control of chemical parameters of the environment in a shed of a poultry plant in Licto, for which it was designed a central board, two data acquisition node cards, a push button panel, and a mobile application. The chemical parameters controlled are temperature and ammonia levels. The central board has an Arduino Mega Pro Mini development board which receives the information from the acquisition nodes; it has a SIM800L in charge of sending the data to the mobile application through IoT. The acquisition nodes have an Arduino Nano and the following sensors: temperature, ammonia, and light, which are in charge of evaluating the environment of the shed. The central board and the acquisition nodes have radio frequency communication to send and receive information. A motor was implemented to open and close the curtains to ventilate the shed. The supervision was implemented through a mobile application with essential features that will help visualize the data from the sensors in real-time. Validation and repeatability tests of each sensor were carried out to record real data and perform various tests for the supervision and control of the system. Based on the results, it is concluded that the IoT system for the supervision and control of chemical parameters of the environment of a shed in the Licto poultry plant meets all the objectives, providing a high level of reliability in its operation. However, it is recommended to implement a human-machine interface (HMI) screen to improve user-system interaction.

Keywords: <AUTOMATIC CONTROL SYSTEMS>, <CHEMICAL PARAMETERS>, <INTERNET OF THINGS (IOT)>, <MOBILE APPLICATION>, <POULTRY PLANT>, <CONTROL>, <SUPERVISION>.



Lenin Iván Lara Olivo

0602546103

INTRODUCCIÓN

La avicultura en el Ecuador ha ido creciendo durante los últimos años, debido a una gran cantidad de demanda de sus productos para todos los estratos sociales de la población, por lo que se amplió la comercialización de dichos productos. La avicultura es un complejo de la agricultura y la industria, que incluye específicamente la producción agrícola de maíz, arroz y soja, obteniendo las materias primas y subproductos que se utilizan para preparar comidas balanceadas que satisfagan las necesidades nutricionales de las aves locales, la industria de la carne y el huevo (Vargas, 2015, p. 15).

El Ecuador es uno de los países de Latinoamérica que es autosustentable en la alimentación de balanceado para la producción avícola, debido a que la gran comercialización de carne y huevos hace que aumente la demanda de dichos alimentos. La explotación avícola del Ecuador se dedica principalmente a la crianza y comercialización de productos como el huevo comercial y pollos. La Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador nace en el año 1994, con la necesidad de unir a todos los productores avícolas del país, con la finalidad de contribuir a la soberanía alimenticia del Ecuador. En el año 2019, con referencia al huevo de mesa, se produjeron en el Ecuador aproximadamente 3,904 millones de huevos, lo que nos dice que al día se producen 10,7 millones de huevos. La producción masiva de huevos es debido a que existe un total de 14,4 millones de gallinas ponedoras, por lo que, en promedio un ecuatoriano, consume 226 huevos al año, que es equivalente al 0,62 de huevos por día (CONAVE, 2020).

Al tener la tecnología un desarrollo importante en los últimos tiempos, enfocado en mejorar la calidad de vida y bienestar de vida de las personas, tanto de forma emocional y material. Debido a la integración del internet a la sociedad a finales de los años 90, la comunicación y búsqueda fueron mejorando cada día, hasta llegar a la actualidad en donde la distancia no es impedimento para poder comunicarse y el conocimiento está disponible para casi la mayoría de personas. Por lo que se ha desarrollado una nueva tecnología que es conocida como el internet de las cosas (IoT), esto nos permite no solo en comunicarnos entre personas por medio de internet, sino que objetos de un trabajo laboral común puedan tener una conexión a internet para brindarnos información, esto es aplicado en todo tipo de áreas, domesticas, laborales, espaciales, etc., Dentro de la avicultura es muy beneficioso para poder mejorar las instalaciones, tener información actualizando en cualquier momento y sin importar el lugar en que nos encontremos facilitando el trabajo y mejorando la calidad de vida (Peluffo et al., 2016, p. 1).

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

En este apartado se plantea resolver los parámetros químicos que se generan en el ambiente dentro de un galpón avícola, donde se determina los niveles de temperatura y amoníaco que debe tener para una mejor producción en la crianza de aves de postura.

1.1. Planteamiento del problema

El control y monitoreo inteligente para las pequeñas y medianas granjas avícolas, es de vital importancia en la actualidad, uno de los aspectos más importantes a tomar en cuenta es la temperatura y el nivel de amoníaco, cada galpón debe mantener una temperatura adecuada para las aves, con un ambiente controlado, el riesgo de pérdidas por muerte o enfermedades debido a factores climáticos disminuye considerablemente. La concentración de dichos gases y la mala ventilación pueden producir daños a las aves, como por ejemplo quemaduras en las patas, bajo peso corporal, lesiones en la piel y lesiones en los ojos. El amoníaco genera enfermedades crónicas del tracto respiratorio.

En la producción avícola uno de los gases más nocivos para la salud de las aves es el amoníaco (NH_3) afectando la calidad del aire para los animales y los trabajadores de la granja. El amoníaco que se genera dentro de los galpones, a partir de los niveles de 20 ppm causan deterioro en la salud de las aves, afectando en su crecimiento, salud y muerte directa, por eso mediante sensores ubicados estratégicamente se miden estos parámetros y en caso de que alguno se llegase a salir de los rangos normales emite una alerta para tomar las acciones necesarias con el fin de minimizar este efecto que es nocivo para la salud de las aves (López, 2017, p. 7-13).

La finalidad del sistema es preservar el calor generado en el interior orgánicamente, sabiendo que la temperatura exterior es inferior a la tolerada por las aves. Para que el sistema funcione, las instalaciones deben tener prevista la entrada de aire fresco del exterior. Lo ideal es disponer de ventanas en las partes laterales del galpón, la apertura de estas ventanas debe ser reguladas por un control con un sensor que mide los distintos parámetros de temperatura y amoníaco

1.2. Justificación del proyecto

El presente proyecto tiene como solución mantener los controles de niveles de amoníaco en un galpón dentro de una granja avícola, ya que en la mayoría de granjas avícolas, solo se miden los

niveles de temperatura para un control automático, sin tomar en cuenta las enfermedades que puede causar el amoníaco tanto en aves como en personas. Para el presente proyecto se usará una tarjeta de desarrollo para la automatización del nuestro sistema, conectado directamente a una red IoT, la cual enviará datos a la web, también se usará distintos sensores, como lo son sensores de luminosidad, amoníaco y temperatura. Cabe indicar que este sistema presente convertirse en una herramienta de ayuda para las plantas avícolas, está acorde a las líneas de investigación de la institución y acorde a las políticas nacionales.

La red de sistema IoT de supervisión y control de parámetros químicos, está conectado a una red eléctrica, para su funcionamiento, dicho sistema está formado por una etapa de captura de datos, que consta con un conjunto de sensores de temperatura, amoníaco y luminosidad, estos datos serán receptados por una tarjeta microcontroladora y transmitidos mediante una red inalámbrica, para posteriormente mostrarla en una página web, el controlador al receptor los datos de temperatura o amoníaco será el encargado de dar la orden de cerrar o abrir el sistema de ventilación.

El sensor de luminosidad es el encargado de activar o desactivar el sistema completo, ya que en la noche no es necesario activar el sistema de ventilación, lo que permite un ahorro significativo de energía. En la página web, se realizará el monitoreo, almacenamiento y la visualización de los datos captados por dichos sensores, para un mayor control. Indicando los parámetros de temperatura y amoníacos permitidos, para la activación automática del sistema. Contará con un sistema de alerta visual, en el exterior del galpón, que se ilumina en caso de fallas del sistema automatizado, así como también un panel para el control manual del sistema

Con la implementación del sistema IoT de supervisión y control de parámetros químicos, se desea solucionar las enfermedades de las aves, ocasionados por el bajo control de los niveles de amoníaco, teniendo en cuenta los beneficios económicos que esto conlleva, ya que, al ser un sistema con ventilación natural, no se necesitan equipos caros como ventiladores industriales o extractores de calor, manteniendo a las aves en un óptimo estado y teniendo una producción constante

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Diseñar e implementar un sistema IoT de supervisión y control de parámetros de químicos del ambiente en un galpón de una planta avícola de Licto.

1.3.2. Objetivos específicos

Estudiar los rangos óptimos que se aplican para medir la temperatura y amoníaco en un galpón, las normativas que rigen las mediciones y los sistemas de supervisión y control de parámetros químicos.

Definir los requerimientos que debe cumplir el sistema IoT de supervisión y control de parámetros químicos, para que cumpla con las necesidades de la planta avícola y de solución al problema.

Establecer el diseño que cumple con los requerimientos propuestos para implementar el sistema IoT de supervisión y control de parámetros químicos.

Implementar los algoritmos y circuitos necesarios para el correcto funcionamiento del diseño propuesto.

Evaluar si el sistema IoT de supervisión y control de parámetros químicos implementados cumplen con los requerimientos del diseño.

1.4. Alcance

El presente trabajo de integración curricular está enfocado en desarrollar un sistema IoT de supervisión y control de parámetros, como: niveles de temperatura, amoníaco y luminosidad que sirven para mejorar la producción de aves de postura en un galpón avícola. Este sistema está conformado por una etapa de captura de datos mediante un conjunto de sensores conectado a una tarjeta microcontroladora y el protocolo de comunicación que dispone el sistema. Además, se dispone de un sistema encargado de la ventilación del área mediante cortinas cuyo mecanismo está regido por un motor que se abrirá y cerrará automáticamente mediante programación cuando el caso lo requiera. Mediante el uso de una página web y el diseño de una aplicación móvil se puede visualizar los datos de los parámetros a implementar de forma remota.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

En este apartado se revisa la literatura del funcionamiento de los elementos electrónicos y eléctricos a implementarse en el presente trabajo de integración curricular, así como las normativas que rigen en el ambiente de un galpón avícola, el sistema de comunicación a utilizarse para el control y monitoreo del sistema.

2.1. Estudio del arte

A nivel nacional se han presentado diferentes temas de tesis con respecto a solucionar la problemática del control de ventilación y los parámetros del ambiente que se registran dentro del galpón, por lo que en el siguiente apartado se van a tratar algunos temas relacionados con el presente trabajo de integración curricular.

En el Ecuador existen varias empresas dedicadas a la avicultura por lo que, para mejorar la crianza y producción de las aves de forma masiva, y además tener un mejoramiento del factor económico en la producción avícola, se ha llevado a cabo una investigación de la industria 4.0. Nos dice que llegan nuevas tecnologías como: la robótica, la inteligencia artificial, Big Data, el internet de las cosas (IoT), etc., y que tienen la finalidad de digitalizar los procesos industriales o de servicio, optimizando los recursos de producción y mejorando la calidad de vida del trabajador, teniendo metodologías efectivas para los negocios inteligentes. En el Ecuador se han implementado en muy pocas plantas avícolas, por lo que el IoT se tendría que observar según el avance de las tecnologías (Núñez, B. 2019, p. 8).

La universidad de la Escuela Politécnica Nacional de la escuela de formación de tecnólogos con el tema ‘Diseño de los sistemas de automatización para la ampliación de una granja avícola’ planteado por Henry Fabricio Villacís López nos explica en la sección 4.3 el diseño del control automático de temperatura, el cual nos dice, que el sistema de ventilación automático se activara en función de la temperatura interna del recinto o en este caso del galpón, no toma otros tipos de parámetros químicos como es el amoníaco, además nos dice que la temperatura será registrada por el sensor LM35 el cual no es un sensor industrial, en la sección 4.5 el diseño del sistema automático de cortinas nos dice que va a estar conectados a un microcontrolador pero que no va a tener un sistema IoT de control y supervisión (Villacís, H. 2017, p. 49-56).

La universidad de Azuay en la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Escuela de Ingeniería Electrónica con el tema ‘Sistema automático para granja avícola de producción de huevos’

planteado por Cristian Nicolas Cevallos Gutiérrez nos manifiesta en la sección 1.3 el sistema para control de temperatura los tipos de ventilación que existen, uno de ellos es la ventilación de tipo túnel, el cual utiliza el principio de sensación térmica con el fin de producir la velocidad de aire necesaria para que el efecto de sensación térmica sea coherente (Cevallos, C. 2013, p. 21-27).

Un artículo de la investigación e innovación en ingenierías con el tema ‘Implementación de un sistema de monitoreo y control con tecnología IoT para determinar el comportamiento de las variables ambientales en la avicultura’, nos dice que para la parte de implementación va a ser una red de sensores inalámbrica con tecnología LoRA para el internet de las cosas (IoT), se realizó un estudio de las variables físicas y ambientales que influyen en la cría de aves dentro del galpón, estos datos van a ser accesibles por medio de una puerta de enlace que envía los datos a la nube mediante un protocolo MQTT de envío de mensajes, estos datos van a ser procesados por un microcontrolador que las estudia y envía las diferentes acciones a realizar. Este tema no tiene un control de cortinas para la ventilación por lo que no podrá controlar el ambiente del galpón, solo podrá visualizar los datos por medio de la comunicación IoT (Herrera, J. 2022, p.1).

En la Universidad Antonio Nariño con el tema de tesis ‘Modelo de negocio: galpón con condiciones ambientales autónomamente controladas e integración de internet de las cosas (IoT) para el monitoreo remoto en plataforma web’, nos dice que el monitoreo y control de la ventilación, iluminación, calefacción, amoniaco y humedad dentro del galpón para cría y producción de aves de forma remota limita las actividades y los tiempos de respuesta para la avicultura, afectando económicamente a los pequeños avicultores, por lo que se plantea la colocación de la integración de nuevas tecnologías de control y monitoreo, como son sensores, internet de las cosas (IoT), etc., por lo que beneficiara de forma económica a los pequeños avicultores. Dicho tema diseñara un modelo de negocios basado en la metodología Design Thinking. El proyecto se lo desarrollo como prototipo en una maqueta y no en una planta avícola real (Muñoz, J. 2021, p. 21).

La Universidad Autónoma de Bucaramanga-UNAB con el tema ‘Internet de las cosas aplicado al sector avícola de Santander (Colombia). Prototipo orientado a una empresa del área metropolitana de Bucaramanga’ tiene como objetivo analizar las diferentes tecnologías IoT utilizadas en la avicultura, para implementarlas en las problemáticas de la avícola Santander. Se realizo un estudio de los diferentes conceptos y de las aplicaciones del IoT a la producción avícola para poder implementarlas en la producción avícola de la empresa Santander. Por lo que se desarrolló un prototipo que ilustre las aplicaciones más pertinentes encontradas. Con respecto a la comparativa del presente trabajo, este tema no tiene un control de ventilación adecuado para el control del ambiente que sería lo más pertinente para realizar un estudio ambiental (Marquez, C. 2019, p. 11).

Es importante que las aves vivan dentro de un galpón para controlar la crianza y producción de las mismas, además que mejora la recolección de productos, es más fácil colocar las vacunas, pero a su vez tiene factores en contra muy importantes, como es el ambiente dentro del galpón, la acumulación de gases, la mala iluminación y la poca ventilación. Esto se podría evitar con sensores inteligente conectados a la nube, la cual nos va a enviar los datos del ambiente dentro del galpón, así como la automatización en ciertos elementos dentro del galpón. Al no tener un control de las cortinas para la ventilación no podrá tener un buen control del ambiente dentro del galpón (Cruz, A. 2021, p. 5).

Se implementó un en la avícola Rosita una estructura móvil que consta de dos tolvas usadas como sistemas dosificador de balanceado para seis hileras de jaulas, por lo que se implementó un sistema fuzzy en la placa NodeMCU, el cual también está implementado un sistema IoT de envío o transferencia de datos, la comunicación del internet de las cosas se realizó con el protocolo MQTT, como es un dispensador de balanceado para aves se implementaron servomotores para la caída del alimento y el registro de datos hacia la nube. El trabajo de titulación no toma en cuenta ningún parámetro ambiental, pero si la comunicación con diferentes dispositivos IoT y la transferencia de datos hacia la nube (Clavijo, C. 2021, p. 7).

Para la industria avícola las condiciones ambientales de la Sierra del Ecuador varían frecuentemente, por lo que es preocupante para la industria, en los galpones el índice de mortalidad es del 7% en aves pequeñas, por lo que las enfermedades de tipo respiratorio y la parálisis muscular son provocadas por los cambios climáticos tan frecuentes, al no poder ser controladas rápidamente por el avicultor esto representa pérdidas económicas y la necesidad de contratar más personal para el cuidado de las aves. Por lo que la automatización de ciertas estructuras del galpón beneficiarían a las aves, en este caso se presentó la automatización de la ventilación colocando un ventilador pequeño, de la iluminación con focos inteligentes y de la alimentación de las aves, por lo que se presentó un prototipo de construcción similar a la de un galpón de aves, haciendo la comparativa el tema solo controla los niveles de temperatura y no de amoníaco, además la ventilación se la hace por ventilador y no por cortinas, no tiene ninguna conexión con dispositivos IoT (Guamán, M. 2018, p. 1-6).

En el Instituto tecnológico de México con el tema de tesis 'Prototipo para la automatización del control del ambiente en el área avícola del instituto tecnológico de Huejutla' nos dice que el aumento de la demanda de la producción avícola ha crecido, debido a que los consumidores requieren obtener productos saludables y de buena calidad, por lo que en la actualidad se ha estado dando paso a la automatización de galpones avícolas, con el fin de poder hacer que el producto

llegue a los consumidores en buen estado, y facilitar labores cotidianas. Por lo que se redacta el diseño para la implementación de un prototipo utilizando tecnología de un microcontrolador y para la visualización de datos en tiempo real se diseña una aplicación móvil en dicho tema, el cual no va a tener una comunicación con dispositivos IoT (Vargas y Luna, 2020, p. 1-10).

2.2. La avicultura

La avicultura, es la actividad que abarca o se relaciona con la cría, cuidado y producción de aves, además también se sabe que la avicultura es el desarrollo y comercialización de productos, ya sea de carne o huevos. A una persona se le denomina avicultor cuando trata dicho desarrollo de manera cultural, es decir, dedica su vida al cuidado y conocimiento de las aves sin recibir necesariamente un valor económico.

Dentro de la avicultura existen varias especies a las cuales se las debe de cuidar y explotar comercialmente, como son, las gallinas, pavos, patos, gansos, faisanes, codornices y otras especies las cuales son consideradas silvestres como la perdiz colorada (VARGAS, 2015, p. 95).

La producción avícola ha dejado de ser una actividad excluida en el mercado dentro del campo agropecuario, por lo que en la actualidad es una de las actividades más importante y explotadas en el mundo ya que puede mover la economía de un país de una manera significativa, convirtiéndose en una verdadera industria, siendo una de las actividades en donde el desarrollo tecnológico abarca un campo muy amplio para su aplicación.

2.2.1. Características de la industria avícola

La industria avícola está constituida por varios factores como la crianza masiva de aves de producción, la elaboración de alimento balanceado, cría de aves, cuidado de aves, alimentación a pollos de engorde, comercialización del producto como la carne y el huevo. A esto se lo conoce como un ciclo de cadena agroindustrial, la cual está conformada por tres etapas: Producción de maíz y soya, elaboración de productos de alimento balanceado y la comercialización de carne y huevos. Por lo que la característica principal de la industria avícola es la producción y cría masiva de aves para diferentes fines comerciales (Armijos, 2009, p. 3).

Para la línea de producción de carne de aves se necesitan las siguientes características básicas:

- Crecimiento de las aves
- Calidad de la carne
- Resistente a enfermedades (aves vacunadas)
- Baja mortalidad
- Alimento balanceado de alta calidad

Para la línea de producción de huevos comerciales de aves es necesario las siguientes características:

- Buena estructura del huevo
- Clasificación del tamaño del huevo
- Calidad del huevo
- Bajo índice de mortalidad
- Alta capacidad de producción de huevos

2.2.2. Tipos de avicultura

2.2.2.1. Avicultura casera o traspatio

La avicultura casera o de traspatio es la que comúnmente se conoce como la crianza y cuidado de aves de forma familiar, es decir, que una gran parte de la población tienen en sus hogares aves de producción mínima, ya sea de consumo o comercialización, esto nos dice que a pesar de que pueden utilizar estas aves para fines lucro esto no representa un plan de negocios de gran abasto.



Figura 1-2: Avicultura casera

Realizado por: (Vargas, 2015)

2.2.2.2. Avicultura industrial

La avicultura industrial a diferencia de la casera tiene una producción masiva de aves que representa un gran plan de negocios para la economía del país, por lo que se caracteriza en tener en tener dos factores orientados a la producción como: la producción de carne de aves y la producción de huevos de aves. La figura 2-2 se muestra la plantación avícola industrial.



Figura 2-2: Avicultura industrial

Realizado por: Camacho, M. 2022.

2.3. Granja avícola

Es el espacio de terreno amplio en donde existen uno o varios galpones de crianza y cuidado de aves, este debe de cumplir con varias normativas sanitarias y ambientales.

Para las instalaciones y equipos necesarios en la industria avícola es conveniente saber qué tipo de producción se va a realizar, porque de estas depende de muchos factores como: la temperatura y humedad. Para las aves ponedoras de piso es necesario una instalación de nidales o mediante jaulas. Para aves de engorde los espacios necesarios son de 8 a 10 aves por cada m^2 .

Por lo que es muy importante que el dueño de la avícola sepa la cantidad de aves que va a criar y cuidar y a qué tipo de producción se va a enfocar su granja avícola.

2.3.1. Galpón avícola

El galpón es una parte fundamental dentro de la granja avícola, debido que ahí es donde las aves de postura van a tener su estadía. Estos galpones deben tener las condiciones necesarias de luz, ventilación, temperatura, nivel de amoníaco y limpieza para un producto de mejor calidad.

2.3.2. Construcción del galpón avícola

La construcción de un galpón dependerá del tipo de producción que se va a dar en una granja avícola, en el caso de ser una granja avícola de aves de postura comercial, ya sea de piso o de jaula, el galpón avícola deberá de ser de ancho máximo de 12 metros, de ancho dependerá de la cantidad de gallinas que se desea producir, además que no es recomendable sobrepasar los 100 metros de largo debido a que se perdería las condiciones ambientales necesarias para las gallinas,

la altura dependerá de la temperatura que exista en el galpón y además de si las gallinas son de piso o de jaula, esto considerado para el sector de la sierra.

En caso del sector de la costa se tomará los mismos valores de ancho y largo, pero en el caso de la altura como mínimo será de 3 metros y de 4 a 4.5 metros de sobre techo para gallinas de piso, para gallina de jaula la altura mínima en los laterales será de 4 metros y de sobre techo de 5.5 metros. En la tabla 1-2 se muestran las normativas de construcción de galpones para gallinas de jaula y en la tabla 2-2 las normativas para gallinas de piso.

Tabla 1-2: Normativas de construcción de galpones para gallinas de jaula

Sector	Ancho	Largo	Alto	Sobre techo
Construcción				
Sierra	12 m	<100 m	Depende temperatura	-
Costa	12 m	<100 m	4 m	5.5 m

Fuente: (Vargas, 2015)

Realizado por: Camacho, M. 2022.

Tabla 2-2: Normativas de construcción de galpones para gallinas de piso

Sector	Ancho	Largo	Alto	Sobre techo
Construcción				
Sierra	12 m	<100 m	Depende temperatura	-
Costa	12 m	<100 m	3 m	4 a 4.5 m

Fuente: (Vargas, 2015)

Realizado por: Camacho, M. 2022.

Para la producción de pollos de engorde, el galpón debe tener de 10 a 12 metros de ancho, y la longitud dependiendo del número de aves producidas, la altura del galpón en la orilla debe de ser de al menos 3 metros en los lados y de 4 a 4.5 metros en el techo, evitando así el sobrecalentamiento y el normal intercambio de aire.

Al construir un galpón para criar aves, es necesario tener en cuenta la trayectoria del sol, en la sierra la posición del galpón es de norte a sur, en la costa es de este a oeste, es decir, evitar la luz

del sol dentro del galpón, este es el caso de un galpón abierto. En la figura 3-2 se muestra la dirección del galpón y en la figura 4-2 la dirección de construcción del galpón.

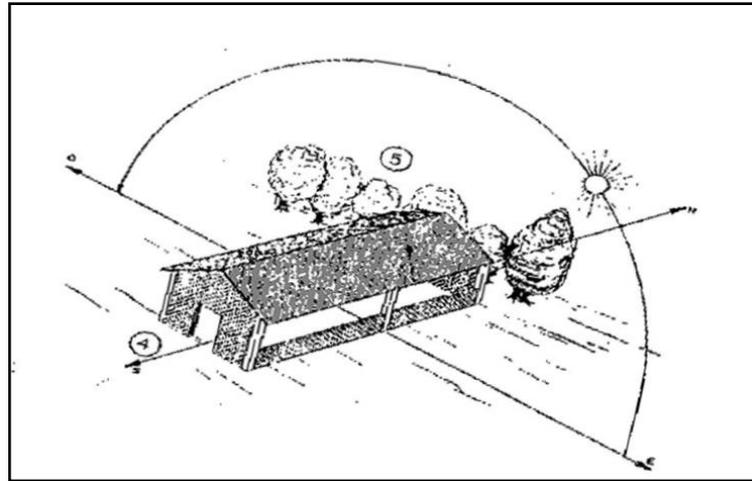


Figura 3-2: Dirección del galpón

Realizado por: (Vargas, 2015, p. 103)

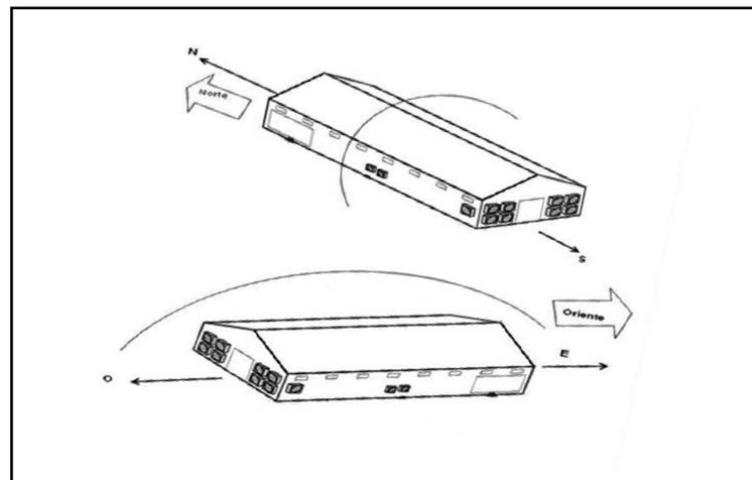


Figura 4-2: Dirección de construcción del galpón

Realizado por: (Vargas, 2015, p. 103)

2.3.3. Ubicación

En cuanto a la ubicación de la granja en donde se producirán las aves, se deben tener en cuenta algunas situaciones necesarias e imprescindibles, tales como:

- Los caminos de acceso a los galpones deben de estar en buen estado en cualquier época del año.
- El galpón debe de estar en una área alta y bien ventilada, para evitar inundaciones y vientos excesivos.

- c. La granja avícola debe estar a 3.5 kilómetros alejado de otros centros de producción. (Normativa de AGROCALIDAD)
- d. Debe de estar lejos de la población por al menos de 3.5 kilómetros. (normativa de AGROCALIDAD)
- e. Debe tener servicio de agua potable y energía eléctrica.

Además, se deben de implementar medidas básicas de bioseguridad en la granja, las cuales deben de incluirse en la selección del sitio y construcción de la granja, tales como:

- a. El galpón debe de estar completamente cerrado con malla para evitar el ingreso de pájaros u otros animales.
- b. Se debe utilizar una malla específica para evitar que las aves ingresen al galpón.
- c. La construcción debe de estar bien estructurada, tal que, no puedan ingresar roedores al interior del galpón.
- d. Debe de tener incorporado baños, filtros sanitarios y una zona de descontaminación de vehículos.

2.4. Condiciones ambientales del galpón avícola

La cría y producción de aves en plantas avícolas, especialmente de aves ponedoras y de engorde, es una actividad muy importante en los sistemas productivos domésticos rurales así también como en la producción a gran escala en la industria avícola, obteniendo productos para el consumo humano.

Para poder cosechar todos los beneficios de las aves, se debe brindar un control y manejo adecuado de su bienestar físico, alimentación de acuerdo a su sistema y tipo de producción, salud y estadía adecuada a sus necesidades.

El cautiverio masivo de las aves de producción avícola tiene varias ventajas. Proteger a las aves de los diferentes depredadores o animales que existen en el ecosistema. En el encierro, las aves están protegidas del mal tiempo: frio, lluvia, viento, humedad, por lo que las aves se enferman con menos frecuencia, los huevos no se pierden y son más fáciles de recolectar. Los excrementos de las aves se pueden recolectar para usarlos como fertilizante. Este tipo de cautiverio facilita el manejo de aves, especialmente cuando se trata de la sanidad de las aves, por lo que las vacunas son más sencillas de colocar, provisión de vitaminas y medicamentos, con el fin de reducir enfermedades.

2.4.1. *Parámetros químicos en un galpón avícola*

Dentro del galpón se debe de tener el ambiente necesario para que las aves puedan vivir de buena manera, en un ambiente cerrado existe una acumulación excesiva de gases que es mala para la salud de las aves y de los trabajadores. La concentración de gases debe ser ventiladas mediante

mecanismos para minimizar la concentración de amoníaco y niveles de temperatura, por lo que a continuación se estudia los parámetros químicos ambientales que existen dentro del galpón.

2.4.1.1. Temperatura

La temperatura rectal de los pollos al nacer es de 37.5 °C y de 41.5 °C después de 15 días. Es importante mantener a las aves en una zona térmica neutra, una zona en la que las aves se encuentre cómodas y que a su vez dicha zona pueda variar dependiendo de la edad y la humedad de las aves.

Las aves no controlan efectivamente su temperatura hasta tener aproximadamente 15-20 días de nacido, en donde se comportan como animales de sangre caliente. La temperatura corporal de los pollos recién nacidos es controlada por el ambiente por lo que necesitan estar a la temperatura requerida. Por lo que a continuación se presenta una tabla con respecto a la temperatura y la humedad relativa que necesitan las aves a su cierta edad (Gómez R. y Gómez W., 2014, p. 63). En la tabla 3-2 se muestran los valores concernientes a temperatura y humedad relativa de las aves a cierta edad.

Tabla 3-2: Temperatura y humedad relativa a cierta edad

Edad - días	Humedad elativa	Temperatura °C	Temperatura °F
0	30-50%	32-33	90-91
7	40-60%	29-30	84-86
14	50-60%	27-28	81-83
21	50-60%	24-26	75-79
26	50-65%	21-23	70-73
35	50-70%	19-21	66-73
42	50-70%	18	64
49	50-70%	17	63
56	50-70%	16	61

Fuente: (ALLAUCA y CARRILLO, 2012)

Realizado por: Camacho, M. 2022

Los dueños de avícolas deben de controlar las condiciones climáticas que existen dentro del galpón, mediante la manipulación de los sistemas de control o el cambio de aves para garantizar que se satisfagan las necesidades ambientales y el bienestar de las aves.

Adaptando el diseño de la construcción de los galpones, se puede controlar las condiciones ambientales adversas (estrés por frío y calor, ventilación excesiva o insuficiente, mala calidad del aire). El calor es fundamental durante la primera semana de vida de un pollito porque carecen de las protecciones que necesitan. Los huevos se incuban a 37°C y los pollitos se incuban a esta misma temperatura, deben de mantenerse a 32-35°C durante los dos primeros dos días después

del transporte al lugar de reproducción y luego reducirse gradualmente, se debe de bajar la temperatura a 30 °C terminando así su primera semana.

En la segunda semana, la temperatura permanecerá entre 28 y 30 grados centígrados, en la tercera, entre 24 y 28 grados centígrados, si a partir de esta edad se puede mantener la temperatura no inferior a 20 ni superior a 24 grados centígrados. Después de esta edad, los pollitos estarán a temperatura ambiente. Se debe considerar la ventilación, la humedad relativa y la acumulación de polvo para mantener la temperatura en galpones cerrados; debe haber un buen intercambio de aire para evitar la acumulación de gases (dióxido de carbono, amoníaco) y polvo, evitando así daños al sistema respiratorio y complicaciones metabólicas.

2.4.1.2. El amoníaco

El amoníaco (NH₃) es un gas incoloro e irritante producido por la actividad microbiana en la porción del nitrógeno del estiércol. Cuando alcanza una concentración mínima de 25 ppm (partes por millón) es detectado por el ser humano, y a su vez el ser humano puede soportar una concentración máxima de 100 ppm cada ocho horas. Sin embargo, las aves pueden experimentar una variedad de problemas con la exposición prolongada a 20 ppm, presentando cambios en su salud y la producción.

La queratoconjuntivitis se atribuye a la vitamina A, los altos niveles de amoníaco son ciertamente los culpables, lo que puede conducir a pérdidas económicas significativas e incluso a una mortalidad más alta. Los síntomas típicos de la queratoconjuntivitis incluyen que las aves se agrupen entre sí, se froten los ojos con las alas, los ojos tienden a cerrarse y se vuelven sensibles a la luz.

La incidencia más alta de queratoconjuntivitis ocurre cuando las condiciones de la cama son malas y las concentraciones de amoníaco son demasiado altas, los síntomas aparecen de 2 a 3 semanas después de nacidos. Si se evita un mayor contacto con la agrupación de aves, la manada se recuperará más tarde.

Una de las consecuencias más importantes que tienen los altos niveles de amoníaco es su efecto sobre el sistema respiratorio. Además del daño físico en el tubo de respiración, la tasa de respiración en si misma puede disminuir en un ambiente con altos niveles de amoníaco, tomando en cuenta que esto sucede a los 100 ppm. El amoníaco provoca una disminución en el esfuerzo y la profundidad de respiración debido a los cambios en el pH de la sangre provocados por los subproductos del amoníaco en los pulmones. Se cree que causa una disminución en la frecuencia respiratoria al afectar los centros de control respiratorio sensibles al pH en el cerebro.

Con respecto a las gallinas ponedoras el amoníaco también afecta la producción y la calidad de huevo. Se realizó una investigación en donde los pollitos se criaron en una atmosfera de amoníaco desde la semana 11 hasta la 18 de edad, y aunque no se observaron diferencias en la calidad de

los huevos, si se observaron que comenzaban a poner huevos más tarde y ponían menos huevos, pero más grandes, el grosor de la cascara o el color de la yema no se cambiaban a diferencia de un huevo que fue producido por condiciones ambientales normales. Los efectos sobre la producción de los huevos se pueden evitar si las aves se alimentan con un alto contenido de proteínas y vitaminas (Fiona, 1984, p. 3-4).

En la tabla 4-2 se presenta las diferentes concentraciones de amoníaco y los problemas o afecciones que pueden tener las aves.

Tabla 4-2: Concentraciones del amoníaco y efectos contra la salud

Concentración de NH ₃		Efectos de la salud y el bienestar animal
ppm	ml	
20	2×10^{-2}	Mayor susceptibilidad a enfermedades respiratorias, edemas pulmonares y congestiones nasales.
40	2×10^{-4}	Disminución de los sacos aéreos
25-50	$2.5 - 5 \times 10^{-2}$	Reducción de peso y poco apetito
50-100	$5 - 10 \times 10^2$	Queratoconjuntivitis, ulcera corneal

Fuente: (COHUO-COLLI et al., 2016: pp. 84-86)

Realizado por: Camacho, M. 2022.

2.4.2. La ventilación

Todos los galpones requieren algún tipo de ventilación para proporcionar suficiente oxígeno mientras se elimina el dióxido de carbono, los gases de escape y el polvo.

En las granjas avícolas comerciales generalmente se utiliza ventilación mínima en los climas fríos, mientras que en los tropicales se utiliza a su máxima expresión. En grandes granjas mecanizadas, se puede lograr una distribución adecuada del aire utilizando sistemas de ventilación por vacío. Si los pollos son pequeños o recién nacidos o se encuentran en un clima más fresco, el aire que ingresa debe dirigirse hacia el techo en donde se mezcla con el aire tibio y circula por todo el galpón. Las aves que son más grandes y en climas más cálidos deben dirigir el aire entrante hacia abajo para mantenerlas frescas. En los días calurosos, se pueden colocar almohadillas de enfriamiento por evaporación sobre las entradas de aire para mantener fresca a las aves. La ventilación de tubo es el sistema de ventilación más eficiente para galpones más grandes en climas más cálidos. El ventilador se puede utilizar con gran efecto como rociador de agua en el techo y mini bomba de humo dentro del galpón.

El diseño del galpón debe tomar en cuenta los obstáculos naturales, como el flujo del aire, las colinas y los bosques, que pueden ayudar a disminuir la temperatura del galpón y evitar el

sobrecalentamiento. En la figura 5-2 se muestra el flujo del aire del galpón y en la figura 6-2 la creación de micro climas.

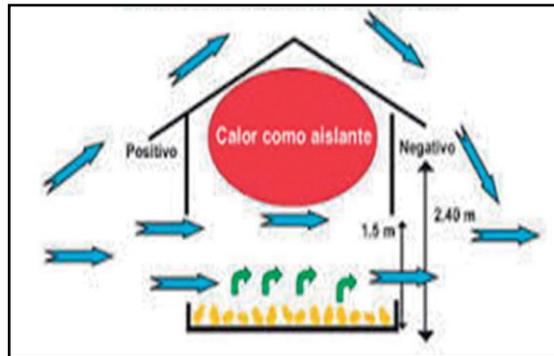


Figura 5-2: Flujo de aire

Realizado por: (Vargas, 2015, p. 104)

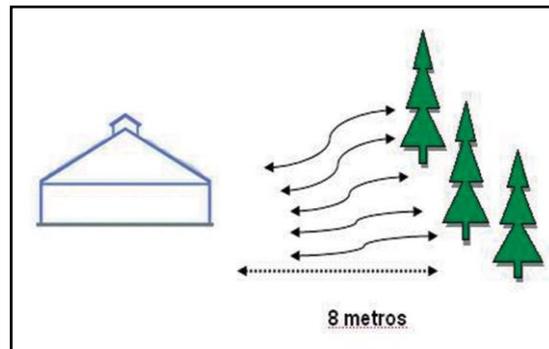


Figura 6-2: Crear micro climas

Realizado por: (Vargas, 2015, p. 104)

2.4.3. Disponibilidad de luz en galpones avícolas

En la línea Ecuatorial, en condiciones y ambientes normales, las aves tienen aproximadamente doce horas de luz y doce horas de oscuridad. Esto se ha cambiado en la cría y engorde de aves para aprovechar la genética de estos animales y la capacidad de crecer, de forma que estas aves se crían casi toda la noche bajo la luz artificial.

Las aves consumen constantemente alimentos y agua, aumentando el peso con el tiempo. El control de la luz durante el periodo de crianza de las aves ponedoras es de 12 horas de luz, variando ligeramente; durante la fase de postura de los huevos, las horas de luz aumentan de 14 a 16 horas, por lo que cada ave pone un huevo por día. Se utiliza aproximadamente 20 horas de luz durante las primeras 3 semanas, por lo que el gasto de energía aumenta durante la estimulación de luz. En la figura 7-2 se muestra la ventilación con las aberturas laterales.

Figura 8-2: Aplicaciones en dispositivos mediante IoT

Realizado por: (Ichina, 2020, p. 6)

El mercado del IoT sigue creciendo a pesar de la pandemia y de la reciente escasez de chips. Según IOT ANALYTICS (Hasan, M. 2022, p. 1), hasta finales del año 2022 se aproxima que habrá un crecimiento del 18% de dispositivos conectados al internet, es decir, 14.400 millones de conexiones activas. Se espera que hasta el año 2025, abra un crecimiento del 30%, es decir, de 27 mil millones de dispositivos IoT conectados. Esto se puede apreciar en la figura. La cual va representada por los años y el porcentaje de crecimiento de los dispositivos IoT conectados a lo largo del tiempo. En la figura 9-2 se muestra el número total de dispositivos IoT conectados.

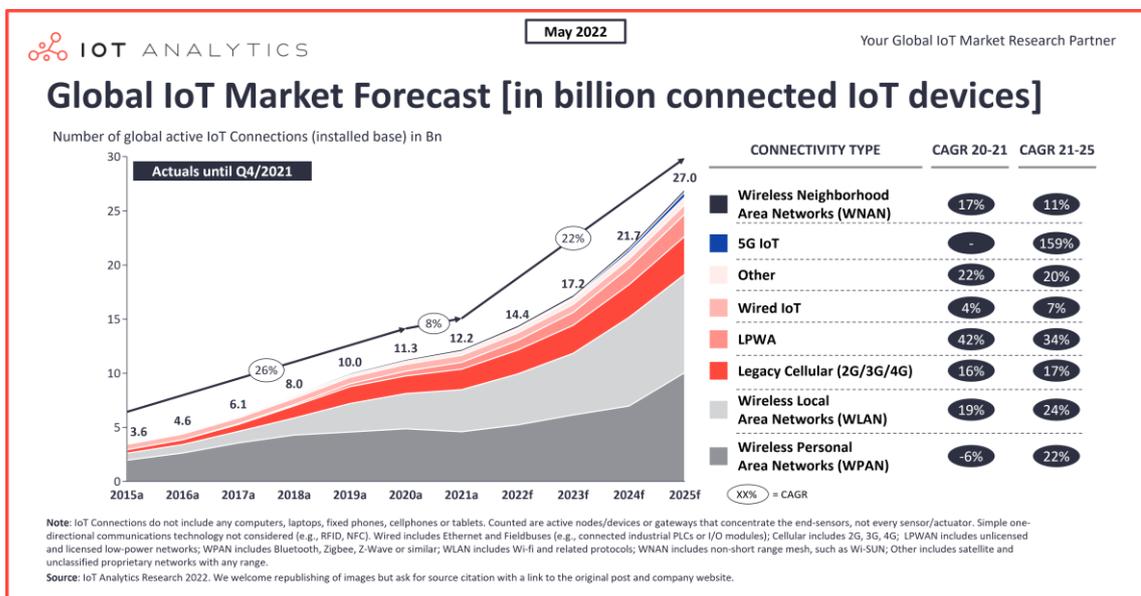


Figura 9-2: Número total de dispositivos IoT conectados

Realizado por: (Hasan, M. 2022)

2.5.1. Características del IoT

La tabla 5-2 presenta las características fundamentales que debe de tener implementado el internet de las cosas (IoT).

Tabla 5-2: Características del IoT

Características	Descripción
Interconectividad	Proporciona una funcionalidad completa de IoT al brindar compatibilidad y acceso a la infraestructura global de la comunicación e información.
Objetos y sus servicios	Habilita la prestación de servicios relacionados con objetos virtuales y físicos, como las barreras de privacidad y la relación semántica entre ellos.

Diversidad	Los dispositivos basados en diferentes plataformas de red y hardware pueden intercambiar información entre si en diferentes entornos de TI.
Cambios diferenciales	Ayudan al dispositivo a cambiar de estado de en línea a fuera de línea o de suspensión a activo, pueden cambiar el contexto del dispositivo, como la posición y la velocidad, y pueden cambiar dinámicamente la cantidad de objetos.
Adaptabilidad	Los objetos conectados a internet en la actualidad van en aumento, por lo que se debe de tener un ambiente controlado para que los objetos puedan adaptarse a cualquier actividad y tener una comunicación entre sí que sea efectiva.

Fuente: (Pazmiño, 2018, p. 31-33)

Realizado por: Camacho, M. 2022.

2.5.2. Beneficios del IoT

Al implementarse en todo el mundo y en todas las industrias, IoT está brindando beneficios económicos, mejorando las operaciones y el mantenimiento preventivo, cambiando la forma en la que interactuamos y redefiniendo la experiencia con clientes y usuarios. Esto hace que se generen más oportunidades de trabajo y que a su vez al momento de implementar un objeto con internet que este diseñado para emplear una actividad definida, la producción o mejoramiento de la actividad va a tener un mejor desempeño, haciendo que sea más productivo y permitiendo tener un menor esfuerzo en el trabajo.

El propósito fundamental del IoT es conectar la mayoría de las cosas a la red y debido a que están interconectadas, es imperativo contar con la tecnología adecuada para el trabajo, basándose en las características adecuadas para cada dispositivo y su conexión (Pazmiño, 2018, p. 31-33).

2.5.3. Desarrollo del IoT

El desarrollo de IoT de sistemas genéricos que adaptan la funcionalidad del dispositivo a los requisitos específicos del usuario. Estos requisitos utilizan componentes resistentes de grado industrial que son adecuados para condiciones ambientales adversas.

Los dispositivos de IoT van desarrollándose a medida que el tiempo pasa, acomodándose a los requerimientos del usuario, integrando nuevos sensores, actuadores y protocolos de comunicación para llevar al mercado productos innovadores. Gracias a los dispositivos IoT, se pueden manipular las diferentes máquinas de una manera que nunca se había visto, tener siempre un monitoreo y visualización de información en tiempo real que nos permita tomar decisiones para agregar valor a las diferentes empresas (ENVIRA IOT, 2018).

En la figura 10-2 se muestra el desarrollo de los dispositivos IoT para sus diferentes campos y la conexión en la nube.

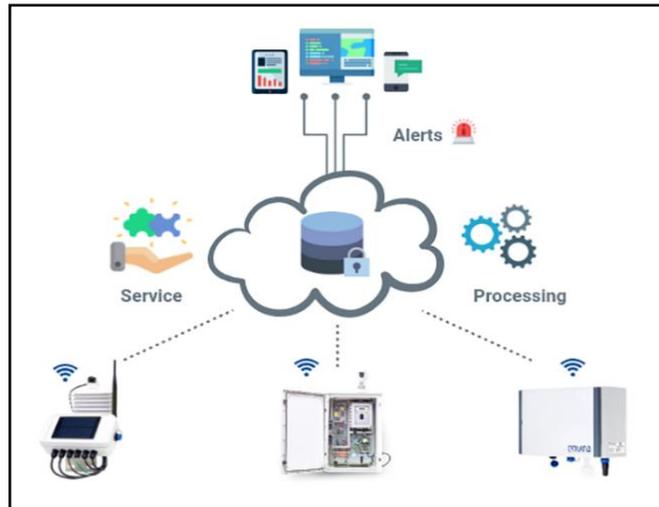


Figura 10-2: Desarrollo de dispositivos IoT

Realizado por: (ENVIRA IOT, 2018)

2.5.4. Seguridad del IoT

Uno de los requerimientos necesarios de un sistema IoT es la seguridad, debido a que los objetos van a estar interconectados entre si al internet. El administrados podrá monitorear, visualizar y recopilar información sobre toda la activad del dispositivo IoT. Las plataformas IoT contienen grandes cantidades de información que están inseguras en la web, al estar esta información vulnerable pueden ser atacadas o dañadas por terceros o por programas escritos para robar información. Para ello, es importante probar continuamente todo el sistema IoT, proteger aplicaciones y dispositivos, corregir errores frecuentes y evitar ataques que afecten negativamente el desarrollo del sistema (Saltos, E. 2018, p. 21).

2.5.5. Protocolos de comunicación del IoT

En el siguiente apartado, se presenta los protocolos de comunicación más importantes inversos en el IoT, para la conexión de dispositivos del Internet de las cosas.

2.5.5.1. Comunicación MQTT

El protocolo de comunicación MQTT se ejecuta sobre el protocolo TCP/IP el cual permite que un equipo pueda comunicarse dentro de una red. MQTT fue inventado por el Dr. Andy Stanford-Clark ingeniero de investigación de tecnología de la información británica, desarrollador de IBM y por Arlen Nipper especializado en el Internet Industrial de las cosas (IIOT) desarrollador de Eurotech. La principal función del protocolo de comunicación MQTT es transportar mensajes basado en el modelo publish/subscribe, el cual, es un patrón de mensajería en el que los remitentes

de los mensajes no programamos los mensajes para que se envíen directamente, sino, que con el modelo publish/subscribe ya lo hace directamente, además fue diseñado para para dispositivos con recursos limitados, restricciones, elevada latencia, poca fiabilidad y limitado ancho de banda. MQTT permite la comunicación máquina a máquina (M2M) y el uso de aplicación móviles ya que posee mejores recursos de ancho de banda y menor consumo de batería.

El modelo publish/subscribe, está definido por dos tipos de entidades en la red, un nodo central encargado de la funcionalidad del servidor o bróker y un número de clientes, el bróker es el encargado de gestionar los mensajes, es decir, hace de intermediario, por ejemplo, cuando el servidor envía los mensajes de todos los usuarios el bróker se encarga de direccionarlos para que cada mensaje pueda llegar a cada cliente destinado. En la figura 11-2 se muestra el modelo publish/subscribe con su comunicación (Saltos, E. 2018, p. 13).

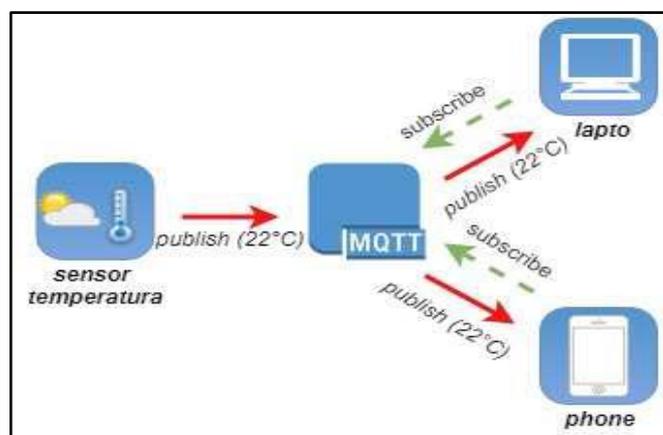


Figura 11-2: Modelo publish/subscribe

Realizado por: (Saltos, E. 2018, p. 13)

2.5.5.2. Comunicación CoAP

CoAP o protocolo de aplicación restringida fue creada por un grupo de ingenieros (IETF). Este protocolo de comunicación IoT se ejecuta en la capa de aplicación correspondiente al modelo OSI y se encuentra sobre el protocolo UDP debido a que TCP/IP genera mucho más tráfico pesado. El modelo de comunicación IoT CoAP se basa en un modelo de solicitud/respuesta para facilitar su uso y tiene algunos requisitos en el proceso de implementación para mejorar los dispositivos que tienen recursos limitados.

CoAP fue diseñado con referencia al protocolo HTTP el más utilizado a nivel de comunicación. Por lo tanto, utiliza principalmente los mismos métodos HTTP como: GET, PUT, POST y DELETE. De manera similar, el protocolo CoAP transporta diferentes tipos de carga útil y puede determinar qué tipo de carga útil está en uso. Por otro lado, la característica principal de CoAP es su soporte omnidireccional, lo que permite conectar múltiples dispositivos para el desarrollo del IoT (Saltos, E. 2018, p. 14). El entorno del protocolo se muestra en la figura 12-2.



Figura 12-2: Entorno protocolo CoAP

Realizado por: (Saltos, E. 2018, p. 14)

2.5.5.3. Comunicación XMPP

El protocolo de presencia y mensajería extensible (XMPP) fue establecido por el grupo de trabajo técnico (IETF) entre los años 2002 y 2003, después de ser estandarizado en RRC 3920-3921 un año después. El objetivo de desarrollar XMPP es crear un protocolo subyacente que permitirá la comunicación en tiempo real principalmente en aplicaciones basadas en XML.

XMPP se ejecuta sobre el protocolo TCP de la capa de transporte del modelo OSI. Además, muchos sistemas IoT se benefician de estar basados en extensiones de XML. Su característica principal es la capacidad de trabajar con dos modelos diferentes como: el modelo de solicitud/respuesta y el modelo de publish/subscribe. La figura 13-2 muestra cómo funciona el protocolo XMPP (Saltos, E. 2018, p. 14).

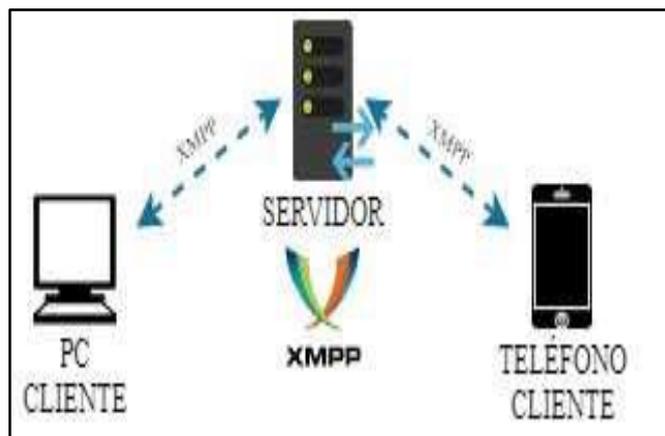


Figura 13-2: Protocolo XMPP

Realizado por: (Saltos, E. 2018, p. 15)

2.6. Tecnologías de comunicación inalámbrica

Es difícil encontrar dispositivos tecnológicos que funcionen de forma inalámbrica, estas tecnologías son medios de conectividad entre diferentes dispositivos tecnológicos, creados para transmitir datos sin necesidad de utilizar cables, tienen bajos costos de instalación, su movilidad y versatilidad están mejoradas (Sánchez, K. 2021, p. 16).

2.6.1. Comunicación Radiofrecuencia

La radiofrecuencia es un término que se aplica a la parte menos energética del espectro electromagnético. Se crea un enlace de comunicación durante el ciclo de transmisión de la señal, pasando una corriente a través del conductor y recibiendo la señal a través de la antena (Ichina, A. 2020, p. 13). La figura 14-2 representa un ciclo de emisión de señales por radio frecuencia.

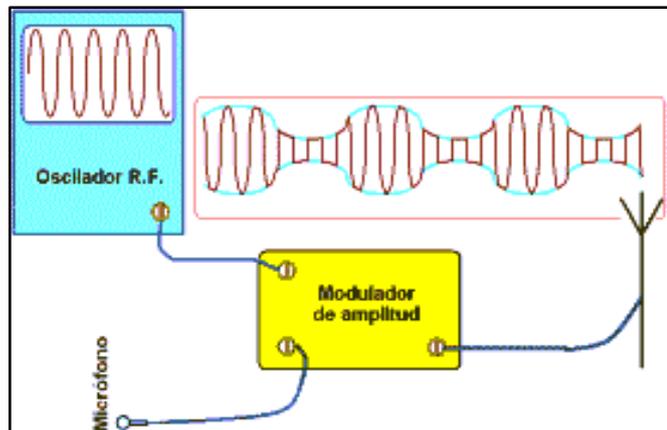


Figura 14-2: Sistema de radiofrecuencia

Realizado por: (Ichina, A. 2020, p. 13)

Las ondas o señales de radio las utilizadas en la radiofrecuencia como medio para canalizar o transportar información y comunicación entre dispositivos como: radios, televisores, sistemas GPS y redes móviles.

2.6.2. Comunicación Bluetooth

Bluetooth es una tecnología de redes inalámbricas basada en radiofrecuencia cubierta por IEEE 802.15, fue desarrollado por Ericsson en 1994 como un sistema para reemplazar los enlaces de una serie de periféricos guiados, que operan con una banda de frecuencia de 2.4 GHz y brindan comunicación inalámbrica entre dispositivos físicos o móviles que permitan la comunicación.

Por lo que Bluetooth permite únicamente la comunicación entre un ordenador o dispositivo con sus respectivos periféricos. La principal característica radica en la comunicación por lo que se tiene una comunicación maestro-esclavo o también denominada piconet, un maestro tiene la

capacidad de comunicarse hasta con 7 esclavos, de esta forma el maestro puede conectarse o desconectarse de cualquiera de ellos independientemente.

Por medio de la comunicación bluetooth se logra establecer una conexión entre diferentes dispositivos, para así facilitar la comunicación reduciendo la utilización de cables y espacio. En la figura 15-2 se observa la comunicación que se puede obtener en diferentes dispositivos (Saltos, E. 2018, p. 9).

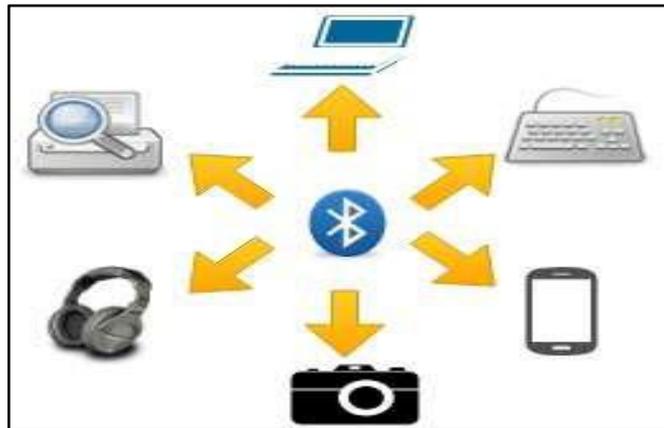


Figura 15-2: Comunicación Bluetooth

Realizado por: (Saltos, E. 2018, p. 10)

2.6.3. Comunicación Wi-fi

El Wi-fi es parte de la red WLAN que opera sobre el estándar IEEE 802.11, que permite a los usuarios crear conexiones inalámbricas con gran capacidad de transmisión de datos a varios dispositivos dentro de un área de cobertura de aproximadamente 100 de la red. Los dispositivos utilizan esta red para operar alrededor del mundo (Sánchez, K. 2021, p. 16).

En la tabla 6-2 se observa las características de los protocolos wi-fi de la tecnología IEEE 802.11

Tabla 6-2: Protocolos estándar para la comunicación wi-fi

Año	Protocolo	Frecuencia GHz	Velocidad de datos	Modulación
1997	802.11	2.4	1-2 Mbps	FHSS/DSSS
1999	802.11 b	2.4	1-11 Mbps	DSSS
1999	802.11 a	5	6-54 Mbps	OFDM
2003	802.11 g	2.4	6-54 Mbps	OFDM
2008	802.11 n	2.5 5	450 Mbps	OFDM
2014	802.11 ac w1	5	867 Mbps	256 QAM
2016	802.11ac w2	5	1.63 Gbps	MU-MIMO

Fuente: (Saltos, E. 2018, p. 10)

Realizado por: Camacho, M. 2022.

2.6.4. Comunicación Zigbee

Es una tecnología de comunicación inalámbrica diseñada para implementar redes de control y usar sensores de baja potencia. Zigbee ayuda a proporcionar conectividad de bajo consumo, escalable y de bajo costo, ya que unos dispositivos no requieren velocidades de datos mas altas. Este es un conjunto dedicado de red de área personal inalámbrica (WPAN) basado en el estándar IEEE 802.15.4 con una velocidad de datos máxima de 250 kbps y rangos de frecuencia funcional de 868 MHz y 2.4 GHz (Saltos, E. 2018, p. 11). En la figura 16-2 se muestra las aplicaciones de la tecnología



Figura 16-2: Aplicaciones de la tecnología Zigbee

Realizado por: (Saltos, E. 2018, p. 11)

2.6.5. Comunicación LoRA

La red de tecnología LoRA tienen como objetivo proporcionar conectividad a una amplia variedad de dispositivos que cubren grandes áreas de cobertura, minimizando el tamaño del dispositivo y el consumo de energía de la batería. Esta tecnología es útil cuando se requieren pequeñas aplicaciones de transmisión. Esta tecnología LoRA cubre una área grande varias veces al día y se puede aplicar a áreas sin wi-fi (Sánchez, K. 2021. P. 16). En la figura 17-2 se observa el protocolo del LoRA.

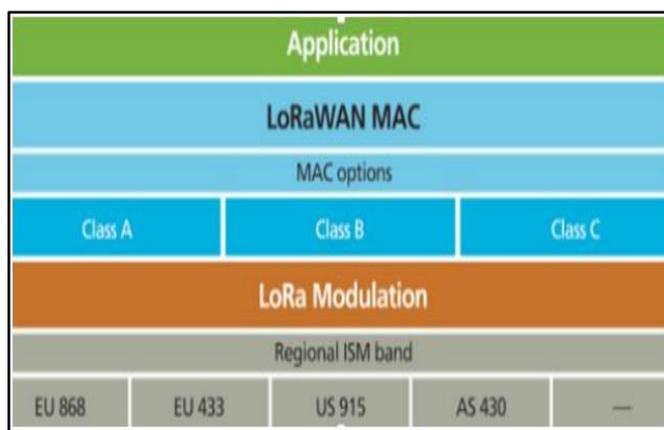


Figura 17-2: Protocolo LoRA

Realizado por: (Buestán, J. 2019, p. 8)

2.7. Red de sensores inalámbricos

WSN (Wireless Sensor Network), son un conjunto de nodos conectados entre sí inalámbricamente para poder resolver un determinado problema. Estos incluyen pequeños dispositivos electrónicos de bajo consumo que utilizan sensores para recopilar datos del entorno y transmitir la información recopilada a los nodos de control (Sánchez, 2021, p. 11).

Las comunicaciones inalámbricas en el corto tiempo que se han podido implementar en el mundo, ha tenido un importante avance en la sociedad, por lo que se han venido utilizando en diferentes áreas como es en la avicultura, agricultura, etc., por medio de sensores interconectados enviando información hacia una central y transfiriéndolo hasta los nodos, esto ha ayudado al crecimiento de la industria 4.0, la medicina, ciencia, seguridad (Ortiz, 2020, p.5-13).

2.7.1. Elementos de una red de sensores inalámbricos

Una red de sensores inalámbricos consta de una gran cantidad de elementos especialmente distribuidos, por lo que todos los elementos deben funcionar correctamente y cumplir con la transmisión de información que la red está programada para realizar como base para la función ya que necesita realizar una función específica (Ortiz, 2020, p.5-13). En la figura 18-2 se muestra una red de sensores inalámbricos.

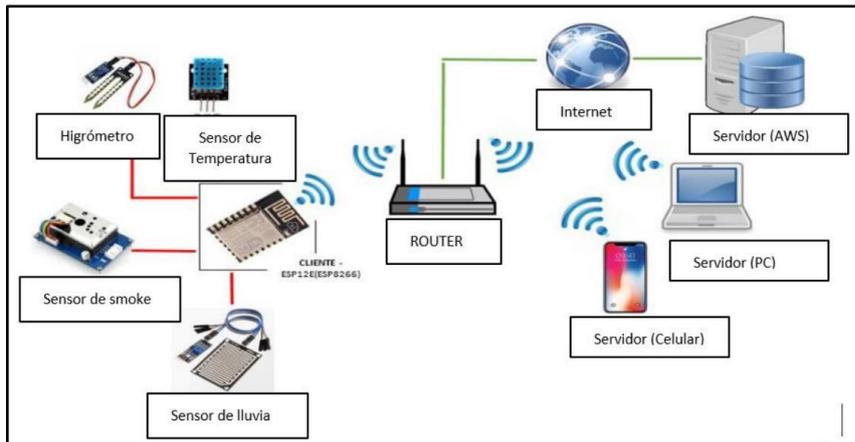


Figura 18-2: Red de sensores inalámbricos

Realizado por: (Ortiz, 2020, p.5-13)

2.7.1.1. Nodos sensoriales

Los nodos sensoriales son elementos de redes de sensores inalámbricos que recopilan información de eventos y fenómenos físicos a través de sensores y transmiten automáticamente esa información a otros nodos de manera similar. Se crean utilizando un módulo de sensor, un módulo de procesamiento que consiste en un microcontrolador y un módulo de comunicación inalámbrica, todos impulsados por fuentes de alimentación independientes (Ortiz, 2020, p.5-13).

2.7.1.2. Nodos coordinadores

Estos nodos tienen una tarea muy especial debido a que reciben toda la información que es enviada por cada nodo sensorial de forma inalámbrica estando interconectados en la red de sensores, almacenando toda la información y enviando nuevamente al equipo que está encargado del tratamiento de la información (Ortiz, 2020, p.5-13).

2.7.1.3. Gateway Inc.

La Gateway tiene como función la comunicación entre una red de sensores y una TCP/IP (Ortiz, 2020, p.5-13). En la figura 19-2 se observa la estructura de una red de sensores inalámbrica con topología tipo estrella.

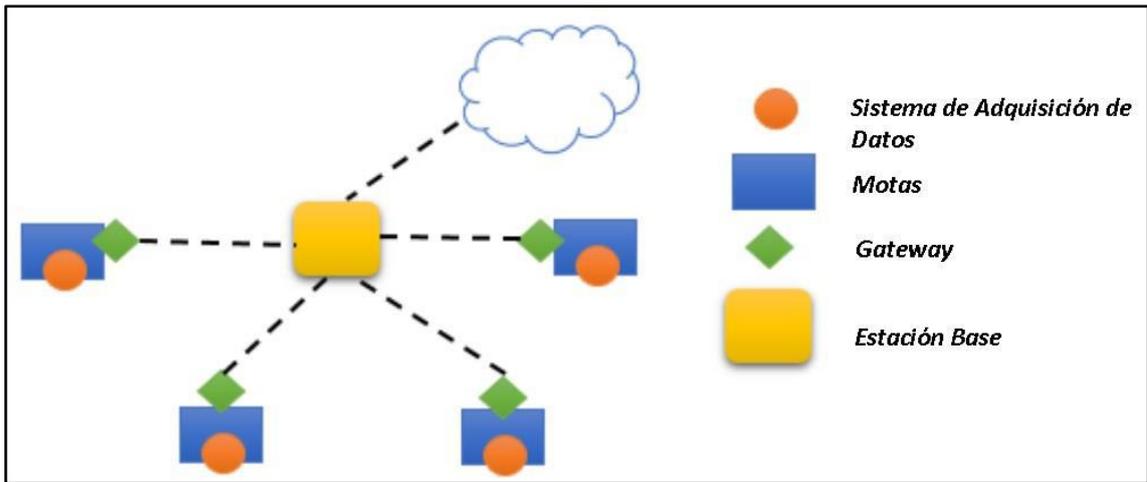


Figura 19-2: Red de sensores inalámbrica con topología tipo estrella

Realizado por: (Sánchez, 2021, p. 12)

2.7.2. Topología de redes

La topología de una red es una distribución física o lógica de comunicación e intercambio de datos entre diferentes nodos, donde un nodo maestro y varios nodos esclavos interfieren para seleccionar la ruta de transmisión óptima, a menudo en paralelo de monitoreo privilegiado (Ortiz, 2020, p.5-13).

2.7.2.1. Red de estrella

En esta topología cada nodo esclavo o cliente va a interactuar de forma directa con el nodo Gateway o maestro, por lo que la mayor carga de la red se encuentra en el nodo maestro, por lo que el Gateway se va a encontrar ubicado en el centro de los nodos esclavos, el rendimiento del nodo maestro va a depender del tamaño, entre mayor tamaño mejor rendimiento, como se observa en la figura 20-2 (Ortiz, 2020, p.5-13).

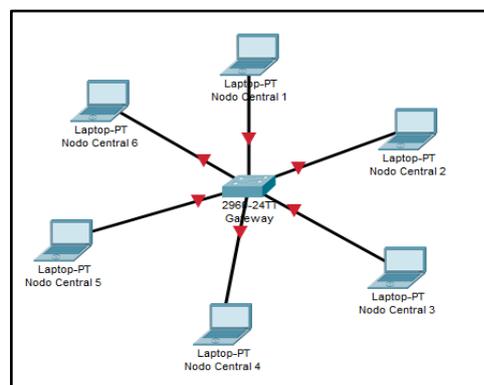


Figura 20-2: Topología red estrella

Realizado por: (Ortiz, 2020, p.5-13)

2.7.2.2. Red de malla

La topología de red de malla nos permite conexiones múltiples entre nodos. Este nodo envía información de un nodo a otro, encontrando siempre el camino más eficiente. Si un nodo falla, la red encuentra otro camino, por lo que no hay interrupción completa de la red, como se muestra en la figura 21-2 (Ortiz, 2020, p.5-13).

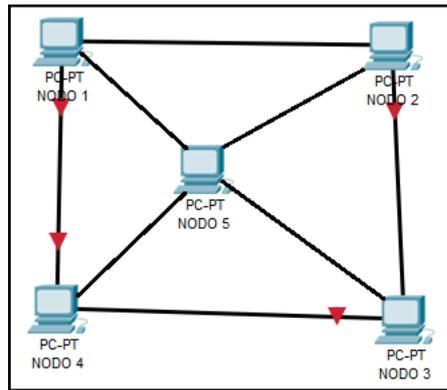


Figura 21-2: Topología red de malla

Realizado por: (Ortiz, 2020, p.5-13)

2.7.2.3. Red de árbol

La topología red de árbol consiste en una combinación de múltiples redes en estrella donde los nodos de enlaces troncales corresponden a múltiples divisiones de nodos. La comunicación proviene de nodos secundarios que intentan llegar a nodos de mayor jerarquía. En otras palabras, busca un nodo maestro en cada enlace hasta que llegue a una puerta. En este tipo de topología, la falla de un nodo no afecta el funcionamiento de una red, como se muestra en la figura 22-2 (Ortiz, 2020, p.5-13).

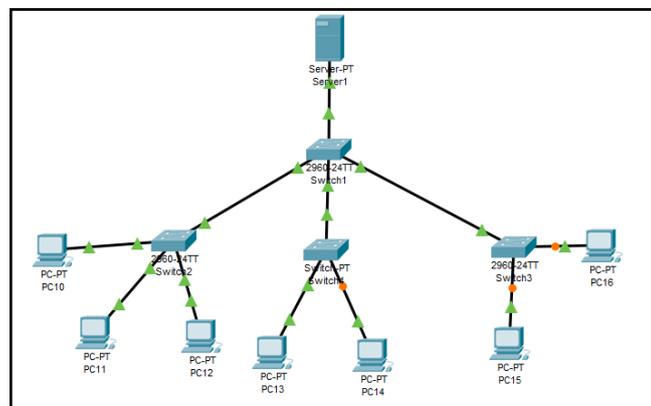


Figura 22-2: Topología red de árbol

Realizado por: (Ortiz, 2020, p.5-13)

2.7.3. Sensores

Son dispositivos útiles para la recolección de datos en tiempo real dentro de un galpón avícola, en función al análisis del ambiente dentro del galpón avícola se ve la necesidad de incluir tres tipos de sensores que se detallan a continuación.

2.7.3.1. Sensor de temperatura

Es un dispositivo que mide la temperatura, el cual recopila y envía información de la detección de cambios físicos en el aire o en el agua, estos cambios se convierten en señales eléctricas y se procesan mediante un sistema eléctrico.

Existen varios tipos de sensores de temperatura, entre los más destacados se encuentran los RTD, termopares y termistores. Los termistores son sensores muy sensibles al cambio de temperatura, tienen una medición precisa, repuestas muy rápidas de datos, y bajo costo. Los termopares son sensores que para su funcionalidad trabajan con una junta fría y una junta caliente, además de que su rango dependerá de los materiales con los que este compuesto. Los RTD son sensores que tienen una gran precisión, su medición es más repetible y son más estables que los anteriores (Sánchez, 2021, p. 14).

2.7.3.2. Sensor de amoniaco

El MQ135 es un sensor detector de calidad de aire que se encarga de medir los gases de amoníaco (NH_3), óxido de nitrógeno (NO_x), dióxido de carbono (CO_2) y alcohol, tiene una respuesta rápida y muy alta sensibilidad al detectar dichos gases, este sensor opera en un rango de aproximadamente 10-1000ppm. Este tipo de sensores son utilizados con mucha frecuencia en algunos campos de la agricultura con el mismo fin de controlar el medio ambiente. En la figura 23-2 se observa el sensor MQ135.



Figura 23-4: Sensor MQ135

Realizado por: (Gusqui, 2017, p. 16)

2.7.3.3. Sensor de luz

Los sensores de luz ambiental desempeñan un papel muy importante en la gestión del control de los diferentes dispositivos autónomos, por lo que ayudan a tener un encendido en ciertas horas y un apagado cuando no exista luz. Esto ayudara para el bajo consumo de corriente eléctrica. En la figura 24-2 se observa un sensor de luz comercial.



Figura 24-2: Sensor de luz comercial

Realizado por: Camacho, M. 2022.

2.8. Tarjetas de desarrollo

Las tarjetas de desarrollo son placas electrónicas capaces de crear aplicaciones mediante diferentes lenguajes de programación, estas tarjetas son compatibles con sensores, módulos, etc., con el fin de recopilar la información de diferentes dispositivos y según la programación se enviará a hacer una diferente actividad (Sánchez, 2021, p. 14).

2.8.1. Tipos de tarjetas de desarrollo

En el mercado se puede encontrar los diferentes tipos de tarjetas de desarrollo, en cuales se detallan a continuación:

2.8.1.1. Raspberry Pi

Es un ordenador de pequeño tamaño y de bajo costo, contiene una CPU, ARM1176JZF, procesador grafico (GPU), una memoria RAM. Esta tarjeta trabaja con sistemas operativos basados en Linux, contiene un puerto USB con varias funciones, un lector de tarjetas SD, etc. En la figura 25-2 se muestra la tarjeta de desarrollo Raspberry Pi (González y Carrillo, 2019: pp.14-16).



Figura 25-2: Tarjeta de desarrollo Raspberry Pi

Realizado por: (González y Carrillo, 2019: pp.14-16)

2.8.1.2. Arduino IDE

Es una tarjeta de desarrollo pensada para estudiantes con el fin de que puedan aprender a programar en un ambiente más interactivo. Esta tarjeta cuenta con el software de ARDUINO IDE, el cual nos facilita cargar un programa a la memoria de nuestro Arduino. Es compatible con diferentes extensiones como: módulos de comunicación, pantallas LCD, sensores industriales y básicos, etc., en la figura 26-2 se observa un Arduino Uno (Sánchez, 2021, p. 14).



Figura 26-2: Arduino Uno

Realizado por: (González y Carrillo, 2019: pp.14-16)

2.8.1.3. Intel Galileo

Esta placa está diseñada para admitir voltajes de 3.3 V y 5 V. Es similar a Arduino y se puede programar usando el software ARDUINO IDE. Como se muestra en la figura 27-2 la tarjeta de desarrollo contiene un puerto USB, un puerto ethernet, un conector micro SD y su ranura de alimentación (Sánchez, 2021, p. 14).

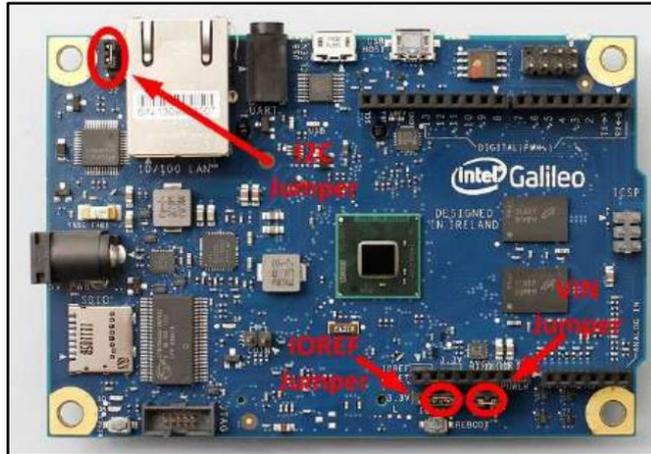


Figura 27-2: Intel Galileo

Realizado por: (González y Carrillo, 2019: pp.14-16)

2.9. Motores

Los motores de corriente continua (DC) son los más usados en la actualidad debido a su fácil control. El motor DC utiliza dentro de su estructura un sensor de posición (Encoder) para poder realizar el control, la figura 28-2 muestra las partes de un motor DC (Abado, 2019, p. 2).

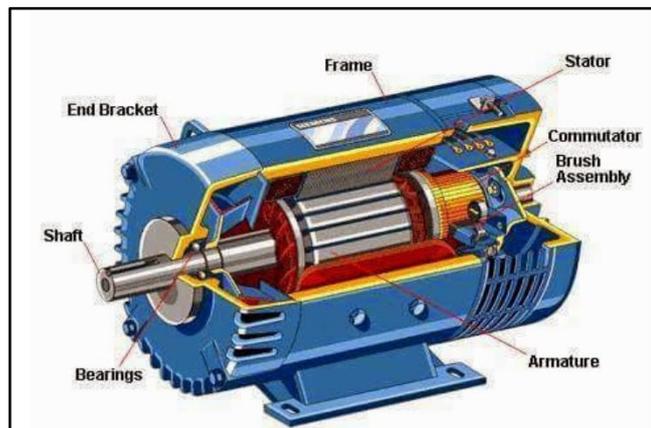


Figura 28-2: Partes del motor DC

Realizado por: (Abado, 2019, p. 2)

2.9.1. Tipos de motores

Motor paso a paso: son llamados de movimiento indexados o normalmente de pasos, son motores especiales, debido a que están diseñados a girar un determinado ángulo en función de una determinada señal eléctrica que se envía a los terminales de control (Conti, 2005, p. 1).

Servomotor: El servomotor es un motor con características especiales, debido a que cuentan con un Encoder que funciona como un sistema de realimentación, el servo drive o más conocido como controlador del servomotor calibra la posición en la que se encuentra el eje del servomotor, de este modo puede modificar la posición del servo y obtener una alta precisión (AADECA, 2017, p. 1).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

En este apartado se presenta el diseño e implementación del sistema IoT de supervisión y control de parámetros químicos del ambiente de un galpón de una planta avícola en Licto, diagramas de flujo de la programación, la ubicación y el estudio del galpón, así como la estructura metálica de la cortina para abrirse y cerrarse.

3.1. Ubicación de la avícola Teresita

El presente proyecto se llevó a cabo en Licto de la provincia de Chimborazo, en la avícola “Teresita”, con las coordenadas $1^{\circ}46'30.9''$ de latitud Sur y $78^{\circ}36'02.8''$ y de longitud Oeste. En la figura 1-3 se muestra la ubicación de la avícola Teresita.

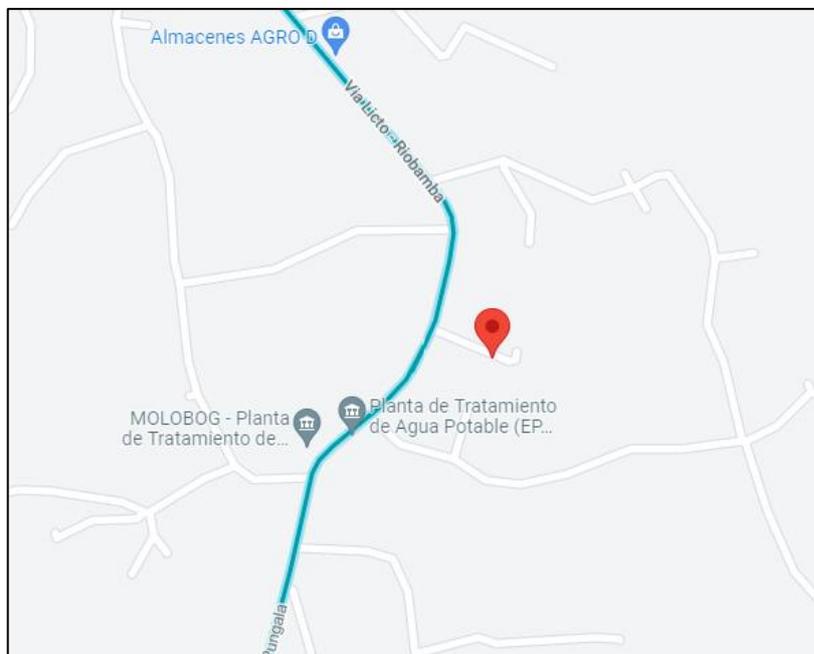


Figura 1-3: Ubicación avícola Teresita

Realizado por: Camacho, M. 2023

3.2. Parámetros de estudio del galpón

Los parámetros de estudio son: Temperatura y niveles de amoníaco que se registran dentro del ambiente en tres niveles: frontal, central y posterior. Los resultados de estudio de estos parámetros se dan a conocer en el capítulo siguiente, mediante una comparativa de los resultados de cada nivel del galpón.

El galpón en la parte frontal tiene un ancho de 11 metros con una altura de 3 metros; en la parte central se encuentra una puerta para la entrada y salida del personal, con una medida de: 2 metros de alto y 1.2 metros de ancho.

El galpón cuenta con una estructura metálica con un techo de zinc con una caída de 2.30 metros de alto, en días calurosos se acumula el calor dentro del galpón; permitiendo así la acumulación de gases que son perjudiciales para la salud del productor y las aves. En la figura 2-3 se muestra la parte frontal del galpón.



Figura 2-3: Parte frontal del galpón

Realizado por: Camacho, M. 2023

La construcción del galpón tiene 20 metros de largo y 11 metros de ancho, en la parte lateral se encuentra la ventilación, que cuenta con 2 ventanas laterales por lado de 3.73 metros de ancho cada una y 2.30 metros, con el fin de ventilar los gases que se encuentran dentro del ambiente del galpón. En la figura 3-3 se observa las ventanas de ventilación del galpón.



Figura 3-3: Ventanas de ventilación del galpón

Realizado por: Camacho, M. 2023

El galpón cuenta con 3000 gallinas ponedoras que producen comercialmente 100 cubetas de huevos diarias, por lo que al existir tantas gallinas dentro del galpón existe una acumulación de temperatura y amoníaco excesivas. En la figura x-3 se muestra la estructura del galpón.

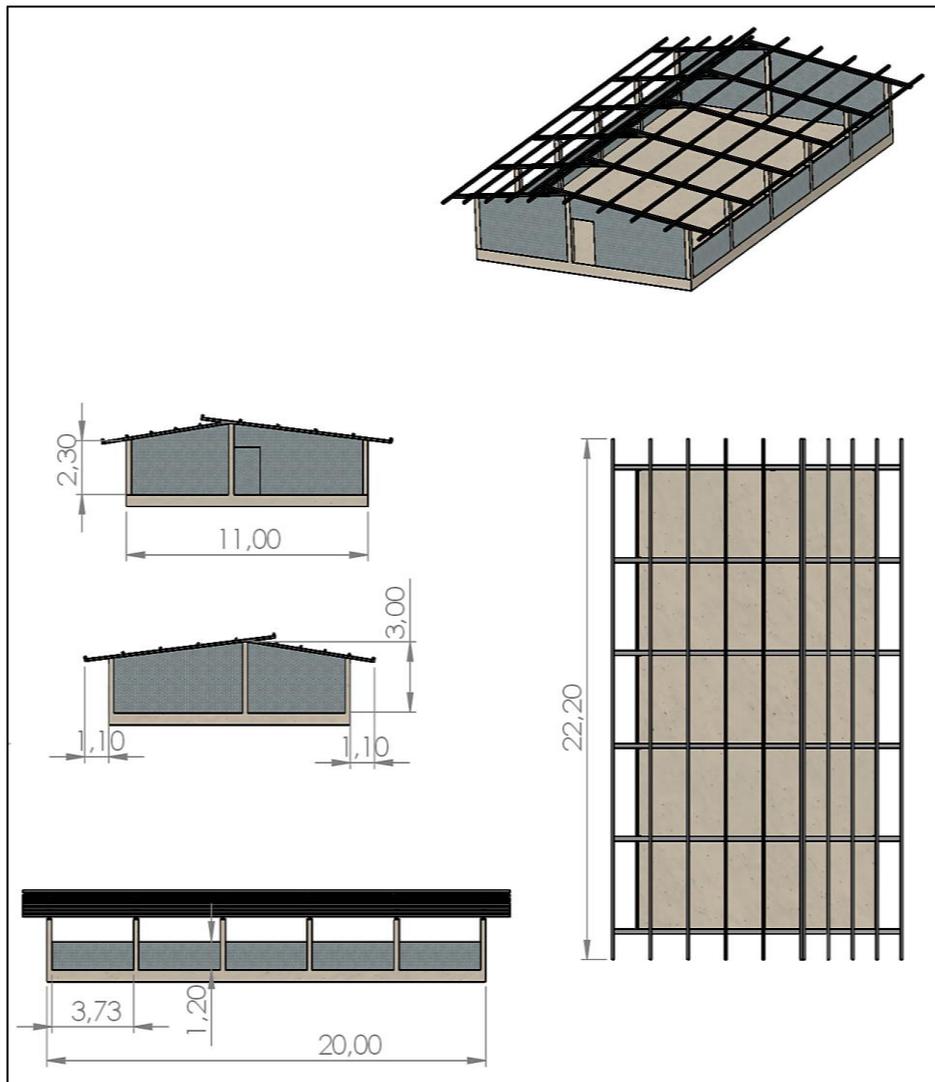
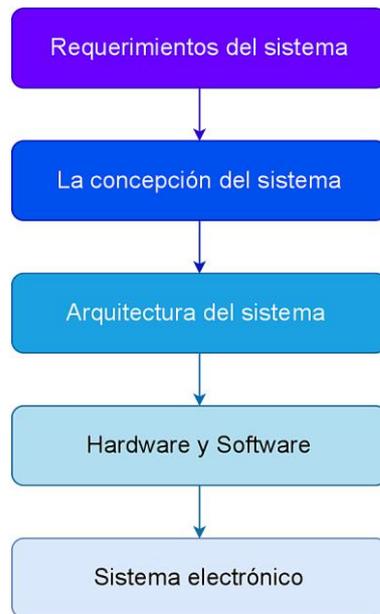


Figura 4-3: Estructura del galpón

Realizado por: Camacho, M. 2023

3.3. Diseño y propuesta del sistema electrónico

El presente capítulo describe la metodología a seguir para el diseño e implementación de un sistema IoT de supervisión y control de parámetros químicos del ambiente de un galpón. Se determina las etapas que se deben de seguir, la cual comienza con la descripción de los requerimientos a considerar para la implementación en la zona escogida, la concepción del sistema, la arquitectura, selección del hardware y software y el diseño del sistema electrónico. En la gráfica 1-3 se muestran las etapas a seguir para el desarrollo del sistema electrónico.



Gráfica 1-3: Etapas para el desarrollo del sistema electrónico

Realizado por: Camacho, M. 2023

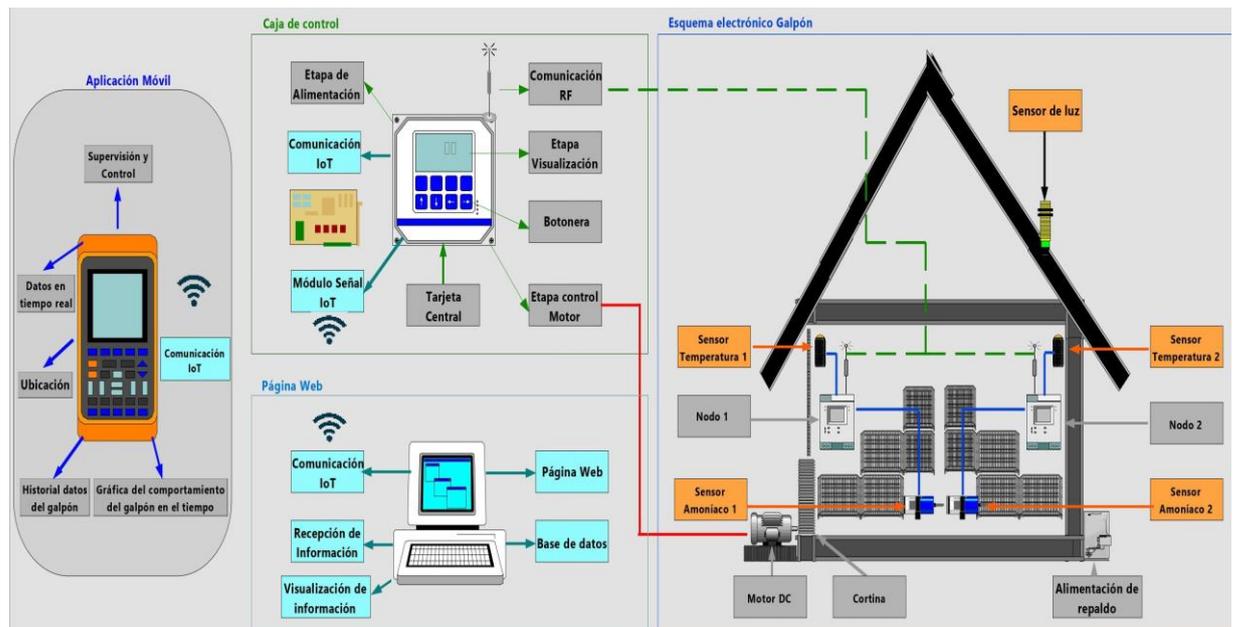
3.3.1. *Requerimientos del sistema electrónico*

Una vez ya realizado el estudio conceptual en los capítulos anteriores se plantea los requerimientos necesarios para el diseño de mi sistema electrónico, cumpliendo con las expectativas de funcionamiento y necesidades que tiene el lugar en el cual se va a implementar dicho sistema, por lo que a continuación se plantean los siguientes requerimientos:

- Es necesario colocar los sensores en puntos estratégicos dentro del galpón, para medir la temperatura y amoníaco que existan dentro del ambiente.
- Monitoreo constante de la temperatura y amoníaco dentro del galpón, por lo que se va a utilizar dos nodos independientes con comunicación inalámbrica, los cuales cubren toda el área del galpón.
- El sistema debe ser diseñado para adquirir información en tiempo real de temperatura y amoníaco, y poder enviarla por IoT hacia una página web para poder visualizar y almacenar los datos.
- La supervisión del sistema se realizó mediante una aplicación móvil, la cual va a tener los datos en tiempo real de los sensores de temperatura y amoníaco.
- El control se lo realiza mediante la apertura y cierre de las cortinas que permite ventilar el galpón y evitar concentraciones de gases que son nocivos para la salud de las aves y personas, el mismo que funciona en el día y cuando sea de noche el sistema mantendrá cerradas las cortinas.
- Implementar un sistema de bajo coste y consumo de energía.

3.3.2. Concepción general del sistema electrónico

En la Gráfica 2-3 se ilustra una idea más clara de todos los componentes que va a tener el sistema IoT de supervisión y control de parámetros químicos del ambiente en un galpón. Se muestra una tarjeta central con la que va a recibir la información a través de una comunicación inalámbrica y poder enviar la información por IoT a la página web, también cuenta con dos tarjetas de nodos en los cuales va a tener un sensor de temperatura, de amoníaco, luz y alarmas, cada uno.



Gráfica 2-3: Concepción general del esquema electrónico

Realizado por: Camacho, M. 202

En la tarjeta central se puede visualizar los datos en tiempo real, mediante comunicación inalámbrica con los nodos externos. El control del motor por medio de un módulo relé, la alimentación de cada nodo por medio de una tarjeta central; dispone de una luz de alerta para cuando el sistema esté funcionando y otra para cuando no esté funcionando. El sistema electrónico dispone de una serie de un botón de inicio y un botón de stop; un módulo de comunicación IoT para conectarse a internet y transferir la información a la página web. Esta tarjeta tiene un respaldo de energía que alimenta a los nodos cuando no haya energía eléctrica y siga enviando información y el control del motor. Para el control automático de las cortinas se establece una temperatura y niveles de amoníaco referencial el cual va a tener condiciones, cuenta con un modo manual el cual tiene dos botones de subir y bajar la cortina.

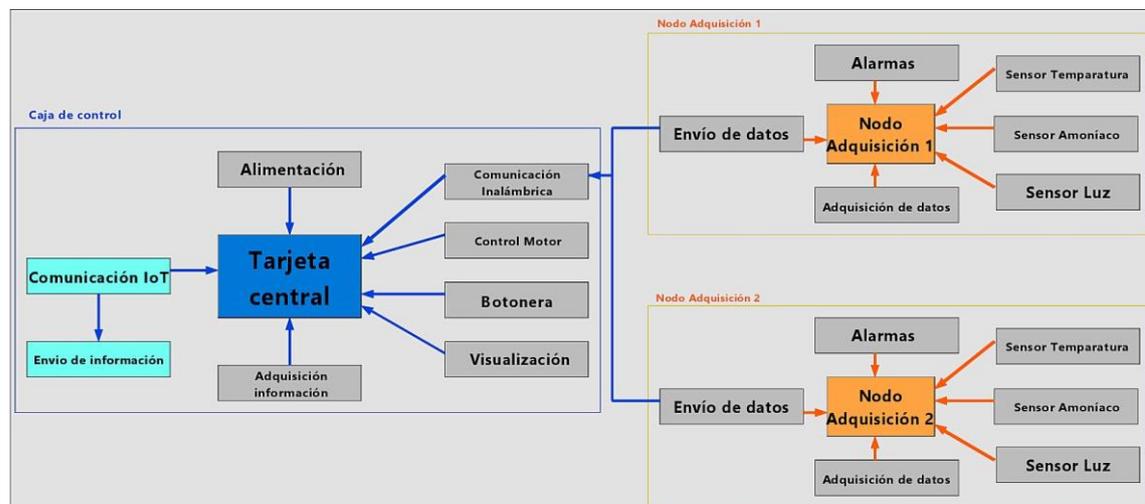
Para los nodos, la comunicación inalámbrica permite el envío de la información desde los sensores: de temperatura, amoníaco y luz. Estos nodos tienen una estructura resistente a la humedad y a las altas temperaturas. La ubicación de cada sensor va a ser en puntos estratégicos en los cuales se encuentran una mayor concentración de temperatura y amoníaco, mientras que, para el sensor de luz, éste se ubicara en la parte superior de los nodos de adquisición. La

comunicación inalámbrica por radio frecuencia cubre el área del galpón de manera eficiente. Para el sistema IoT se implementó un módulo SIM de comunicación IoT con antena, este módulo está ubicado en la tarjeta central para que pueda enviar la información hacia la página web.

La aplicación móvil supervisa y controla los datos recibidos en tiempo real de los sensores de temperatura y amoníaco enviados por los nodos de adquisición, muestra la ubicación del galpón, el historial de datos del galpón la gráfica del comportamiento del galpón a través del tiempo.

3.3.3. *Arquitectura del esquema electrónico*

Al realizar la concepción del esquema electrónico se procede a hacer el diseño de la arquitectura, como se muestra en la gráfica 3-3.



Gráfica 3-3: Arquitectura del esquema electrónico

Realizado por: Camacho, M. 2023

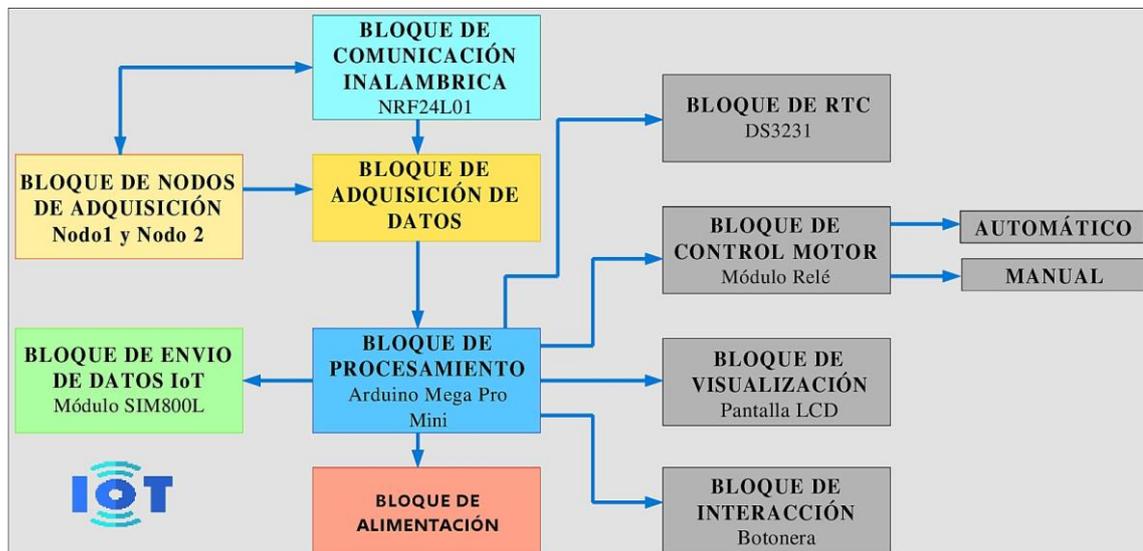
La tarjeta central es la encargada de realizar la gran mayoría de procesos, la alimentación de la caja central es mediante la corriente alterna ya disponible en el galpón y tiene una batería de respaldo en caso de que la corriente falle, esto con el fin de proteger el ambiente dentro del galpón. La comunicación inalámbrica se hizo mediante radio frecuencia la cual en la tarjeta central está encargada de recibir los datos de los nodos de adquisición. El control del motor es una parte fundamental para el funcionamiento de la cortina debido a que esta va a indicar si la cortina debe abrirse o cerrarse dependiendo de los datos adquiridos, para el control del motor tiene dos modos, de forma automática, es decir, que se va a abrir y cerrar la cortina sin intervención de una persona o de forma manual mediante la activación de dos botones, uno para subir la cortina y el otro para bajar la cortina. La caja de control va a tener un switch para encender o apagar el sistema, además de un botón de stop, indicador de voltaje y corriente y una luz piloto que indicara si este encendido o apagado el sistema. La botonera va a estar ubicada en la caja de control con el fin de tener interacción con el operador de la avícola para que pueda iniciar o interrumpir el proceso. La visualización está presente con los datos que envíen los nodos, la fecha actual y las alarmas que se indicaran, esto para que el operador tenga a su disposición los valores actuales. La

comunicación IoT se va a realizar una vez ya se tenga los valores de los sensores para poder enviar a la página web, el cual va a almacenar los datos para poder supervisar y controlar el sistema mediante la aplicación móvil, esto se realiza para que el operario pueda tener el control del proceso en cualquier lugar con acceso a internet.

En los nodos de adquisición se va a tener alarmas que me indicaran con leds si el nodo está trabajando correctamente, se tendrá los diferentes sensores (Temperatura, amoníaco, luz) los cuales medirán el medio ambiente del galpón obteniendo datos válidos. Adquiere los datos de los sensores y lo envían a la tarjeta central por medio de la comunicación de radio frecuencia.

3.3.3.1. Tarjeta central

La tarjeta central es el encargado de realizar todos los procesos de control del sistema electrónico, así como el sistema de apertura y cierre de las cortinas del galpón avícola. En la gráfica 4-3 se muestra un diagrama de bloques, especificando los componentes utilizados en la tarjeta central.



Gráfica 4-3: Diagrama de bloques de la tarjeta central

Realizado por: Camacho, M. 2023

La tarjeta central cuenta con 10 bloques, los cuales cada uno tiene una función principal que desempeña para su correcto funcionamiento, estos bloques son: bloque de adquisición de datos, quienes envían la información mediante comunicación inalámbrica (módulo NRF24L01). Estos tres bloques van a interactuar haciendo que la información sea receptada y enviada.

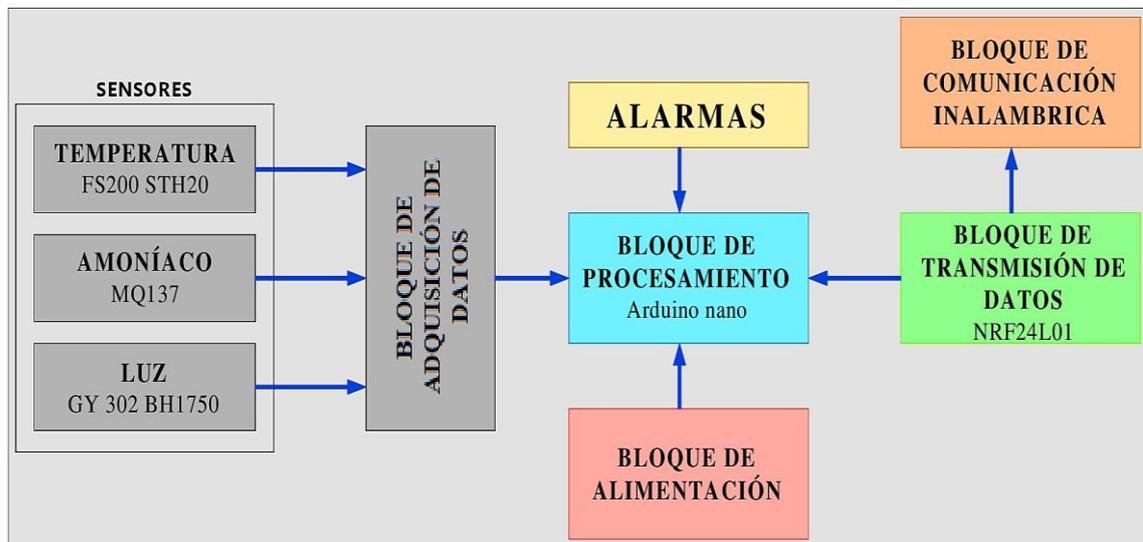
El bloque de procesamiento está constituido por un Arduino mega pro mini que es el módulo central encargado del bloque de control (módulo DS3231) que es un reloj encargado de controlar el tiempo real los procesos del control del motor y del envío de la información a la página web. También controla el bloque de visualización compuesta por una pantalla LCD donde se visualiza la información enviada por el bloque de procesamiento, para el bloque de interacción se dispone de dos botones uno para el encendido y otro para el apagado. El bloque de alimentación suministra energía a todos los nodos que conforman el sistema electrónico.

Para el bloque de envío de datos IoT se utiliza el módulo SIM800L encargado de tener una comunicación a internet inalámbricamente para poder enviar los datos que adquirió el bloque de procesos y así poder recibir los datos en la página web en tiempo real, interactuando con el ambiente interno del galpón desde cualquier lugar y recibir alertas en el caso de que exista algún valor fuera del rango normal.

3.3.3.2. Tarjeta de nodo de adquisición

Los nodos sensores de temperatura y amoníaco están ubicados en lugares estratégicos dentro del galpón, con el propósito tener una mejor lectura de los datos, comunicación inalámbrica y protección con el ambiente. En el gráfico 5-3 se observa el bloque de adquisición de datos encargado de obtener los datos de los sensores y enviarlos al bloque de procesos. El bloque de sensor de temperatura dispone de un sensor industrial FS200 STH20, el bloque de amoníaco un sensor MQ137 y el bloque de luz un sensor GY-302 BH1750.

El bloque de alarmas, indica cuando el nodo está enviando la información y si está trabajando correctamente, el bloque de energía utilizado para alimentar a los sensores tanto de temperatura amoníaco y luz. El bloque de transmisión de datos está conectado con el bloque de comunicación inalámbrica mediante una antena NRF24L01 encargado de enviar la información a la tarjeta central para realizar los diferentes procesos en el sistema electrónico.



Gráfica 5-3: Diagrama de bloques de la tarjeta de nodo

Realizado por: Camacho, M. 2023

3.3.4. Selección del software y hardware para el esquema eléctrico

En el siguiente apartado se describen los componentes de hardware implementados en el sistema electrónico, así como el software que se necesita para la interacción de los componentes. Para un mejor detalle de las características de cada elemento que conforma el sistema electrónico se recomienda ver el anexo A.

3.3.5. Hardware

Componente físico implementado en el presente proyecto, compuesto por la tarjeta central y los nodos de adquisición, los mismos que se detallan a continuación.

3.3.5.1. Arduino Mega Pro Mini

El Arduino Mega Pro Mini es una tarjeta de desarrollo integrada de Mega 2560 CH340G/ATmega 2560 que es compatible con la versión de Arduino Mega 2560. La tarjeta tiene un tamaño de 38x55mm, que es una medida más pequeña que un Arduino Mega 2560, la funcionalidad es similar a la de un Arduino Mega 2560, por lo que utiliza el chip original de ATmega 2560 (16 MHz). Esta placa se puede conectar a la computadora a través de cable micro USB, su fuente de alimentación es a través del conector micro USB. En la figura 5-3 se observa el Arduino Mega Pro mini (EnM Industry, 2005, pp. 1-2).

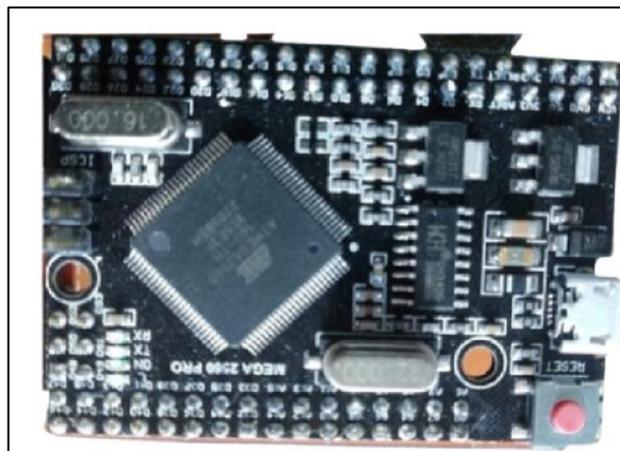


Figura 5-3: Arduino Mega Pro Mini

Realizado por: Camacho, M. 2023

En la tabla 1-3 se muestra las características que tiene mi placa de desarrollo Arduino Mega Pro Mini.

Tabla 1-3: Características del Arduino Mega Pro Mini

Microcontrolador	ATmega 2560
Convertidor USB-TTL	CH340
Poder salida	5V-800mA
Poder entrada	5V

Entrada de alimentación VIN/DC Jack	5V
Consumo de energía	5V 220mA
Nivel lógico	5V
USB	Micro USB
Frecuencia de reloj	16MHz
Tensión de alimentación de funcionamiento	5V

Fuente: (EnM Industry, 2005)

Realizado por: Camacho, M. 2022

3.3.5.2. Arduino nano

La placa de desarrollo Arduino Nano es similar a la de un Arduino Uno. La mayor ventaja del Arduino Nano es que es más pequeño, completo y apto para la protoboard, esta placa está basada en el ATmega328 (Arduino Nano 3.x). Este Arduino opera con un voltaje de 5V y puede ser alimentado por una entrada micro USB o por su VIN, tiene una velocidad de reloj de 16MHz, 8 pines análogos de entrada, 6 pines de salida de PWM y en total de entradas y salidas tiene 22 pines digitales. En la figura 6-3 se observa el Arduino nano (Kurniawan, 2019, pp. 1).

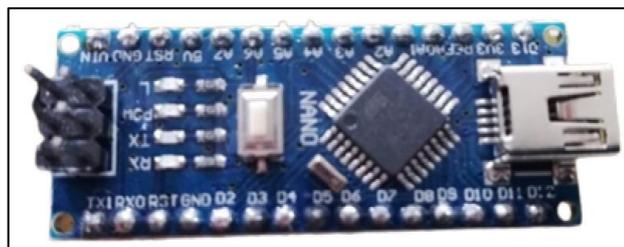


Figura 6-3: Arduino Nano

Realizado por: Camacho, M. 2023

En la tabla 2-3 se observa las características principales de la placa de desarrollo Arduino Nano.

Tabla 2-3: Características del Arduino Nano

Microcontrolador	ATmega 328
Voltaje de operación	5V
Memoria flash	32 kb
SRAM	2 kb
Velocidad de reloj	16 MHz
Pin de entrada análogos	8
EEPROM	1 kb
DC por pines I/O	40 mA
Voltaje de entrada	7-12 V
Pines digitales de I/O	22 (6 pines PWM)

Fuente: (Kurniawan, 2019)

Realizado por: Camacho, M. 2022

3.3.5.3. Módulo SIM800L

El módulo SIM800L es de la tecnología de comunicación GSM/GPS Quad-Band trabaja con diferentes frecuencias como: 850/900/1800/1900 MHz. El GPRS (General Packet Radio Service) es una extensión de la tecnología móvil GSM, por lo que, la información es dividida en pequeños bloques, que después de un cierto tiempo se van a reagrupar. Este tipo de comunicación permite una mayor velocidad y capacidad de transmisión de datos. Los comandos AT son un conjunto de instrucciones codificadas que permiten la comunicación entre el hombre y el terminal modem, permiten realizar diferentes acciones como; llamada de datos o de voz, SMS, conexión a internet, además de otras funciones. En la figura 7-3 se observa el módulo SIM800L (López, 2017, pp. 24).



Figura 7-3: Módulo SIM800L

Realizado por: Camacho, M. 2022

En la tabla 3-3 se observa las características más especiales del módulo SIM800L.

Tabla 3-3: Características del módulo SIM800L

Módulo SIM800L	Características
Voltaje de operación	3.4V-4.4V DC
Nivel lógico	3V – 5V
Consumo de corriente máxima	500 mA
Interfaz	Serial UART
Velocidad máxima de transmisión	85.6 kbps
Soporta	USSD
Reloj en tiempo real	RTC
Transmisión serial	1200 bps a 115200 bps
Tamaño de la sim	Micro SIM

Fuente: (electropro, 2017)

Realizado por: Camacho, M. 2022

3.3.5.4. Antena RF NRF24L01

La antena NRF24L01 es un chip radiotransmisor que trabajan bajo la frecuencia ISM (Industrial, Scientific and Medical), con frecuencias de: 2.4 – 2.5 GHz. El presente módulo de antena RF incluye un sintetizador de frecuencia, un amplificador de potencia, un modulador, un oscilador para la frecuencia. El consumo de energía es parcialmente bajo por lo que alcanza a consumir 9 mA hasta los 12,3 mA. La tasa de transmisión por aire de radio frecuencia es de 1 a 2 Mbps,

teniendo así una gran respuesta de envío de información. En la figura 8-3 se observa la antena RF NRF24L01 (Fernández, 2014, pp. 23-25).



Figura 8-3: Antena RF NRF24L01

Realizado por: Camacho, M. 2023

En la tabla 4-3 se observa las características para la antena RF NRF24L01.

Tabla 4-3: Características del RF NRF24L01

RF NRF24L01	Características
Frecuencia de trabajo	2.4 – 2.4 GHz
Consumo de energía	9 – 12,3 mA
Tasa de transmisión	1 – 2 Mbps
Tasa de transmisión SPI	0 – 10 Mbps
Numero de pines	20
Alimentación requerida	1,9 – 3,6 V
Canales de RF	125
SCK	RCE/SCK/SCL pin 18
SDO	RC5 pin 24

Fuente: (Fernández, 2014)

Realizado por: Camacho, M. 2022

3.3.5.5. Pantalla OLED

La tecnología OLED (Organic light-emitting diode) son utilizados junto con los Arduinos para proyectos de electrónica. Un OLED es un led en donde la capa emisiva está compuesta orgánicamente y esta emite luz como respuesta a la electricidad (Aguirre, 2021, pp. 36-38).

Con esta pantalla podremos ver toda la información que es receptada por los sensores y que es enviada por los nodos hasta la tarjeta central. La ubicación de esta pantalla va a ser en el centro de la caja en donde va a estar conectada a la tarjeta central. En la figura 9-3 se observa la pantalla OLED.



Figura 9-3: Pantalla OLED

Realizado por: Camacho, M. 2023

En la tabla 5-3 se observa las principales características de la pantalla OLED.

Tabla 5-3: Características de la pantalla OLED

Pantalla OLED	Características
Tamaño de la pantalla	1,5"
Tipo	Display OLED
Voltaje de operación	3.3 – 5 V
Pixeles	128*128
Dimensiones	44.5 mm * 37 mm
Interfaz	4 – SPI/I2C
Monocromo	Pixeles blancos

Fuente: (Aguirre, 2021)

Realizado por: Camacho, M. 2022

3.3.5.6. Módulo reloj I2C DS3231

El módulo I2C DS3231 como se observa en la figura 10-3, tiene la capacidad de medir y compensar la temperatura mejorando la precisión, haciendo que el desfase de tiempo disminuya a 172 ms/día, es decir, un segundo cada seis días (Pauca, 2021, pp. 15-16).

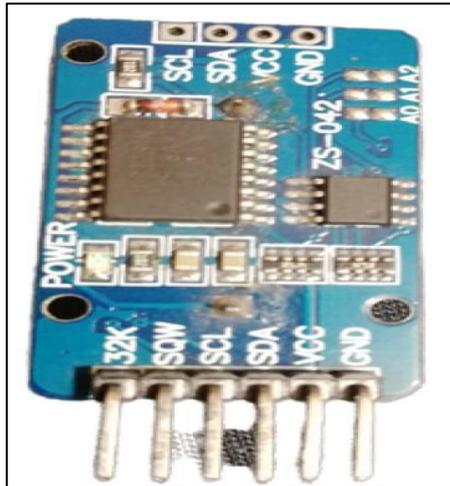


Figura 10-3: Módulo reloj I2C DS3231

Realizado por: Camacho, M. 2023

En la tabla 6-3 se observa las principales características Del módulo reloj I2C DS3231.

Tabla 6-3: Características del módulo reloj I2C DS3231

I2C DS3231	Características
Voltaje de alimentación	3.0 – 5 V
RTC	Precisión en la fecha
Memoria	EEPROM I2C
Batería	Incluida
Registro	Segundos, minutos, horas, días, años
Exactitud sensor temperatura	+/- 3
Salida señal	Señal cuadrada
Alarmas	2 programables

Fuente: (Paucar, 2021)

Realizado por: Camacho, M. 2022

3.3.5.7. Sensor temperatura FS-200 SHT20

Los sensores de la gama de producción SHT son sensores digitales de temperatura y humedad, es decir, que este sensor fue fabricado para medir con mucha precisión valores de temperatura y humedad que se encuentran en el ambiente. Vienen calibrados con salida digital y estándar, para las pruebas del sensor, para el registro de datos o para una aplicación experimental. En la figura 11-3 se observa el sensor FS 200 SHT20 (Tite, 2020, pp. 38).



Figura 11-3: FS 200 SHT20

Realizado por: Camacho, M. 2023

En la tabla 7-3 se observa las principales características del FS 200 SHT20

Tabla 7-3: Características del FS 200 SHT20

FS 200 SHT20	Características
Lecturas de Temperatura precisión	0.5°C
Baja potencia	90 uW
Salida digital	14 bits
Tiempo de respuesta	8 s
Voltaje de alimentación	3.3 – 5 V
Temperatura de funcionamiento	-40 °C a 123 °C
Corriente de trabajo	15 mA

Fuente: (Tite, 2020)

Realizado por: Camacho, M. 2022

3.3.5.8. Sensor luz GY-302 BH1750

Este sensor es de alta resolución y sensibilidad, enfocado a la luz ambiental; se comporta de manera similar al ojo humano en el espectro de luz visible y no se ve afectado por la radiación infrarroja. Funciona de forma eficaz entre diferentes temperaturas de color de la iluminación natural o artificial del ambiente. La comunicación con el microcontrolador es digital a través del bus I2C, que brinda buena inmunidad a las interferencias cuando se encuentra a una distancia significativa del circuito de lectura; además, su tiempo de respuesta es muy eficiente y menor a 200 ms en situaciones adversas. En la figura 12-3 se observa el sensor de luz GY-302 BH1750 (Proaño y Carbay, 2019, pp. 36-37).

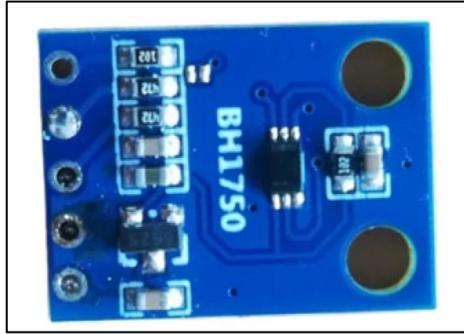


Figura 12-3: Sensor luz GY-302 BH1750

Realizado por: Camacho, M. 2023

En la tabla 8-3 se observa las principales características del sensor de luz GY-302 BH1750.

Tabla 8-3: Características del sensor de luz GY-302 BH1750

GY-302 BH1750	Características
Voltaje	3 V
Conexión I2C	Incorporado
Consumo de Corriente	120 uA
Luz infrarroja	Muy baja
Dimensiones	1,3 x 1,8 cm

Fuente: (Proaño y Carbay, 2019)

Realizado por: Camacho, M. 2022

3.3.5.9. Sensor MQ137

El sensor MQ137 utiliza Oxido de Estaño (SnO_2) como un compuesto de detección, que cuando se calienta aumenta los electrones libres y disminuye la resistencia. Cuando se encuentra en presencia del aire fresco (Oxígeno), estos electrones libres son absorbidos por moléculas de oxígeno, que actúan como oxidantes, aumentando la resistencia eléctrica. En presencia de gases reductoras como: CO, NH_3 , etc., el oxígeno molecular de la superficie del sensor de oxígeno de estaño es adsorbido, reduciendo los gases disminuyendo la resistencia del sensor y detectando las otras moléculas de gases. En la figura 13-3 se muestra el sensor MQ137 (Omijeh y Maquiavelo, 2019: pp. 1-6).



Figura 13-3: MQ137

Realizado por: Camacho, M. 2023

En la tabla 9-3 se observa las principales características del sensor MQ137

Tabla 9-3: Características del sensor MQ137

MQ137	Características
Tipo de sensor	Semiconductor
Detector de gas	Amoníaco
Rango de detección	5 – 500 ppm NH3
Voltaje	24 V DC
Resistencia	Ajustable

Fuente: ()

Realizado por: Camacho, M. 2022

3.3.5.10. Regulador DC-DC MP1584

El regulador DC-DC MP1584 tiene un rango de voltaje de 4.5 V a 28 V y también puede operar con un rango de salida de 0.8 V a 18 V. se basa en el regulador LM2596, que es un módulo que maneja una corriente de 3A, también conocida como fuente de alimentación conmutada, por lo que su rendimiento es mucho mayor a la de otros reguladores lineales convencionales. Se debe tener en cuenta que el voltaje de entrada debe ser mínimo de 1.5 V para que el módulo funcione correctamente. En la figura 14-3 se muestra el módulo MP1584 (Cuenca y Manotoa, 2017, pp. 27-28).

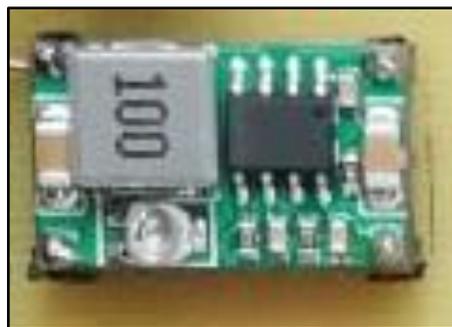


Figura 14-3: Módulo DC-DC MP1584

Realizado por: Camacho, M. 2023

En la tabla 10-3 se observa las principales características del módulo DC-DC MP1584.

Tabla 10-3: Características del módulo DC-DC MP1584

MP1584	Características
Rango de operación voltaje	4.5V – 28V
Eficiencia	92%
Frecuencia de conmutación	100KHz – 1.5 MHz
Protección a sobre corrientes	Si
Temperatura de función	-40°C a 80°C

Fuente: (Cuenca y Manotoa, 2017)

Realizado por: Camacho, M. 2022

3.3.5.11. *Modulo relé de cuatro canales*

El relé es muy conocido también por relay, debido a que forman parte del sistema eléctrico de los automóviles y los relés se utilizan para garantizar que los dispositivos de alto consumo puedan ser operados por circuitos de drenaje o de aumento de amperaje. Por lo que reduce el peso del automóvil y minimiza el riesgo de cortocircuito. En la figura 15-3 se observa un módulo relé de cuatro canales (Chaglla y Torres, 2011, pp. 25-26).



Figura 15-3: Módulo relé de cuatro canales

Realizado por: Camacho, M. 2023

3.3.5.12. *Finales de carrera*

Los finales de carrera son considerados muy importantes en el recorrido de diferentes trayectorias, con el fin de limitar dicho recorrido. Como principio general, se colocó dos finales de carrera para poder considerar cuando la cortina está cerrada o abierta, además de que dichos finales de carrera se colocaran en la estructura metálica para medir cuanto tiene que subir o bajar. En la figura 16-3 se observa los finales de carrera.



Figura 16-3: Finales de carrera

Realizado por: Camacho, M. 2023

3.3.6. *Software*

En este apartado se especifica líneas de programación para el módulo de adquisición de datos, tarjeta central comunicación inalámbrica y el envío de información para IoT, para el diseño de la placa PCB se utilizó el software EAGLE.

3.3.6.1. Requerimientos del software para la tarjeta central

- Recibe la información de los nodos de adquisición de datos por medio de la comunicación inalámbrica de radio frecuencia.
- Establece y conoce la posición inicial del motor colocado en la cortina, especificando si la cortina está abierta o cerrada.
- Visualiza los datos enviados por los nodos de adquisición en la pantalla Oled.
- Controla los procesos del módulo de adquisición datos, activación y desactivación del módulo relé para la apertura y cierre de las cortinas.
- Dispone de una alarma de aviso cuando el nodo de adquisición de datos no recibe información de los sensores de temperatura, amoníaco y luz.
- Envía la información recibida por la tarjeta central a la página web, por medio del módulo SIM800L, el cual se conecta con el internet, teniendo un sistema IoT.
- Dispone un registro de datos de la información enviada por la tarjeta central a la página web para poder supervisar y controlar mediante la aplicación móvil en cualquier ubicación.

3.3.6.2. Requerimientos del software para los nodos de adquisición

- Realiza las mediciones de los datos con los sensores de temperatura, amoníaco y luz en tiempo real e interactuar con el módulo de procesamiento de datos y el módulo de comunicación.
- Enviar los datos de los sensores de temperatura, amoníaco y luz, hacia la tarjeta central por medio de la comunicación inalámbrica de radio frecuencia.

3.3.6.3. Software de desarrollo Arduino IDE

Arduino IDE 1.8.19 es el software de programación con el que se va a desarrollar el presente proyecto. Este software es una plataforma de programación de creación electrónica de código abierto y simple de usar. Supervisa los programas escritos en tarjetas físicas programables en la biblioteca y los procesos de ejecución. Este IDE se encuentra basado en el lenguaje de programación Wiring, lo que permite trabajar con una gran variedad de microcontroladores, ya que está basado en los lenguajes de programación C y C++. En la figura 17-3 se observa el software Arduino IDE (Sánchez, 2021, p. 37).

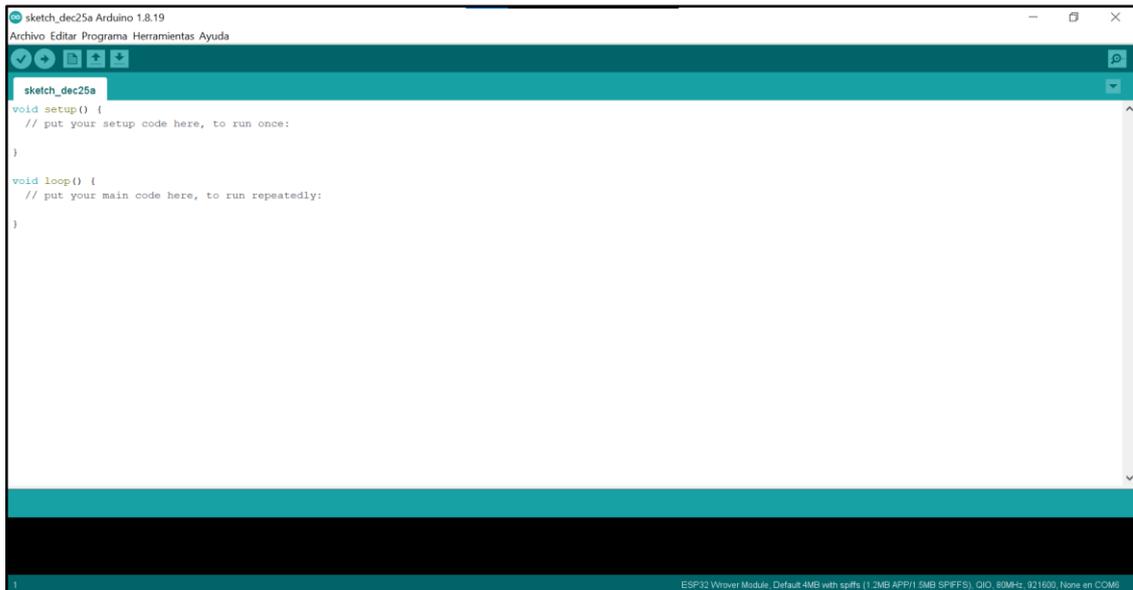


Figura 17-3: Software Arduino IDE

Realizado por: Camacho, M. 2023

3.3.6.4. Software de desarrollo CadSoft EAGLE

CadSoft EAGLE (Easy Apply Graphical Layout Editor for Cards) es un software de diseño de PCB con enrutador de dos tipos: manual o automático. Es un software que organiza varios elementos electrónicos con el fin de diseñar un circuito electrónico, una de sus mejores ventajas es su procedimiento de licencia libre. En la figura 18-3 se observa el software EAGLE (Canga y Lamiña, 2016, p. 98).

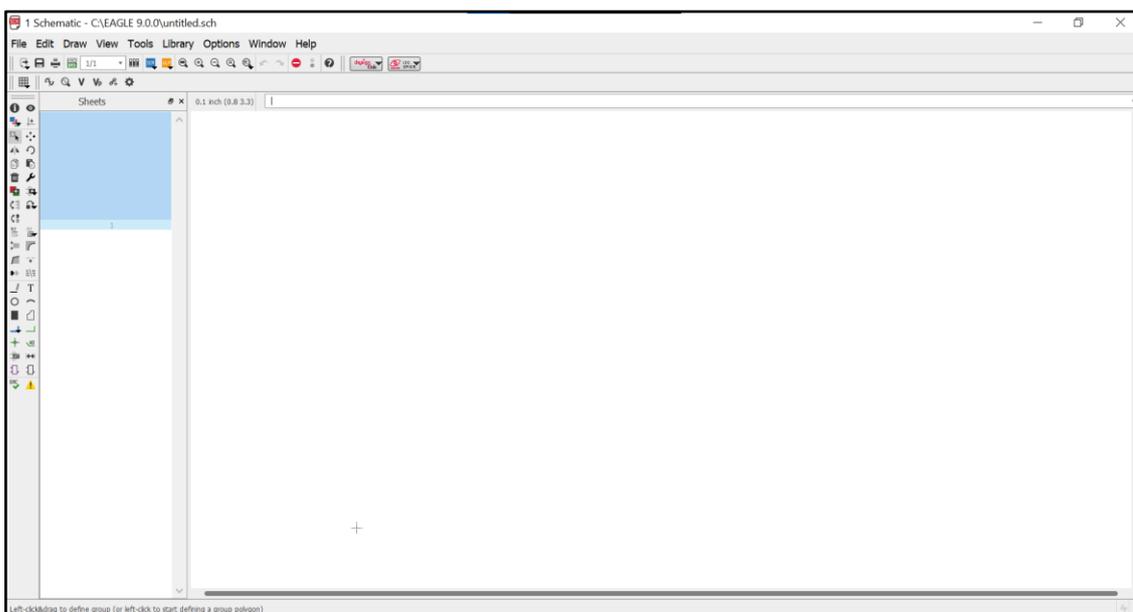


Figura 18-3: CadSoft EAGLE

Realizado por: Camacho, M. 2023

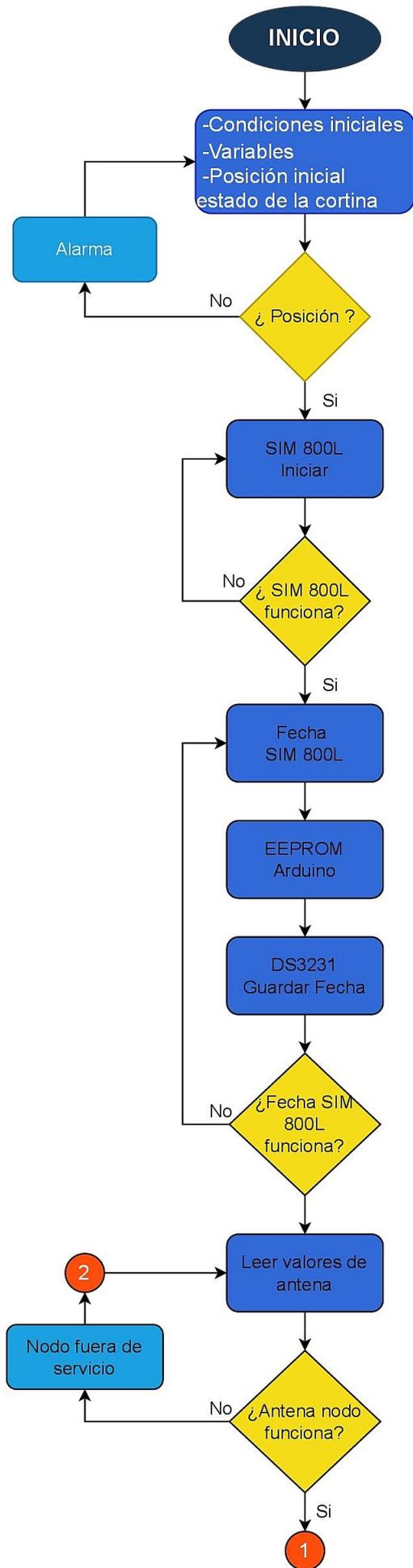
3.3.6.5. Diagrama de flujo tarjeta central

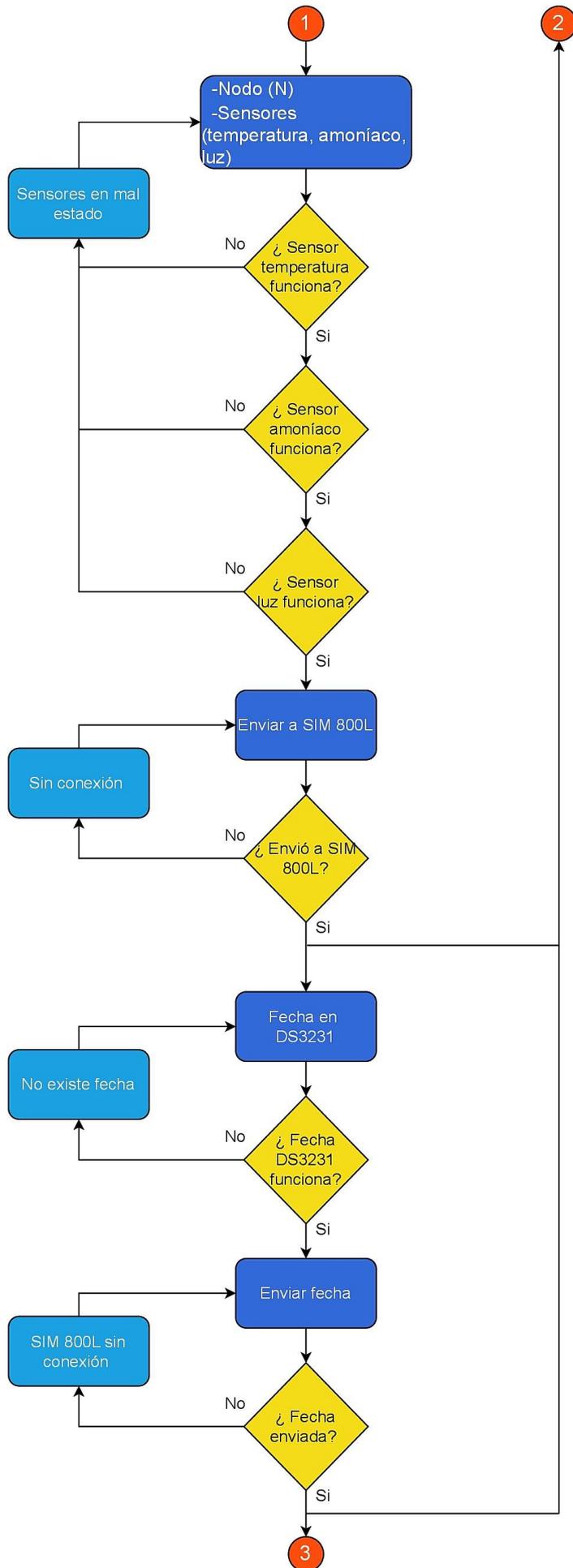
En la Gráfica 6-3 se observa el diagrama de flujo de la tarjeta central utilizando la programación IDE Arduino, donde se encuentran los procesos que se llevan a cabo para las distintas etapas que va a tener el sistema eléctrico.

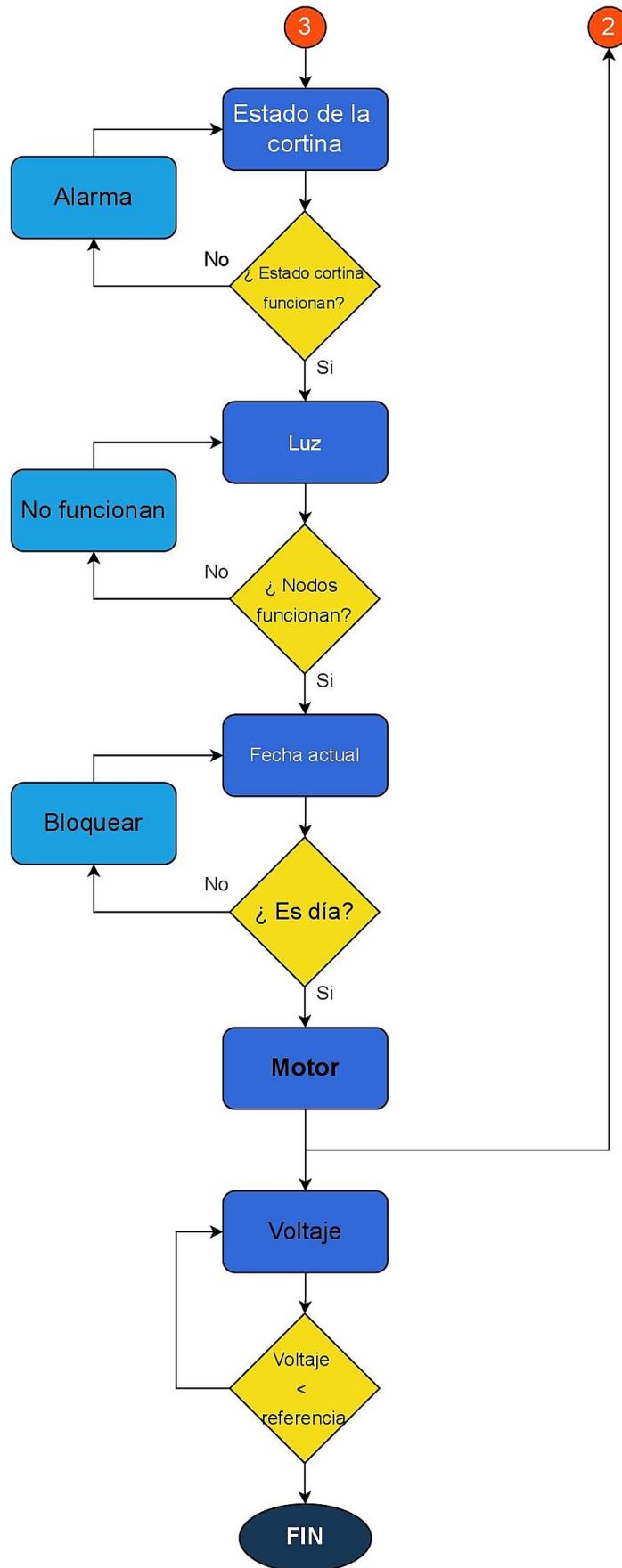
Se da inicio para empezar a leer las condiciones iniciales del proceso, variables y la posición inicial del estado de la cortina, esta posición va a ser fundamental saber para poder controlar las cortinas, si la cortina esta abajo no podrá iniciar el proceso. Se pregunta la posición y si no está en la posición que debe de estar envía una alarma y vuelve a repetir el proceso, en el caso de que la posición este correcta se inicializa el módulo SIM 800L y se pregunta si está funcionando, en el caso de que no funcione se vuelve a inicializar hasta que envíe un si funciona.

Una vez funciona el módulo SIM 800L se envía la fecha, la EEPROM del Arduino y en el módulo reloj DS3231 se guarda la fecha, se pregunta si la fecha del SIM 800L funciona, si no funciona se repite el proceso, si funciona comienza a leer los valores de la antena y nos preguntamos si el nodo de la antena funciona, si no funciona envía una alarma diciendo ‘antena fuera de servicio’, si funciona pasa al siguiente proceso.

Los círculos con números presentes en los diagramas de flujo representan un nodo de conexión para los demás procesos, es decir, si se ve un nodo con el mismo número estas van a estar ligados o unidas entre sí.







Gráfica 6-3: Diagrama de flujo tarjeta central

Realizado por: Camacho, M. 2022

La tarjeta central es la encargada de recibir la información de los nodos, por lo que se numeran a los nodos (nodo 1 y nodo2), esto con la finalidad de clasificar a cada nodo con su respectiva información. Se comprueba si los sensores de cada nodo están funcionando correctamente y se realiza un ciclo, si uno de los sensores falla o no funciona correctamente nos dice que un sensor se encuentra en mal estado, si los tres funcionan correctamente pasan a enviar la información del módulo SIM 800L, se comprueba si se envió, en el caso de no enviar nos dice sin conexión y si se realizó el envío correctamente pasa al siguiente proceso.

Nuevamente se leen los valores de la antena por lo que tiene una conexión y se lee la fecha del módulo reloj DS3231, se pregunta si la fecha funciona, en el caso de que no esté la fecha ingresada se repite el ciclo, si la fecha si está ingresada y funcionando, se envía la fecha esto se hace en un determinado tiempo y se pregunta si la fecha ha sido correctamente enviada, en el caso de que no tenga conexión se repite el ciclo, si la fecha es enviada correctamente sigue al siguiente proceso. Se leen los sensores del estado de la cortina y se pregunta si están funcionando correctamente, si no tiene una alarma y se repite el ciclo, si funciona correctamente pasa a leer los valores de luz, se preguntara si el sensor de luz ubicado en los nodos funciona correctamente, si no nos dirá que no funcionan y se repetirá el ciclo, caso contrario leerá la fecha actual y preguntara si es día, si no es día se bloqueara caso contrario procesadora a hacer el control del motor y leerá los valores de la antena repitiendo todo el proceso. Leemos el voltaje del circuito y preguntamos si el voltaje es menor al voltaje de referencia, si no es menor el circuito continuará trabajando, caso contrario se apagará o se pondrá, en fin, esto con el fin de no dañar el sistema de respaldo de energía.

3.3.6.6. Diagrama de flujo control de motor

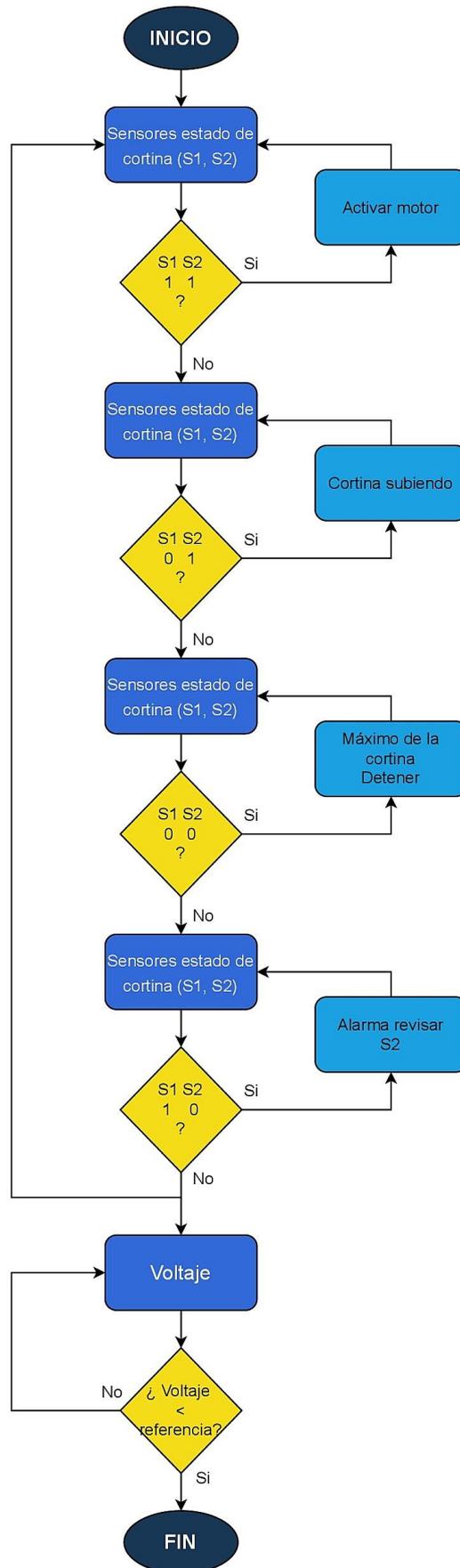
En la figura 14-3 se observa la lógica que va a tener la tarjeta central para el control del motor, esto nos indicara por medio de los sensores del estado de la cortina, si la cortina va a estar en posición inicial (cerrada), subiendo o en su máximo (abierta).

**Estado de cortina (S1, S2)
Posición (P)**

S1	S2	P
0	0	Máximo (Abierta)
0	1	Subiendo
1	0	Condición no valida (revisar S2)
1	1	Mínimo (Cerrada)

Figura 19-3: Lógica control del motor

Realizado por: Camacho, M. 2023



Gráfica 7-3: Diagrama de flujo del control del motor

Realizado por: Camacho, M. 2023

Para el sistema del control del motor se van a utilizar dos sensores del estado de la cortina los cuales se van a ubicar en la estructura de la cortina, esto nos permitirá saber si la cortina está abierta o cerrada, tomando en cuenta la lógica dicha anteriormente se muestra en la gráfica 7-3 el diagrama de flujo del control del motor.

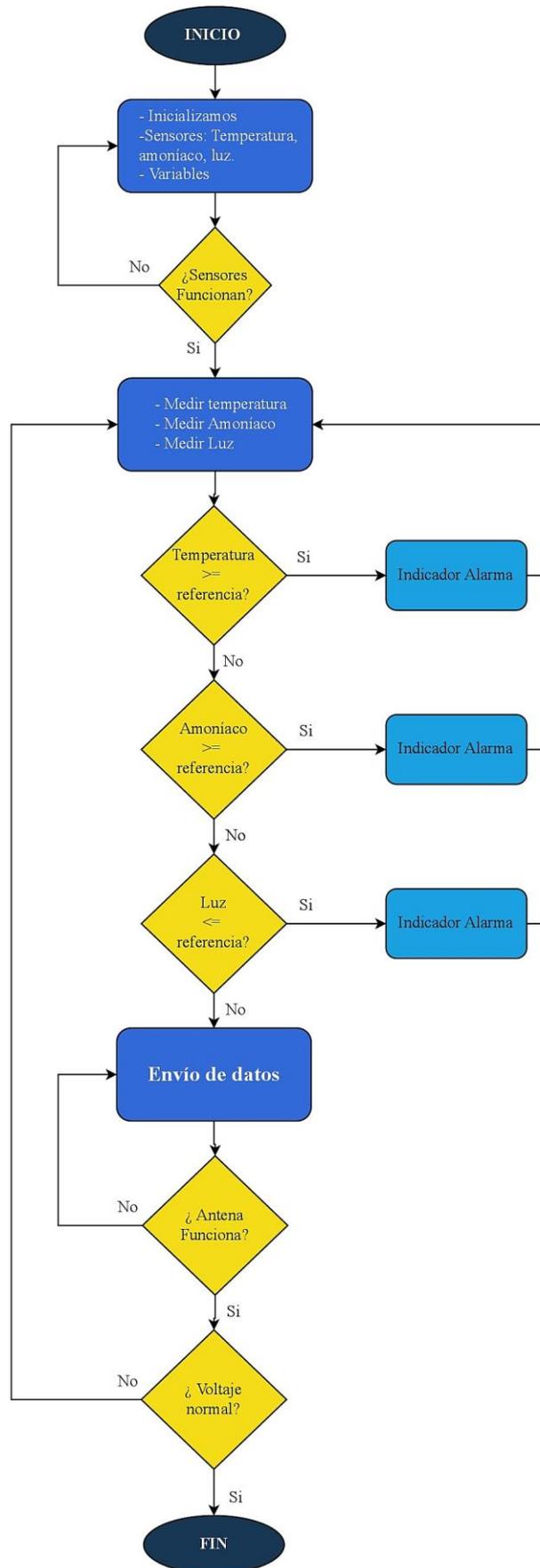
Se inicializa con las lecturas de los sensores del estado de la cortina (S1, S2) y se pregunta si S1=1 y S2=1, si es correcta se activa el motor, caso contrario pasa al siguiente estado y lee nuevamente los sensores. Si S1=0 y S2=1 entonces el motor de la cortina está subiendo, si no, pasa al siguiente estado y lee los datos de los sensores. Si S1=0 y S2=0 entonces la cortina está abierta hasta su máximo, si no, lee los datos de los sensores. Si S1=1 y S2=0 envía un mensaje de alarma y se tendrá que revisar el S2 debido a que esta condición no se puede dar y pondrá en stop al motor hasta que se corrija el problema. Se lee nuevamente los datos del sensor y se hará un ciclo repetitivo, si el voltaje de referencia es menor al voltaje del circuito entonces se apaga el circuito.

3.3.6.7. Diagrama de flujo tarjeta de nodo de adquisición

En el gráfico 8-3 se muestra el diagrama de flujo de la tarjeta para cada uno de los nodos de adquisición, se sabe que son dos nodos por lo tanto va a ser el mismo diagrama. Para los nodos se va a realizar un vector que va a describir el número del nodo como primer rango, el valor de temperatura, el valor de amoníaco y el valor de luz (Numero de nodo/ Temperatura/ Amoníaco/ Luz) con el fin de que cada nodo tenga sus propios valores y pueda ser identificado.

En el diagrama se inicia las variables y los sensores que se encuentran en los nodos, se comprueba si los sensores funcionan correctamente, en el caso de que no, se coloca un ciclo para volver a iniciar, si funciona correctamente se procede a medir los valores de temperatura, amoníaco y luz. Si la temperatura es mayor igual a la de referencia se enciende un indicador de alarma y se vuelve a medir los valores de los sensores, caso contrario se pregunta si el valor del amoníaco es mayor igual al de referencia envía una alarma y repite el ciclo, de la misma manera para el valor del sensor de luz.

Si de los tres sensores no sobrepasa el valor de referencia entonces pasa al siguiente estado y envía los datos, para que eso suceda se comprueba si la antena está funcionando correctamente, si no funciona se vuelve a iniciar la antena caso contrario pasa a medir el voltaje y si es el voltaje de referencia menor al voltaje del circuito se apaga, sino no es así el circuito sigue funcionando.



Gráfica 8-3: Diagrama de flujo tarjeta nodo de adquisición

Realizado por: Camacho, M. 2023

3.4. Sistema electrónico

En este apartado se detalla el diseño de las placas PCB en el software de EAGLE, la impresión del circuito de la tarjeta central y de los nodos de adquisición, los componentes soldados a cada placa y la programación para el funcionamiento de los circuitos.

3.4.1. Diseño de la placa tarjeta central

En la figura 20-3 se observa la placa tarjeta central diseñada en el software EAGLE, sus componentes y conexiones con los diferentes componentes que lo conforman. Este diseño se clasifica en etapas como: Alimentación, comunicaciones, módulos y microcontrolador.

TARJETA CENTRAL DE CONTROL IOT PLANTA AVÍCOLA

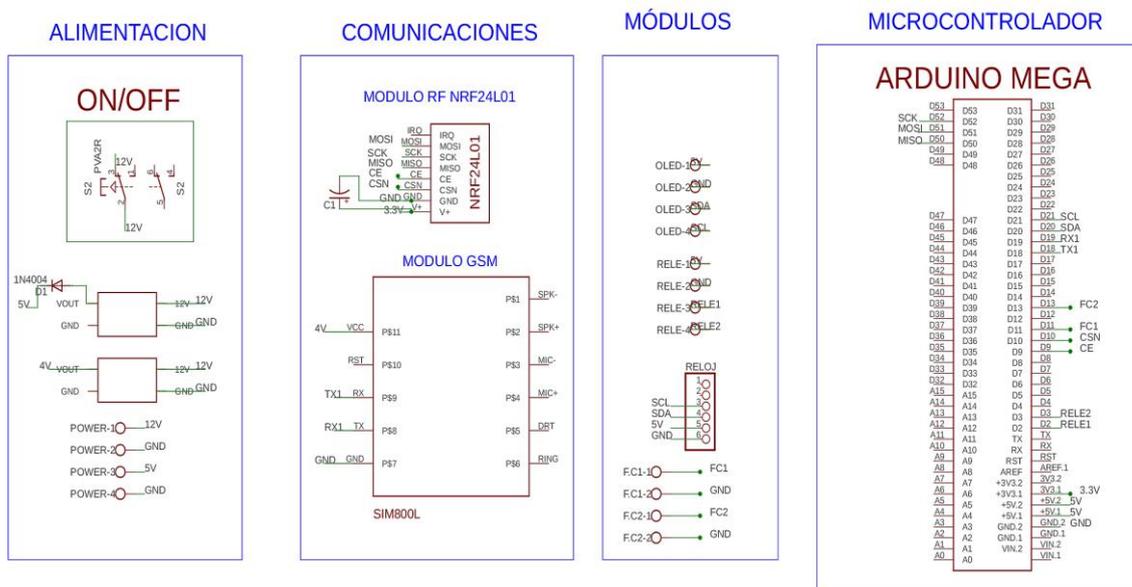


Figura 20-3: Diseño de la placa tarjeta central

Realizado por: Camacho, M. 2023

3.4.2. Diseño de la placa nodo de adquisición

En la figura 21-3 se observa el diseño de la placa nodo de adquisición, en este diseño se observa los diferentes componentes y conexiones. Tiene las siguientes etapas: Alimentación, microcontrolador y comunicación radio frecuencia, sensores y alarmas.

NODO SENSOR 1 IoT PLANTA AVÍCOLA

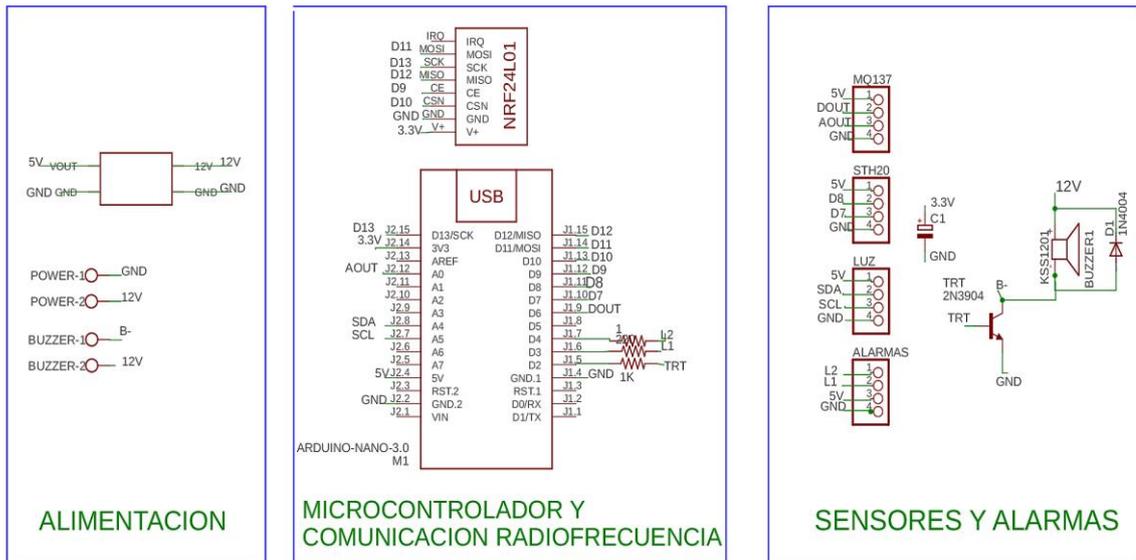


Figura 21-3: Diseño de la placa nodo de adquisición

Realizado por: Camacho, M. 2023

3.4.3. PCB de la tarjeta central

En la figura 22-3 se muestra a la tarjeta central con los componentes y pistas. Las dimensiones de cada pista son las siguientes: para voltajes no muy altos se colocó una medida de 0.6 mm, para pistas de voltaje de 3.5V, 4.4V y 5V se colocó una medida de 0.8 mm y para pistas de 12V se colocó una medida de 1 mm de ancho. La dimensión de la placa es de 7,7 cm x 11,7 cm.

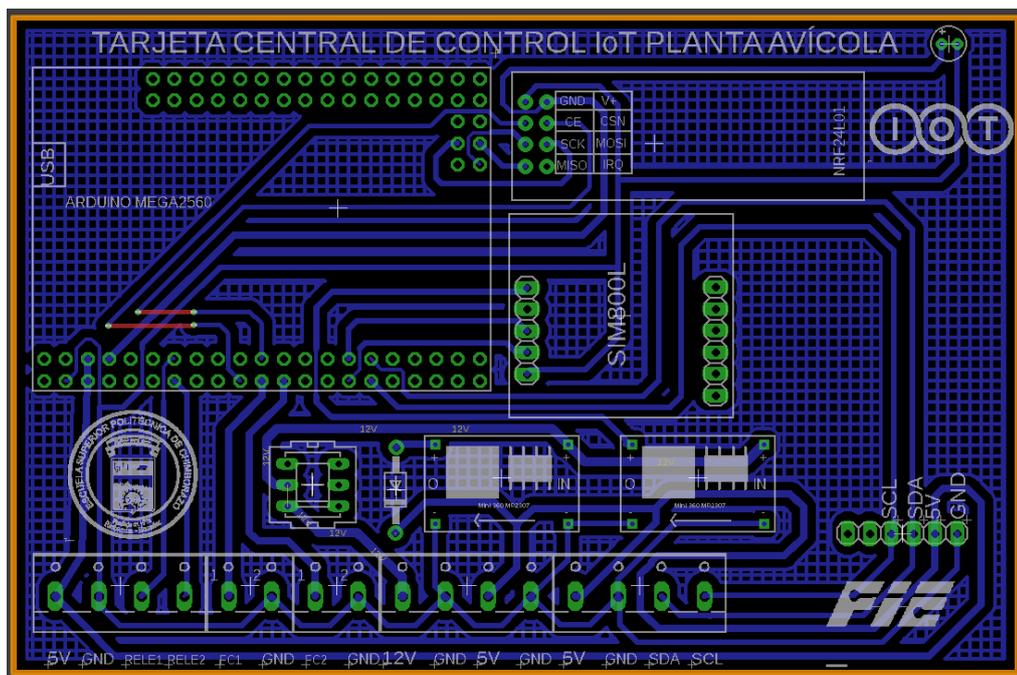


Figura 22-3: PCB tarjeta central

Realizado por: Camacho, M. 2023

La figura 23-3 indica el modelo 3D de la tarjeta central, ubicando todos los componentes que se utilizan para el funcionamiento de la tarjeta central.

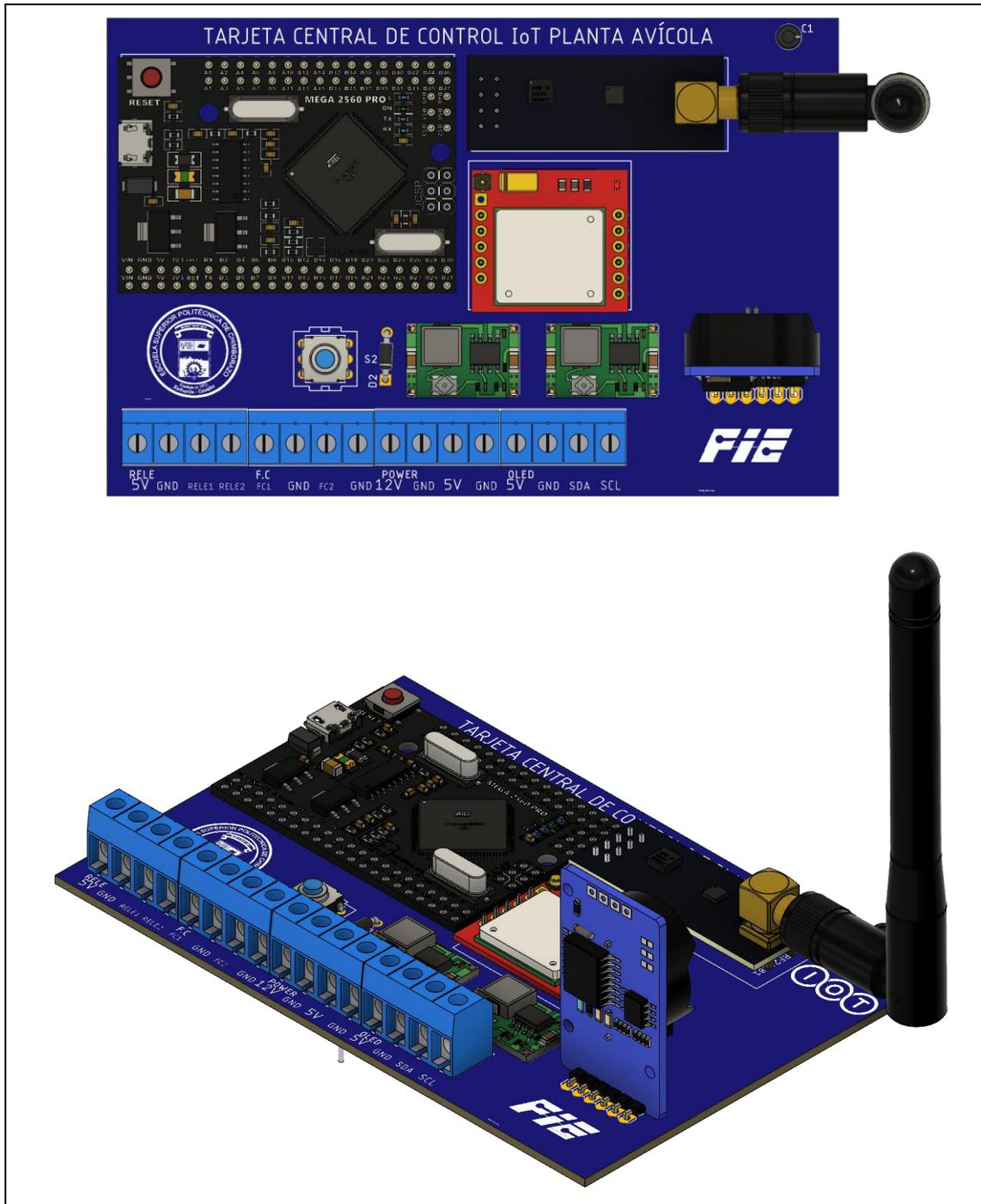


Figura 23-3: Modelo 3D de la tarjeta central

Realizado por: Camacho, M. 2023

3.4.4. PCB del nodo de adquisición

En la figura 24-3 se observa la PCB de los nodos de adquisición con los diferentes componentes ordenados y enrutados correctamente. Todas las tarjetas cuentan con su descripción gráfica para poder distinguir los componentes y realizar las respectivas conexiones. La placa tiene una

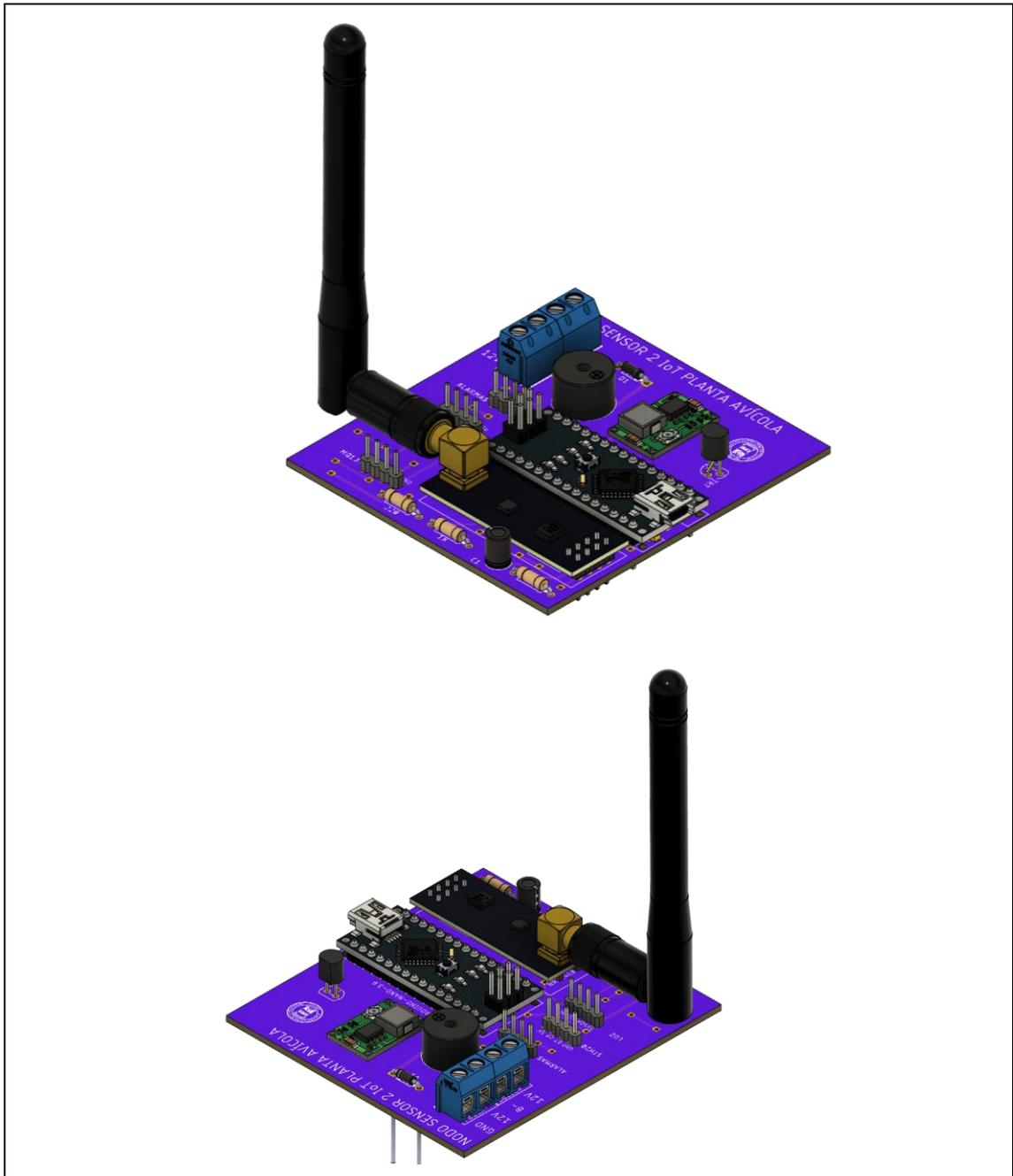


Figura 25-3: Modelo 3D de los nodos de adquisición

Realizado por: Camacho, M. 2023

3.4.5. *Circuito impreso tarjeta central*

En la figura 26-3 se observa el circuito impreso por el método del planchado.

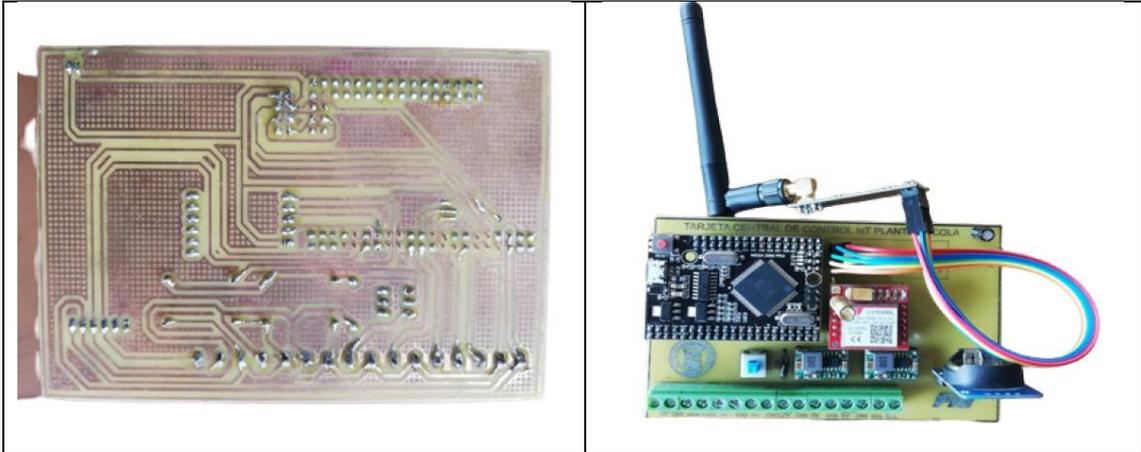


Figura 26-3: Circuito impreso tarjeta central

Realizado por: Camacho, M. 2023

3.4.6. Circuito impreso nodo de adquisición

En la figura 27-3 se observa el circuito impreso de igual forma por el método del planchado. Una vez la placa este impresa se procede a verificar si las pistas están conectadas correctamente para lo que se utiliza un multímetro y se comprueba cada pista.

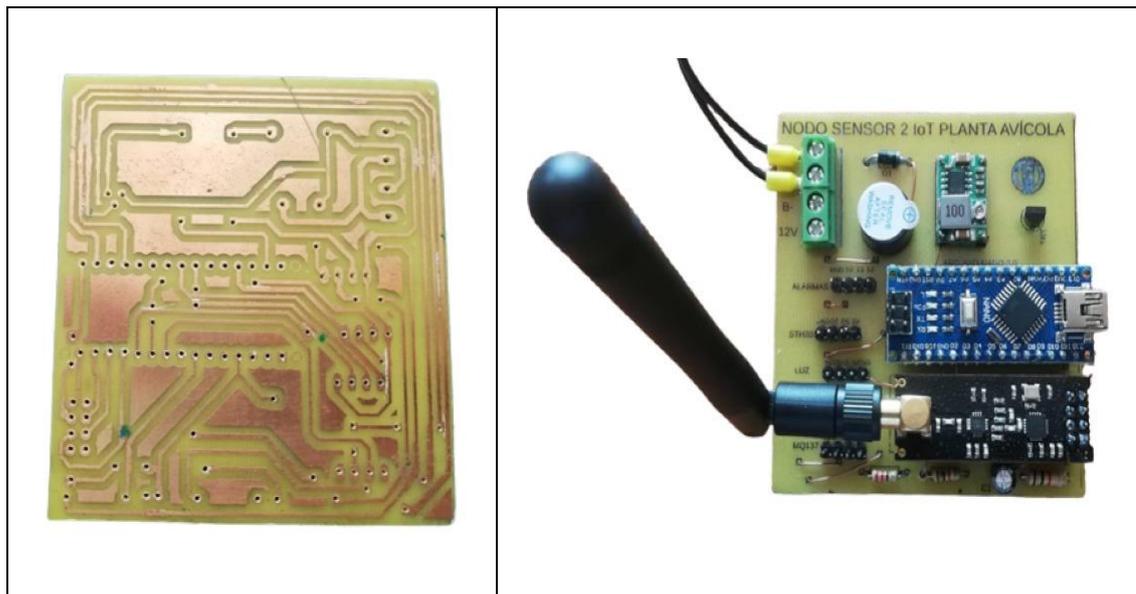


Figura 27-3: Circuito impreso nodo de adquisición

Realizado por: Camacho, M. 2023

3.5. Diseño y propuesta del sistema mecánico

En este apartado se diseñará las cajas para cada uno de los nodos de adquisición, la tarjeta central, la estructura metálica de las cortinas y el diseño de los engranajes para el motor, se especificará las medidas y el material que se utilizó. Este diseño se realizó y ensambló en el software Solid Works.

3.5.1. Diseño de la caja de la tarjeta central

En la figura 28-3 se observa la caja base de la tarjeta central que está compuesta por los huecos para que pases los cables del control del motor, la alimentación y la antena de radio frecuencia, esta parte de la caja va a tener dentro el circuito de la tarjeta central, el módulo relé para el control del motor, el sistema de respaldo de alimentación y los brakers para la protección. La caja tiene un diámetro de 29 x 30 cm, que es suficiente para que entren todos los componentes ordenadamente.

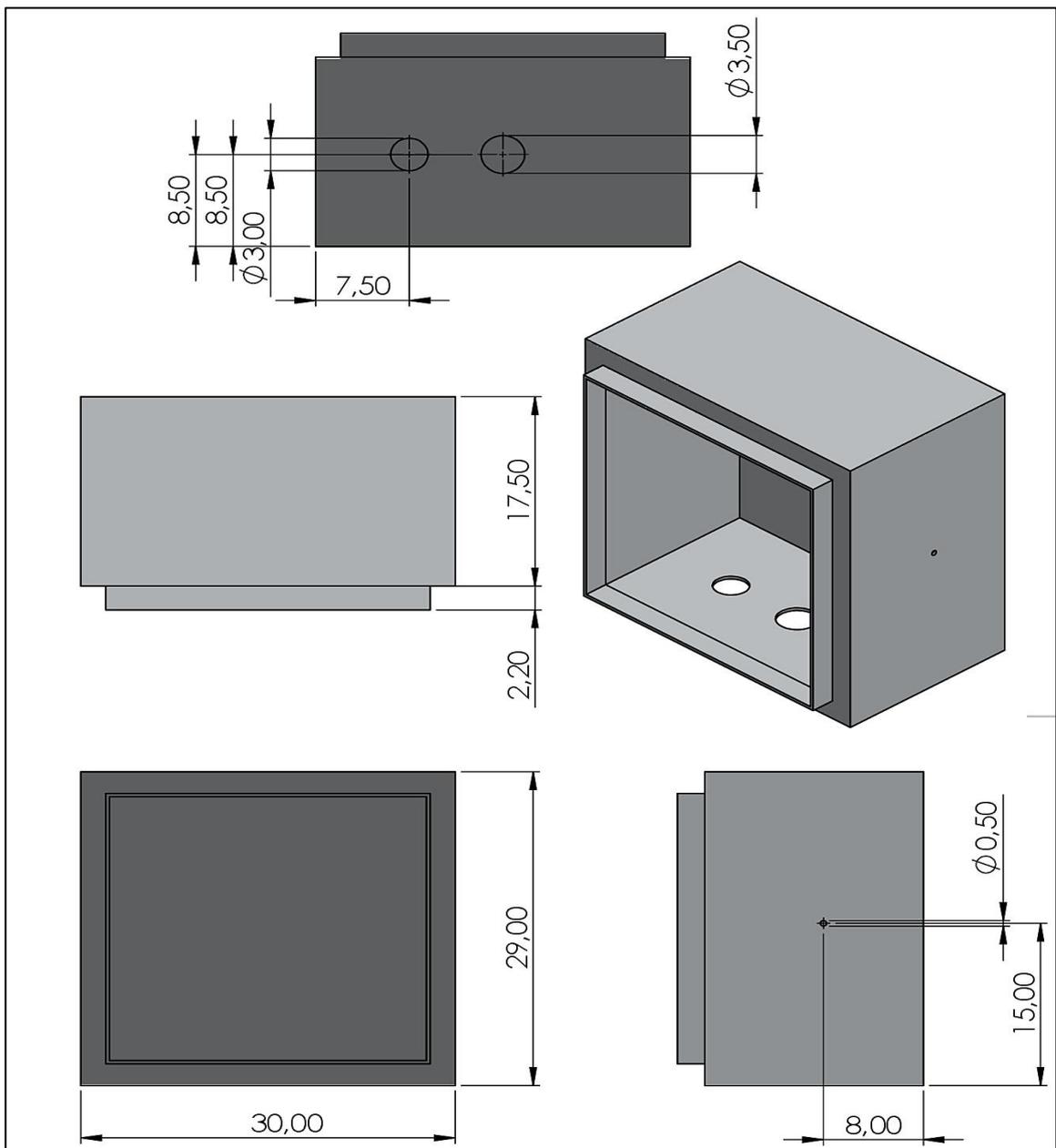


Figura 28-3: Caja base de la tarjeta central

Realizado por: Camacho, M. 2023

Tabla 11-3: Valores que se tomaron para diseñar la caja de la tarjeta central

Descripción	Valores
Ancho	30 cm
Largo	29 cm
Alto	20 cm
Switch inicio	3 cm
Indicador de voltaje y corriente	3 cm
Botón stop	4 cm
Pantalla Oled	3.7 x 2.5 cm

Realizado por: Camacho, M. 2022

Para el ensamble de la caja se tiene como prioridad que a la caja no le debe de entrar agua en ningún momento, esto se lo garantiza al momento de la ubicación de la caja en el galpón y también con el diseño de la caja. En la figura 30-3 se muestra el ensamble de la caja para la tarjeta central.

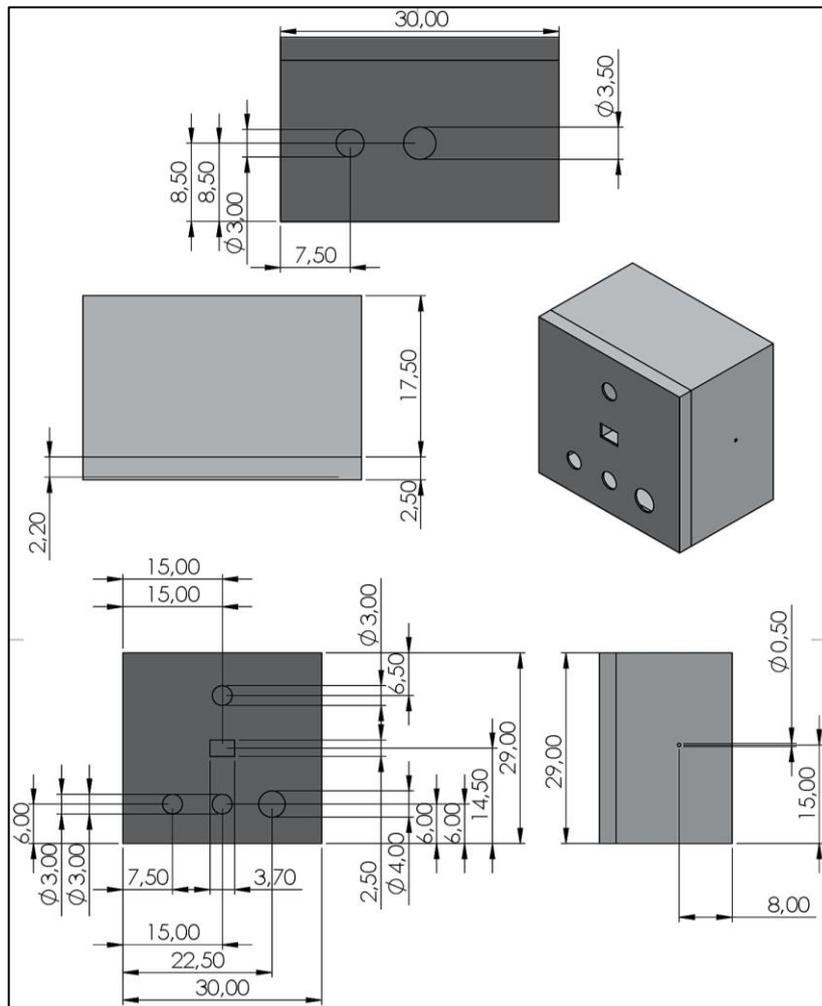


Figura 30-3: Ensamble de la caja para la tarjeta central

Realizado por: Camacho, M. 2023

En la figura 31-3 se muestra la caja central y la botonera para el control manual. La caja central se encuentra armada con todos los componentes necesarios para su funcionamiento y la botonera esta lista para cuando se requiera activar el modo manual.



Figura 31-3: Caja central y botonera de control manual

Realizado por: Camacho, M. 2023

3.5.2. Diseño de la caja del nodo de adquisición

En la figura 32-3 se muestra la caja de los nodos de adquisición que está diseñada para que todo el circuito electrónico entre sin ningún tipo de problema, además tiene entradas y salidas por donde van a pasar los cables de los sensores, la antena de radio frecuencia, cable de alimentación y leds de alarma. Esta caja va a estar completamente cerrada, por lo que se decidió colocar entradas para tornillos con el fin de que sea más segura.

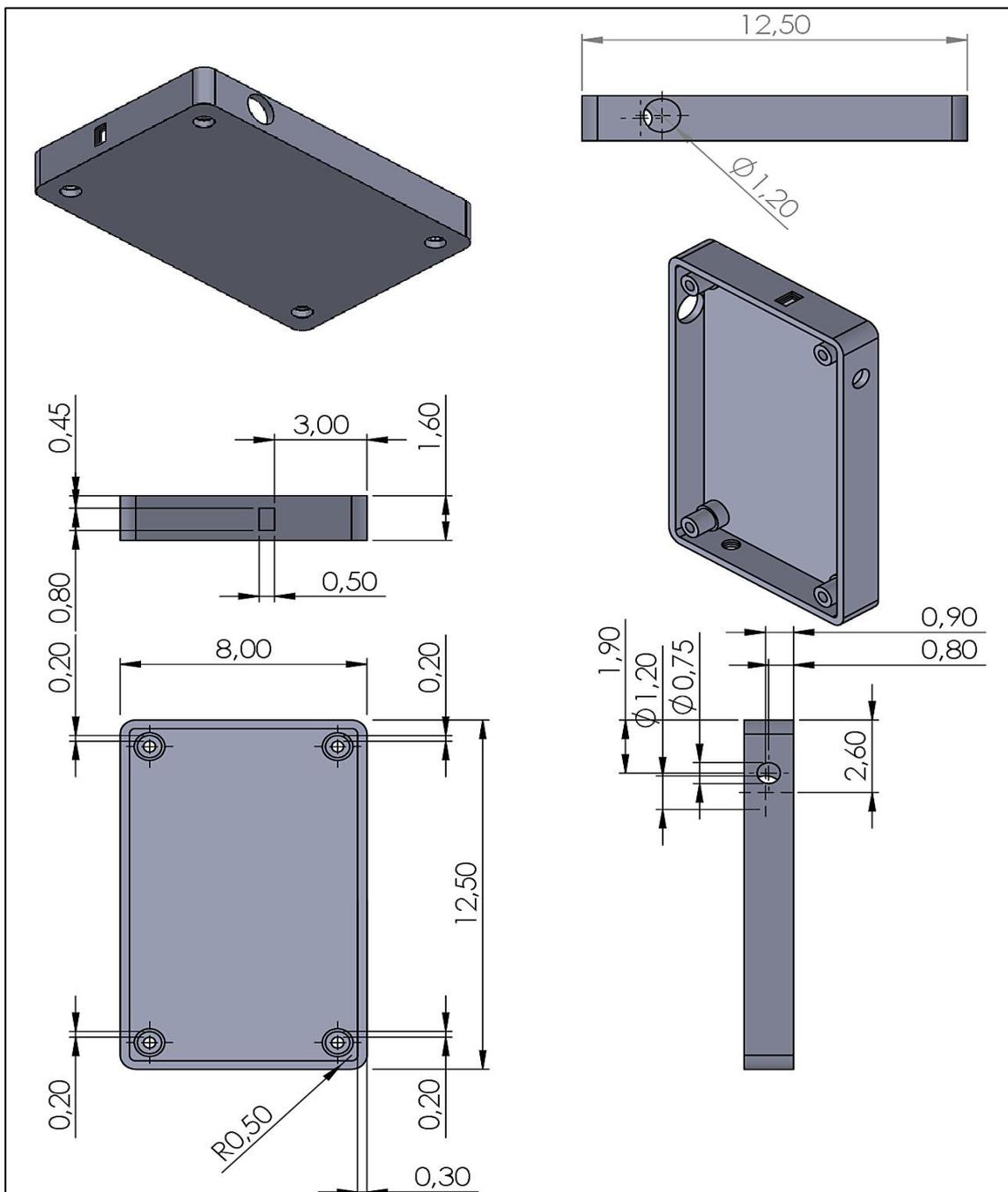


Figura 32-3: Componentes de la caja de nodo de adquisición parte inferior

Realizado por: Camacho, M. 2023

En la tabla 12-3 se observa las dimensiones que se utilizó para la elaboración de la caja de los nodos de adquisición.

Tabla 12-3: Dimensiones de la caja del nodo de adquisición

Descripción	Dimensión
Ancho	8 cm
Largo	12.50 cm
Redondeo	0.50 (Radio)
Vaciado	0.30 cm
Alimentación	1.20 (Radio)
Radio frecuencia	0.75 (Radio)
Salida cables sensores	0.60 cm
Entrada de tornillos	0.30 (Radio)

Realizado por: Camacho, M. 2022

Para la tapa de la caja de los nodos de adquisición se realizó un par de agujeros en la parte superior central de la tapa, con el fin de que se pueda colocar los leds de alarma. En la figura 33-3 se observa la tapa de la caja de los nodos de adquisición.

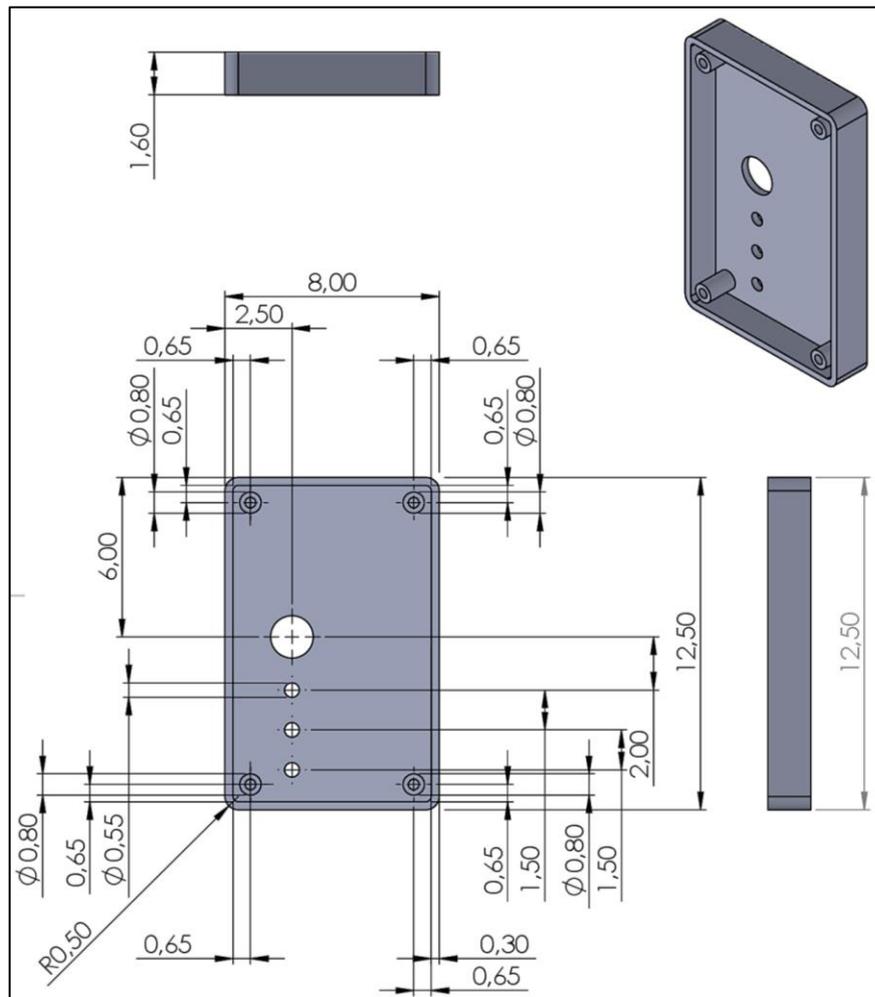


Figura 33-3: Componentes de la caja de nodo de adquisición tapa

Realizado por: Camacho, M. 2023

En la tabla 13-3 se observa las dimensiones que se utilizó para la elaboración de la tapa de la caja de los nodos de adquisición.

Tabla 13-3: Dimensiones de la tapa de la caja de los nodos de adquisición

Descripción	Dimensión
Ancho	8 cm
Largo	12.50 cm
Alto	1.60 cm
Salida sensor amoníaco	0.80 cm
Entrada de tornillos	0.30 (Radio)

Realizado por: Camacho, M. 2022

Con ayuda de la herramienta Ensamble del software SolidWorks se importan las dos estructuras, en este caso, la parte inferior y la tapa, se da relaciones de posición a la cara del vaciado de las dos estructuras, que coincidan con la parte lateral e inferior de las estructuras y se van a sobreponer entre sí, obteniendo una caja simétrica y con las medidas necesarias para el circuito. En la figura 34-3 se observa el ensamblaje de todas las estructuras.

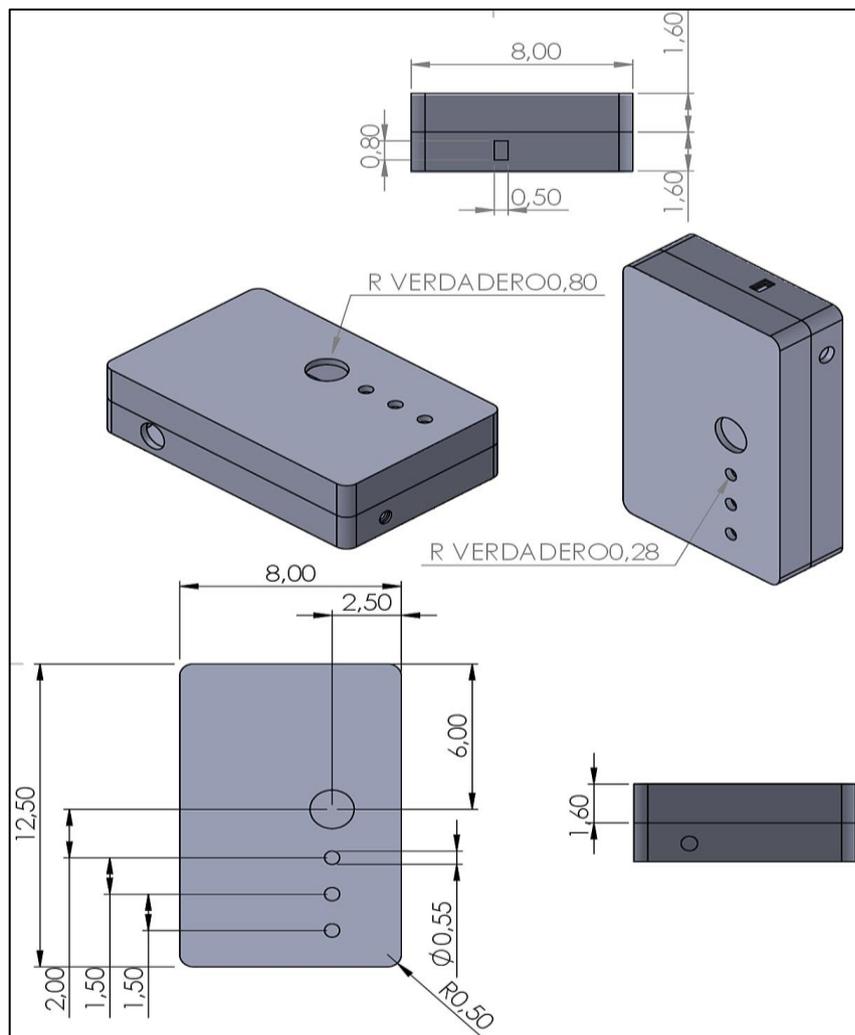


Figura 34-3: Ensamblaje de las estructuras de la caja de nodos de adquisición

Realizado por: Camacho, M. 2023

En la figura 35-3 se puede observar los nodos con la caja completamente cerrada y colocado todos los elementos electrónicos en sus respectivas ubicaciones.

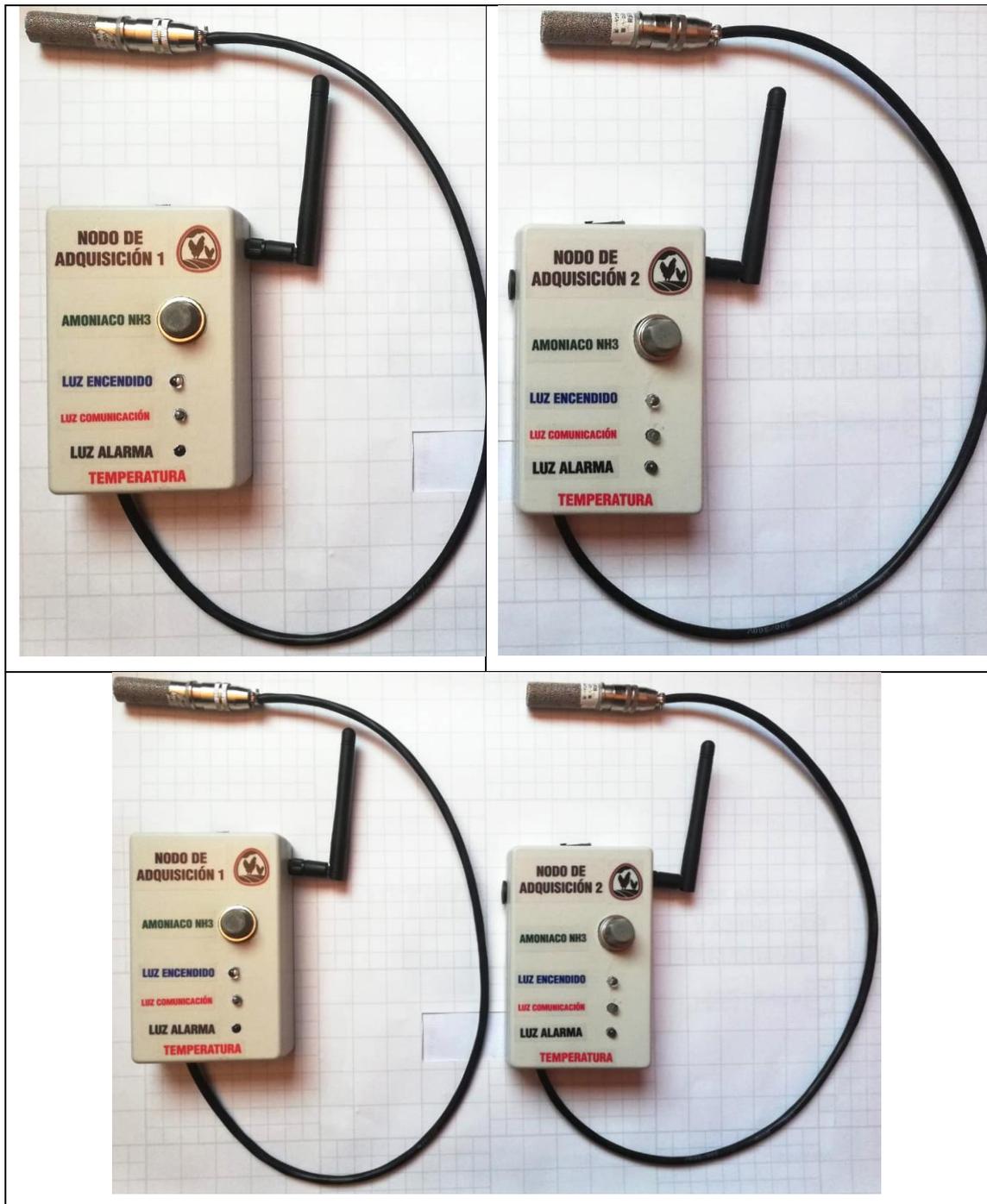


Figura 35-3: Nodos de adquisición de datos con caja cerrada

Realizado por: Camacho, M. 2023

3.5.3. *Diseño del engranaje del motor*

Se elaboro un juego de engranajes con el fin de poder hacer el control del motor de una manera más sencilla, es decir, para que mi cortina suba o baje de manera más lenta. El engranaje del

motor va a ser de un diámetro más pequeño que el engranaje de la cortina, debido a que se va a necesitar menos velocidad y más torque en la cortina.

En la figura 36-3 se observa el engranaje del motor el cual me va a dar más velocidad y menos torque, además se ha diseñado en el software de programación SolidWorks.

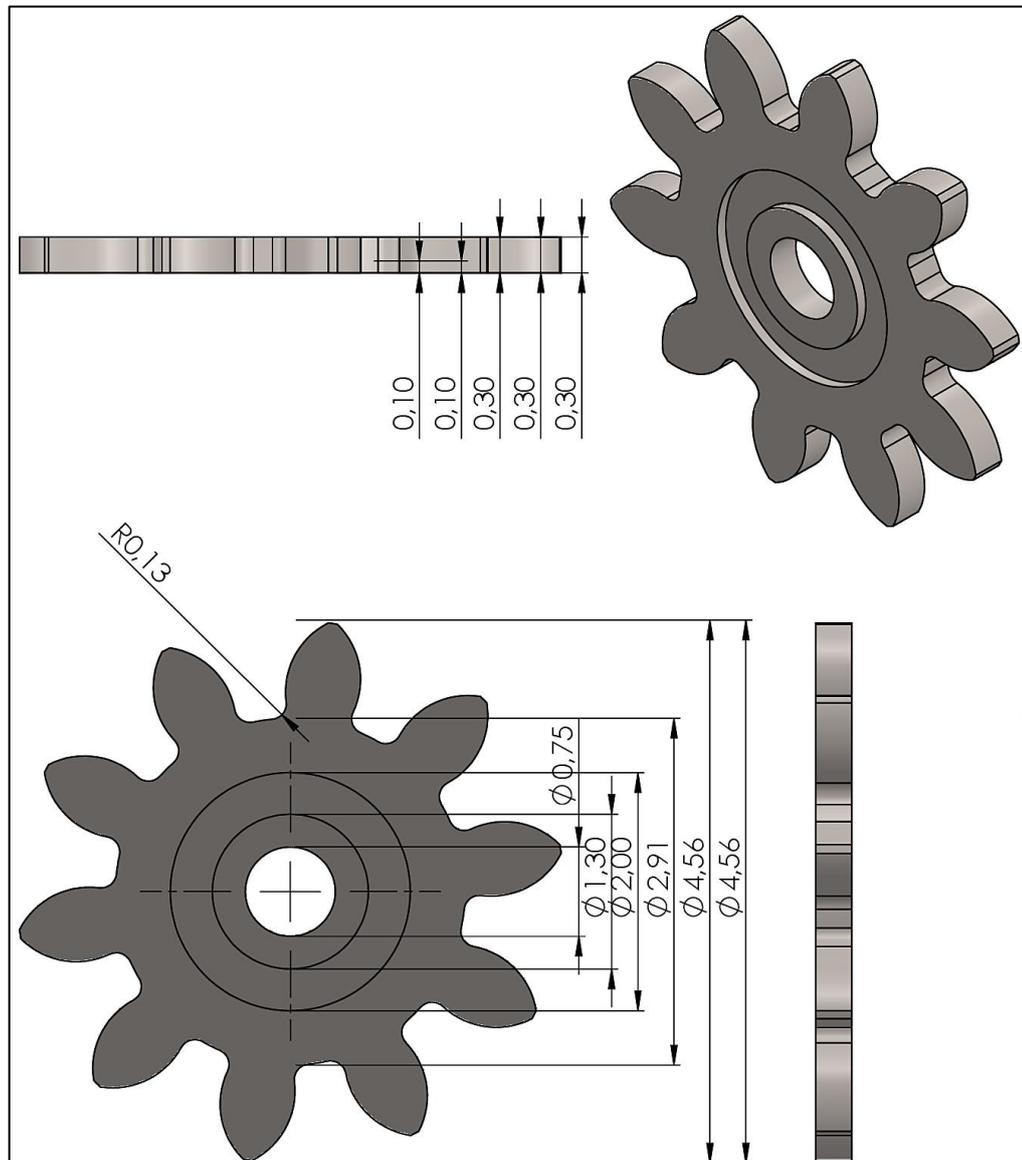


Figura 36-3: Engranaje del motor

Realizado por: Camacho, M. 2022

Tabla 14-3: Datos que se utilizando para el diseño del engranaje del motor

Elemento	Valor
Modulo	3.80 mm
Número de dientes	10 dientes
Diámetro primitivo (Dp)	38.00 mm
Diámetro exterior (De)	45.60 mm
Altura del diente (H)	8.235 mm
Paso (P)	11.938 mm

Diámetro interior (Di)	29.131 mm
Espacio entre dientes (c)	5.969 mm
Espesor del diente (e)	5.969 mm
Altura de la cabeza del diente (L)	3.80 mm
Altura del pie del diente (I)	4.435 mm

Realizado por: Camacho, M. 2022

3.5.4. Diseño del engranaje de la cortina

El diseño del engranaje de la cortina es de una medida más grande que la del motor, debido a que es necesario que la cortina se mueva despacio, por lo que, al hacer un engranaje medianamente grande se disminuye la velocidad de transmisión del engranaje del motor y aumenta el torque o la fuerza para el movimiento. En la figura 37-3 se muestra el engranaje de la cortina diseñado en el software SolidWorks.

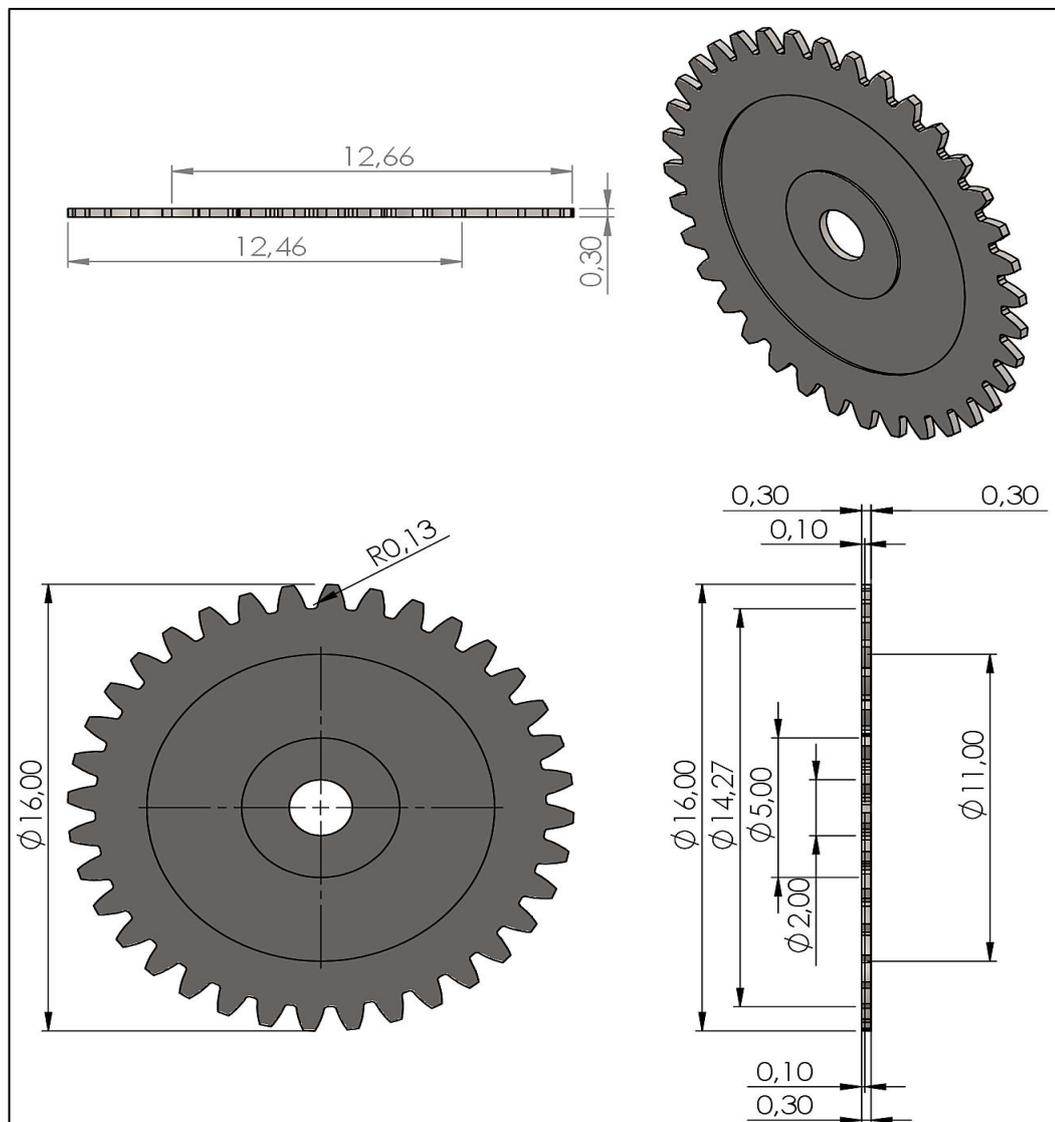


Figura 37-3: Engranaje de la cortina

Realizado por: Camacho, M. 2023

Tabla 15-3: Datos que se utilizando para el diseño del engranaje de la cortina

Elemento	Valor
Modulo	4.00 mm
Número de dientes	38 dientes
Diámetro primitivo (Dp)	152.00 mm
Diámetro exterior (De)	160.00 mm
Altura del diente (H)	8.668 mm
Paso (P)	12.566 mm
Diámetro interior (Di)	142.664 mm
Espacio entre dientes (c)	6.283 mm
Espesor del diente (e)	6.283 mm
Altura de la cabeza del diente (L)	4 mm
Altura del pie del diente (I)	4.668 mm

Realizado por: Camacho, M. 2022

Para el ensamble de los engranajes se diseña la cadena que va a unir a los engranes para la transmisión de velocidad y torque, la cadena tiene un largo de 1,5 metros para que se pueda tensar bien y no quede floja. En la figura 38-3 se muestra el diseño del ensamble de la cadena con los engranajes.

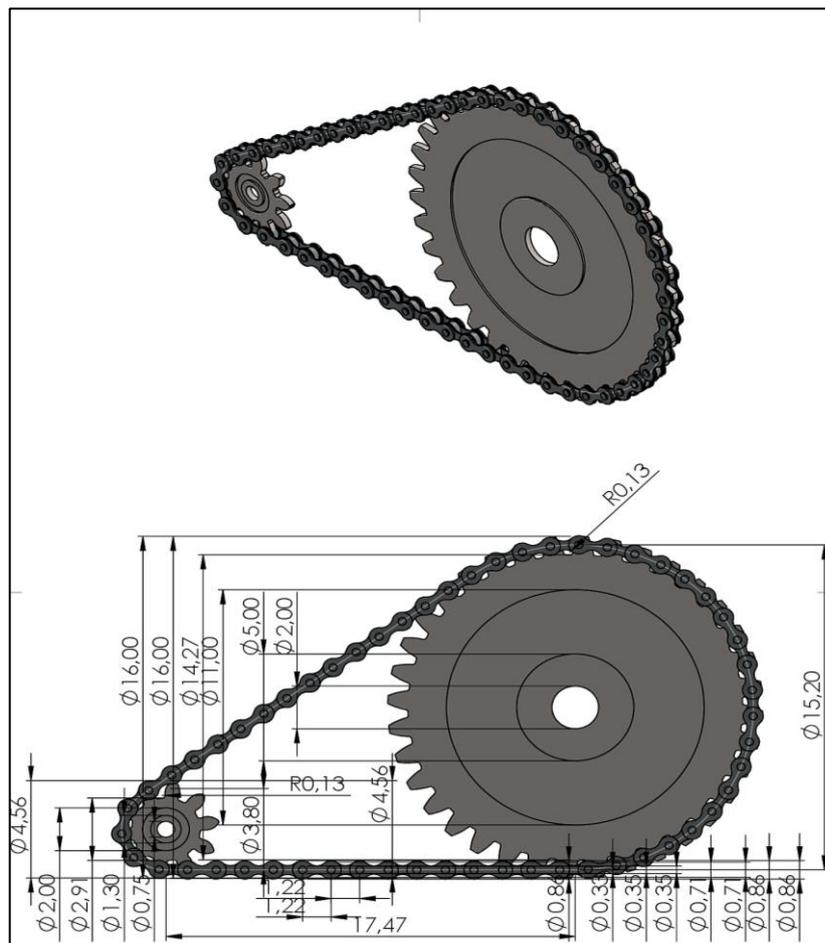


Figura 38-3: Ensamble de los engranajes

Realizado por: Camacho, M. 2023

3.6. Sistema de poleas

El galpón para la ventilación de la temperatura y amoníaco utiliza un sistema de poleas que facilita la apertura y cierre de las cortinas. El sistema de poleas del galpón es de forma manual por lo que un técnico va todos los días a abrir y cerrar las cortinas. En la figura 39-3 se presencia el sistema de poleas del galpón.



Figura 39-3: Sistema de poleas

Realizado por: Camacho, M. 2023

Para el control de las cortinas se adecuo un motor de CA que permitirá abrir y cerrar las cortinas de manera automática. Se utiliza el diseño de los engranajes y la cadena para poder ensamblar todo el sistema. En la figura 40-3 se indica el acoplamiento del motor a las cortinas.



Figura 40-3: Acoplamiento del motor a las cortinas

Realizado por: Camacho, M. 2023

En la figura 41-3 se muestra el diseño de la base del motor y la estructura de las cortinas, la cual se utilizó para la implementación del motor.

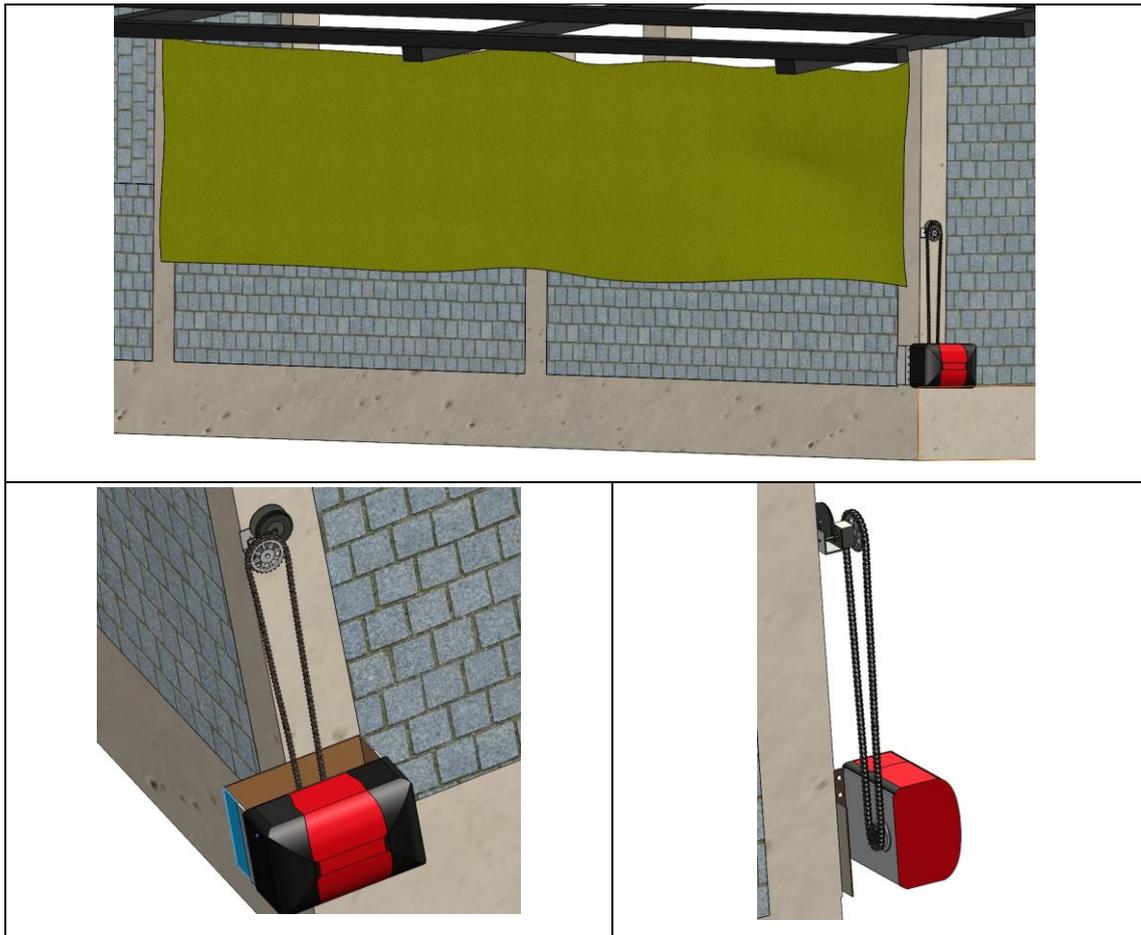


Figura 41-3: Base del motor y estructura de las cortinas

Realizado por: Camacho, M. 2023

3.7. Sistema IoT

En este apartado se presenta el sistema IoT el cual va a abordar los siguientes puntos: supervisión y control el cual se va a desarrollar mediante una aplicación móvil que va a adquirir los datos en tiempo real, página web que es un punto muy importante para el almacenamiento de datos y registro de los parámetros.

3.7.1. Supervisión y control

Para la supervisión de los datos de temperatura, niveles de amoníaco y luz del medio ambiente del galpón se desarrolló una aplicación móvil el cual tiene como nombre “POLLIoT” que permitirá ver en tiempo real los datos obtenidos por medio de los sensores. Estos datos son transmitidos por la tarjeta central, específicamente por el módulo SIM800L el cual nos permite enviar datos por internet.

Para el control se tiene dos tipos de comando, en el caso de que se requiera que la cortina del galpón se abra o se cierre automáticamente se colocara la opción de automático, y en el caso de que se requiera el control manual se seleccionara la opción de manual, dentro de esta opción en

la misma aplicación se tiene un botón el cual va a ejecutar un comando que permitirá abrir y cerrar las cortinas y a su vez mostrará el estado de las cortinas. Además, se puede observar los datos del sensor de luminosidad el cual nos permitirá bloquear el proceso cuando se haga de noche. En la figura 42-3 se muestra los datos obtenidos de los sensores y en la figura 43-3 el control de las cortinas, por lo que con la visualización de datos y el control de las cortinas se podrá hacer la supervisión y control de los parámetros químicos. Además, la aplicación móvil tiene alarmas de notificaciones que nos informaran cuando la temperatura, niveles de amoníaco y luz estén fuera de su rango específico, además estos ejecutarán una acción para el control de los parámetros químicos.

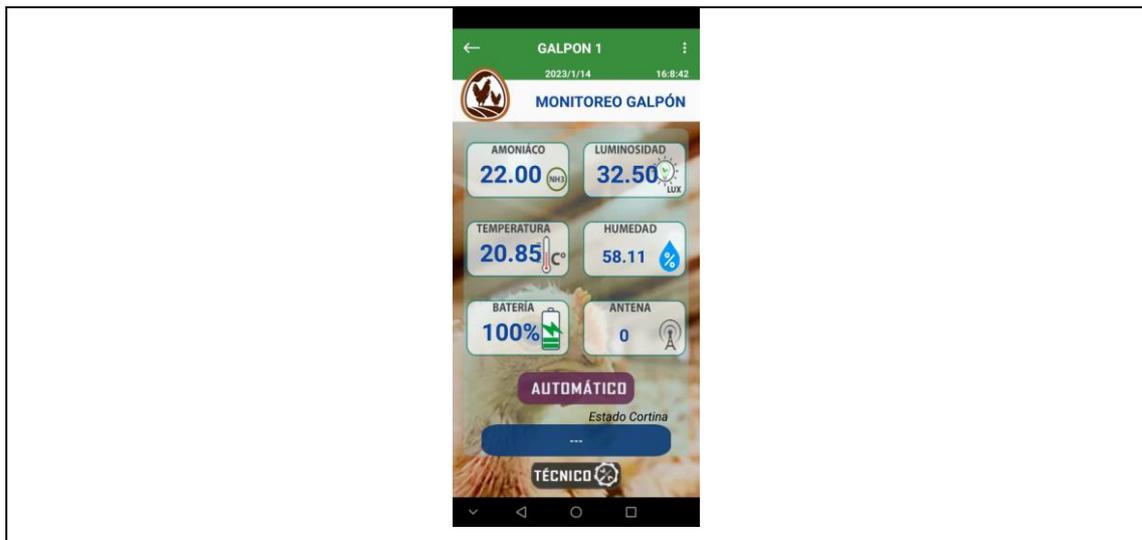


Figura 42-3: Supervisión de los datos de temperatura, amoníaco y luz

Realizado por: Camacho, M. 2023

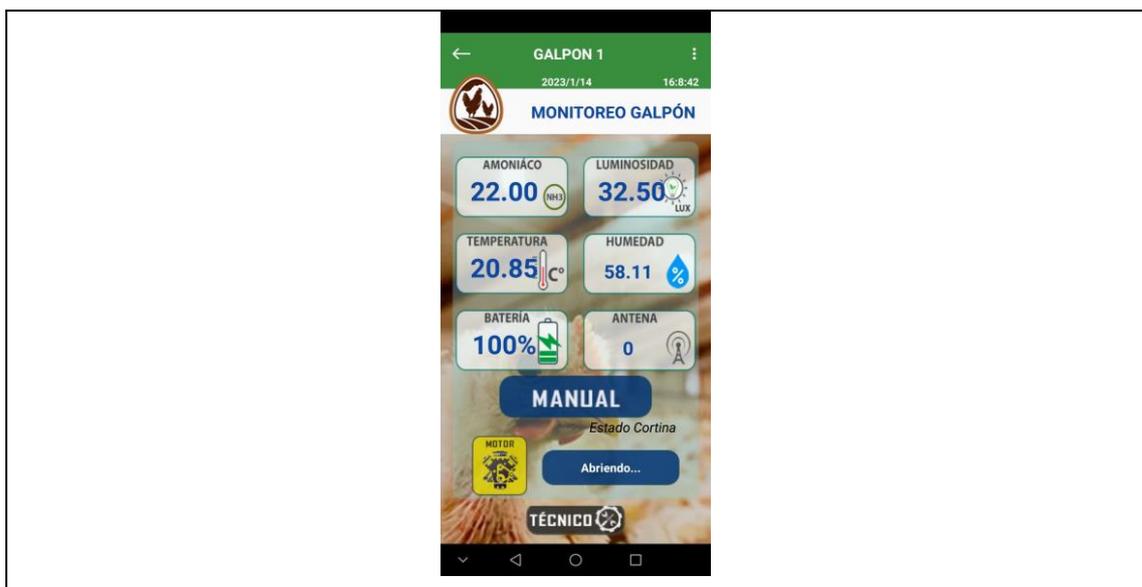


Figura 43-3: Control de las cortinas

Realizado por: Camacho, M. 2023

Dentro de la aplicación móvil “POLLIoT” se tiene un historial de datos del galpón, se muestran los datos de la temperatura, el amoníaco, la fecha y la hora en las que se realizaron la toma de

datos. Se realizó esta opción con la finalidad de que se tenga un registro de los datos, en la figura 44-3 se muestra el historial de datos del galpón.

FECHA	TEMPERATURA	HUMEDAD	AMONIACO	LUZ	BATERIA
2023/1/14 15:16:45	20.78 °C	47.81 %	19.00 ppm	24.17 lux	100 %
2023/1/14 15:46:54	25.05 °C	48.72 %	22.00 ppm	26.67 lux	100 %
2023/1/14 15:48:53	24.09 °C	51.23 %	22.00 ppm	31.67 lux	100 %

Figura 44-3: Historial de datos del galpón

Realizado por: Camacho, M. 2023

Para la interacción de datos se tiene una gráfica general de los datos obtenidos por los sensores de temperatura y amoníaco, esta grafica es el comportamiento que tiene el medio ambiente del galpón con respecto al tiempo, por lo que vamos a tener los valores de los parámetros con respecto al tiempo. En la figura 45-3 se observa la gráfica general del galpón.



Figura 45-3: Grafica general del galpón

Realizado por: Camacho, M. 2023

La aplicación móvil “POLLIoT” tiene dos opciones las cuales son: descargar en archivo pdf el registro de los datos de los sensores junto con la fecha y hora, y la otra opción es eliminar los datos de los sensores para tomar otras muestras y reiniciar el proceso.

3.7.2. *Página web*

La página que se utilizo es la Firebase que es una plataforma diseñada para el desarrollo de aplicaciones móviles, esta página lo que va a hacer es almacenar los datos enviados por el sensor de temperatura y amoníaco a través de la comunicación IoT en tiempo real y ordenarlos según las carpetas que se estén creando. En la figura 46-3 se observa la adquisición y almacenamiento de datos.

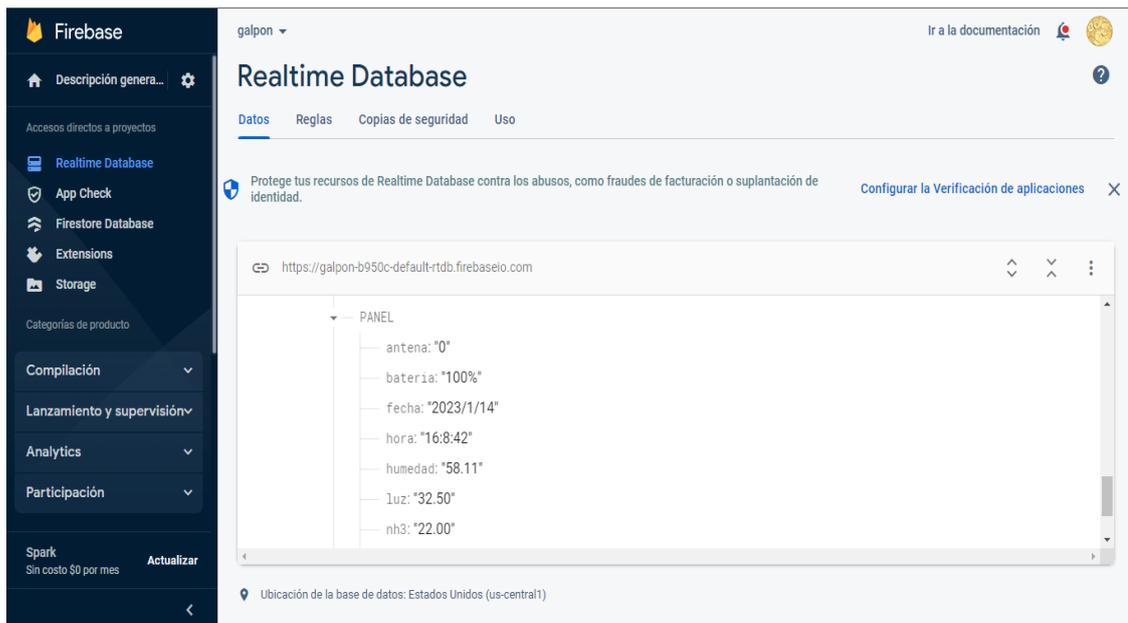


Figura 46-3: Página web Firebase

Realizado por: Camacho, M. 2023

En la base de datos de tiempo real se tiene los datos de los sensores de temperatura y amoníaco, los cuales se van a guardar en función del tiempo, es decir, por cada toma de datos se crea una carpeta que guardará dichos datos y se hará lo mismo para los siguientes datos.

En esta base de datos también se guardará la ubicación en la que se encuentra realizando la toma de datos, el nombre de la avícola y en el caso de que se desee poner más avícolas se registrara sin ningún problema, además se puede colocar un n número de galpones que va a tener sus propios sensores, esto también se lo podrá ver en la aplicación móvil “POLLIoT”.

CAPÍTULO IV

4. EVALUACIÓN DEL SISTEMA

En el presente capítulo se evalúa el hardware y software del sistema IoT de supervisión y control de parámetros químicos del ambiente en un galpón de una planta avícola, por lo que se va a realizar las siguientes pruebas: validación y estabilidad de los sensores (temperatura y amoníaco), pruebas estudio del galpón, integridad de la información, consumo de corriente del motor, evaluación del sistema IoT de supervisión y control de parámetros químicos del ambiente.

4.1. Consideraciones Generales

La muestra es considerada un subgrupo de la población el cual tienen características generales que describen a la perfección a la población, estas muestras son escogidas aleatoriamente con el fin de obtener buenos resultados. En este proyecto se considera a la población a la planta avícola, y la muestra que se va a evaluar es un galpón.

El tamaño de la muestra es muy importante debido a que entre más grande sea la muestra menos errores tendrán las pruebas, en este caso como el galpón es la muestra y la población es la planta avícola, la muestra es considerada muy buena para el análisis estadístico debido a que en el capítulo anterior se detalla las dimensiones del galpón.

El error relativo (er %) es considerado muy importante para validar la calidad de un resultado, se debe de tener en cuenta que si el valor que se obtiene es del 1% el resultado es considerado muy bueno, si el valor se encuentra en el rango entre el 1% al 5% es considerado bueno, si se encuentra entre el 5% a 10% el valor es considerado aceptable. En el caso de que el valor sea mayor al 10% el valor es considerado poco confiable. Debido al tiempo para la realización del trabajo de integración curricular, para la validación de resultados de los sensores (temperatura, amoníaco) se tomaron 30 muestras de cada sensor en un lapso de 2 días.

Los datos obtenidos por el sensor se registran y se tabulan con el fin de tener valores reales de medición para comparar entre sí. Se calcula la media, desviación estándar y coeficiente de variación para realizar el análisis de datos. El número total de las muestras tomadas para la prueba de repetición es de 10. Estos resultados se analizarán de la siguiente forma: si los resultados son menores del 5% son óptimos, si están entre 5% y 10% son aceptables.

4.2. Adquisición de datos

El objetivo de este apartado es considerar los valores tomados de los sensores y compararlos con valores reales tomados de equipos patrones que sean apropiadas en la toma de datos reales, para poder observar la exactitud y validez de los datos obtenidos. Una vez de compararlos se procede a validar si los datos obtenidos por los sensores son buenos o no son buenos.

4.3. Prueba 1: Validación de componentes de adquisición de datos

En este apartado se tomaron los datos de los sensores para verificar si son exactos utilizando el cálculo del error relativo. Los sensores que se manifestó en el capítulo anterior van a dar valores de temperatura y amoníaco. Para la temperatura se utilizó el sensor FS200-SHT20 y para el amoníaco el sensor MQ137.

Para el primer parámetro se realizó la toma de 30 muestras de temperatura realizadas por el sensor FS200-SHT20. Se considera el cálculo del error relativo porcentual de un grupo de datos que nos permite comparar la media de los datos del sensor con los del equipo patrón. Para la prueba de repetitividad se toma un registro único de un valor real en condiciones ambientales, con ellos se calcula la media, desviación estándar y coeficiente de variación.

4.3.1. Validación del sensor de temperatura FS200-SHT20

Se realizo las pruebas de temperatura con el sensor FS200-SHT20 para a continuación poder ser analizados. Como equipo patrón se utilizó el Multímetro digital profesional de mantenimiento automotriz TRUPER MUT-105, este instrumento hace mediciones de tensión AC/CC, resistencia, continuidad audible, diodo, hFE, frecuencia, capacitancia y temperatura, ángulo de permanencia y tacómetro. El diseño del multímetro digital está en acuerdo a los instrumentos electrónicos de medición, con categoría de sobre tensión (CAT III 600 V, CAT II 1000 V) y grado de contaminación 2. En la figura 1-4 se observa la caja con las especificaciones del multímetro.

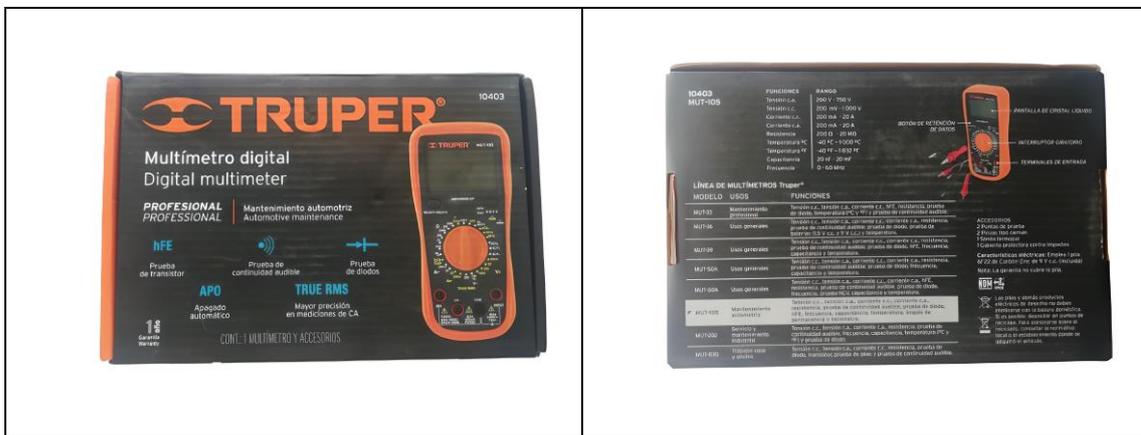


Figura 1-4: Caja de especificaciones del multímetro

Realizado por: Camacho, M. 2023

El equipo patrón cuenta con una sonda termopar que es capaz de medir temperatura de -40°C hasta 1000°C o -40°F hasta 1832°F suficiente para poder obtener valores de muestra. En la figura 2-4 se observa el multímetro digital con la sonda termopar.

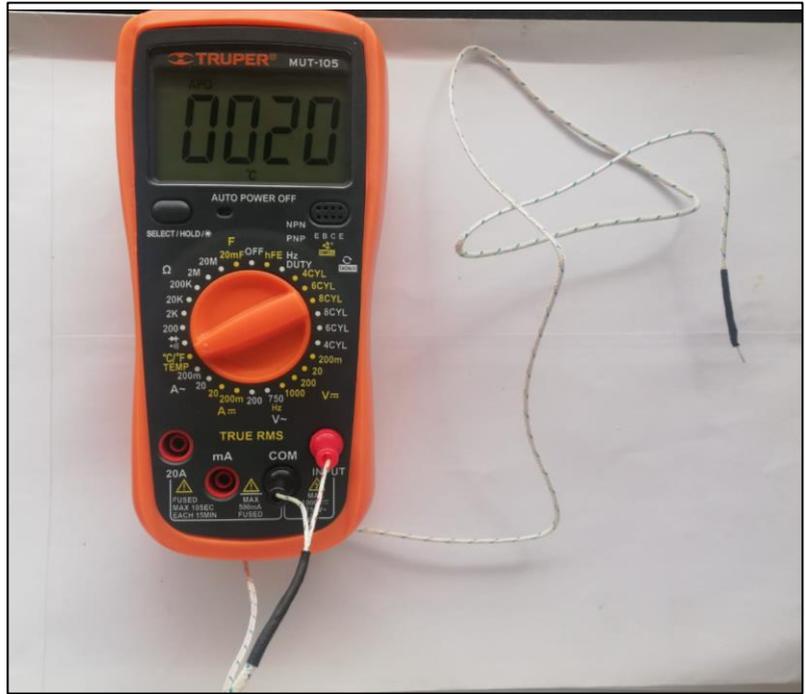
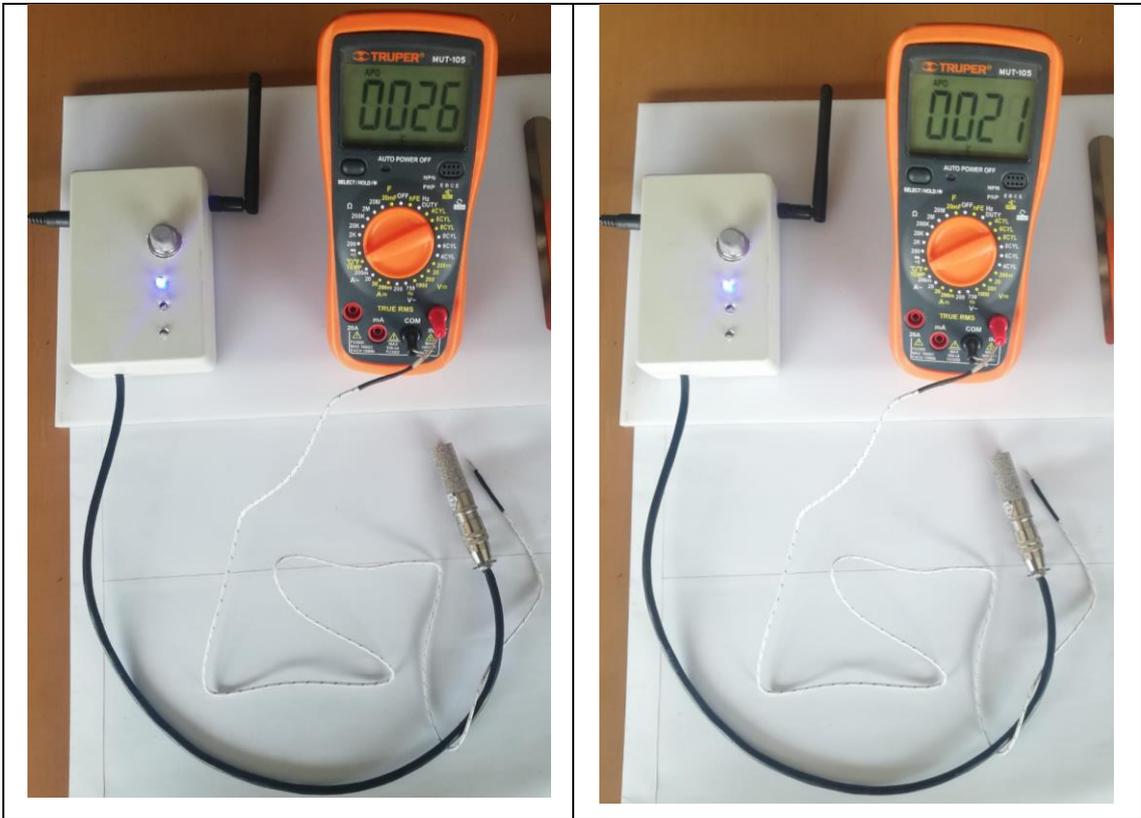


Figura 2-4: Multímetro digital TRUPER con la sonda termopar

Realizado por: Camacho, M. 2023

En la figura 3-4 se observa la medición de la temperatura realizada por el multímetro digital TRUPER y el sensor de temperatura FS200-SHT20, el cual están ubicados en la misma posición con la finalidad de obtener los valores necesarios para el análisis. Se ubico dichos instrumentos en un ambiente cerrado y controlado para poder medir las temperaturas.



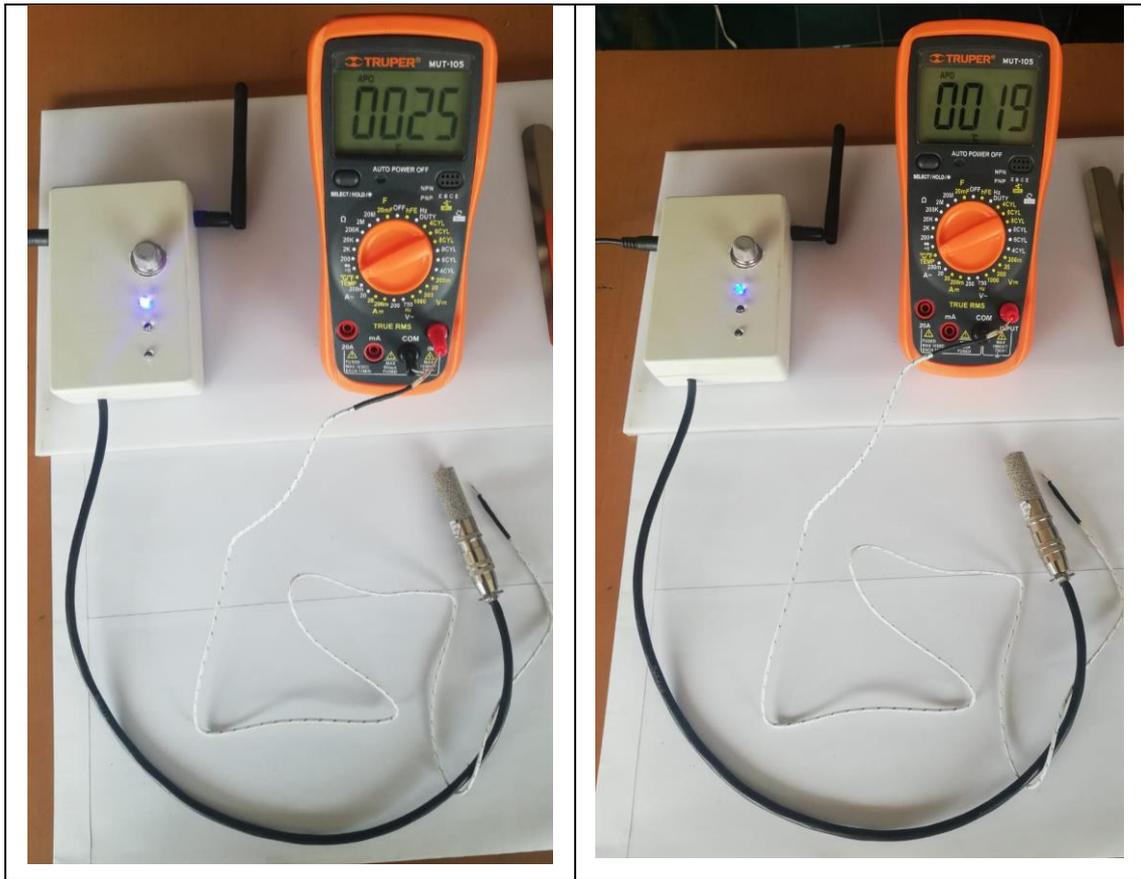


Figura 3-4: Multímetro digital TRUPER y el sensor de temperatura FS200-SHT20

Realizado por: Camacho, M. 2023

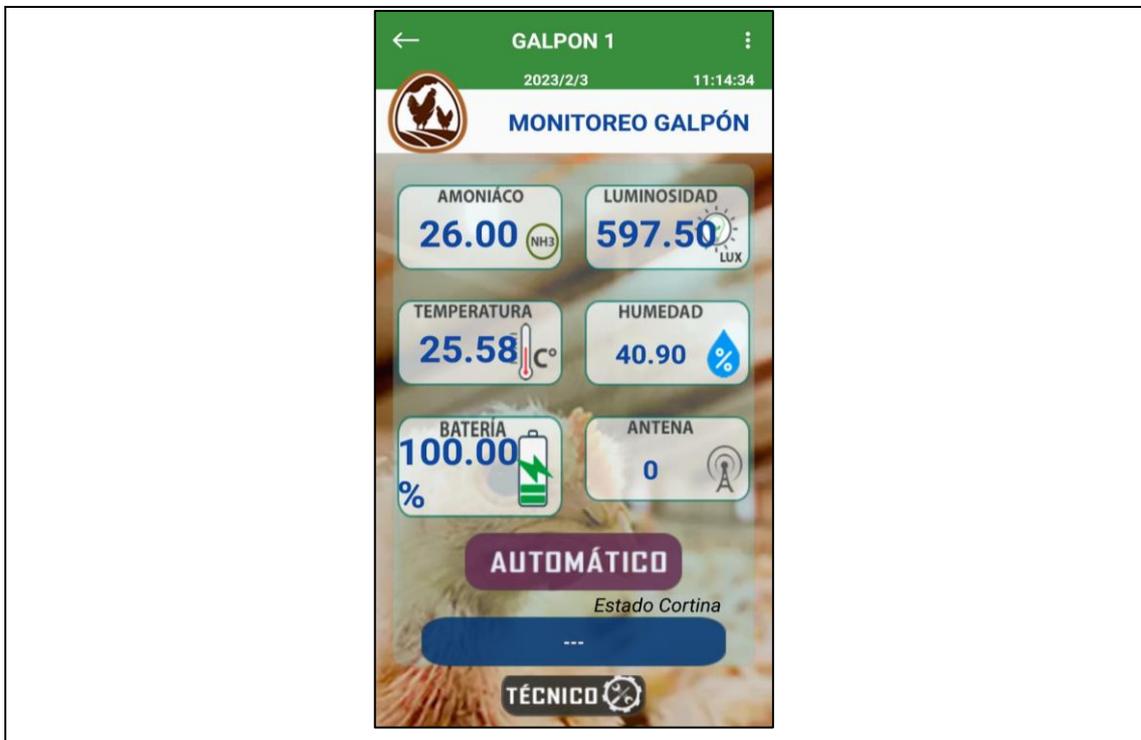


Figura 4-4: Sensor FS200-SHT20 en aplicación POLLIoT

Realizado por: Camacho, M. 2023

Tabla 1-4: Error relativo sensor de temperatura FS200-SHT20

Número de Muestras	Temperatura referencial multímetro digital TRUPER (°C)	Temperatura medida por el sensor FS200-SHT20 (°C)	Error absoluto	Error relativo (%)
1	21	21,05	0,05	0,24
2	21	21,01	0,01	0,05
3	25	25,59	0,59	2,36
4	28	27,79	0,21	0,75
5	29	29,08	0,08	0,28
6	26	26,25	0,25	0,96
7	26	26,02	0,02	0,08
8	25	24,76	0,24	0,96
9	26	26,13	0,13	0,50
10	28	28,05	0,05	0,18
11	25	25,07	0,07	0,28
12	25	24,92	0,08	0,32
13	23	23,39	0,39	1,70
14	24	24,01	0,01	0,04
15	21	21,47	0,47	2,24
16	21	20,92	0,08	0,38
17	20	19,97	0,03	0,15
18	18	18,47	0,47	2,61
19	18	18,3	0,3	1,67
20	18	17,92	0,08	0,44
21	19	18,91	0,09	0,47
22	18	17,66	0,34	1,89
23	18	18,41	0,41	2,28
24	19	18,75	0,25	1,32
25	18	18,41	0,41	2,28
26	19	18,51	0,49	2,58
27	19	18,62	0,38	2,00
28	19	18,78	0,22	1,16
29	18	18,43	0,43	2,39
30	18	17,75	0,25	1,39

Realizado por: Camacho, M. 2023

En la tabla 1-4 se puede observar que el valor relativo porcentual con mayor valor medido por el multímetro digital TRUPER y por el sensor F200-SHT20 es de 2,61 %. En concordancia con los parámetros dichos con anterioridad, el valor que se tomó se encuentra entre el rango 1 a <5 %, la validez de calidad de los valores tomados por el sensor FS200.SHT20 es: “bueno”. Considerando que el error absoluto máximo es de 0,59 °C y el error absoluto máximo para medidas de temperatura es de 1,5 °C podemos decir que el sensor no impone errores considerables al sistema.

4.3.2. Prueba de repetibilidad del sensor de temperatura FS200-SHT20

Para la prueba de repetibilidad del sensor de temperatura FS200-SHT20 se consideran 10 muestras tomadas en diferentes tiempos. Con estos valores se obtiene la media, la desviación estándar y el coeficiente de variación. Figura 5-4 prueba de repetibilidad sensor FS200-SHT20.

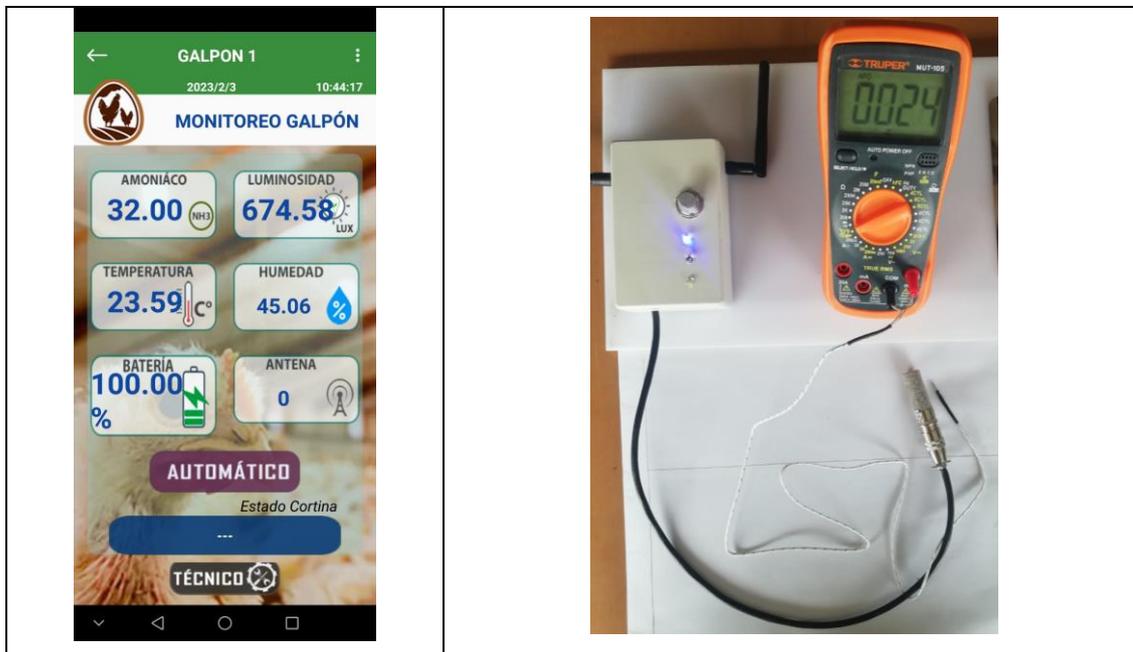


Figura 5-4: Prueba de repetibilidad realizada por el sensor FS200-SHT20

Realizado por: Camacho, M. 2023

Tabla 2-4: Datos adquiridos del sensor de temperatura FS200-SHT20

Muestra	Fecha y hora	Temperatura referencial multímetro digital TRUPER (°C)	Temperatura medida por el sensor FS200-SHT20 (°C)
1	03/02/2023 - 10:44:17	24	23,59
2	03/02/2023 - 11:14:34	25	25,58
3	03/02/2023 - 11:46:38	26	26,29
4	03/02/2023 - 12:17:46	27	27,45
5	03/02/2023 - 12:48:3	29	28,54
6	03/02/2023 - 13:18:21	30	30,53
7	03/02/2023 - 13:48:40	28	27,79
8	03/02/2023 - 14:9:13	27	27,32
9	03/02/2023 - 14:29:46	27	26,62
10	03/02/2023 - 14:50:24	25	25,42
Media			26,91
Desviación estándar			1,90
Coeficiente de variación (%)			0,07

Realizado por: Camacho, M. 2023

En la tabla 2-4 se observa el coeficiente de variación que es de 0,07 % lo que nos dice que las pruebas tomadas se consideran precisas con poca variación en cuanto a la estabilidad del sensor por lo que son resultados óptimos.

4.3.3. Validación del sensor de amoníaco MQ 137

La validación del sensor de amoníaco se la realiza por el método del encapsulado. Se coloca 5 gramos de carbono activado en sobres cerrados, en los que pueda filtrar el amoníaco. Se utiliza amoníaco líquido para poder tomar muestras. El nodo de adquisición, el amoníaco líquido y el carbón activado se colocan juntos dentro del encapsulado. Una vez pasa un determinado tiempo se registra los datos del sensor de amoníaco MQ137 y el carbón activado pasa a ser analizado. La muestra de carbón activado pasa a ser disuelta en 100 ml de agua destilado y se agita por 30 minutos, se filtra al vacío la muestra para que solo quede la concentración de amoníaco. Se toma 25 ml y se coloca 1 ml del reactivo de Neesler, el cual es un reactivo químico que se utiliza para detectar pequeñas cantidades de amoníaco, además se toma una muestra de agua destilada y se le aplica el reactivo de Neesler con la finalidad de comprobar que el carbón activado si absorbe el amoníaco del ambiente. El ambiente en el que se procedió a hacer el encapsulado tiene un tamaño de 18 litros, en el anexo B se observa de manera más clara el método empleado. La figura 6-4 se observa los sobres de carbón activado, amoníaco líquido y el cloruro de amonio.



Figura 6-4: Carbón activado, amoníaco líquido al 25%

Realizado por: Camacho, M. 2023

El sensor de amoníaco MQ137 es insertado dentro de la cápsula junto con el amoníaco líquido en ciertas porciones, este encapsulado debe de ser hermético, es decir, no debe dejar escapar el gas que se genera dentro, a la misma vez se coloca el sobre de carbón activado para que pueda absorber ciertas cantidades de amoniaco en un respectivo tiempo. A continuación, se muestra la figura 7-4 con el método del encapsulado.

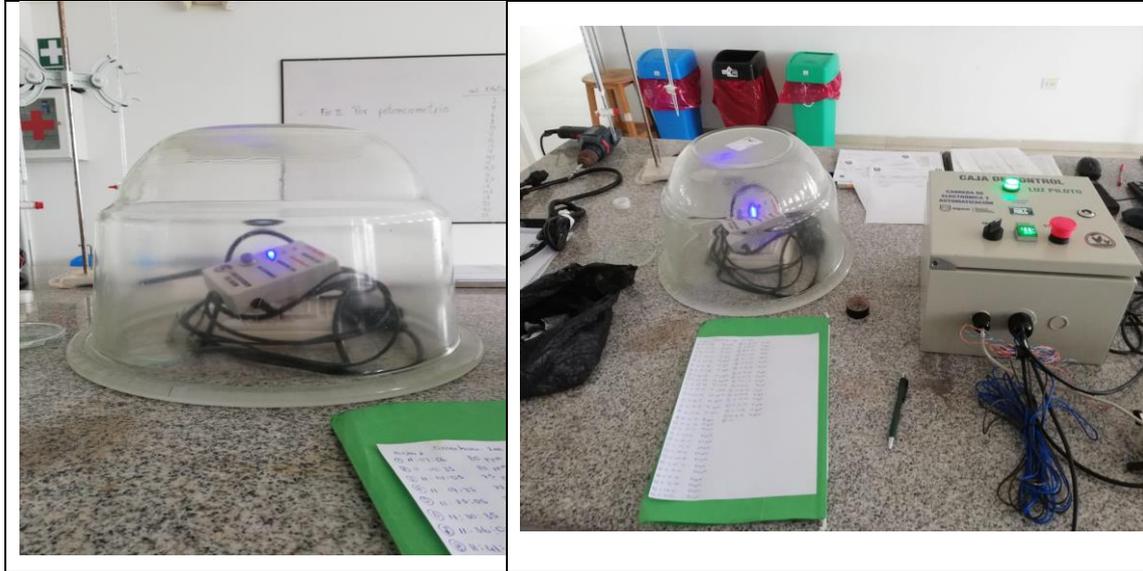


Figura 7-4: Método del encapsulado

Realizado por: Camacho, M. 2023

Tabla 3-4: Datos adquiridos del sensor de amoníaco y el método planteado

Número de Muestras	Amoniaco Liquido (ml)	Amoniaco referencial (ppm)	Amoniaco MQ137 (ppm)	Error absoluto	Error relativo (%)
1	1	27,77	30	2,23	8,03
2	1	29,23	31	1,77	6,06
3	1	28,06	30	1,94	6,91
4	1	27,07	29	1,93	7,13
5	1	30,33	31	0,67	2,21
6	1	29,62	31	1,38	4,66
7	1	29,32	30	0,68	2,32
8	1	28,39	30	1,61	5,67
9	1	29,13	30	0,87	2,99
10	1	29,42	29	0,42	1,43
11	1,5	56,23	58	1,77	3,15
12	1,5	60,12	59	1,12	1,86
13	1,5	57,45	58	0,55	0,96
14	1,5	58,33	57	1,33	2,28

15	1,5	57,05	57	0,05	0,09
16	1,5	57,11	56	1,11	1,94
17	1,5	56,03	55	1,03	1,84
18	1,5	60,12	60	0,12	0,20
19	1,5	60,86	61	0,14	0,23
20	1,5	59,12	59	0,12	0,20
21	2	83,67	84	0,33	0,39
22	2	84,15	84	0,15	0,18
23	2	83,47	83	0,47	0,56
24	2	83,15	83	0,15	0,18
25	2	84,17	84	0,17	0,20
26	2	84,29	83	1,29	1,53
27	2	84,34	84	0,34	0,40
28	2	85,06	86	0,94	1,11
29	2	86,09	85	1,09	1,27
30	2	84,92	85	0,08	0,09

Realizado por: Camacho, M. 2023

La tabla 3-4 indica que el error absoluto más alto es de 2,23 con respecto al valor de referencia del método planteado y el valor del sensor de amoníaco MQ137, con respecto al valor del error absoluto es de 8,03% en concordancia con los parámetros dichos con anterioridad, el valor que se tomó entra en el rango de 5 a >10%, la validez de calidad de los valores tomados por el sensor MQ137 es: "Aceptable". Por lo que podemos decir que no aporta mayores errores en el sistema.

4.3.4. Prueba de repetibilidad del sensor de amoníaco MQ137

Para la prueba de repetibilidad del sensor de amoníaco MQ137 se considera 10 muestras que son tomadas en diferentes tiempos, se aplica el mismo método del encapsulado para poder tomar datos. Con estos valores se obtiene la media, la desviación estándar y el coeficiente de variación. Figura 8-4 prueba de repetibilidad del sensor MQ137.

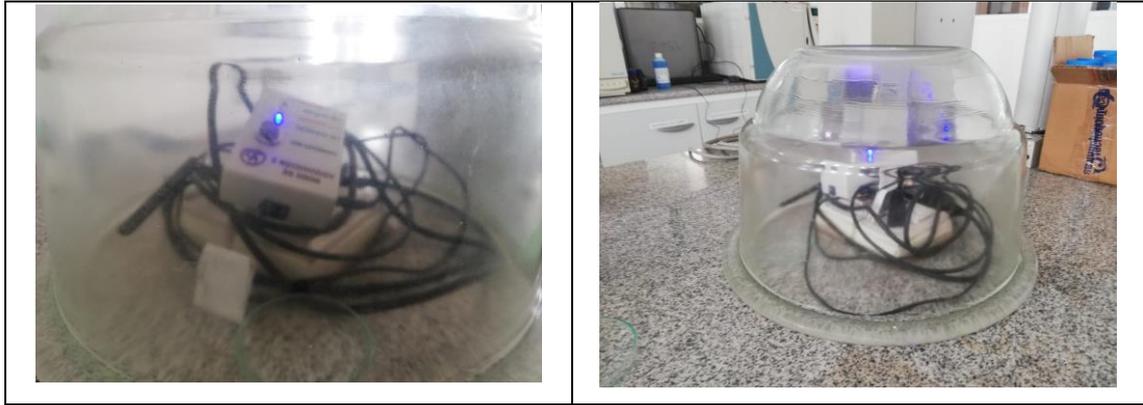


Figura 8-4: Prueba de repetibilidad del sensor MQ137

Realizado por: Camacho, M. 2023

Tabla 4-4: Datos adquiridos del sensor de amoníaco MQ137

Muestra	Fecha y hora	Amoníaco referencial (ppm)	Amoníaco medido por el sensor MQ137 (ppm)
1	03/02/2023 - 17:00:30	19,78	21
2	03/02/2023 - 17:06:00	72,93	74
3	03/02/2023 - 17:11:30	72,31	72
4	03/02/2023 - 17:17:00	90,16	91
5	03/02/2023 - 17:22:30	77,14	78
6	03/02/2023 - 17:28:00	73,19	73
7	03/02/2023 - 17:33:30	71,89	72
8	03/02/2023 - 17:38:00	72,12	72
9	03/02/2023 - 17:43:30	73,67	74
10	03/02/2023 - 17:49:00	77,42	78
Media			70,5
Desviación estándar			18,32
Coefficiente de variación (%)			0,26

4.3.5. Validación del sensor de luz GY-302 BH1750

Se realizó la prueba de validación del sensor de luz GY-302 BH1750 el cual me va a entregar datos en lux, para esta prueba se van a tomar 30 muestras. El equipo patrón que se utilizó para tener valores de referencia es la app Lux Light Meter Pro que se puede ver en la figura 9-4, fue descargada de la play store de Arduino, tiene una valoración de 4.8 estrellas y con más de un millón de descargas, siendo la aplicación más funcional con respecto a otras, Su función es medir la intensidad de luz del ambiente.

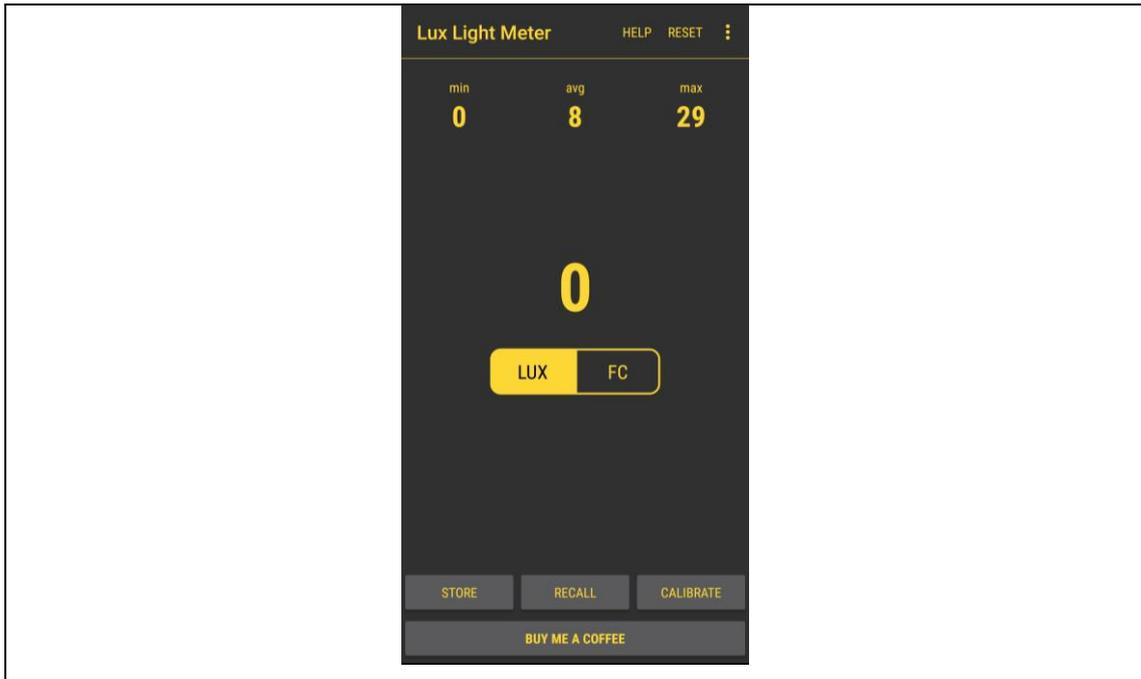
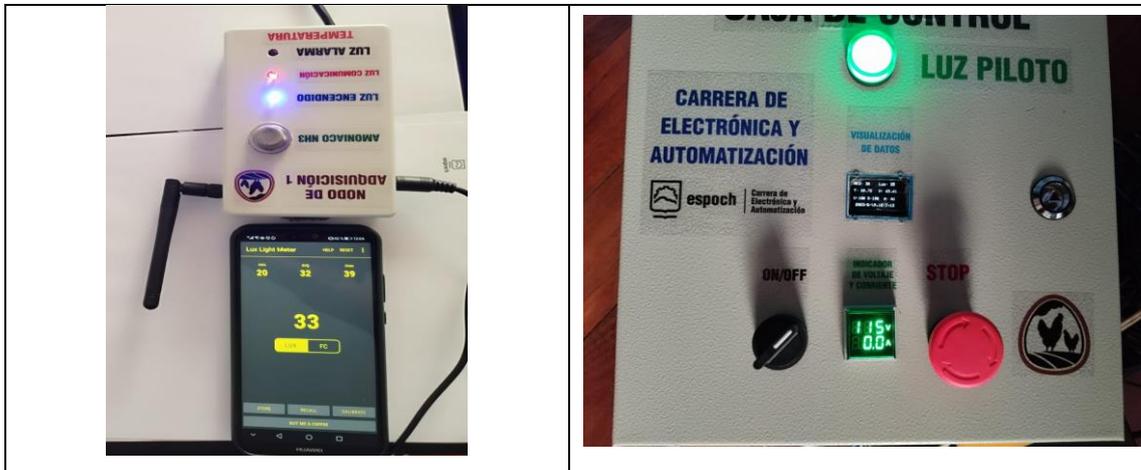


Figura 9-4: Aplicación Lux Light Meter Pro

Realizado por: Camacho, M. 2023

En la figura 10-4 se observa la intensidad de luz medida por la aplicación móvil y en la pantalla de la caja de control se observa el valor del sensor de luz GY-302 BH1750, de igual forma se aprecia este valor en la aplicación “POLLIoT”. A continuación, se muestran 30 muestras tomadas por el sensor de lux y por la aplicación móvil que mide la intensidad de luz.



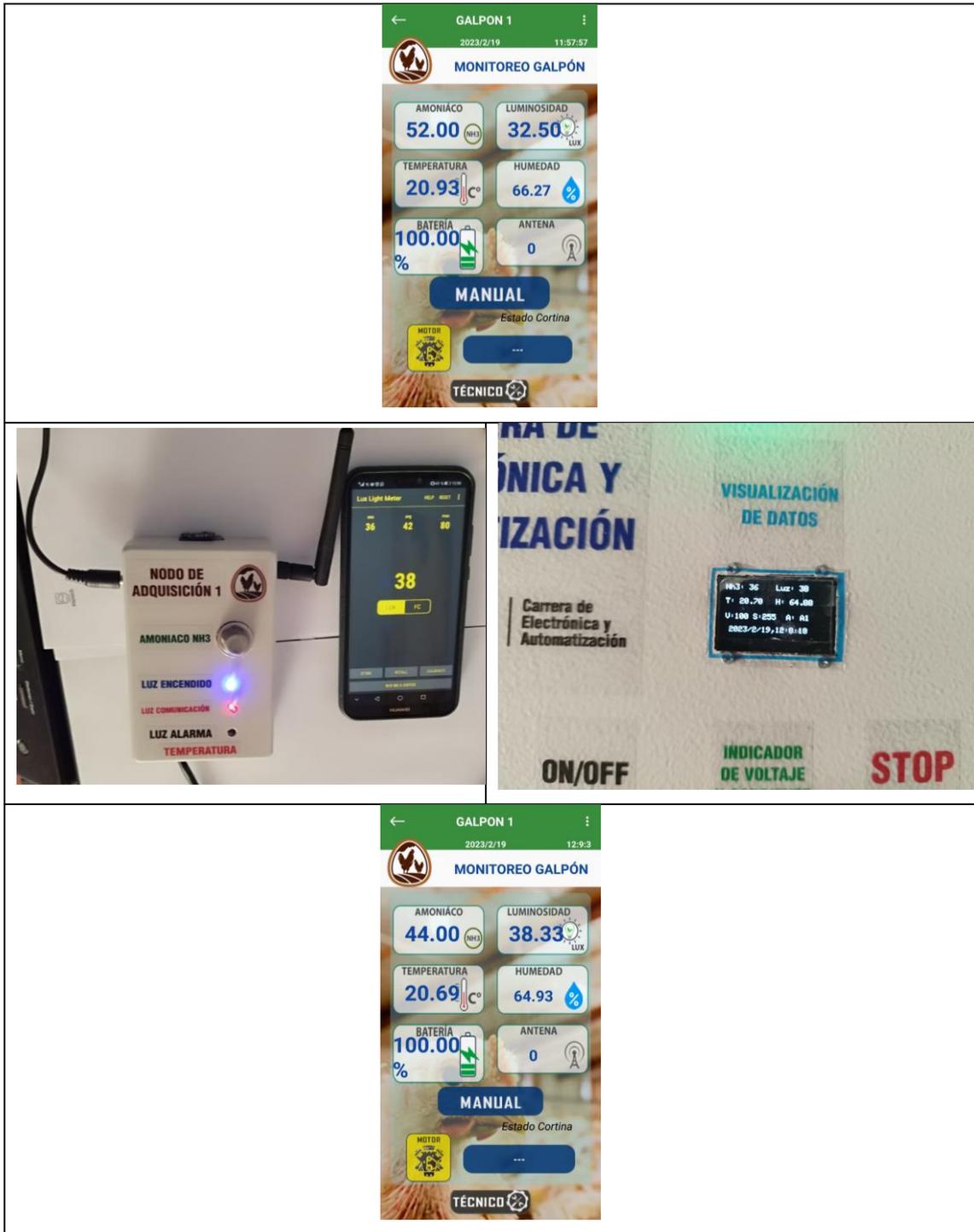


Figura 10-4: Aplicación móvil, pantalla caja de control y aplicación “POLLIOT”

Realizado por: Camacho, M. 2023

Tabla 5-4: Error relativo porcentual del sensor de luz GY-302 BH1750

Número de Muestras	Luminosidad referencial de la App [Lx]	Luminosidad medida por el sensor GY-302 BH1750	Error Absoluto	Error Relativo (%)
1	33	32,5	0,5	1,52
2	38	38,33	0,33	0,87

3	42	41,67	0,33	0,79
4	40	40	0	-
5	36	35,83	0,17	0,47
6	35	35	0	-
7	32	31,67	0,33	1,03
8	31	30,83	0,17	0,55
9	30	30	0	-
10	28	28,33	0,33	1,18
11	171	170,83	0,17	0,10
12	172	171,67	0,33	0,19
13	172	172,5	0,17	0,10
14	174	174,17	0,17	0,10
15	178	178,33	0,33	0,19
16	186	185,83	0,17	0,09
17	157	156,67	0,33	0,21
18	200	200	0	-
19	145	145	0	-
20	223	223,33	0,33	0,15
21	145	145	0	-
22	205	205	0	-
23	223	223,33	0,33	0,15
24	222	222,5	0,5	0,23
25	177	176,67	0,33	0,19
26	219	219,17	0,17	0,08
27	177	176,67	0,33	0,19
28	157	156,67	0,33	0,21
29	169	169,17	0,17	0,10
30	186	185,83	0,17	0,09

Realizado por: Camacho, M. 2023

De acuerdo a la tabla 5-4, la validación del sensor de luminosidad está determinado por el porcentaje máximo de error relativo entre la medida de luminosidad medida por la aplicación u la lectura de luminosidad determinada por el sensor GY-302 BHT1750 es igual a 1,52%, lo que significa de acuerdo a los análisis a los parámetros de análisis de datos experimentales detallados con anterioridad y debido a los valores están dentro del rango de tolerancia de $\pm 20\%$, el estándar de calidad de los resultados experimentales es: “muy bueno”. Teniendo en cuenta que el error absoluto máximo de medición es de 0,5 podemos decir que el sensor no agrega algún error al sistema.

4.3.6. Prueba de repetibilidad del sensor de luz GY-302 BH1750

Para la prueba de repetibilidad se tomó una muestra de 10 datos de luminosidad establecidos por el sensor GY-302 BH1750. Con estos datos se obtiene la media, desviación estándar y el coeficiente de variación. La figura 11-4 indica la prueba de repetibilidad del sensor de luz.



Figura 11-4: Prueba de repetibilidad del sensor de luz

Realizado por: Camacho, M. 2023

Tabla 6-4: Coeficiente de variación obtenidos por el sensor GY-302 BH1750

Muestra	Fecha y hora	Luminosidad referencial de la APP (Lx)	Luminosidad medida por el sensor GY-302 BH1750
1	03/02/2023 - 15:48:49	237	237,5
2	03/02/2023 - 15:54:16	239	238,67
3	03/02/2023 - 15:59:44	230	230,17
4	03/02/2023 - 16:05:12	136	135,83
5	03/02/2023 - 16:10:40	137	137,5
6	03/02/2023 - 16:16:08	156	156,13
7	03/02/2023 - 16:21:37	197	197,5
8	03/02/2023 - 16:27:08	235	235
9	03/02/2023 - 16:32:36	203	203
10	03/02/2023 - 16:38:06	193	193
Media			196,43
Desviación estándar			40,72
Coeficiente de variación (%)			0,21

Realizado por: Camacho, M. 2023

En la tabla x-4 se muestra un coeficiente de variación de 0,21%. En relación al análisis utilizado se considera que los datos de las muestras tienen poca variación por lo que el sensor es estable.

4.4. Prueba 2: Resultados del estudio del galpón

En este apartado se realizó el estudio de temperatura y amoníaco que existe dentro del galpón, por lo que se consideró las medidas del galpón, cuantas gallinas ponedoras existen dentro del galpón, la ventilación de gases dentro del galpón y cada cuanto se limpia el galpón, todos estos parámetros ya descritas con anterioridad. Para la toma de muestras dentro del galpón se lo secciona en tres

niveles, que son las siguientes: frontal, central y posterior, esto se realizó para poder obtener los niveles máximos de temperatura y amoniaco dentro del galpón y poder ubicar nuestros nodos de adquisición. Además, se toman valores de temperatura y amoniaco cuando el galpón tiene las cortinas abiertas y cerradas, con la finalidad de poder demostrar que el sistema cumple su propósito.

Se tomo 30 muestras de cada sensor (Temperatura y amoniaco) registrando los datos en tablas para poder considerar el promedio de estos datos y la gráfica de las mismas, demostrando cual es el sector con mayor temperatura y con mayor concentración de niveles de amoniaco. Para la prueba de las cortinas abiertas y cerradas se tomaron 10 muestras en un lapso corto de tiempo, debido a que el galpón tiene una gran producción de huevos y cerrar las cortinas para que se acumule gases será perjudicial para las gallinas. Se programo al control automático del motor que abra las cortinas del galpón para poder tomar los resultados.

4.4.1. Nivel frontal del galpón

Los nodos de adquisición están ubicados en la parte frontal del galpón para poder medir los niveles de temperatura y amoniaco, estos datos son tomados cada 20 minutos y son registrados en una tabla para poder realizar la media de cada uno.

En la figura 12-4 se observa los nodos de adquisición ubicados en la parte frontal del galpón.



Figura 12-4: Nodos de adquisicion parte frontal del galpón

Realizado por: Camacho, M. 2023

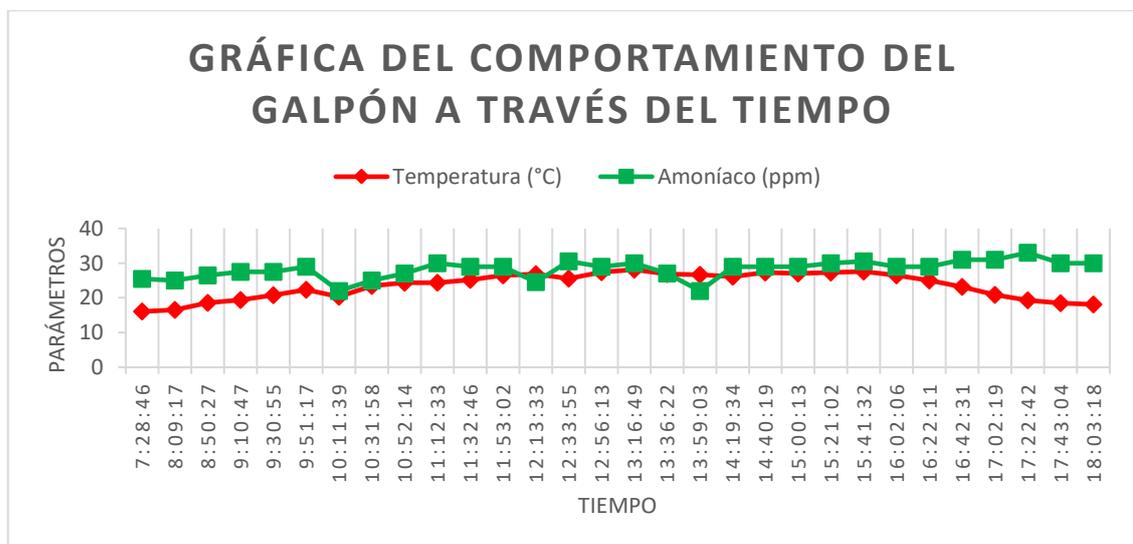
Tabla 7-4: Muestra de datos de temperatura y amoniaco del frente del galpon

Número de Muestras	Fecha	Hora	Temperatura (°C)	Amoniaco (ppm)
1	04/02/2023	7:28:46	16,05	25,5
2	04/02/2023	8:09:17	16,59	25
3	04/02/2023	8:50:27	18,57	26,5
4	04/02/2023	9:10:47	19,39	27,5
5	04/02/2023	9:30:55	20,8	27,5

6	04/02/2023	9:51:17	22,31	29
7	04/02/2023	10:11:39	20,31	22
8	04/02/2023	10:31:58	23,42	25
9	04/02/2023	10:52:14	24,37	27
10	04/02/2023	11:12:33	24,32	30
11	04/02/2023	11:32:46	25,19	29
12	04/02/2023	11:53:02	26,5	29
13	04/02/2023	12:13:33	26,83	24,5
14	04/02/2023	12:33:55	25,54	30,5
15	04/02/2023	12:56:13	27,43	29
16	04/02/2023	13:16:49	28,13	30
17	04/02/2023	13:36:22	26,83	27
18	04/02/2023	13:59:03	26,66	22
19	04/02/2023	14:19:34	26,15	29
20	04/02/2023	14:40:19	27,3	29
21	04/02/2023	15:00:13	27,05	29
22	04/02/2023	15:21:02	27,32	30
23	04/02/2023	15:41:32	27,56	30,5
24	04/02/2023	16:02:06	26,52	29
25	04/02/2023	16:22:11	25,05	29
26	04/02/2023	16:42:31	23,16	31
27	04/02/2023	17:02:19	20,86	31
28	04/02/2023	17:22:42	19,33	33
29	04/02/2023	17:43:04	18,51	30
30	04/02/2023	18:03:18	18,12	30
Promedio			23,54	28,22

Realizado por: Camacho, M. 2023

En la tabla 7-4 se puede observar que la temperatura del nivel frontal del galpón como promedio es de 23,54 °C y los niveles de amoníaco son de 28,22 ppm. Los datos son registrados cada 20 minutos para poder tener valores mas exactos del ambiente del galpón.



Gráfica 1-4: Comportamiento del galpón a través del tiempo

Realizado por: Camacho, M. 2023

En la gráfica 1-4 se puede observar que la temperatura llega a su máximo cuando alcanza el rango entre 12:30 y 13:30 pm que es en donde el sol está en su punto más alto. El amoníaco muestra niveles bajos de concentración en ciertas horas por lo que se puede decir que a esas horas existe una mejor ventilación.

4.4.2. Nivel central del galpón

Se ubicaron los nodos de adquisición en el nivel central del galpón con la finalidad de poder medir la temperatura y los niveles de amoníaco, estos datos se tomaron con un tiempo de 20 minutos para poder ver la variación de la temperatura y los niveles de amoníaco con respecto al tiempo.

En la figura 13-4 se observa la ubicación de los nodos de adquisición, en este caso en la parte central del galpón.



Figura 13-4: Nodos de adquisición ubicados en el centro del galpón

Realizado por: Camacho, M. 2023

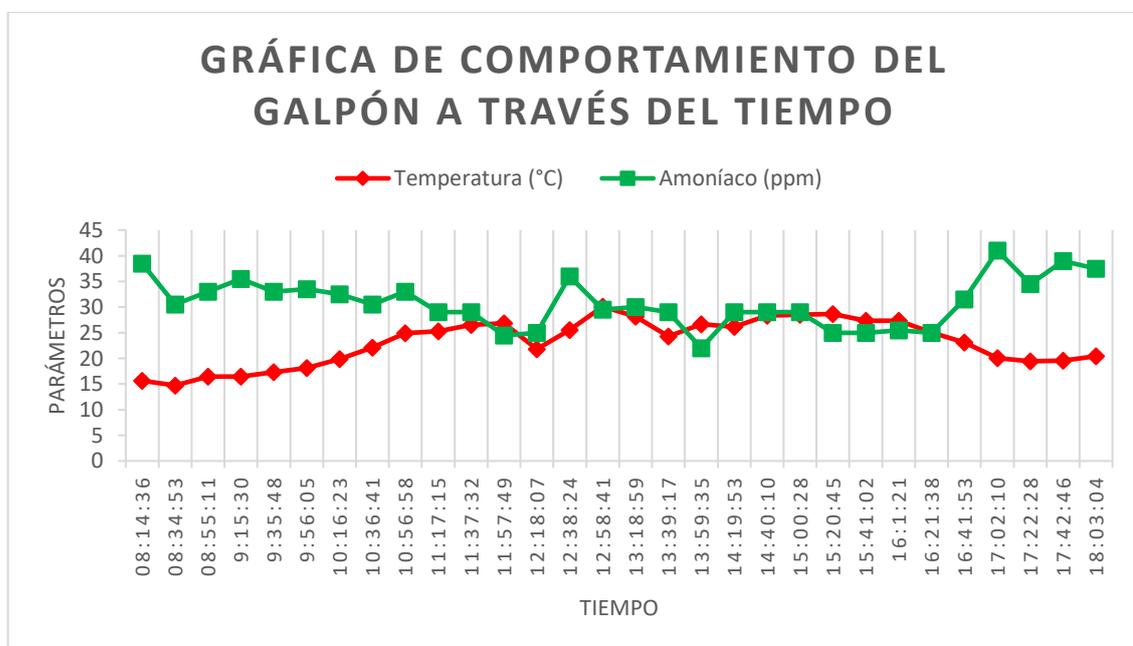
Tabla 8-4: Datos de temperatura y amoníaco del centro del galpón

Número de Muestras	Fecha	Hora	Temperatura (°C)	Amoníaco (ppm)
1	05/02/2023	08:14:36	15,67	38,5
2	05/02/2023	08:34:53	14,73	30,5
3	05/02/2023	08:55:11	16,45	33
4	05/02/2023	9:15:30	16,48	35,5
5	05/02/2023	9:35:48	17,31	33
6	05/02/2023	9:56:05	18,14	33,5
7	05/02/2023	10:16:23	19,88	32,5
8	05/02/2023	10:36:41	22,1	30,5
9	05/02/2023	10:56:58	24,94	33
10	05/02/2023	11:17:15	25,29	29
11	05/02/2023	11:37:32	26,5	29
12	05/02/2023	11:57:49	26,83	24,5
13	05/02/2023	12:18:07	21,8	25

14	05/02/2023	12:38:24	25,54	36
15	05/02/2023	12:58:41	30,1	29,5
16	05/02/2023	13:18:59	28,13	30
17	05/02/2023	13:39:17	24,28	29
18	05/02/2023	13:59:35	26,66	22
19	05/02/2023	14:19:53	26,15	29
20	05/02/2023	14:40:10	28,32	29
21	05/02/2023	15:00:28	28,5	29
22	05/02/2023	15:20:45	28,66	25
23	05/02/2023	15:41:02	27,32	25
24	05/02/2023	16:1:21	27,36	25,5
25	05/02/2023	16:21:38	25,05	25
26	05/02/2023	16:41:53	23,09	31,5
27	05/02/2023	17:02:10	20,07	41
28	05/02/2023	17:22:28	19,42	34,5
29	05/02/2023	17:42:46	19,55	39
30	05/02/2023	18:03:04	20,46	37,5
Promedio			23,16	30,83

Realizado por: Camacho, M. 2023

En la tabla 8-4 se puede observar los datos adquiridos por los sensores de los nodos de adquisición que están ubicados en el nivel central del galpón, estos datos son registrados cada 20 minutos con el fin de realizar un promedio más exacto. El promedio del total de muestras registradas por el sensor de temperatura es de 23,16°C y el nivel de amoníaco es de 30,83 ppm, en el centro del galpón.



Gráfica 2-4: Comportamiento del galpón a través del tiempo

Realizado por: Camacho, M. 2023

En la gráfica 2-4 se puede observar que la temperatura máxima que alcanza dentro del ambiente del galpón en la parte central es entre las 12:00 pm y 13:00 pm donde se encuentra el sol en su

punto más alto. Sin embargo, el amoníaco se mantiene constante a lo largo del tiempo entre 20 y 40 ppm, donde su punto más alto es alcanzado aproximadamente a las 17:00 pm con 41 ppm.

4.4.3. Nivel posterior del galpón

Se ubicaron los nodos de adquisición en la parte posterior del galpón, para poder medir las concentraciones de temperatura y amoníaco que existen, los datos se van a registrar en una tabla con relación al tiempo, se van a tomar los datos cada 20 minutos. En la figura 14-4 se observa la ubicación de los nodos de adquisición en la parte posterior del galpón.



Figura 14-4: Nodos de adquisición ubicados en el posterior del galpón

Realizado por: Camacho, M. 2023

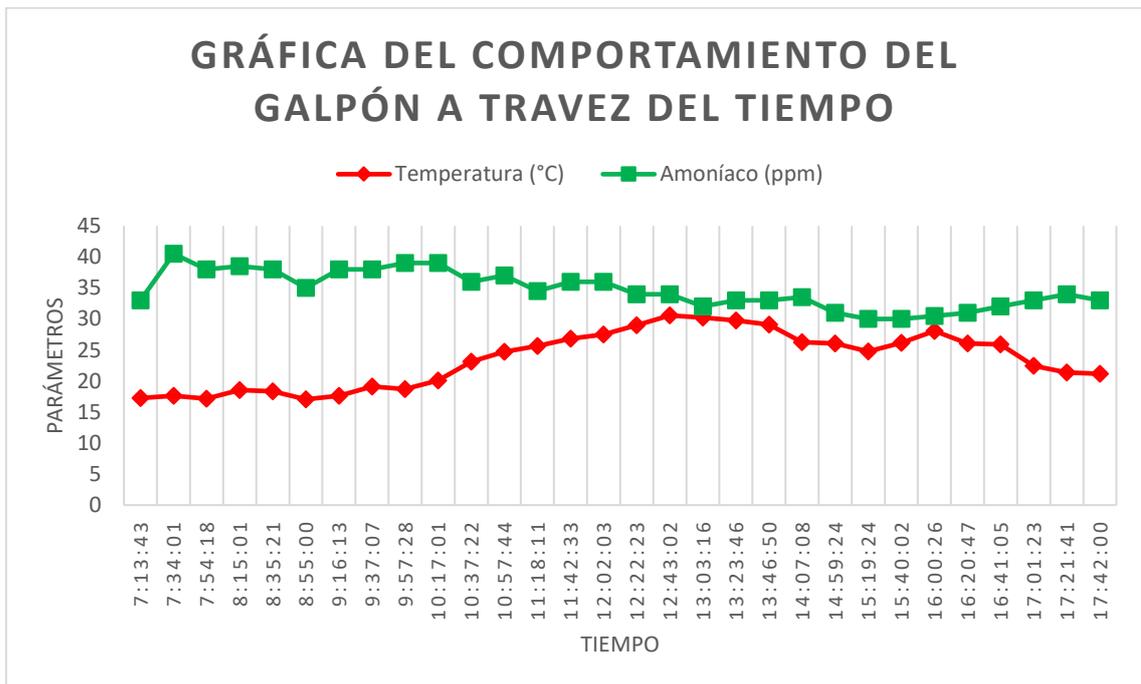
Tabla 9-4: Datos de temperatura y amoníaco en la parte posterior del galpón

Número de Muestras	Fecha	Hora	Temperatura (°C)	Amoníaco (ppm)
1	06/02/2023	7:13:43	17,24	33
2	06/02/2023	7:34:01	17,63	40,5
3	06/02/2023	7:54:18	17,14	38
4	06/02/2023	8:15:01	18,56	38,5
5	06/02/2023	8:35:21	18,33	38
6	06/02/2023	8:55:00	17,05	35
7	06/02/2023	9:16:13	17,62	38
8	06/02/2023	9:37:07	19,13	38
9	06/02/2023	9:57:28	18,72	39
10	06/02/2023	10:17:01	20,1	39
11	06/02/2023	10:37:22	23,12	36
12	06/02/2023	10:57:44	24,73	37
13	06/02/2023	11:38:11	25,65	34,5
14	06/02/2023	11:58:33	26,83	36
15	06/02/2023	12:18:03	27,5	36
16	06/02/2023	12:38:23	29,01	34

17	06/02/2023	12:58:02	30,56	34
18	06/02/2023	13:19:16	30,23	32
19	06/02/2023	13:39:46	29,76	33
20	06/02/2023	13:59:50	29,08	33
21	06/02/2023	14:20:08	26,25	33,5
22	06/02/2023	14:40:24	26,03	31
23	06/02/2023	15:00:24	24,76	30
24	06/02/2023	15:20:02	26,18	30
25	06/02/2023	15:40:02	28,05	30,5
26	06/02/2023	16:00:47	26,07	31
27	06/02/2023	16:21:05	25,92	32
28	06/02/2023	16:41:23	22,47	33
29	06/02/2023	17:01:41	21,35	34
30	06/02/2023	17:22:00	21,15	33
Promedio			23,54	34,68

Realizado por: Camacho, M. 2023

En la tabla 9-4 se puede observar los datos de los sensores de temperatura y amoníaco que se encuentran ubicados en el nivel posterior del galpón, la temperatura tiene un promedio de 23,54 °C mientras que el amoníaco tiene un promedio de 34,68 ppm, es decir, que en la parte posterior existe una mayor concentración de amoníaco.



Gráfica 3-4: Comportamiento del galpón a través del tiempo

Realizado por: Camacho, M. 2023

En la gráfica 3-4 se observa que los niveles de amoníaco son altos en el nivel posterior del galpón y que se mantiene en su mayoría en el rango de 30 a 40 ppm, mientras que la temperatura como se ha observado en anteriores graficas se mantiene con la misma tendencia, la temperatura llega a su máximo cuando llega al rango entre 12:30 pm y las 13:30 pm.

4.4.4. Resultados en la noche

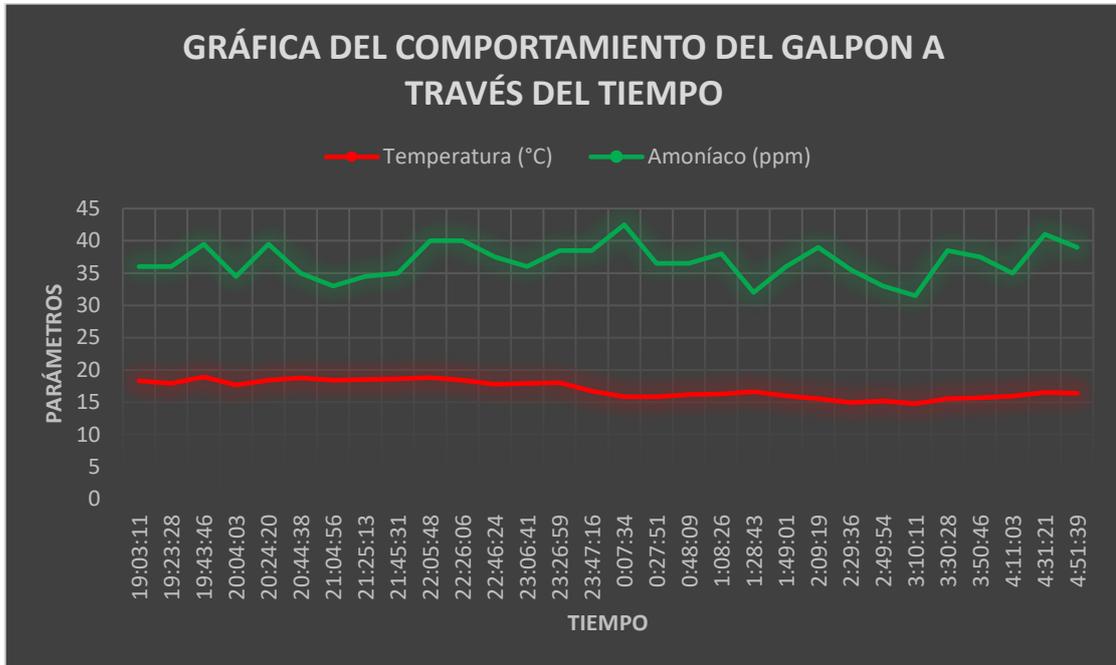
Se obtienen datos de los nodos de adquisición cuando no existe luz solar, es decir, desde las 19:00:00 pm hasta las 06:00:am, son guardados en la base de datos para poder ser analizados. Se toman 30 datos en un tiempo de 20 minutos, los nodos de adquisición se encuentran ubicados en el nivel central y posterior, debido a que en el estudio del galpón realizado anteriormente se obtuvo temperaturas y niveles de amoníaco más concentrados. En la tabla 7-4 se observa los datos de los nodos de adquisición cuando esta de noche.

Tabla 10-4: Datos de los nodos de adquisición cuando esta de noche

Número de Muestras	Fecha	Hora	Temperatura (°C)	Amoníaco (ppm)
1	05/02/2023	19:03:11	18,3	36
2	05/02/2023	19:23:28	17,92	36
3	05/02/2023	19:43:46	18,91	39,5
4	05/02/2023	20:04:03	17,66	34,5
5	05/02/2023	20:24:20	18,41	39,5
6	05/02/2023	20:44:38	18,75	35
7	05/02/2023	21:04:56	18,41	33
8	05/02/2023	21:25:13	18,51	34,5
9	05/02/2023	21:45:31	18,62	35
10	05/02/2023	22:05:48	18,78	40
11	05/02/2023	22:26:06	18,43	40
12	05/02/2023	22:46:24	17,75	37,5
13	05/02/2023	23:06:41	17,91	36
14	05/02/2023	23:26:59	17,99	38,5
15	05/02/2023	23:47:16	16,74	38,5
16	06/02/2023	0:07:34	15,84	42,5
17	06/02/2023	0:27:51	15,85	36,5
18	06/02/2023	0:48:09	16,18	36,5
19	06/02/2023	1:08:26	16,28	38
20	06/02/2023	1:28:43	16,62	32
21	06/02/2023	1:49:01	15,97	36
22	06/02/2023	2:09:19	15,54	39
23	06/02/2023	2:29:36	14,94	35,5
24	06/02/2023	2:49:54	15,19	33
25	06/02/2023	3:10:11	14,77	31,5
26	06/02/2023	3:30:28	15,56	38,5
27	06/02/2023	3:50:46	15,67	37,5
28	06/02/2023	4:11:03	15,95	35
29	06/02/2023	4:31:21	16,51	41
30	06/02/2023	4:51:39	16,38	39
Promedio			17,01	36,83

Realizado por: Camacho, M. 2023

En la tabla 10-4 se observa los datos del promedio de la temperatura es de 17,01°C mientras que los de amoníaco son de 36,83 ppm, lo que nos dice que el amoníaco está más concentrado dentro del galpón y esto se debe a que la cortina se encuentra cerrada. El nivel más alto de concentración de amoníaco es de 40 ppm lo que nos dice que esta concentración es perjudicial para la salud.



Gráfica 4-4: Comportamiento del galpón a través del tiempo

Realizado por: Camacho, M. 2023

En la gráfica 4-4 se observa los datos de temperatura y amoníaco obtenidos en la noche, por lo que los niveles de amoníaco aumentan en la noche debido a que las cortinas están cerradas, mientras que la temperatura decae por la baja concentración de calor. Además, se debe de tomar en cuenta que debido a que el galpón está ubicado en la región Sierra las temperaturas en la noche son bajas y a pesar de eso dentro del galpón se mantiene cálido.

4.4.5. Comparativa de resultados

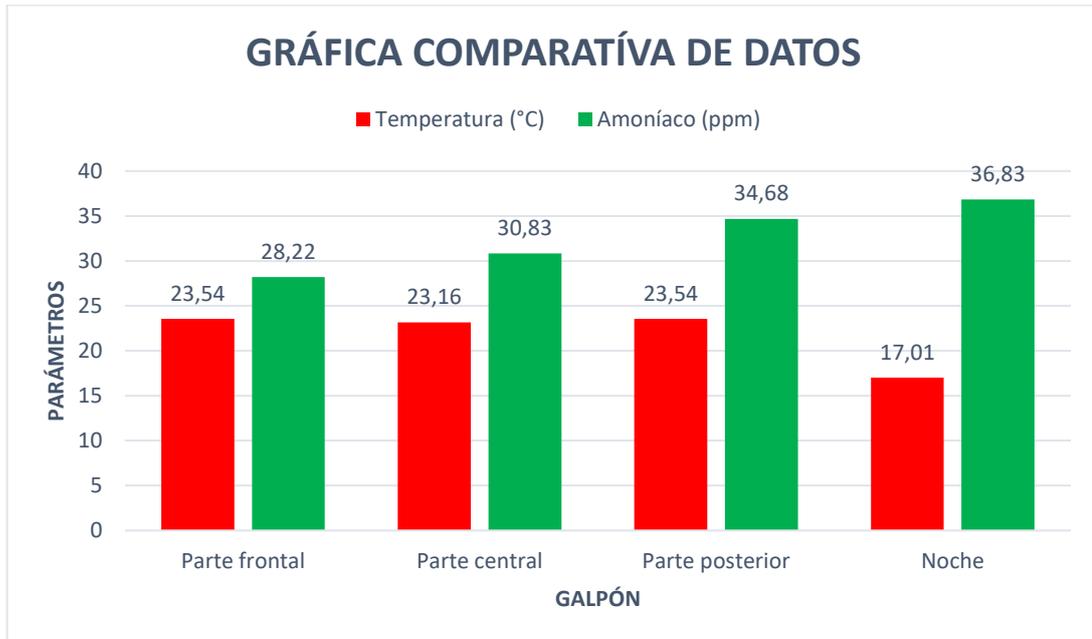
En esta parte se compara los resultados obtenidos de los diferentes niveles del galpón cuando las cortinas se encuentran abiertas y los resultados de la noche del galpón cuando las cortinas están cerradas. Cabe mencionar que para abrir y cerrar las cortinas se utiliza el control automático del motor y así poder obtener los resultados esperados. En la tabla 11-4 se indica la comparativa de datos del galpón.

Tabla 11-4: Tabla comparativa de datos del galpón

Parámetros	Temperatura (°C)	Amoníaco (ppm)
Galpón		

Parte frontal	23,54	28,22
Parte central	23,16	30,83
Parte posterior	23,54	34,68
Noche	17,01	36,83

Realizado por: Camacho, M. 2023



Gráfica 5-4: Gráfica comparativa del galpón

Realizado por: Camacho, M. 2023

En la gráfica 5-4 se puede observar que la temperatura de las tres partes del galpón no varía significativamente, en dos de tres de ellas tienen una temperatura constante mientras que en la otra tiene un margen de diferencia de 0,38 °C que es muy pequeño para considerar. En el amoníaco si podemos ver diferencia, por lo que se dice que en la parte central y posterior existe mayores concentraciones de amoníaco. En la noche existe una mayor concentración de amoníaco mientras que la temperatura cae, esto se debe a que las cortinas se encuentran cerradas debido al control automático del motor. El estudio realizado al galpón nos dice que los nodos de adquisición deben ubicarse en el nivel central y posterior del galpón, ya que en esa parte existen mayores concentraciones de gases.

4.4.6. Luminosidad

La luz que entra al galpón se la estudia cuando los nodos de adquisición de datos se encuentran ubicados en los niveles del galpón con mayor concentración de temperatura y amoníaco. Se toman 30 muestras en un lapso de 20 minutos a diferentes horas del día para poder obtener datos de los niveles de luz. Este estudio se lo realiza con la finalidad de poder cerrar las cortinas a la hora

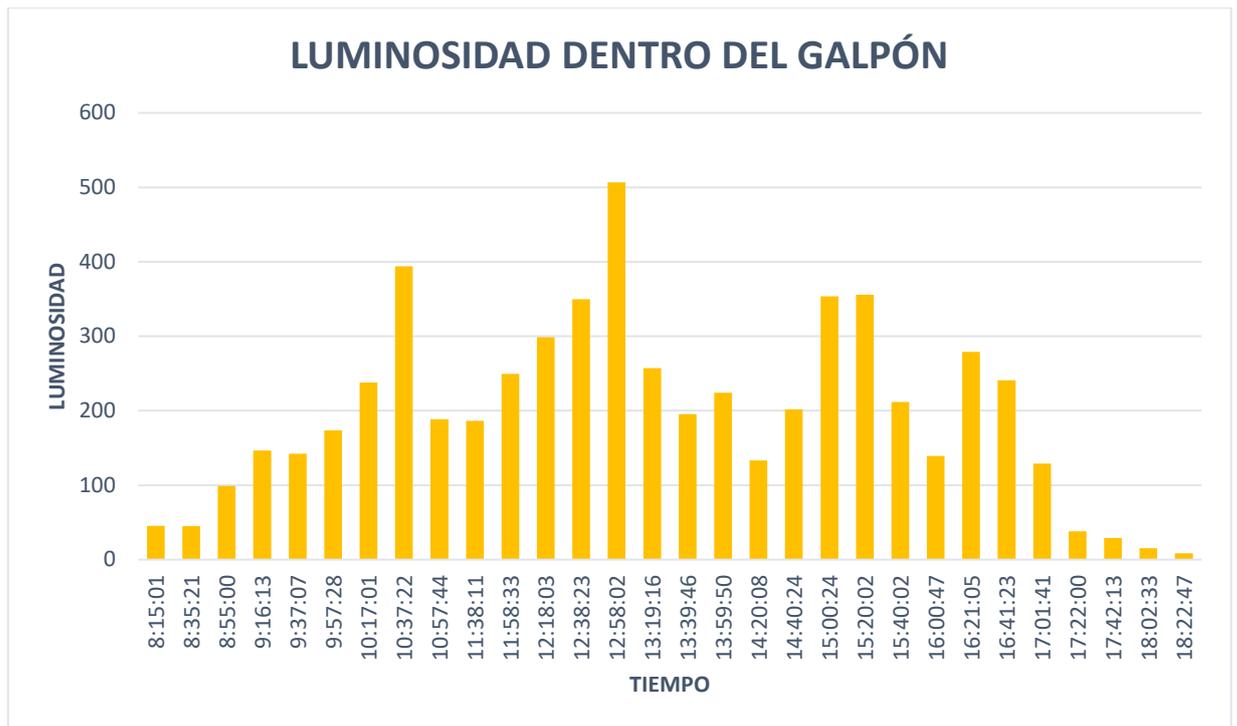
apropiada, es decir, el nivel de luz que entra a las 18:00 pm para que se cierren las cortinas automáticamente. En la tabla 12-4 se presenta los niveles de luz dentro del galpón.

Tabla 12-4: Datos de luminosidad dentro del galpón

Número de Muestras	Fecha	Hora	Luminosidad (Lux)
1	06/02/2023	8:15:01	45,42
2	06/02/2023	8:35:21	45
3	06/02/2023	8:55:00	98,75
4	06/02/2023	9:16:13	146,67
5	06/02/2023	9:37:07	142,08
6	06/02/2023	9:57:28	173,33
7	06/02/2023	10:17:01	237,92
8	06/02/2023	10:37:22	393,75
9	06/02/2023	10:57:44	188,33
10	06/02/2023	11:38:11	186,35
11	06/02/2023	11:58:33	249,58
12	06/02/2023	12:18:03	298,75
13	06/02/2023	12:38:23	349,86
14	06/02/2023	12:58:02	506,57
15	06/02/2023	13:19:16	257,08
16	06/02/2023	13:39:46	195,42
17	06/02/2023	13:59:50	224,17
18	06/02/2023	14:20:08	133,33
19	06/02/2023	14:40:24	201,67
20	06/02/2023	15:00:24	353,75
21	06/02/2023	15:20:02	355,83
22	06/02/2023	15:40:02	211,67
23	06/02/2023	16:00:47	139,17
24	06/02/2023	16:21:05	279,17
25	06/02/2023	16:41:23	240,83
26	06/02/2023	17:01:41	128,75
27	06/02/2023	17:22:00	37,92
28	06/02/2023	17:42:13	29,17
29	06/02/2023	18:02:33	15,42
30	06/02/2023	18:22:47	8,33

Realizado por: Camacho, M. 2023

Los datos de la tabla 12-4 indica que a las 18:02:33pm se obtuvo una luminosidad de 15,42 lux por lo que, para cerrar las cortinas del galpón, se toma este dato como valor de referencia. La grafica 6-4 señala que el nivel de luminosidad más alto que entra al galpón es de 506,57 lux a las 12:58:02pm, por lo que las cortinas solo se cerraran cuando llegue al nivel más bajo.



Gráfica 6-4: Luminosidad

Realizado por: Camacho, M. 2023

4.5. Prueba 3: Supervisión del sistema IoT

A continuación, se presenta los resultados de la supervisión de los parámetros químicos (Temperatura, amoníaco, luz) mediante la aplicación móvil “POLLIoT”, la cual cuenta con monitoreo en tiempo real, alarmas de notificaciones.

4.5.1. Monitoreo en tiempo real

El objetivo de estas pruebas es verificar cuanto es el tiempo que se demora en enviar los datos de los sensores desde el módulo SIM800L hasta la aplicación móvil “POLLIoT” para lo cual se toma 5 muestras en un tiempo de 5 minutos, los datos enviados se comparan con el tiempo de envío. En la figura 15-4 se presenta el envío de datos a la Firebase y el tiempo cronometrado.



Figura 15-4: Envío de datos a la Firebase y el tiempo cronometrado

Realizado por: Camacho, M. 2023

Tabla 13-4: Muestras de los datos enviados para el monitoreo en tiempo real

Número de muestras	Hora de envío	Hora de llegada	Tiempo demora (min)
1	20:17:14	20:18:30	1,15
2	20:23:28	20:24:30	1
3	20:29:27	20:30:40	1,13
4	20:35:39	20:37:24	1,43
5	20:42:20	20:43:19	0,55
Media			1,052

Realizado por: Camacho, M. 2023

En la tabla 13-4 se obtiene la media de todas las muestras expuestas, por lo que se muestra que tiene un tiempo de latencia de 1,052 minutos, el tiempo de retardo máximo que se registra para el envío de datos es de 1,43 minutos y el mínimo es de 0,55 segundos, por lo que podemos decir que el envío de datos va a tener una demora de entre 0,50 segundos a 2 minutos, hasta llegar la información a la aplicación “POLLIoT”, este tiempo de latencia no representa una demora considerable.

4.5.2. Alarmas de notificaciones

Para las alarmas de aviso se realizó notificaciones dentro de la aplicación que nos informa cuando los niveles de temperatura, amoníaco y luz estén fuera de su rango. Para cuando la temperatura tome valores mayores a 25°C y menores a 14°C se enviará una notificación. Estos datos se obtuvieron debido al estudio del galpón y a los rangos óptimos de temperatura para las gallinas ponedoras. En el caso de que la temperatura exceda los 25°C las cortinas se abrirán. En la figura 16-4 se muestra las notificaciones.



Figura 16-4: Notificación de temperatura alta y baja

Realizado por: Camacho, M. 2023

Para los niveles de amoníaco los rangos óptimos que rigen los niveles para las gallinas ponedoras y según los datos obtenidos en el estudio del galpón se colocó un nivel de 20 ppm, con la finalidad de que envíe una notificación de alarma mostrando que los niveles superan al recomendado y se procederá a abrir las cortinas. La luminosidad tiene una notificación para cuando se cierre las cortinas del galpón, según los datos expuestos en el estudio del galpón la cortina se cerrará a las 18:00 pm, por lo que se coloca un valor bajo de referencia de 15 lux en su respectiva hora. En la figura 17-4 se presenta la notificación del nivel alto de amoníaco y la luminosidad a nivel bajo.



Figura 17-4: Notificación del nivel alto de amoníaco y la luminosidad a nivel bajo

Realizado por: Camacho, M. 2023

4.6. Prueba 4: Control del sistema

En este apartado se presentan dos tipos de resultados para el control de parámetros químicos del ambiente del galpón, el primero es cuando las cortinas se encuentran cerradas y el segundo es cuando las cortinas están totalmente abiertas. Demostrando que el sistema si controla la temperatura y niveles de amoníaco dentro del galpón.

4.6.1. Resultados con las cortinas cerradas

En este apartado se obtendrá datos de los nodos de adquisición y del control automático del motor, por lo que para probar el funcionamiento del control de parámetros químicos dentro del galpón se procederá a realizar un registro de datos del ambiente del galpón cuando las cortinas están cerradas y la temperatura y amoníaco están más concentrados, es decir, entre la hora de las 12:30 pm a las 13:30 pm debido a que en este punto el galpón tiende a acumular más calor, así se definió debido a los resultados obtenidos con anterioridad. Para el cierre de las cortinas se procederá a utilizar el modo manual o la botonera con la finalidad de obtener los datos cuando las cortinas

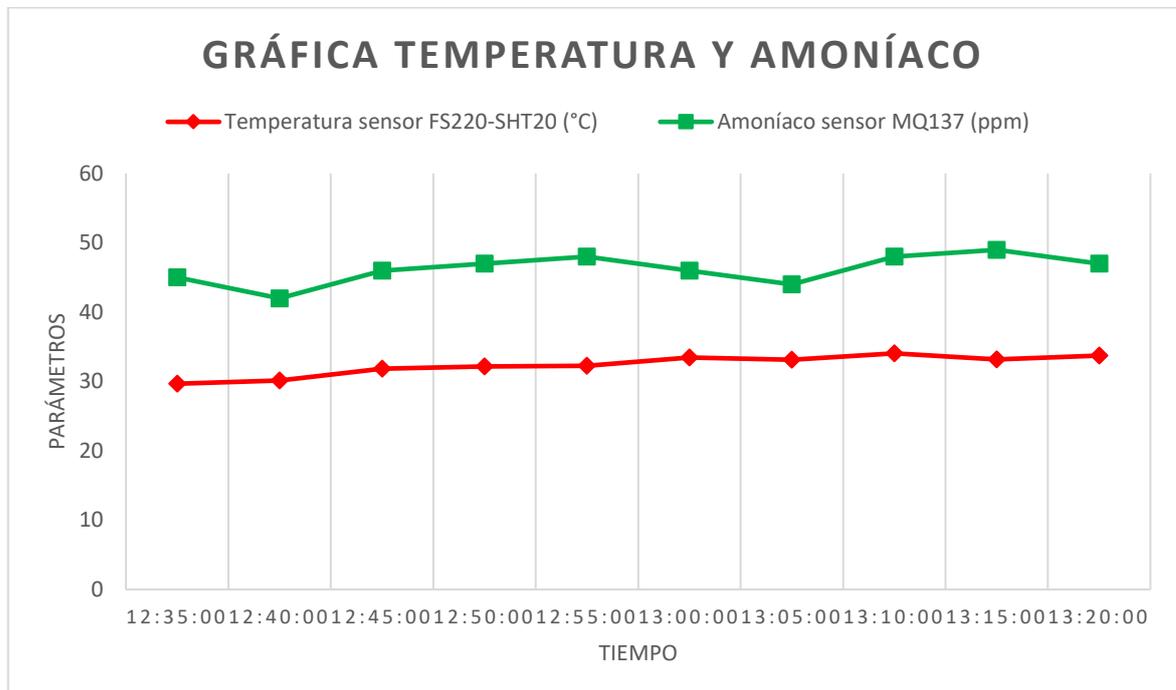
están totalmente cerradas. Debido a que es un galpón que produce huevos comerciales se tomó una muestra de 10 datos dentro de una hora, para no afectar el ambiente del galpón.

Tabla 14-4: Datos de las cortinas cerradas

Muestra	Fecha	Fecha y hora	Temperatura sensor FS220-SHT20 (°C)	Amoníaco sensor MQ137 (ppm)
1	07/02/2023	12:35:00	29,68	45
2	07/02/2023	12:40:00	30,13	42
3	07/02/2023	12:45:00	31,83	46
4	07/02/2023	12:50:00	32,18	47
5	07/02/2023	12:55:00	32,27	48
6	07/02/2023	13:00:00	33,45	46
7	07/02/2023	13:05:00	33,13	44
8	07/02/2023	13:10:00	34,06	48
9	07/02/2023	13:15:00	33,18	49
10	07/02/2023	13:20:00	33,72	47

Realizado por: Camacho, M. 2023

Como se puede observar en la tabla 14-4 la temperatura y niveles de amoníaco con las cortinas cerradas sobre pasan los valores normales dentro del galpón, por lo que se debe de considerar que el galpón debe de mantener las cortinas abiertas en todo el transcurso del día. Se alcanza una temperatura máxima de 34,06°C y 49 ppm de amoníaco máximo dentro del galpón. En la Gráfica 6-4 se muestra la gráfica de temperatura y amoníaco.



Gráfica 7-4: Temperatura y amoníaco con las cortinas cerradas

Realizado por: Camacho, M. 2023

En la gráfica 7-4 se observa la temperatura y los niveles de amoníaco máximo que existen dentro del galpón cuando la cortina esta cerra, por lo que se puede apreciar que en esa respectiva hora la temperatura y amoníaco suben considerablemente.

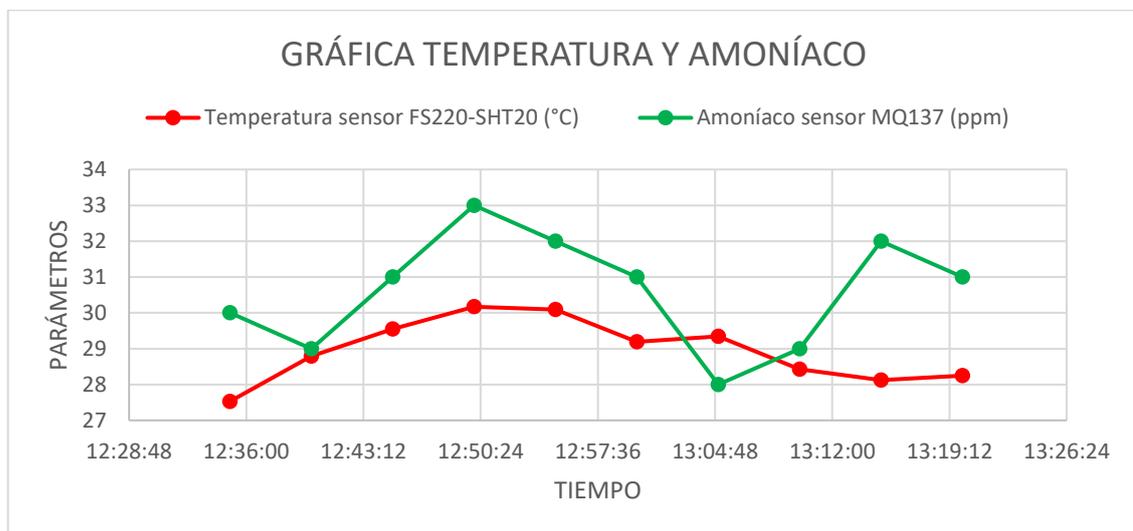
4.6.2. Resultados de las cortinas abiertas

En el siguiente aparatado se toma datos del ambiente del galpón cuando las cortinas se encuentran totalmente cerradas, permitiendo verificar si controla los parámetros químicos del ambiente del galpón. Se toma 10 muestras en un tiempo de 5 minutos durante las 12:30 pm hasta la 13:30 pm que es la hora en donde se encuentra más acumulación de temperatura y amoníaco.

Tabla 15-4: Datos de las cortinas abiertas

Muestra	Fecha	Fecha y hora	Temperatura sensor FS220-SHT20 (°C)	Amoníaco sensor MQ137 (ppm)
1	08/02/2023	12:35:00	27,53	30
2	08/02/2023	12:40:00	28,79	29
3	08/02/2023	12:45:00	29,55	31
4	08/02/2023	12:50:00	30,17	33
5	08/02/2023	12:55:00	30,09	32
6	08/02/2023	13:00:00	29,19	31
7	08/02/2023	13:05:00	29,34	28
8	08/02/2023	13:10:00	28,43	29
9	08/02/2023	13:15:00	28,12	32
10	08/02/2023	13:20:00	28,25	31

La tabla 15-4 indica que el valor de temperatura máximo es de 30,17 °C mientras que el valor de amoníaco máximo es de 33 ppm, esto nos dice que con respecto a los valores de las cortinas cerradas existe una disminución de la temperatura y amoníaco del ambiente del galpón cuando las cortinas son abiertas, permitiendo el control de los parámetros.



Gráfica 8-4: Temperatura y amoníaco con las cortinas abiertas

Realizado por: Camacho, M. 2023

La grafica 8-4 indica que los valores de temperatura bajan cuando se abren las cortinas para ventilar el ambiente del galpón, por lo que podemos decir que si controlar los parámetros químicos.

4.6.3. Modo manual

Para esta prueba se utiliza la botonera que indica el modo manual, el botón superior indicara que la cortina está subiendo y el botón inferior indicara que la cortina está bajando. La figura 18-4 indica el modo manual del sistema.

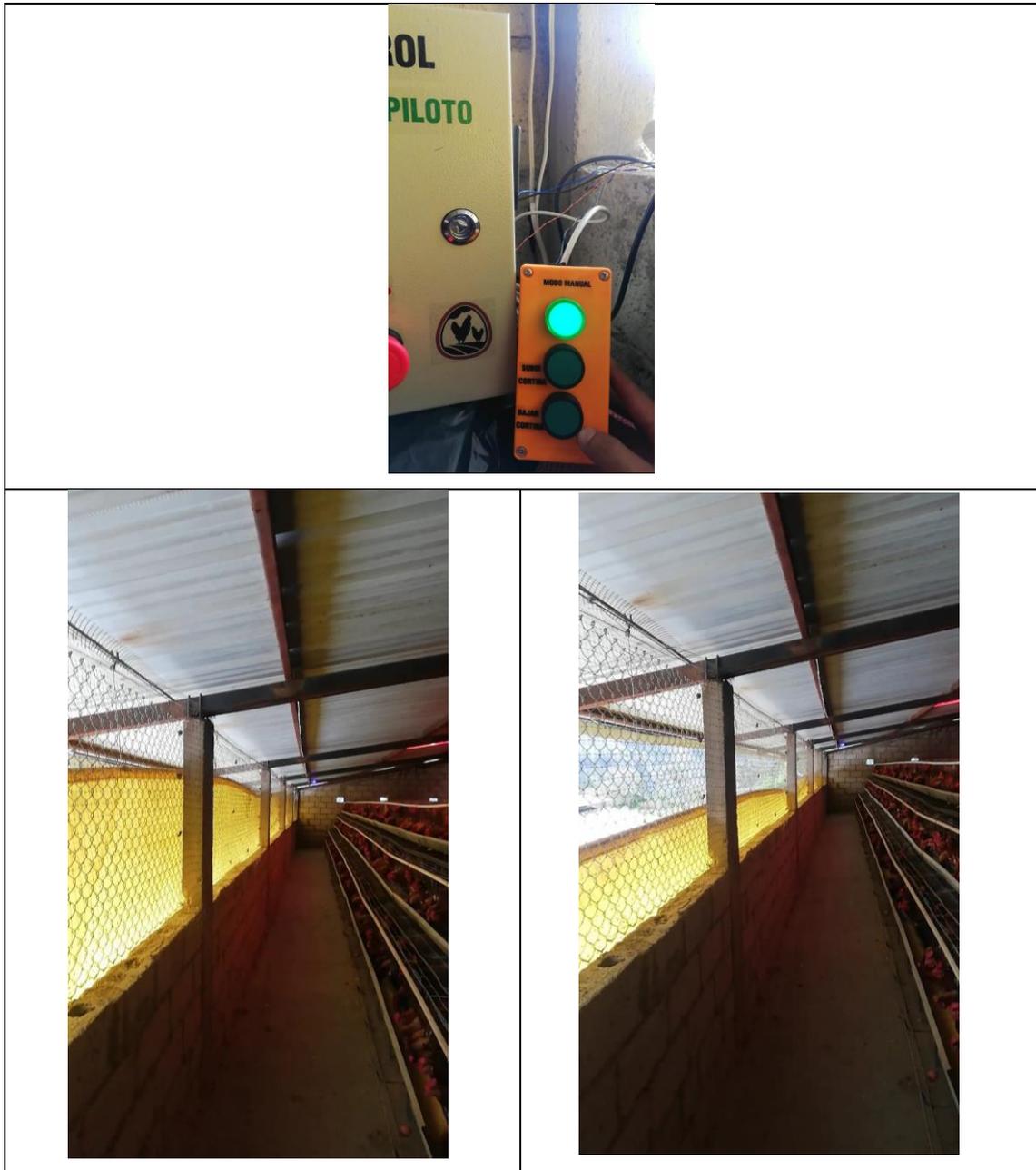


Figura 18-4: Modo manual del sistema

Realizado por: Camacho, M. 2023

4.7. Prueba 5: Integridad de la información

Una vez que los nodos de adquisición obtienen los datos de los sensores es enviada a una pantalla OLED que se encuentra en el panel de control para poder visualizar la información, esta

información es enviada por IoT a una base de datos llamada Firebase la cual va a almacenar de manera segura los datos. En la figura 19-4 se muestra la base de datos.



Figura 19-4: Base de datos

Realizado por: Camacho, M. 2023

Para la supervisión y control del sistema se incorpora una aplicación móvil que nos permitirá obtener la información enviada a la base de datos, para poder supervisar en tiempo real los datos de los sensores de forma ordenada, además se tiene un registro de todos los datos y una gráfica del comportamiento del galpón en tiempo real. En la figura 20-4 se muestra la aplicación móvil de supervisión y control.



Figura 20-4: Aplicación móvil de supervisión y control

Realizado por: Camacho, M. 2023

4.8. Prueba 6: Consumo de corriente del motor

Para poder visualizar el consumo del motor y comprobar que si se encuentra trabajando se colocó en la parte inferior del panel de control un indicador de voltaje y corriente el cual nos permitirá identificar cuando el motor se encuentra encendido. El motor consume una corriente de 3,1 A cuando este se encuentra encendido y de 0 A cuando está en estado apagado. El funcionamiento del motor solo será cuando las cortinas de abran automáticamente o cuando se desee activar el

modo manual. En la figura 21-4 se observa el consumo del motor cuando este encendido y cuando este apagado.



Figura 21-4: Consumo del motor en estado de encendido y apagado

Realizado por: Camacho, M. 2023

En la figura 22-4 se observa el método que se utilizó para medir la corriente que pasa por el circuito para alimentar al motor. En este caso es un anillo que envuelve al cable que suministra de corriente al motor, este anillo toma mediciones de la corriente y la envía al indicador de voltaje y corriente con la finalidad de observar cual es la medida de corriente que utiliza el motor.



Figura 22-4: Método para medir el consumo del motor

Realizado por: Camacho, M. 2023

4.9. Prueba 7: Consumo de corriente del sistema

Se desarrolla el análisis del consumo de energía para el sistema IoT que consiste en medir utilizando el multímetro digital la corriente que pasa por las diferentes etapas del sistema. Para los cual se va a registrar en la tabla 10-4 el consumo de corriente del sistema.

Tabla 16-4: Consumo de corriente del sistema

Etapas	Activo (mA)	Inactivo (mA)
Etapa microcontrolador	2,8	2,2
Etapa IoT	460	1
Etapa Visualización	2,5	16
Etapa reloj	0,3	0,17
Total	465,6	19,37

Realizado por: Camacho, M. 2023

En la tabla 16-4 se observa el consumo total del sistema que da como resultado 465,6 mA en la etapa activo, mientras que en la etapa inactivo consume un total de 19,37 mA, con estos resultados se puede decir que el consumo de energía es realmente bajo por lo que es eficiente y de bajo consumo energético.

4.10. Análisis económico del sistema IoT de supervisión y control

La tabla 17-4 muestra el costo total para la construcción del sistema IoT de supervisión y control de parámetros químicos del ambiente de un galpón, la descripción del material, la cantidad de material, el costo unitario y el costo total.

Tabla 17-4: Análisis económico para la construcción del sistema

DESCRIPCIÓN MATERIAL	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
MODULO PANEL DE CONTROL			
Arduino Mega mini Pro	1	25	25
Sim 800 Modulo GSM	1	15	15
Chip GSM	1	3	3
Antena RF NRF24L01	1	10	10
Pantalla OLED 1.5"	1	20	20
Modulo Reloj I2C DS3231	1	8	8
Módulo relé 5 canales	1	7	7
Regulador DC-DC MP1584	2	5	10
Transistor NPN 3904	1	0,15	0,15
Diodo 1n4001	1	0,1	0,1
Luces piloto indicadoras	1	2	2
Selector 2 posiciones	1	2,5	2,5
Indicador de voltaje y corriente	1	7	7
Botón stop	1	3	3

NODOS DE ADQUISICIÓN DE DATOS			
Arduino Nano	2	12	24
Antena RF NRF24L01	2	10	20
Sensor FS200 STH20 Temperatura	2	21	42
Sensor luz GY 302 BH1750	2	5	10
Sensor Amoniaco MQ137	2	52	104
Regulador DC-DC MP1584	2	5	10
Leds	6	0,15	0,9
Buzzer 3, 24V	2	3	6
Transistor NPN 3904	2	0,15	0,3
Diodo 1n4001	2	0,1	0,2
Caja para circuito	2	10	20
MODULO ALIMENTACIÓN			
Gabinete 30x30x30	1	32	32
Breaker 6 Amperios	1	8	8
Batería Recargable 12V 4 ^a	1	15	15
Power Supply 110V-240V / 12V 5A	1	30	30
SISTEMA MECÁNICO			
Motor AC ¾ HP	1	70	70
Sistema mecánico	1	250	250
Total			755,15
Costo-Tiempo de ingeniería (30%)			226,55
Costo general del sistema IoT de supervisión y control			981,7

Realizado por: Camacho, M. 2023

En la tabla 17-4 se observa que el total de costo para construir el sistema IoT de supervisión y control de parámetros químicos es de \$ 755,15 dólares americanos, mientras que el tiempo de programación empleado, el diseño e implementación del sistema IoT, la página web y la aplicación móvil está reflejado en el tiempo de ingeniería con un costo de \$ 226,55 dólares americanos. Dando como costo general del sistema IoT de supervisión y control un valor de \$ 981,7.

CONCLUSIONES

Se diseñó e implementó un sistema IoT de supervisión y control de parámetros químicos del ambiente en un galpón de una planta avícola de Licto, mediante dos nodos de adquisición de datos y un panel de control con comunicación de radiofrecuencia.

Se estudió los rangos óptimos de medición de temperatura y niveles de amoníaco del ambiente de un galpón, para lo cual se realizó el estudio adecuado del galpón en el que se realizó la implementación.

Dispone de una aplicación móvil y una pantalla LCD para el monitoreo de variables como: temperatura y amoníaco. La comunicación IoT permite el envío de datos a la página web que es utilizada como base de datos para el monitoreo remoto y supervisión en el sitio.

Los rangos obtenidos en la medición de temperatura y niveles de amoníaco son: 25 °C, de 10 a 20 ppm respectivamente. La apertura de la cortina se realiza cuando la temperatura supera los 25 °C y las 20 ppm con la finalidad para evacuar los gases y mantener un ambiente limpio dentro del galpón. Para la validez del sensor de temperatura el error absoluto con respecto al equipo patrón es de 0,59 °C, para la validez del sensor de amoníaco se obtuvo un error relativo porcentual del 8,03% por lo que no afecta al desempeño del sistema.

Se concluye que la aplicación móvil manifiesta los valores de temperatura y amoníaco con la finalidad de poder supervisar el ambiente del galpón, además, envía notificaciones cuando superan los niveles de referencia de los parámetros químicos.

De las pruebas realizadas se determinó que el consumo de corriente del sistema es de: 465,6 mA y del motor es de: 3,1 A en estado activo, dando un consumo de corriente relativamente bajo, permitiendo que el consumo de luz no sea elevado.

Se evaluó el sistema IoT de supervisión y control de parámetros químicos mediante las pruebas realizadas, lo que indica una estabilidad aceptable para evaluar su funcionamiento, comprobando que la supervisión y control son fiables y eficientes.

Se desarrolló un manual de operación para los técnicos encargados de la avícola, con la finalidad de que puedan tener una manipulación e interacción del sistema. Esto hace que tengan a la mano una serie de información e instrucciones a seguir para el correcto funcionamiento del sistema.

RECOMENDACIONES

Para la toma de datos de temperatura y niveles de amoníaco se recomienda hacerlas cuando el galpón esté en los niveles más altos de contaminación, con el fin de obtener valores óptimos y precisos.

Si se desea ampliar la extensión del galpón, se recomendó la creación de más nodos de adquisición que cubran el área y tener valores referenciales de temperatura y amoníaco en todo el galpón.

A futuro si se desea implementar un sistema de alimentación por medio de celdas fotovoltaicas en lugar de un sistema power supply teniendo así un sistema con una autonomía completa.

Para una mejor interfaz entre usuario y sistema se recomienda la utilización de una pantalla HMI que presenta mejores características de uso y aplicación.

Para el sistema de monitoreo se recomienda a futuro utilizar nuevas tecnologías de comunicación como por ejemplo tecnología LoRA, que sustituirá la utilización de un plan de datos en la aplicación móvil.

BIBLIOGRAFÍA

AADECA. “Servomotores: control, posición y velocidad”. *Revista Ingeniería Eléctrica-AADECA*, 4° ed., n° 318 (2017), (Argentina) pp.1-2.

ABADO, Edison. “Control de Motor DC”. *Accelerating the world’s research*, Vol. 3, (2019), (Perú) pp. 2-3.

AGUIRRE, Esteban. *Implementación de un equipo de medición de temperatura corporal con indicaciones por voz utilizando la plataforma de creación electrónica de código abierto Arduino para los clientes de locales comerciales* (Monografía) (Técnico). Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Departamento de Eléctrica y Electrónica, Carrera de Electrónica mención Instrumentación y Aviónica. Ecuador-Latacunga. 2021. pp. 36-38.

ALLAUCA, Julio. & CARRILLO, Marco. *Automatización de un galpón de pollos de la avícola “Reina del Cisne” para evitar los cambios bruscos de temperatura y humedad relativa en el ambiente* (tesis). (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de informática y electrónica, Escuela de ingeniería electrónica en control y redes industriales. Riobamba-Ecuador. 2012, pp. 24.

ARMIJOS, S. et al. “Análisis de la avicultura ecuatoriana”, Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/743/1/1392>. Pdf, 2009, Ecuador, pp. 2-4.

BUESTÁN, Jean. *Desarrollo de una red IoT con tecnología LoRA para detección de automóviles* (Tesis) (Ingeniería). Universidad Politécnica Salesiana Sede en Quito, carrera de ingeniería Electrónica. Quito-Ecuador, 2019, pp. 4-6.

CANGA, Angelo. & LAMIÑA, Byron. *Diseño y construcción de una máquina CNC de 3 ejes para el ruteo de pistas y taladrado de circuitos impresos (PCBS) por emc2, aplicable en tarjetas de recuperación de PLCs* (Tesis) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica, Escuela de ingeniería Industrial. Riobamba-Ecuador. 2016. pp. 98.

Cevallos, Christian. *Sistema automatizado para granja avícola de producción de huevos* (Tesis) (Ingeniería). Universidad del Azuay, Facultad de Ciencia y Tecnología, Escuela de Ingeniería Electrónica. Cuenca-Ecuador. 2013. pp. 21-27.

CHANGLLA, Fabian. & TORRES, Patricio. *Implementación de un banco de pruebas de sistemas de alumbrado y accesorios eléctricos de un vehículo para la escuela de ingeniería automotriz* (Tesis) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica, Escuela de ingeniería Automotriz. Riobamba-Ecuador. 2011. pp. 25-26.

Clavijo, Carlos. *Dosificador inteligente de balanceado con control fuzzy y herramientas IoT para el galpón de gallinas ponedoras Rosita* (Tesis) (Ingeniería). Universidad Politécnica Salesiana, Sede en Quito, Escuela de Ingeniería Electrónica. Quito-Ecuador. 2021. pp. 7.

COHUO-COLLI, Juan M.; SALINAZ-RUIZ, Josafhat.; HERNANDEZ, Aleida S.; HIDALGO, Juan V.; VELAZCO, Joel. “El amoníaco en las explotaciones avícolas: efectos sobre las aves y el ambiente”. *Medio ambiente y Desarrollo sustentable*. Vol. 11, n° 2 (2016), México, pp. 84-86.

CONAVE. *El sector avícola en números-2019* [En línea]. Ecuador: CONAVE, 22 febrero 2020. [Consulta: 13 octubre 2022]. Disponible en: <https://conave.org/el-sector-avicola-en-numeros-2019/>

Conti, F. *Motores paso a paso*. Buenos Aires-Argentina: Alsina, 2005, pp. 1-2.

Cruz, Alejandro. *Sistema embebido basado en el internet de las cosas (IoT) para el monitoreo de temperatura, humedad y el control on/off de ventilador y calefacción; en criadero de aves de engorde* (Tesis) (Ingeniería). Universidad estatal península de Santa Elena, Facultad de Sistemas y Telecomunicaciones, Escuela de Tecnologías de la informática. La Libertad-Ecuador. 2021. pp. 5.

CUENCA, Sebastián. & MANOTOA, Javier. *Diseño de un prototipo de cerradura electrónica conectada a una red wifi y controlada mediante una aplicación móvil, para el control automático de las puertas de los laboratorios del edificio de la fie* (Tesis) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Informática y Electrónica, Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales. Riobamba-Ecuador. 2017. pp. 27-28.

ELECTROPRO. *Modulo GSM SIM800L* [en línea]. Electropro, 2017. [Consulta: 17 diciembre 2022]. Disponible en: <http://electropro.pe/image/data/imgProductos/140.%20M%C3%B3dulo%20GSM%20SIM800/SIM800L.pdf>

ENM INDUSTRY, *Mega2650PRO Datasheet* [En línea]. 2005. S.1: EnM Industry. [Consulta: 15 diciembre 2022]. Disponible en: www.enmindustry.de

ENVIRA IOT. *Desarrollo de dispositivos IoT* [en línea]. España: ENVIRA IoT, 2018. [Consulta: 28 octubre 2022]. Disponible en: <https://enviraiot.es/servicios/ingenieria/desarrollo-iot/>

FERNÁNDEZ, Pablo. *Comunicación por RF entre microcontroladores PIC18 mediante el módulo NFR24L01* (Trabajo final de carrera) (Ingeniería). Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona, Ingeniería Industrial. España-Barcelona. 2014. pp. 23-25.

FIONA, CARLILE S. “El amoníaco en avicultura”. *World’s Poultry Sci. Jour.*, 40, 1984, España, pp. 3-4.

GÓMEZ DE LA CRUZ, Richard, & GÓMEZ DE LA CRUZ, William. *Control de temperatura y humedad de un climatizador automático para la reducción de la morbilidad y retardo de crecimiento de pollos* (tesis). (Ingeniería). Universidad nacional de Huancavelica, Facultad de ingeniería electrónica-sistemas, Escuela académica profesional de electrónica. Huancavelica-Perú. 2014, pp. 62-63.

GONZÁLES, H. & CARRILLO, M. *Implementación de un prototipo de robot sembrador de papa en terrenos sin inclinación para pequeños productores* (Tesis) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Informática y Electrónica, Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales. Riobamba-Ecuador. 2019. pp. 14-16.

Guamán, Miguel. *Análisis de diseño para la automatización de una empresa avícola* (Tesis) (Ingeniería). Universidad Católica de Cuenca, Unidad académica de Ingeniería, Industria y Construcción, Escuela de Ingeniería Eléctrica. Cuenca-Ecuador. 2018. pp. 1-6.

GUSQUI, Yessenia. *Diseño de un prototipo de red WSN para el monitoreo del nivel de contaminación de CO₂ existente en el centro de la ciudad de Riobamba* (Tesis) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Informática y Electrónica, Escuela de ingeniería electrónica en telecomunicaciones y redes. Riobamba-Ecuador. 2017. pp. 16.

HASAN, M. State of IoT 2022: Number of connected IoT devices growing 18% to 14.4 billion globally [en línea]. IOT ANALITICS. [Consulta: 25 octubre 2022]. Disponible en: <https://iot-analytics.com/number-connected-iot-devices>

Herrera, Jorge. “Implementación de un sistema de monitoreo y control con tecnología IoT para determinar el comportamiento de las variables ambientales en la avicultura”. *Investigación e innovación en ingenierías*, vol. 10, n° 1, 30-41, 2022, Colombia, pp. 1-12.

ICHINA, Alex. *Implementación de una percha inteligente para puntos de venta en boutiques vinculados con el internet de las cosas (IoT)* (Tesis). (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de informática y electrónica, Escuela de ingeniería electrónica en control y redes industriales. Riobamba-Ecuador. 2020, pp. 6-10.

KURNIAWAN, Agus. *Arduino Nano A Hands-on Guide for Beginner*. Estados Unidos: PE Press, 2012, pp. 1-2.

López, Fabricio. *Diseño de los sistemas de automatización para la aplicación de una granja avícola* (Tesis). Escuela Politécnica Nacional, Escuela de formación de Tecnólogos, Carrera de Tecnólogo en Electromecánica. Quito-Ecuador. 2017 pp. 7-13.

LÓPEZ, Víctor. “Desarrollo de un sistema de medición multipunto de etileno, dióxido de carbono y oxígeno”. *Revista de Ingeniería Electrónica*, Vol. 1, 2017, Perú, pp. 22-28.

Marquez, Cristian. *Internet de las cosas aplicado al sector avícola de Santander (Colombia). Prototipo orientado a una empresa del área metropolitana de Bucaramanga* (Tesis). Universidad Autónoma de Bucaramanga-UNAB, Programa de pregrado de Ingeniería, Línea en Informática. Bucaramanga-Colombia. 2019. pp. 11.

Muñoz, Jorge. *Modelo de negocio: galpón con condiciones ambientales autónomamente controladas e integración de internet de las cosas (IoT) para el monitoreo remoto en plataforma web* (Tesis) (Ingeniería). Universidad Antonio Nariño, Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica, Escuela de ingeniería electrónica. Bogotá-Colombia. 2021. pp. 21.

Núñez, Barzallo. “Análisis de la innovación tecnológica avícola ecuatoriano en el contexto de industria 4.0”. *Investigación tecnológica IST Central Técnica*, vol. 1, n° 2, 2019, Ecuador, pp. 8.

OMIJEH, Bourdillon.; MAQUIAVELO, Akani O. “Optimización de un sensor para detectar IED basados en nitrato de amoníaco en vehículos mediante redes neuronales artificiales”. *Revista estadounidense de redes neuronales artificiales*, vol. 5, 2019, pp. 1-6.

ORTIZ, Michelle. *Desarrollo de una red de sensores inalámbricos utilizando tecnología LoRA para el monitoreo de un sistema* (Tesis) (Ingeniería). Universidad Politécnica Salesiana, Sede Quito, Carrera de Ingeniería Electrónica. Quito-Ecuador. 2020. pp. 5-13.

PAUCAR, Tania. *Sistema de medición y adquisición de datos del potencial de hidrogeno (PH) para un fotobiorreactor de microalgas* (Tesis) (Ingeniería). Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería en Mecatrónica. Ecuador-Ibarra. 2021. pp. 15-16.

PAZMIÑO, P. *Diseño de un sistema dispensador de alimento para los perros desamparados de la ESPOCH mediante tecnología inalámbrica integrada a una plataforma IoT* (Tesis) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de informática y electrónica, Escuela de ingeniería electrónica en telecomunicaciones y redes. Riobamba-Ecuador. 2018, pp. 31-33.

PELUFFO, Diego. et al. “Sistema de Riego Basado En La Internet De Las Cosas (IoT)”. *Conferencias Internacionales FICA*, 2016, Colombia, pp. 1-2.

PROAÑO, Maritza. & CARBAY, Juan. *Implementación de un prototipo de sistema electrónico para la administración de canchas sintéticas municipales de la ciudad de Riobamba* (Tesis) (ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Informática y Electrónica, Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales. Riobamba-Ecuador. 2019. pp. 36-37.

SALTOS, E. *Diseño de un prototipo de sistema de un parqueo inteligente para el edificio de la FIE utilizando tecnologías basado en el internet de las cosas* (Tesis) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de informática y electrónica, Escuela de ingeniería electrónica en telecomunicaciones y redes. Riobamba-Ecuador. 2018, pp. 5-32.

SANCHEZ, Kerly. *Implementación de un sistema electrónico de monitoreo y control en tiempo real para el riego en cultivos de cacao* (Tesis) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de informática y electrónica, Escuela de ingeniería electrónica en control y redes industriales. Riobamba-Ecuador. 2021, pp. 11-18.

TITE, Danny. *Diseño y construcción de un sistema automático para controlar el microclima de una cámara de germinación y enraizamiento* (Tesis) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica

de Chimborazo, Facultad de Mecánica, Carrera de ingeniería Mecánica. Ecuador-Riobamba. 2020. pp. 38.

VARGAS PEREZ, María del Rosario. & LUNA NUÑEZ, Criseldo. *Prototipo para la automatización del control del ambiente en el área avícola del instituto tecnológico de Huejutla* (Tesis) (Ingeniería). Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Huejutla, Carrera de ingeniería en Sistemas Computacionales. Huejutla-México. 2020. pp. 1-10.

VARGAS, O. N. *Avicultura*. Machala-Ecuador: UTMACH, 2015, pp. 15-102.

VIDAL, Carlos Rodríguez. *Diseño mecánico con SolidWorks 20015*. Madrid-España: RA-MA, 2015, pp. 13-14.

Villacís, Henry. *Diseño de los sistemas de automatización para la aplicación de una granja avícola* (Tesis) (Ingeniería). Escuela Politécnica Nacional, Escuela de formación de tecnólogos. Quito-Ecuador. 2017. pp. 49-56.

ZHOU, Q. *Monitorización de entornos mediante plataforma de análisis de IoT* (Tesis) (Ingeniería). Universidad de Alicante, Escuela de informática. Alicante-España. 2022, pp. 3-7.

ANEXOS

ANEXO A: HOJAS TÉCNICAS DE LOS COMPONENTES PARA LA IMPLEMENTACIÓN.



EnM Industry
www.enmindustry.de



Mega2650PRO Datasheet

Mega 2650 PRO mini 5V ATMEGA 2650-16AU Development Board

- Embedded version of Mega 2560 CH340G/ATmega2560 compatible with Arduino Mega 2560 board, built on Atmel ATmega2560 microcontroller and USB-UART interface chip CH340G.
- The board has a compact size of 38x55mm. It is a good solution to make the final project on the prototype board.
- The functionality of the board is similar to the Arduino Mega2560. It is an embedded board and uses the original chip of ATmega2560 (16MHz).
- The board uses the chip CH340G as a UART-USB converter. Its function in the frequency 12MHz, leads to a stable data exchange (the driver must be installed).
- Mega PRO (Embedded) 2560 CH340G/ATmega 2560 can be connected to the computer through micro USB cable.
- Power supply of the board is via the microUSB connector or via pin headers. The voltage regulator (LDO) can handle an input voltage of 6 V to 9 V (peak 18 V) DC. The output current is over 800 mA at 5 V (please note that the higher the input voltage, the lower the output current). This will provide reliable performance in the initial projects.

Microcontroller	ATmega 2560
USB-TTL converter	CH340
Power Out	5V-800mA
Power In	5V
Power In VDN/DC Jack	5V
Power Consumption	5V 220mA
Logic Level	5V

1

Mega2650PRO Datasheet



EnM Industry
www.enmindustry.de

USB	Micro USB
Clock Frequency	16MHz
Operating Supply Voltage	5V
Digital I/O	54
Analog I/O	16
Memory Size	256kb
Data RAM Type/Size	8Kb
Data ROM Type/Size	1Kb
Interface Type	ISP
Operating temperature	-40°C~85°C
Board's Size	38x54mm

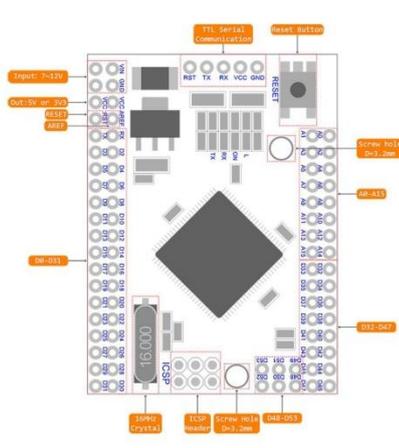
2

Mega2650PRO Datasheet



EnM Industry
www.enmindustry.de

Pinout Diagram



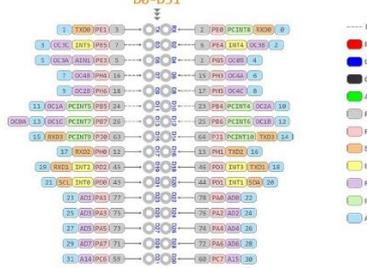
3

Mega2650PRO Datasheet



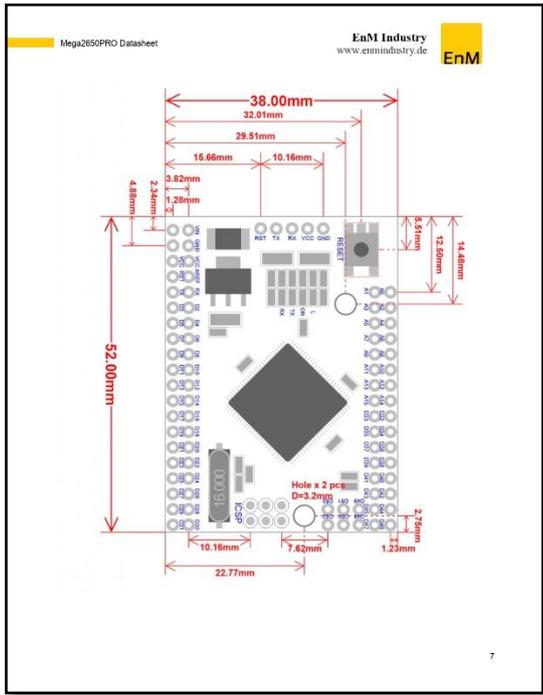
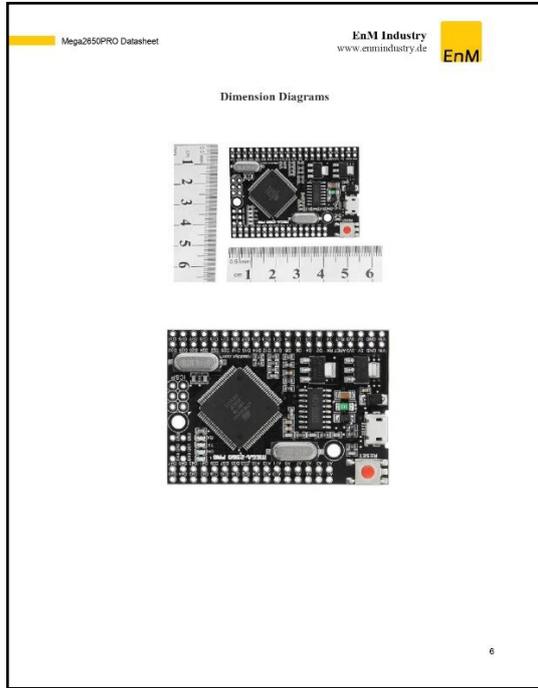
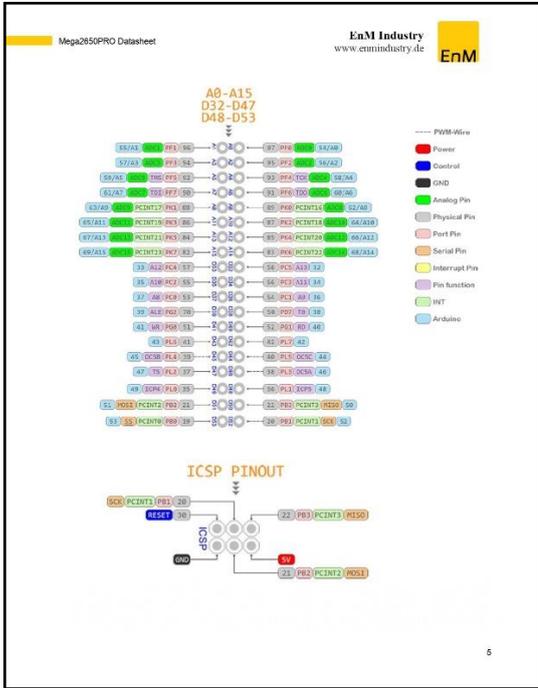
EnM Industry
www.enmindustry.de

D0-D31



- PWM-Wire
- Power
- Control
- Analog Pin
- Physical Pin
- Port Pin
- Serial Pin
- Interrupt Pin
- Pin function
- INT
- Arduino

4



WWW.MANTECH.CO.ZA

Arduino Nano



Overview

The Arduino Nano is a small, complete, and breadboard-friendly board based on the ATmega328 (Arduino Nano 3.0) or ATmega168 (Arduino Nano 2.x). It has more or less the same functionality of the Arduino Duemilanove, but in a different package. It lacks only a DC power jack, and works with a Mini-B USB cable instead of a standard one. The Nano was designed and is being produced by Gravitech.



Schematic and Design

Arduino Nano 3.0 (ATmega328), [schematic](#), [Eagle files](#).
Arduino Nano 2.3 (ATmega168), [manual](#) (pdf), [Eagle files](#). Note: since the free version of Eagle does not handle more than 2 layers, and this version of the Nano has 4 layers, it is published here unrolled, so users can open and use it in the free version of Eagle.

WWW.MANTECH.CO.ZA

WWW.MANTECH.CO.ZA

Specifications:

Microcontroller	Atmel ATmega168 or ATmega328
Operating Voltage (logic level)	5 V
Input Voltage (recommended)	7-12 V
Input Voltage (limits)	6-20 V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	8
DC Current per I/O Pin	40 mA
Flash Memory	16 KB (ATmega168) or 32 KB (ATmega328) of which 2 KB used by bootloader
SRAM	1 KB (ATmega168) or 2 KB (ATmega328)
EEPROM	512 bytes (ATmega168) or 1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz
Dimensions	0.73" x 1.70"

Power:

The Arduino Nano can be powered via the Mini-B USB connection, 6-20V unregulated external power supply (pin 30), or 5V regulated external power supply (pin 27). The power source is automatically selected to the highest voltage source.
The FTDI FT232RL chip on the Nano is only powered if the board is being powered over USB. As a result, when running on external (non-USB) power, the 3.3V output (which is supplied by the FTDI chip) is not available and the RX and TX LEDs will flicker if digital pins 0 or 1 are high.

Memory

The ATmega168 has 16 KB of flash memory for storing code (of which 2 KB is used for the bootloader); the ATmega328 has 32 KB, (also with 2 KB used for the bootloader). The ATmega168 has 1 KB of SRAM and 512 bytes of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)), the ATmega328 has 2 KB of SRAM and 1 KB of EEPROM.

Input and Output

Each of the 14 digital pins on the Nano can be used as an input or output, using [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), and [digitalRead\(\)](#) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

Serial: 0 (RX) and 1 (TX). Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. These pins are connected to the corresponding pins of the FTDI USB-to-TTL Serial chip.
External Interrupts: 2 and 3. These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.

PWM: 3, 5, 6, 9, 10, and 11. Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.
SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). These pins support SPI communication, which, although provided by the underlying hardware, is not currently included in the Arduino language.

LED: 13. There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.

The Nano has 8 analog inputs, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though it is possible to change the

WWW.MANTECH.CO.ZA

WWW.MANTECH.CO.ZA

upper end of their range using the [analogReference\(\)](#) function. Additionally, some pins have specialized functionality:

PC: 4 (SDA) and 5 (SCL). Support I²C (TWI) communication using the [Wire library](#) (documentation on the Wiring website).

There are a couple of other pins on the board:

AREF: Reference voltage for the analog inputs. Used with [analogReference\(\)](#).
Reset: Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.

See also the [mapping between Arduino pins and ATmega168 ports](#).

Communication

The Arduino Nano has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega168 and ATmega328 provide UART TTL (5V) serial communication, which is available on digital pins 0 (RX) and 1 (TX). An FTDI FT232RL on the board channels this serial communication over USB and the [FTDI drivers](#) (included with the Arduino software) provide a virtual com port to software on the computer. The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the Arduino board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the FTDI chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).
A [SoftwareSerial library](#) allows for serial communication on any of the Nano's digital pins. The ATmega168 and ATmega328 also support I²C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a [Wire library](#) to simplify use of the I²C bus; see the [documentation](#) for details. To use the SPI communication, please see the ATmega168 or ATmega328 datasheet.

Programming

The Arduino Nano can be programmed with the Arduino software ([download](#)). Select "Arduino Duemilanove, Duemilanove, or Nano w/ ATmega168" or "Arduino Duemilanove or Nano w/ ATmega328" from the **Tools > Board menu** (according to the microcontroller on your board). For details, see the [reference](#) and [tutorials](#).
The ATmega168 or ATmega328 on the Arduino Nano comes preburned with a [bootloader](#) that allows you to upload new code to it without the use of an external hardware programmer. It communicates using the original STK500 protocol ([reference](#), [C header files](#)). You can also bypass the bootloader and program the microcontroller through the ICSP (In-Circuit Serial Programming) header; see [these instructions](#) for details.

Automatic (Software) Reset

Rather than requiring a physical press of the reset button before an upload, the Arduino Nano is designed in a way that allows it to be reset by software running on a connected computer. One of the hardware flow control lines (DTR) of the FT232RL is connected to the reset line of the ATmega168 or ATmega328 via a 100 nanofarad capacitor. When this line is asserted (taken low), the reset line drops long enough to reset the chip. The Arduino software uses this capability to allow you to upload code by simply pressing the upload button in the Arduino environment. This means that the bootloader can have a shorter timeout, as the lowering of DTR can be well-coordinated with the start of the upload. This setup has other implications. When the Nano is connected to either a computer running Mac OS X or Linux, it resets each time a connection is made to it from software (via USB). For the following half-second or so, the bootloader is running on the Nano. While it is programmed to ignore malformed data (i.e. anything besides an upload of new code), it will intercept the first few bytes of data sent to the board after a connection is opened. If a sketch running on the board receives one-time configuration or other data when it first starts, make sure that the software with which it communicates waits a second after opening the connection and before sending this data.

WWW.MANTECH.CO.ZA

WWW.MANTECH.CO.ZA

running on the board receives one-time configuration or other data when it first starts, make sure that the software with which it communicates waits a second after opening the connection and before sending this data.

AREF: Reference voltage for the analog inputs. Used with [analogReference\(\)](#).
Reset: Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.

See also the [mapping between Arduino pins and ATmega168 ports](#).

Communication

The Arduino Nano has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega168 and ATmega328 provide UART TTL (5V) serial communication, which is available on digital pins 0 (RX) and 1 (TX). An FTDI FT232RL on the board channels this serial communication over USB and the [FTDI drivers](#) (included with the Arduino software) provide a virtual com port to software on the computer. The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the Arduino board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the FTDI chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).
A [SoftwareSerial library](#) allows for serial communication on any of the Nano's digital pins. The ATmega168 and ATmega328 also support I²C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a [Wire library](#) to simplify use of the I²C bus; see the [documentation](#) for details. To use the SPI communication, please see the ATmega168 or ATmega328 datasheet.

Programming

The Arduino Nano can be programmed with the Arduino software ([download](#)). Select "Arduino Duemilanove, Duemilanove, or Nano w/ ATmega168" or "Arduino Duemilanove or Nano w/ ATmega328" from the **Tools > Board menu** (according to the microcontroller on your board). For details, see the [reference](#) and [tutorials](#).
The ATmega168 or ATmega328 on the Arduino Nano comes preburned with a [bootloader](#) that allows you to upload new code to it without the use of an external hardware programmer. It communicates using the original STK500 protocol ([reference](#), [C header files](#)). You can also bypass the bootloader and program the microcontroller through the ICSP (In-Circuit Serial Programming) header; see [these instructions](#) for details.

Automatic (Software) Reset

Rather than requiring a physical press of the reset button before an upload, the Arduino Nano is designed in a way that allows it to be reset by software running on a connected computer. One of the hardware flow control lines (DTR) of the FT232RL is connected to the reset line of the ATmega168 or ATmega328 via a 100 nanofarad capacitor. When this line is asserted (taken low), the reset line drops long enough to reset the chip. The Arduino software uses this capability to allow you to upload code by simply pressing the upload button in the Arduino environment. This means that the bootloader can have a shorter timeout, as the lowering of DTR can be well-coordinated with the start of the upload. This setup has other implications. When the Nano is connected to either a computer running Mac OS X or Linux, it resets each time a connection is made to it from software (via USB). For the following half-second or so, the bootloader is running on the Nano. While it is programmed to ignore malformed data (i.e. anything besides an upload of new code), it will intercept the first few bytes of data sent to the board after a connection is opened. If a sketch running on the board receives one-time configuration or other data when it first starts, make sure that the software with which it communicates waits a second after opening the connection and before sending this data.

WWW.MANTECH.CO.ZA

MÓDULO GSM SIM800L

Este módulo de telefonía celular que te permite añadir voz, texto, datos y SMS a tu proyecto. Se requiere un microcontrolador para controlarlo, usamos un Arduino pero cualquier microcontrolador 3-5V con una UART puede enviar y recibir comandos a través de los pines RX/TX.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Voltaje de Operación: 3.4V - 4.4V DC
- Nivel Lógico de 3V a 5V
- Consumo de corriente (máx): 500 mA
- Consumo de corriente (modo de reposo): 0.7 mA
- Interfaz: Serial UART
- Quad-band: 950/900/1800/1900MHz – se conectan a cualquier red mundial GSM con cualquier SIM 2G
- Trabaja solo con tecnología 2G
- Hacer y recibir llamadas de voz usando un auricular o un altavoz de 80 externo + micrófono electret.
- Enviar y recibir mensajes SMS
- Enviar y recibir datos GPRS (TCP/IP, HTTP, etc)
- Escuchar y recibir emisiones de radio FM
- Controlado por Comandos AT
- Interfaz de comandos AT con detección "automática" de velocidad de transmisión
- Soporta A-GPS
- Datos GPRS:
 - Velocidad máxima de transmisión 85.6 Kbps
 - Protocolo TCP/IP en chip
 - Codificación: CS-1, CS-2, CS-3 y CS-4
 - Soporta USSD
- Soporta reloj en tiempo real (RTC)
- Velocidades de transmisión serial desde 1200bps hasta 115 200 bps
- Tamaño de la SIM: Micro SIM

DIAGRAMA DE CONEXIÓN CON ARDUINO PARA LLAMADAS

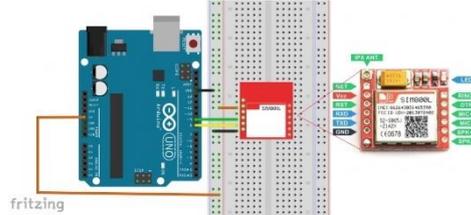
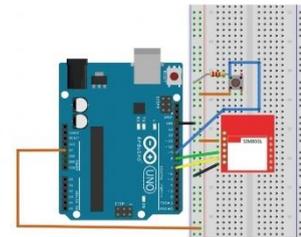


DIAGRAMA DE CONEXIÓN CON ARDUINO PARA ENVIAR MENSAJES



CÓDIGO DE PRUEBA PARA LLAMADAS

```

/*
  ARDUINO: DINO      GSM800L:
  DB      TX
  RB      RX
  GB      GND
*/
#include <SoftwareSerial.h> //Incluir libreria SoftwareSerial.
SoftwareSerial MOD_GSM800(8, 9); // pines del arduino uno DB y DB
// (RX, TX Del Módulo SIM800L)

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  MOD_GSM800.begin(115200);
}

void loop() {
  /* Se obtiene el número de bytes (caracteres) disponibles para su
  lectura desde el puerto serie. */
  if (MOD_GSM800.available() > 0) {
    Serial.print(MOD_GSM800.read());
  }

  if (Serial.available()) {
    while (Serial.available()) {
      MOD_GSM800.write(Serial.read());
    }
    MOD_GSM800.println();
  }
}
  
```

Con el código ya cargado en nuestro Arduino, abrimos el Monitor Serial para comunicarnos con nuestro módulo SIM800L mediante comandos AT.
 AT>> Verificar el estado de nuestro SIM800L
 ATD+51910346071;>> Hace una llamada al número que le indiquemos.
 ATH;>> Cuelga la llamada que tenemos activa.

CODIGO DE PRUEBA PARA ENVIAR MENSAJES

```

/*
  ARDUINO: DINO      SIM800L:
  DB      RX
  RB      TX
  GB      GND
*/
#include <SoftwareSerial.h>
//Pulsador para enviar el Mensaje
#define PWR_PUSH_BUTTON 9

int contador = 0;

//Se declara los pines en el arduino Uno
SoftwareSerial MOD_SIM800(7, 8);

void setup() {
  //Se establece la velocidad para el puerto serie
  Serial.begin(115200);
  while (!Serial);

  //Velocidad de trabajo entre el Arduino Uno y el Módulo SIM800L
  MOD_SIM800.begin(115200);
  delay(1000);

  pinMode(PWR_PUSH_BUTTON, INPUT);
}

void loop() {
  if (digitalRead(PWR_PUSH_BUTTON) == HIGH (contador == 0)) {
    Serial.println("Configuración completa!");
    Serial.println("Enviando SMS...");

    //Se establece el formato de SMS en ASCII
    MOD_SIM800.write("AT+CMGF=1\r\n");
    delay(1000);

    //Envia comando para un nuevo SMS al número establecido
    MOD_SIM800.write("AT+CMSC=1,*51910346072*\r\n");
    delay(1000);

    //Enviar contenido del SMS
    MOD_SIM800.write("Hola.");
    delay(1000);

    //Envia el SMS
    MOD_SIM800.write((char)26);
    delay(1000);

    Serial.println("Mensaje enviado!");
  }
}
  
```

User Manual of NRF24L01 Breakout Board

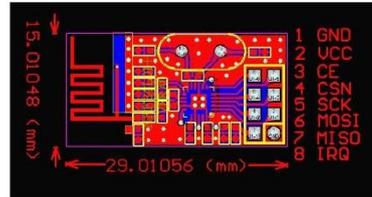
LinkSprite Technologies, Inc

December 2010

1. Introduction

- 2.4GHz ISM frequency band
- Max data rate 2Mbps, GFSK modulation, robust anti-interference, especially ideal for industry application.
- 126 channels, multiple points and frequency hopping
- Embedded hardware CRC and star topology address control
- Low power 1.9V-3.6V, Current 22uA in idle mode, 900nA in sleep mode
- On-board 2.4GHz antenna, size 15mm X 25mm
- Firmware programmed address. Only output data when being addressed and can generate interrupt. It can be used directly with most MCUs.
- On-board regulator
- 2.54MM header interface
- Automatic packet handling, and auto packet transaction handling in Enhanced ShockBurst mode. Optional built-in packet acknowledgment mechanism to reduce packet loss.
- For 5V MCU, please connect a resistor of 2k in between the IOs of the module and MCU to reduce the current. For 3.3V MCU, the IOs of MCU can be connected directly to those of RF24L01 module.

2. Interface Circuit

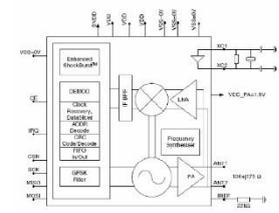


Note:

- VCC is between 1.9V and 3.6V. Nominal 3.3V.
- Except VCC and GND, other pins can be connected to 5V MCU with a resistor to limit the current.

3. Diagram of NRF24L01 Module and Pins Description

NRF24L01 module uses nRF24L01 chipset from Nordic.



4. Diagram of NRF24L01 Module and Pins Description

There are four working modes of NRF24L01:

- Transceiver mode
- Configuration mode
- Idle mode
- Sleep mode

The working mode is determined by three things: PWR_UP register, PRIM_RX register, and CE. It's shown as below:

Mode	PWR_UP register	PRIM_RX register	CE	FIFO state
TX mode	1	1	1	-
TX mode	1	0	1	Data in TX FIFO
TX mode	1	0	1	Stays in TX mode until packet transmission is finished
Stand-by	1	0	1	TX FIFO empty
Stand-by	1	-	0	No ongoing packet transmission
Power Down	0	-	-	-



1.5inch OLED Module User Manual

OVERVIEW

This is a general OLED display module. 1.5 inch diagonal, 128x128 pixels, 16-bit gray level, with embedded controller, communicating via SPI or I2C interface.

FEATURES

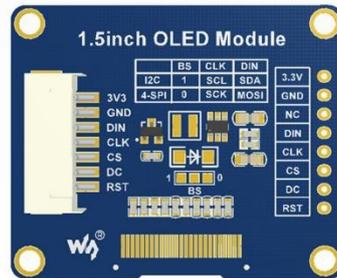
Driver: SSD1327
Interface: 4-wire SPI/I2C
Pixels: 128x128
Display area: 1.5 inch (diagonal)
Dimension: 44.5mmx37mm
Display color: White (16-bit gray level)
Operating voltage: 3.3V/5V

INTERFACES

PIN	Description
VCC	3.3V/5V
GND	Ground
DIN	Data Input
CLK	Clock
CS	Chip Selection
DC	Data/Command Selection
RST	Reset

HARDWARE CONFIGURATION

The OLED module supports two drive interfaces: 4-wire SPI and I2C interface. On the backside, there is a welding resistor, users can change the communicating interface by change this welding resistor.



By default, the module is in 4-wire SPI communication mode, that is the BS is connected to 0. Not all the 0 and 1 stands for level, it just stands for the connecting options of the resistor. The actual hardware connection for different communication mode is as below:

	BS	CS	DC	DIN	CLK
4-wire SPI	0	Chip Selection	DC	MOSI	SCK
I2C	1	NC	0/1	SDA	SCL

Description:

4-wire SPI (factory setting): BS (0) is connected to ground. In this mode, DIN is connected to MOSI and the CLK is connected to SCK.

I2C: BS (1) is connected to VCC. In this mode, DIN is connected to SDA and the CLK is connected to SCL. The CS pin can be deigning. The pin DC must be connected to 0 or 1, it is used to configure the slave address of I2C device. 1 (High) configures the address of OLED to 0x3D and 0 set it as 0x3C.

WORDING PRINCIPLE

1. Working principle

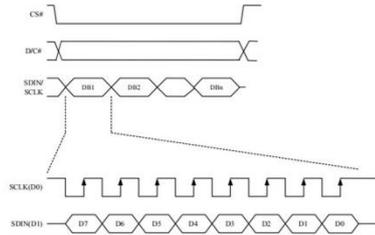
SSD1327 is a controller for 128x128 OLED display, and the module embeds this controller. The controller supports 16-bit gray level colour displays as well.

The OLED supports 8-bit 8080 and 8-bit 8800 parallel control. It also supports 3-wire SPI, 4-wire SPI and I2C control. Parallel interface requires too much IO pin and the 3-wire is less used, so this module we use 4-wire SPI and I2C interface for communication.

The driver controller support 16-bit gray level display. 16-bit gray level is controlled by 4 bits. In hardware, two pixels controlled by one byte, so it will be more simple that the controller scans pixels horizontally. (For detailed information please visit the datasheet: Page30)



2. SPI Communication Protocol



Note: The difference between the traditional is that the OLED only supports display, so we only receive the data from MCU to module and hide the data that sends data from slave device to master (MCU). The table can be got at Datasheet Page 21.

CS#: Chip selection. The chip only be enable when the CS# is Low.

D#: Data/Command control pin. DC=0: commands is sent; DC=1: data is sent.

SDIN: The data transmitted (image data).

SCLK: SPI clock.

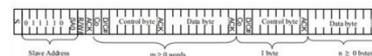
The timing of SPI is composed of CPHA and CPOL. The timing controls the data transmission of SPI communication.

CPOL (Clock polarity): Control the steady state value of the clock when no data is transferred. CPOL=0, SCK pin is low at idle state.

CPHA (Clock phase): Control when the first data is captured, at the first edge or the second edge. CPHA=0, data is captured at the first edge.

The combination of CPOL and CPHA are the four communication modes of SPI. We generally use SPI0, that is CPHA=1, CPOL=0.

3. I2C Communication Protocol



For detailed information, please visit Datasheet Page 23

First, transfer 7-bit address of slave device plus 1-bit read/write bit. Then waiting for response from slave device. It is similar to most of I2C communication. Users can control the DC pin to change the address of slave device.

Second, transfer 1-bit data bit plus 1-bit command control bit plus 6-bits control byte. The most important is the command control bit. If the bit is set 0, it means the data transferred is command, and if it is set 1, data will be transferred.

Finally, 6-bits data is transferred.

Note: OLED data cannot be read when the controller communicating via serial port for.

HOW TO USE

- We provide STM32, Arduino and Raspberry Pi (BCM2835, WiringPi and Python) demo code. The OLED can be used to:
 1. Drawing point, line, figures and circles. And can set their size, solid/dashed, linewidth, fill or not etc.
 2. Supports English characters display and provide five common fonts.
 3. Support display Bitmap and 16-bit gray level images.

STM32

1. Hardware connection (Based on XNUCLEO-F103RB)

PIN	XNUCLEO-F103RB
VCC	3V3/VV
GND	GND
DIN	PA7
CLK	PA5
CS	PA6
DC	PA8
RST	PA9

2. Files description

Under the folder /User/Points of project, there are two fonts provided.

Under the folder /User/OLED of project, there are:

- DEV_Config**: Define the GPIOs used and the communication type.
- OLED_Driver**: Drive code of OLED.
- OLED_GUI**: Provide drawing functions and display functions.

3. Using

It defines two macros in DEV_Config.h: USE_SPI_W and USE_IIC. If use I2C interface, you need to set USE_C as 1 and USE_SPI_W as 0. Otherwise, set USE_IIC as 0 and USE_SPI_W as 1.

4. Expected result

Download the code and reset board, relative information are printed via UART interface, and the OLED will display figures for 2s after a full refresh. Then display bit map, 16-bits gray scale and finally display time.

ARDUINO

1. Hardware connection (Based on UNO PLUS)

PIN	UNO PLUS
VCC	5V/3.3V
GND	GND
DIN	11
CLK	13
CS	10
DC	7
RST	8

2. Files description

Two kinds of assemblies are provided: EXT_RAM and IN_RAM. In IN_RAM project, it use internal RAM of Arduino and the EXT_RAM project use external SRAM (256KB).

Note: If you EXT_RAM, you need to buy an SRAM module and connect to Arduino, not necessarily SRAM module is not included in our products.

/Fonts: Provide five common fonts. You need to copy this folder to the libraries directory of Arduino IDE.

/OLED:

- DEV_Config.cpp**: Defines the GPIOs and communication type.
- OLED_Driver.cpp**: Drive code of OLED.
- OLED_GUI.cpp**: Functions for GUI drawing and displaying.
- SPI_RAM.cpp**: Because of the little flash of Arduino, we use an external SRAM as buffer.

3. Using

Configure the communication type:

It defines two macros in DEV_Config.h: USE_SPI_W and USE_IIC. If use I2C interface, you need to set USE_C as 1 and USE_SPI_W as 0. Otherwise, set USE_IIC as 0 and USE_SPI_W as 1.

Configure RAM

Three macros are used to configure the control type, they are separately set for use internal RAM of MCU, use external RAM and use the RAM of OLED.

```
#define USE_INT_RAM 1
#define USE_EXT_RAM 0
#define USE_OLED_RAM 0

//16
#define USE_INT_RAM
#define XByte 64 //1 BYTE = 2dot,X max Dot = 128
#define YByte 16 //1 Byte = 1Dot,y max Dot = 128
#define USE_EXT_RAM
#define XByte (OLED_WIDTH / 2)
#define YByte OLED_HEIGHT
#define USE_OLED_RAM
#define USE_OLED_RAM
#define DEV_DEBUG("Err...") //Under serial mode, only write operat
#define DEV_DEBUG("Please check which RAM control is used.");
#define OLED_HEIGHT XByte * YByte
```

The sizes of internal RAM are different among different Arduino board:

The sample code we provided is based on JN90, so the OLED_BUFFER is only 64*16 bytes, about 1K. However, if you want to full display, it requires about 8K OLED_BUFFER.

If use external RAM, you just need to set USE_EXT_RAM as 1 and others as 0.

The OLED RAM is unavailable for this module. Because this, when the OLED use serial communication, data on its buffer cannot be read. It is defined here to compatible with other OLED.

4. Expected result

Download the code and reset board, relative information are printed via UART interface, and the OLED will display figures for 2s after a full refresh. Then display bit map, 16-bits gray scale and finally display time.

RASPBERRY PI

1. Hardware Connection

1.5inch OLED	Raspberry Pi
VCC	3.3V/5V
GND	GND
DIN	MD0
CLK	SDX
CS	CS0
DC	24 (BCM)

RST	25 (BCM)
-----	----------

2. Enable communication interfaces of Pi

```
sudo raspi-config
```

If you use SPI interface -> (default)

Choose Interface Options -> SPI -> yes to enable the SPI

If you use I2C interface:

Choose Interface Options -> I2C -> yes to enable I2C

3. Libraries installation

About how to install libraries for Raspberry Pi code, please visit this page:

[Libraries Installation for RP](#). The wiki page describes about how to install libraries for BCM2835, WiringPi and Python.

4. Using

Copy the Raspberry Pi sample codes to your Raspberry Pi (you can use scp or directly copy it to the boot folder of SD card). The codes we describe below are all copy to the user directory of pi.

4.1. BM2835

Execute command ls:

```
pi@raspberrypi:~/BM2835 $ ls
bin  fonts  makefile  obj  oled  pins
```

ls | include file .o files

Fonts include five fonts files

Obj Object files are contained

main.o main functions file

DEV Config defines the GPIOs of Pi and the communication type. If you have changed the command pin mode followed the Hardware Configuration above, you just need to modify the USE_SPI, I2C and USE_I2C macros in the header file.

OLED_Driver.c is the codes of OLED

OLED_GUI.c is the codes of drawing and displaying.

Makefile make file of project. If you have changed the codes, you need to execute command **make clean** to delete the dependent files and executable file which generated before. Then execute **make** to generate now files

oled.o files. Executable file generated by command **make**

You can run the sample code by command **sudo ./oled bin5**

4.2. WiringPi

Execute command ls:

```
pi@raspberrypi:~/WiringPi $ ls
bin  fonts  makefile  obj  oled  pins
```

The folder catalog of WiringPi is same as BCM2835. Their difference is that:

1. WiringPi creates by rewrites the device files of Linux OS, and the bcm2835 is library function of Raspberry Pi's CPU, it operates registers directly. Thus, if you have used bcm2835 libraries firstly, the usage of WiringPi code will be failed. In this case, you just need to reboot the system and try again.

2. Due to the first difference, they uncopying configuration and driver from DEV_Config.c use wiringPi and the corresponding wiringPiSP to provide underlying interfaces.

User command **sudo ./oled bin5** to run the code.

4.3. Python

Execute command ls:

```
pi@raspberrypi:~/python $ ls
DEV_Config.py  flower.bmp  main.py  OLED_Driver.py
```

DEV_Config.py I and wire pin defined here, change USE_SPI, I2C and USE_I2C to switch the communication mode.

OLED_Driver.py Drive code of OLED

main.py main function, use image libraries.

Run codes: **sudo python main.py**

Note Some of Raspbian has no image libraries, in this case, you can run this command to install it: **sudo apt-get install python-imaging**

Image is an image handle library of python. It uses an image object to express an image. Use new to create a blank image, set the size as resolution of OLED, and calling Draw libraries to paint it, finally to show the image data to OLED to display.

Image row(x), (OLED_OLED_Disp_Column, OLED_OLED_Disp_Page) 0), " " is grayscale.

```
def OLED_DrawImage(xStart, yStart, xEnd, yEnd):
```

```
    if (Image == None):
        return
    img = Image.new('RGB', (OLED_OLED_Disp_Column, OLED_OLED_Disp_Page))
    img.putdata(Image.open('flower.bmp').getdata())
    img = Image.open('flower.bmp').getdata()
    for i in range(OLED_OLED_Disp_Page):
        for j in range(OLED_OLED_Disp_Column):
            img.putpixel((i * OLED_OLED_Disp_Page + j, j),
                (img.getpixel((i * OLED_OLED_Disp_Page + j, j))
                 >> 8, img.getpixel((i * OLED_OLED_Disp_Page + j, j))
                 >> 8, img.getpixel((i * OLED_OLED_Disp_Page + j, j))
                 >> 8))
```

For python you can use open function to open an image instead of converting to arrays. Please call the image to 16-bit grayscale and make sure the size of image doesn't larger than the resolution.

4.4. Auto-run after booting

Initialize auto-run in Raspberry Pi by configuring code of /etc/rc.local file:

```
sudo vim /etc/rc.local
```

Before edit add:

```
sudo python /home/pi/python/demo.py &
```

Important: to place the program /home/pi/python/demo.py at the same creator, you can input command **pwd** to get the path. And & character is necessary at the end of command line.

otherwise, probably need to reinstall the system (possibly terminate the process by pressing ctrl+c, impossible to login with pi user permission).

CONVERT IMAGE TO ARRAYS

1. Convert Image data

Open 16-bit grayscale by Image2Ded software, and set:

输出数据类型 (Output data type): C 语言数据 (-c)

扫描方式 (Scanning type): 水平扫描 (Horizontal scanning)

输出灰度 (Output gray level): 16 灰 (16-bit gray level)

最大宽度和高度 (The max width and height): 128 128 (The resolution of OLED)

Then check the option 包含图像头数据 (Contain Header). The header is required while analyzes image data.



2. Analyzing header of image

For 16-bit grayscale image, the header likes that:

```
typedef struct _HEADGRAY
```

```
{
```

```
    unsigned char scan;
```

```
    unsigned char gray;
```

```
    unsigned short w;
```

unsigned short h;

};

It is totally 6 bytes.

The first byte defines the scanning way:

Bit7-0: from left to right, 1: from right to left

Bit6-0: from top to bottom, 1: from bottom to top

Bit5-0: the pixels in the byte are ordered by DESC, 1: the pixels in the byte are ordered by ASC

Bit4-0: The type order of WORD type is same as PC, 1: The type order of WORD type is contrary to PC

Bit3-2: Reserved

Bit1-0: [0]: Horizontal Scanning; [01]: Vertical Scanning; [10]: Data Horizontal and Bytes Vertical; [11]: Data vertical and Bytes horizontal

The second byte is the value of gray level:

1: monochrome

2: 4-bit grayscale

4: 16-bit grayscale

8: 256 color

12: 4096 color

16: 16-bit multi-color

24: 24-bit multi-color

32: 32-bit multi-color

And the rest is the width and height of the image.

For example:

The header we used on the sample code is that:

```
struct _HEADGRAY {
    unsigned char scan;
    unsigned char gray;
    unsigned short w;
    unsigned short h;
};
```

We could get the information: Scanning from left to right, 16-bit grayscale. The width and height of image are 128 and 54 separately.

DS3231 **Extremely Accurate I²C-Integrated RTC/TCXO/Crystal**

General Description

The DS3231 is a low-cost, extremely accurate I²C real-time clock (RTC) with an integrated temperature-compensated crystal oscillator (TCXO) and crystal. The device incorporates a battery input, and maintains accurate timekeeping when main power to the device is interrupted. The integration of the crystal resonator enhances the long-term accuracy of the device as well as reduces the piece-part count in a manufacturing line. The DS3231 is available in commercial and industrial temperature ranges, and is offered in a 16-pin, 300-mil SQ package.

The RTC maintains seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information. The date at the end of the month is automatically adjusted for months with fewer than 31 days, including corrections for leap year. The clock operates in either the 24-hour or 12-hour format with an AM/PM indicator. Two programmable time-of-day alarms and a programmable square-wave output are provided. Address and data are transferred serially through an I²C bidirectional bus.

A precision temperature-compensated voltage reference and comparator circuit monitors the status of V_{CC} to detect power failures, to provide a reset output, and to automatically switch to the backup supply when necessary. Additionally, the RST pin is monitored as a pushbutton input for generating a μP reset.

Benefits and Features

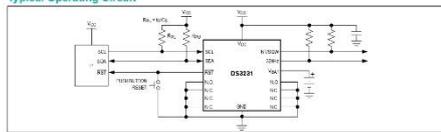
- Highly Accurate RTC Completely Manages All Timekeeping Functions
 - Real-Time Clock Counts Seconds, Minutes, Hours, Date of the Month, Month, Day of the Week, and Year with Leap-Year Compensation Valid Up to 2100
 - Accuracy ±3 ppm from 0°C to +40°C
 - Accuracy ±3 ppm from -40°C to +85°C
 - Digital Temp-Sensor Output ±3°C Accuracy
 - Register for Aging Trim
 - RST Output/ Pushbutton Reset Debounce Input
 - Two Time-of-Day Alarms
 - Programmable Square-Wave Output Signal
- Simple Serial Interface Connects to Most Microcontrollers
 - Fast (400kHz) I²C Interface
 - Battery-Backup Input for Continuous Timekeeping
 - Low Power Operation Extends Battery-Backup Run Time
 - 3.3V Operation
- Operating Temperature Ranges: Commercial (0°C to +70°C) and Industrial (-40°C to +85°C)
- Underwriters Laboratories® (UL) Recognized

Applications

- Servers
- Utility Power Meters
- Telematics
- GPS

Ordering Information and Pin Configuration appear at end of data sheet

Typical Operating Circuit



Underwriters Laboratories is a registered certification mark of Underwriters Laboratories Inc.



DS3231 Rev. 02-2015

DS3231 **Extremely Accurate I²C-Integrated RTC/TCXO/Crystal**

Absolute Maximum Ratings

Voltage Range on Any Pin Relative to Ground	-0.3V to +6.0V	Junction Temperature+125°C
Junction-to-Ambient Thermal Resistance (R _{JA}) (Note 1) (72°C/W)		Storage Temperature Range-40°C to +85°C
Junction-to-Case Thermal Resistance (R _{JC}) (Note 1) (22°C/W)		Lead Temperature (Soldering, 10s)+300°C
Operating Temperature Range0°C to +70°C (see the Handling, PCB Layout, and Assembly section)	Soldering Temperature (reflow, 2 times max)+260°C
DS3231S0°C to +70°C		
DS3231SN-40°C to +85°C		

Note 1: Package thermal resistance was obtained using the method described in JEDEC specification JESD1-7, using a four-layer board. For detailed information on package thermal considerations, refer to www.maximintegrated.com/thermal-tutorial.

Devices marked with "A" under "Absolute Maximum Rating" may require permanent damage to the device. These are shown only for informational purposes. Do not exceed these values for extended periods without device reliability.

Recommended Operating Conditions

(T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.) (Notes 2, 3)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage	V _{CC}		2.3	3.0	5.5	V
	V _{BAT}		0.7 x V _{CC}		0.9 x V _{CC}	V
Logic 0 Input SDA, SCL	V _{IL}		-0.3		0.3 x V _{CC}	V
Logic 0 Input SDA, SCL	V _{IL}					

Electrical Characteristics

(V_{CC} = 2.3V to 5.5V, V_{CC} = Active Supply (see Table 1), T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.) (Typical values are at V_{CC} = 3.3V, V_{BAT} = 3.0V, and T_A = +25°C, unless otherwise noted.) (Notes 2, 3)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Active Supply Current	I _{CCA}	(Notes 4, 5) V _{CC} = 3.63V V _{CC} = 5.5V		200	300	μA
Standby Supply Current	I _{CCS}	IC bus inactive, 32kHz output on, SDA/SCL output off (Note 6) V _{CC} = 5.5V		110	170	μA
Temperature Conversion Current	I _{CCSOON}	IC bus inactive, 32kHz output on, SDA/SCL output off V _{CC} = 5.5V		575	650	μA
Power-Fail Voltage	V _{PF}		2.48	2.575	2.70	V
Logic 0 Output, 32kHz, INT/SQW, SDA, SCL	V _{OL}	I _{OL} = 3mA		0.4	0.4	V
Logic 0 Output, RST	V _{OH}	I _{OH} = 1mA		0.4	0.4	V
Output Leakage Current 32kHz, INT/SQW, SDA	I _{LO}	Output high impedance	-1	0	+1	μA
Input Leakage SCL	I _I		-1		+1	μA
RST Pin I/O Leakage	I _{RL}	RST high impedance (Note 6)	-200		+10	μA
V _{BAT} Leakage Current (V _{CC} Active)	I _{BAT,KG}			25	100	nA

www.maximintegrated.com

Maxim Integrated | 2

DS3231 **Extremely Accurate I²C-Integrated RTC/TCXO/Crystal**

Electrical Characteristics (continued)

(V_{CC} = 2.3V to 5.5V, V_{CC} = Active Supply (see Table 1), T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.) (Typical values are at V_{CC} = 3.3V, V_{BAT} = 3.0V, and T_A = +25°C, unless otherwise noted.) (Notes 2, 3)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Output Frequency	f _{OUT}	V _{CC} = 3.3V or V _{BAT} = 3.3V		32 768		kHz
Frequency Stability vs. Temperature (Commercial)	Δf _{TC,CT}	V _{CC} = 3.3V or V _{BAT} = 3.3V, aging offset = 00h		±2	±3.5	ppm
Frequency Stability vs. Temperature (Industrial)	Δf _{TC,IT}	V _{CC} = 3.3V or V _{BAT} = 3.3V, aging offset = 00h		±2	±3.5	ppm
Frequency Stability vs. Voltage	Δf _V			1		ppm/V
Trim Register Frequency Sensitivity per LSB	Δf/LSB	Specified at: +25°C +70°C +85°C		0.7 0.4 0.8		ppm
Temperature Accuracy	Temp	V _{CC} = 3.3V or V _{BAT} = 3.3V	-3		+3	°C
Crystal Aging	Δf _{TC}	After reflow, not production tested	First year	±1.0		ppm
			0-10 years	±5.0		ppm

Electrical Characteristics

(V_{CC} = 0V, V_{BAT} = 2.3V to 5.5V, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Active Battery Current	I _{BATA}	EOSC = 0, BBSQW = 0, SCL = 400Hz (Note 5) V _{BAT} = 3.63V V _{BAT} = 5.5V		70	150	μA
Timekeeping Battery Current	I _{BAT1}	EOSC = 0, BBSQW = 0, EN32kHz = 1, SCL = SDA = 0V or SCL = SDA = V _{BAT} (Note 5) V _{BAT} = 3.63V V _{BAT} = 5.5V		0.84	3.0	μA
Temperature Conversion Current	I _{BAT1C}	EOSC = 0, BBSQW = 0, SCL = SDA = 0V or SCL = SDA = V _{BAT} V _{BAT} = 3.63V V _{BAT} = 5.5V		575	650	μA
Date-Retention Current	I _{BATTR}	EOSC = 1, SCL = SDA = 0V, +25°C		100		nA

www.maximintegrated.com

Maxim Integrated | 3

DS3231 **Extremely Accurate I²C-Integrated RTC/TCXO/Crystal**

AC Electrical Characteristics

(V_{CC} = V_{CC(MIN)} to V_{CC(MAX)} or V_{BAT} = V_{BAT(MIN)} to V_{BAT(MAX)}, V_{BAT} > V_{CC}, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SCL Clock Frequency	f _{CLK}	Fast mode Standard mode	100	400		kHz
Bus Free Time Between STOP and START Conditions	t _{BUS}	Fast mode Standard mode	1.3	4.7		μs
Hold Time (Repeated) START Condition (Note 7)	t _{HOLD,STA}	Fast mode Standard mode	0.6	4.0		μs
Low Period of SCL Clock	t _{LOW}	Fast mode Standard mode	1.3	4.7		μs
High Period of SCL Clock	t _{HIGH}	Fast mode Standard mode	0.6	4.0		μs
Data Hold Time (Notes 8, 9)	t _{HD,DAI}	Fast mode Standard mode	0	0.9		μs
Data Setup Time (Note 10)	t _{SU,DAI}	Fast mode Standard mode		100	250	ns
START Setup Time	t _{SU,STA}	Fast mode Standard mode		0.6	4.7	μs
Rise Time of Both SDA and SCL Signals (Note 11)	t _r	Fast mode Standard mode		20	300	ns
Fall Time of Both SDA and SCL Signals (Note 11)	t _f	Fast mode Standard mode		20	300	ns
Setup Time for STOP Condition	t _{SU,STO}	Fast mode Standard mode		0.6	4.7	μs
Capacitive Load for Each Bus Line	C _L	(Note 11)			400	pF
Capacitance for SDA, SCL	C _{IN}	(Note 11)		10		pF
Pulse Width of Spikes That Must Be Suppressed by the Input Filter	t _{SP}			30		ns
Pushbutton Debounce	t _{PB,deb}			250		ms
Reset Active Time	t _{RST}			250		ms
Oscillator Stop Flag (OSF) Delay	t _{OSF}	(Note 12)		100		ms
Temperature Conversion Time	t _{CC,AV}			125	200	ms

Power-Switch Characteristics

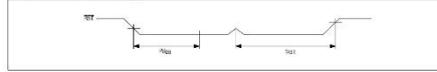
(T_A = T_{MIN} to T_{MAX})

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V _{CC} Fall Time, V _{PF(MIN)} to V _{PF(MIN)}	t _{F,CC}			300		μs
V _{CC} Rise Time, V _{IL(MIN)} to V _{IL(MAX)}	t _{R,CC}		0			μs
Recovery at Power-Up	t _{PR,C}	(Note 13)		250	300	ms

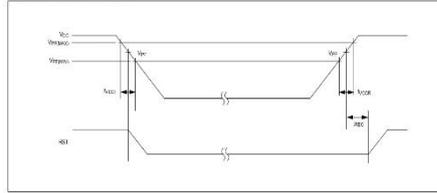
www.maximintegrated.com

Maxim Integrated | 4

Pushbutton Reset Timing



Power-Switch Timing



Data Specs

BH1750 Ambient Light Sensor Module

BH1750 Module is an digital Ambient Light Sensor IC for I2C bus interface. This module is the most suitable to obtain the ambient light data for adjusting LCD and Keypad backlight power of Mobile phone. It is possible to detect wide range at High resolution of 1~65535 lux.



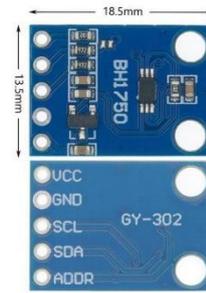
SKU: **SSR1054**

Brief Data:

- Module Type: GY-302
- Sensor IC: BH1750FV1 ROHM.
- Power Supply: 5Vdc.
- Data range: 0-65535
- Data Type: 16bit Serial.
- Direct digital output, bypassing the complicated calculation, cmil calibration
- Close to the visual sensitivity of spectral characteristics
- For a wide range of brightness for 1 lux high precision measurement
- Size: 13.9mm X 18.5 mm.

Mechanical Dimension:

Unit: mm



Functional Diagram:

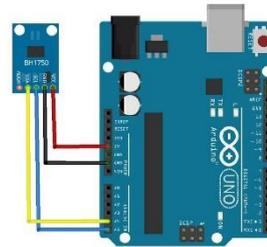


- VIN - Power Supply 5Vdc.
- GND - Power Supply Ground.
- SCL - I2C clock pin, connect to your microcontroller I2C clock line.
- SDA - I2C data pin, connect to your microcontroller I2C data line.
- ADDR/AD0 Jumper - I2C Address pin. Pulling this pin high or bridging the solder jumper on the back will change the I2C address from 0x23 to 0x5C.

Connecting to Arduino Board:

Using the BH1750 with Arduino is a simple matter of wiring up the sensor to your Arduino-compatible microcontroller, installing the <http://www.github.com/steinhilber/BH1750> library written by Stefan Arnborst, and running one of many very well written examples. Download this library and install it to Arduino IDE Library folder.

Wire up the BH1750 module to Arduino Board as shown below:

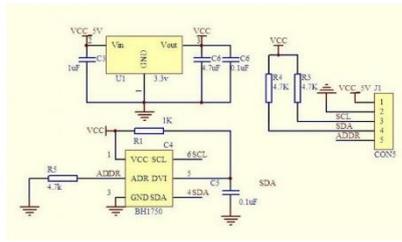


To show the fundamental feature of the sensor, measuring the ambient light in lux, you can use the modestly titled "BareMinimum" example:

Open File -> Examples -> lp BH1750 -> BareMinimum

After opening the demo file, upload to your Arduino wired up to the sensor. Once you upload the code, you will see the Lux values being printed when you open the Serial Monitor (Tools->Serial Monitor) at 9600 baud, similar these measurements I got from waving a flashlight at the sensor.

Schematic Diagram:



Web Resources:

- [BH1750 Sensor Arduino Library](#)



Ammonia Gas Sensor
(Model: MQ137)

Manual

Version: 1.4
Valid from: 2015-03-10

Zhengzhou Winsen Electronics Technology Co., Ltd

Statement

This manual copyright belongs Zhengzhou Winsen Electronics Technology Co., LTD. Without the written permission, any part of this manual shall not be copied, translated, stored in database or retrieval system, also can't spread through electronic, copying, record ways.

Thanks for purchasing our product. In order to let customers use it better and reduce the faults caused by misuse, please read the manual carefully and operate it correctly in accordance with the instructions. If users disobey the terms or remove, disassemble, change the components inside of the sensor, we shall not be responsible for the loss.

The specific such as color, appearance, sizes &etc, please in kind prevail.

We are devoting ourselves to products development and technical innovation, so we reserve the right to improve the products without notice. Please confirm it is the valid version before using this manual. At the same time, users' comments on optimized using way are welcome.

Please keep the manual properly, in order to get help if you have questions during the usage in the future.

Zhengzhou Winsen Electronics Technology CO., LTD

MQ137 Ammonia Gas Sensor

Profile
Sensitive material of MQ137 gas sensor is SnO₂, which with lower conductivity in clean air. When NH₃ gas exists, the sensor's conductivity gets higher along with the gas concentration rising. Users can convert the change of conductivity to correspond output signal of gas concentration through a simple circuit. MQ137 gas sensor has high sensitivity to NH₃ gas, also can monitor organic amine such as trimethylamine, cholamine well. It can detect kinds of gases including ammonia and is a kind of low-cost sensor for kinds of applications.

Features
It has good sensitivity to NH₃ gas in wide range, and has advantages such as long lifespan, low cost and simple drive circuit. etc.

Main Applications
It is widely used in domestic NH₃ gas alarm, industrial NH₃ gas leakage alarm, portable NH₃ gas detector.

Technical Parameters Table.1

Model		MQ137
Sensor Type		Semiconductor
Standard Circumvention		SnO ₂ Metal-ox
Target Gas		Ammonia (as NH ₃)
Detection range		5~500ppm NH ₃
Loop Voltage		V _L 5~24VDC
Heater Voltage		V _H 5.0V±0.2V AC or DC
Load Resistance		R _L Adjustable
Heater Resistance		R _H 290~330Ω(±5%)
Heater consumption		P _H ≤500mW
Sensitivity		S R _L (in air)/R _L (50ppm NH ₃)≥2
Output Voltage		A _V 1 ±5%V (at 50ppm NH ₃)
Concentration Slope		α ±5%R _L (50ppm NH ₃)/R _L (1ppm)
Sen. Humidity		20%~95%RH
Standard test circuit		V _L : 5.0V±0.5V
Preheat time		Over 48 hours

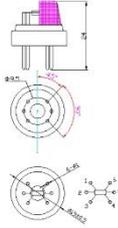


Fig.1 Sensor Structure Unit: mm

NOTE: The change of Output voltage(ΔV_L) is the difference value between V_L in test environment and

Basic Circuit

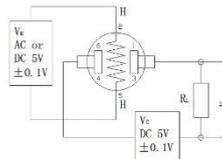


Fig.2. MQ137 Test Circuit

Instructions: The above fig is the basic test circuit of MQ137. The sensor requires two voltage inputs: heater voltage(V_H) and circuit voltage(V_L). V_H is used to supply standard working temperature to the sensor and it can adopt DC or AC power, while V_L is the voltage of load resistance R_L which is in series with sensor. V_L supplies the detect voltage to load resistance R_L and it should adopt DC power.

Description of Sensor Characters

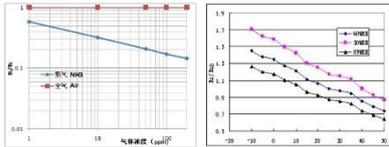


Fig.3 Typical Sensitivity Curve
The ordinate is resistance ratio of the sensor (R_L/R₀), R₀ means resistance in target gas with different concentration, R_L means resistance of sensor in clean air. All tests are finished under standard test conditions.

Fig.4 Typical temperature/humidity characteristics
The ordinate is resistance ratio of the sensor (R_L/R₀). R₀ means resistance of sensor in 50ppm NH₃ gas under different test and humidity. R_L means resistance of the sensor in 50ppm NH₃ gas under 20°C/55%RH.

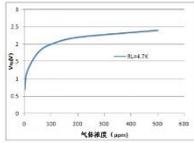


Fig5. Sensitivity Curve

Fig5 shows the R_0 in NH_3 with different concentration. The resistance is at R_0 is 4.7 KΩ and the test is finished in standard test conditions.

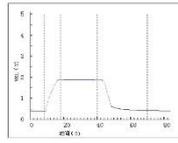


Fig6. Response and Resume

Fig6 shows the changing of R_0 in the process of putting the sensor into target gas and removing it out.

Cautions

1. Following conditions must be prohibited

1.1 Exposed to organic silicon steam

Sensing material will lose sensitivity and never recover if the sensor absorbs organic silicon steam. Sensors must be avoid exposing to silicon bond, fluoride, silicon latex, putty or plastic contain silicon environment.

1.2 High Corrosive gas

If the sensors are exposed to high concentration corrosive gas (such as H_2S , SO_2 , Cl_2 , HCl etc.), it will not only result in corrosion of sensors structure, also it cause sincere sensitivity attenuation.

1.3 Alkali, Alkali metals salt, halogen pollution

The sensors performance will be changed badly if sensors are sprayed polluted by alkali metals salt especially brine, or be exposed to halogen such as fluorine.

1.4 Touch water

Sensitivity of the sensors will be reduced when splattered or dipped in water.

1.5 Freezing

Do avoid icing on sensor's surface, otherwise sensing material will be broken and lost sensitivity.

1.6 Applied higher voltage

Applied voltage on sensor should not be higher than stipulated value, even if the sensor is not physically damaged or broken, it causes down-line or heater damaged, and bring on sensors' sensitivity characteristics changed badly.

1.7 Voltage on wrong pins

For 6 pins sensor, Pin 2&5 is heating electrodes, Pin 1,3,4&6 are testing electrodes (Pin 3 connects with Pin 3, while Pin 4 connects with Pin 6). If apply voltage on Pin 2&5 or 4&6, it will make lead broken, and no signal output if apply on pins 2&4.



Fig7. Lead sketch

2. Following conditions must be avoided

2.1 Water Condensation

Indoor conditions, slight water condensation will influence sensors' performance lightly. However, if water condensation on sensors surface and keep a certain period, sensors' sensitive will be decreased.

2.2 Used in high gas concentration

No matter the sensor is electrified or not, if it is placed in high gas concentration for long time, sensors characteristic will be affected. If lighter gas sprays the sensor, it will cause extremely damage.

2.3 Long time storage

The sensors resistance will drift reversibly if it's stored for long time without electrify, this drift is related with storage conditions. Sensors should be stored in airtight bag without volatile silicon compound. For the sensors with long time storage but no electrify, they need long galvanical aging time for stability before using. The suggested aging time as follow:

Storage Time	Suggested aging time
Less than one month	No less than 48 hours
1 ~ 6 months	No less than 72 hours
More than six months	No less than 168 hours

2.4 Long time exposed to adverse environment

No matter the sensors electrified or not, if exposed to adverse environment for long time, such as high humidity, high temperature, or high pollution etc., it will influence the sensors' performance badly.

2.5 Vibration

Continual vibration will result in sensors down-lead response then break. In transportation or assembling line, pneumatic screwdriver/ultrasonic welding machine can lead this vibration.

2.6 Concussion

If sensors meet strong concussion, it may lead its lead wire disconnected.

2.7 Usage Conditions

2.7.1 For sensor, handmade welding is optimal way. The welding conditions as follow:

- Soldering flux: Rosin soldering flux contains least chlorine
- Homothermal soldering iron
- Temperature: 250℃
- Time: less than 3 seconds
- 2.7.2 If users choose wave-soldering, the following conditions should be obey:
 - Soldering flux: Rosin soldering flux contains least chlorine
 - Speed: 1-2 Meter/ Minute
 - Warm-up temperature: 100±20℃
 - Welding temperature: 250±10℃
 - One time pass wave crest welding machine

If disobey the above using terms, sensors sensitivity will be reduced.

Zhengzhou Winsen Electronics Technology Co., Ltd
 Add: No.299, Inasse Road, National Hi-tech Zone,
 Zhengzhou 450001 China
 Tel: +86-371-6716909/67169670
 Fax: +86-371-60912988
 E-mail: sales@winsen.com
 Website: www.winsen-sensor.com

DESCRIPTION

The MP1584 is a high frequency step-down switching regulator with an integrated internal high-side high voltage power MOSFET. It provides 3A output with current mode control for fast loop response and easy compensation.

The wide 4.5V to 28V input range accommodates a variety of step-down applications, including those in an automotive input environment. A 100µA operational quiescent current allows use in battery-powered applications.

High power conversion efficiency over a wide load range is achieved by scaling down the switching frequency at light load condition to reduce the switching and gate driving losses.

The frequency feedback helps prevent inductor current runaway during startup and thermal shutdown provides reliable, fault tolerant operation.

By switching at 1.5MHz, the MP1584 is able to prevent EMI (Electromagnetic Interference) noise problems, such as those found in AM radio and ADSL applications.

The MP1584 is available in a thermally enhanced SOIC8E package.

FEATURES

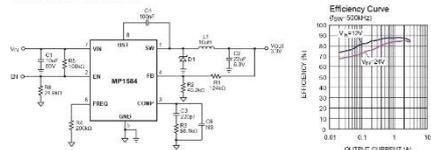
- Wide 4.5V to 28V Operating Input Range
- Programmable Switching Frequency from 100kHz to 1.5MHz
- High-Efficiency Pulse Skipping Mode for Light Load
- Ceramic Capacitor Stable
- Internal Soft-Start
- Internally Set Current Limit without a Current Sensing Resistor
- Available in SOIC8E Package.

APPLICATIONS

- High Voltage Power Conversion
- Automotive Systems
- Industrial Power Systems
- Distributed Power Systems
- Battery Powered Systems

™ and ® are trademarks of Analog IC Technology. All other trademarks are the property of their respective owners.

TYPICAL APPLICATION

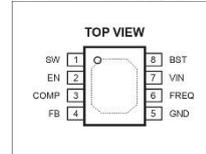


ORDERING INFORMATION

Part Number*	Package	Top Marking	Free Air Temperature (T _A)
MP1584EN	SOIC8E	MP1584EN-Z	-20°C to +85°C

* For Tape & Reel, add suffix -Z (e.g. MP1584EN-Z).
For RoHS Compliant Packaging, add suffix -LF (e.g. MP1584EN-LF-Z)

PACKAGE REFERENCE



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (1)
Supply Voltage (V_{IN}) -0.3V to +30V
Switch Voltage (V_{SW}) -0.3V to V_{IN} + 0.3V
BST to SW -0.3V to +6V
All Other Pins -0.3V to +6V
Continuous Power Dissipation (T_A = +25°C)⁽²⁾ 2.5W
Junction Temperature 150°C
Lead Temperature 260°C
Storage Temperature -65°C to +150°C

Recommended Operating Conditions (3)
Supply Voltage V_{IN} 4.5V to 28V
Output Voltage V_{OUT} 0.8V to 25V

Operating Junc. Temp (T_J) -20°C to +125°C

Thermal Resistance (4) θ_{JA} θ_{JC}
SOIC8E 50 10 °C/W

- Notes:
1) Exceeding these ratings may damage the device.
2) The maximum allowable power dissipation is a function of the maximum junction temperature (T_{JMAX}), the junction-to-ambient thermal resistance θ_{JA}, and the ambient temperature (T_A). The maximum allowable continuous power dissipation at T_A = 25°C, assuming the maximum junction temperature is limited to T_{JMAX}, is P_{DMAX} = (T_{JMAX} - T_A) / θ_{JA}. Exceeding the maximum allowable power dissipation will cause excessive die temperature, and the regulator will go into thermal shutdown. Initial thermal shutdown, if applicable, protects the device from permanent damage.
3) The device is not guaranteed to function outside of its operating conditions.
4) Measured on JEDEC J-7, 4-layer PCB.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

V_{IN} = 12V, V_{EN} = 2.5V, V_{COMP} = 1.4V, T_A = +25°C, unless otherwise noted.

Parameter	Symbol	Condition	Min	Typ	Max	Units
Feedback Voltage	V _{FB}	4.5V < V _{IN} < 28V	0.778	0.8	0.824	V
Upper Switch On Resistance	R _{DS(on)}	V _{DS} = V _{IN} = 5V		150		mΩ
Upper Switch Leakage	I _{SW}	V _{IN} = 0V, V _{SW} = 28V		1		µA
Current Limit	I _{LIM}	V _{IN} = 0V, V _{SW} = 0V, V _{FB} = 28V		4.0	4.7	A
COMP to Current Sense Transconductance	G _{CS}			9		A/V
Error Amp Voltage Gain (5)	A _v			200		V/V
Error Amp Transconductance	G _{CS}	I _{CS} (V _{FB}) = ±3µA		40	60	µA/V
Error Amp Min Source current	I _{ES}	V _{FB} = 0.7V		5		µA
Error Amp Min Sink current	I _{ES}	V _{FB} = 0.9V		-5		µA
V _{IN} UVLO Threshold	V _{UVLO}		2.7	3.0	3.3	V
V _{IN} UVLO Hysteresis	H _{UVLO}			0.35		V
Soft-Start Time (5)	T _{SS}	0V < V _{IN} < 0.8V		1.5		ms
Oscillator Frequency	f _{OSC}	R _{OSC} = 100kΩ		800		kHz
Shutdown Supply Current	I _{SD}	V _{IN} = 0V		12	20	µA
Quiescent Supply Current	I _Q	No load, V _{FB} = 0.9V		100	125	µA
Thermal Shutdown	T _{SD}			150		°C
Thermal Shutdown Hysteresis	H _{SD}			15		°C
Minimum Off Time (5)	T _{OFF}			100		ns
Minimum On Time (5)	T _{ON}			100		ns
EN Up Threshold	V _{EN}		1.35	1.5	1.65	V
EN Hysteresis	H _{EN}			300		mV

Note:
5) Guaranteed by design

PIN FUNCTIONS

SOIC Pin #	Name	Description
1	SW	Switch Node. This is the output from the high-side switch. A low forward drop Schottky diode to ground is required. The diode must be close to the SW pins to reduce switching spikes.
2	EN	Enable Input. Pulling this pin below the specified threshold shuts the chip down. Pulling it up above the specified threshold or leaving it floating enables the chip.
3	COMP	Compensation. This node is the output of the error amplifier. Control loop frequency compensation is applied to this pin.
4	FB	Feedback. This is the input to the error amplifier. The output voltage is set by a resistive divider connected between the output and GND which scales down V _{OUT} equal to the internal +0.8V reference.
5	GND Exposed Pad	Ground. It should be connected as close as possible to the output capacitor to shorten the high current switch paths. Connect exposed pad to GND plane for optimal thermal performance.
6	FREQ	Switching Frequency Program Input. Connect a resistor from this pin to ground to set the switching frequency.
7	VIN	Input Supply. This supplies power to all the internal control circuitry, both BS regulators and the high-side switch. A decoupling capacitor to ground must be placed close to this pin to minimize switching spikes.
8	BST	Bootstrap. This is the positive power supply for the internal floating high-side MOSFET driver. Connect a bypass capacitor between this pin and SW pin.

ANEXO B: VALIDACIÓN DEL SENSOR DE AMONÍACO.



Proceso 1: Medir la cantidad de amoníaco líquido



Proceso 2: Colocar el carbón activado, el amoníaco líquido y el sensor dentro del encapsulado



Proceso 3: Agitar las muestras por 30 minutos



Proceso 4: Colocar la muestra en el filtro



Proceso 5: Filtrar la muestra al vacío



Proceso 6: Muestra con absorcion de amoníaco y muestra sin amoníaco



Proceso 7: Espectrofotómetro

ANEXO C: MANUAL DE OPERACIÓN.



ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

MANUAL DE OPERACIÓN

FACULTAD: INFORMÁTICA Y ELECTRONICA
CARRERA: INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN
ASIGNATURA: TRABAJO DE INTEGRACION CURRICULAR
TUTOR: ING. EDWIN VINICIO ALTAMIRANO SANTILLAN

I.	TEMA: Manual de operación para el sistema IoT de supervisión y control de parámetros químicos de un galpón en una planta avícola de Licto.
II.	OBJETIVO: 1. Capacitar a los técnicos de la avícola “Teresita” para el manejo adecuado de la aplicación móvil, el panel de control y los nodos de adquisición.
III.	INSTRUCCIONES: Aplicación Móvil 1. Abrir la aplicación móvil “POLLIoT” en un dispositivo inteligente he introducir la clave proporcionada al usuario para el inicio de sesión. <i>Nota:</i> La contraseña solo se la proveerá al dueño de la avicola.  2. A continuación, se muestra la pantalla de avícolas en el cual se encuentran registrado N avícolas con su respectivo nombre, ubicación y el número de galpones. Para crear una avícola se da en el botón + y se le da un nombre, ubicación y contraseña para la respectiva avícola. <i>Nota:</i> Se procede a realizar un ejemplo con la siguiente información: Nombre: Avícola 2, ubicación: San Luis, Contraseña: 1234. Para poder entrar a la avícola solo se podrá realizar con la contraseña de la respectiva avicola.



ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

3. Una vez dentro de la avícola se muestra una pantalla con el número de galpones que tiene la respectiva avícola. Estos galpones mostrarán los siguientes parámetros: Temperatura, Humedad, Amoníaco, Luz y Nivel de batería.
Nota: Se procederá a crear un galpón dentro de la avícola 2 creada anteriormente. Para crear el galpón se presiona en el + y se da un nombre en este caso: Galpón 3.

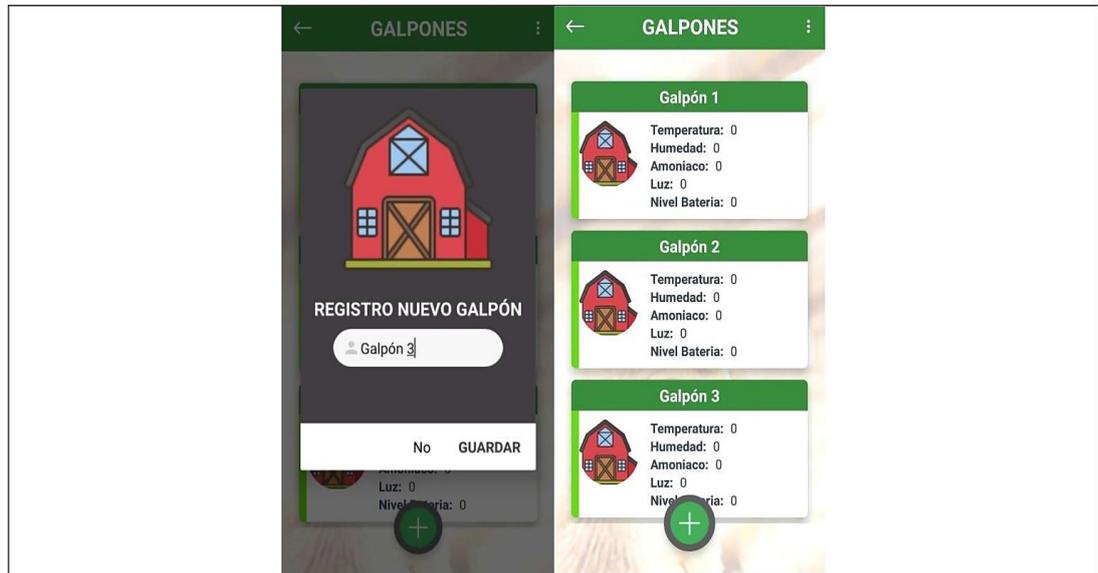




ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA



4. Dentro del galpón se muestra una pantalla del monitoreo del galpón con todos los parámetros mencionados con anterioridad. Además de un botón para controlar las cortinas de forma manual y automática. Si se requiere subir o bajar las cortinas de forma manual se da clic en el botón motor e indicara si esta subiendo o bajando la cortina. Si es de forma automática las cortinas se abrirán y cerrarán por si solas dependiendo de los valores de referencia establecidos.





ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

5. Se muestran las notificaciones para cuando superen los valores de referencia. En este caso se mostrarán las siguientes notificaciones: Temperatura, Amoníaco, Luz.



6. Para entrar a la configuración de tablas y graficas se presiona los tres puntos ubicados en la parte superior derecha.



The image displays the 'HISTORIAL DE DATOS GALPÓN' application interface. It shows a table of historical data for Galpon 1, with columns for Fecha, Temperatura, Humedad, Amoníaco, Luz, and Batería. The data is as follows:

FECHA	TEMPERATURA	HUMEDAD	AMONIACO	LUZ	BATERIA
2023/2/4 22:41:35	20.46 °C	54.78 %	35.00 ppm	15.83 lux	100.00 %
2023/2/4 23:22:11	20.21 °C	54.78 %	28.00 ppm	15.83 lux	100.00 %
2023/2/4 23:42:28	20.10 °C	55.84 %	35.00 ppm	0.00 lux	100.00 %



ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

GRÁFICA GENERAL

GRÁFICA DE COMPORTAMIENTO DEL GALPÓN A TRAVÉS DEL TIEMPO

Tiempo	Temperatura	Humedad	Amoníaco
11:00:00	25	45	30
11:39:20	28	40	28
12:06:40	27	38	25
12:40:00	26	35	22
13:13:20	25	32	20

Panel de control

1. El panel de control cuenta con un switch de encendido y apagado, una luz piloto que nos indica cuando este encendido y apagado, una pantalla LCD OLLED para ver los parámetros, un indicador de voltaje y corriente para el motor y un botón de STOP.

CAJA DE CONTROL

LUZ PILOTO

CARRERA DE ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

esPOCH Carrera de Electrónica y Automatización

ON/OFF

INDICADOR DE VOLTAJE Y CORRIENTE

STOP

2. La pantalla indica lo siguiente: T: TEMPERATURA, NH3: Amoníaco, H: Humedad. A: Antenas, L: Luz, v: Bateria, S: Los segundos que tienen que pasar para enviar los parámetros a la aplicación móvil, la fecha y hora.





ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA



Botonera

1. Para activar el modo manual se debe de activar el botón en la parte derecha de la botonera. El botón superior es el encargado de subir las cortinas mientras que el botón inferior baja las cortinas. Se encenderá una luz cuando las cortinas estén totalmente abiertas.



Nodos de adquisición

2. Los nodos de adquisición están compuestos por sensores de temperatura, amoníaco, luz. Tienen alarmas de luz que indican cuando este encendido el nodo, luz de comunicación y luz de alarma. Una antena de radiofrecuencia que permite la comunicación con el panel central.



ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA



Nota: Los nodos de adquisición son los que toman los valores del medio ambiente dentro del galpón por lo que deben de ser ubicados estratégicamente con la finalidad de tomar valores acertados.

IV. LISTADO DE EQUIPOS, MATERIALES Y RECURSOS:

1. Tarjeta central
2. Nodos de adquisición
3. Botonera
4. Aplicación móvil
5. Conectividad a internet
6. Motor



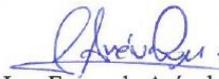
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO

DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL
APRENDIZAJE



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

Fecha de entrega: 23/ 03/ 2023

INFORMACIÓN DE LOS AUTORES
Nombres – Apellidos: MILTON PATRICIO CAMACHO HEREDIA
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
Carrera: ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN
Título a optar: INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN
f. Analista de Biblioteca responsable:  Ing. Fernanda Arévalo M.



0510-DBRA-UPT-2023