



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES

IMPLEMENTACIÓN DE UN COMEDERO AUTOMATIZADO PARA AVES PRODUCTORAS DE CARNE EN LA ETAPA DE CRÍA Y ENGORDE EN LA FINCA EXPERIMENTAL “LA MARÍA”, UTEQ

TRABAJO DE TITULACIÓN

TIPO: DISPOSITIVO TECNOLÓGICO

Para optar el grado académico de:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA, CONTROL Y REDES INDUSTRIALES

AUTOR: MAZÓN FLORES EDISON BRAYAN

PACHECO PALACIOS CHRISTIAN ISRAEL

TUTOR: ING. JOSE ENRIQUE GUERRA SALAZAR Msc.

Riobamba - Ecuador

2019

© 2019, EDISON BRAYAN MAZÓN FLORES Y CHRISTIAN ISRAEL PACHECO PALACIOS

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

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES

El tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: “IMPLEMENTACIÓN DE UN COMEDERO AUTOMATIZADO PARA AVES PRODUCTORAS DE CARNE EN LA ETAPA DE CRÍA Y ENGORDE EN LA FINCA EXPERIMENTAL LA MARÍA, UTEQ”, de responsabilidad de los señores EDISON BRAYAN MAZÓN FLORES y CHRISTIAN ISRAEL PACHECO PALACIOS, ha sido minuciosamente revisado por los miembros del tribunal del trabajo de titulación, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Dr. Julio Santillán C. VICEDECANO DE LA FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA.
Ing. Freddy Chávez. V DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES.
Ing. José Enrique Guerra S. DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN
Ing. Freddy Chávez V. MIEMBRO DEL TRIBUNAL.

Nosotros, EDISON BRAYAN MAZÓN FLORES Y CHRISTIAN ISRAEL PACHECO PALACIOS, somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Edison Mazón y Christian Pacheco

DEDICATORIA

Dedico a Dios por haberme dado salud y vida para poder culminar mis estudios, A mis Padres por toda su dedicación y esfuerzo que han tenido a largo de toda mi carrera universitaria, A mi Tío que ha sido un pilar muy importante en el transcurso de mi vida, A mi hija y a mi novia por apoyarme en momentos difíciles y ser una fuente de motivación, a demás familiares y amigos que de una u otra manera aportaron de manera positiva en la culminación de este trabajo de titulación

Brayan

El presente trabajo de titulación se lo dedico primeramente a Dios y a ti virgencita del Cisne que con tu manto y bendiciones ayudaste a la terminación de mis estudios superiores, a mis padres por su apoyo incondicional, emocional y consejos para nunca decaerme, a mis hermanos que día a día me supieron dar ánimos y fuerzas, a mi hija quien es el motor e inspiración para nunca rendirme y ser mi mayor motivación, finalmente a todos mis amigos y familiares que de una forma u otra ayudaron a la terminación de este maravilloso ciclo de mi vida.

Christian

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme culminar mis estudios y pese a las dificultades de la vida siempre estuvo bendiciéndome, agradezco a mi madre Janne por estar siempre conmigo apoyándome en todo momento, por estar siempre alentándome y darme ánimos para seguir adelante, a mi Padre Edison por transmitirme su sabiduría en cada consejo y apoyo que me ha brindado en todo momento, a mi Tío Carlos que ha sido como un segundo Padre para mí por todas las cosas que ha hecho por mí, a mi hija Melanie por haberme brindado la mayor de las alegrías y hacerme feliz con su presencia, a mi novia Ingrid por todo su esfuerzo y por ayudarme hacer una mejor persona cada día, a mis hermanos Paúl y David que han hecho mi vida mucha más llevadera con todos los problemas que hemos pasado, a mi Tía Mercedes a mis Primas Marlene y Vanessa por ser un apoyo cuando me he encontrado lejos de mis Padres, a Christian por ser una persona extrovertida y alegre que me ha impulsado a seguir adelante con su apoyo en el trabajo de titulación, al Ing. Andrés Corral por ayudarnos en la conexión del sistema eléctrico y ayudarnos a comprar los materiales en la realización del trabajo de titulación, a la UTEQ por brindarnos las facilidades en la implementación del trabajo de titulación, a los Ingenieros José Guerra y Freddy Chávez por su apoyo en el trabajo de titulación, y finalmente a mis amigos y demás familiares por su apoyo. Quedo eternamente agradecido

Brayan

Agradezco a Dios y a la virgen del Cisne que me mantuvieron firme y concentrado frente a adversidades difíciles que con proclamaciones y oraciones me ayudaron a mantenerme al margen de una buena y noble persona, agradezco a mi madre Graciela por su paciencia y amor que ayudaron a la terminación de este trabajo de titulación, a mi padre Alfonso por su apoyo incondicional y enseñanzas que lograron facilitar muchas cosas a lo largo de mi formación profesional, a mis hermanos William y Roberto por su motivación y orientación en momentos delicados de mi vida, a mi hija Malenie que con su ánimo y amor me permitió luchar hasta llegar a la meta planteada, a mis amigos por las experiencias que se vivió durante todo este proceso, a Brayan por confiar en mí y mantenerse firme con vibras positivas para la culminación de este trabajo de titulación, a los padres y tío de Brayan por darme la apertura en su cálido hogar y sentirme uno más de su familia, de manera especial al Ing. Andrés Corral por la orientación de conexiones en el sistema eléctrico de nuestro sistema. Agradezco a mis profesores de la facultad de informática y electrónica por sus conocimientos teóricos y prácticos para la formación de profesionales competitivos, finalmente al Ing. José Enrique Guerra e Ing. Freddy Chávez por el interés y guía para la finalización de nuestro trabajo de titulación, muchísimas gracias.

Christian

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE DIAGRAMAS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	xv
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1	MARCO TEÓRICO	4
1.1	La Avicultura	4
1.2	Recepción de las aves	4
1.3	Alimentación del Ave	5
1.3.1	<i>Sistema de Alimentación en Aves Productoras de Carne</i>	6
1.4	Estadística de la Avicultura a Nivel Mundial	6
1.4.1	<i>A nivel de Latinoamérica</i>	7
1.5	La Avicultura en el Ecuador	8
1.6	Explotación de aves en la Finca Experimental “La María”	9
1.6.1	<i>Rutina Diaria</i>	10
1.7	Equipos para la Alimentación	12
1.7.1	<i>Comederos</i>	12
1.7.1.1	<i>Comederos para aves de corta edad</i>	12
1.7.1.2	<i>Comederos Lineales</i>	13
1.7.1.3	<i>Comederos de Tolva</i>	14
1.7.1.4	<i>Comederos Automáticos</i>	14
1.8	Elementos de un sistema de comedero automatizado	15
1.9	Comederos Automáticos Comerciales	16
1.9.1	<i>Comedero de cadena con suspensión</i>	16
1.9.2	<i>Sistema Gradual de Comederos</i>	17

1.9.3	<i>Comparación de sistemas de comederos automáticos comerciales</i>	18
1.10	Tarjetas de desarrollo	19
1.11	Tipos de comunicación	21
1.12	Motores AC y DC	22
1.13	Sensor inductivo y capacitivo	23
1.14	Selección de materiales	24
1.15	Visualización de datos	25

CAPÍTULO II

2	REQUERIMIENTOS HARDWARE Y SOFTWARE DEL SISTEMA	27
2.1	Requerimientos de diseño del sistema	27
2.2	Concepción de la Arquitectura General del Sistema	28
2.3	Diseño de la arquitectura del sistema	28
2.4	Selección de elementos electrónicos para el sistema de comedero automatizado 30	
2.4.1	<i>Arduino Mega 2560</i>	30
2.4.2	<i>Sensor de proximidad capacitivo LJC18A3-H-Z/BX</i>	31
2.4.3	<i>Sensor de contacto o final de carrera MK V12D40</i>	32
2.4.4	<i>Sensor de temperatura LM35</i>	33
2.4.5	<i>Módulo de Comunicación GSM</i>	33
2.4.6	<i>LCD 4 x 20</i>	34
2.4.7	<i>Módulo de comunicación para LCD I2C</i>	35
2.5	Selección de elementos complementarios para el sistema de comedero automatizado	36
2.5.1	<i>Motor</i>	36
2.5.2	<i>Contactador Siemens: 220 V</i>	37
2.5.3	<i>Relé Térmico Siemens: 220 V</i>	38
2.5.4	<i>Luces Pilotos: 110 V</i>	38
2.5.5	<i>Pulsadores: 110 V</i>	39
2.5.6	<i>Selector de tres posiciones: 110 V</i>	39
2.5.7	<i>Botón de paro de emergencia tipo hongo: 110 V</i>	40
2.5.8	<i>Breakers: 110 y 220 V</i>	40
2.5.9	<i>Transformador de: 110-220VAC a 12-24VAC</i>	41
2.6	Esquema de conexión electrónico del sistema de comedero automatizado	41
2.6.1	<i>Etapa de detección del alimento</i>	41
2.6.2	<i>Etapa de Control y Automatización</i>	42

2.6.3	<i>Etapa de emisión de alertas</i>	44
2.7	Esquema de conexión eléctrica del sistema de comedero automatizado	45
2.8	Diseño del Software del sistema de comedero automatizado	46
2.8.1	<i>Requerimientos del Software del sistema de comedero automatizado</i>	46
2.8.2	<i>Flujograma para el programa del sistema de comedero automatizado</i>	47
2.9	Estructura mecánica del sistema de comedero automatizado	49
2.9.1	<i>Tolva</i>	50
2.9.2	<i>Canal de Distribución</i>	51
2.9.3	<i>Tornillo Sin Fin</i>	52
2.9.4	<i>Comederos</i>	52
2.9.5	<i>Regulación de altura del sistema de comedero automatizado</i>	54
2.9.6	<i>Gabinete Metálico</i>	54

CAPÍTULO III

3	VALIDACIÓN DEL SISTEMA DE COMEDERO AUTOMATIZADO	55
3.1	<i>Detección de errores del sensor capacitivo</i>	55
3.2	<i>Caracterización del sensor de temperatura</i>	57
3.3	<i>Estabilidad del sistema</i>	59
3.4	<i>Pruebas de recepción de mensajes de alerta</i>	62
3.5	<i>Tiempo de distribución del alimento</i>	64
3.6	<i>Cantidad de alimento distribuido</i>	66
3.7	<i>Resultados de la producción entre la distribución de alimento de forma automática y manual</i>	68
3.8	<i>Consumo de corriente</i>	70
3.9	<i>Análisis de costos</i>	71
	CONCLUSIONES	72
	RECOMENDACIONES	73
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Densidad y Temperatura adecuadas para las aves de primera edad.	5
Tabla 2-1:	Producción avícola a nivel de Latinoamérica.	8
Tabla 3-1:	Planificación diaria de trabajo	11
Tabla 4-1:	Características de los sistemas de comederos automáticos comerciales	18
Tabla 5-1:	Características de las distintas tarjetas de desarrollo	20
Tabla 6-1:	Características de la comunicación Wifi, Bluetooth y GSM	21
Tabla 7-1:	Características entre motores AC y DC	22
Tabla 8-1:	Diferencias entre los sensores capacitivos e inductivos.	23
Tabla 9-1:	Diferencias del material de la tolva	24
Tabla 10-1:	Diferencias entre LCD y LCD Touch	25
Tabla 1-3:	Resultados del sensor de proximidad capacitivo.	56
Tabla 2-3:	Resultados de la medición del sensor de temperatura.	58
Tabla 3-3:	Rangos del coeficiente de correlación.	59
Tabla 4-3:	Correlación de los datos del sensor de	60
Tabla 5-3:	Correlación de datos del sensor de	61
Tabla 6-3:	Pruebas de recepción de mensajes.	63
Tabla 7-3:	Tiempo de distribución del alimento	65
Tabla 8-3:	Cantidad de alimento Distribuido	67
Tabla 9-3:	Peso de las aves con la distribución automática y manual.	69
Tabla 10-3:	Pruebas de consumo de corriente.	70
Tabla 11-3:	Costos por tipo de componente.	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Crecimiento global en las exportaciones de carne de pollo	7
Figura 2-1:	Vista exterior del Galpón en la UTEQ.....	10
Figura 3-1:	Comedero para aves.....	13
Figura 4-1:	Comedero de tipo lineal.....	13
Figura 5-1:	Comedero de tipo tolva.....	14
Figura 6-1:	Comedero de tipo.....	15
Figura 7-1:	Comedero de cadena con suspensión de la empresa CASP.....	17
Figura 8-1:	Sistema Gradual de comederos TIGSA	18
Figura 1-2:	Arquitectura general del sistema.....	28
Figura 2-2:	Arduino Mega 2560	30
Figura 3-2:	Sensor de proximidad capacitivo	31
Figura 4-2:	Sensor de contacto marca “Pizzato”	32
Figura 5-2:	Sensor de temperatura.....	33
Figura 6-2:	Módulo de comunicación GSM marca “Keyes”	34
Figura 7-2:	LCD 4 líneas por 20 caracteres	35
Figura 8-2:	Módulo de comunicación para LCD I2C.....	35
Figura 9-2:	Motor Bifásico “CIMA” con caja reductora	37
Figura 10-2:	Contactador Siemens	37
Figura 11-2:	Relé térmico Siemens	38
Figura 12-2:	Luces Piloto	38
Figura 13-2:	Pulsadores	39
Figura 14-2:	Selector de 3 posiciones.....	39
Figura 15-2:	Paro de emergencia.....	40
Figura 16-2:	Breaker.....	40
Figura 17-2:	Transformador reductor	41
Figura 18-2:	Estructura mecánica del sistema de comedero automático.....	49
Figura 19-2:	Montaje de la estructura mecánica.....	50
Figura 20-2:	Tolva	51
Figura 21-2:	Canal de Distribución	52
Figura 22-2:	Tornillo sin fin	52
Figura 23-2:	Comederos	53
Figura 24-2:	Tornillo regulable para los comederos.....	53
Figura 25-2:	Sistema de regulación de la altura de los comederos.....	54
Figura 26-2:	Gabinete metálico.....	54

Figura 1-3:	Sistema de comedero automatizado implementado	55
Figura 2-3:	Evidencia de la prueba realizada.....	57
Figura 3- 3:	Evidencia de la prueba realizada del mensaje de alerta	64

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1-2:	Arquitectura del sistema	29
Diagrama 2-2:	Conexión para la etapa de detección del alimento	42
Diagrama 3-2:	Conexión de la etapa de control y automatización	43
Diagrama 4-2:	Conexión del módulo de aviso	44
Diagrama 5-2:	Conexión de la parte eléctrica	45
Diagrama 6-2:	Flujograma para el programa de comedero automático	47

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo A:** Datos técnicos del transistor LM7805 – LM7809
- Anexo B:** Datos técnicos del sensor de temperatura LM35
- Anexo C:** Datos técnicos de sensor de proximidad capacitivo NPN LCJ18A3-H-Z/BX
- Anexo D:** Datos técnicos del final de carrera MK V12D40 PIZZATO
- Anexo E:** Datos técnicos de Arduino Mega 2560
- Anexo F:** Datos técnicos del módulo GSM SIM 900 “Keyestudio”
- Anexo G:** Comandos AT para GSM/GPRS y GPS.
- Anexo H:** Datos técnicos del LCD 20x4
- Anexo I:** Datos técnicos del módulo I2C para LCD 4x20
- Anexo J:** Programación del sistema de comedero automatizado.
- Anexo K:** Placa electrónica del sistema de comedero automatizado
- Anexo L:** Preparación y armado para la colocación de componentes eléctricos y electrónicos.
- Anexo M:** Fijación de los componentes eléctricos y electrónicos en el tablero de control.
- Anexo N:** Montaje de los comederos y fijación del canal de distribución en el motor.
- Anexo O:** Ajuste de piezas de la tolva y fijación del tornillo sin al eje del motor.
- Anexo P:** Funcionamiento del sistema de comedero automatizado en el Galpón de la UTEQ.

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

LCD:	Pantalla de cristal líquido
GSM:	Sistema global para las comunicaciones móviles
CASP:	Compañía Avícola Sao Paulo
UTEQ:	Universidad Técnica Estatal de Quevedo
HPAI:	Forma altamente patógena de la influenza aviar
KG:	Kilogramos
°C:	Grados centígrados
m²:	Metros cuadrados
m:	Metros
PIC:	Controlador de interfaz periférico
PLC:	Controlador lógico programable
V:	Voltios
m³:	Metros cúbicos
inch:	Pulgada
Hp:	Caballo de fuerza
A:	Amperios
Mhz:	Megahercio
GND:	Tierra
NA:	Normalmente abierto
NC:	Normalmente cerrado
VDC:	Voltaje de corriente directa
SMT:	Tecnología de montaje superficial
GPRS:	Servicio general de paquetes vía radio
VAC:	Voltaje de corriente alterna
SDA:	Datos en serie
SCL:	Reloj serial
TXD:	Transmitir datos
RXD:	Recibir datos
IDE:	Entorno de desarrollo integrado
SMS:	Servicio de mensajes cortos

RESUMEN

Se implementó un sistema de comedero automatizado para aves productoras de carne en la etapa de cría y engorde en la finca experimental “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Consta de una tolva con capacidad para 50 kg de balanceado, maneja ocho comederos y es controlado por un módulo de tres etapas: etapa de detección del alimento, mediante el uso de un sensor capacitivo colocado en la tolva. La segunda etapa de control y automatización, controlado por un Arduino Mega 2560 que es el encargado de encender o apagar el motor con la ayuda de un relé y un contactor, dispone de un sensor para detectar los niveles de temperatura que existen dentro del galpón y visualizarlos en una pantalla de cristal líquido (LCD) ubicado en el tablero principal. La etapa de aviso envía una alertar al avicultor a cargo del galpón cuando se presenten niveles bajos de alimento. De las pruebas realizadas se determinó que el tiempo que tarda para distribuir el alimento en el galpón es un 8.6 % menor que el empleado con el método manual. Adicionalmente, se tomó el peso de los ocho comederos manteniendo una distribución uniforme con una diferencia de 2.13% en peso entre los comederos. De las pruebas se determinó que 4.64 % del alimento distribuido se encuentra en espera dentro del sistema. Se concluye que el sistema es mucho más eficiente en explotaciones avícolas debido a que se obtiene un 10% de incremento en el peso al finalizar la producción y al ser comparado con pesos obtenidos con el sistema tradicional. El sistema permite la distribución del alimento de una manera rápida y elude el contacto directo con las aves. Se recomienda incorporar un silo para que permita un abastecimiento constante de alimento al sistema.

Palabras Claves: <AVICULTURA>, <SISTEMAS AUTOMATIZADOS>, <COMEDERO DE AVES>, <DISTRIBUCIÓN DEL ALIMENTO>, <DETECCIÓN DE ALIMENTO>, <ARDUINO>.

ABSTRACT

A system of automated food dispenser was implemented for meat producer poultries in growth and fattening phase in the experimental farm "La María" of the Universidad Técnica Estatal of Quevedo. It consists of a storage hopper with capacity for 50 kg of poultry's food, manages eight poultry's food dispensers, and it is controlled by a three stages module: food detection module through the use of a capacitive sensor which is placed in the hopper. The second stage of control and automation, controlled by an Arduino Mega 2560 which is in charge of turning on and off the engine with the help of a relay and a contractor, it has a sensor to detect the temperature levels that there is within the chicken coop and visualise them in a liquid crystal display (LCD) situated in the main panel. The notification stage sends an alert to the poultries keeper who is in charge of the chicken coop when of poultries food shows low levels of product. Of the realized tests it was determined that the time it takes to distribute the poultry's food in the chicken coop is of 8.6% less than the time used with the manual method. Additionally, the weight of eight poultry's food dispensers was taken, keeping a uniform distribution with a difference of 2.13% in weight between the poultry's food dispensers. Of the tests it was determined that 4.64% of the distributed food is on standby within of the system. It is concluded that the system is much more efficient in poultry farm due to a 10% of weight increment is obtained when the production ends, and comparing with the obtained weights with the traditional system. The system allows the poultry's food distribution in a fast way and it evades the direct contact with the poultries. It is recommended to add a bunker which allows a constant food provision to the system.

Keywords: <POULTRY FARMING>, <AUTOMATED SYSTEMS>, <POULTRY FOOD DISPENSER>, <POULTRY FOOD DETECTION>, <ARDUINO>.

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de titulación se realizó la implementación de un comedero automatizado para aves productoras de carne en la etapa de cría y engorde en la finca experimental “La María”, UTEQ, tomando como punto de referencia el manejo y la distribución de alimento del ave ya que actualmente se lo realiza de forma manual, se pretende garantizar la correcta distribución sin ocasionar desperdicio y evitar la contaminación del mismo. Adicionalmente se utilizará una red GSM para dar aviso al personal encargado de la ausencia de alimento complementando con una interfaz gráfica en el cual se pueda monitorear en tiempo real diversos aspectos de interés.

ANTECEDENTES

En el Ecuador existe granjas dedicadas tanto a la producción como a la cría de aves de engorde que se toma en cuenta que la carne del pollo es el principal alimento de bajo costo y el más consumido, en la actualidad se producen cerca de 220 millones de aves al año, el cual implica un crecimiento del 400% desde la década de los 90. (Corporación Nacional de Avicultores Ecuador, 2015). Debido al constante incremento de familias y asociaciones dedicadas a la producción de pollo se han habilitado más controles de sanidad. Se estima que el aumento anual en la producción avícola sea del 3%. Ecuador ocupa el puesto 18 en el listado de países que más consumen carne de pollo y huevos. (Ecuavisa, 2015)

La Asociación de Médicos Veterinarios Especialistas en Avicultura (AMEVEA) en Ecuador, estima el consumo per cápita de carne de ave fluctúa entre 30 y 32 kilogramos al año, donde ésta es la proteína de mayor consumo en este país. En cuanto a la producción, el volumen anual está situado entre 230 y 250 millones de aves de engorde. (aviNews, 2017). Todo productor avícola busca las mejores condiciones para que sus aves se desarrollen adecuadamente, por eso es muy importante cuidar su alimentación y poner especial atención en el equipo que se utiliza para alimentarlas. Una buena dieta para las aves de engorde tiene como finalidad obtener animales de buen peso, carne apetitosa y sanos.

Los criaderos de aves optan por la distribución de alimento de forma manual, lo cual genera pérdidas de producto, contaminación del alimento con las heces, aprisionamiento con los comederos, stress del ave al momento de la distribución del alimento, distribución no uniforme, contaminación por parte de la persona que entra en contacto con las aves, daños físicos y ergonómicos para las personas encargadas de distribuirlo. En el mercado internacional existen una gran variedad de comederos automatizados que satisface las necesidades en el país que fueron desarrolladas, el comedero de la empresa brasileña (CASP) modelo S-70E es un comedero de

forma circular que posee una tolva para la distribución del alimento, controlado de forma electromecánica mediante pulsadores.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo implementar un comedero automatizado para aves productoras de carne en la etapa de cría y engorde en la finca experimental “La María”, UTEQ?

SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

- ¿Cuáles son los tipos de balanceados utilizados en los ciclos de vida del pollo, las normas para su alimentación en el galpón, cada que frecuencia recibe alimento el pollo en épocas de producción y cómo funcionan los sistemas de alimentación comerciales?
- ¿Cuáles son los requerimientos que cumplen para la implementación del proyecto que debe tener el prototipo?
- ¿Cuál es el diseño de la morfología que se adapte al proceso y cumpla con todos los requerimientos propuestos?
- ¿Cuál es el software y hardware que cumple con los requerimientos que permite implementar el diseño?
- ¿El sistema implementado cumple con los requerimientos establecidos al inicio de la investigación?

OBJETIVOS

Objetivos Generales:

Implementar un comedero automatizado para aves productoras de carne en la etapa de cría y engorde en la finca experimental “La María”, UTEQ

Objetivos Específicos:

- Estudiar los tipos de balanceados utilizados en los ciclos de vida del pollo, las normas para su alimentación en el galpón, cada que frecuencia recibe alimento el pollo en épocas de producción y cómo funcionan los sistemas de alimentación comerciales.
- Determinar los requerimientos que debe cumplir el prototipo a implementar.
- Elegir el diseño que permita cumplir con los requerimientos propuestos.
- Seleccionar el software y hardware que permita implementar el diseño del prototipo.
- Evaluar si el sistema implementado cumple con los requerimientos establecidos al inicio de la investigación.

Metodología

Para el trabajo de titulación aplicamos los métodos Científicos e Investigativos, ya que se va profundizar temas y evaluar cada una de las etapas que se construya el diseño.

Método Científico. - Según la Real Academia de la Lengua Española (RAE) menciona que el método científico es un conjunto de métodos que se siguen en una investigación científica o una exposición doctrinal que sirve para explorar observaciones y responder preguntas.

Método Investigativo. - Se dice que la investigación científica se define como la serie de pasos que conducen a la búsqueda de conocimientos mediante la aplicación de métodos y técnicas, para ello se necesita profundizar temas y materiales que se utilizan en el presente trabajo de investigación.

La memoria descriptiva de presente trabajo de titulación se encuentra dividido en tres capítulos, el primer capítulo donde consta el marco teórico y se expone de manera general la instrumentación utilizada, el segundo capítulo es el marco metodológico donde se detalla con más precisión los instrumentos utilizados y el tercer capítulo, el último donde se exponen los resultados y conclusiones del trabajo de titulación.

CAPÍTULO I

1 MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se realiza una breve descripción acerca de los conceptos de avicultura, recepción de las aves, alimentación del ave, estadística de la avicultura a nivel mundial, la avicultura en el Ecuador, explotación de aves en la finca experimental “La María”, equipos para la alimentación, elementos de un sistema de comedero automatizado, comederos automáticos comerciales, tarjetas de desarrollo, tipos de comunicación, motores AC y DC, sensor inductivo y capacitivo, selección de materiales y visualización de datos.

1.1 La Avicultura

Se encarga de la crianza y explotación del ave en espacios cerrados como en galpones o zonas en cautiverio. Se crían en espacios controlados bajo condiciones adecuadas para salvaguardar su integridad y pueden desarrollarse de forma apropiada. El correcto manejo impulsa a obtener derivados de las aves como: huevos, plumas y carne para su comercialización. (Venemedia Comunicaciones, 2018)

1.2 Recepción de las aves

Es de suma importancia la buena manipulación de las aves cuando se vaya a realiza el ingreso por primera vez al galpón. Los pasos a seguir para el ingreso de nuevas aves pueden cambiar dependiendo de las zonas climáticas que posee el Ecuador. En la tabla 1-1. Se observa la densidad y temperatura adecuada para el ingreso de las aves desde el primer día hasta la finalización de su crecimiento. (Cadena, 2006)

Tabla 1-1: Densidad y Temperatura adecuadas para las aves de primera edad.

EDAD (días)	DENSIDAD MÁXIMA (aves/m ²)		TEMPERATURA * °C
	Climas templados	Climas calientes	
1-3	50	30	30 – 33
6	40	20	30 – 33
9	25	15	26 – 28
12	20	12	26 – 28
16	15	10	24 – 26
21	12	10	24 – 26
28	12	10	19 – 21
35	12	10	Temperatura ambiente

Fuente: (Cadena, 2006, Pollos Microcriaderos Intensivos)

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019.

1.3 Alimentación del Ave

El objetivo de la alimentación en galpones pequeños de aves de carne es obtener el peso comercializable óptimo en el menor tiempo y con el menor costo posible. La avicultura ha desarrollado aves híbridas que alcanzan de 0,9 a 1,5 Kg de peso promedio en 5 a 6 semanas, y de hasta 1,7 a 2,3 Kg o más en ocho semanas. Gracias a las cualidades genéticas de las aves se obtiene un mayor provecho del alimento ingerido y adicionalmente con las técnicas avícolas desarrolladas para el manejo de estas aves, cuya eficiente dependerá del manejo de la persona encargada de la crianza del ave (Cadena, 2006).

Se ha demostrado que la calidad del alimento contribuye en la eficiencia de producción y en la conversión alimenticia del ave. Al no poseer el suficiente conocimiento en el uso de los ingredientes adecuados podría ocasionar grandes pérdidas económicas. En las materias primas un 1% de humedad superior al estándar aceptado (12 a 13%) puede originar un incremento en la conversión alimenticia en 0,02 puntos (Mazón, 2000).

Una buena planificación avícola depende fundamentalmente del clima, época del año, calidad del alimento, desperdicio, utilización, interpretación de resultados y limitaciones económicas. Las personas responsables de la formulación de raciones se reparten fundamentalmente en las siguientes áreas:

- Determinación de los requerimientos nutricionales bajo diferentes condiciones de manejo y medio ambiente.
- Estimación del contenido nutricional y digestibilidad de los ingredientes a su disposición.
- Determinación de los programas o los sistemas de alimentación apropiados para los diferentes tipos de aves.

1.3.1 Sistema de Alimentación en Aves Productoras de Carne

En el país se utilizan dos tipos de distribución alimenticia del ave como son: manual y automático. En su mayoría por razones económicas los avicultores pequeños y medianos han optado por el tipo de distribución manual, tomando en consideración las fases fisiológicas de las aves productoras de carne (Mazón, 2000).

Se pueden dividir en:

- Iniciador (0 a 2 semanas)
- Crecimiento (3 a 4 semanas)
- Engorde (5 a 6 semanas)
- Mercado (+ de 7 semanas)

Para cada una de las dietas es importante suministrar el suficiente nutriente. El ave productora de carne se ajusta a un rango amplio de niveles de energía. Cuando el nivel de energía aumenta, el pollo tiende a consumir menor cantidad de alimento. En contraste, cuando se utilizan dietas bajas en energía el ave tenderá a consumir más alimento. Por cada 1°C de elevación en la temperatura corporal, el metabolismo del ave aumentará de 20-30%; a una temperatura de 28°C, el apetito del ave disminuirá 12% (Mazón, 2000).

1.4 Estadística de la Avicultura a Nivel Mundial

El organismo de referencia del país en previsiones de consumo mundial de carne, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), ha dado a conocer en su último informe el cual prevé la producción mundial en carne de pollo vaya en aumento de 1% con respecto al año anterior (2008), alcanzando 91,3 millones de toneladas y considera ganancias principalmente en los países de Estados Unidos, Brasil, India y la Unión Europea (Avicultura, 2017).

El crecimiento de la producción del ave en Estados Unidos y Brasil se verá impulsada por el aumento de las exportaciones, mientras que en la Unión Europea e India estará a un crecimiento lento pero constante en la demanda interna. Por otro lado, China, seguirá restringido por enfermedades aviares altamente patógena (HPAI), por limitación de tipos de genética, por un mercado saturado y por precios no acordes a su demanda. (Avicultura, 2017)



Figura 1-1: Crecimiento global en las exportaciones de carne de pollo

Fuente: (Avicultura, 2017, <https://avicultura.com/>)

1.4.1 A nivel de Latinoamérica

La revista “Industria Avícola” en el año 2018 publicó cifras acerca de la producción de aves en los diversos países de Latinoamérica para evidenciar el crecimiento de la producción avícola, los datos obtenidos fueron de los años 2016 al 2017 realizando comparaciones entre los distintos países, hubo un aumento del 5.35% que representa una producción de 605,7 millones de aves con respecto al año anterior (Industria Avícola, 2018).

En la Tabla 2-1, se puede observar cifras sobre la producción anual de aves a nivel de Latinoamérica.

Tabla 2-1: Producción avícola a nivel de Latinoamérica.

Ranking	País	Producción de aves anual (millones)
1	Brasil	6100
2	México	1727,30
3	Colombia	774
4	Argentina	722
5	Perú	702,70
6	Chile	286
7	Venezuela	252,67
8	Ecuador	250
9	Bolivia	226,89
10	Rep. Dominicana	221
11	Guatemala	162,88
12	Panamá	107,57
13	Honduras	100
14	Costa Rica	74
15	Paraguay	67,21
16	Nicaragua	63,80
17	El Salvador	55
18	Uruguay	32,20

Fuente: Industria Avícola, Asociación Latinoamericana de Avicultura del 2007, Atlas a-z, FAO.

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019.

En la tabla 2-1, se observa que Ecuador ocupa el octavo puesto en el ranking de producción avícola a nivel de Latinoamérica con 2,09% equivalente a 250 millones de aves anual con respecto al total de la producción.

1.5 La Avicultura en el Ecuador

Desde los años sesenta a ochenta, en el país comienza la instalación de criaderos de aves para la producción de carne. Se constata cierto desarrollo de investigación local, respecto alimentos autóctonos y a las condiciones climáticas del país. La abundancia de tesis de grado sobre temas

avícolas en las principales universidades durante esos años, documenta la importancia que se concedió a la entonces incipiente industrialización de la avicultura (Cadena, 2006).

En nuestro país el Producto Interno Bruto (PIB), aportadas con un 13% con las actividades agrícolas y avícolas. De este rubro, a partir del año 2007 incluso hasta el año 2013 se estimó un aumento conforme del 47% de colaboración (Recillo & Soria, 2018).

El procedimiento de comercialización del ave es asequible, en la mayoría de los casos la entrega del ave se lo realiza en estado vivo o faenado a los comerciantes grandes y medianos, por lo que en pocas ocasiones se entrega a los consumidores finales. Debido a la falta de planificación y poco conocimiento, los productores pequeños no pueden obtener una mayor rentabilidad (Recillo & Soria, 2018).

La forma tradicional utilizada en la distribución del alimento es manual, donde la persona encargada debe ingresar al galpón y llenar cada comedero. El comedero es de material metálico y está sujeto a las vigas del galpón para regular su altura (El Universo, 2018).

1.6 Explotación de aves en la Finca Experimental “La María”

Se encuentra dentro de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo ubicada en el kilómetro 7 vía a El Empalme en el cruce a Mocache, en la ciudad de Quevedo, provincia de Los Ríos. La temperatura fluctúa en un rango de 26 a 31 °C. Las dimensiones del galpón son de 8 metros de largo, 6.2 metros de ancho y 1.8 metros de alto. La cantidad máxima de aves que generalmente son explotados es de 200. El uso del galpón es para realizar investigaciones y experimentos en las dietas de los balanceados.

Los primeros días de vida del ave es de suma importancia entre el nacimiento hasta la segunda semana de la etapa de cría, por lo que se requiere tener mayor precaución y cuidado del ave. Es recomendable tener conocimiento de las condiciones de humedad, temperatura y densidad (ver tabla 1-1), así como una buena ventilación. El avicultor encargado del galpón tendrá que asumir con responsabilidad, compromiso y paciencia para llevar a cargo las rutinas diarias encomendadas y necesarias para un crecimiento óptimo del ave.



Figura 2-1: Vista exterior del Galpón en la UTEQ

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019

1.6.1 Rutina Diaria

Es importante llevar una planificación de trabajo para obtener un mayor control de crianza y no excluir pasos vitales en el cuidado de las aves.

Tabla 3-1: Planificación diaria de trabajo

En la mañana (08h00):	En la tarde (13h00):	A la noche (18h00):
<ul style="list-style-type: none"> • Revisar los niveles de agua y alimento en los dosificadores. • Verificar el comportamiento y el aspecto exterior del ave. • Limpieza y retiro de desechos orgánicos en los dosificadores (bebederos y comederos). • Suministrar el alimento y el agua en cada uno de los dosificadores (bebederos y comederos). • Observar en el cronograma acontecimientos importantes como: vacunación, colocación de vitaminas, pesaje y cambios en el tipo de alimento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar los niveles de agua y alimento en los dosificadores. • Verificar el comportamiento y el aspecto exterior del ave. • Limpieza y retiro de desechos orgánicos en los dosificadores (bebederos y comederos). • Suministrar el alimento y el agua en cada uno de los dosificadores (bebederos y comederos). • Remoción del suelo en mal estado y relleno de viruta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar los niveles de agua y alimento en los dosificadores. • Verificar el comportamiento y el aspecto exterior del ave. • Limpieza y retiro de desechos orgánicos en los dosificadores (bebederos y comederos). • Suministrar el alimento y el agua en cada uno de los dosificadores (bebederos y comederos). • Encendido de criadoras (lámparas térmicas).

Realizado por: Mazón & Pacheco, 2019

Como se observa en la tabla 1-3, la frecuencia de alimentación del ave es de tres veces al día en el horario mostrado. Por disposición de los especialistas en avicultura recomiendan utilizar ocho comederos para explotaciones avícolas pequeñas donde pueden alimentar hasta 200 aves. El tiempo que se tarda en la distribución manual del alimento en cada uno de los comederos es de un promedio de 14:56 minutos.

La forma de distribución del alimento se lo realiza manualmente. Los datos registrados en los meses de noviembre y diciembre del 2018 fueron: peso máximo de 5.5 libras, peso mínimo de 3.5 libras y el peso promedio de 4.5 libras. La producción de las aves empezó con 200, por consecuencia de un mal manejo avícola hubo un brote de Bronquitis infecciosa y New Castle que acabo con la vida de 50 de ellas, quedando un restante de 150 aves. Como consecuencia de esta tragedia, optaron por realizar un estudio acerca de cómo implementar una forma de distribución automática para evitar un contacto directo con las aves.

1.7 Equipos para la Alimentación

Son implementos utilizados para colocar el alimento a las aves, son de fácil aseo y aseguran una buena duración e higiene.

1.7.1 Comederos

Son instrumentos utilizados para la dosificación del alimento, de fácil manipulación en casos de higiene o para la distribución de su alimento asegurando una buena duración. Entre estos tenemos varios tipos que se muestran a continuación.

1.7.1.1 Comederos para aves de corta edad

Son comederos utilizados en las primeras semanas de vida del ave, es de bajo costo y es de libre acceso hacia el ave. El diseño de este comedero contiene divisiones para una distribución equitativa de alimento. La desventaja de usar este tipo de comedero es que el ave contamina el alimento por la razón que tiende a subirse encima de ellos y por medio de sus patas lleva heces y otros tipos de contaminantes. En la Figura 3-1 se puede observar un comedero para aves de corta edad (Mazón, 2000, p.57).



Figura 3-1: Comedero para aves de corta edad

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019.

1.7.1.2 Comederos Lineales

Son canales elaborados con material de aluminio o zinc ubicados a lo largo del galpón dependiendo de su dimensión. Se recomienda colocar dos canales, uno a cada lado del galpón separado de la pared o buscar siempre que el alimento y el agua estén bien repartidos en el galpón. Hay que asegurarles bien para que no se volteen. Así mismo, deben de quedar a una altura del pecho de las aves. En la Figura 4-1 se observa un tipo de comedero de forma lineal utilizados para aves en etapa de crecimiento y engorde (Mazón, 2000, p.57).



Figura 4-1: Comedero de tipo lineal

Fuente: (Jovasa, 2016, www.jovasa.com.mx/producto/).

1.7.1.3 Comederos de Tolva

Este tipo de comederos son los más usados en la explotación avícola, su forma es cilíndrica y la repartición del alimento concluye en un canal circular, el alimento se lo distribuye de forma manual corriendo riesgo de que exista una mala distribución y de desperdicio de alimento. Es recomendable que entre las líneas de alimento exista una separación de 2 m. entre comederos, de igual forma entre la línea de bebederos. La altura del comedero se ajusta de acuerdo al tamaño del ave y están sujetos a las cerchas del galpón. En la figura 5-1 se expone este tipo de comedero para aves en forma de tolva (Mazón, 2000, p.57).



Figura 5-1: Comedero de tipo tolva

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019.

1.7.1.4 Comederos Automáticos

Este tipo de comederos se los pueden encontrar en grandes Industrias Avícolas que contienen galpones automatizados. Consiste en una tolva donde se almacena el alimento para ser distribuido de forma automática en cada uno de los comederos localizados dentro del galpón de manera rápida y uniforme. En la figura 6-1 se muestra un comedero tipo automático en el que se va a basar el trabajo de titulación (Mazón, 2000, p.58).



Figura 6-1: Comedero de tipo automático

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019

1.8 Elementos de un sistema de comedero automatizado

Las partes más relevantes de un sistema de comedero automatizado son los siguientes:

- **Sistema de suspensión:** consta de poleas, cables, tensores y sujetadores, accionados con malacates manuales (en diferentes capacidades) para facilitar el mantenimiento, la limpieza y desinfección del galpón, además facilita la alimentación del ave cuando este en la etapa de crecimiento.
- **Sistema de distribución:** es la encargada del transporte del alimento de la tolva principal a los platos que se encuentran dispersos de manera ordenada en el galpón.
- **Medio de transporte:** junto con el sistema de distribución se emplea un tubo galvanizado para evitar que se contamine el alimento y se encuentre protegido del medio exterior.
- **Motor de Línea:** será el encargado de convertir la energía eléctrica en movimiento mecánico para accionar el transporte del alimento y pueda llegar al destino final de manera dosificada.
- **Tolva Principal:** en ella se alojará el alimento que será repartido durante el transcurso del día de manera dosificada.
- **Accionadores mecánicos:** son dispositivos electro mecánico como pulsadores o interruptores que pondrán en funcionamiento el sistema automatizado.

1.9 Comederos Automáticos Comerciales

En el mercado Internacional existen varios comederos automáticos provenientes de diferentes países, el cual se mencionarán los más relevantes y de gran importancia:

1.9.1 Comedero de cadena con suspensión

El sistema de comedero automático proveniente de Brasil con su modelo S-70E para matrices está diseñado para garantizar una mejor uniformidad del lote, a través de la alimentación simultánea (CASP, 2016).

Entre las ventajas más relevantes que se puede mencionar de este tipo de comedero son las siguientes:

- Posibilidad de arrastre antes del trazado.
- Velocidad variable de distribución de la ración, para un mayor control y aumento de la vida útil de los equipos.
- Abastecimiento del circuito a la vez (con el equipo suspendido).
- Después de bajado el sistema permite que todas las aves tengan acceso simultáneo.
- Después del trato el sistema es elevado, se posibilita la circulación de las aves durante todo el día.
- Automatización del abastecimiento del circuito y definición previa de la hora de acuerdo con la presencia del operador.
- Facilidad en el montaje, desmontaje y asepsia.
- No hay residuos en la línea de alimentación.
- Mayor seguridad operacional.
- Precisión en la distribución del volumen de alimento.
- Sistema automatizado de control y programación, que permite:
 - Elevación del comedero.
 - Definición previa del horario para distribución de la ración.
 - Determinación del período de iluminación.
 - Accionamiento de sensores de seguridad y alarmas.

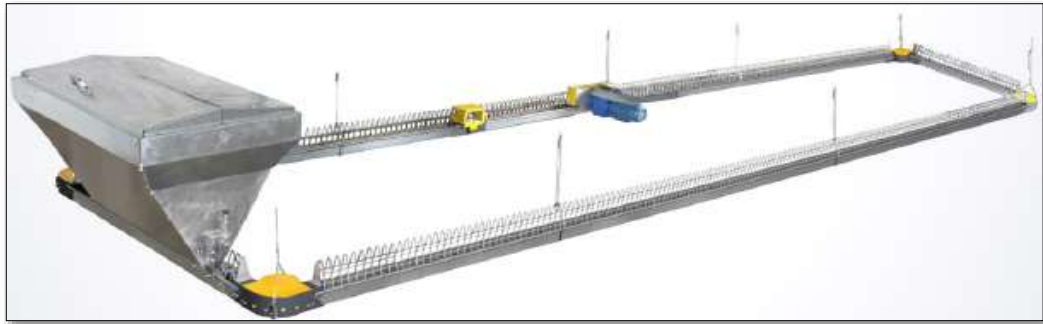


Figura 7-1: Comedero de cadena con suspensión de la empresa CASP

Fuente: (CASP, 2016, www.casp.com.br/)

1.9.2 Sistema Gradual de Comederos

El presente sistema de comedero automático de nacionalidad española de la empresa TIGSA con su modelo Gradual Concept, su forma de construcción es totalmente diferente al comedero de cadena por suspensión, éste posee varias tolvas para la distribución del alimento, además la forma de distribución de los comederos es de forma lineal por medio del tornillo sin fin (TIGSA, 2015).

A continuación, se presenta las características más relevantes de este tipo de sistema:

- Centro de gravedad extremadamente bajo, que garantiza la verticalidad de las tolvas.
- Aro antidesperdicio que evita que las aves malgasten el pienso.
- Tolva de control con doble dispositivo de paro de seguridad.
- Posibilidad de cerrar las tolvas no utilizadas en los primeros días de crianza (opcional).
- Sistema automático de elevación de líneas (opcional).
- Permite automatizar el ajuste de nivel de pienso y la elevación de las líneas.
- Control de descarga con interruptor de seguridad
- Sistema anti aseladero, opcionalmente electrificado.
- 3 ó 4 tolvas en cada sección de 3m.
- Transversales de distintas capacidades según necesidades. Opcionalmente con dispositivos de llenado independientes de líneas para evitar consumos desiguales.

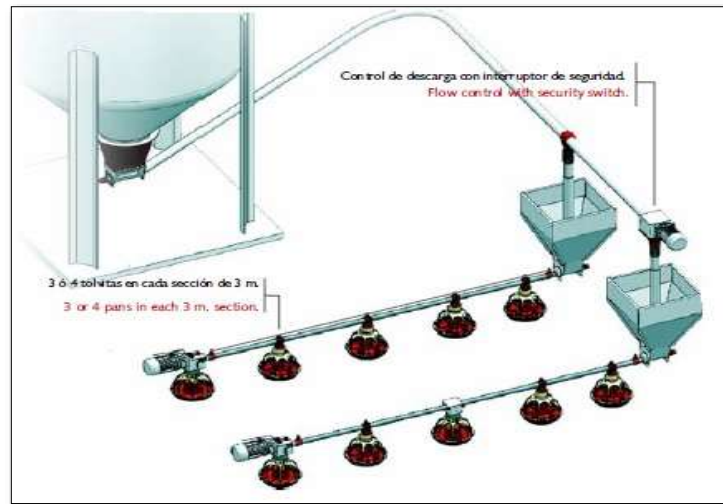


Figura 8-1: Sistema Gradual de comederos TIGSA

Fuente: (TIGSA, 2015, www.tigsa.com/avicultura/)

1.9.3 Comparación de sistemas de comederos automáticos comerciales

En la tabla 4-1, se muestra las características principales de cada sistema.

Tabla 4-1: Características de los sistemas de comederos automáticos comerciales

Características	CASP	TIGSA
Tipo de transporte del alimento	Cadena	Tornillo sin fin
Regulación de la altura del comedero	SI	SI
Contiene silo y tolva	Solo tolva	Ambos
Alerta por nivel bajo de alimento	NO	NO
Modos de operación (manual y automático)	NO	NO
Visualización de datos	NO	NO
Sistema automático de paro	NO	NO
Tipo de comedero	Canal	Canasta
Costo	ALTO	ALTO

Fuente: (CASP, 2016, www.casp.com.br/); (TIGSA, 2015, www.tigsa.com/avicultura/)

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019.

Al analizar los diferentes sistemas comerciales que se muestran en la tabla 4-1, se evidencia la falta de alerta por la ausencia de alimento, no visualiza datos, posee un costo demasiado excesivo y además no tiene distintos modos de operación. En base a esto, se realiza el trabajo de titulación propuesto.

1.10 Tarjetas de desarrollo

En la actualidad existen tarjetas de desarrollo para múltiples necesidades como son: Arduino (MCI Electronics, 2019, <http://arduino.cl/arduino-2/>), PLC (Siemens, 2018, <https://w5.siemens.com/spain/web/>), Intel galileo (Intel, 2018, <https://www.intel.la/>), Raspberry (Raspberry, 2019, <https://www.raspberrypi.org/>), entre otras. Cada tarjeta de desarrollo incorpora distintas funcionalidades.

En la tabla 5-1 se detallará algunos controladores que se encuentran disponibles en el mercado ecuatoriano y que son de interés para realizar el respectivo control del trabajo de titulación.

Tabla 5-1: Características de las distintas tarjetas de desarrollo

	Arduino (Nano y Mega)	PLC (Siemens S-1200)	Intel Galileo (Quark Intel ® SoC)	Raspberry (Pi 3)
Ventajas	Barato Open Source Mucha información disponible sobre Arduino Accesible para cualquier persona	Más robusto Más fiable Flexible Posibilidad de expansión por ranuras	Compatibilidad con los Shield Arduino UNO y puede usar el IDE de Arduino. puerto ethernet a 100Mb, espacio Micro SD, memoria flash a 8Mb, un puerto RS-232 serial	Conectividad Wifi inalámbrica y Bluetooth Configuración de software y hardware inmediata Entorno de desarrollo propio con diversas bibliotecas
Desventajas	Poco robusto Trabaja con señales de 5V	Más costoso Más complejo para programar	Acotada disponibilidad de pines en comparación con otras SBC	Se puede producir un calentamiento no cuenta un sistema de refrigeración.
Lenguaje de programación	Programación en C/C++	Programación en Ladder, Structured Text, Instruction List y GRAFCET	Entorno de desarrollo integrado basado en Java	Sistemas operativos especiales como Raspbian
Número de entradas y salidas	20 a 54 entradas o salidas	14 entradas- 10 salidas	14 entradas o salidas	26 entradas o salidas
Módulo de expansión	NO	SI	SI	NO
Información en internet	Abundante	Normal	Escasa	Normal
Costo	\$ 17	\$ 624,92	\$ 60	\$ 85
Disponibilidad en el mercado ecuatoriano	SI	SI	NO	SI

Fuente: (MCI Electronics, 2019, <http://arduino.cl/arduino-2/>); (Siemens, 2018, <https://w5.siemens.com/spain/web/>); (Intel, 2018, <https://www.intel.la/>); (Raspberry, 2019, <https://www.raspberrypi.org/>)

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019.

En base a la tabla 5-1 se escoge la tarjeta de desarrollo Arduino que cumple con las características del trabajo de titulación debido a su facilidad en el lenguaje de programación, al número de entradas y salidas que dispone sin necesidad de adquirir módulos de expansión costosos, a la gran cantidad de información que se dispone en internet, al bajo costo que resulta adquirir este tipo de controlador y su gran disponibilidad en el mercado ecuatoriano con sus respectivos accesorios.

1.11 Tipos de comunicación

Existen diversos tipos de comunicación entre las más conocidas se tiene: Wifi (Martín, 2018, <https://programarfacil.com/>), Bluetooth (Crespo, 2016, <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/>) y GSM (Macho, 2018, <https://www.prometec.net/gprs-llamar-enviar-sms/>). Cada una de ellas tiene distintas aplicaciones y sirven para determinadas tareas, son compatibles con algunas tarjetas de desarrollo e incluso en ellas ya vienen incorporadas. En la tabla 6-1 se mostrarán las características de cada una de ellas.

Tabla 6-1: Características de la comunicación Wifi, Bluetooth y GSM

Características	Wifi (ESP8266)	Bluetooth (HM-10)	GSM (SIM900)
Ventajas	Conexión wifi barata y de pequeño tamaño. 1 MB de memoria flash interna, para permitir a dispositivos de un chip conexiones de wifi.	Eliminar los cables y conectores entre estos. Ofrecer la posibilidad de crear pequeñas redes inalámbricas y facilitar la sincronización de datos entre equipos personales.	Un módulo GSM/GPRS con una tarjeta SIM, de forma que podamos comunicarnos con él como si se tratase de un teléfono móvil. Y es que esta tarjeta basada en el módulo SIM900 nos permite enviar y recibir llamadas y SMS y conectarnos a Internet.
Alcance	479 metros	Menor a 100 metros	299,792458 km.wl kilómetros (longitudes de onda)
Compatibilidad con tarjetas de desarrollo	SI	SI	SI

Fuente: (Martín, 2018, <https://programarfacil.com/>); (Crespo, 2016, <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/>); (Macho, 2018, <https://www.prometec.net/gprs-llamar-enviar-sms/>)

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019.

En base a la tabla 6-1, se ha determinado que el tipo de comunicación hacer utilizado en el trabajo de titulación es la red GSM debido a su alcance y su compatibilidad con la tarjeta de desarrollo Arduino.

1.12 Motores AC y DC

Un motor de corriente alterna con el de corriente directa tienen similitud en su construcción, pero cada una de ellas tiene su aplicación (Wallulis, 2017, www.puomotores.com/). En la tabla 7-1 se mostrarán las diferencias y su uso.

Tabla 7-1: Características entre motores AC y DC

Características	Motor AC	Motor DC
Uso	Los motores de corriente alterna son más baratos de fabricar y son compatibles con la mayoría de los aparatos modernos que cuentan con una fuente de energía de AC.	Debido a su velocidad variable, los motores de corriente continua se pueden utilizar tanto para aplicaciones de baja potencia y de alta potencia. Sin embargo, debido a su alto costo y la necesidad de piezas de repuesto, normalmente sólo se utilizan para alimentar dispositivos que requieren una entrada de potencia variable, como los coches híbridos y algunos juguetes.
Alimentación	110 a 440 VAC	5 a 36 VDC
Par de arranque	Escaso	Fuerte

Fuente: (Wallulis, 2017, www.puomotores.com/)

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019.

En base a la tabla 7-1, el tipo de motor que se utilizará en el trabajo de titulación es el de alimentación alterna, debido a su uso en el campo industrial y a las facilidades de conexión que posee la UTEQ. La alimentación de energía del motor es bifásica debido a que las conexiones de la Universidad cuentan con ese tipo de instalación eléctrica. El arranque del motor posee un capacitor que mejora su par de arranque.

1.13 Sensor inductivo y capacitivo

Para la detección del alimento en la tolva de distribución, se debe utilizar sensores de proximidad entre ellos existen dos tipos: inductivos y capacitivos (Moctezuma, 2017, <https://instrumentacionmoctezuma.wordpress.com/>). En la tabla 1-8 se muestran las características de ellos.

Tabla 8-1: Diferencias entre los sensores capacitivos e inductivos.

Diferencias	Sensor Inductivo	Sensor Capacitivo
Ventajas	<p>Detección sin contacto.</p> <p>Alta frecuencia de conmutación.</p> <p>Número ilimitado de ciclos de conmutación.</p> <p>Detecciones con precisión.</p>	<p>Detección sin contacto.</p> <p>Detección de casi todo tipo de material.</p> <p>Alcance mayor al sensor inductivo.</p> <p>Cuentan con ajustes de sensibilidad para ajustar a diferentes tipos de materiales.</p> <p>No se ve afectado por el color o superficie del objeto a detectar.</p>
Desventajas	<p>Detección a corta distancia.</p> <p>Tamaño mínimo de objeto hacer detectado.</p>	<p>Tamaño de objetos mínimos para ser detectados.</p> <p>Las distancias no suelen ser largas alrededor 10mm máximo.</p>
Uso	<p>Detección de pines para modelo de herramental.</p> <p>Detección de movimiento de objeto.</p> <p>Contador de vueltas.</p>	<p>Detección de objetos como el pie para activar algún elemento.</p> <p>Uso como botón de incido.</p> <p>Detección de material como vidrio</p>
Tipo de material detectado	<p>Materiales ferrosos</p>	<p>Reaccionan ante metales y no metales</p>

Fuente: (Moctezuma, 2017, <https://instrumentacionmoctezuma.wordpress.com/>)

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019.

En base a la tabla 8-1, por razones del tipo de material que se requiere detectar de tipo granular y por la distancia de detección se ha optado por utilizar el sensor capacitivo que nos brinda las facilidades para la realización de este tipo de trabajo.

1.14 Selección de materiales

El material de fabricación de la tolva puede ser de dos tipos: plástico o acero inoxidable (Mecanizados Sinc, 2015, www.mecanizadossinc.com/) dependiendo de la zona climática que se encuentre, el precio y otros factores que intervienen en su elección. En la tabla 9-1 se muestran las diferencias de estos dos tipos de materiales.

Tabla 9-1: Diferencias del material de la tolva

	Plástico	Acero Inoxidable
Diferencias	Su baja densidad y su resistencia a la corrosión.	Su resistencia a la corrosión es mejor en ambientes hostiles.
	Tiene mejor absorción de ruidos y de vibraciones, buena resistencia química y permeabilidad a las ondas electromagnéticas.	La absorción a ruidos y vibraciones es muy baja por su composición.
	Tiene menos rigidez y mayor elasticidad.	Tiene mayor rigidez y menor elasticidad.
	Tienen un coeficiente de dilatación térmica 20 veces mayor que los metales.	Coeficiente de dilatación termina menor 20 veces a los plásticos
	Los plásticos disipan menos calor, por lo que hay que tener cuidado con el sobrecalentamiento.	Capacidad alta de disipación de calor, por lo que no existen problemas de sobrecalentamiento.
	Bajas temperaturas de fusión y reblandecimiento.	Altas temperaturas de fusión.
	Los plásticos son elásticos.	No son elásticos ni contiene deformación en su estructura.
	Su costo sumamente bajo	Costo elevado

Fuente: (Mecanizados Sinc, 2015, www.mecanizadossinc.com/)

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019.

En base a la tabla 9-1, el tipo de material de la tolva es de tipo plástico debido a su resistencia a la corrosión teniendo en cuenta el clima de la zona, a su absorción de vibraciones y a su bajo costo de adquisición.

En base a la tabla 9-1 el material del canal de distribución es de acero inoxidable considerando que debe soportar la presión del cable que deberá estar sujeto para regular la altura y al esfuerzo que será sometido.

1.15 Visualización de datos

Para exponer variables que necesitan ser mostradas en una pantalla se utilizan los LCD, en el mercado existe una gran variedad dependiendo de los requerimientos que se necesite entre los más comunes se tiene: LCD (Iberobotics, 2019, <https://www.iberobotics.com/>) y LCD Touch (Dapía, 2015, <http://www.electrohobby.org/>). En la tabla 1-10 se mostrarán las diferencias de cada una de ellas.

Tabla 10-1: Diferencias entre LCD y LCD Touch.

Diferencias	LCD (20x4)	LCD TOUCH (TFT LCD Touch 2.4")
Ventajas	Display LCD de 4 líneas de 20 caracteres con comunicaciones I2C y serie y retro iluminación controlable por software. Gracias a su iluminación posterior, los mensajes se ven claramente incluso en total oscuridad. Consumo – 125mA con retroiluminación de pantalla encendida	Pantalla LCD para visualización de gráficos o texto. Panel táctil sobre la pantalla LCD. Lector de tarjetas MicroSD para datalogging o almacenamiento de imágenes. 320x240 pixeles de resolución y 262.000 colores.
Desventajas	Utilización de 16 terminales del Arduino y el excesivo cableado. No tiene interacción la pantalla. No contiene lector de tarjetas.	Cubre la totalidad de la placa Arduino. Se debe cubrir el conector USB del Arduino con una cinta aislante para evitar que se produzca algún cortocircuito al pinchar el shield a fondo.
Tipo de conexión	Shield	Shield
Alimentación	5V	5V
Costo	\$ 12	\$ 20

Fuente: (Iberobotics, 2019, <https://www.iberobotics.com/>); (Dapía, 2015, <http://www.electrohobby.org/>)

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019.

En base a la tabla 10-1, se optó por utilizar el LCD 20x4 por la razón de que solo se mostrarán los datos del sensor de temperatura y no se requiere otras funcionales que tienen el LCD TOUCH.

CAPÍTULO II

2 REQUERIMIENTOS HARDWARE Y SOFTWARE DEL SISTEMA

En este capítulo se aborda temas relacionados a los requerimientos de diseño del sistema, concepción de la arquitectura general del sistema, diseño de la arquitectura del sistema, selección de elementos electrónicos para el sistema de comedero automatizado, selección de elementos complementarios para el sistema de comedero automatizado, esquema de conexión electrónico del sistema de comedero automatizado, esquema de conexión eléctrica del sistema de comedero automatizado, diseño del software del sistema de comedero automatizado y para finalizar la estructura mecánica del sistema de comedero automatizado.

2.1 Requerimientos de diseño del sistema

Para comenzar con la implementación del trabajo de titulación se detalla las necesidades en el galpón:

- Capacidad de tolva entre 50 a 80 kg.
- Permita generar mensajes de alerta por déficit de alimento.
- Distribución uniforme del alimento.
- Capacidad de distribuir por día.
- Supervisar los niveles de alimento.
- Medición de temperatura dentro del galpón.
- Capacidad de regular la altura de los comederos de forma manual.
- Mantenga un sistema de control automático y manual.
- Ser un sistema autónomo en su funcionamiento.
- Fácil manejo e instalación del sistema.
- Transportable.
- Alimentación de hasta 200 pollos como máximo.
- Ser un sistema de bajo costo.

2.2 Concepción de la Arquitectura General del Sistema

El sistema contiene partes eléctricas, electrónicas y mecánicas cada uno de estos sistemas parte de un estudio de ingeniería, desde cómo va la distribución en el lugar que se va implementar hasta el dimensionamiento de las partes eléctricas.

Es importante saber la red de energía eléctrica con el que se encuentra en el sitio ya que con ello se va a trabajar y adquirir los implementos con ese tipo de carga.

Los componentes electrónicos como la tarjeta de desarrollo y la etapa de comunicación permitirán que el operador este informado cuando ya tenga que colocar nuevo suministro de alimentación, esto gracias al sensor ubicado en la tolva principal de distribución. En la figura 1-2 se puede observar de manera gráfica el sistema propuesto.

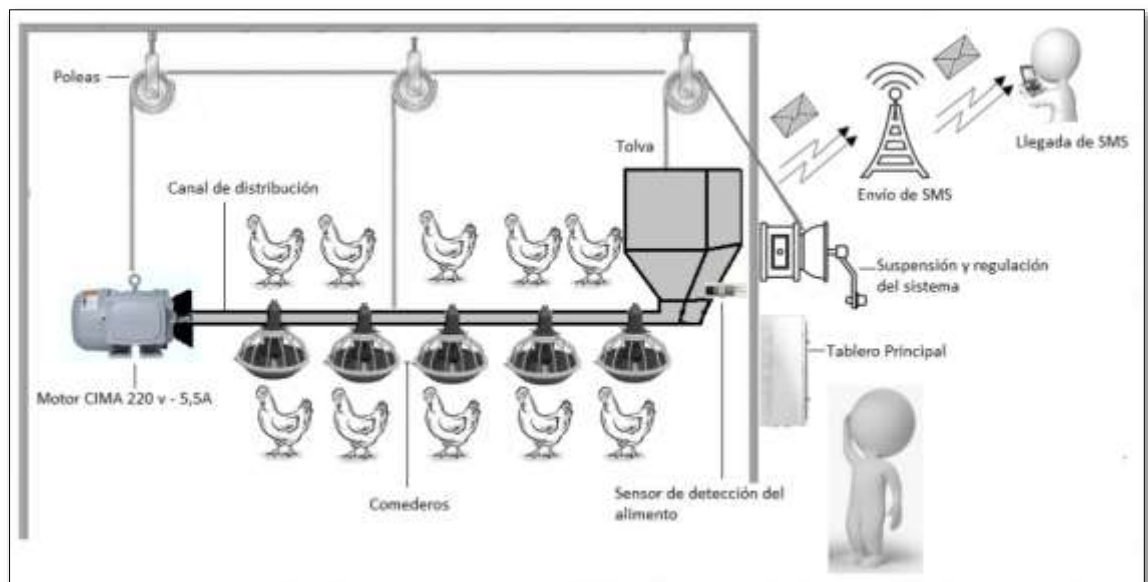


Figura 1-2: Arquitectura general del sistema

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019

2.3 Diseño de la arquitectura del sistema

A continuación, se detallará la arquitectura empleada en la realización del trabajo de titulación.

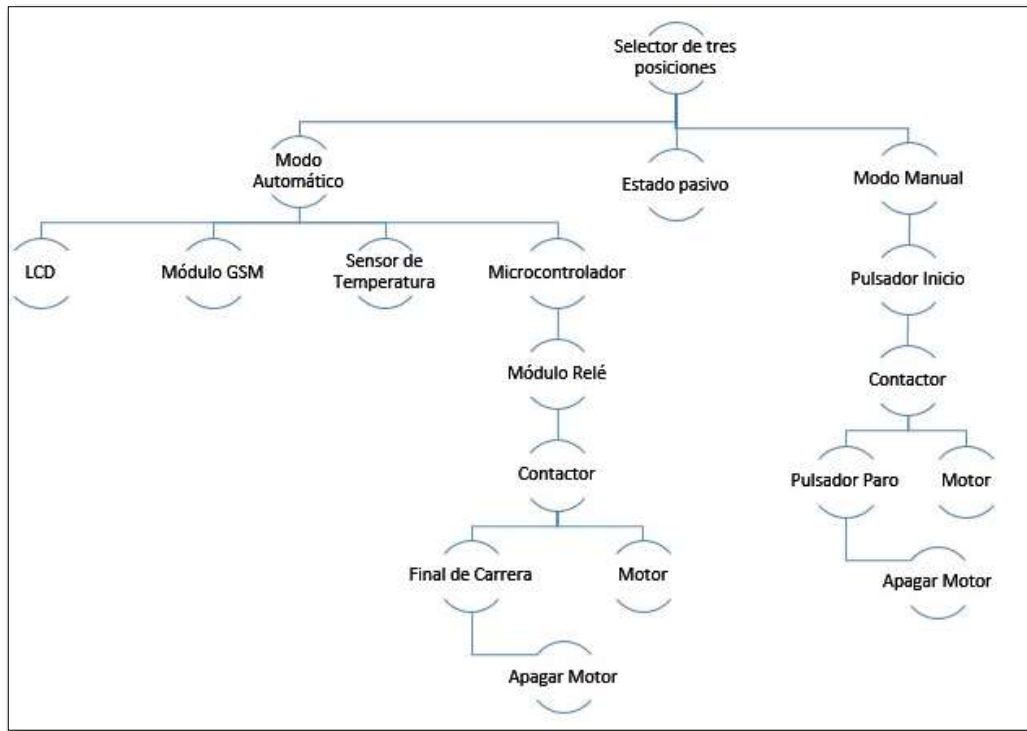


Diagrama 1-2: Arquitectura del sistema

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019

En el diagrama 1-2 se puede observar la arquitectura del sistema en el cual se tiene un selector de tres posiciones, el lado izquierdo funciona en modo automático, el lado de la mitad en estado pasivo y finalmente el lado derecho en modo manual.

En el modo manual requiere un usuario que energice los pulsadores de inicio y paro, al pulsar el botón inicio enclava el contactor y acciona el motor para la distribución del alimento, cuando el usuario observe que se llenó de alimento en todos los comederos presiona el botón de paro para desenclavar el contactor y deje de funcionar el sistema.

El funcionamiento en modo automático es mediante el accionamiento de la tarjeta de desarrollo que por un algoritmo permite la distribución automática del alimento, este da la señal al módulo relé para el enclavamiento del contactor y entre en funcionamiento el motor. Una vez que el ultimo comedero este lleno se acciona un final de carrera que se encargará de desenclavar el contactor, al momento de bajar el nivel del alimento en los comederos se volverá accionar el motor de forma autónoma. Se tiene una pantalla LCD de 20x4 para mostrar la temperatura actual que se encuentre dentro del galpón. A medida que el alimento vaya descendiendo de la tolva principal, el sensor ubicado en la tolva se desactivará por la falta de balanceado y este enviará una señal al microcontrolador para que active el módulo GSM y pueda llegar un mensaje de texto al avicultor encargado del galpón.

2.4 Selección de elementos electrónicos para el sistema de comedero automatizado

A continuación, se detallan los hardware que van hacer empleados en el sistema.

2.4.1 Arduino Mega 2560

Esta tarjeta es diseñada para proyectos extensos que necesite una variedad de entradas y salidas tanto digitales como analógicas dando en total 54 terminales, es altamente sofisticado en proyectos industriales; su programación no es compleja y es de bajo costo. Puede acoplarse a dispositivos de potencia y a módulos que existen para diferentes funciones. Se necesitará un total de 28 terminales en total para su uso en los diversos dispositivos electrónicos conectados a la tarjeta de desarrollo Arduino Mega 2560 por lo que dicha tarjeta se acopla a las necesidades del sistema. En la figura 2-2 se puede apreciar la tarjeta de desarrollo Arduino Mega 2560 (Alldatasheet, 2019, www.alldatasheet.com/arduinomega2560).

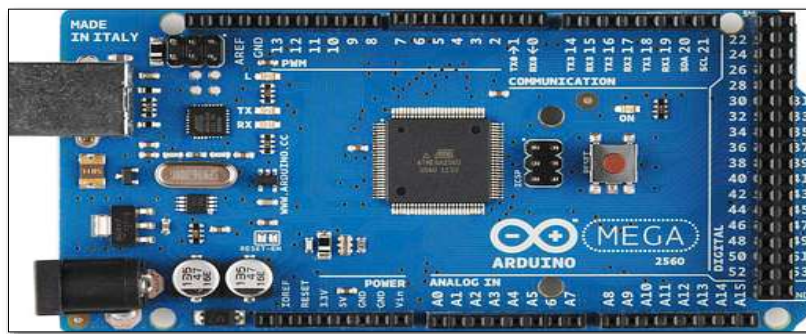


Figura 2-2: Arduino Mega 2560

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019

Entre sus principales características tenemos las siguientes (Ver Anexo E).

- Microcontrolador: ATmega2560.
- Voltaje Operativo: 5V.
- Voltaje de Entrada: 7-12V.
- Voltaje de Entrada(límites): 20V.
- Corriente DC por cada terminal Entrada/Salida: 40 mA.
- Corriente DC entregada en el terminal 3.3V: 50 mA.
- Terminales digitales de Entrada/Salida: 54 (de los cuales 15 proveen salida PWM).
- Terminales analógicos de entrada: 16.

2.4.2 Sensor de proximidad capacitivo LJC18A3-H-Z/BX

El sensor de proximidad capacitivo es de tipo NPN, el cual detecta objetos de material metálicos y no metálicos con una distancia de hasta 5mm. Tiene un rango de alimentación de 5 hasta 36 V en corriente continua, se eligió este tipo de sensor por tener la capacidad de detectar material tipo polvo o granular, el cual nos facilitaría la detección del balanceado en la tolva. Es compatible con varias tarjetas de desarrollo (PLCs, Arduino, etc). Su funcionamiento es de la siguiente manera: cuando detecta algún tipo de material su salida se coloca en GND, caso contrario se encuentra en estado VCC. El sensor empleado se lo puede observar en la figura 3-2 (Naylamp Mechatronics SAC, 2019, <https://naylampmechatronics.com/sensores-proximidad>).



Figura 3-2: Sensor de proximidad capacitivo.

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019

Entre sus principales características tenemos las siguientes (Ver Anexo C).

- Temperatura de trabajo: -25 a 70°C.
- Voltaje de Operación: 6 - 36VDC.
- Corriente de trabajo: 20mA máx.
- Rango de detección: 1mm a 5mm (real).
- Salida: Tipo NPN normalmente abierto (NO) (ON: GND / OFF: VCC).
- Indicador de detección: LED rojo.

2.4.3 Sensor de contacto o final de carrera MK V12D40

Son sensores electromecánicos que permite la apertura y cierre del paso de corriente. Este sensor trabaja en dos posiciones: NA (normalmente abierto) y NC (normalmente cerrado). Se alimentan entre un rango de 110 a 250 VAC y soportan una corriente de trabajo hasta 5A. Permiten detectar la llegada de un material u objeto para que pueda abrir o cerrar el circuito al que se encuentre conectado. En la figura 4-2 se puede apreciar el sensor utilizado (Pizzato, 2019, https://automation-dfw.com/pdf_elec/pizzato-12microswitchmkseries.pdf).



Figura 4-2: Sensor de contacto marca “Pizzato”

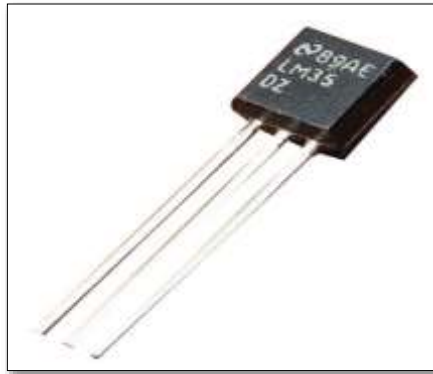
Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019

Entre sus principales características tenemos las siguientes (Ver Anexo D).

- Temperatura: -20 a +85 °C.
- Voltaje de Operación: 15 – 250 VAC.
- Corriente de Trabajo: 5 - 16 A.
- Longitud cuerpo: 49mm.
- Contactos: 1NA + 1NC.
- Bornes de conexión por tornillo.
- Contacto móvil: plateado.

2.4.4 Sensor de temperatura LM35

Es un dispositivo electrónico y analógico que permite medir la temperatura mediante voltaje, su capacidad de medida va de -55°C a 150°C . Su salida es lineal y entrega $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$. Su consumo de corriente es menor a $60\ \mu\text{A}$ y es ideal para aplicaciones remotas. El sensor utilizado se muestra en la figura 5-2 (Texas Instrumenst, 2019, www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf).



**Figura 5-2: Sensor de temperatura
LM-35**

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019

Entre sus principales características tenemos las siguientes (Ver Anexo B).

- Calibrado directamente en grados Celsius (Centígrados).
- Funciona de 4 a 30V.
- Consumo de corriente menor a $60\ \mu\text{A}$.
- Rango: -55°C a 150°C .
- Lineal $+10.0\ \text{mV}/^{\circ}\text{C}$ factor de escala.
- 0.5°C de precisión garantizada (en los $+25^{\circ}\text{C}$).

2.4.5 Módulo de Comunicación GSM

Es un módulo GSM / GPRS cuatribanda completo en un tipo SMT y diseñado con un procesador de un solo chip muy potente que integra el núcleo AMR926EJ-S, lo que le permite beneficiarse de pequeñas dimensiones y soluciones rentables. El módulo GSM se muestra en la figura 6-2 (SIMCom, 2019, www.keyestudio.com/).



Figura 6-2: Módulo de comunicación GSM marca “Keystudio”

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019

Entre sus principales características tenemos las siguientes (Ver Anexo F).

- Adaptación automática a la placa principal de 3.3V y 5V.
- Compatible con plataformas de 3.3V.
- Fuente de alimentación externa de 9VDC.
- Corriente de trabajo: 2A.
- Cuatribanda GSM / GPRS 850/900/1800 / 1900MHz.

2.4.6 LCD 4 x 20

Se utilizó un LCD de 4 líneas por 20 caracteres para la visualización de datos. En el trabajo de titulación se muestra los valores de temperatura, en la figura 7-2 se puede apreciar el dispositivo anteriormente dicho (Hitachi, 2000, http://www.systronix.com/access/Systronix_20x4_lcd_brief_data.pdf).



Figura 7-2: LCD 4 líneas por 20 caracteres

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019

Entre sus principales características tenemos las siguientes (Ver Anexo H).

- Pantalla – 20 caracteres por línea, 4 líneas
- Alimentación – 5v
- Consumo – 125mA con retroiluminación de pantalla encendida
- Comunicaciones – I2C o serie 9600bps

2.4.7 Módulo de comunicación para LCD I2C

Este módulo tiene como objetivo minorar la cantidad de cableado conectados a la tarjeta de desarrollo por la facilidad de conectividad. Dicho módulo se usa especialmente para controlar un LCD alfanumérico. En la figura 8-2 se muestra el módulo I2C (Mantech Electronics, 2017, www.mantech.co.za/datasheets/products/lcd2004-i2c.pdf).



Figura 8-2: Módulo de comunicación para LCD I2C

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019

Entre sus principales características tenemos las siguientes (Ver Anexo I).

- Controlador: PCF8574
- Voltaje de Alimentación: 5V DC
- Dirección I2C: 0x3F (en algunos modelos es 0x27)
- Compatible con el protocolo I2C
- Terminales para Luz de fondo
- Potenciómetro para ajuste de contraste

2.5 Selección de elementos complementarios para el sistema de comedero automatizado

2.5.1 Motor

El motor adquirido para la entrega del alimento que va a transportar por medio del canal de distribución es de marca “CIMA” de fabricación italiana, alimentación eléctrica de 220V, trabaja a una potencia de un HP con la corriente nominal de 5,5 A.

Este dispositivo electromecánico es suficiente para los requerimientos que se necesita en el galpón, si fuera el caso, de aumentar la longitud del canal de distribución y la cantidad de aves no se tendría ningún tipo de inconvenientes, debido a que esta dimensionado hasta una longitud de 36 m.

Para aumentar el torque del motor y no exista una sobrecarga en el mismo, el fabricante tiene acoplado una caja reductora con una relación de 1:36 de la misma marca. En la figura 9-2 se muestra el motor empleado.



Figura 9-2: Motor Bifásico “CIMA” con caja reductora

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019

Se debe tomar en cuenta que los elementos usados en el tablero de control son de distintos voltajes, así que a continuación se los especifica:

2.5.2 Contactor Siemens: 220 V.

Es un elemento electromecánico que sirve para la apertura y cierre de corriente eléctrica de una carga (motor), se puede accionar mediante elementos de comando como pulsadores o relés. En la figura 10-2 se observa un contactor marca siemens de 220 V.



Figura 10-2: Contactor Siemens.

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019

2.5.3 Relé Térmico Siemens: 220 V.

Son elementos usados para la protección de sobrecarga, comúnmente utilizados en motores de corriente alterna. En la figura 11-2 se puede observar el relé térmico utilizado.



Figura 11-2: Relé térmico Siemens.

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019

2.5.4 Luces Pilotos: 110 V.

Son indicadores de luz para dar aviso de forma visual al operador de que se está llevando a cabo un proceso. En la figura 12-2 se puede mostrar las luces piloto utilizadas en el trabajo de titulación.



Figura 12-2: Luces Piloto

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019

2.5.5 Pulsadores: 110 V.

Son componentes electromecánicos que permite pasar o cortar el flujo de corriente de un dispositivo o de un sistema. En la figura 13-2 se muestra los pulsadores utilizados en el trabajo de titulación.



Figura 13-2: Pulsadores

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019

2.5.6 Selector de tres posiciones: 110 V.

Es un elemento eléctrico que permite pasar corriente de acuerdo a la posición seleccionada por el usuario. En la figura 14-2 se puede mostrar el selector utilizado.



Figura 14-2: Selector de 3 posiciones

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019

2.5.7 Botón de paro de emergencia tipo hongo: 110 V.

Es un elemento eléctrico que sirve para la desactivación total de corriente eléctrica hacia todo el sistema, utilizado como protección en el tablero principal. En la figura 15-2 se puede observar el paro de emergencia.



Figura 15-2: Paro de emergencia

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019

2.5.8 Breakers: 110 y 220 V.

Es un componente eléctrico que sirve para abrir o interrumpir el paso de corriente, utilizado para la protección de componentes eléctricos de un sistema. En la figura 16-2 se puede observar el breaker utilizados en el sistema.



Figura 16-2: Breaker

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019

2.5.9 Transformador de: 110-220VAC a 12-24VAC

Es un dispositivo eléctrico utilizado para el cambio de voltaje, tiene la capacidad de elevar o reducir el voltaje. En la figura 17-2 se puede apreciar el transformador utilizado.



Figura 17-2: Transformador reductor

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019

2.6 Esquema de conexión electrónico del sistema de comedero automatizado

Se procedió a realizar la simulación de conexiones de los módulos hacer empleados en el trabajo de titulación con el software “Proteus 8 Profesional” (SENA, 2008, www.tecnica1lomas.com.ar/tutoriales/manual-proteus.pdf). Se instalaron librerías complementarias para la correcta simulación del Arduino Mega 2560 y el módulo SIM 900 (Arduino Libraries, 2019, www.arduino.cc/en/reference/libraries). Por razones de análisis se ha estructurado la explicación en tres etapas.

2.6.1 Etapa de detección del alimento

La conexión para esta etapa se puede apreciar en el diagrama 2-2, debido a que Proteus 8 Profesional no dispone librerías para la simulación de sensores capacitivos. Se ha utilizado un gráfico demostrativo de conexión entre el sensor y el microcontrolador, tomando en cuenta que actuará con un método de programación.

- El cable de color café del sensor capacitivo esta conecta al terminal positivo de 5v del Arduino para que pueda energizarse el sensor.
- El cable de color azul del sensor está conectado al terminal GND del Arduino para que pueda cerrar el circuito y lo energice.

- Y por último se tiene el cable de color negro del sensor que está conectado a una entrada digital del Arduino, en este caso al terminal 22. Esta señal que proviene del sensor será el encargado de activar al módulo GSM para que pueda enviar el mensaje al operador.

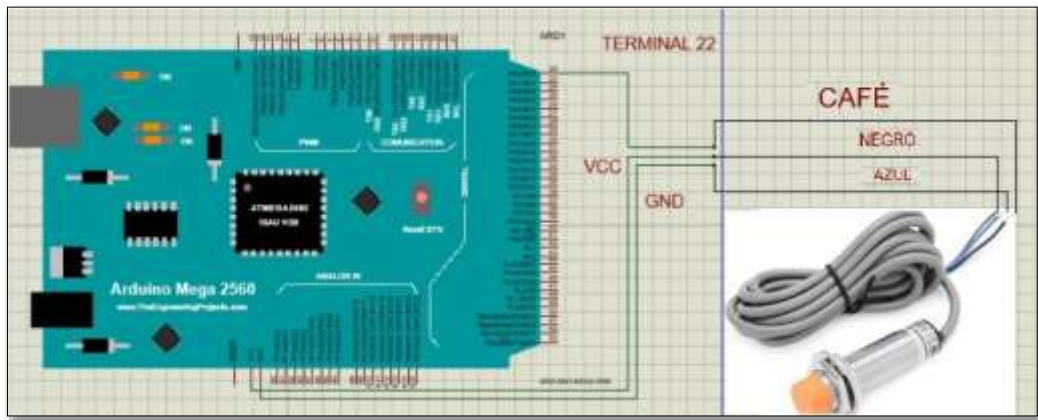


Diagrama 2-2: Conexión para la etapa de detección del alimento

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019

2.6.2 *Etapa de Control y Automatización*

Se diseñó una placa electrónica para la alimentación del Arduino, sensores y actuadores (relé), adicionalmente se planificó la expansión de entradas y salidas con el fin de que se pueda añadir más actuadores al sistema.

El diseño de la placa se lo realizó en Proteus 8 Profesional como se muestra en el diagrama 3-2.

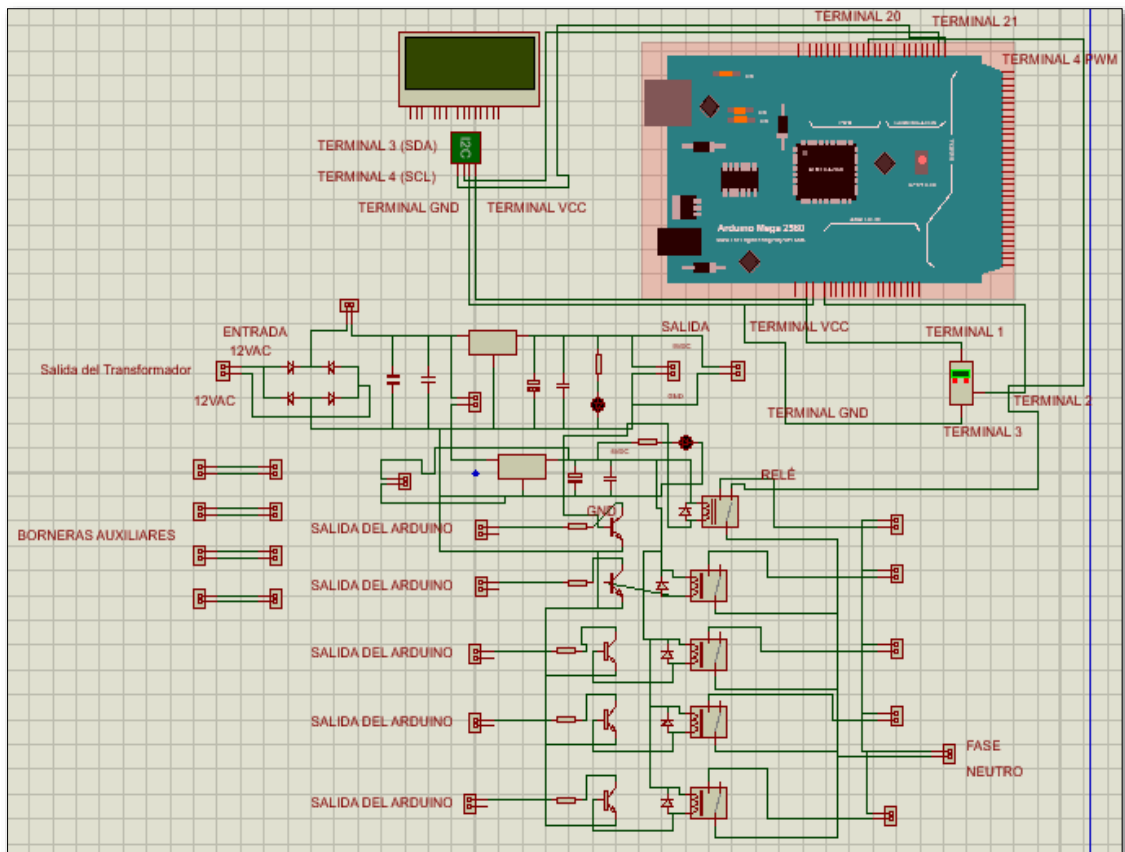


Diagrama 3-2: Conexión de la etapa de control y automatización

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019

- El terminal uno del LM7809 va conectado a la bornera del transformador de 110VAC a 12VDC, el terminal dos va conectado al GND del Arduino y el terminal tres va conectado a la sección POWER, en el terminal Vin del Arduino.
- El terminal uno del LM7805 va conectado a la bornera del transformador de 110VAC a 12VDC, el terminal dos va conectado al terminal GND del módulo relé y el terminal tres está conectado a la bobina del módulo relé
- Para la alimentación del módulo GSM se usó una fuente externa de 9V a 2A.
- Para la conexión del LCD, se utilizó un módulo auxiliar I2C con el fin de disminuir la cantidad de cables conectados y minorar el espacio utilizado en los elementos del funcionamiento del LCD. Este módulo se adapta perfectamente a los pines de conexión del LCD, por lo que se procede a conectar el I2C de la siguiente manera: el terminal uno va al terminal GND del Arduino, el terminal dos para el terminal positivo del Arduino, el terminal tres (SDA) al pin 20 del Arduino y por último el terminal cuatro (SCL) al terminal 21 del Arduino.
- Para el sensor de temperatura LM35 la conexión del terminal uno debe estar conectado al terminal positivo del Arduino, el terminal dos en la sección de Analog In en el terminal A0 y el terminal tres al terminal GND del Arduino.

- Para la conexión de las borneras hacia el Arduino, se las diseñó para que no exista desgaste en los terminales del Arduino, cualquier sensor usado se conecta en las borneras externas de la placa y las borneras internas van conectadas al Arduino.
- Para la conexión de los relés es de la siguiente manera: la energización de los relés está conectados internamente en el diseño de la placa por medio del LM7805, en cada una de las entradas de los relés se colocó una bornera para la conexión con el Arduino, la salida del relé se conectó en la sección PWM en el terminal 4 del Arduino para el envío de la señal de apertura y cierre al contactor.

2.6.3 Etapa de emisión de alertas

Para la conexión de la etapa del módulo GSM SIM 900 se la puede apreciar en el diagrama 4-2, realizado de la siguiente manera:

- Para la energización de la tarjeta GSM SIM 900 se conectó a una fuente externa de 9 V. a 2 A.
- El terminal RXD se conectó a la sección de comunicación del Arduino en el terminal 14 (TX0), y el terminal TXD al terminal 15 (RX0) del Arduino.

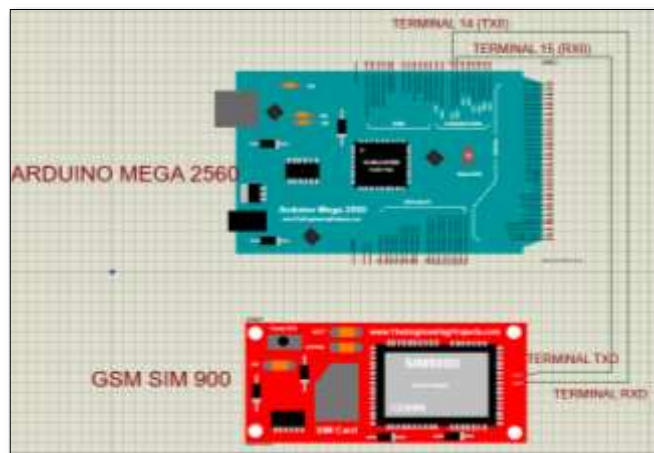


Diagrama 4-2: Conexión del módulo de aviso

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019

pulsador de paro, el terminal T1 y T2 están conectados al relé térmico para la protección del motor, el terminal de la bobina A1 está conectado a una fase y el terminal de la bobina A2 esta puentado con el relé térmico para poder energizarlo.

- Para la conexión del relé térmico va de la siguiente manera: del puente de A2 tomado del contactor va a una fase para tener energizado, los terminales T1 y T2 va conectado respectiva al motor de 220V. Cabe mencionar, que el terminal 96(NC) se conectó a una luz piloto de aviso para indicar el fallo debido a una sobrecarga del motor.
- El transformador utilizado se conectó para que funcione a 110VAC para esto se usaron los cables de color amarillo conectado a una fase y el cable de color rojo conectado a neutro, para las salidas del transformador se conectó solo 12VAC, ambos terminales se conectaron a la bornera de la placa electrónica para la alimentación del Arduino y demás dispositivos.

2.8 Diseño del Software del sistema de comedero automatizado

La programación para el sistema de comedero automatizado se lo realizó en el IDE de Arduino, en vista de que se usó la tarjeta de desarrollo compatible con el software. A continuación, se detallan los requerimientos que se necesita para el correcto funcionamiento, diagramas de flujo de la lógica de la programación, funciones y librerías empleadas en la implementación.

2.8.1 *Requerimientos del Software del sistema de comedero automatizado*

A continuación, se detallan las necesidades del software que debe tener el sistema:

- Lectura de los sensores en el Arduino.
- Visualización de temperatura del galpón.
- Determinar niveles de alimento.
- Generar SMS de alerta.
- Enviar el SMS de alerta por una red móvil.
- Cambio de manual a automático.

2.8.2 Flujograma para el programa del sistema de comedero automatizado

En el diagrama 6-2 se muestra el flujograma empleado en el sistema de comedero automatizado.

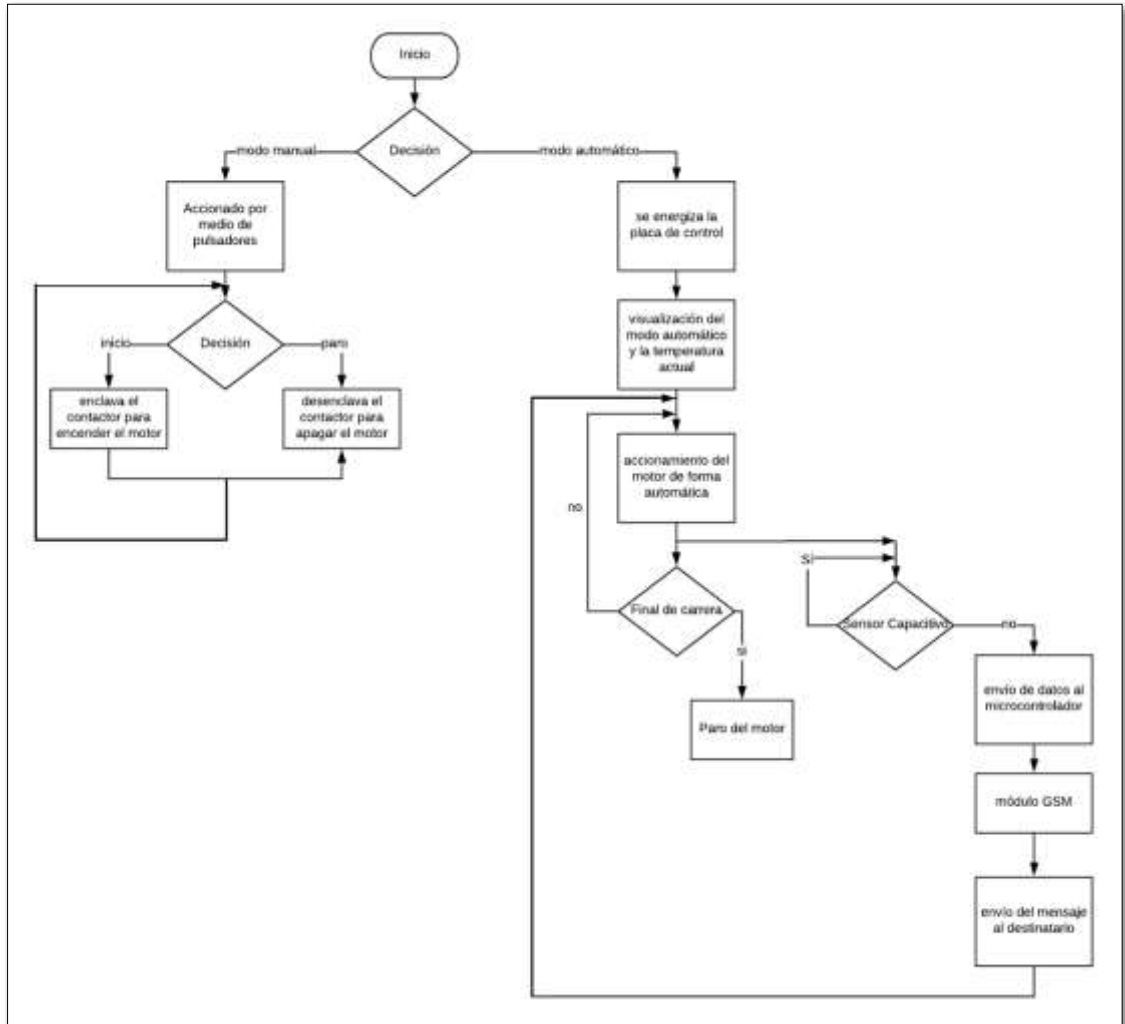


Diagrama 6-2: Flujograma del software del sistema

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019

Para la programación se debe tomar en cuenta el significado de cada línea de código como sus librerías. (Arduino, 2019, www.arduinoobot.pbworks.com/f/Manual+Programacion+Arduino.pdf)

Para la inicialización:

- Se añaden las librerías correspondientes al módulo del I2C del LCD que son: **wire.h** y **LiquidCrystal_I2C.h**
- Se declara las dimensiones del LCD y la dirección del módulo I2C con el comando **LiquidCrystal_I2C**.

- Se procede a inicializar el LCD y encender la luz de fondo con el comando: **lcd.init()** y **lcd.backlight()**.
- Se visualiza los caracteres ingresado en el microcontrolador por las posiciones asignadas con el comando **lcd.setCursor(columna, fila)**.
- Se añade la librería del módulo GSM para el correcto funcionamiento que es **SoftwareSerial.h**.
- Se declara los terminales de transmisión (envío y recepción) de datos hacia el Arduino con el comando **SoftwareSerial SIM900()**.
- Se crea una variable con el código del país, en este caso se usa el código +593 (Ecuador).
- Se crean las variables respectivas para el motor y temperatura.
- Se inicializan en cero, se elige el tipo de variable y el tipo de modo.
- Se define el terminal del Arduino al que está conectado el sensor.
- Se declara el nombre de la variable que va a contener la señal del sensor.
- Se elige el tipo de variable que va a contener los datos del sensor.
- Se define el tipo de modo (entrada o salida) del sensor.

Para el ciclo de repetición:

- La variable del motor se la inicializa para que funcione de manera autónoma cada vez que el selector este en la posición de modo automático.
- Se toman los datos de temperatura con el comando **analogRead()** y se las imprime en el LCD con el comando **lcd.print()**.
- Para la activación del relé se usa el comando **digitalWrite()** para que envíe la señal al relé y este a su vez enclave al contactor para el funcionamiento del motor.
- Se lee el estado que se encuentra el sensor con el comando **digitalRead()**.
- Se ejecutan las acciones correspondientes dependiendo del estado en el que se encuentre el sensor.
- Para la lectura del estado del sensor se usa el puerto serial para comprobar el valor en el que se encuentra actualmente el sensor con el comando **Serial.println()**.
- Se crea otra variable con el número de la persona que va a recibir la alerta.
- Para la programación del módulo GSM se usa la tabla de comandos AT. **Ver Anexo G**
- Se usa la palabra reservada **SIM900.print()** con los comandos AT.
- Con el siguiente comando **SIM900.println()** se envía la palabra por mensaje al destinatario anteriormente definido.

2.9 Estructura mecánica del sistema de comedero automatizado

Los elementos complementarios utilizados en la implementación del trabajo de titulación son los siguientes: tolva, canal de distribución, tornillo sin fin, comederos, sistema de regulación para la altura de los comederos y gabinete metálico, que a continuación serán detallados.

En la figura 18-2 se puede observar de manera general la estructura mecánica del sistema de comedero automatizado.

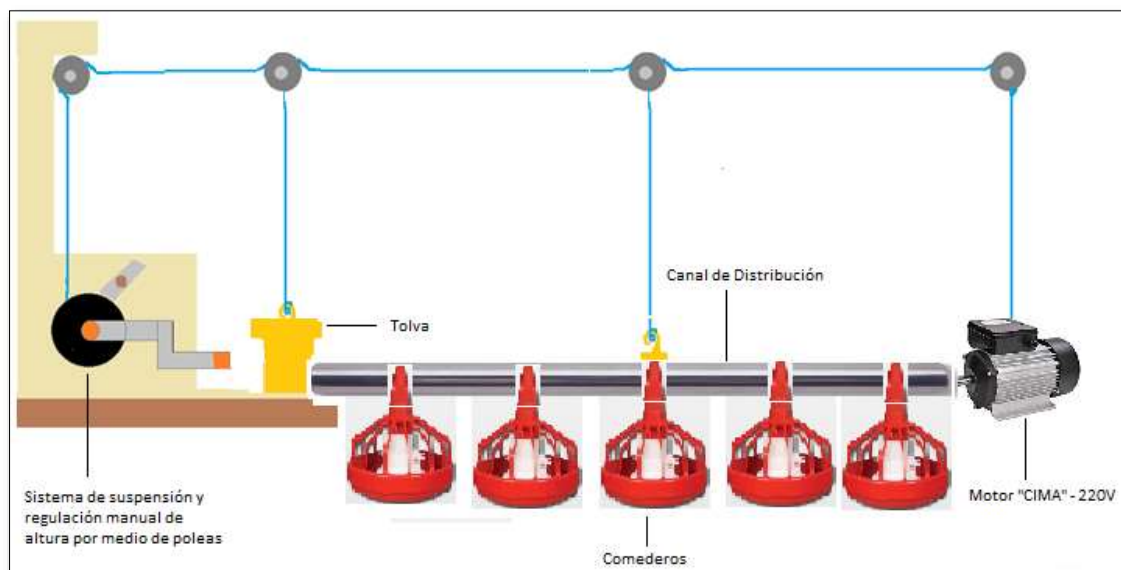


Figura 18-2: Estructura mecánica del sistema de comedero automático

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019

En la figura 19-2 se muestra el ensamblaje final del canal de distribución con el montaje de los comederos y la fijación del tornillo sin fin al motor antes de su implementación.



Figura 19-2: Montaje de la estructura mecánica

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019

2.9.1 Tolva

Es una estructura mecánica con la finalidad de almacenar y canalizar material en forma granular o líquidos, existen diversos tamaños y formas de acuerdo a la funcionalidad que se requiera. Por razones de bajo costo y de acuerdo a la zona climática que se encuentra el galpón, se ha optado por adquirir la tolva de material tipo plástico Corti de marca italiana que se muestra en la figura 19-2, con una capacidad de 50 a 80 Kg que de acuerdo al tipo de balanceado de distribución se adapta las necesidades cuyas dimensiones son las siguientes:

Parte superior:

Largo: 44,5 cm

Ancho: 44,5 cm

Altura: 38 cm

Parte inferior:

Largo: 36 cm

Ancho: 36 cm

Altura: 34 cm



Figura 20-2: Tolva

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019

2.9.2 Canal de Distribución

Tienen la función de hacer el camino para que puedan conducir el alimento desde la tolva hacia cada uno de los comederos. Generalmente, el tipo de material que se utiliza es de acero inoxidable que presenta una resistencia alta en ambientes hostiles, facilita la limpieza y evitar la proliferación de bacterias. El canal de distribución que se muestra en figura 20-2 tiene seis metros de largo y dos pulgadas diámetro, dimensiones suficientes para poder distribuir de alimento a los comederos ubicados a lo largo del galpón.

Debido a recomendaciones dadas por especialistas y personas a cargo de producciones avícolas, sugirieron que debe existir una distancia de 0,75m entre cada comedero. Por ello, se realizó un

corte en el canal de distribución para que pueda acoplarse al comedero y pueda caer el alimento con facilidad. El corte realizado en el canal fue de cinco centímetros de largo y un centímetro de ancho.



Figura 21-2: Canal de Distribución

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019

2.9.3 Tornillo Sin Fin

Construido de acero inoxidable con una longitud de 6,5 m. En un extremo del tornillo sin fin que se muestra en la figura 21-2 se encuentra sujeto al eje del motor y en el otro extremo a la parte baja de la tolva para que pueda transportar el alimento desde la tolva al último comedero ubicado cerca del motor. El diseño helicoidal hace que se transporte el alimento de forma rápida a cada uno de los dosificadores sin afectar la forma del balanceado. Debido a sus características no permite atascamiento del producto hacer transportado, manteniendo un giro continuo y estable.



Figura 22-2: Tornillo sin fin

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019

2.9.4 Comederos

El comedero utilizado para la implementación del sistema es de marca “CORTI” de fabricación italiana que se muestra en la figura 22-2, está hecho de material plástico. Contiene una palanca para la apertura y cierre del alimento que viene desde el canal de distribución, Además, esta

palanca corta el suministro del alimento para la respectiva limpieza de los comederos sin contaminar el balanceado que se encuentra dentro del canal.

Posee varios niveles regulables para dosificar la cantidad de balanceado, se encuentren conectados con los demás comederos y están controlados por medio de un tornillo regulable de forma manual ubicado cerca de la tolva.



Figura 23-2: Comederos

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019

En la figura 24-2 se puede observar el tornillo que sirve para regular la cantidad de alimento que se deposita en cada uno de los comederos.



Figura 24-2: Tornillo regulable para los comederos

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019

2.9.5 Regulación de altura del sistema de comedero automatizado

Se utilizó un malacate que se muestra en la figura 25-2, para la regulación de la altura se implementó un sistema manual con la asistencia de materiales mecánicos como: poleas, palanca, piñones y cable de acero. Se colocó las poleas en puntos estratégicos donde exista mayor peso como: tolva, motor y el canal de distribución, para el ajuste de la altura de los comederos se acciona mediante una palanca que se encargará de subir o bajar todo el sistema de manera equitativa y no haya un desbalance por lo que puede pandearse el canal de distribución, como consecuencia habría averías en el tornillo sin fin.



Figura 25-2: Sistema de regulación de la altura de los comederos

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019

2.9.6 Gabinete Metálico

Se adquirió un gabinete metálico de la marca Beaucoup fabricada en el Ecuador, de dimensiones de 40x40x20 cm. Utilizado para la distribución, colocación y protección de los dispositivos electrónicos y eléctricos. En la figura 24-2 se puede apreciar el gabinete.



Figura 26-2: Gabinete metálico

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019

CAPÍTULO III

3 VALIDACIÓN DEL SISTEMA DE COMEDERO AUTOMATIZADO

En el presente capítulo se muestran la validación del sistema de comedero automatizado para aves productoras de carne en la etapa de cría y engorde. Se realizó las respectivas pruebas de detección de errores del sensor capacitivo, caracterización del sensor de temperatura, estabilidad del sistema, pruebas de recepción de mensajes de alerta, tiempo de distribución del alimento, cantidad de alimento distribuido, resultados de la producción entre la distribución del alimento de forma automática y manual, consumo de corriente, por último, el análisis de costos del sistema implementado.



Figura 1-3: Sistema de comedero automatizado implementado

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019

3.1 *Detección de errores del sensor capacitivo*

Para determinar el óptimo funcionamiento del sensor de proximidad capacitivo LJC18A3-H-Z/BX para determinar la detección de alimento, es necesario ajustar la sensibilidad del sensor por medio de un tornillo que permite detectar la distancia a la que se encuentra el objeto. Se realizó 30 pruebas durante el lapso de 10 días en intervalos de 3 veces al día. Los datos se valoraron con nomenclatura de 1 y 0, donde 1 indica detección correcta del alimento y 0 detección errónea del alimento, los datos obtenidos se muestran en la tabla 1-3.

Tabla 1-3: Resultados del sensor de proximidad capacitivo.

	Muestra	Detección Visual	Detección del Sensor
Día 1	1	1	0
	2	1	0
	3	1	1
Día 2	4	1	1
	5	1	0
	6	1	1
Día 3	7	1	1
	8	1	1
	9	1	1
Día 4	10	1	1
	11	1	1
	12	1	1
Día 5	13	1	1
	14	1	1
	15	1	1
Día 6	16	1	1
	17	1	1
	18	1	1
Día 7	19	1	1
	20	1	1
	21	1	1
Día 8	22	1	1
	23	1	1
	24	1	1
Día 9	25	1	1
	26	1	1
	27	1	1
Día 10	28	1	1
	29	1	1
	30	1	1
	Porcentaje	100 %	90%

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019

Como se puede observar en la tabla 1-3 el resultado que se obtuvo del sensor con una eficiencia del 90% de detección, el porcentaje restante fue al momento de llenar toda la tolva quedaban residuos de balanceados que detectaban falsos positivos, este inconveniente era causado por el balanceado inicial que vienen en forma de polvo. Para la corrección del error se ajustó la posición del sensor en la tolva y se lo coloco al ras para impedir que el alimento se quede estancado en la parte superior del sensor.



Figura 2-3: Evidencia de la prueba realizada al sensor de proximidad

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019

3.2 Caracterización del sensor de temperatura

El objetivo de la caracterización es para verificar que el sistema no incorpore error al sensor, se realizó las pruebas pertinentes para verificar la correcta medición del sensor comparando con un instrumento patrón que es un termómetro digital. Se la sometió a una repetición de 30 veces para la comprobación de su efectividad y se recolectaron los datos que se muestra en la tabla 2-3

Tabla 2-3: Resultados de la medición del sensor de temperatura.

Muestra	Temperatura Referencial Termómetro digital (° C)	Sensor LM35 (°C)	Error Absoluto
1	28	27.5	0.5
2	29	28.9	0.1
3	32	31.8	0.2
4	26.5	26	0.5
5	28.5	28	0.5
6	26.5	26.2	0.3
7	31	30.8	0.2
8	31.3	31.1	0.2
9	30.6	29.8	0.8
10	29.8	29.5	0.3
11	26.8	26.1	0.7
12	26.5	26.2	0.3
13	24.4	23.9	0.5
14	28.5	28.1	0.4
15	28.7	28.2	0.5
16	29.4	28.6	0.8
17	25	24.2	0.8
18	30	29.1	0.9
19	26.5	26	0.5
20	27	26.8	0.2
21	27.8	027	0.8
22	27.1	27	0.1
23	29	28.4	0.6
24	25	24.9	0.1
25	30	29.6	0.4
26	31	30.8	0.2
27	30.4	30	0.4
28	30.3	29.6	0.7
29	27	26.7	0.3
30	27.5	27.3	0.2

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019

Se calculó el error absoluto obteniendo el valor de $0.43\text{ }^{\circ}\text{C}$, el error que incorpora el instrumento patrón es de $\pm 1^{\circ}\text{C}$ mas el error del LM35 de $\pm 0.6^{\circ}\text{C}$ (Alldatasheet, 2018) teniendo un total de error de $1,6^{\circ}\text{C}$ que no sobrepasa a la suma de errores de los instrumentos. Por esta razón, el sistema no incorpora error al sensor de temperatura LM35 y se encuentra en un nivel óptimo arrojando valores confiables y seguros.

3.3 Estabilidad del sistema

El objetivo de esta prueba fue obtener el coeficiente de correlación para verificar que el sistema no ingrese error. Se tomó 10 pruebas de repetitividad y ver que los datos obtenidos son válidos y confiables. En la tabla 3-3 se muestra los rangos de clasificación del coeficiente de correlación.

Tabla 3-3: Rangos del coeficiente de correlación.

Rango		Relación Lineal
± 0.96	± 1.0	Perfecta
± 0.85	± 0.95	Fuerte
± 0.70	± 0.84	Significativa
± 0.50	± 0.69	Moderada
± 0.20	± 0.49	Débil
± 0.10	± 0.19	Muy débil
± 0.09	± 0.0	Nula

Fuente: (Ramos, 2018, <https://platzi.com/>)

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019

En la tabla 4-3 se puede observar las pruebas realizadas al sensor de proximidad.

Tabla 4-3. Correlación de los datos del sensor de proximidad

Muestra	Distancia controlada	Distancia medida
1	1.0 mm	0.98 mm
2	1.5 mm	1.42 mm
3	2.0 mm	1.86 mm
4	2.5 mm	2.32 mm
5	3.0 mm	2.91 mm
6	3.2 mm	3.10 mm
7	3.5 mm	3.39 mm
8	4.0 mm	3.95 mm
9	4.5 mm	4.45 mm
10	5.0 mm	4.75 mm
Coeficiente de correlación		0,998741671

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019

Al obtener el valor del coeficiente de correlación que se muestra en la tabla 4-3 y ver en que rango se encuentra en la tabla 3-3 la relación que se tiene es perfecta con los datos tomados del sensor de proximidad capacitivo

En el gráfico 1-3 se muestra la tendencia de los datos y la intersección de los puntos con la recta. Se evidencia que la distribución de los puntos se acerca con la diagonal por lo que los datos obtenidos son uniformes y se relacionan entre sí dando como resultado un óptimo funcionamiento del sensor.

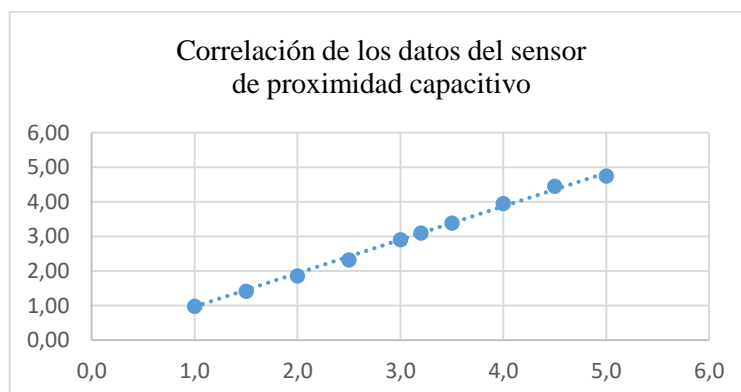


Gráfico 1-3: Correlación de los datos del sensor capacitivo

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019

En la tabla 5-3 se puede observar las pruebas realizadas al sensor de temperatura.

Tabla 5-3: Correlación de datos del sensor de temperatura.

Muestra	Temperatura del ambiente	Temperatura medida
1	14 °C	13.80 °C
2	15 °C	14.90 °C
3	16 °C	15.98 °C
4	18 °C	17.75 °C
5	20 °C	19.00 °C
6	22 °C	21.69 °C
7	24 °C	23.91 °C
8	26 °C	25.89 °C
9	28 °C	27.87 °C
10	30 °C	29.79 °C
Coeficiente de correlación		0,995610013

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019.

Al obtener el valor del coeficiente de correlación que se muestra en la tabla 3-5 y ver en que rango se encuentra en la tabla 3-3 la relación que se tiene es perfecta con los datos tomados del sensor de temperatura LM35.

En el gráfico 2-3 se muestra la tendencia de los datos y la intersección de los puntos con la recta. Se evidencia que la distribución de los puntos se acerca con la diagonal por lo que los datos obtenidos son uniformes y se relacionan entre sí dando como resultado un óptimo funcionamiento del sensor.

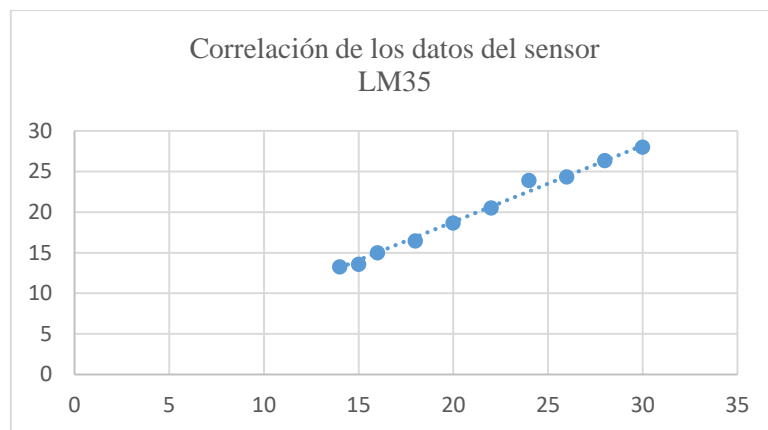


Gráfico 2-3: Correlación de los datos del sensor de temperatura

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019.

Al calcular la correlación de los datos del sensor de proximidad se obtiene valores de 0.998 y de temperatura de 0,995 que al ser cercanos a uno representan dentro de la tabla reportadas por autores (Ramos, 2018, <https://platzi.com/>) una relación lineal perfecta lo que indica que el sistema implementado es estable.

3.4 Pruebas de recepción de mensajes de alerta

El objetivo de la prueba fue de verificar la llegada del mensaje de alerta al avicultor a cargo del galpón. Se realizó 30 pruebas de envío de mensajes.

En la tabla 6-3 se muestran las pruebas realizadas de la recepción de mensajes de alerta.

Tabla 6-3: Pruebas de recepción de mensajes.

Muestra	Recepción del mensaje	Número de caracteres de la alerta	Tiempo estimado de recepción de alerta (segundos)
1	SI	72	6:20
2	SI	72	6:30
3	SI	72	5:57
4	SI	72	6:43
5	SI	72	6:59
6	SI	72	6:24
7	SI	72	6:13
8	SI	72	6:33
9	SI	72	5:42
10	SI	72	6:00
11	SI	72	5:57
12	SI	72	5:46
13	SI	72	5:38
14	SI	72	5:24
15	SI	72	5:17
16	SI	72	6:41
17	SI	72	6:55
18	SI	72	4:59
19	SI	72	5:36
20	SI	72	5:56
21	SI	72	5:21
22	SI	72	5:24
23	SI	72	5:46
24	SI	72	6:01
25	SI	72	6:10
26	SI	72	6:16
27	SI	72	6:31
28	SI	72	6:22
29	SI	72	6:38
30	SI	72	6:44

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019.

De las pruebas de comunicación aplicadas a la recepción de los mensajes de alerta se obtuvo un 100% de recepción del mensaje sin pérdida con un tiempo promedio de 6.05 segundos en dependencia de la operadora por lo que se concluye que el sistema presenta estabilidad en la comunicación y tiempos óptimos.

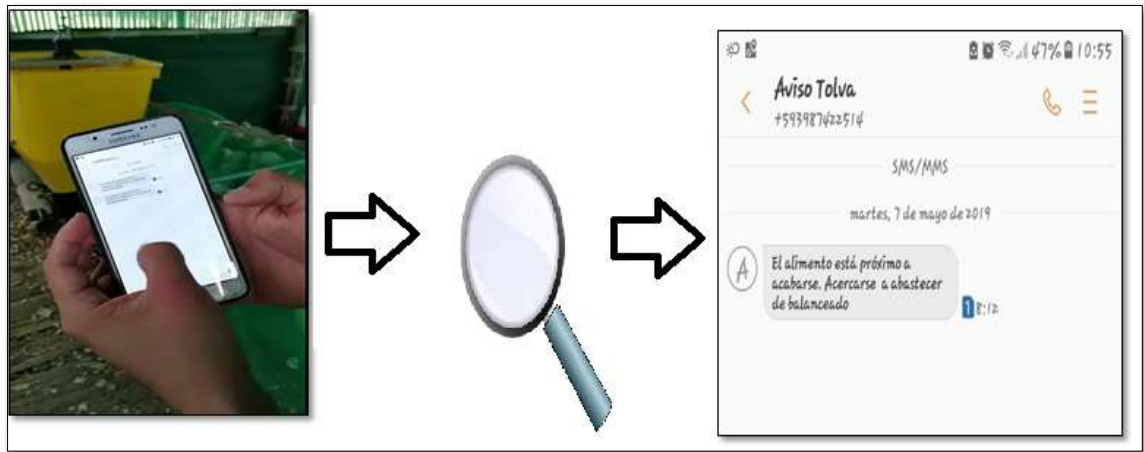


Figura 3- 3: Evidencia de la prueba realizada del mensaje de alerta.

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019.

3.5 *Tiempo de distribución del alimento*

El objetivo de la prueba fue tomar el tiempo que se tarda para la distribución de ambas formas para realizar la respectiva comparación. Se procedió a tomar los tiempos de los dos tipos de distribución del alimento (manual y automática), se tuvo 30 muestras para su respectivo análisis. La cantidad de alimento que se ingresó en la tolva fue de 9Kg en cada muestra. Como se observa en la tabla 7-3.

Tabla 7-3: Tiempo de distribución del alimento

Muestra	Tiempo manual (minutos)	Tiempo automático (minutos)	Diferencia de tiempo
1	15	01:20	13:40
2	14:54	01:14	13:40
3	13:56	01:32	12:24
4	15:21	01:13	14:08
5	15:53	01:21	14:32
6	15:32	01:18	14:14
7	15:11	01:15	13:56
8	14:00	01:31	12:29
9	14:10	01:18	12:52
10	16:01	01:05	14:56
11	16:25	00:56	15:29
12	14:20	01:20	13:00
13	13:53	01:04	12:49
14	14:42	01:18	13:24
15	14:33	01:35	12:58
16	15:22	01:11	14:11
17	14:37	00:56	13:41
18	15:49	01:46	14:03
19	15:19	01:44	13:35
20	14:34	01:16	13:18
21	14:51	01:10	13:41
22	14:51	01:39	13:12
23	15:20	01:20	14:00
24	15:28	01:31	13:57
25	13:56	01:21	12:35
26	13:59	01:00	12:59
27	14:00	01:00	13:00
28	15:00	01:15	13:45
29	16:00	01:12	14:48
30	15:23	01:09	14:14

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019.

Como se muestra en la tabla 7-3, el mayor tiempo que se tuvo de la distribución de forma manual de 16:25, el menor de 13:5 y la media del tiempo de 14:56. En la forma de distribución automática el tiempo máximo de 01:44, el menor de 00:56 y un promedio de 01:17.

El sistema implementado presenta tiempos de distribución en forma automático de 91.4% menos que los obtenidos en la distribución manual empleadas en sistemas tradicionales. Lo que optimiza considerablemente los tiempos empleados en esta actividad. Como se muestra en el gráfico 3-3.

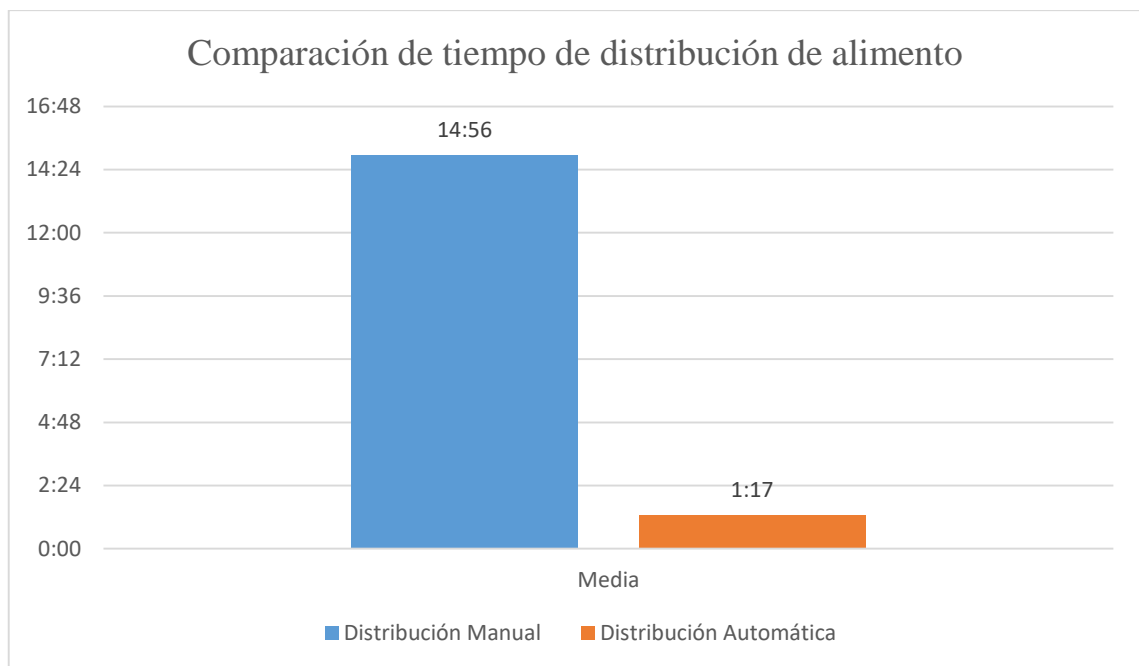


Gráfico 3-3: Comparación de tiempo de distribución de alimento

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019.

3.6 Cantidad de alimento distribuido

El objetivo de esta prueba fue obtener la cantidad de alimento distribuido en cada uno de los comederos para verificar si existe desperdicio y obtener el porcentaje que se está distribuyendo de la tolva. La cantidad de alimento con la cual se realizó las pruebas es de nueve kg para 200 aves. Se tomó la cantidad de alimento distribuido en cada comedero de forma automática, se tuvo 10 muestras por los 8 comederos que se implementó. Como se muestra en la tabla 8-3.

Tabla 8-3: Cantidad de alimento Distribuido

Muestra	Comedero 1 (kg)	Comedero 2 (kg)	Comedero 3 (kg)	Comedero 4 (kg)	Comedero 5 (kg)	Comedero 6 (kg)	Comedero 7 (kg)	Comedero 8 (kg)	Alimento en espera (kg)
1	1.109	1.104	1.100	1.109	1.192	1.082	1.103	1.013	0.188
2	1.000	1.100	1.103	1.034	1.142	1.123	1.080	1.153	0.265
3	1.098	1.135	1.053	1.163	1.089	1.094	1.003	1.176	0.189
4	1.023	1.035	1.189	1.102	1.124	1.097	1.109	1.103	0.218
5	1.003	1.103	1.112	1.100	1.032	1.087	1.108	1.129	0.326
6	1.114	1.098	1.146	1.231	1.002	1.014	1.147	1.098	0.150
7	1.007	1.103	1.001	1.182	1.077	1.044	1.100	1.170	0.316
8	1.127	1.009	1.022	1.098	1.187	1.066	1.031	1.033	0.427
9	1.190	1.164	1.057	1.087	1.021	1.003	1.111	1.021	0.346
10	1.192	1.143	1.114	1.092	1.113	1.124	1.088	1.042	0.920

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019.

El promedio del alimento en espera es de 0,418 Kg., esta cantidad de alimento se queda dentro del canal de distribución y representa el 4,64 % del total de alimento distribuido por lo que no es una cantidad alta que afecte a la alimentación del ave. De las pruebas realizadas se determinó que el mayor peso distribuido registrado en los comederos fue de 1.192 Kg que representa el 13.24% del alimento total y el menor peso fue de 1 Kg que equivale a un 11.11% del alimento, por lo que se concluye que no existe variación considerable del alimento distribuido por comedero.

El sistema con una distribución de 9 Kg en los comederos tiene un error de distribución del 2,13% que es una cantidad mínima y no afecta a la alimentación del ave por lo que se puede considerar como una distribución uniforme. El porcentaje distribuido de todas las muestras se encuentran dentro del rango de 95.25% a 97.9% del alimento total y cumple con los requerimientos establecidos.

3.7 *Resultados de la producción entre la distribución de alimento de forma automática y manual*

Esta prueba consistió en tomar el peso de las aves con la distribución del alimento de forma automática y manual para ver cuál de ellas tiene una mayor ganancia de peso. El peso que se tomó de las aves fue en la sexta semana con un total de muestras de 30 antes del sacrificio para ser comercializadas, la medición del peso se las realizó con las aves que estaban siendo alimentadas con el sistema automático y también con la distribución manual en diferentes periodos de tiempo contrarrestando la ganancia en peso de estos dos métodos de distribución.

En la tabla 9-3 se muestran el peso de las aves con las dos formas de distribución.

Tabla 9-3: Peso de las aves con la distribución automática y manual.

Muestra	Peso (lb) distribución Automática	Peso (lb) distribución manual
1	6.00	5.4
2	4.88	4.39
3	6.00	5.4
4	4.88	4.39
5	5.49	4.94
6	3.72	3.16
7	3.72	3.16
8	3.72	3.16
9	6.00	5.4
10	4.88	4.39
11	6.00	5.4
12	5.49	4.94
13	4.88	4.39
14	4.88	4.39
15	4.88	4.39
16	4.88	4.39
17	5.49	4.94
18	5.49	4.94
19	4.88	4.39
20	5.49	4.94
21	6.00	5.4
22	4.88	4.39
23	5.49	4.94
24	5.49	4.94
25	5.49	4.94
26	5.49	4.94
27	4.88	4.39
28	6.00	5.4
29	5.49	4.94
30	4.34	4.34
Media	5.17	4.65

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019.

Al final una producción avícola se realizaron las pruebas de la ganancia del peso de las aves como se pueden observar en la tabla 10-3. Con la producción de distribución automática el mayor peso registrado fue de 6 libras y el menor de 3.72 libras comparado con la producción de distribución de forma manual el mayor peso fue de 5.4 libras y el menor de 3.16 libras. Existe una ganancia de peso del sistema de comederos automáticos comparado con la distribución manual de 10,06 %. Por lo que se concluye que el sistema automatizado genera producciones con mayor ganancia de peso.

3.8 Consumo de corriente

El objetivo de esta prueba es medir el consumo de corriente para verificar el costo en energía eléctrica que se tiene. Se tomaron 10 muestras en el tiempo que empezó a funcionar el sistema que se detallan en la tabla 10-3.

Tabla 10-3: Pruebas de consumo de corriente.

Muestra	Consumo de corriente
1	6.1 A
2	6.2 A
3	5.9 A
4	6.0 A
5	5.7 A
6	5.8 A
7	6.2 A
8	6.1 A
9	6.0 A
10	5.9 A
Promedio	5.99 A

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019.

La mayor corriente consumida por el sistema fue de 6.2 A y la menor de 5.7 A con un promedio de 5.99A que funcionó en un tiempo de aproximadamente 1:17 minutos. La potencia de la carga es de 746 W. El tiempo de funcionamiento fue de 1:17, en forma mensual de 01:47:46 horas. Nos da un total de KW/h de 1.492 comparando con el consumo de una refrigeradora de 60 KW/h,

existe una diferencia del 97,51 % del consumo. Se concluye que el sistema implementado no requiere mucha demanda eléctrica.

3.9 *Análisis de costos*

El objetivo de este análisis fue medir el consumo de corriente que genera el sistema. Para el análisis de costos del sistema automatizado se tomó en cuenta de cada uno de los dispositivos que conforman el sistema, como se puede observar en la tabla 11-3.

Tabla 11-3: Costos por tipo de componente.

Componentes	Costo (USD)
Electrónicos	\$ 111.66
Eléctricos	\$ 241.40
Mecánicos	\$ 2250.00
Otros	\$ 9.60
Total	\$ 2612.66

Realizado por: Mazón, Brayan; Pacheco, Christian; 2019.

El sistema implementado permite alimentar hasta 200 aves en un área de 8x6 m², con una inversión de \$ 2612,66 que se muestra en la tabla 12-3. Al comparar los costos de implementación del sistema con sistemas comerciales de similares características se determinó una reducción del 52.25%. Por lo que se concluye que el sistema implementado es de bajo costo.

CONCLUSIONES

- Se implementó un comedero automatizado para aves productoras de carne en la etapa de cría y engorde en la finca experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, su funcionamiento está basados en sensores, tarjeta de desarrollo y módulo GSM, tiene una capacidad de manejo de alimento de 50 a 80 Kg que pueden ser distribuidos en ocho comederos para controlar una producción de 200 aves.
- El sistema implementado presenta tiempos de distribución en forma automático de 91.4% menos que los obtenidos en la distribución manual empleadas en sistemas tradicionales. Lo que optimiza considerablemente los tiempos empleados en esta actividad.
- De las pruebas realizadas se determinó que el mayor peso distribuido registrado en los comederos fue de 1.192 Kg que representa el 13.24% del alimento total y el menor peso fue de 1 Kg que equivale a un 11.11% del alimento, por lo que se concluye que no existe variación considerable del alimento distribuido por comedero.
- Al calcular la correlación de los datos del sensor de proximidad se obtiene valores de 0.998 y de temperatura de 0,995 que al ser cercanos a uno representan dentro de la tabla reportadas por autores existe una relación lineal perfecta lo que indica que el sistema implementado es estable.
- De las pruebas de comunicación aplicadas a la recepción de los mensajes de alerta se obtuvo un 100% de recepción del mensaje sin pérdida con un tiempo promedio de 6.05 segundos en dependencia de la operadora por lo que se concluye que el sistema presenta estabilidad en la comunicación y tiempos óptimos.
- Al comparar los costos de implementación del sistema con sistemas comerciales de similares características se determinó una reducción del 52.25%. Por lo que se concluye que el sistema implementado es de bajo costo.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda incorporar un silo para que permita un abastecimiento constante de alimento al sistema.
- Se debe automatizar los procesos de la dosificación del agua para un mayor rendimiento en la explotación avícola y que no intervenga directamente el avicultor, ya que este puede consigo traer patógenos externos que afectarían al ave.
- Utilizar visión artificial para detectar enfermedades en las aves para poder actuar de manera oportuna y así disminuir la mortalidad o pérdida en la producción.
- Implementar un módulo que permita realizar una limpieza de la cama en el que se encuentren alojados las aves de manera automática para mantener óptimos niveles de salubridad en el galpón.
- Es importante estudiar e incorporar un sistema basado en inteligencia artificial que permita detectar y separar aves que presente uniformidad en sus pesos, para aplicar en la producción una alimentación personalizada que ayude en la mejora de la producción avícola.
- Se recomienda estudiar la posibilidad de incorporar al sistema una etapa de distribución automática de vitaminas y medicamentos necesarios en los procesos de producción avícola.

BIBLIOGRAFÍA

ARDUINO. *COMPARE BOARD SPECS*. [En línea] 2018. [Consulta: 8 de enero de 2019]. Disponible en: <<https://www.arduino.cc/en/Products/Compare>>.

ARDUINO. *LIBRARIES*. [En línea] 2019. [Consulta: 12 de enero de 2019]. Disponible en: <<https://www.arduino.cc/en/reference/libraries>>.

AVICULTURA. *USDA: LA PRODUCCIÓN MUNDIAL DE CARNE DE POLLO SIGUE CRECIENDO Y SUPERARÁ LOS 90 M DE TM EN 2018 SEGÚN EL USDA*. [En línea] 2017. [Consulta: 7 de enero de 2019]. Disponible en: <<https://avicultura.com/usda-la-produccion-mundial-de-carne-de-pollo-sigue-creciendo-y-superara-los-90-m-de-tm-en-2018-segun-el-usda/>>.

BUXADÉ, C., *El pollo de carne: Sistemas de explotación y técnicas de producción*. España: MUNDI-PRENSA, 1988. Vol. Segunda edición. pp. 21-60.

CADENA, S., *Pollos: Microcriaderos intensivos*. Ecuador: LIBROS EPSILON, 2006. Vol. Primera edición. pp. 9-170.

CASTRO, C. y MURILLO, M., “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA ALIMENTACIÓN Y CLIMATIZACIÓN DE UNA GRANJA PORCINA” (tesis). (pregrado). Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, Ecuador, 2015. pp. 10–67. [Consulta: 20 de diciembre de 2018]. Disponible en: <<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10438/1/UPS-GT001532.pdf>>.

COMPAÑÍA AVÍCOLA SAO PAULO. *COMEDOURO DE CORRENTE COM SUSPENSÃO S-70E*. [En línea] 2016. [Consulta: 5 de febrero de 2019]. Disponible en: <<http://www.casp.com.br/es/>>.

CONDOR, E. *MANUAL DE PROCESOS GRANJA AVÍCOLA LA GAVIOTA*. [En línea] 2017. [Consulta: 10 de enero de 2019]. Disponible en: <<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7072/2/MANUAL.pdf>>.

CRESPO, E. *ENTORNO DE PROGRAMACIÓN DE ARDUINO (IDE)*. [En línea] 2016. [Consulta: 15 de enero de 2019]. Disponible en: <<https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2016/06/26/entorno-de-programacion-2/>>.

CRESPO, J. *Bluetooth en Arduino*. [En línea] 2016. [Consulta: 28 de abril de 2019]. Disponible en: <<https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2016/11/13/bluetooth-en-arduino/>>.

DAPIA, M. *TFT LCD Touch 2.4" Shield para Arduino UNO*. [En línea] 2015. [Consulta: 10 de mayo de 2019]. Disponible en: <<http://www.electrohobby.org/tft-lcd-touch-2-4-shield-arduino-uno/>>.

EGUEZ, G. y VASCONEZ, J. “AUTOMATIZACIÓN DEL GALPÓN DE CRIANZA AVÍCOLA A-1 DE POLLOS BROILERS DEL IASA FASE I: DISEÑO, SIMULACIÓN Y CONSTRUCCIÓN PROTOTIPO” (tesis). (pregrado). Escuela Politécnica del Ejercito, Quito, Ecuador, 2007. pp. 6-43. [Consulta: 28 de diciembre de 2018]. Disponible en: <<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/541/1/T-ESPE-014807.pdf>>.

EL UNIVERSO. *ÓPTIMO CONTROL PARA LOS POLLOS*. [En línea] 2018. [Consulta: 5 de diciembre de 2018]. Disponible en: <<https://www.eluniverso.com/noticias/2018/11/14/nota/7048482/optimo-control-pollos>>.

ESPINOZA, H., “COMPARACIÓN DE RENDIMIENTOS SOBRE PARÁMETROS ZOOTÉCNICOS Y ECONÓMICOS, UTILIZANDO COMEDEROS AUTOMÁTICOS Y MANUALES EN POLLOS DE ENGORDE EN EL TRÓPICO” (tesis). (pregrado). Universidad Católica Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador, 2010. pp. 7-28. [Consulta: 30 de diciembre de 2018]. Disponible en: <<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/960/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-3.pdf>>.

HITACHI. *SYSTRONIX 20x4 LCD BRIEF TECHNICAL DATA*. [En línea] 2000. [Consulta: 18 de abril de 2019]. Disponible en: <http://www.systronix.com/access/Systronix_20x4_lcd_brief_data.pdf>.

IBEROBOTICS. *PANTALLA LCD 20x4 CON COMUNICACIONES I2C Y SERIE*. [En línea] 2019. [Consulta: 9 de mayo de 2019]. Disponible en: <<https://www.iberobotics.com/producto/pantalla-lcd-20x4-con-comunicaciones-i2c-y-serie/>>.

IBM. *SPSS STATISTICS OVERVIEW*. [En línea] 2019 [Consulta: 13 de abril de 2019]. Disponible en: <<https://www.ibm.com/products/spss-statistics>>.

INTEL. *Introducción a las Placas Intel® Galileo*. [En línea] 2018. [Consulta: 20 de febrero de 2019]. Disponible en: <<https://www.intel.la/content/www/xl/es/support/articles/000005912/boards-and-kits/intel-galileo-boards.html>>.

JINDARAT, S. y WUTTIDITTACHOTTI, P., *Smart farm monitoring using Raspberry Pi and Arduino* [En línea] 2015. Kuching: International Conference on Computer, Communications, and Control Technology. ISBN 978-1-4799-7952-3. [Consulta: 10 de enero de 2019]. Disponible en: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/7219582>>.

KUMAR, M. y BABU, P. *GSM BASED HOME AUTOMATION*. [En línea] 2017. [Consulta: 18 de febrero de 2019]. Disponible en: <https://create.arduino.cc/projecthub/brink-io/gsm-based-home-automation-fe5e57?ref=search&ref_id=conexion%20gsm&offset=1>.

LLAMOSA, L., MEZA, E. y BOTERO, M. *ESTUDIO DE REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD UTILIZANDO EL MÉTODO DE PROMEDIOS Y RANGOS PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS RESULTADOS DE CALIBRACIÓN DE ACUERDO CON LA NORMA TÉCNICA NTC- ISO/IEC 17025*. [En línea] 2007. [Consulta: 8 de abril de 2019]. Disponible en: <<http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/viewFile/5479/2817%3ELÓPEZ>>.

LLOPIS, R.S. *Automatización industrial*. Primera edición. España: Publicaciones de la Universidad Jaume I, 2010.

MACHO, J. *MÓDULO GSM/GPRS: LLAMAR Y ENVIAR SMS*. [En línea] 2018. [Consulta: 1 de mayo de 2019]. Disponible en: <<https://www.prometec.net/gprs-llamar-enviar-sms/comment-page-7/#comments>>.

MANTECH, E. *I2C INTERFACE FOR LCD*. [En línea] 2017. [Consulta: 24 de febrero de 2019]. Disponible en: <<http://www.mantech.co.za/datasheets/products/lcd2004-i2c.pdf>>.

MARTÍN, G. *ESP8266 todo lo que necesitas saber del módulo WiFi para Arduino*. [En línea] 2018. [Consulta: 15 de marzo de 2019]. Disponible en: <<https://programarfácil.com/podcast/esp8266-wifi-coste-arduino/>>.

MAZON, E. *Producción de pollos de carne y ponedoras*. Ecuador: UNIVERSITARIA DE LA UTEQ, 2007. Vol. Primera Edición. pp. 30, 56-60.

MCI ELECTRONICS. *ARDUINO*. [En línea] 2019. [Consulta: 27 de abril de 2019]. Disponible en: <<http://arduino.cl/arduino-2/>>.

MECANIZADOS SINC. *MECANIZAR PLÁSTICOS Y METALES: PRINCIPALES DIFERENCIAS*. [En línea] 2015. [Consulta: 7 de mayo de 2019]. Disponible en: <<https://www.mecanizadossinc.com/mecanizar-plasticos-y-metales-diferencias/>>.

MENUY, G. *AUTOCAD ELECTRICAL 2015 ETIQUETA DE CONEXIÓN ENTRE COMPONENTES*. [En línea] 2015. [Consulta: 21 de marzo de 2019]. Disponible en: <<https://forums.autodesk.com/t5/autocad-electrical-forum/autocad-electrical-2015-etiqueta-de-conexion-entre-componentes>>.

MOCTEZUMA, G. *SENSORES: INDUCTIVOS Y CAPACITIVOS*. [En línea] 2019. [Consulta: 6 de mayo de 2019]. Disponible en: <<https://instrumentacionmoctezuma.wordpress.com/2017/10/10/sensores-inductivos-y-capacitivos/>>.

MORALES, M. *FUNDAMENTOS DEL PROTOCOLO I2C – APRENDE*. [En línea] 2017. [Consulta: 3 de abril de 2019]. Disponible en: <<https://teslabem.com/nivel-intermedio/fundamentos-del-protocolo-i2c-aprende/#>>.

NAYLAPM MECHATRONICS. *SENSOR DE PROXIMIDAD CAPACITIVO LJC18A3-H-ZBX*. [En línea] 2019. [Consulta: 12 de febrero de 2019]. Disponible en: <<https://naylampmechatronics.com/sensores-proximidad/296-sensor-de-proximidad-capacitivo-ljc18a3-h-zbx.html>>.

PIZZATO, E. *MICROSWITCHES MK SERIES*. [En línea] 2010. [Consulta: 20 de mayo de 2019]. Disponible en: <https://automation-dfw.com/pdf_elec/pizzato-12microswitchmkseries.pdf>.

RAMOS, M. *¿COEFICIENTE DE CORRELACIÓN, QUE ES Y PARA QUE SIRVE?* [En línea] 2018. [Consulta: 12 de mayo de 2019]. Disponible en: <<https://platzi.com/tutoriales/1269-probabilidad-estadistica/2308-coeficiente-de-correlacion-que-es-y-para-que-sirve/>>.

RASPBERRY. *Raspberry Pi 3 Model B*. [En línea] 2019. [Consulta: 26 de marzo de 2019]. Disponible en: <<https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>>.

RODRÍGUEZ, H. *PROYECTOS DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA*. [En línea] 2017. [Consulta: 20 de noviembre de 2018]. Disponible en: <<http://ingemecanica.com/>>.

ROXELL. *AVICULTURA-ALIMENTACIÓN*. [En línea] 2010. [Consulta: 5 de enero de 2019]. Disponible en: <<http://www.roxell.com/en/>>.

RUIZ, C. *UTILIZANDO UN RELÉ EN ARDUINO*. [En línea] 2018. [Consulta: 20 de febrero de 2019]. Disponible en: <<https://openlanuza.com/utilizando-un-rele-en-arduino/>>.

SALAZAR, H., “MEZCLADOR Y DOSIFICADOR DE BAJO COSTO DE ALIMENTO PARA POLLOS” (tesis). (pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador, 2012. pp. 2-11. [Consulta: 10 de enero de 2019]. Disponible en: <<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/1916/3/04%20MEC%20016%20TESIS.pdf>>.

SARMIENTO, M. y VARGAS, P. “COMEDERO AUTOMATIZADO PARA POLLOS DE ENGORDE” (tesis). (pregrado). Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia, 2014. pp. 17, 20-23. [Consulta: 15 de enero de 2019]. Disponible en: <<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/4463/6213815S246.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>.

SENA. *MANUAL DE USO DEL PROGRAMA DE DISEÑO DE CIRCUITOS Y SIMULACIÓN PROTEUS LAYOUT EDITOR.* [En línea] 2008. [Consulta: 10 de diciembre de 2018]. Disponible en: <<http://www.tecnica1lomas.com.ar/tutoriales/manual-proteus.pdf>>.

SENPLADES. *Buen vivir plan nacional 2013-2017.* [En línea]. 2018. [Consulta: 10 de noviembre de 2018.]. Disponible en: <<http://www.buenvivir.gob.ec/descarga-objetivo>>.

SIEMENS. *SIMATIC S7-1200.* [En línea] 2018. [Consulta: 25 de febrero de 2019]. Disponible en: <https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/sce_educacion/Documentacion-Didactica/Documents/SIMATIC%20S71200R.pdf>.

TIGSA. *SISTEMA GRADUAL DE COMEDEROS.* [En línea] 2015. [Consulta: 1 de marzo de 2019]. Disponible en: <<https://www.tigsa.com/>>.

VENEMEDIA COMUNICACIONES C.A. *DEFINICIÓN DE AVICULTURA.* [En línea] 2018. [Consulta: 1 de diciembre de 2018]. Disponible en: <<https://conceptodefinicion.de/avicultura/>>.

WALLULIS, K. *DIFERENCIAS ENTRE LOS MOTORES ELÉCTRICOS CC Y CA.* [En línea] 2019. [Consulta: 5 de mayo de 2019]. Disponible en: <<https://www.puromotores.com/13105382/diferencias-entre-los-motores-electricos-cc-y-ca>>.

ANEXOS

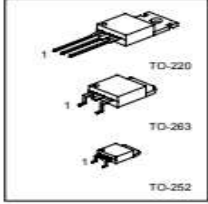
Anexo A: Datos técnicos del transistor LM7805 – LM7809

UTC LM78XX LINEAR INTEGRATED CIRCUIT

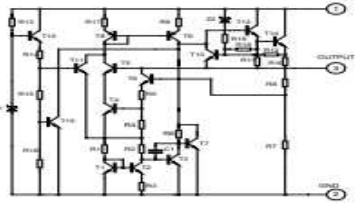
3-TERMINAL 1A POSITIVE VOLTAGE REGULATOR

DESCRIPTION
The UTC 780X family is monolithic fixed voltage regulator integrated circuit. They are suitable for applications that require supply current up to 1 A.

FEATURES
*Output current up to 1.5 A
*Fixed output voltage of 5V, 6V, 8V, 9V, 10V, 12V, 15V, 18V and 24V available
*Thermal overload shutdown protection
*Short circuit current limiting
*Output transistor SOA protection



TEST CIRCUIT



UTC UNISONIC TECHNOLOGIES CO., LTD. 1

UTC LM78XX LINEAR INTEGRATED CIRCUIT

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS
(Operating temperature range applies unless otherwise specified)

PARAMETER	SYMBOL	RATING	UNIT
Input voltage (for $V_o=5-18V$) (for $V_o=24V$)	V_i	35 40	V
Output Current	I_o	1	A
Power Dissipation	PD	Internally Limited	W
Operating Junction Temperature Range	Temp	-20 to +150	°C
Storage Temperature Range	Temp	-55 to +150	°C

UTC LM7805 ELECTRICAL CHARACTERISTICS
($V_i=15V$, $I_o=0.5A$, $T_j=25^\circ C$, $C_1=0.33\mu F$, $C_o=0.1\mu F$, unless otherwise specified (Note 1))

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
Output Voltage	V_o	$T_j=25^\circ C$, $I_o=5mA$ - 1.0A	4.80	5.0	5.20	V
		$V_i=7.5V$ to 20V, $I_o=5mA$ - 1.0A, PD=15W	4.75		5.25	V
Load Regulation	ΔV_o	$T_j=25^\circ C$, $I_o=5mA$ - 1.0A			50	mV
Line regulation	ΔV_o	$T_j=25^\circ C$, $I_o=0.25A$ - 0.75A			25	mV
		$V_i=7V$ to 25V, $T_j=25^\circ C$			50	mV
Quiescent Current	I_q	$T_j=25^\circ C$, $I_o=1A$			8.0	mA
Quiescent Current Change	ΔI_q	$V_i=7.5V$ to 20V			1.0	mA
	ΔI_q	$I_o=5mA$ - 1.0A			0.5	mA
Output Noise Voltage	V_n	10Hz to 100kHz			40	μV
Temperature coefficient of V_o	$\Delta V_o/\Delta T$	$I_o=5mA$			-4.0	mV/°C
Ripple Rejection	RR	$V_i=15V$, 18V, $f=120Hz$, $T_j=25^\circ C$	62	65		dB
Peak Output Current	I_{pm}	$T_j=25^\circ C$			1.8	A
Short-Circuit Current	I_{sc}	$V_i=35V$, $T_j=25^\circ C$			250	mA
Dropout Voltage	V_d	$T_j=25^\circ C$			2.0	V

UTC LM7809 ELECTRICAL CHARACTERISTICS
($V_i=15V$, $I_o=0.5A$, $T_j=25^\circ C$, $C_1=0.33\mu F$, $C_o=0.1\mu F$, unless otherwise specified (Note 1))

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
Output Voltage	V_o	$T_j=25^\circ C$, $I_o=5mA$ - 1.0A	8.64	9.0	9.36	V
		$V_i=11.5V$ to 24V, $I_o=5mA$ - 1.0A, PD=15W	8.55		9.45	V
Load Regulation	ΔV_o	$T_j=25^\circ C$, $I_o=5mA$ - 1.0A			90	mV
Line regulation	ΔV_o	$T_j=25^\circ C$, $I_o=0.25A$ - 0.75A			45	mV
		$V_i=11.5V$ to 25 V, $T_j=25^\circ C$, PD=15W			90	mV
Quiescent Current	I_q	$T_j=25^\circ C$, $I_o=1A$			8.0	mA
		$V_i=11.5V$ to 24V			1.0	mA
Quiescent Current Change	ΔI_q	$I_o=5mA$ - 1.0A			0.5	mA
	ΔI_q	$I_o=5mA$ - 1.0A			0.5	mA
Output Noise Voltage	V_n	10Hz to 100kHz			55	μV
Temperature coefficient of V_o	$\Delta V_o/\Delta T$	$I_o=5mA$			-1.1	mV/°C
Ripple Rejection	RR	$V_i=12.5V$ to 22.5V, $f=120Hz$, $T_j=25^\circ C$	56	72		dB
Peak Output Current	I_{pm}	$T_j=25^\circ C$			1.8	A
Short-Circuit Current	I_{sc}	$V_i=35V$, $T_j=25^\circ C$			280	mA
Dropout Voltage	V_d	$T_j=25^\circ C$			2.0	V

Anexo B: Datos técnicos del sensor de temperatura LM35

LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors

General Description

The LM35 series are precision integrated-circuit temperature sensors, whose output voltage is linearly proportional to the Celsius (Centigrade) temperature. The LM35 thus has an advantage over linear temperature sensors calibrated in $^{\circ}$ Kelvin, as the user is not required to subtract a large constant voltage from its output to obtain convenient Centigrade scaling. The LM35 does not require any external calibration or trimming to provide typical accuracies of $\pm 1/2^{\circ}$ C at room temperature and $\pm 1/4^{\circ}$ C over a full -55 to $+150^{\circ}$ C temperature range. Low cost is assured by trimming and calibration at the wafer level. The LM35's low output impedance, linear output, and precise inherent calibration make interfacing to readout or control circuitry especially easy. It can be used with single power supplies, or with plus and minus supplies. As it draws only 60 μ A from its supply, it has very low self-heating, less than 0.1° C in still air. The LM35 is rated to operate over a -55 to $+150^{\circ}$ C temperature range, while the LM35C is rated for a -40 to $+110^{\circ}$ C range (-10° with improved accuracy). The LM35 series is available packaged in hermetic TO-46 transistor packages, while the LM35C, LM35CA, and LM35D are also available in the plastic TO-92 transistor package. The LM35D is also available in an 8-lead surface mount small outline package and a plastic TO-220 package.

Features

- Calibrated directly in $^{\circ}$ Celsius (Centigrade)
- Linear $+10.0$ mV/ $^{\circ}$ C scale factor
- 0.5° C accuracy guaranteeable (at $+25^{\circ}$ C)
- Rated for full -55 to $+150^{\circ}$ C range
- Suitable for remote applications
- Low cost due to wafer-level trimming
- Operates from 4 to 30 volts
- Less than 60 μ A current drain
- Low self-heating, 0.08° C in still air
- Nonlinearity only $\pm 1/4^{\circ}$ C typical
- Low impedance output, 0.1Ω for 1 mA load

Typical Applications

FIGURE 1. Basic Centigrade Temperature Sensor (+2 C to +150 C)

FIGURE 2. Full-Range Centigrade Temperature Sensor

Connection Diagrams

TO-46 Metal Can Package*

Order Number LM35H, LM35AH, LM35CH, LM35CAH or LM35DH
See NS Package Number H03H

TO-92 Plastic Package

Order Number LM35CZ, LM35CAZ or LM35DZ
See NS Package Number Z03A

TO-220 Plastic Package*

Order Number LM35DT
See NS Package Number T03F

*Case is connected to negative pin (GND)

N.C. = No Connector

Top View
Order Number LM35DM
See NS Package Number M03A

Tab is connected to the negative pin (GND)
Note: The LM35DT pinout is different than the discontinued LM35DZ
Order Number LM35DT
See NS Package Number T03F

Absolute Maximum Ratings (Note 1)

If Military/ Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office Distributors for availability and specifications.

Parameter	TO-46 and TO-220 Packages (Soldering, 10 seconds)	360 C
Supply Voltage	+55V to -42V	245 C
Output Voltage	+0.1V to -1.0V	200 C
Output Current	10 mA	200V
Storage Temp.	-55C to +150C	-55C to +150C
TO-46 Package	-55C to +150C	-55C to +150C
TO-92 Package	-55C to +150C	-55C to +150C
SO-8 Package	-55C to +150C	0C to +150C
TO-220 Package	-55C to +150C	300 C
Lead Temp. (Soldering, 10 seconds)		300 C

Electrical Characteristics (Notes 1, 2)

Parameter	Conditions	LM35A		LM35CA		Units (Max.)
		Typical	Design Limit (Note 3)	Typical	Design Limit (Note 3)	
Accuracy (Note 7)	$T_{amb} = +25^{\circ}$ C	± 0.2	± 0.5	± 0.2	± 0.5	$^{\circ}$ C
	$T_{amb} = +10^{\circ}$ C	± 0.3		± 0.3	± 1.0	$^{\circ}$ C
	$T_{amb} = +125^{\circ}$ C	± 0.4	± 1.0	± 0.4	± 1.0	$^{\circ}$ C
	$T_{amb} = -55^{\circ}$ C	± 0.4	± 1.0	± 0.4	± 1.0	$^{\circ}$ C
Nonlinearity (Note 5)	$T_{amb} = +25^{\circ}$ C	± 0.08	± 0.30	± 0.08	± 0.30	$^{\circ}$ C
	Sensor Gain (Average Slope)	$+10.0$	$+9.9$	$+10.0$	$+9.9$	mV/ $^{\circ}$ C
Load Regulation (Note 3) (0.1 to 1 mA)	$T_{amb} = +25^{\circ}$ C	± 0.4	± 2.0	± 0.4	± 2.0	mV/mA
	$T_{amb} = +25^{\circ}$ C	± 0.5		± 0.5		mV/mA
Line Regulation (Note 3)	$T_{amb} = +25^{\circ}$ C	± 0.01	± 0.1	± 0.01	± 0.1	mV/V
	$V_{cc} = +5V, I_{out} = 0$	± 0.02		± 0.02		mV/V
	$V_{cc} = +5V, I_{out} = 100 \mu$ A	± 0.02		± 0.02		μ A
	$V_{cc} = +5V, I_{out} = 100 \mu$ A	± 0.02		± 0.02		μ A
Change of Quiescent Current (Note 3)	$\Delta V_{cc} = +0.5V, \Delta T_{amb} = +25^{\circ}$ C	0.2	1.0	0.2	1.0	μ A
	$\Delta V_{cc} = +0.5V, \Delta T_{amb} = +25^{\circ}$ C	0.5	2.0	0.5	2.0	μ A
Temperature Coefficient of Quiescent Current		$+0.30$		$+0.30$		μ A/ $^{\circ}$ C
	Minimum Temperature for Rated Accuracy (Figure 1, 2)	$+1.5$		$+1.5$		$^{\circ}$ C
Long Term Stability (1000 hours)		± 0.08		± 0.08		$^{\circ}$ C

Note 1: Unless otherwise noted, these specifications apply: $V_{cc} = +5V, I_{out} = 0$ for the LM35 and LM35C; $V_{cc} = +5V, I_{out} = 0$ for the LM35D and LM35DZ; and $V_{cc} = +5V, I_{out} = 0$ for the LM35DT. For other conditions, see the block diagram of Figure 2. These specifications apply only from 0 to 25 $^{\circ}$ C, unless otherwise specified.

Note 2: Thermal resistance of the TO-46 package is 400 $^{\circ}$ C/W, ambient and 24 $^{\circ}$ C/W, ambient and 24 $^{\circ}$ C/W, ambient and 24 $^{\circ}$ C/W, ambient. Thermal resistance of the TO-92 package is 100 $^{\circ}$ C/W, ambient. For additional thermal resistance information see table in the Applications section.

Note 3: Regulation is measured at constant ambient temperature, using a load being held at the load current. Changes in output due to loading effects can be compensated by adjusting the internal divider by the thermal resistance.

Note 4: Typical limits are guaranteed over 100% production (tested) over the extended temperature and supply voltage ranges. These limits are not used as minimum industry quality levels.

Note 5: Specifications in boldface apply only over the full rated temperature range.

Note 6: Accuracy is defined as the error between the output voltage and 100mV at the device case temperature at specified conditions of voltage, current and temperature (measured at 25 $^{\circ}$ C).

Note 7: Nonlinearity is defined as the deviation of the output independent-temperature curve from the best fit straight line, over the device's rated temperature range.

Note 8: Quiescent current is defined as the current at Figure 1.

Note 9: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. SO and AD electrical specifications do not apply when operating the device beyond its rated operating conditions. Also, see 1.

Note 10: Hermetic body model, 100 μ A discharged through a 1.5 k Ω resistor.

Note 11: See 60-000 Surface Mounting Methods and Test Effect on Product Reliability in the section titled "Surface Mount" found in a current National Semiconductor data sheet for other methods of assembly surface mount devices.

Electrical Characteristics (Notes 1, 2)

Parameter	Conditions	LM35			LM35C, LM35D			Units (Max.)
		Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	
Accuracy (Note 7)	$T_{amb} = +25^{\circ}$ C	± 0.2	± 0.5	± 0.2	± 0.2	± 0.5	$^{\circ}$ C	
	$T_{amb} = +10^{\circ}$ C	± 0.3		± 0.3	± 0.3	± 1.0	$^{\circ}$ C	
	$T_{amb} = +125^{\circ}$ C	± 0.4	± 1.0	± 0.4	± 0.4	± 1.0	$^{\circ}$ C	
	$T_{amb} = -55^{\circ}$ C	± 0.4	± 1.0	± 0.4	± 0.4	± 1.0	$^{\circ}$ C	
Nonlinearity (Note 5)	$T_{amb} = +25^{\circ}$ C	± 0.08	± 0.30	± 0.08	± 0.08	± 0.30	$^{\circ}$ C	
	Sensor Gain (Average Slope)	$+10.0$	$+9.9$	$+10.0$	$+10.0$	$+9.9$	mV/ $^{\circ}$ C	
Load Regulation (Note 3) (0.1 to 1 mA)	$T_{amb} = +25^{\circ}$ C	± 0.4	± 2.0	± 0.4	± 0.4	± 2.0	mV/mA	
	$T_{amb} = +25^{\circ}$ C	± 0.5		± 0.5		± 0.5	mV/mA	
Line Regulation (Note 3)	$T_{amb} = +25^{\circ}$ C	± 0.01	± 0.1	± 0.01	± 0.01	± 0.1	mV/V	
	$V_{cc} = +5V, I_{out} = 0$	± 0.02		± 0.02		± 0.02	mV/V	
	$V_{cc} = +5V, I_{out} = 100 \mu$ A	± 0.02		± 0.02		± 0.02	μ A	
	$V_{cc} = +5V, I_{out} = 100 \mu$ A	± 0.02		± 0.02		± 0.02	μ A	
Change of Quiescent Current (Note 3)	$\Delta V_{cc} = +0.5V, \Delta T_{amb} = +25^{\circ}$ C	0.2	1.0	0.2	1.0	μ A		
	$\Delta V_{cc} = +0.5V, \Delta T_{amb} = +25^{\circ}$ C	0.5	2.0	0.5	2.0	μ A		
Temperature Coefficient of Quiescent Current		$+0.30$		$+0.30$		$+0.30$	μ A/ $^{\circ}$ C	
	Minimum Temperature for Rated Accuracy (Figure 1, 2)	$+1.5$		$+1.5$		$+1.5$	$^{\circ}$ C	
Long Term Stability (1000 hours)		± 0.08		± 0.08		± 0.08	$^{\circ}$ C	

Note 1: Unless otherwise noted, these specifications apply: $V_{cc} = +5V, I_{out} = 0$ for the LM35 and LM35C; $V_{cc} = +5V, I_{out} = 0$ for the LM35D and LM35DZ; and $V_{cc} = +5V, I_{out} = 0$ for the LM35DT. For other conditions, see the block diagram of Figure 2. These specifications apply only from 0 to 25 $^{\circ}$ C, unless otherwise specified.

Note 2: Thermal resistance of the TO-46 package is 400 $^{\circ}$ C/W, ambient and 24 $^{\circ}$ C/W, ambient and 24 $^{\circ}$ C/W, ambient. Thermal resistance of the TO-92 package is 100 $^{\circ}$ C/W, ambient. For additional thermal resistance information see table in the Applications section.

Note 3: Regulation is measured at constant ambient temperature, using a load being held at the load current. Changes in output due to loading effects can be compensated by adjusting the internal divider by the thermal resistance.

Note 4: Typical limits are guaranteed over 100% production (tested) over the extended temperature and supply voltage ranges. These limits are not used as minimum industry quality levels.

Note 5: Specifications in boldface apply only over the full rated temperature range.

Note 6: Accuracy is defined as the error between the output voltage and 100mV at the device case temperature at specified conditions of voltage, current and temperature (measured at 25 $^{\circ}$ C).

Note 7: Nonlinearity is defined as the deviation of the output independent-temperature curve from the best fit straight line, over the device's rated temperature range.

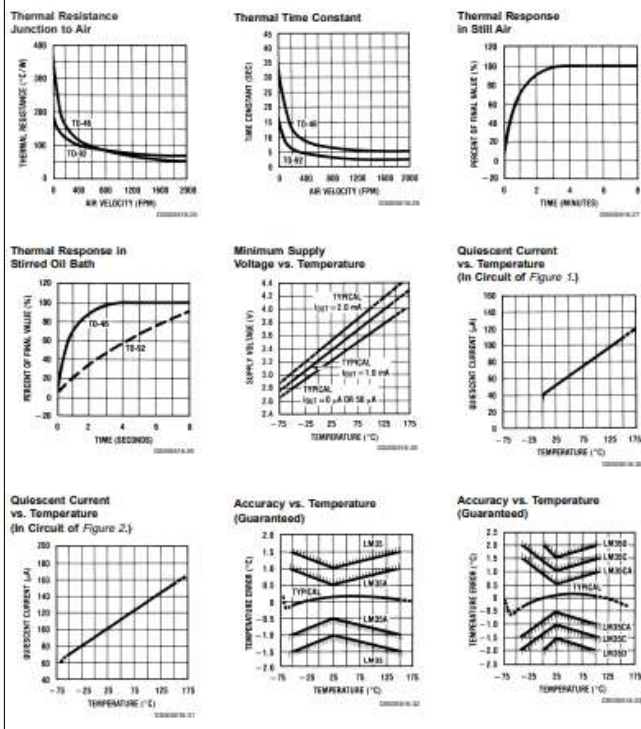
Note 8: Quiescent current is defined as the current at Figure 1.

Note 9: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. SO and AD electrical specifications do not apply when operating the device beyond its rated operating conditions. Also, see 1.

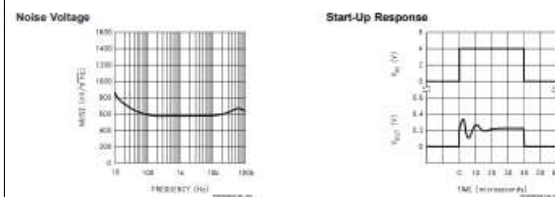
Note 10: Hermetic body model, 100 μ A discharged through a 1.5 k Ω resistor.

Note 11: See 60-000 Surface Mounting Methods and Test Effect on Product Reliability in the section titled "Surface Mount" found in a current National Semiconductor data sheet for other methods of assembly surface mount devices.

Typical Performance Characteristics



Typical Performance Characteristics (Continued)



Applications

The LM35 can be applied easily in the same way as other integrated-circuit temperature sensors. It can be glued or cemented to a surface and its temperature will be within about 0.01°C of the surface temperature.

This presumes that the ambient air temperature is almost the same as the surface temperature; if the air temperature were much higher or lower than the surface temperature, the actual temperature of the LM35 die would be at an intermediate temperature between the surface temperature and the air temperature. This is especially true for the TO-92 plastic package, where the copper leads are the principal thermal path to carry heat into the device, so its temperature might be closer to the air temperature than to the surface temperature.

To minimize this problem, be sure that the wiring to the LM35, as it leaves the device, is held at the same temperature as the surface of interest. The easiest way to do this is to cover up these wires with a bead of epoxy which will insure that the leads and wires are all at the same temperature as the surface, and that the LM35 die's temperature will not be affected by the air temperature.

The TO-46 metal package can also be soldered to a metal surface or pipe without damage. Of course, in that case the V- terminal of the circuit will be grounded to that metal. Alternatively, the LM35 can be mounted inside a sealed-end metal tube, and can then be dipped into a bath or screwed into a threaded hole in a tank. As with any IC, the LM35 and accompanying wiring and circuits must be kept insulated and dry, to avoid leakage and corrosion. This is especially true if the circuit may operate at cold temperatures where condensation can occur. Printed-circuit coatings and varnishes such as Humiseal and epoxy paints or dips are often used to insure that moisture cannot corrode the LM35 or its connections.

These devices are sometimes soldered to a small light-weight heat fin, to decrease the thermal time constant and speed up the response in slowly-moving air. On the other hand, a small thermal mass may be added to the sensor, to give the steadiest reading despite small deviations in the air temperature.

Temperature Rise of LM35 Due To Self-heating (Thermal Resistance, θ_{JA})

	TO-46	TO-46 [†]	TO-46	TO-46 ^{††}	SO-8	SO-8 [†]	TO-220
	no heat sink	small heat fin	no heat sink	small heat fin	no heat sink	small heat fin	no heat sink
Still air	400°C/W	140°C/W	180°C/W	140°C/W	200°C/W	110°C/W	80°C/W
Moving air	180°C/W	40°C/W	80°C/W	70°C/W	100°C/W	60°C/W	20°C/W
Still air	100°C/W	40°C/W	80°C/W	70°C/W			
Stirred oil	50°C/W	30°C/W	45°C/W	40°C/W			

(Clamped to metal)

[†]Infinite heat sink (24°C/W)

(30°C/W)

^{††}Waterfield type 201, or 1" disc of 0.007" sheet brass, soldered to case, or similar.

^{†††}TO-92 and SO-8 packages glued and leads soldered to 1" square of 1/16" printed circuit board with 2 ca. foil or similar.

Anexo C: Datos técnicos de sensor de proximidad capacitivo NPN LCJ18A3-H-Z/BX

Conductive Proximity Switch Series



Dimension		M12×1		M18×1		M24×1.5		M30×1.5		
Mounting way		Screen shield type	Non-screen shield type	Screen shield type	Non-screen shield type	Screen shield type	Non-screen shield type	Screen shield type	Non-screen shield type	
Type	DC type	NO	LJC12A3-S-Z-BX	LJC12A3-A-Z-BX	LJC18A3-S-Z-BX	LJC18A3-B-Z-BX	LJC24A3-S-Z-BX	LJC24A3-T-Z-BX	LJC30A3-H-Z-BX	
			NC	LJC12A3-S-Z-AX	LJC12A3-A-Z-AX	LJC18A3-S-Z-AX	LJC18A3-B-Z-AX	LJC24A3-S-Z-AX	LJC24A3-T-Z-AX	LJC30A3-H-Z-AX
				NO-NC	LJC12A3-S-Z-BY	LJC12A3-A-Z-BY	LJC18A3-S-Z-BY	LJC18A3-B-Z-BY	LJC24A3-S-Z-BY	LJC24A3-T-Z-BY
		NO	LJC12A3-S-Z-AY	LJC12A3-A-Z-AY	LJC18A3-S-Z-AY	LJC18A3-B-Z-AY	LJC24A3-S-Z-AY	LJC24A3-T-Z-AY	LJC30A3-H-Z-AY	
			NC							
			NO-NC							
	AC type	NO			LJC18A3-S-J-EZ	LJC18A3-B-J-EZ	LJC24A3-S-J-EZ	LJC24A3-T-J-EZ	LJC30A3-H-J-EZ	
			NC			LJC18A3-S-J-DZ	LJC18A3-B-J-DZ	LJC24A3-S-J-DZ	LJC24A3-T-J-DZ	LJC30A3-H-J-DZ
				NO-NC						
		Three wires	NO							
			NC							
			NO-NC							
Detection range	2mm ~ 10h	5mm ~ 10h	5mm ~ 10h	10mm ~ 10h	5mm ~ 10h	15mm ~ 10h	10mm ~ 10h	20mm ~ 10h		
Set distance	0 ~ 1.5mm	0 ~ 6mm	0 ~ 6mm	0 ~ 6mm	0 ~ 7mm	0 ~ 7mm	0 ~ 8mm	0 ~ 18mm		
Standard detection object	1mm φ×50~150mm	1mm φ×50~150mm	1mm φ×50~150mm	1mm φ×50~150mm	1mm φ×50~150mm	1mm φ×50~150mm	1mm φ×50~150mm	1mm φ×50~150mm		
Response frequency	DC 0.3/AC 20Hz	DC 0.3/AC 20Hz	DC 0.3/AC 20Hz	DC 0.3/AC 20Hz	DC 0.3/AC 20Hz	DC 0.3/AC 20Hz	DC 0.3/AC 20Hz	DC 0.3/AC 20Hz		
Installation	Chart 110	Chart 111	Chart 112	Chart 113	Chart 114	Chart 115	Chart 116	Chart 117		

Dimension		φ20	φ34	M28×1.5	φ60×60×40		
Mounting way		Non-screen shield type	Non-screen shield type	Non-screen shield type	Non-screen shield type		
Type	DC type	NO	LJC20A4-10-Z-BX	LJC34A3-K-Z-BX	LJC38A4-20-Z-BX	LJC80A4-40-Z-BX	
			NC	LJC20A4-10-Z-AX	LJC34A3-K-Z-AX	LJC38A4-20-Z-AX	LJC80A4-40-Z-AX
				NO-NC	LJC20A4-10-Z-BY	LJC34A3-K-Z-BY	LJC38A4-20-Z-BY
		NO	LJC20A4-10-Z-AY	LJC34A3-K-Z-AY	LJC38A4-20-Z-AY	LJC80A4-40-Z-AY	
			NC				
			NO-NC				
	AC type	NO	LJC20A4-10-J-EZ	LJC34A3-K-J-EZ	LJC38A4-20-J-EZ	LJC80A4-40-J-EZ	
			NC	LJC20A4-10-J-EZ	LJC34A3-K-J-EZ	LJC38A4-20-J-EZ	LJC80A4-40-J-EZ
				NO-NC			
		Three wires	NO				
			NC				
			NO-NC				
Detection range	10mm ~ 10h	25mm ~ 10h	20mm ~ 10h	40mm ~ 10h			
Set distance	0~8mm	0~22mm	0~18mm	0~5mm			
Standard detection object	1mm φ×50~150mm	1mm φ×50~150mm	1mm φ×50~150mm	1mm φ×50~150mm			
Response frequency	DC 0.3/AC 20Hz	DC 0.3/AC 20Hz	DC 0.3/AC 20Hz	DC 0.3/AC 20Hz			
Installation	Chart 118	Chart 119	Chart 120	Chart 121			

Conductive Proximity Switch Series

Anexo E: Datos técnicos de Arduino Mega 2560

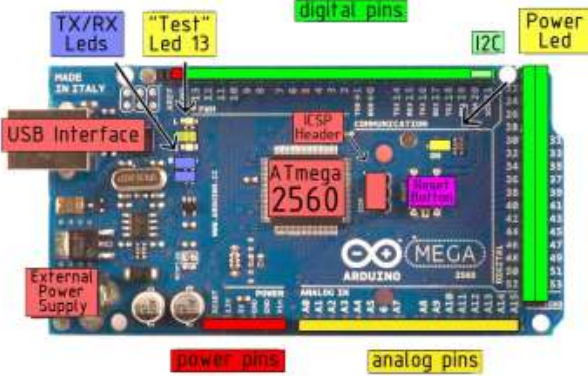
Technical Specification

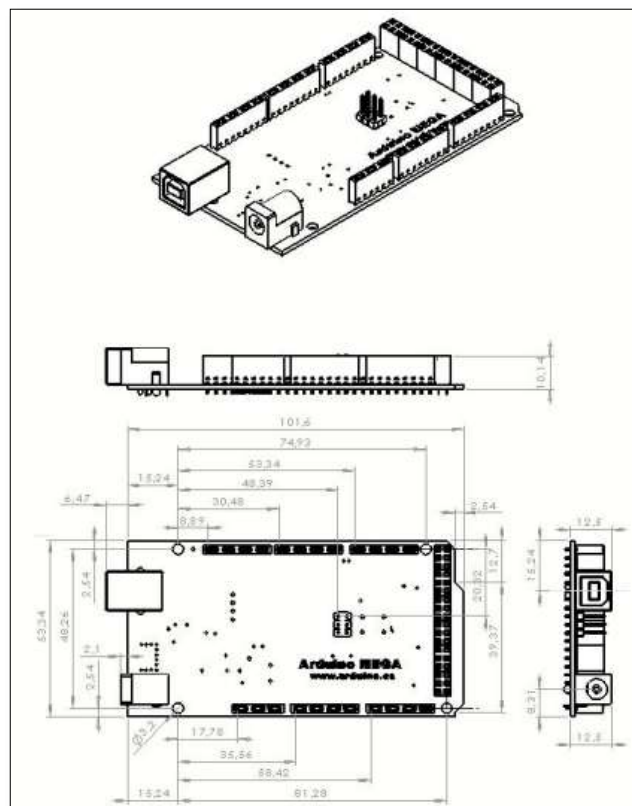
EAGLE files: [arduino_mega2560_reference_design.zip](#) Schematic: [arduino_mega2560_schematic.pdf](#)

Summary

Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 14 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz

the board





Anexo F: Datos técnicos del módulo GSM SIM 900 “Keyestudio”

Keyestudio SIM900 GSM/GPRS Module Shield



Introduction:
SIM900 GSM/GPRS shield is based on Quad-Band SIM900 GSM/GPRS module. It provides Arduino with GSM/GPRS function.
This shield allows you to make voice calls, send SMS or make connections to the Internet network.
On the shield, there is a serial port toggle switch for you to select either software serial port or hardware serial port to be connected to GPRS Shield.
If you choose software serial port, you need to use the Software UART; otherwise, you need to use the Hardware UART.

The shield includes a high capacitor dedicated to RTC (Real Time Clock).
If you toggle the switch to DBG-Port, you can connect the port to Arduino or connect the port to PC by Arduino to proceed the debugging.


Specifications:

1. Auto-adaption to 3.3V and 5V main board, supporting 3.3V platforms such as leaf maple and Chip kit.
2. After connecting the SIM900 shield to Arduino, 9V/2A DC power supply is needed. Otherwise, there might be malfunction.
3. Quad-Band GSM/GPRS 850/900/1800/1900MHz (Support 2G card of UNICOM, China Mobile, do not support Telecom card).

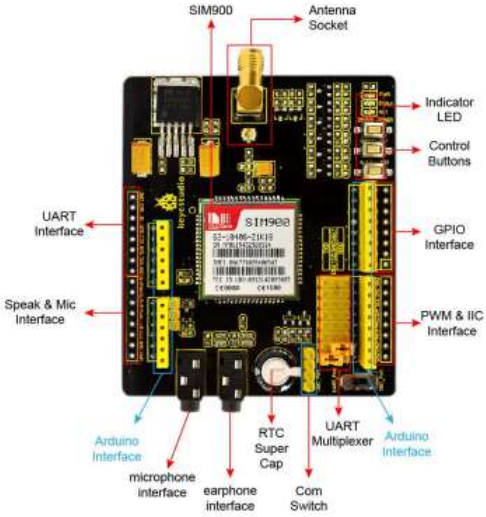
We use SIM900 GSM Module - supporting communication in 900MHz band.
You should check the mobile network band in your area.

Shield Details:

- Dimensions: 67mm x 85mm x 21mm
- Weight: 35.7g



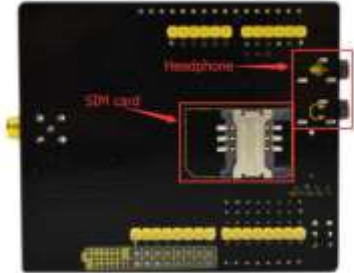
PINOUT Explanation:




Labels in the diagram include: SIM900, Antenna Socket, Indicator LED, Control Buttons, UART Interface, GPIO Interface, PWM & IIC Interface, Speak & Mic Interface, Arduino Interface, microphone interface, RTC Super Cap, UART Multiplexer, earphone interface, and Corn Switch.

Using Method:

1. Insert the SIM Card into the SIM Card slot.



2. Make sure the antenna pad is buckled properly. If you don't want to fix it on the board, a patch cord is also supplied with the GPRS Shield to interface the antenna to the board. At the same time, plug your headphones into the shield.

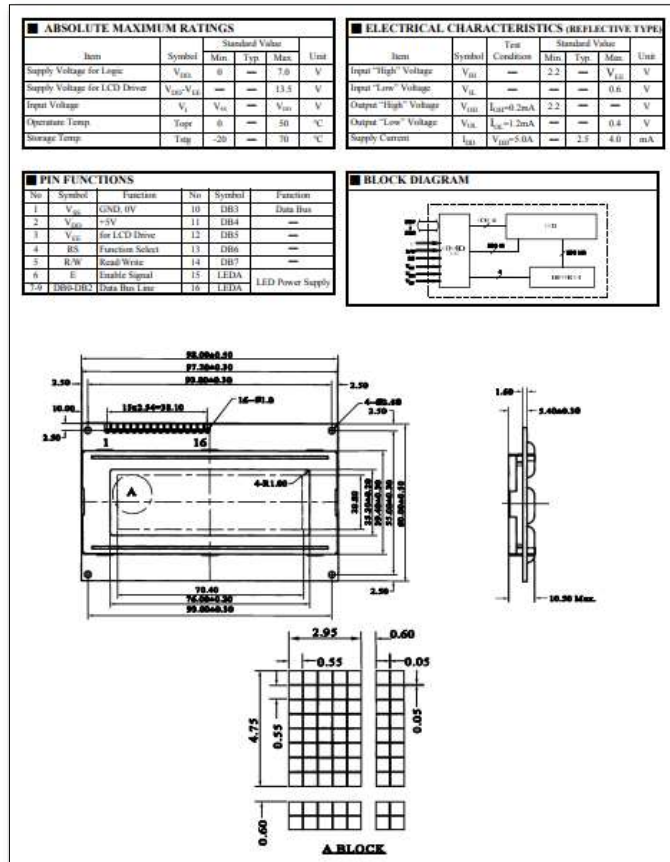


Anexo G: Comandos AT para GSM/GPRS y GPS.

AT	Comprueba estado del módulo.
AT+CPIN="XXXX"	Introducir el PIN de la SIM. Cambiar XXXX por el PIN.
AT+CREG?	Comprueba la conexión a la red.
ATDXXXXXXXX;	Realiza una llamada. Sustituir XXXXXXXXXXX por el nº al que queramos llamar.
ATA	Descuelga una llamada.
ATH	Finaliza la llamada.
AT+CMGF=1	Configura el modo texto para enviar o recibir mensajes. Devuelve ">" como inductor.
AT+CMGS="XXXXXXXXXX"	Nº al que vamos a enviar el mensaje.
AT+CLIP=1	Activamos la identificación de llamada.
AT+CNMI=2,2,0,0,0	Configuramos el módulo para que muestre los SMS por el puerto serie.
AT+CGATT=1	Conectamos a la red GPRS.
AT+CSTT="APN", "usuario", "contraseña"	Definimos APN, usuario y contraseña
AT+CIICR	Activamos el perfil de datos inalámbrico
AT+CIFSR	Obtenemos nuestra IP
AT+CIPSTART="TCP", "direccionIP", "puerto"	Indicamos el tipo de conexión, dirección IP y puerto al que realizamos la conexión
AT+CIPSEND	Preparamos el envío de datos. Devuelve ">" como inductor.
AT+CIPCLOSE	Cerramos la conexión.
AT+CIPSHUT	Cierra el contexto PDP del GPRS
AT+CGPSPWR=1	Activar el GPS.
AT+CGPSSTATUS?	Comprueba que el GPS ha encontrado la red.

AT+CGPSINF=0	Obtiene los datos del GPS: Modo, Latitud, Longitud, Altitud, HorarioUTC, Tiempo de respuesta, Número de satélites, Velocidad, Curso
AT+CGPSOUT=32	Para obtener los datos del GPS usando la especificación de la NMEA: Horario UTC, Estado, Latitud, Longitud, Velocidad en nudos, Ángulo de derrota en grados, Fecha, Variación magnética, Datos del Cheksum
AT+CGPSPWR=0	Cerrar el GPS.

Anexo H: Datos técnicos del LCD 20x4



HD44780U

Table 4 Correspondence between Character Codes and Character Patterns (ROM Code: A00)

Hex Code	Character Pattern
0000	0 1 P ~ P
0001 (2)	! I A Q a 9
0002 (3)	" Z B R b r
0003 (4)	# 3 C S c s
0004 (5)	\$ 4 D T d t
0005 (6)	% 5 E U e u
0006 (7)	& 6 F V f v
0007 (8)	? 7 G W g w
0008 (1)	(8 H X h x
0009 (2)) 9 I Y i y
000A (3)	* : J Z j z
000B (4)	+ ; K L k l
000C (5)	, < L # I I
000D (6)	- = M J m }
000E (7)	. > N ^ n +
000F (8)	/ ? O _ o €

Note: The user can specify any pattern for character-generator RAM.

Anexo I: Datos técnicos del módulo I2C para LCD 4x20

I2C 1602 Serial LCD Module




Product features:

The I2C 1602 LCD module is a 2 line by 16 character display interfaced to an I2C daughter board. The I2C interface only requires 2 data connections, +5 VDC and GND to operate


For in depth information on I2C interface and history, visit: <http://www.wikipedia/wiki/i2c>

Specifications:

I2C Address Range	2 lines by 16 character 0x20 to 0x27 (Default=0x27, addressable)
Operating Voltage	5 Vdc
Backlight	White
Contrast	Adjustable by potentiometer on I2c interface
Size	80mm x 36mm x 20 mm
Viewable area	66mm x 16mm

Power:
The device is powered by a single 5Vdc connection.

Pinout Diagram:



Pin/Control Descriptions:

Pin #	Name	Type	Description
1	GND	Power	Supply & Logic ground
2	VCC	Power	Digital V0 5 or RX (serial receive)
3	SDA	I/O	Serial Data line
4	SCL	CLK	Serial Clock line
A0	A0	Jumper	Optional address selection A0 - see below
A1	A1	Jumper	Optional address selection A1 - see below
A2	A2	Jumper	Optional address selection A2 - see below
Backlight		Jumper	Jumpered - enable backlight, Open - disable backlight
Contrast		Pot	Adjust for best viewing

Addressing:

A0	A1	A2	Address
Open	Open	Open	0x27
Jumper	Open	Open	0x26
Open	Jumper	Open	0x25
Jumper	Jumper	Open	0x24
Open	Open	Jumper	0x23
Jumper	Open	Jumper	0x22
Open	Jumper	Jumper	0x21
Jumper	Jumper	Jumper	0x20

Anexo J: Programación del sistema de comedero automatizado.

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial SIM900(10, 11);
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);
const int MOTOR=4;
const int SENSOR=22;
String cod="+593";
float tempC;
int pinLM35 = 0;
void setup()
{
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  SIM900.begin(19200);
  sendSMS();
  tempC = analogRead(pinLM35);
  tempC = (5.0 * tempC * 100.0)/1024.0;
  lcd.setCursor(8, 1);
  lcd.print("ESPOCH");

  lcd.setCursor(9, 2);
  lcd.print("FIE");
  lcd.setCursor(8, 3);
  lcd.print("EIECRI");
  delay (5000);
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(7, 1);
  lcd.print("TRABAJO");
  lcd.setCursor(9, 2);
  lcd.print("DE");
  lcd.setCursor(6, 3);
  lcd.print("TITULACION");
```

```

delay (5000);
lcd.clear ();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("LA TEMPERATURA");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("ACTUAL ES:");
lcd.setCursor(0, 3);
lcd.print(tempC);
delay (5000);
lcd.clear();
lcd.setCursor(5,0);
lcd.print("MODO");
lcd.setCursor(8,1);
lcd.print("AUTOMATICO");
delay (5000);
pinMode(MOTOR,OUTPUT);
}
void loop() {
digitalWrite(MOTOR,LOW);
if SENSOR==HIGH
{
void sendSMS()
{
String destinationNumber1="983680455";
String destinationNumber=cod+destinationNumber1 ;
SIM900.print("AT + CMGF=1\r");
delay(100);
//Serial.println("AT + CMGS = \"" + destinationNumber + "\"");
SIM900.println("AT + CMGS = \""+destinationNumber+"\"");
delay(100);
SIM900.println("El alimento está proximo a acabarse. Acercarse a abastecer de balanceado");
delay(100);

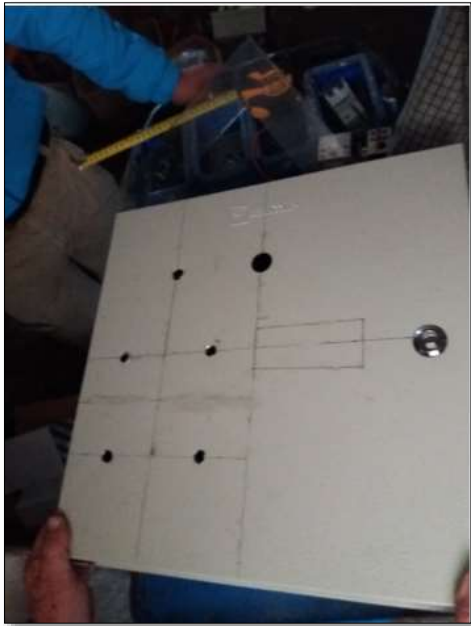
```

```
SIM900.println((char)26);  
delay(100);  
SIM900.println();  
delay(5000);  
}  
}  
}
```

Anexo K: Placa electrónica del sistema de comedero automatizado



Anexo L: Preparación y armado para la colocación de componentes eléctricos y electrónicos.



Anexo M: Fijación de los componentes eléctricos y electrónicos en el tablero de control.



Anexo N: Montaje de los comederos y fijación del canal de distribución en el motor.



Anexo O: Ajuste de piezas de la tolva y fijación del tornillo sin al eje del motor.



Anexo P: Funcionamiento del sistema de comedero automatizado en el Galpón de la UTEQ.

