

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES
CARRERA DE INFORMÁTICA



TESIS DE GRADO

**SISTEMA DE CONTROL DE LOS PROCESOS DE ALIMENTACIÓN,
HIDRATACIÓN, CLIMATIZACIÓN Y MONITORIZACIÓN DE UN
CRIADERO AVÍCOLA BASADO EN ARDUINO Y ANDROID**

**Tesis de Grado para obtener el Título de Licenciatura en Informática
Mención Ingeniería de Sistemas Informáticos**

POSTULANTE: GUSTAVO ALVAREZ ZABALA

TUTOR METODOLÓGICO: LIC. FREDDY MIGUEL TOLEDO PAZ

ASESOR: Ph. D. YOHONI CUENCA SARZURI

LA PAZ – BOLIVIA

2017



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES
CARRERA DE INFORMÁTICA**



LA CARRERA DE INFORMÁTICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES PERTENECIENTE A LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO SI LOS PROPÓSITOS SON ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS.

LICENCIA DE USO

El usuario está autorizado a:

- a) visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
- b) copiar, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
- c) copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionando la fuente y/o haciendo la referencia correspondiente respetando normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. EL USO NO AUTORIZADO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE ACCIONES LEGALES CONTEMPLADOS EN LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más. A mis padres y hermanos quien con sus consejos han sabido guiarme para culminar mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda la vida.

A mi asesor: Ph.D. Yohoni Cuenca Sarzuri Choque, por la comprensión y tiempo que le dedico a mi proyecto de investigación por los consejos que me dio en el momento preciso sobre todo por los comentarios que enriquecieron mi trabajo de investigación.

A mi tutor metodológico Lic. Freddy Miguel Toledo Paz, por la orientación el apoyo la motivación y las recomendaciones.

A mis queridos padres por demostrar siempre su amor y su cariño, brindando apoyo y orientación , a mis hermanos por confiar siempre en mí dándome todo su apoyo.

A todos gracias.

RESUMEN

Dentro de los procesos de producción, siempre se ha hecho necesario buscar métodos que permitan el mejoramiento de los mismos además de incrementar su efectividad, existen sin número de procedimientos en el plano tecnológico, organizacional, humano, etc., que logran cumplir con tal efecto.

En el plano estrictamente tecnológico los sistemas de control se han constituido como uno de los principales métodos de mejoramiento en procesos productivos mediante la manipulación de variables que inciden en el mismo.

En Bolivia la mayoría de procesos productivos relacionados con la agricultura y ganadería han tenido un pobre desarrollo tecnológico lo que implica que es necesario hacer una amplia inversión en recursos humanos y significa un gran desgaste de fuerza de trabajo.

La avicultura no es la excepción ya que aún se emplean métodos rústicos y domésticos, es por esta razón que se buscó un mecanismo de control que permita el mejoramiento en la crianza de aves.

El presente documento tiene como objetivo describir en detalle el desarrollo de un sistema de control de procesos de alimentación, hidratación, climatización y monitorización para la crianza de aves en los galpones que puedan mejorar notablemente la producción y las condiciones de trabajo.

ABSTRACT

Within the production processes, it has always been necessary to search for methods that allow them to be improved, in addition to increasing their effectiveness, and there is no number of procedures in the technological, organizational, human, etc., which they achieve to that end.

In the strictly technological scheme control systems have been constituted as one of the main methods of improvement in productive processes through the manipulation of variables that affect it.

In Bolivia the majority of productive processes related to agriculture and livestock have had a poor technological development which implies that it is necessary to make a large investment in human resources and means a great erosion of labor power.

Poultry farming is no exception, since rural and domestic methods are still used, and for this reason a control mechanism has been sought to improve breeding.

The purpose of this document is to describe in detail the development of a control system for feeding, hydration, air conditioning and monitoring processes for the raising of birds in sheds that can significantly improve production and working conditions.

ÍNDICE

CAPÍTULO I

1. MARCO INTRODUCTORIO.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. ANTECEDENTES	2
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
1.3.1. PROBLEMA CENTRAL	7
1.3.2. PROBLEMAS SECUNDARIOS.....	7
1.4. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS.....	8
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	8
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
1.5. HIPÓTESIS	8
1.5.1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	8
1.6. JUSTIFICACIÓN.....	9
1.6.1. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA	9
1.6.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	9
1.6.3. JUSTIFICACIÓN TECNOLÓGICA	10
1.7. ALCANCES Y LÍMITES	10
1.7.1.1. DELIMITACIÓN TEMÁTICA	10
1.7.1.2. DELIMITACIÓN ESPACIAL.....	10
1.7.1.3. DELIMITACIÓN TEMPORAL.....	10
1.7.2. LÍMITES.....	11
1.8. APORTES	11
1.8.1. PRÁCTICO.....	11
1.8.2. TEÓRICO	11
1.9. METODOLOGIA.....	12

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO	13
2.1. DEFINICION DE AVICULTURA.....	13
2.1.1. AMBIENTE EN AVICULTURA.....	13
2.2. MODELO EN V.....	18

2.2.1. OBJETIVOS	18
2.2.2. NIVELES DEL MODELO -V	19
2.2.3. FASES DEL MODELO -V	20
2.2.4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL MODELO -V	22
2.3. HARDWARE LIBRE	22
2.3.1. ARDUINO	23
2.3.2. ARDUINO MEGA	24
2.3.3. DISPOSITIVOS ACOPLABLES A ARDUINO	25
2.3.3.1. SENSORES	25
2.3.3.2. SENSOR ULTRASÓNICO	25
2.3.3.3. SENSOR DE HUMEDAD Y TEMPERATURA	26
2.2.3.4. SENSOR DE HUMEDAD	27
2.3.4. ACTUADORES.....	29
2.3.4.1. MÓDULO RELÉ	29
2.3.5. COMUNICADORES	29
2.3.5.1. MÓDULO ETHERNET.....	29
2.3.5.2. MÓDULO WI-FI	31
2.3.5.2. MÓDULO BLUETOOTH	31
2.4. METODOLOGÍA MOBILE D	32
2.4.1 FASES DE LA METODOLOGÍA.....	32
2.5. ANDROID.....	34
2.5.1 ARQUITECTURA DE ANDROID.....	35
2.6. ARQUITECTURA DE SERVICIOS	37
2.6.1 WEBSERVICES	37
2.7. SISTEMAS AUTOMÁTICOS Y DE CONTROL.....	37
2.7.1. NECESIDAD Y APLICACIONES DE LOS SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE CONTROL.....	38
2.7.2. METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL.....	39
CAPÍTULO III	
3. MARCO APLICATIVO.....	40

3.1. INTRODUCCIÓN.....	40
3.1.1. REFACTORIZACIÓN DE MODELO EN V	40
3.2. FASE 1. DEFINICIÓN DE ESPECIFICACIONES	42
3.3. FASE 2. FUNCIONAL	43
3.3.1. DISEÑO GLOBAL DEL SISTEMA	43
3.4. FASE 3. DISEÑO.....	44
3.4.1. ELECCION DE LA TECNOLOGIA	44
3.4.2. DISEÑO DE HARDWARE	46
3.4.3. DISEÑO DE SOFTWARE.....	52
3.5. FASE 4. IMPLEMENTACIÓN Y PRODUCCION	53
3.6. FASE 5. TEST DE DISEÑO (TEST UNITARIO)	62
3.6.1. TEST DE HARDWARE.....	62
3.6.2. TEST DE SOFTWARE	67
3.7. FASE 6. TEST FUNCIONAL (INTEGRACIÓN).....	67
3.8. FASE 7. TEST OPERACIONAL DEL SISTEMA.....	68
CAPÍTULO IV	
4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	70
4.1.1. CONSUMO EFECTIVO DEL ALIMENTO.....	70
4.1.2. GANANCIA DEL PESO VIVO.....	71
4.1.3. MORTALIDAD.....	72
4.2. COMPARATIVA DE GALPONES TECNIFICADOS Y CONVENCIONALES ...	73
4.3. ANALISIS GENERAL DE LA INFORMACION	75
CAPÍTULO V	
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	76
5.1. CONCLUSIONES.....	76
5.1.1. ESTADO DEL OBJETIVO GENERAL	76
5.1.2. ESTADO DE LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS	76
5.2. RECOMENDACIONES	77
BIBLIOGRAFÍA	78
ANEXOS	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Comedero bebe	14
Figura 2.2: (a), Comederos automáticos Plástico. (b), Comederos automáticos Aluminio	14
Figura 2.3: Bebedero Manual	15
Figura 2.4: Bebedero automático	15
Figura 2.5: Niveles del Modelo – V	20
Figura 2.6: Vista Frontal y Trasera Arduino Mega R3	24
Figura 2.7: Sensor Ultrasónico	26
Figura 2.8: Sensor de Temperatura y Humedad	27
Figura 2.9: Sensor de Humedad puesta suelo	28
Figura 2.10: Relé	29
Figura 2.11: Shield Ethernet	30
Figura 2.12: Shield Wifi	31
Figura 2.13: Fases Mobile D	33
Figura 2.14: Arquitectura Android	35
Figura 3.1: Desarrollo general del proyecto	42
Figura 3.2: Diagrama en Bloques de proyecto	43
Figura 3.3: Diagrama en Bloques Proceso de Alimentación	46
Figura 3.4: Hardware necesario Proceso de Alimentación	47
Figura 3.5: Diagrama en Bloques Proceso de Hidratación	48
Figura 3.6: Hardware necesario del Proceso de Hidratación	48
Figura 3.7: Diagrama en Bloques Proceso de Climatización	49
Figura 3.8: Hardware necesario del Proceso de Climatización	50
Figura 3.9: Diagrama en Bloques del Proceso de Monitorización	50
Figura 3.10: Hardware necesario del Proceso de Monitorización	51
Figura 3.11: Diagrama en Boques de Comunicación Arduino Dispositivo Móvil	51
Figura 3.12: Hardware de comunicación vía internet	52
Figura 3.13: Interfaz de usuario mockups	52
Figura 3.14: Código Proceso de Alimentación	53
Figura 3.15: Código Proceso de Hidratación	54
Figura 3.16: Código Proceso de Climatización	55
Figura 3.17: Código de Comunicación Arduino Shield Ethernet	56
Figura 3.18: Ubicación de build.gradle	57
Figura 3.19: Dependencias Necesarias para Android Studio	58
Figura 3.20: Habilitando los permisos de Acceso a Internet	58
Figura 3.21: Código de conexión al servidor	59
Figura 3.22: Pantalla Menú Principal	59

Figura 3.23: Pantalla Proceso de Alimentación	60
Figura 3.24: Pantalla Proceso de Hidratación	60
Figura 3.25: Pantalla Proceso de Climatización.....	61
Figura 3.26: Pantalla Proceso de Monitorización	61
Figura 3.27: Conexión Física del Hardware Proceso de Alimentación	62
Figura 3.28: Conexión Física del Hardware Proceso de Hidratación	63
Figura 3.29: Conexión Física del Hardware Proceso de Climatización.....	64
Figura 3.30: Verificación Proceso de Monitorización	65
Figura 3.31: Conexión Física del Servidor	66
Figura 3.32: Verificación del Servidor.....	66
Figura 3.33: Conexión Física Escenario Real Prototipo	69
Figura 4.1: Consumo efectivo del alimento	70
Figura 4.2: Grafica comportamiento crecimiento semanal	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Resumen características Arduino Mega Rev3	24
Tabla 2.2: Características del Sensor Ultrasónico	26
Tabla 2.3: Características del sensor de temperatura	27
Tabla 2.4: Características del Sensor de Humedad de Tierra.....	28
Tabla 3.1: Elementos del Prototipo	44
Tabla 3.2: Descripción de componentes de Software	46
Tabla 3.3: Prueba de Conexión Arduino y Sensor Ultrasónico 1	63
Tabla 3.4: Prueba de Conexión Arduino y Sensor Ultrasónico 2	64
Tabla 3.5: Prueba de Conexión Arduino y Sensor de Temperatura y Humedad	65
Tabla 3.6: Documento de prueba de software	67
Tabla 3.7: Documento de prueba de integración.....	68
Tabla 3.8: Documento de prueba operacional del sistema	69
Tabla 4.1: Ganancia del peso semanal	71
Tabla 4.2: Mortalidad en granja convencional	72
Tabla 4.3: Comparativa galpón tecnificado y convencional	73

CAPÍTULO

1. MARCO INTRODUCTORIO

1.1. INTRODUCCIÓN

La automatización está jugando un papel fundamental para ayudar a optimizar al máximo sus procesos. Durante años, se ha debatido en la industria avícola la idea de contar con una planta totalmente automatizada que permitiera aumentar al máximo la producción, el rendimiento, la calidad del producto, además de contar con información sobre los procesos en tiempo real. Por automatización de proceso entendemos la producción con ausencia total del componente humano, siendo totalmente controlado por software informático y maquinaria.

La automatización de los procesos en distintas disciplinas, conlleva a acortar tiempos y recursos en muchos ámbitos, sobre todo en el campo empresarial pero muy pocas instituciones adoptan estas soluciones debido a los altos costos en inversión.

Uno de los campos que tomo la atención de este proyecto de automatización es la industria avícola, específicamente las granjas de criaderos de pollos, en donde hasta la fecha en nuestro medio persiste métodos rústicos y domésticos en la crianza de estos animales, lo que deriva en una producción tardía de estas granjas hacia el mercado popular con un producto a largo plazo y con pocas ganancias.

En función a esta problemática se propone una solución alternativa acorde a la evolución tecnológica, la cual es simplificar el proceso de control en la industria avícola con la implementación de un sistema automatizado del ambiente de la granja donde se realiza la crianza de pollos.

Este proyecto propone desarrollar un sistema de control y monitoreo de ambientes en donde se realiza la crianza, engorde y producción de pollos. En donde dichas actividades son realizadas por personal responsable del área, pero estas actividades para el campo empresarial no son suficientes debido a las limitaciones humanas ya que por ejemplo una población

avícola en producción requiere de atenciones las 24 horas del día por lo que este proyecto de automatización es una solución a estas limitaciones.

1.2. ANTECEDENTES

Los sistemas de control según la Teoría Cibernética se aplican en esencia para los organismos vivos, las máquinas y las organizaciones. Estos sistemas fueron relacionados por primera vez en 1948 por Norbert Wiener en su obra Cibernética y Sociedad con aplicación en la teoría de los mecanismos de control.

Alrededor de los 60, los dispositivos electrónicos aparecieron como alternativa de reemplazo a los controladores neumáticos. Los controladores electrónicos para un lazo cerrado, son rápidos, precisos y fáciles de integrar en pequeños lazos interactivos; sin embargo, la mejora en cuanto a operación con respecto a los neumáticos era relativamente pequeña y además la recopilación de datos, aún no muy fácil de manejar.

Algún tiempo después de la aparición de los sistemas de control electrónicos analógicos, el desarrollo de los microprocesadores permitió el surgimiento de los transmisores y controladores digitales, así como de los controladores lógicos programables (PLC), además, de sistemas especializados como por ejemplo, las máquinas de control numérico computarizado (CNC).

El empleo de las computadoras digitales no se hizo esperar; de su aplicación, aparecen los sistemas de control digital directo (DDC), hasta los sistemas de supervisión y control actuales, con los cuales se logra manejar un gran número de procesos y variables, recopilar datos en gran cantidad, analizar y optimizar diversas unidades y plantas e incluso, realizar otras actividades, como planificación de mantenimiento, control de calidad, inventario, entre otros.

Independientemente de la tecnología, la evolución de las técnicas de control han tenido como uno de sus objetivos fundamentales, reemplazar la acción directa del hombre en el manejo de un determinado proceso, por el empleo de equipos y sistemas automáticos, sin embargo,

existe una analogía muy clara entre estos últimos y el hombre, en los que respecta a la forma de actuar.

El tipo de proceso elegido para un determinado producto final dependerá de sus requerimientos de producción y cantidades. En cualquier caso, para el control del mismo es necesario tener un conocimiento acerca de la instrumentación utilizada y en general de los aspectos mecánicos relacionados al proceso. El control óptimo sin embargo, no solamente está en función de los dispositivos, equipos y sistemas a emplear, sino fundamentalmente del conocimiento del proceso que se desee controlar.

El control automático de procesos es parte del progreso industrial desarrollado durante lo que ahora se conoce como la segunda revolución industrial. El uso intensivo de la ciencia de control automático es producto de una evolución que es consecuencia del uso difundido de las técnicas de medición y control. Su estudio intensivo ha contribuido al reconocimiento universal de sus ventajas.

Al principio del siglo XX, la Automatización tuvo su origen en el campo de los Servosistemas y de la Ingeniería de Control, pero su ámbito se ha ido ampliando con los desarrollos de otras disciplinas, tales como las Ciencias de la Computación, la Teoría de la Información, el Procesamiento de Señales, la Inteligencia Artificial,... Hoy en día, los ordenadores juegan un papel fundamental como el elemento que procesa la información de manera automática. La utilización del computador en el control de procesos ha permitido también la aparición de nuevos campos de interés como el de la Robótica o la posibilidad de utilizar sensores inteligentes (visión, tacto).

El control automático de procesos se usa fundamentalmente porque reduce el costo de los procesos industriales, lo que compensa la inversión en equipo de control. Además hay muchas ganancias intangibles, como por ejemplo la eliminación de mano de obra pasiva, la cual provoca una demanda equivalente de trabajo especializado. La eliminación de errores es otra contribución positiva del uso del control automático.

ROXELL es el líder mundial en sistemas automáticos de alimentación, bebederos, nidificación, ventilación y calefacción dirigidos a la industria avícola y porcina.

En los últimos 45 años, Roxell ha introducido numerosos sistemas innovadores de alimentación, los cuales fueron pioneros o que fijaron la norma en la industria: MiniMax, HaiKoo. (Roxell, 2012).

Los sistemas de Roxell son famosos en todo el mundo por su excelente durabilidad, su rendimiento y resultados de producción. Son de los fabricantes más modernos y mejor equipados del sector. Una planta de fabricación perfectamente mantenida, con maquinaria de última generación y una estructura logística flexible, garantiza la transformación constante de las materias primas en sistemas avanzados, de alta calidad. Así son capaces de manejar cualquier proyecto, grande o pequeño, con el mismo nivel de excelencia, y suministrarlo con precisión en cualquier parte del mundo.

Para la presente investigación se ha realizado un análisis de proyectos desarrollados en nuestro país como también en diferentes países sobre este tema, obteniendo información que se relaciona con el tema y con el objeto de investigación.

“Control Inteligente de Seguridad en Viviendas Mediante Agentes”, Machaca, (2015), Carrera de informática Universidad Mayor de San Andrés, el proyecto de investigación surgió de la necesidad en la ausencia a que pueda estar expuesta una vivienda al no estar habitada y de cómo alertar de alguna eventualidad que pueda estar sucediendo.

Se pudo realizar una gestión de seguridad de una vivienda mediante un dispositivo móvil con acceso a internet se trabajó con herramientas en primer lugar que realizan la recolección de datos del ambiente, como lo sensores, dichos datos son procesados reduciendo el grado de incertidumbre.

Para tal investigación de proyecto se logró la integración de diferentes tecnologías como ser: circuitos con la placa Arduino UNO, modelo de sistemas de control con Simulink, agentes móviles y base de datos PostgreSQL.

“Sistema Domotico para un Hogar Basado en Software Y Hardware Libre”, Chávez, (2015), Carrera de informática Universidad Mayor de San Andrés, este proyecto surgió de la necesidad de confort que pueda existir dentro un hogar a precios más accesibles con tecnologías de hardware y software libre.

Pretendió automatizar y unificar de manera local y remota, los distintos sistemas como ser: sistemas de iluminación, sistemas de alarmas, sistemas de vigilancia con la utilización circuitos electrónicos programables y la integración de los distintos sensores y actuadores que se puede comprender.

Por tal razón realizo un prototipo a menor escala con todos los sistemas que comprende para el control, interacción y visualización que pueden ser reflejadas en una página Web.

“Sistema de Control Automático en Granjas Porcinas Diseño para la Localidad de Basilio Brecha 5”, Eugenio, (2014), Carrera de Ingeniería Electromecánica Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno, para este proyecto surgió la necesidad de implementar dentro una granja de porcinos un sistema de refrigeración y calefacción ya que las variación de temperatura influyen en desarrollo de crecimiento de los porcinos.

Con la utilización de un Micro controlador PIC16F877.

Se procedió a la automatización de dicho sistema dentro de la granja en la cual comprende de sensores que envían la señal de temperatura al PIC y este dependiendo las condiciones climáticas devolverá dicha señal para la activación de los actuadores.

“Comedero Automatizado para Pollos de Engorde”, Sarmiento, (2014), Universidad Tecnológica De Pereira Facultad De Tecnologías Programa De Tecnología Eléctrica Pereira,

este proyecto solo comprendió de la automatización es proceso alimentación (engorde) el cual comprende de un silo y un pequeño comedero.

Con la utilización de un Micro controlador PIC16F877. nicialmente realizó la simulación en ISIS Proteus con los distintos sensores y actuadores que comprende este comedero para posteriormente realizar un prototipo físico de automatización con los distintos sensores y actuadores que comprende dicho proyecto.

“Control y Monitoreo de un Criadero Avícola Controlado por Micro controlador desde un sitio Web Dinámico”, San Lucas, (2011), Universidad Politécnica Salesiana, en un criadero avícola automatizó los procesos de distribución del alimento, de agua vigilancia y condiciones climáticas que comprende de tanque alimentos silo, tanque de agua, ventiladores, calefactores y cámaras de vigilancia.

Con la utilización de un Micro controlador PIC16F877.

En el silo comprendió de un sensor de nivel del alimento, en el momento de alimentar a los pollos se envía una señal al PIC en cual despacha dicho alimento hacia su pequeño comedor comprendiendo este actuadores de salida.

De igual forma el tanque comprendió de sensores pero de 3 nivel alto medio y bajo a momento de dar de beber a los pollos se envía una señal al PIC en cual despacha el agua hacia su pequeño bebedero comprendiendo este actuadores de salida.

Se Comprendió de sensores en la envían la temperatura del criadero al PIC en cual dependiendo mucho de la condiciones climáticas envían la señal de los actuadores para estabilidad ambiental dentro del criadero.

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La población avícola de Bolivia creció de 18.2 millones de aves en 1980, a más de 80 millones de aves en 2006, un crecimiento espectacular del 335%. Cochabamba y Santa Cruz representan el 53.84% y el 40.45% de la producción avícola boliviana respectivamente,

mientras que Tarija y Chuquisaca, departamentos localizados al sur del país, juntos representan el 5.7%.

En el departamento de Santa Cruz el 2011 contaba con 1.470 granjas avícolas y que actualmente existen alrededor de 1.870, solo el 30% de la producción de pollo parrillero estaba en galpones climatizados (ADA, 2011).

Debido al crecimiento de las granjas avícolas, se puede observar que aún se sigue utilizando métodos rústicos y domésticos para desarrollar todos sus procesos como ser de alimentación, hidratación y climatización lo que ocasiona una tardía en su productividad.

Los galpones climatizados permiten al avicultor aumentar su productividad, tomando en cuenta que con un galpón convencional puede criar 9 a 10 aves parrilleras por metro cuadrado, y con galpones climatizados puede producir 15 aves en esa misma dimensión.

Hoy en día se vive la era de la automatización de procesos, los cuales ayudan a simplificar los procesos, como también ayudan al ahorro de tiempo y recursos.

1.3.1. PROBLEMA CENTRAL

¿Cómo mejorar el control de los procesos de alimentación, hidratación, climatización y monitorización de un criadero avícola?

1.3.2. PROBLEMAS SECUNDARIOS

- Debido a ausencia de personal, ocasiona que se presente algún incidente como ser derrame del alimento, del agua entre otros dentro el criadero avícola.
- La constante provisión de alimentación en horario no establecidos, ocasiona que exista desperdicio, rechazo de dicha alimentación en un criadero avícola.
- El exceso de provisión de agua, provoca el desperdicio, derrame de dicha agua y la existencia de la humedad dentro el criadero.
- La condición ambiental dentro el criadero es crucial, para el desarrollo y crecimiento avícola.

- Incompatibilidad de los dispositivos electrónicos con los sistemas informáticos, debido a deficiencias de sincronismos lógicos en la transmisión de datos.

1.4. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un sistema de control de los procesos de alimentación, hidratación, climatización y monitorización de un criadero avícola.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el monitoreo local y remoto del ambiente automatizado en tiempo real.
- Mejorar la distribución del alimento y agua en el criadero en porciones y tiempos requeridos.
- Mantener un ambiente idóneo en cuanto a temperatura, humedad utilizando dispositivos electrónicos como ser: sensores, actuadores y cámaras para su respectivo monitoreo.
- Implementar un sistema para la comunicación con un dispositivo móvil y los procesos existentes en el criadero avícola, haciendo el uso de dispositivos electrónicos e informáticos para obtener un control integral del ambiente a automatizar.

1.5. HIPÓTESIS

Mediante un sistema de control de los procesos alimentación, hidratación, climatización y monitorización basado en Arduino y Android permite tecnificar la producción en un criadero avícola.

1.5.1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable Independiente : Sistema de Control de los procesos alimentación, hidratación, climatización y monitorización

Variable Dependiente : Tecnificar la producción en un criadero avícola

Variable Interviniente : Tecnologías Arduino y Android.

1.6. JUSTIFICACIÓN

1.6.1. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

Existen empresas que ofrecen simplificar los procesos que pueda existir en los criaderos avícolas en la cual ofrecen costos muy elevados, tomando en cuenta los mantenimientos respectivos que se podrían suscitar.

Con la utilización de tecnologías vanguardistas como ser hardware libre arduino y sistemas informáticos dinámicos, se pretende implementar el sistema crianza y producción avícola que también pueda monitorear en tiempo real y de manera remota los procesos y deficiencias que pueda existir en los criaderos avícolas.

En la implementación del proyecto los dispositivos requeridos son de bajos costos en el mercado local, lo cual facilitaría el desarrollo del sistema en cualquier microempresa dentro nuestro país.

1.6.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

Las microempresas dedicadas a la industria avícola se beneficiaran, al obtener un sistema de control de los procesos de alimentación, hidratación, climatización y monitorización automatizada.

La aplicación móvil tiene un fin de ayudar al control de toda la información de un criadero avícola y de igual forma de interactuar con todos los procesos de acuerdo a necesidad requerida desde cualquier lugar donde se encuentre.

Además de dar a conocer a dicha criadero avícola que está simplificando sus procesos la cual permita mantener la competitividad en el mercado.

1.6.3. JUSTIFICACIÓN TECNOLÓGICA

En los últimos años, diferentes tecnologías de desarrollo surgen, pensar en comunicación en tiempo real a través de la web, aplicaciones móviles ya es factible por las tecnologías existentes (frameworks, librerías, protocolos y otros).

Por otro lado, la conexión de dispositivos de hardware a Internet es totalmente factible por la existencia de una gran variedad de módulos de comunicación (WiFi, Ethernet, Bluetooth y otros) como también la existencia de sistemas operativos empotrados (Raspberry Pi, BeagleBone y otros).

1.7. ALCANCES Y LÍMITES

1.7.1.1. DELIMITACIÓN TEMÁTICA

- Para el proceso de alimentación se automatizara, usando sensores y actuadores activándolos y desactivándolos desde el dispositivo móvil.
- Para el proceso de hidratación se automatizara, usando sensores y actuadores activándolos y desactivándolos desde el dispositivo móvil.
- Para el proceso de climatización comprenderá de sensores de humedad y temperatura los cuales se visualizara en dispositivo móvil.
- Para el proceso de monitorización se instalara cámara de control, el cual nos permitirá visualizar dentro el ambiente del criadero avícola.

1.7.1.2. DELIMITACIÓN ESPACIAL

El sistema de control de procesos propuestos en el proyecto contemplara a las microempresas dedicadas a la crianza avícola ya que hasta ahora se sigue aplicando métodos rústicos, domésticos para la crianza de estos animales.

1.7.1.3. DELIMITACIÓN TEMPORAL

El análisis se efectuará tomando como base de estudio el periodo a partir de la puesta en marcha del producto final.

1.7.2. LÍMITES

Para el presente trabajo de investigación se limita a realizar lo siguiente:

- Se trabajara con pollos de dos semanas de vida hasta su distribución.
- No podrá contemplar el control de consumo en cantidad alimenticia e hídrica de la población avícola dentro de los ambientes de crianza automatizada.
- Por ser un sistema de monitoreo en tiempo real con sensores y actuadores ya programados no se podrán realizar un registro en la base de datos a gran escala ya que el ciclo de vida de la población avícola es corta y rutinaria.
- La aplicación está limitada a ejecutarse solamente en dispositivos móviles que cuenten con el sistema operativo Android

1.8. APORTES

1.8.1. PRÁCTICO

- Contribuir con la automatización a la microempresa de crianza avícola para mejorar sus procesos de alimentación, hidratación, climatización y monitorización.
- La aplicación móvil debe ser: clara, amigable y fácil de manejar que interactuara con del sistema de control de los procesos existentes en un criadero avícola.
- Para el diseño y construcción se utilizara hardware arduino y software de aplicación Android.
- El diseño del circuito electrónico se realizara con el software Arduino que tiene bastante compatibilidad con sensores y actuadores.

1.8.2. TEÓRICO

- Investigar, aplicar métodos y herramientas para la implementación del sistema de control de procesos donde se integre software y hardware como ser el modelo en V.

- Recopilación de información de sistemas de control y automatización de los procesos en los criaderos implementados en otros países.
- Diseño y construcción de circuitos electrónicos para el sistema de control de procesos.
- Elaboración de la interfaz gráfica de software con hardware a través de un programa que se pueda comunicar con el microcontrolador atmega.

1.9. METODOLOGIA

La metodología de investigación que se utilizara es el método científico.

Asimismo utilizaremos la técnica de investigación de carácter documental que se apoya en la recopilación de antecedentes a través de documentos gráficos formales e informales, cualquiera que estos sean, donde el investigador fundamenta y complementa su investigación con lo aportado los diferentes autores. Los materiales de consulta suelen ser las fuentes bibliográficas, iconográficas, fonográficas y algunos medios, como ser: enciclopedias, libros de texto, tesis, folletos, diapositivas, revisitas digitales, artículos publicados, entre otros.

La metodología de Ingeniería de software y hardware será el Modelo en V o de cuatro niveles.

Las herramientas que se emplearan en el presente trabajo de investigación son: de software como: Lenguaje Java Android, Processing y de hardware como: dispositivo Android, Arduino y Conexiones a internet.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. DEFINICION DE AVICULTURA

La avicultura es la crianza racional de las aves de corral, todo aquello que el hombre realiza aplicando sus conocimientos en forma inteligente para una producción a bajo costo y en el menor tiempo posible. Es uno de los rubros más apasionantes en lo que se refiere a manejo, salud animal y alimentación dentro del sector pecuario. El conocimiento de estos puntos es un factor determinante que define el éxito y fracaso de la producción (Ross, 2014).

En general, en Bolivia la avicultura fue hasta hace pocos años una actividad marginal, puesto que solo se desarrollaba a nivel rústico y doméstico. De un tiempo a esta parte, la avicultura ha ido creciendo en el país y desenvolviéndose dentro de los niveles técnicos que exige la industria avícola mundial, convirtiéndose por ello en una de las más importantes que tiene la economía nacional (MDRyT,2012)

2.1.1. AMBIENTE EN AVICULTURA

Se entiende por ambiente o medio ambiente al entorno que afecta y condiciona especialmente las circunstancias de vida de las personas o animales, pudiendo ser este positivo o negativo; es por esta razón que el éxito o fracaso de la productividad de un lote de pollos está directamente relacionado a las condiciones ambientales a las que están sometidos los pollos de engorde (Aviegen, 2009)

Cuando se esté planeando y construyendo un galpón para pollos, primero se debe seleccionar un sitio que este sobre un terreno bien drenado y que tenga suficiente corriente de aire natural. El galpón debe estar orientado sobre un eje de oriente a occidente para reducir la cantidad de luz solar directa sobre las paredes, durante las horas más calientes del día (COBB, 2012).

BANDEJAS DE RECIBIMIENTO

Son comederos que se pueden realizar con las cajas en las que vienen los pollos de la incubadora o existen unas comerciales que venden para dicha etapa como “comedero bebé” como se muestra en la figura 2.1, se utiliza 1 por cada 100 pollitos. Son de fácil acceso y no permiten desperdicio. Se cambian a la siguiente semana por los comederos para pollo de engorde o tubulares.



Figura 2.1: Comedero bebé
Fuente: (Ross, 2014)

COMEDEROS TUBULARES

Se encuentran en plástico y aluminio, su capacidad es de 10 y 12 kilogramos, se recomienda que se utilicen a partir de la segunda semana, en clima caliente se recomienda 1 comedero por cada 35 aves y en clima frío 1 comedero por cada 40 aves.



Figura 2.2: (a), Comederos automáticos Plástico. (b), Comederos automáticos Aluminio
Fuente: (Ross, 2014)

BEBEDEROS MANUALES

Se deben llenar constantemente para evitar que el pollo aguante sed, se deben tapar bien y acomodar adecuadamente para evitar encharcamiento en la cama, se ubica un bebedero por cada 50 pollos como se muestra en la figura 2.3.



Figura 2.3: Bebedero Manual
Fuente: (Ross, 2014)

BEBEDEROS AUTOMÁTICOS

Se utiliza un bebedero automático como se muestra en la figura 2.4, por cada 80 pollos, existen dos variedades (válvula y pistola), los cuales facilitan el manejo para que el operario encargado NO tenga que entrar tanto al galpón, ya que esto produce estrés en el pollo, además los animales siempre tendrán agua fresca y disponible, se utilizan a partir de la segunda semana de vida del pollo.



Figura 2.4: Bebedero automático
Fuente: (Ross, 2014)

CONDICIONES CLIMÁTICAS

Los pollitos a diferencia de otros animales domésticos, no están bien adaptados para producir calor. No tienen glándulas sudoríparas, de modo que la mayor pérdida de calor está regulada por el agua que expelen durante la respiración o la excretada en las heces. Los pollitos no pueden adaptarse rápidamente a cambios bruscos de temperatura, ni pueden comportarse bien si la temperatura ambiental es muy alta o muy baja.

TEMPERATURA

La temperatura ideal dentro del galpón a partir de la tercera semana es de 24 a 26 °C. Cuando los pollos se someten a temperaturas mayores a 26 °C aumenta el consumo de agua, disminuye el consumo de alimento y su habilidad de ganar peso. En regiones con temperaturas muy altas se deben tomar medidas para reducir la tensión por calor:

- Ubicar el galpón de oriente a occidente.
- Si puede, construya un sobretecho para mejorar la ventilación.
- Siembre árboles que produzcan buena sombra y no limiten la ventilación.
- Pinte de blanco la superficie exterior del techo y los tanques de almacenamiento de agua.
- Las tuberías de conducción de agua no deben estar expuestas al sol o muy cerca al techo para evitar calentamiento del agua.
- Los muros laterales deben tener entre 20 y 25 centímetros.
- Densidad máxima de 8 pollitos por metro cuadrado.
- Mejore el consumo de alimento iluminando el galpón durante la noche.
- Evite alimentar en horas muy calurosas.
- Acondicione el galpón con ventiladores si puede hacerlo y utilice cielos falsos hechos con costales.

HUMEDAD

La humedad relativa dentro del galpón depende del agua eliminada por los pollitos en la respiración y en las heces, del grado de humedad del medio ambiente, de la temperatura dentro del galpón y de la ventilación. El punto óptimo de humedad relativa en el galpón varía entre el 50 y el 70%, si no se controla la humedad se pueden presentar los siguientes problemas:

VENTILACION

El ambiente exterior el galpón debe tener una adecuada ventilación para así poder remover periódicamente el exceso de humedad, el gas carbónico producido por la respiración de las aves y de gas amoniaco producido por las heces. La ventilación natural del galpón va a estar determinada por la velocidad del viento, una buena ventilación debe llenar los dos requisitos:

- Que la velocidad del viento a nivel de las aves sea baja.
- Que la renovación del ambiente del galpón se efectúe por igual en toda el área.

ILUMINACION

La recomendación general es suministrar 23 horas de luz continua, con una hora de oscuridad al día, que permita que los pollos se acostumbren a la oscuridad sorpresiva en el caso de un apagón, para evitar mortandad por amontonamiento.

En climas fríos, se recomienda que 12 horas de luz natural sea suficiente para lograr el mayor crecimiento del pollo, eficiencia alimenticia. En climas CÁLIDOS es prácticamente indispensable la iluminación nocturna para darle la oportunidad al pollo de tomar alimento en horas de temperaturas confortables. El horario nocturno es ideal para realizar prácticas de manejo dentro del galpón (lavado de bebederos, surtida de alimento, etc.).

2.2. MODELO EN V

Este modelo se basa en una secuencia de fases análoga a la del modelo en cascada pero se da en especial importancia a la visión jerarquizada que se va teniendo de las distintas partes del sistema a medida que se avanza en el desarrollo, se recoge esta idea de un diagrama bidimensional, en que el eje horizontal representa avance en el desarrollo y el eje vertical corresponde al nivel de detalle con que trabaja en cada fase (Rojas, 2010).

El modelo o método-V es una representación gráfica del ciclo de vida del desarrollo del sistema. Resume los pasos principales que hay que tomar en conjunción con las correspondientes entregas de los sistemas de validación.

La parte izquierda de la V representa la corriente donde se definen las especificaciones del sistema. La parte derecha de la V representa la corriente donde se comprueba el sistema (contra las especificaciones definidas en la parte izquierda). La parte de abajo, donde se encuentran ambas partes, representa la corriente de desarrollo (Martínez, 2012).

2.2.1. OBJETIVOS

- Minimizar los riesgos del proyecto: consiste en mejorar la transparencia del proyecto y control del proyecto, describir los resultados y responsabilidades de cada función. Permite una detección temprana de las desviaciones, riesgos y mejoras de gestión de procesos, reduciendo así los riesgos del proyecto.
- Mejoramiento y garantía de calidad: Es un modelo de procesos estándar, que asegura, obtener los resultados en la calidad deseada, que los resultados obtenidos sean completos y adecuados. Los datos obtenidos pueden ser comparados con otros datos.
- Reducción de los gastos totales durante todo el proyecto: Todo el proceso del ciclo de vida de un sistema lo podemos calcular y controlar mediante la aplicación de procesos estandarizados a si se reduce la dependencia de los proveedores.

2.2.2. NIVELES DEL MODELO -V

La figura 2.5 que aparece a continuación presenta el Modelo en V, o Modelo de cuatro niveles, del ciclo de vida de un proyecto de desarrollo de software. El modelo representa, en forma de V, las relaciones temporales entre las distintas fases del ciclo de desarrollo de un proyecto.

En los cuatro niveles lógicos comenzando desde el primero, para cada fase del desarrollo, existe una fase correspondiente o paralela de verificación o validación.

Esta estructura obedece que desde el principio para cada fase del desarrollo debe existir un resultado verificable. En la misma estructura se advierte también que la proximidad entre una fase del desarrollo y su fase de verificación correspondiente va decreciendo a medida que aumenta el nivel dentro de la V (Martínez, 2012).

- El **nivel 1** está orientado al “cliente”. El inicio del proyecto y el fin del proyecto constituyen los dos extremos del ciclo. Se compone del **análisis de requisitos y especificaciones**, se traduce en un documento de requisitos y especificaciones.
- El **nivel 2** se dedica a las características funcionales del sistema propuesto. Puede considerarse el sistema como una caja negra, y caracterizarla únicamente con aquellas funciones que son directa o indirectamente visibles por el usuario final, se traduce en un documento de **análisis funcional**.
- El **nivel 3** define los componentes hardware y software del sistema final, a cuyo conjunto se denomina **arquitectura del sistema**.
- El **nivel 4** es la fase de **implementación**, en la que se desarrollan los elementos unitarios o módulos del programa.

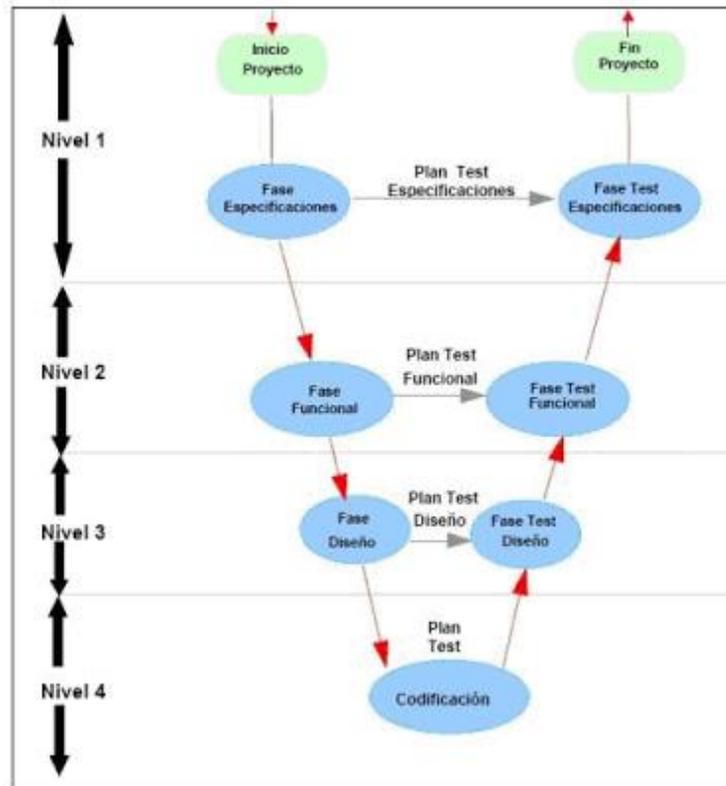


Figura 2.5: Niveles del Modelo – V
Fuente: (Martínez, 2012)

2.2.3. FASES DEL MODELO –V

Fase 1. Definición de Especificaciones: Se deben definir y documentar los diferentes requisitos del sistema a desarrollar, identificando los valores numéricos más concretos posibles. Entre ellos debe estar la especificación del nivel de integridad, o SIL, en caso de ser requerido.

Especificación estructurada utilizando diferentes técnicas de diagramas para modelar el sistema nuevo.

Fase 2. Diseño Global: También llamado diseño de alto nivel. Su objetivo es obtener un diseño y visión general del sistema.

Establecer un conjunto de módulos entre ellos, desplegando la especificación obtenida en la fase de análisis facilitándola tarea decodificación y los modelos lógicos de los datos físicos.

Fase 3. Diseño en Detalle: Consiste en detallar cada bloque de la fase anterior.

Cada módulo como resultado de la fase anterior es traducido a la herramienta o lenguaje apropiado.

Fase 4. Implementación: Es la fase en la que se materializa el diseño en detalle.

Fase 5. Test Unitario: En esta fase se verifica cada módulo Hardware y Software de forma unitaria, comprobando su funcionamiento adecuado.

Es la verificación del correcto funcionamiento de cada módulo y de todo el sistema una vez que ha sido integrado, diseñar errores en la codificación.

Fase 6. Integración: En esta fase se integran los distintos módulos que forman el sistema. Como en el caso anterior, ha de generarse un documento de pruebas.

Por una parte, se debe comprobar en todo el sistema el funcionamiento correcto, y por otra, en caso de tratarse con un sistema tolerante a fallos, debe verificarse que ante la presencia de un fallo persiste el funcionamiento correcto. Se comprueba el cumplimiento de los requisitos establecidos.

Fase 7. Test Operacional Del Sistema: Se realizan las últimas pruebas pero sobre un escenario real, en su ubicación final, anotando una vez más las pruebas realizadas y los resultados obtenidos.

Garantizar el mantenimiento del sistema, corrección de errores detectados en la fase, aplicación de los sistemas en nuevos entornos.

2.2.4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL MODELO -V

- **Ventajas**

Se trata de un proceso ideal, por su robustez, para proyectos pequeños, con equipos de una a cinco personas. También es ideal, por su claridad, para toda esa gente que nunca ha programado siguiendo una metodología. Para el proyecto final de carrera o para ese cliente que te ha conseguido un amigo que te lo pide a ti y no se dirige a una empresa por mayor comodidad, la relación entre las etapas de desarrollo y los distintos tipos de pruebas facilitan la localización de fallos.

- **Desventajas**

Cada fase tiene que estar respaldada por su documento correspondiente y test, se habla de una amplia documentación, se debe realizar dos procesos al mismo tiempo, es difícil que el cliente exponga explícitamente todos los requisitos.

2.3. HARDWARE LIBRE

Se llama hardware libre a los dispositivos de hardware cuyas especificaciones y diagramas esquemáticos son de acceso público.

El hardware libre toma las mismas ideas del software libre de acuerdo a las cuatro libertades:

- Libertad de usar el programa, con cualquier propósito (Uso).
- Libertad de estudiar cómo funciona el programa y modificarlo, adaptándolo a las propias necesidades (Estudio).
- Libertad de distribuir copias del programa, con lo cual se puede ayudar a otros usuarios (Distribución).
- Libertad de mejorar el programa y hacer públicas esas mejoras a los demás, de modo que toda la comunidad se beneficie (Mejora).

Se debe recordar en todo momento que libre no es sinónimo de gratis. El hardware libre forma parte de la cultura libre.

Dado que el hardware tiene asociados a él costos variables directos, ninguna definición de software libre se puede aplicar directamente sin modificación. En cambio, el término hardware libre se ha usado principalmente para reflejar el uso del software libre con el hardware y el lanzamiento libre de la información con respecto al hardware, a menudo incluyendo el lanzamiento de los diagramas esquemáticos, diseños, tamaños y otra información acerca del hardware. De todos modos, incluye el diseño del hardware y la distribución de los elementos en la tarjeta madre.

Existen muchas comunidades que trabajan en el diseño, desarrollo y pruebas de hardware libre, además de brindan soporte (Torrente, 2013).

2.3.1. ARDUINO

Arduino es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios.

Arduino es una plataforma de electrónica abierta basada en el hardware y software libre.

Arduino puede tomar información del entorno a través de sus pines de entrada de toda una gama de sensores y puede afectar aquello que le rodea controlando luces, motores y otros actuadores. El microcontrolador de la placa Arduino se programa mediante el lenguaje de programación Arduino (basado en Wiring) y el entorno de desarrollo Arduino (basado en Processing). Los proyectos hechos con Arduino pueden ejecutarse sin necesidad de conectar a un ordenador, si bien tienen la posibilidad de hacerlo y comunicar con diferentes tipos de software (Herrador, 2009).

2.3.2. ARDUINO MEGA

La Arduino Mega 2560 R3 que se muestra en la figura 2.2, es una placa electrónica basada en el microprocesador Atmega2560 que cuenta con 54 entradas/salidas digitales (de los cuales 14 se pueden utilizar como salidas PWM), 16 entradas analógicas, 4 UARTs (puertos serie de hardware), un oscilador de cristal de 16MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, un conector ICSP y un botón de reset (Arduino, 2016).



Figura 2.6: Vista Frontal y Trasera Arduino Mega R3

Fuente: (Módulo Arduino, 2016).

En la tabla 2.1 se muestra un resumen de características de Arduino Mega Rev3:

Tabla 2.1: Resumen características Arduino Mega Rev3

Microcontrolador	ATmega2560
Voltaje de operación	5V
Voltaje de entrada recomendado	7-12V
Voltaje de entrada (límites)	6-20V
Pines digitales E/S	54 (14 disponen de salida PWM)
Pines de entrada analógica	16
Consumo por pin E/S	40 mA
Consumo del pin 3.3V	50 mA
Memoria flash	256kB (8kB empleados por el bootloader)
SRAM	8 kB
EEPROM	4 kB
Frecuencia de reloj	16 MHz

Fuente: (Arduino, 2016)

2.3.3. DISPOSITIVOS ACOPLABLES A ARDUINO

2.3.3.1. SENSORES

Un sensor es un dispositivo capaz de detectar magnitud es físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformar en las variables eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, movimiento, pH, etc. Una magnitud eléctrica puede ser una resistencia eléctrica (como en un detector de temperatura resistivo), una capacidad eléctrica (como en un sensor de humedad), una tensión eléctrica (como en un termopar), una corriente eléctrica (como en un fototransistor).

Los sensores siempre que estén activados estarán tomando continuamente la situación actual de una habitación y es el servidor o la placa Arduino quien leerá esta información y decidirá cómo actuar.

2.3.3.2. SENSOR ULTRASÓNICO

Los sensores ultrasónicos como se muestra en la figura 2,7, son capaces de detectar la proximidad, que trabajan libres de roces mecánicos, los cuales detectan objetos, a distancias que van desde pocos centímetros hasta varios metros.

El sensor emite un sonido y mide el tiempo que la señal tarda en regresar. Estos reflejan en un objeto, el sensor recibe el eco producido y lo convierte en señales eléctricas.

Estos sensores trabajan solamente en el aire, y pueden detectar objetos con diferentes formas, colores, superficies y materiales sólidos, líquidos o polvorientos.

Los sensores trabajan según el tiempo de transcurso del eco, es decir, la distancia temporal entre el impulso de emisión y el impulso del eco. Este tipo de sensor emite una señal, de tipo ultrasónica, y esta señal es recibida por un receptor (Corona, 2014).



Figura 2.7: Sensor Ultrasónico
Fuente: (Arduino, 2016)

En la tabla 2.2, se muestra las características que se debe tomar en cuenta para su correcta utilización.

Tabla 2.2: Características del Sensor Ultrasónico

Voltaje de trabajo	+ 5v DC
Frecuencia de trabajo	40 KHz
Consumo (Suspendido)	< 2mA
Consumo (Trabajando)	15 mA
Angulo Efectivo	< 15
Distancia	2 cm – 400 cm
Resolución	0.3 cm

Fuente: (ZonaMaker, 2016)

2.3.3.3. SENSOR DE HUMEDAD Y TEMPERATURA

Algunos dispositivos son capaces de obtener varias mediciones en el mismo módulo. El módulo de la figura 2.8 corresponde a un DHT11 capaz de representar digitalmente la humedad ambiental medida en % además de la temperatura en C°. Tiene una precisión decimal y dispone de su propia librería que contiene los métodos para recoger sus mediciones.

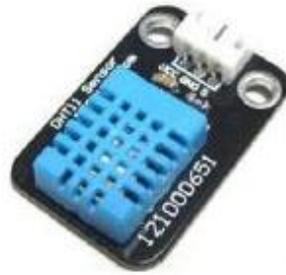


Figura 2.8: Sensor de Temperatura y Humedad

Fuente: (Arduino, 2016)

En la tabla 2.3, se muestra las características del sensor Dht11, que se debe tomar en cuenta para su correcta utilización.

Tabla 2.3: Características del sensor de temperatura

Alimentación	$3Vdc \leq Vcc \leq 5Vdc$
Señal de Salida	Digital
Rango de medida de Temperatura	De 0 a 50 °C
Precisión de Temperatura	± 2 °C
Resolución de Temperatura	0.1 °C
Rango de medida de Humedad	De 20% a 90% RH
Precisión de Humedad	4% RH
Resolución de Humedad	1% RH
Tiempo de Sensado	1 s

Fuente: (Geekbotelectronics 2016)

2.2.3.4. SENSOR DE HUMEDAD

Este es un sensor de humedad que se muestra en la figura 2.9, que puede ser utilizado para detectar la humedad del suelo. Mediante la aplicación de una pequeña tensión entre los terminales del módulo YL-69, que trae consigo la circulación de una corriente que depende básicamente de la resistencia que se genera en el suelo y que, a su vez, está directamente

relacionada con humedad. Por lo tanto, al aumentar la humedad la corriente crece, y al bajar, la corriente disminuye.

Consiste en una sonda YL-69 con dos terminales separados adecuadamente y un módulo YL-38 que contiene un circuito comparador LM393 SMD (de soldado superficial) muy estable, un led de encendido y otro de activación de salida digital. Este último presenta 2 pines de conexión hacia el módulo YL-69, 2 pines para la alimentación y 2 pines de datos. VCC, GND, D0, A0.

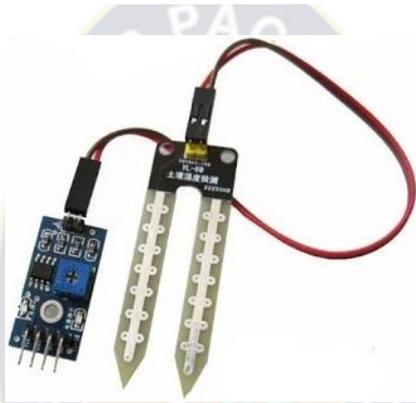


Figura 2.9: Sensor de Humedad puesta suelo
Fuente: (Arduino, 2016)

En la tabla 2.4, se muestra las características del sensor YL-69, e se debe tomar en cuenta para su correcta utilización.

Tabla 2.4: Características del Sensor de Humedad de Tierra

Voltaje de entrada	3.3 – 5 VCD
Voltaje de salida	0 ~ 4.2 V
Corriente	35 mA
A0	Salida analógica
D0	Salida digital

Fuente: (Micropik, 2016)

2.3.4. ACTUADORES

Un actuador es un dispositivo capaz de transformar energía (en nuestro caso eléctrica) en la activación de un proceso con la finalidad de generar un efecto sobre un proceso automatizado. Su función es una lectura de un sensor que debe ser tratada.

2.3.4.1. MÓDULO RELÉ

Un relé como se muestra en la figura 2.10, funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos sin dependientes. Este tipo de módulos permite activar actuadores como por ejemplo los ventiladores.



Figura 2.10: Relé
Fuente: (Arduino, 2016)

2.3.5. COMUNICADORES

Son los distintos módulos de acoplamiento en un arduino de tipo de conexión.

2.3.5.1. MÓDULO ETHERNET

Es una placa que se copia encima de la Arduino y permite establecer conexión a internet mediante el estándar Ethernet que utiliza el protocolo TCP/IP. Podemos conectarla a un router utilizando un cable RJ45 y le asignará una dirección IP. Con esta dirección podremos abrir conexiones entre el servidor y la placa o de placa a placa para enviar flujos de datos.

Hay que tener en cuenta que el W5100 como se muestra en la figura 2.11, comprende de un micro-SD comparten el bus SPI, por lo que sólo uno de ellos puede ser utilizado a la vez. Si se desea utilizar ambos simultáneamente, hay que tenerlo en cuenta al escribir el código.

Arduino usa los pines digitales 10, 11, 12, y 13 (SPI) para comunicarse con el W5100 en la ethernet shield como . Estos pines no pueden ser usados para e/s genéricas.

El botón de reset en la shield resetea ambos, el W5100 y la placa Arduino, la shield contiene un número de LEDs para información:

- ON: indica que la placa y la shield están alimentadas
- LINK: indica la presencia de un enlace de red y parpadea cuando la shield envía o recibe datos
- 100M: indica la presencia de una conexión de red de 100 Mb/s (de forma opuesta a una de 10Mb/s)
- RX: parpadea cuando el shield recibe datos
- TX: parpadea cuando el shield envía datos

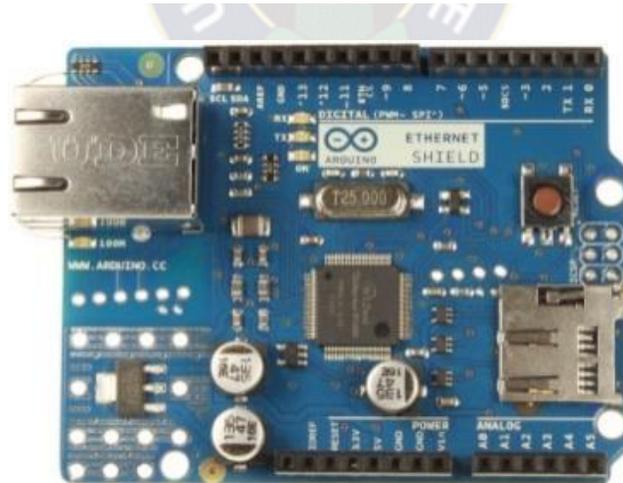


Figura 2.11: Shield Ethernet
Fuente: (Arduino, 2016)

2.3.5.2. MÓDULO WI-FI

Si La placa Arduino WiFi Shield permite conectar a Arduino a internet de forma inalámbrica mediante protocolo 802.11b/g (WiFi). Aun que utiliza otra librería los métodos son equivalentes al del módulo Ethernet como se muestra en la figura 2.12.

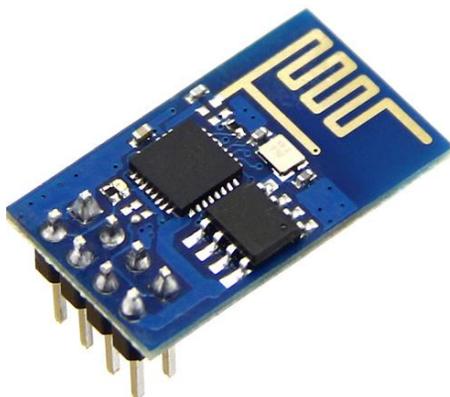


Figura 2.12: Shield Wifi
Fuente: (NOVA, 2016)

2.3.5.2. MÓDULO BLUETOOTH

Se denomina Bluetooth al protocolo de comunicaciones diseñado especialmente para dispositivos de bajo consumo, que requieren corto alcance de emisión y basados en transceptores de bajo costo. Opera mediante un enlace por radio frecuencia en la banda ISM de los 2,4GHz. Su uso es adecuado cuando puede haber dos o más dispositivos en un área reducida sin grandes necesidades de ancho de banda.

Bluetooth tiene la ventaja de simplificar el descubrimiento y configuración de los dispositivos, ya que éstos pueden indicar otros los servicios que ofrecen, lo que redundaría en la accesibilidad de los mismos sin un control explícito de direcciones de red, permisos y otros aspectos típicos de redes tradicionales. El WiFi utiliza el mismo espectro de frecuencia que Bluetooth con una potencia de salida mayor que lleva a conexiones más sólidas.

2.4. METODOLOGÍA MOBILE D

Hoy en día, el sector de los dispositivos móviles ha evolucionado de manera muy creciente en pocos años. Esto ha permitido crear un nuevo mercado, bastante amplio para todos los públicos y un abanico enorme de posibles soluciones eficaces que nos harían la vida más cómoda. Muy pocas personas son los que a día de hoy, no tienen un dispositivo móvil, ya sea un *smartphone*¹ o una tablet.

El desarrollo de aplicaciones móviles no se aleja mucho con respecto a los desarrollos de cualquier tipo de software normal, ya que nos encontramos con los mismos problemas a la hora de realizarlo. Unos factores en los que sí varía mucho es en el hardware donde serán implantados dichos desarrollos, ya que están en constante evolución y el usuario suele cambiar de dispositivo en poco tiempo, a diferencia con los ordenadores personales que se aguantan mucho más, a pesar de que el coste es menor.

Esta metodología está basada en diversas tecnologías como Rational Unified Process, Extreme Programming y Crystal Methodologies, y su finalidad es intentar obtener pequeños ciclos de desarrollo de forma rápida en dispositivos pequeños (Guerrero,2015).

2.4.1 FASES DE LA METODOLOGÍA

Un ciclo de proyecto con la metodología Mobile-D como se muestra en la figura 2.13, Se compone de distintas fases: exploración, inicialización, fase de producto, fase de estabilización y la fase de pruebas donde cada etapa posee un día de planeamiento y un día de entregas de las tareas asignadas. Una vez acabada todas las fases deberíamos tener una aplicación publicable y entregable al cliente. (Rodríguez, 2011)

¹Smartphone: Teléfono Inteligente

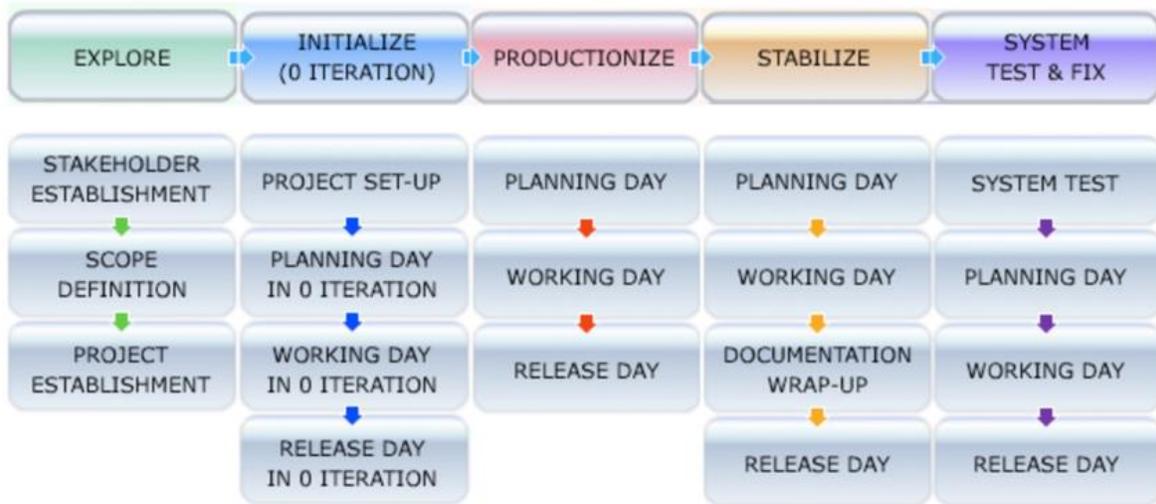


Figura 2.13: Fases Mobile D
Fuente: (Agile, 2016)

- **Fase de Exploración**

Esta fase es la encargada de la planificación y educación de requisitos del proyecto, donde tendremos la visión completa del alcance del proyecto y también todas las funcionalidades del producto.

- **Fase de inicialización**

La fase de inicialización es la implicada en conseguir el éxito en las próximas fases del proyecto, donde se preparará y verificará todo el desarrollo y todos los recursos que se necesitarían. Esta fase se divide en cuatro etapas: la puesta en marcha del proyecto, la planificación inicial, el día de prueba y día de salida.

- **Fase de producción**

En la fase de producción, se vuelve a repetir la programación de los tres días, iterativamente hasta montar (implementar) las funcionalidades que se desean. Aquí usamos el desarrollo dirigido por pruebas (TDD), para verificar el correcto funcionamiento de los desarrollos.

El propósito en la fase de producción es implementar la funcionalidad requerida en el producto mediante la aplicación del ciclo de desarrollo iterativo e incremental.

- **Fase de estabilización**

Se llevarán a cabo las últimas acciones de integración donde se verificará el completo funcionamiento del sistema en conjunto. De toda la metodología, esta es la fase más importante de todas ya que es la que nos asegura la estabilización del desarrollo. También se puede incluir en esta fase, toda la producción de documentación.

- **Fase de pruebas**

Es la fase encargada del testeo de la aplicación una vez terminada. Se deben realizar todas las pruebas necesarias para tener una versión estable y final. En esta fase, si nos encontramos con algún tipo de error, se debe proceder a su arreglo pero nunca se han de realizar desarrollos nuevos de última hora, ya que nos haría romper todo el ciclo.

2.5. ANDROID

En los últimos 10 años los teléfonos móviles han experimentado una gran evolución, desde los primeros terminales, grandes y pesados, pensados sólo para hablar por teléfono en cualquier parte, a los últimos modelos, con los que el término “medio de comunicación” se queda bastante pequeño. Es así como nace Android.

Android es un sistema operativo y una plataforma software, basado en Linux un núcleo de sistema operativo libre, gratuito y multiplataforma para teléfonos móviles. Además, también usan este sistema operativo tablets, netbooks, reproductores de música e incluso PC's.

Android permite programar en un entorno de trabajo (framework) de Java, aplicaciones sobre una máquina virtual. Además, lo que le diferencia de otros sistemas operativos, es que

cualquier persona que sepa programar puede crear nuevas aplicaciones, *widgets*², o incluso, modificar el propio sistema operativo, dado que Android es de código libre, por lo que sabiendo programar en lenguaje Java, va a ser muy fácil comenzar a programar en esta plataforma.

2.5.1 ARQUITECTURA DE ANDROID

Android es una plataforma para dispositivos móviles que contiene una pila de software donde se incluye un sistema operativo, middleware y aplicaciones básicas para el usuario.

En la Figura 2.14 se muestra la arquitectura de Android. Como se puede ver está formada por cuatro capas. Una de las características más importantes es que todas las capas están basadas en software libre (Alvarez, 2013).

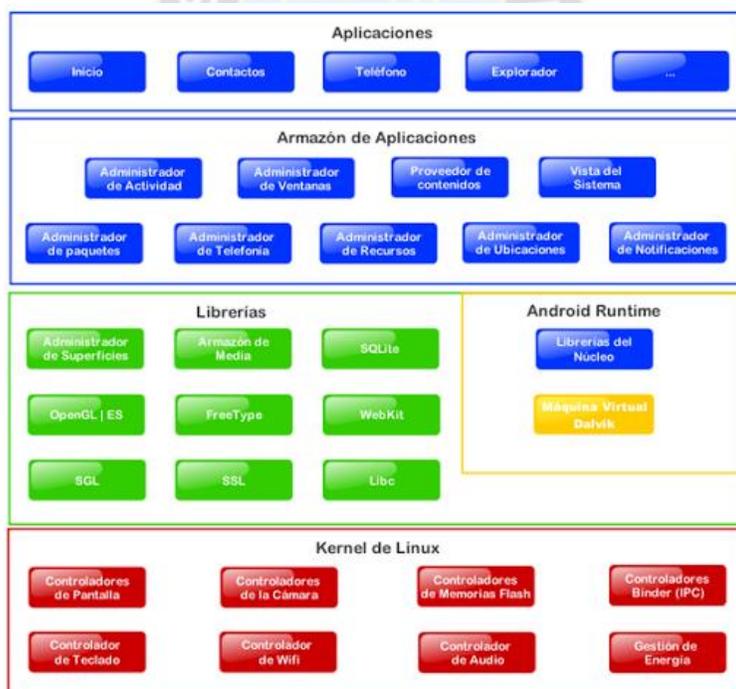


Figura 2.14: Arquitectura Android

Fuente: (LG, 2010)

² Un widget es una pequeña aplicación que facilita el acceso a funciones frecuentes

Aplicaciones: Este nivel contiene, tanto las incluidas por defecto de Android como aquellas que el usuario vaya añadiendo posteriormente, ya sean de terceras empresas o de su propio desarrollo. Todas estas aplicaciones utilizan los servicios, las API y librerías de los niveles anteriores.

Framework de Aplicaciones: Representa fundamentalmente el conjunto de herramientas de desarrollo de cualquier aplicación. Toda aplicación que se desarrolle para Android, ya sean las propias del dispositivo, las desarrolladas por Google o terceras compañías, o incluso las que el propio usuario cree, utilizan el mismo conjunto de API y el mismo "framework", representado por este nivel.

Librerías: La siguiente capa se corresponde con las librerías utilizadas por Android. Éstas han sido escritas utilizando C/C++ y proporcionan a Android la mayor parte de sus capacidades más características. Junto al núcleo basado en Linux, estas librerías constituyen el corazón de Android.

Tiempo de ejecución de Android: Al mismo nivel que las librerías de Android se sitúa el entorno de ejecución. Éste lo constituyen las Core Libraries, que son librerías con multitud de clases Java y la máquina virtual Dalvik.

Núcleo Linux: Android utiliza el **núcleo de Linux 2.6** como una capa de abstracción para el hardware disponible en los dispositivos móviles. Esta capa contiene los drivers necesarios para que cualquier componente hardware pueda ser utilizado mediante las llamadas correspondientes. Siempre que un fabricante incluye un nuevo elemento de hardware, lo primero que se debe realizar para que pueda ser utilizado desde Android es crear las librerías de control o drivers necesarios dentro de este kernel de Linux embebido en el propio Android.

2.6. ARQUITECTURA DE SERVICIOS

2.6.1 WEBSERVICES

Las WebServices son basadas XML³, y en la mayoría de los casos, HTTP⁴, los “servicios Web” todavía significan muchas cosas para muchas personas, pero son el intercambio entre sistemas de mensajes basados en SOAP⁵. Estos mensajes se componen de XML, que es un estándar abierto basado en texto accesible por cualquier persona desde cualquier aplicación (IBM, 2011).

Mediante el uso de los servicios web, la aplicación puede publicar su función a mensaje al resto del mundo. Los servicios Web utilizan XML para codificar y decodificar los datos, y SOAP para transportarlos.

Los servicios Web tienen dos tipos de usos:

- Aplicación con componentes neutralizables; Los WebServices pueden ofrecer aplicación-componentes como: la conversión de monedas, informes del tiempo, o incluso la traducción de idiomas como servicio.
- Conectar el software existente; Los WebServices pueden ayudar a resolver el problema de la interoperabilidad entre diferentes aplicaciones con una forma de vincular los datos, se puede intercambiar datos entre diferentes aplicaciones y diferentes plataformas, cualquier aplicación puede tener un componente de WebServices, se puede crear independientemente del lenguaje de programación.

2.7. SISTEMAS AUTOMÁTICOS Y DE CONTROL

El control automático de procesos es una de las disciplinas que se ha desarrollado a una velocidad vertiginosa, dando la base a lo que hoy algunos autores llaman la segunda revolución industrial. El uso intensivo de las técnicas del control automático

³ XML: eXtensible Markup Language

⁴ HTML: Hipertext Transfer Protocol

⁵ SOAP: Simple Object Acces Protocol

de procesos tiene como origen la evolución y la tecnificación de las tecnologías de medición y control aplicada al ambiente industrial (Abarca, 2016).

Un sistema automático de control es un conjunto de elementos físicos relacionados entre sí, de tal forma que son capaces de gobernar su actuación por sí mismos, sin necesidad de la intervención de agentes externos, incluyendo al ser humano, anulando los posibles errores que puedan surgir a lo largo de su funcionamiento debido a perturbaciones no previstas.

Un sistema de control automático es una interconexión de elementos que forman una configuración denominada sistema, de tal manera que el arreglo resultante es capaz de controlarse por sí mismo de manera automática. (Hernández, 2010).

2.7.4. NECESIDAD Y APLICACIONES DE LOS SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE CONTROL

La implantación y el desarrollo de los sistemas de regulación están presentes en infinidad de sectores, en el ámbito doméstico, en los procesos industriales, en el desarrollo tecnológico y científicos, provocando avances significativos en todos los campos.

En la producción industrial su utilización permite:

- Aumentar la calidad y la cantidad del producto fabricado.
- Mejorar los sistemas de seguridad del proceso industrial.
- Ejecutar operaciones cuya realización sería impensable con la única participación del hombre.
- Reducir enormemente los costes productivos.

Dentro de los avances científicos que el uso de estos sistemas ha posibilitado tenemos un ejemplo claro en el desarrollo del campo de las misiones espaciales, que son realizadas de modo automático y en los que la presencia humana es anecdótica.

En el ámbito doméstico, todo lo que tiene que ver con la domótica que provoca una habitabilidad más confortable (Kuo, 2016).

2.7.5. METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL

Los pasos a seguir para el análisis y diseño de un sistema de control son:

- 1. Estudio preliminar del problema** o situación tomando en cuenta cómo funciona en la actualidad, las dificultades, limitaciones (desempeño), características de operación, aspectos del sistema que se puede aprovechar.
- 2. Determinar los parámetros y requerimientos** para una óptima operación del sistema, lo cual estará definido de acuerdo a las exigencias o necesidades a satisfacer.
- 3. Análisis y selección de la tecnología** (circuitos, compensadores, sensores, sistema supervisorio, etc.) existente en el mercado con la finalidad de comparar las versatilidades de los fabricantes y seleccionar la que más se ajuste a los parámetros y requerimientos establecidos en la fase anterior.
- 4. Diseño de la arquitectura del sistema**, con el objeto de esquematizar la construcción del modelo o prototipo para facilitar el análisis su comportamiento.
- 5. Propuesta del sistema.** En esta fase se muestra el sistema usando la arquitectura diseñada y la tecnología diseñada para su construcción y prueba final.
- 6. Verificación de su funcionamiento** aplicando el método de análisis (Pruebas de sistema).

Para el estudio detallado del modelado de los sistemas eléctricos, mecánicos y electromecánicos nos basaremos en las leyes del movimiento y las leyes circuitales, las cuales forman parte del primer y segundo paso de esta metodología para el análisis y diseño de un sistema de control (Carrillo, 2011).

CAPÍTULO III

3. MARCO APLICATIVO

3.1. INTRODUCCIÓN

Para el diseño e implementación del sistema control de procesos de alimentación, hidratación, climatización y monitoreo remoto de un criadero avícola basado en arduino y Android, con el uso de los sensores ultrasónicos, temperatura, humedad , actuadores relé , Módulo Shell Ethernet y Arduino Uno.

La aplicación móvil desarrollada tiene como fin ayudar al control de toda la información de la granja avícola para su control propio de acuerdo a necesidad requerida dentro del ambiente.

- Para el desarrollo del prototipo en Arduino basada en la Metodología en V.
- Para el desarrollo de la aplicación móvil basada en la Metodología Mobile-D.
- Para el desarrollo del hardware basada en la Metodología de Sistemas de Control.

3.1.1. REFACTORIZACIÓN DE MODELO EN V

La refactorización del Modelo en V, tomando pasos y fases del Método para el Diseño de Sistemas de Control Automático y la Metodología Mobile-D, permitirá que esta se adecue mejor al tipo de investigación propuesto. Como parte de la refactorización se reformula ciertos acápites descritos en las Fases del Modelo en V.

Fase 1. Especificaciones: Como indica la primera fase del Modelo en V, se debe definir los diferentes requisitos a los que el sistema debe responder. Para reforzar estos requisitos se aplica los pasos primero y segundo de la Metodología para el Análisis y Diseño de un Sistemas de Control donde se hace un estudio preliminar de la situación tomando en cuenta cómo funciona en la actualidad y como optimizar las operaciones del ese sistema. La fase de exploración de la Metodología Mobile-D del lado del cliente, permite que la aplicación interactuara con el sistema control.

Fase 2. Funcional: En esta Fase se debe obtener un diseño y visión general del sistema. Establecer un conjunto de módulos, desplegando las necesidades obtenidas en la fase de especificaciones, facilitando a la tarea de codificación y los modelos lógicos de los datos físicos.

Fase 3. Diseño: Manteniendo lo descrito en el esta fase del Modelo en V Consiste en detallar cada bloque dela fase anterior, a su vez x debe definir los componentes de hardware y software para desarrollar el sistema final . Ya que en esta fase se deben describir los componentes especialmente de hardware, es apropiado hacer uso del tercer paso de la Metodología para el Análisis y Diseño de un Sistemas de Control el cual se refiere a la elección de la tecnología necesaria.

Fase 4. Codificación Implementación: El Modelo en V indica que en esta fase se materializa el diseño de la fase anterior desarrollando los elementos que conforman al sistema, denominando así a las clases o módulos. La fase de producción de la metodología Mobile-D El propósito en la fase de producción es implementar la funcionalidad requerida en el producto. Esta fase debe adecuarse al quinto paso de la Metodología para el Análisis y Diseño de un Sistemas de Control , en esta fase se muestra el sistema usando la arquitectura diseñada y la tecnología diseñada para su construcción y prueba fin

Fase 5. Test de Diseño: Se verifica cada clase o modulo desarrollado de forma unitaria comprobando su funcionamiento adecuado, generando documentos de pruebas. Se realiza la verificación del correcto funcionamiento del hardware y software, con las clases o módulos producidos por las herramientas o lenguajes escogidos.

Fase 6. Test de Funcional: En esta fase del modelo en V se debe comprobar que todo el sistema tenga el funcionamiento adecuado. Ante la presencia de errores que se puedan detectar al momento de comprobar el sistema, la metodología Mobile-D la estabilización verificará el completo funcionamiento del sistema en conjunto.

Fase 7. Test de Especificaciones: Se realizan las últimas pruebas, sobre un escenario real en su ubicación final, anotando una vez más las pruebas realizadas y los resultados obtenidos.

Se debe garantizar el mantenimiento del sistema, con la finalidad de probarlo en nuevos entornos.

3.2. FASE 1. DEFINICIÓN DE ESPECIFICACIONES

En la figura 3.1, se muestra el desarrollo general del proyecto la cual será necesario el uso de hardware libre con todos sus módulos, elementos necesarios, para tener un sistema de control integro de los procesos propuestos en un criadero avícola.



Figura 3.1: Desarrollo general del proyecto

Fuente: (Elaboración Propia)

La aplicación móvil tiene un fin de ayudar al control de toda la información de un criadero avícola y de igual forma de interactuar con todos los procesos de acuerdo a necesidad requerida desde cualquier lugar donde se encuentre.

Requerimientos

- Mejorar la distribución del alimento y agua.
- Mantener un ambiente idóneo en temperatura y humedad.
- Realizar un monitoreo local y remoto del ambiente.
- Tener un sistema para la comunicación con un dispositivo móvil.

3.3. FASE 2. FUNCIONAL

3.3.1. DISEÑO GLOBAL DEL SISTEMA

El diseño del sistema de control contempla en la figura 3.2, el modelado en bloques de manera general, donde se hace la presencia de todos los componentes que conforman dentro un criadero avícola.

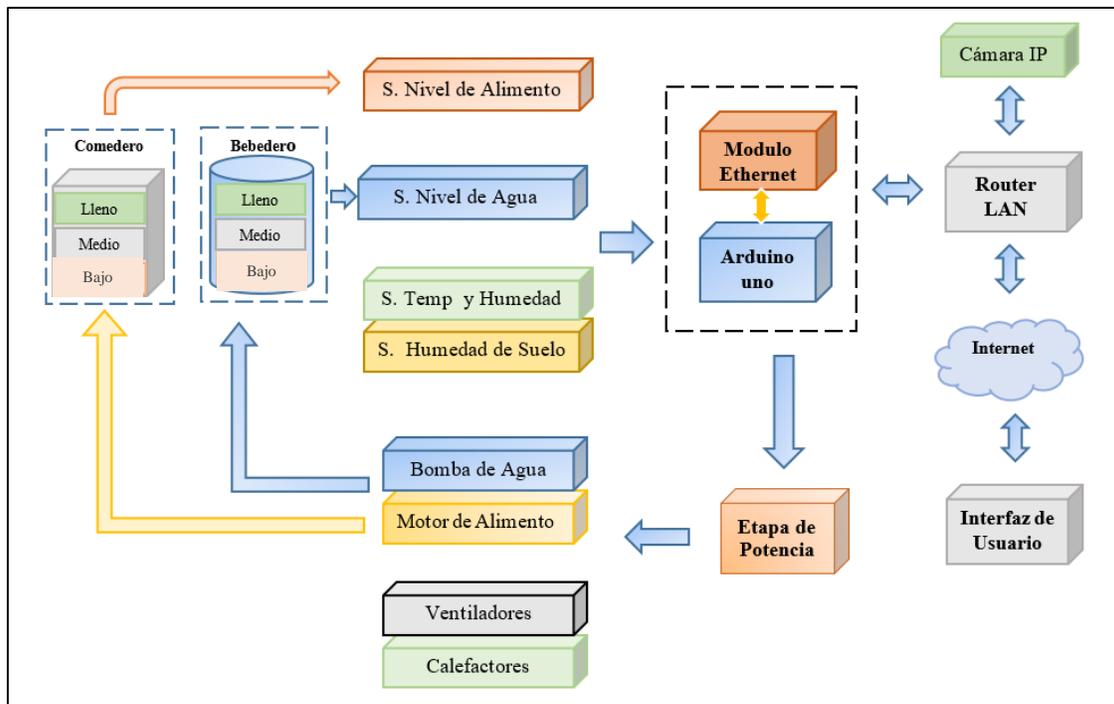


Figura 3.2: Diagrama en Bloques de proyecto

Fuente: (Elaboración Propia)

La placa Arduino acoplado al Shell Ethernet, realizando las configuraciones se convierte en un servidor listo para conectarse por internet a su vez también conectamos las distintas entradas como ser los sensores como ser de niveles, temperatura, humedad y las respectivas salidas accionadas por la etapa de potencia hacia actuadores, motores, ventiladores, calefactores, a su vez toda esa información podrá ser visualizada desde un dispositivo móvil Android y de igual forma interactuar con todos los procesos propuestos del criadero avícola.

3.4. FASE 3. DISEÑO

3.4.1. ELECCION DE LA TECNOLOGIA

IDENTIFICACION DE COMPONENTES DE HARDWARE

Los elementos necesarios para el prototipo del sistema control de procesos de alimentación, hidratación, climatización y monitorización en un criadero avícola se detalla a continuación en la tabla 3.1.

Tabla 3.1: Elementos del Prototipo

Elemento	Gráfico	Voltaje
Placa Arduino	 A blue Arduino Uno R3 microcontroller board with a USB Type-B port, a USB Type-A port, a DC power jack, and a header for a breadboard.	5V- 500 mA
Sensor ultrasónico	 A blue HC-SR04 ultrasonic distance sensor with two circular transducers and a three-pin header.	4.5V-10 mA 5V- 15 mA
Sensor de Temperatura	 A small black DS18B1C 1-wire digital temperature sensor with a three-pin header.	3.3- 5V

Sensor de Humedad		3.3- 5V
Modulo Shell Ethernet		
Módulo Relé		
Fuente de Alimentación		5V-5000mA
Cámara IP		

Fuente: (Elaboración Propia)

IDENTIFICACION DE COMPONENTES DE SOFTWARE

Cada uno de los procesos con el hardware respectivo ya descritos, será necesario desarrollar el software con todas sus librerías para la comunicación tanto hardware como software como se describe en la tabla 3.2.

Tabla 3.2: Descripción de componentes de Software

Componente	Descripción
Programa Processing	Programación Arduino
Android Studio	Esencial para producir la aplicación móvil.
Librería Loopj	LOOPJ es una biblioteca externa de Android cuya función principal es la manipulación de llamadas HTTP de forma asíncrona

Fuente: (Elaboración Propia)

3.4.2. DISEÑO DE HARDWARE

PROCESO DE ALIMENTACIÓN

El control del proceso de alimentación como muestra en la figura 3.3, presenta un sensor que tiene la función de medir el nivel del comedero (lleno, medio y alto), este sensor envía señal al arduino el cual se conecta a un servidor web y de esta manera se podrá ser visualizar en nuestro dispositivo móvil y este también podrá mandar una señal para activar un actuador que pueda proporcionar dicho alimento cuando este es su nivel más bajo.

Lo importante de este proceso es cubrir la necesidad del productor de suministrar el alimento de manera más rápida y eficiente, evitando el desperdicio de alimento.

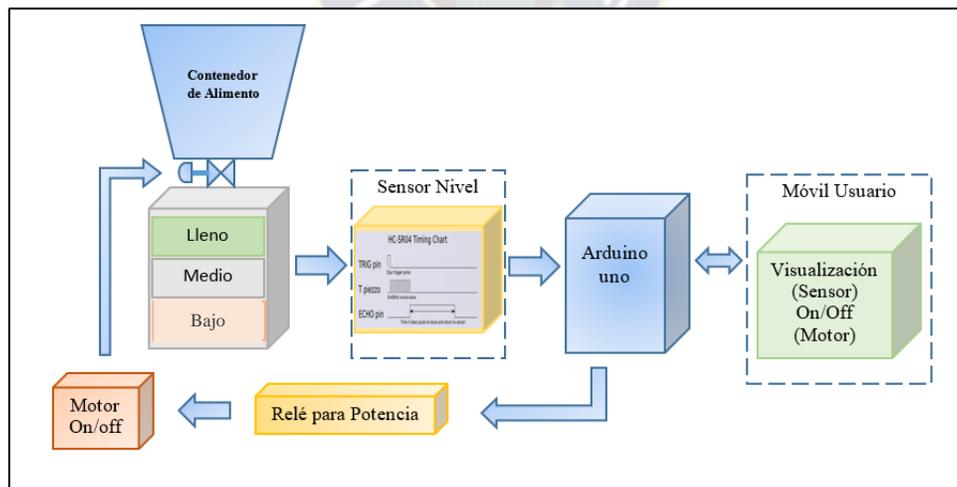


Figura 3.3: Diagrama en Bloques Proceso de Alimentación

Fuente: (Elaboración Propia)

En la figura 3.4, se puede apreciar todo el hardware necesario para en sistema de control del proceso de alimentación.

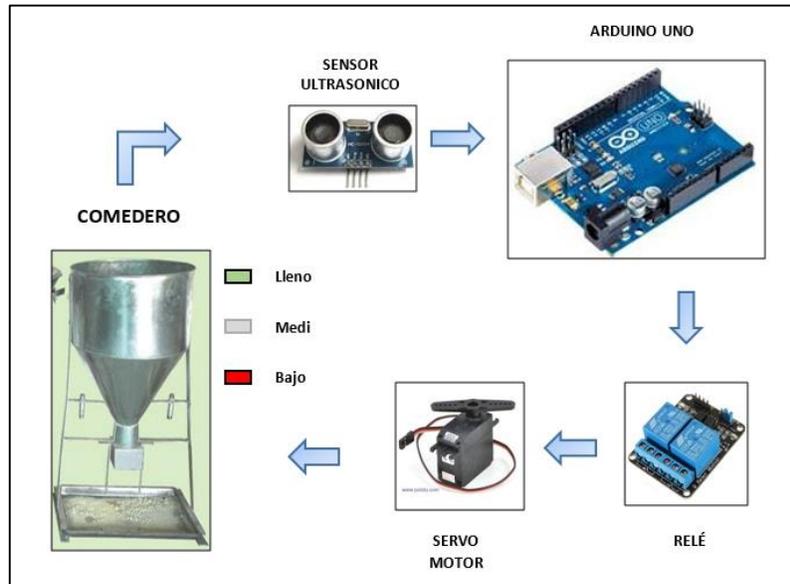


Figura 3.4: Hardware necesario Proceso de Alimentación

Fuente: (Elaboración Propia)

PROCESO DE HIDRATACIÓN

El control del proceso de hidratación como se muestra en la figura 3.5, presentara un sensor de nivel del líquido de agua dentro del bebedero, este sensor enviara la señal al arduino si está en su nivel más bajo para poder proporcionar agua al bebedero con la ayuda de un motor bomba de agua hasta su nivel más alto, a su vez enviara toda esa misma información al servidor web para que pueda ser visualizado en nuestro dispositivo móvil Android y de este también poder suministrar agua al bebedero de manera manual hasta su nivel s más alto.

Lo importante de este proceso es cubrir la necesidad del productor de suministrar el agua de manera más rápida y eficiente, evitando el desperdicio y que exista humedad dentro los ambientes automatizados.

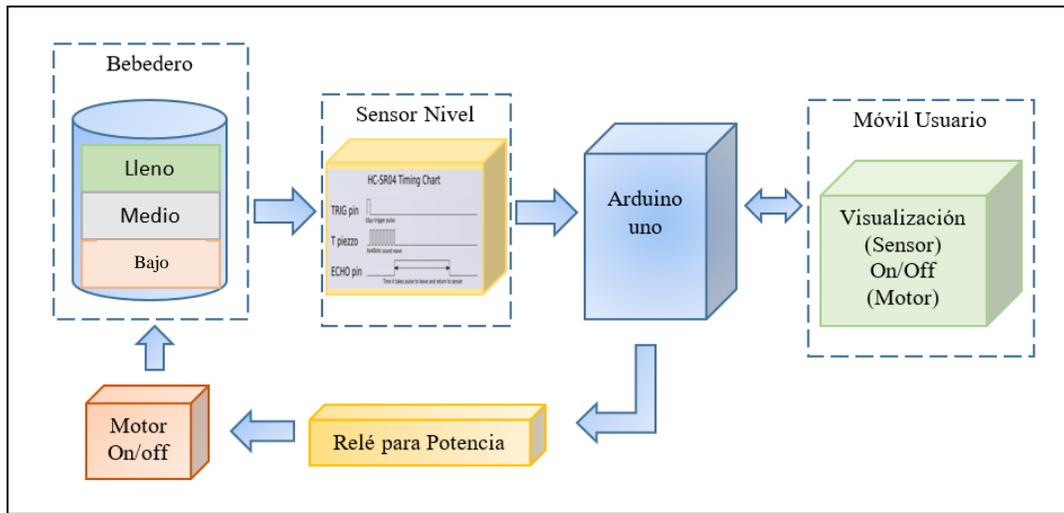


Figura 3.5: Diagrama en Bloques Proceso de Hidratación

Fuente: (Elaboración Propia)

En la figura 3.6, se puede apreciar todo el hardware necesario para en sistema de control del proceso de hidratación.

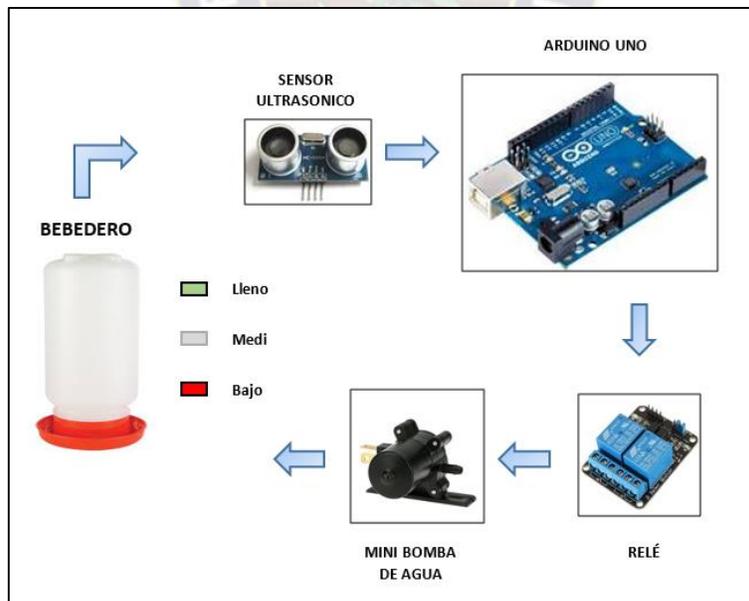


Figura 3.6: Hardware necesario del Proceso de Hidratación

Fuente: (Elaboración Propia)

PROCESO DE CLIMATIZACIÓN

Uno de los factores más importante que influye es el índice de conservación es la temperatura ambiente. Las temperaturas óptimas permiten a los pollos a consumir más alimentos para su crecimiento corporal. En la figura 3.7, presenta un sensores de temperatura que envían la señal al Arduino, éste al detectar una temperatura que no es la adecuada inmediatamente regula con ventiladores en caso que la temperatura sean demasiada alta y la calefacción en caso que las temperaturas sean muy baja, a su vez envía toda esa información al servidor web para que pueda ser visualizado en el dispositivo móvil y desde este también poder activar los actuadores de manera manual.

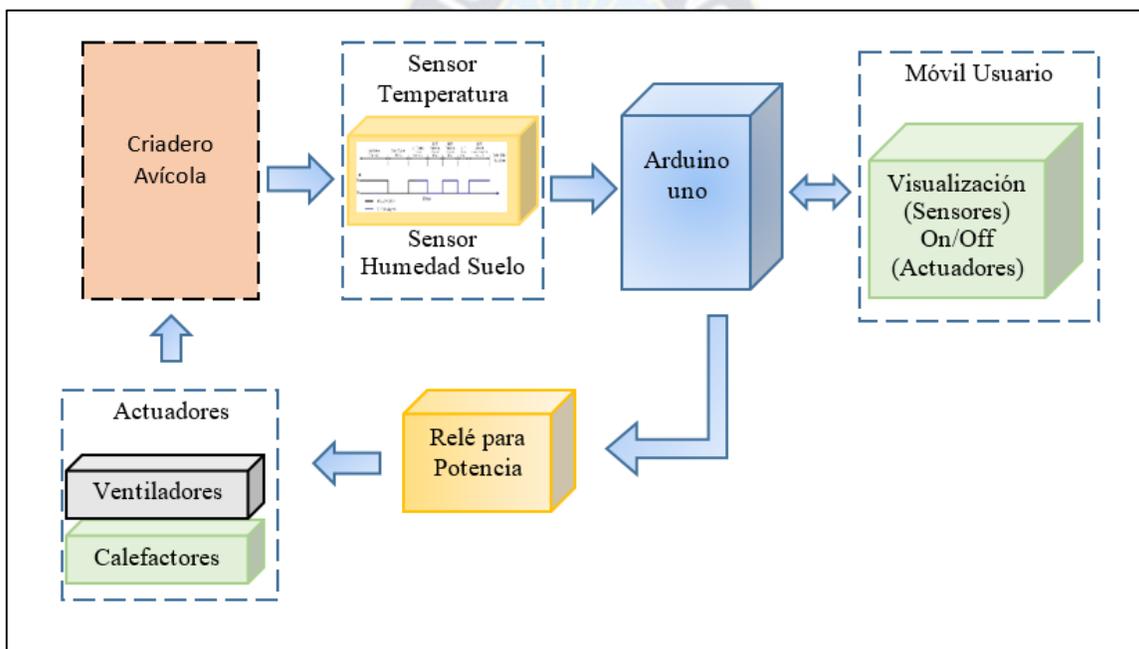


Figura 3.7: Diagrama en Bloques Proceso de Climatización

Fuente: (Elaboración Propia)

En la figura 3.8, se puede apreciar todo el hardware necesario para en sistema de control del proceso de climatización dentro el ambiente.

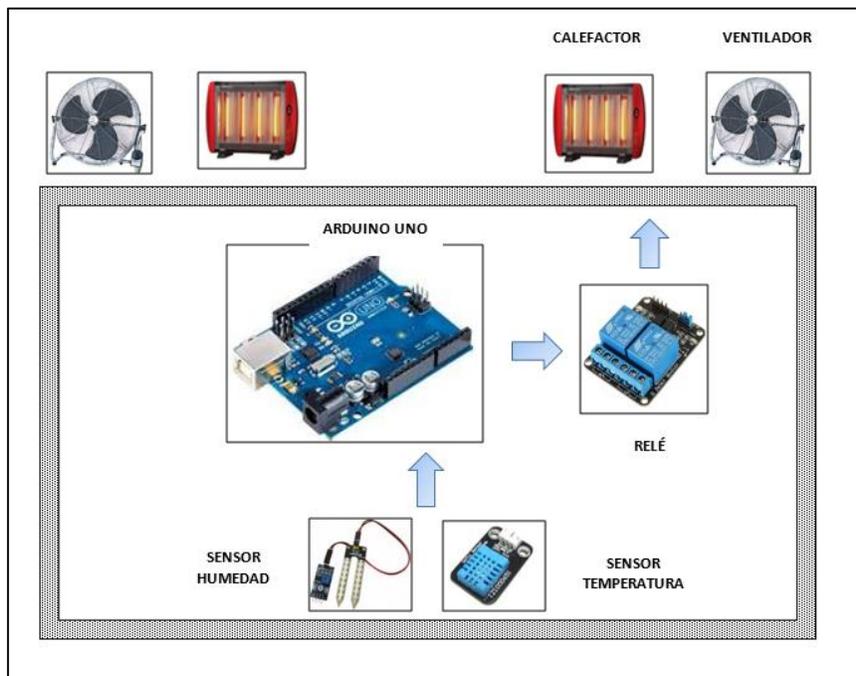


Figura 3.8: Hardware necesario del Proceso de Climatización
Fuente: (Elaboración Propia)

MONITORIZACIÓN MEDIANTE CÁMARA

Para cumplir con este requerimiento tan importante para el microempresario, hemos analizado la opción de implementar una cámara IP instalada en el área a controlar. Que permite ver en tiempo real qué está pasando en dicha área, aunque el usuario esté a miles de kilómetros de distancia como se puede observar en la figura 3.9.

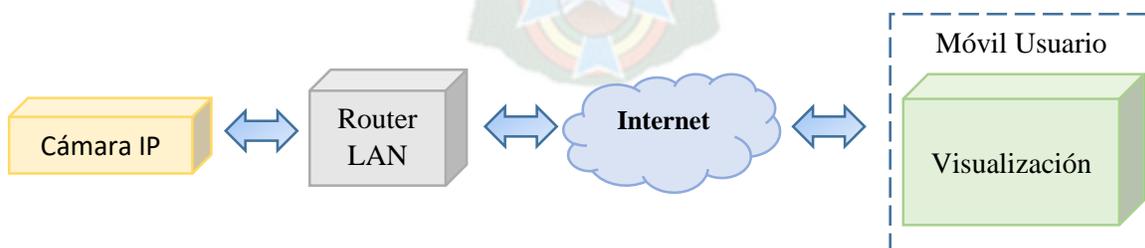


Figura 3.9: Diagrama en Bloques del Proceso de Monitorización
Fuente: (Elaboración Propia)

En la figura 3.10, se puede apreciar todo el hardware necesario para en sistema de control del proceso de monitorización.

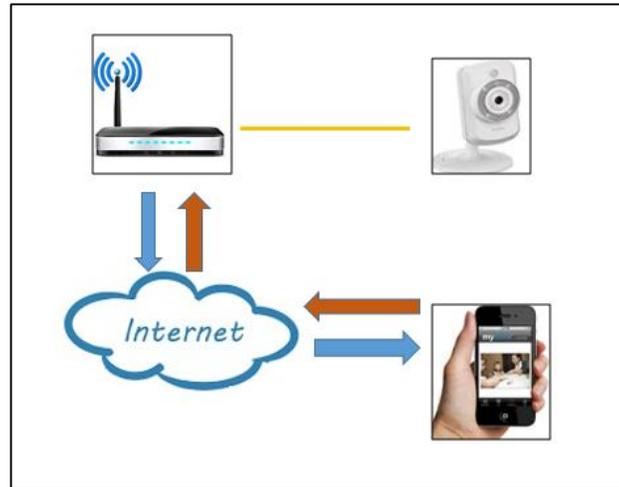


Figura 3.10: Hardware necesario del Proceso de Monitorización

Fuente: (Elaboración Propia)

ARDUINO SHELL ETHERNET

Para tener una comunicación entre arduino y un dispositivo móvil, que pueda tener una interacción vía internet como se muestra en la figura 3.11.

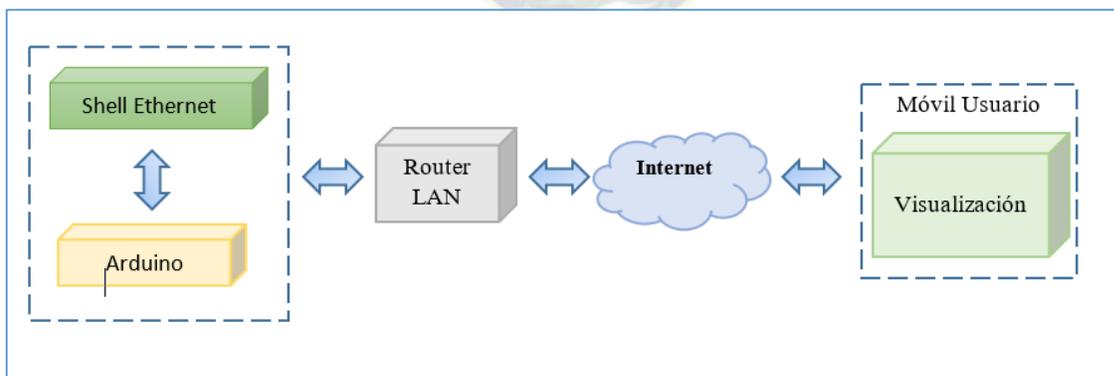


Figura 3.11: Diagrama en Boques de Comunicación Arduino Dispositivo Móvil

Fuente: (Elaboración Propia)

En la figura 3.11, se puede apreciar el hardware necesario de comunicación vía internet.

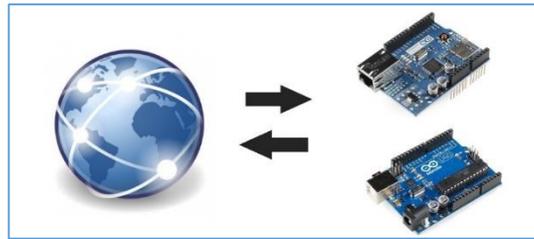


Figura 3.12: Hardware de comunicación vía internet
Fuente: (Elaboración Propia)

3.4.3. DISEÑO DE SOFTWARE

Para la aplicación móvil tenemos el modelo mediante maquetas (mockups) las vistas de usuario de la aplicación en función a los requerimientos iniciales y finales.

Se diseñó la interfaz de usuario de todos los módulos de la aplicación, en la figura 3.13, se tiene la captura de la maqueta de la aplicación.

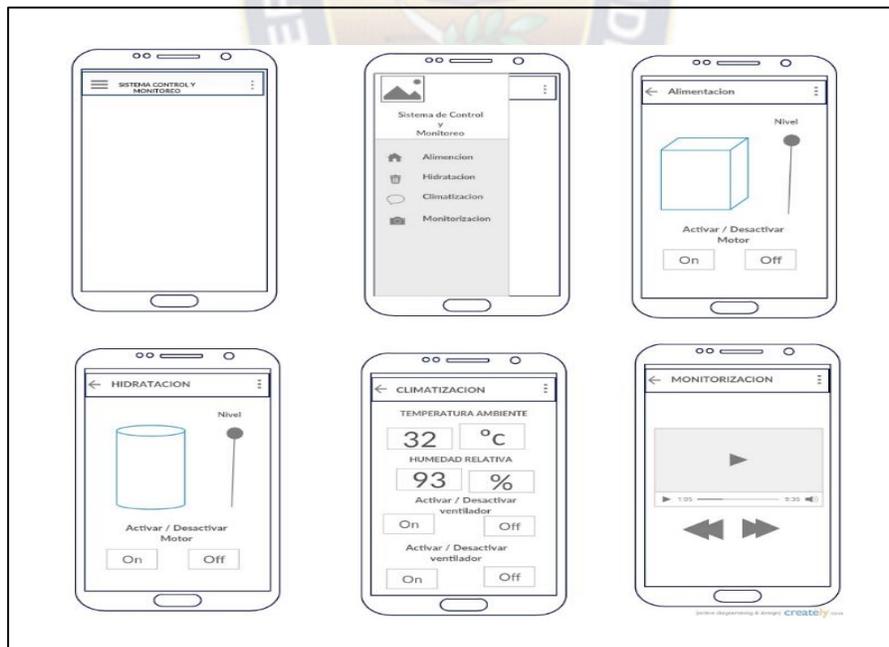


Figura 3.13: Interfaz de usuario mockups
Fuente: (Elaboración Propia)

3.5. FASE 4. IMPLEMENTACIÓN Y PRODUCCION PROCESO DE ALIMENTACION

En la figura 3.14, se puede apreciar el algoritmo respectivo para programación del hardware descritos previamente en la figura 3.4

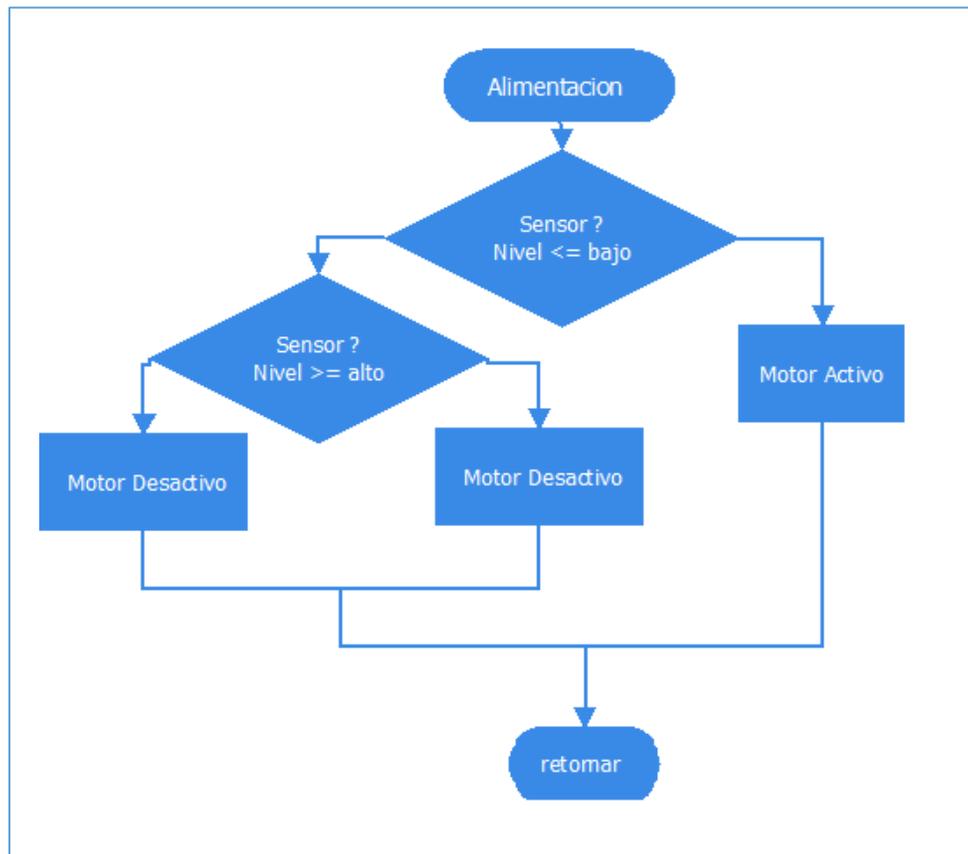


Figura 3.14: Código Proceso de Alimentación
Fuente: (Elaboración Propia)

PROCESO DE HIDRATACIÓN

En la figura 3.15, se puede apreciar el algoritmo respectivo para la programación del hardware descritos previamente en la figura 3.6.

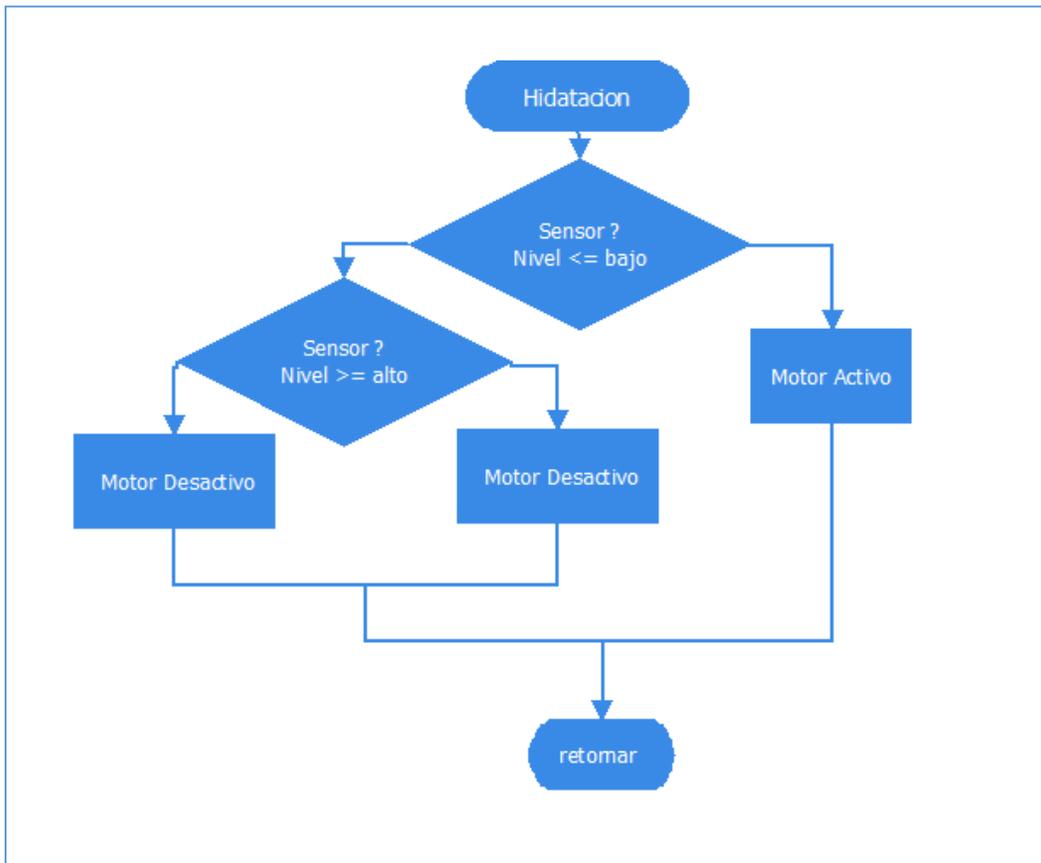


Figura 3.15: Código Proceso de Hidratación
Fuente: (Elaboración Propia)

PROCESO DE CLIMATIZACIÓN

En la figura 3.16, se puede apreciar el algoritmo respectivo para programación del hardware descritos previamente en la figura 3.8.

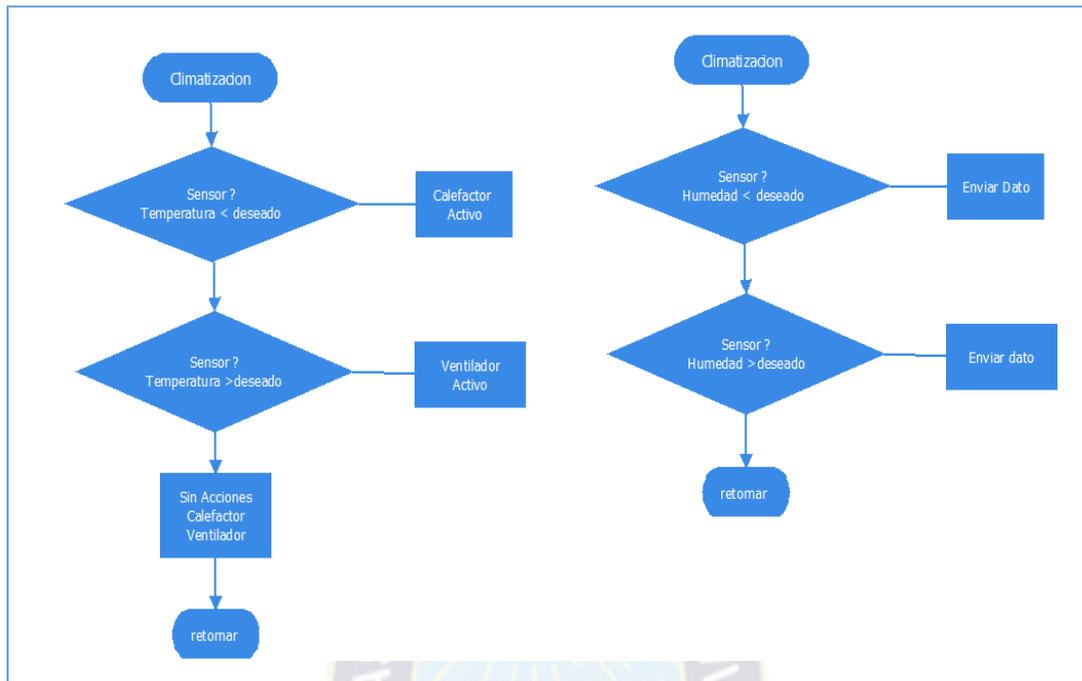


Figura 3.16: Código Proceso de Climatización
Fuente: (Elaboración Propia)

ARDUINO SHELL ETHERNET

En la figura 3.17, se puede apreciar el algoritmo de configuración de comunicación Arduino y el Shield Ethernet con todos los elementos como ser de entrada de datos sensores, como también los de salida y el cliente desde un dispositivo móvil Android la cual realiza las respectivas peticiones al servidor para el accionamiento de los actuadores de manera que este vaya interactuados con los distintos procesos propuestos en el proyecto.

Cabe resaltar que tanto el servidor como el dispositivo móvil deberán estar conectados a internet para que todo el proyecto tenga un funcionamiento integro.

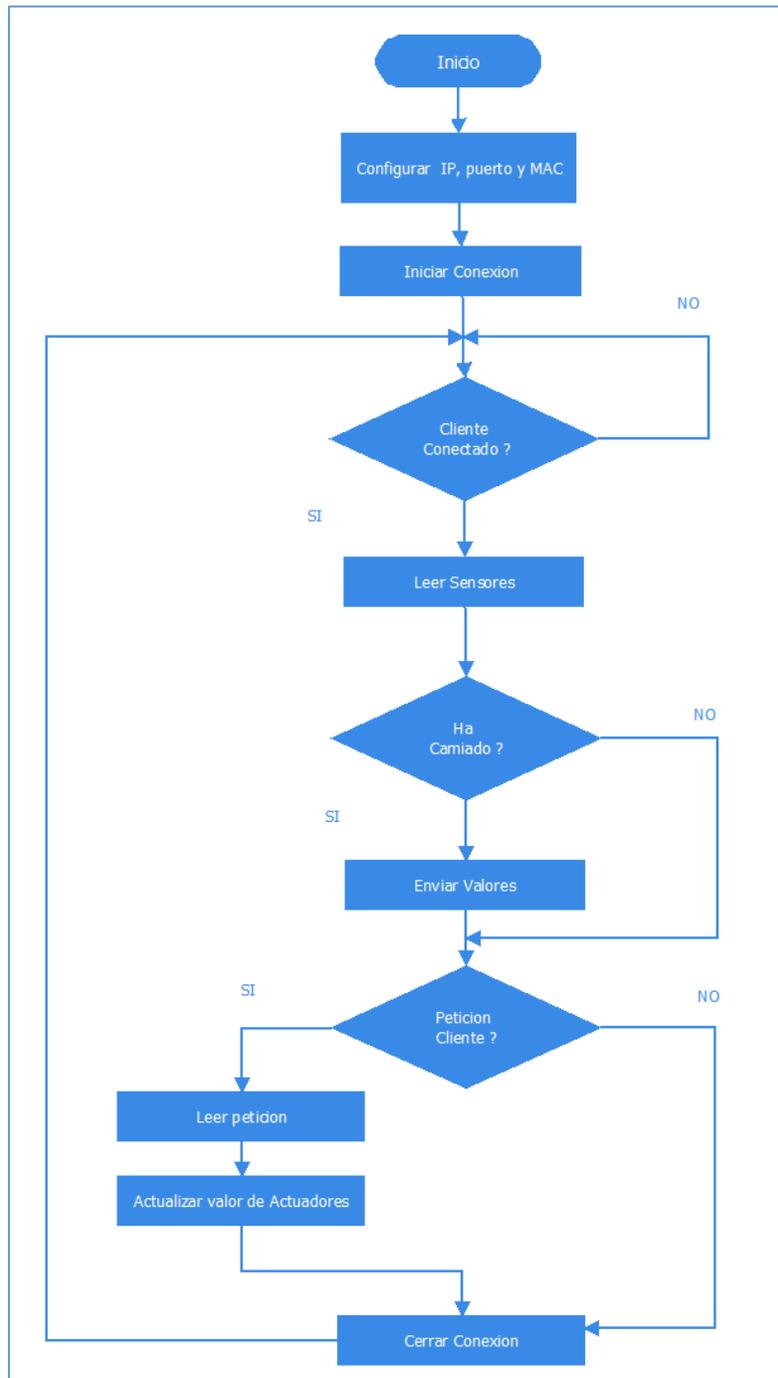


Figura 3.17: Código de Comunicación Arduino Shield Ethernet
Fuente: (Elaboración Propia)

APLICACIÓN MOVIL

Para uno de las especificaciones para la comunicación con los procesos de granja avícola desde una aplicación móvil que se limita recibir y enviar información al servidor.

LOOPJ es una biblioteca externa de Android cuya función principal es la manipulación de llamadas HTTP de forma asíncrona. Dado que la biblioteca que proporciona actualmente Android está obsoleta, consideramos que esta es una buena opción a usar.

Abrimos el fichero build.gradle dentro de la sección Gradle Scripts en Android Studio como se muestra en la figura 3.18.

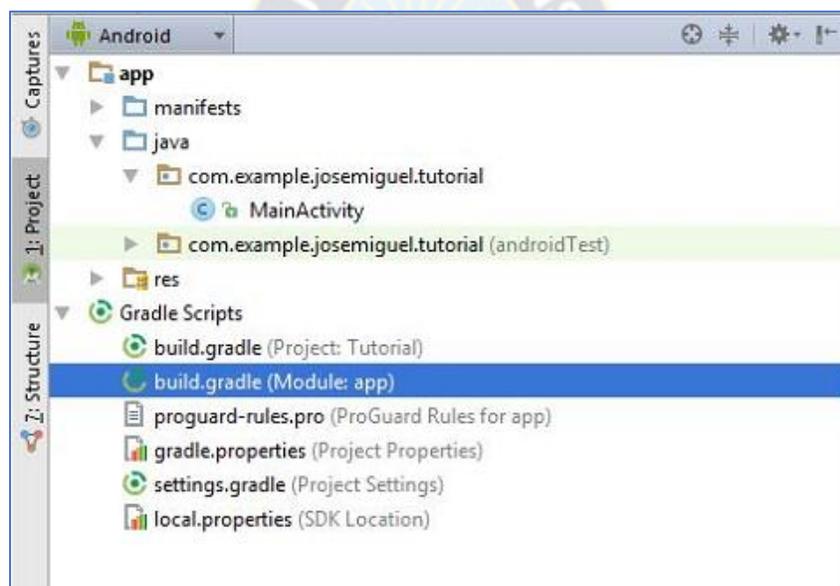


Figura 3.18: Ubicación de build.gradle
Fuente: (Elaboración Propia)

En la figura 3.19, se muestra como acceder a las dependencias necesarias que nos ayuden para la realización de la aplicación móvil , que se encuentran en el repositorio añadido.

```
dependencies {
    compile fileTree(dir: 'libs', include: ['*.jar'])
    androidTestCompile('com.android.support.test.espresso:espresso-core:2.2.2', {
        exclude group: 'com.android.support', module: 'support-annotations'
    })

    compile 'com.jjoe64:graphview:4.2.1' // grafica tiempo real
    compile 'com.loopj.android:android-async-http:1.4.9' //
    compile('de.keyboardsurfer.android.widget:crouton:1.8.5@aar') //alertas
    compile 'com.android.support:appcompat-v7:23.2.0'
    //testCompile 'junit:junit:4.12'
}
```

Figura 3.19: Dependencias Necesarias para Android Studio
Fuente: (Elaboración Propia)

En el mismo *AndroidManifest* debemos habilitar los permisos para el uso de internet, con lo que incluiremos la siguiente línea se muestra en la figura 3,20.

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<manifest xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    package="com.example.gustavo.granjabeta">
    <uses-permission android:name="android.permission.INTERNET" />

    <application
        android:allowBackup="true"
        android:icon="@mipmap/ic_launcher"
        android:label="GranjaBeta"
        android:supportsRtl="true"
        android:theme="@style/AppTheme">
        <activity android:name=".MainActivity">
            <intent-filter>
                <action android:name="android.intent.action.MAIN" />

                <category android:name="android.intent.category.LAUNCHER" />
            </intent-filter>
        </activity>
```

Figura 3.20: Habilitando los permisos de Acceso a Internet
Fuente: (Elaboración Propia)

Una vez ya configurado el servicio y funcionando en el proyecto, se muestra en la figura 3.21, el código que realiza la conexión al servidor la cual podrá recibir y enviar la información.

```

public void conexion()
{
    AsyncHttpClient client =new AsyncHttpClient();
    String url="http://192.168.0.110";
    client.post(url, new AsyncHttpResponseHandler() {
        @Override
        public void onSuccess(int statusCode, Header[] headers, byte[] responseBody) {
            if(statusCode==200)
            {
                Toast.makeText(MainActivity.this, "Conexion OK + ", Toast.LENGTH_SHORT).show();
            }
        }

        @Override
        public void onFailure(int statusCode, Header[] headers, byte[] responseBody, Throwable error) {
            Toast.makeText(MainActivity.this, "Fallo Conexion ", Toast.LENGTH_SHORT).show();
        }
    });
}
}

```

Figura 3.21: Código de conexión al servidor
Fuente: (Elaboración Propia)

INTERFAZ DE USUARIO

Implementación en este caso de la aplicación fue llevada a cabo con los siguientes lineamientos.

	<ul style="list-style-type: none"> • Esta es la primera pantalla a la que tiene acceso el usuario, en la cual presenta 2 opciones. • Un menú para acceder y visualizar independientemente los procesos propuestos dentro un criadero avícola. • El tipo de control modo manual o automático.
---	---

Figura 3.22: Pantalla Menú Principal
Fuente: (Elaboración Propia)

INTERFAZ PROCESO DE ALIMENTACIÓN

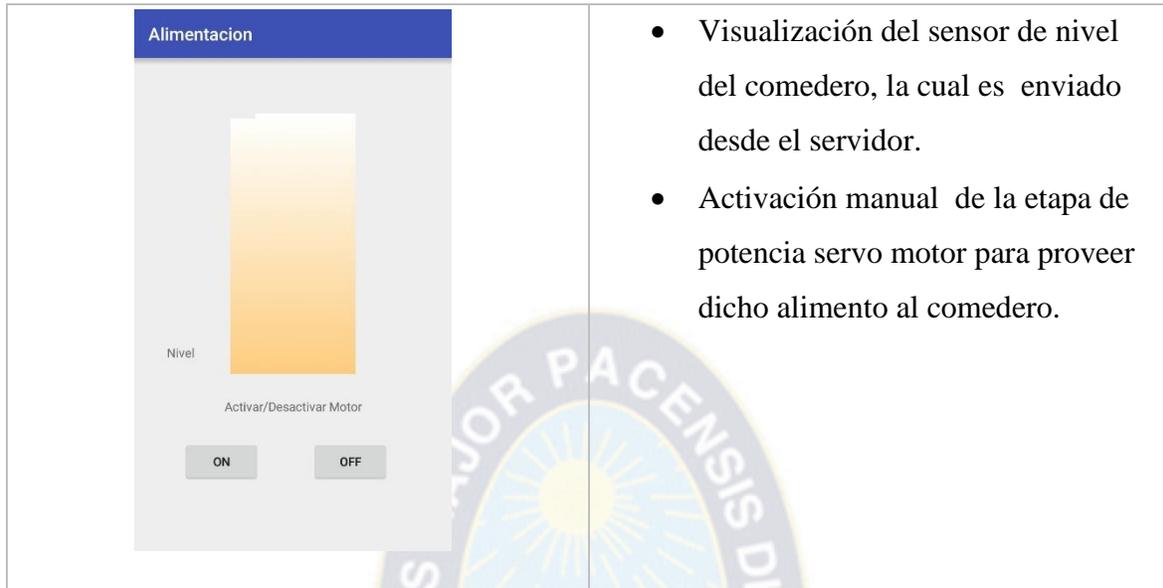


Figura 3.23: Pantalla Proceso de Alimentación

Fuente: (Elaboración Propia)

INTERFAZ PROCESO DE HIDRATACIÓN

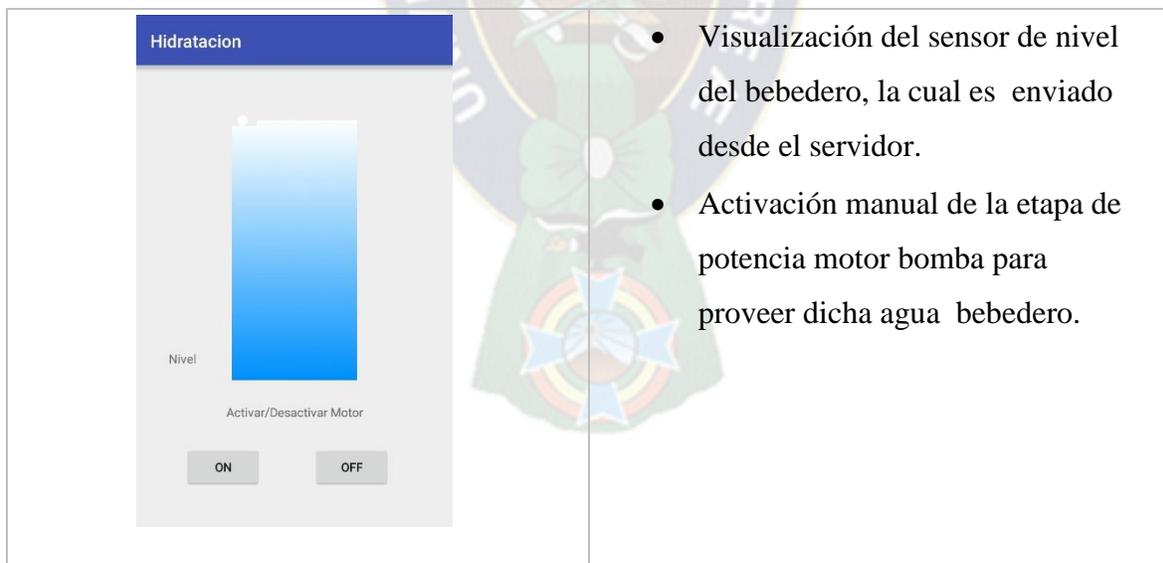


Figura 3.24: Pantalla Proceso de Hidratación

Fuente: (Elaboración Propia)

INTERFAZ PROCESO DE CLIMATIZACIÓN

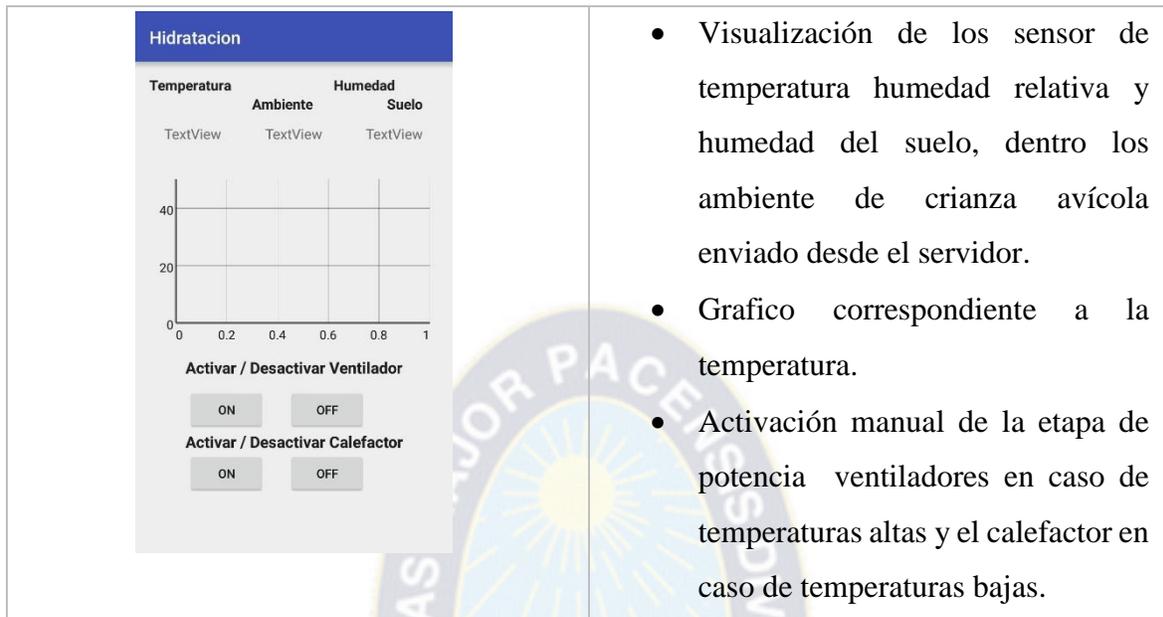


Figura 3.25: Pantalla Proceso de Climatización

Fuente: (Elaboración Propia)

INTERFAZ PROCESO DE MONITORIZACIÓN



Figura 3.26: Pantalla Proceso de Monitorización

Fuente: (Elaboración Propia)

3.6. FASE 5. TEST DE DISEÑO (TEST UNITARIO)

En esta fase se verifica cada módulo de hardware y software de forma unitaria. Se realizará una documentación de verificaciones de funcionalidad de conexiones tanto de hardware como software.

3.6.1. TEST DE HARDWARE

En la figura 3.27, se puede observar la conexión física con toda la conexión del hardware necesario del proceso de alimentación.

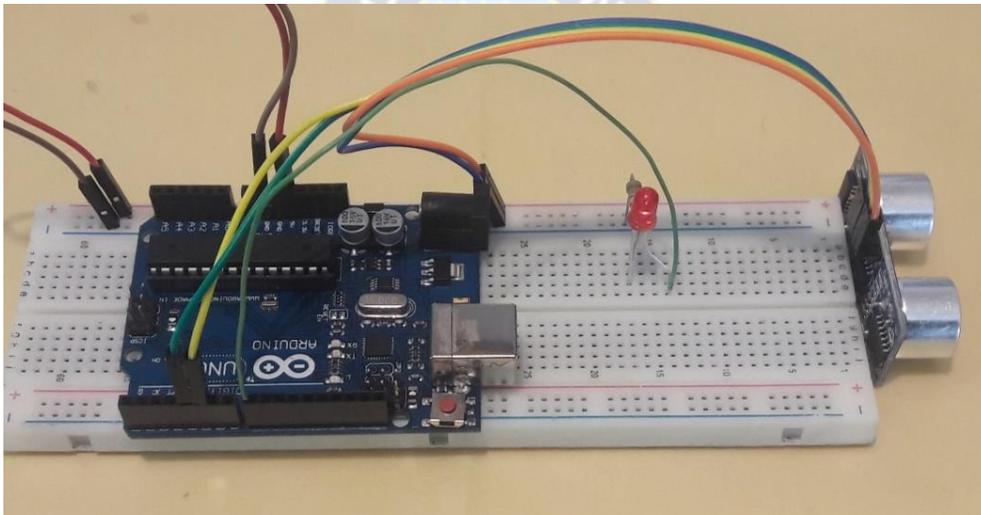


Figura 3.27: Conexión Física del Hardware Proceso de Alimentación
Fuente: (Elaboración Propia)

El resultado detallado de la prueba de conexión física, se describe a continuación en la tabla 3.3, controlando el nivel del alimento en el comedero hasta su nivel más bajo que activa el motor para proveer su alimento hasta nivel más alto.

Tabla 3.3: Prueba de Conexión Arduino y Sensor Ultrasónico 1

Documento de Prueba 1.	
Modulo	Arduino Sensor Ultrasónico hc-sr04
Actividad	Va controlando en nivel del alimento en el comedero. Activando el motor, si el sensor está en su nivel bajo. Desactivando el motor, si el sensor está en su nivel alto.
Observación	La conexión respondió correctamente.
Detalle de Observación	General mente estos sensores son compatibles con cualquier placa arduino.

Fuente: (Elaboración Propia)

En la figura 3.28, se puede observar conexión física con toda la conexión del hardware necesario del proceso de hidratación.

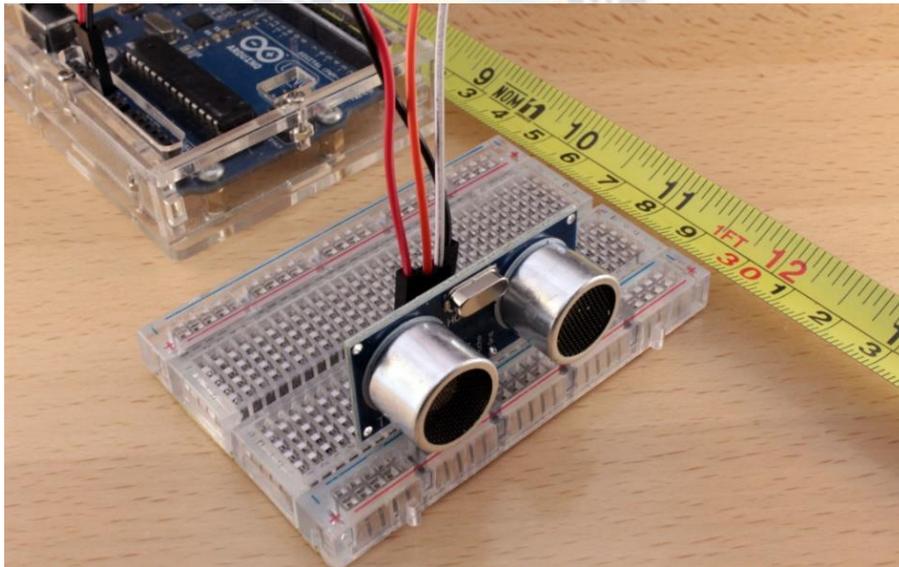


Figura 3.28: Conexión Física del Hardware Proceso de Hidratación

Fuente: (Elaboración Propia)

En la tabla 3.4, muestra la prueba de conexión del hardware del proceso de hidratación, va controlando el nivel del agua en el bebedero hasta su nivel más bajo que activa el motor bomba para proveer el agua hasta nivel más alto.

Tabla 3.4: Prueba de Conexión Arduino y Sensor Ultrasónico 2
Documento de Prueba 2.

Modulo	Arduino Sensor Ultrasónico hc-sr04
Actividad	Va controlando en nivel del agua en el bebedero. <ul style="list-style-type: none">- Activando el motor, si el sensor está en su nivel bajo.- Desactivando el motor, si el sensor está en su nivel alto.
Observación	La conexión respondió correctamente.
Detalle de Observación	General mente estos sensores son compatibles con cualquier placa arduino.

Fuente: (Elaboración Propia)

En la figura 3.29, se puede observar conexión física con toda la conexión del hardware necesario del proceso de climatización.

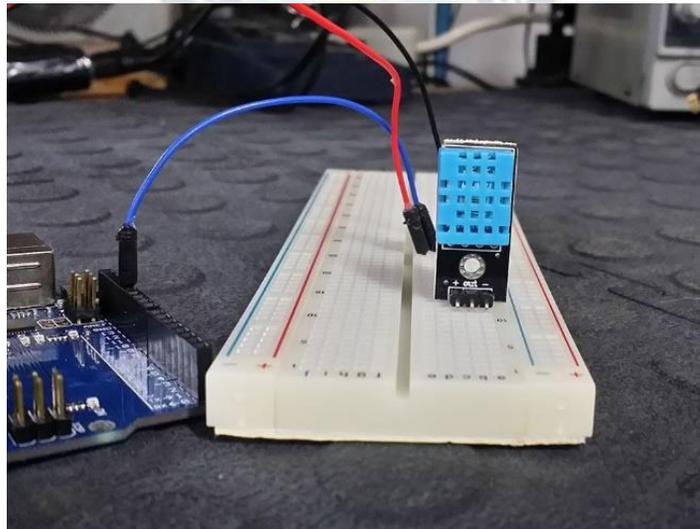


Figura 3.29: Conexión Física del Hardware Proceso de Climatización

Fuente: (Elaboración Propia)

El resultado detallado de la prueba conexión física, se describen a continuación en la tabla 3.5, va controlando la temperatura, humedad del suelo, activan los ventiladores en caso de temperatura sea alta y el calefactor en caso de temperatura baja.

Tabla 3.5: Prueba de Conexión Arduino y Sensor de Temperatura y Humedad
Documento de Prueba 3.

Modulo	Arduino Sensor de Temperatura dht-11 y Sensor Humedad Suelo YL-69
Actividad	Va controlando en la temperatura y humedad dentro el criadero avícola. <ul style="list-style-type: none"> - Activando ventilador, si la temperatura es mayor a la deseada. - Activando calefactor, si la temperatura es menor a la deseada.
Observación	La conexión respondió correctamente.
Detalle de Observación	General mente estos sensores son compatibles con cualquier placa arduino.

Fuente: (Elaboración Propia)

En la figura 3.30, se muestra la prueba de verificación del proceso de monitorización en la cual se empleó una cámara Ip.

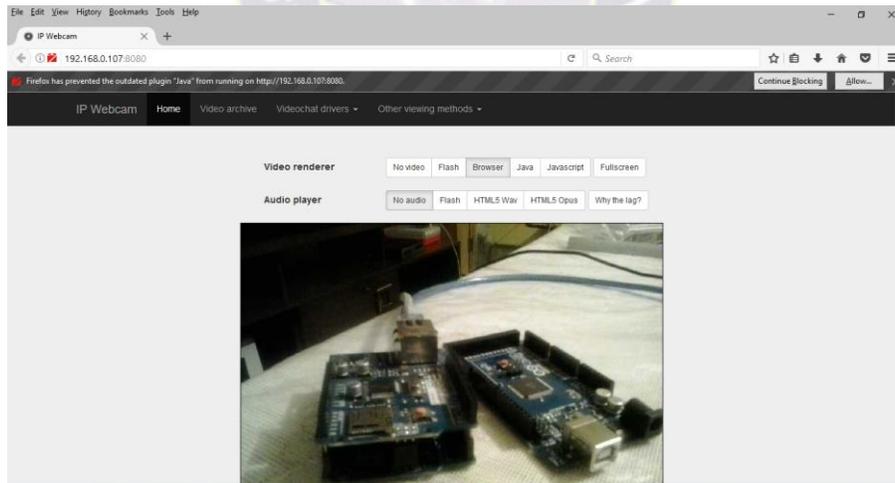


Figura 3.30: Verificación Proceso de Monitorización

Fuente: (Elaboración Propia)

En la figura 3.31, se puede observar conexión física del arduino Shield Ethernet que integrados se vuelven en un servidor listo para conectarse en internet.



Figura 3.31: Conexión Física del Servidor
Fuente: (Elaboración Propia)

En la figura 3.32, muestra la verificación de la conexión servidor conectado a internet.

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
^C
C:\Users\GUSTAVO>ping 192.168.0.110

Haciendo ping a 192.168.0.110 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.0.110: bytes=32 tiempo=5ms TTL=128
Respuesta desde 192.168.0.110: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128
Respuesta desde 192.168.0.110: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128
Respuesta desde 192.168.0.110: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128

Estadísticas de ping para 192.168.0.110:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
            (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
            Mínimo = 1ms, Máximo = 5ms, Media = 2ms

C:\Users\GUSTAVO>
```

Figura 3.32: Verificación del Servidor
Fuente: (Elaboración Propia)

3.6.2. TEST DE SOFTWARE

Uno de los test más importante de la aplicación móvil es la comunicación con el servidor arduino, esto se verifica en la tabla 3.6.

Tabla 3.6: Documento de prueba de software

Documento de Prueba 4.	
Modulo	Aplicación de interfaz en Android, servidor arduino
Actividad	Las pruebas realizadas son el funcionamiento correcto del sistema. 1. El servidor con todos sus datos de entrada y salida estará en formato json. 2. la conexión al servidor desde el dispositivo móvil a través de la biblioteca externa Loopj.
Solución	Cada elemento que se puede observar en la interfaz de la aplicación funciona como se esperaba .

Fuente: (Elaboración Propia)

3.7. FASE 6. TEST FUNCIONAL (INTEGRACIÓN)

Una vez integrado los distintos módulos se realiza la verificación del funcionamiento del sistema como uno lo que viene siendo el dispositivo automático de interfaz entre la dispositivo móvil y arduino, para ello se genera el siguiente documento de pruebas común o general de la función integral, como se detalla en la tabla 3.7.

Tabla 3.7: Documento de prueba de integración

Documento de Prueba 5.	
Modulo	Aplicación de interfaz en Android, Arduino, Sensores y Actuadores
Actividad	Las pruebas realizadas son el funcionamiento correcto del sistema. 3. Todos los elementos de entradas y salidas en el hardware, que se integran en la placa arduino funcionan correctamente. 4. El software funciona correctamente de acuerdo al documento de prueba de la fase anterior. 5. La integración de ambas partes de los que son el hardware como software el dispositivo funciona correctamente.
Solución	Con respecto a la iniciar la aplicación móvil demora un poco ya que todo el hardware deberá estar conectado al internet para su interacción.

Fuente: (Elaboración Propia)

3.8. FASE 7. TEST OPERACIONAL DEL SISTEMA

En esta fase se realiza las pruebas del sistema pero sobre el escenario real como se muestra en la figura 3.33 que es en nuestro caso el prototipo, a su vez en la tabla 3.8, muestra la documentación el cumplimiento de cada proceso, la cual integra tanto el software como hardware.

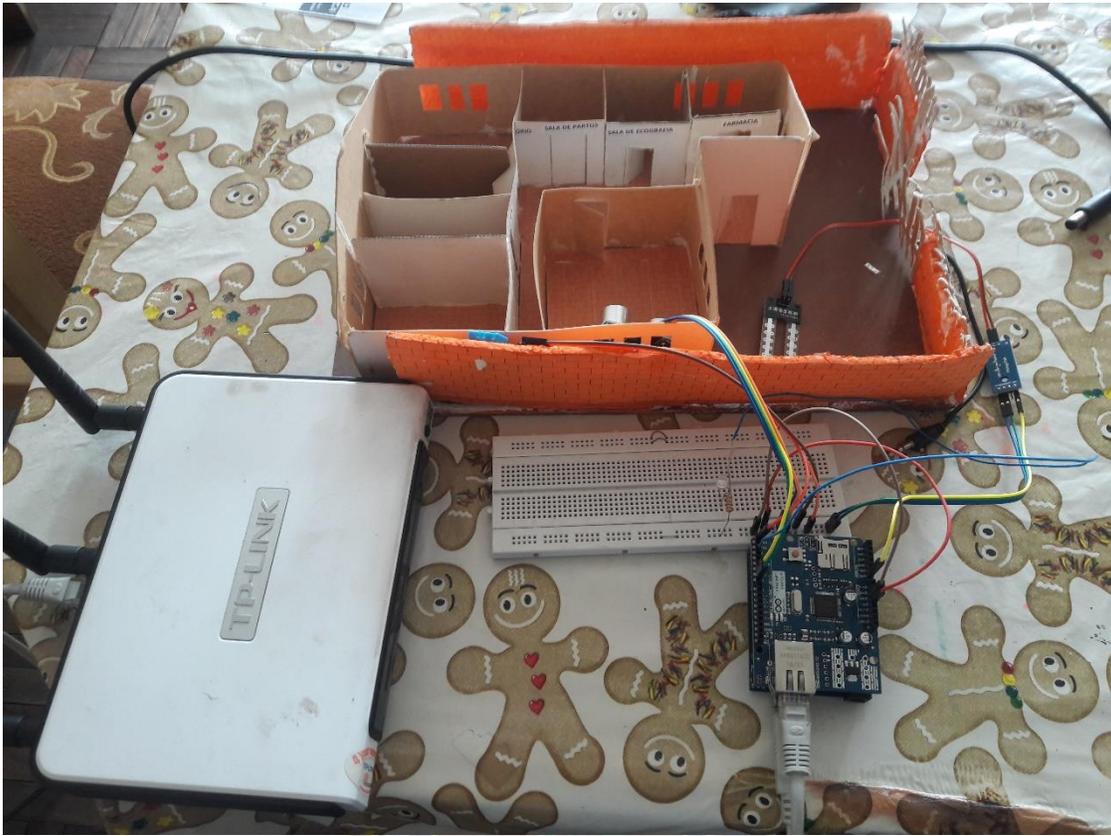


Figura 3.33: Conexión Física Escenario Real Prototipo
Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla 3.8: Documento de prueba operacional del sistema

Documento de Prueba 6.	
Modulo	Aplicación de interfaz en Android, Arduino, Sensores y Actuadores
Actividad	La transmisión de datos desde la interfaz hasta la placa Arduino viene siendo no muy fluido esto debido a que existe un retardo de tiempo.
Solución	A pesar del retardo el funcionamiento es como se esperaba.

Fuente: (Elaboración Propia)

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Para la obtención de resultados se basó en los índices zootécnicos en pollos parrilleros (Rojas, 2010).

Se realizó un seguimiento semanal a un galpón convencional para la verificación y la toma de datos relacionados a los índices zootécnicos como ser: la ganancia de peso, el consumo efectivo del alimento y el porcentaje de mortalidad dentro la muestra seleccionada

4.1.1. CONSUMO EFECTIVO DEL ALIMENTO

El Consumo Efectivo de Alimento (CEA) se refiere a la cantidad de alimento Tal Como Ofrecido (TCO) consumido menos el alimento desperdiciado y el alimento rechazado.

$$\text{CEA} = \text{Alimento TCO} - \text{Alimento Desperdiciado} - \text{Alimento Rechazado}$$

El la figura 4.1, muestra la cantidad de alimento de consumo real en un galpón convencional de forma porcentual.

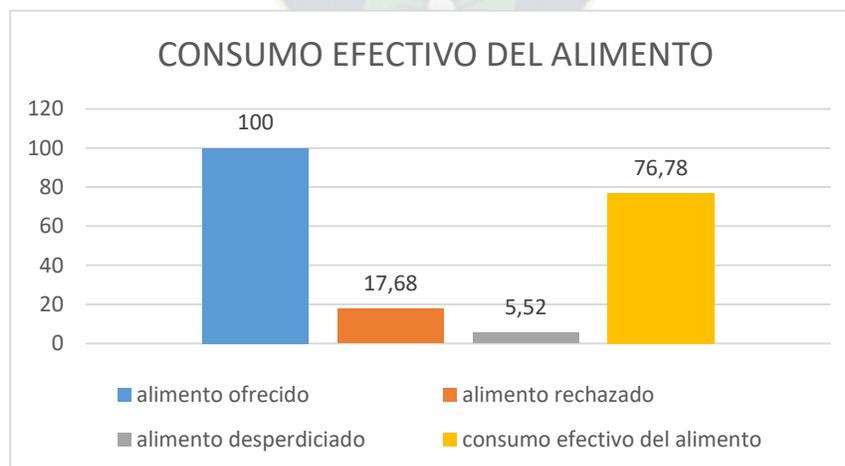


Figura 4.1: Consumo efectivo del alimento
Fuente: (Elaboración Propia)

4.1.2. GANANCIA DEL PESO VIVO

Este índice indica el peso resultante de un animal en un determinado periodo de tiempo.

La ganancia de peso vivo es la diferencia del peso final (**Pf**) menos el peso inicial (**Pi**) en un determinado momento de su crecimiento.

Para este propósito se toma una muestra de animales al azar (20%) y se los pesa en una báscula. Matemáticamente se la expresa de la siguiente manera:

<p>GPV = Pf - Pi Donde: Pf = Peso final Pi = Peso inicial</p>

Continuación en la tabla 4.1, presenta la ganancia del peso semanal promedio de los pollos tanto en hembras como machos.

Tabla 4.1: Ganancia del peso semanal

	PESO INICIAL (gr.)	SEM 1 (gr.)	GPV INI-1	SEM 2 (gr.)	GPV 1-2 (gr.)	SEM 3 (gr.)	GPV 2-3 (gr.)	SEM 4 (gr.)	GPV 3-4 (gr.)	SEM 5 (gr.)	GPV 4-5 (gr.)	SEM 6 (gr.)	GPV 5-6 (gr.)	PESO FINAL 7 SEM (gr.)	GPV 6-FINAL (gr.)
HEMBRAS	215	367	152	637	270	957	320	1300	343	1671	370	2045	374	2552	507.5
MACHOS	267	491	225	818	326	1200	382	1752	552	2309	558	2847	537	3492.5	607.5

Fuente: (Elaboración Propia)

En la figura 4.2, observamos la gráfica de comportamiento dada por la tabla anterior.

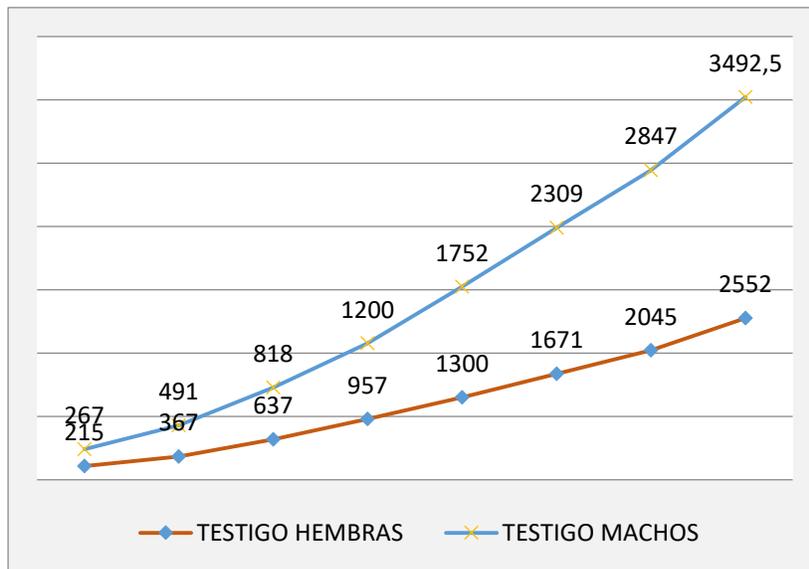


Figura 4.2: Grafica comportamiento crecimiento semanal
Fuente: (Elaboración Propia)

4.1.3. MORTALIDAD

La mortalidad se expresa en porcentaje sobre el total de animales inicialmente criados. En la tabla 4.2, expresa la mortalidad existente y causas en un galpón convencional.

Tabla 4.2: Mortalidad en granja convencional

EDAD (Días)	NUMERO INICIAL DE POLLOS	NUMERO DE MUERTOS	% DE MORTALIDAD	MORTALIDAD ACUMULADA	CAUSAS DE MORTALIDAD
10 DIAS	10	1	5	1	Estrés por temperatura
49 DIAS	10	2	10	2	Artritis

Fuente: (Elaboración Propia)

Calculo de la mortalidad en granja convencional:

$$Mortalidad = \frac{\text{Numero de Muertos}}{\text{Total criados}} * 100$$

$$Mortalidad = \frac{3}{20} * 100$$

$$Mortalidad = 15 \%$$

Todos estos resultados son posible por la existencia de la mano de obra del personal calificado y no calificado en cuanto a la producción del pollo:

- El consumo de alimentación y agua.
- Temperaturas máximas y mínimas.
- Contante vigilancia

4.2. COMPARATIVA DE GALPONES TECNIFICADOS Y CONVENCIONALES

Con la siguiente tabla se pretende reflejar los distintos resultados alcanzables entre un galpón convencional y uno tecnificado relacionados a los índices zootécnicos ya que estos son un reflejo de la eficiencia alimenticia, que se utilizan para evaluar el desarrollo del animal, el manejo y condiciones ambientales desde un punto de vista productivo.

Tabla 4.3: Comparativa galpón tecnificado y convencional

COMPARATIVA GALPON TECNIFICADO Y CONVENCIONAL		
INDICE ZOOTECNICO	TECNIFICADO	CONVENCIONAL
Consumo Efectivo	El Consumo Efectivo de Alimento (CEA) se refiere a la cantidad de alimento Tal Como Ofrecido (TCO) consumido menos el alimento desperdiciado y el alimento rechazado	
	$CEA = ATCO - AD - AR$ Donde:	
	CA = Consumo Efectivo del alimento ATCO = Alimento tal como ofrecido AD = Alimento Desperdiciado AR = Alimento rechazado	
Ganancia de Peso Vivo		

	<p>Es el peso resultante de un animal en un determinado periodo de tiempo.</p> $GPV = Pf - Pi$ <p>Donde: Pf = Peso final Pi = Peso inicial</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> • El consumo efectivo del alimento sea del 100% de su requerimiento y/o reduciendo el % al mínimo de alimento desperdiciado y rechazado. • El uso de comederos automatizados que proporcionen las cantidades adecuadas según tabla de requerimientos para su consumo. 	<ul style="list-style-type: none"> • El consumo efectivo del alimento sea del 100% de su requerimiento y/o reduciendo el % al mínimo de alimento desperdiciado y rechazado. • El uso de comederos automatizados que proporcionen las cantidades adecuadas según tabla de requerimientos para su consumo.
<p>Mortalidad</p>	<p>La mortalidad es un fenómeno natural que si no es cuidado podría ir en aumento y así terminar con toda una población. En la crianza de animales existe un porcentaje aceptable de mortalidad que varía entre 2 y 5 % dependiendo de la especie, pero si no se dan las condiciones mínimas de crianza este porcentaje puede ir en aumento.</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> • Se pretende que el porcentaje de mortalidad no sobre pase los parámetros permitidos, en el mejor de los casos reducir al mínimo este porcentaje. • El uso de sensores de temperatura y humedad que efectiven y brinden un ambiente adecuado homogéneo para el desarrollo de esta especie. 	<ul style="list-style-type: none"> • Como dato promedio en un galpón convencional se tiene una mortalidad de un 15 % siendo el causal más trascendental, los cambios bruscos de temperatura en algunas épocas de año. • El manejo es de forma manual con elementos poco funcionales alternando con el medio ambiente.

Fuente: (Elaboración Propia)

4.3. ANALISIS GENERAL DE LA INFORMACION

De acuerdo a la información recabada a través del seguimiento realizado en un galpón de manejo convencional , frente a la nueva propuesta de manejo de criaderos avícolas tecnificada, se ha podido determinar varios aspectos importantes, entre los que podemos mencionar que:

- El consumo efectivo de la alimentación tiene mucha influencia para alcanzar la ganancia del peso vivo final y que con la propuesta se pretende disminuir los porcentajes del alimento que se desperdicia y rechaza de manera automatizada ya que ambos factores en el manejo convencional son causantes de retraso en la ganancia del peso vivo y pérdida económica para el productor.
- Las causantes de mortalidad en un manejo convencional se deben a las condiciones ambientales no controladas con precisión como cambios bruscos de temperatura, tiempo de exposición prolongados en altas o bajas temperaturas ocasionando golpes de calor, presencia de enfermedades, entre otros .Con propuesta de tecnificación se pretende reducir el porcentaje de mortalidad con la implementación de sensores de temperatura y humedad que mantengan un ambiente idóneo, constante y homogéneo en todo el ambiente para el desarrollo y crecimiento de los pollos.

Entonces se puede constatar que mediante un sistema de control de los procesos alimentación, hidratación, climatización y monitorización basado en Arduino y Android permite tecnificar la producción en un criadero avícola.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

La implementación de este sistema de control hará que el microempresario sea capaz de manejar su patrimonio de una manera cómoda, segura y confiable, reduciendo notablemente los costos que la microempresa tiene en cuanto a seguridad y mano de obra.

Es importante señalar que en el desarrollo del proyecto tanto en el diseño e implementación ha sido interesante y enriquecedor, ya que fue necesario combinar conocimientos de electrónica y de sistemas

5.1.1. ESTADO DEL OBJETIVO GENERAL

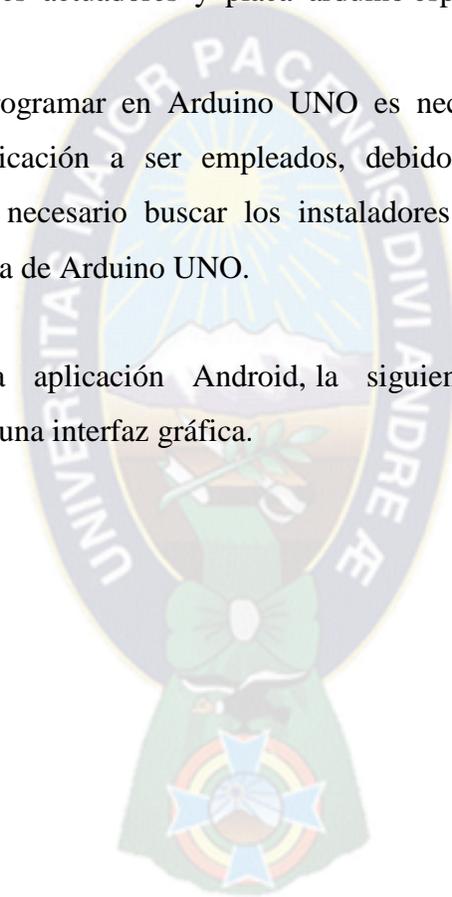
Se cumple el objetivo general planteado “Desarrollar un sistema de control de los procesos de alimentación, hidratación, climatización y monitorización de un criadero avícola” en el capítulo tercero se llevó acabo todo el desarrollo del sistema con sus diferentes pruebas, siguiendo el Modelo en V, cumpliendo así con la funcionalidad del mismo.

5.1.2. ESTADO DE LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Se logró desarrollar correctamente un sistema de control basado en arduino para el control de procesos en un criadero avícola propuestos en la investigación.
- Los dispositivos electrónicos que se han utilizado para mantener un ambiente idóneo en cuanto a temperatura y humedad dentro de los ambientes son de bajos costos.
- Se logró un canal de comunicación entre el dispositivo móvil y los procesos planteados en el criadero avícola.

5.2. RECOMENDACIONES

- Trabajar con placas electrónicas que existen en el mercado con mayor cantidad de salidas digitales como también analógicas permitiendo automatizar más procesos recomendable usar el arduino mega que es el más aceptable para este tipo de proyecto .
- Es importante este tipo de proyectos considerar el voltaje de alimentación de todo el hardware sensores actuadores y placa arduino especificados por el fabricante.
- El momento de programar en Arduino UNO es necesario tomar en cuenta los puertos de comunicación a ser empleados, debido a que si no reconoce el puerto serial, será necesario buscar los instaladores necesarios para cargar el programa en la placa de Arduino UNO.
- En relación a la aplicación Android, la siguiente mejora podría ser la implementación de una interfaz gráfica.

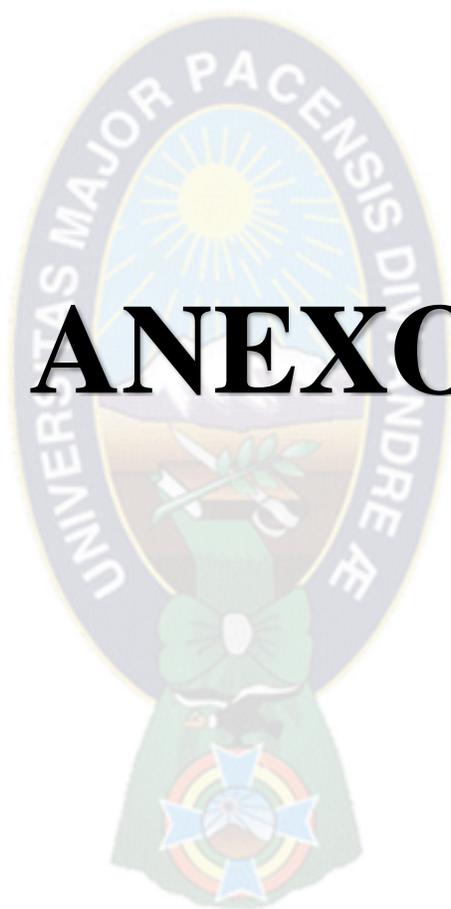


BIBLIOGRAFÍA

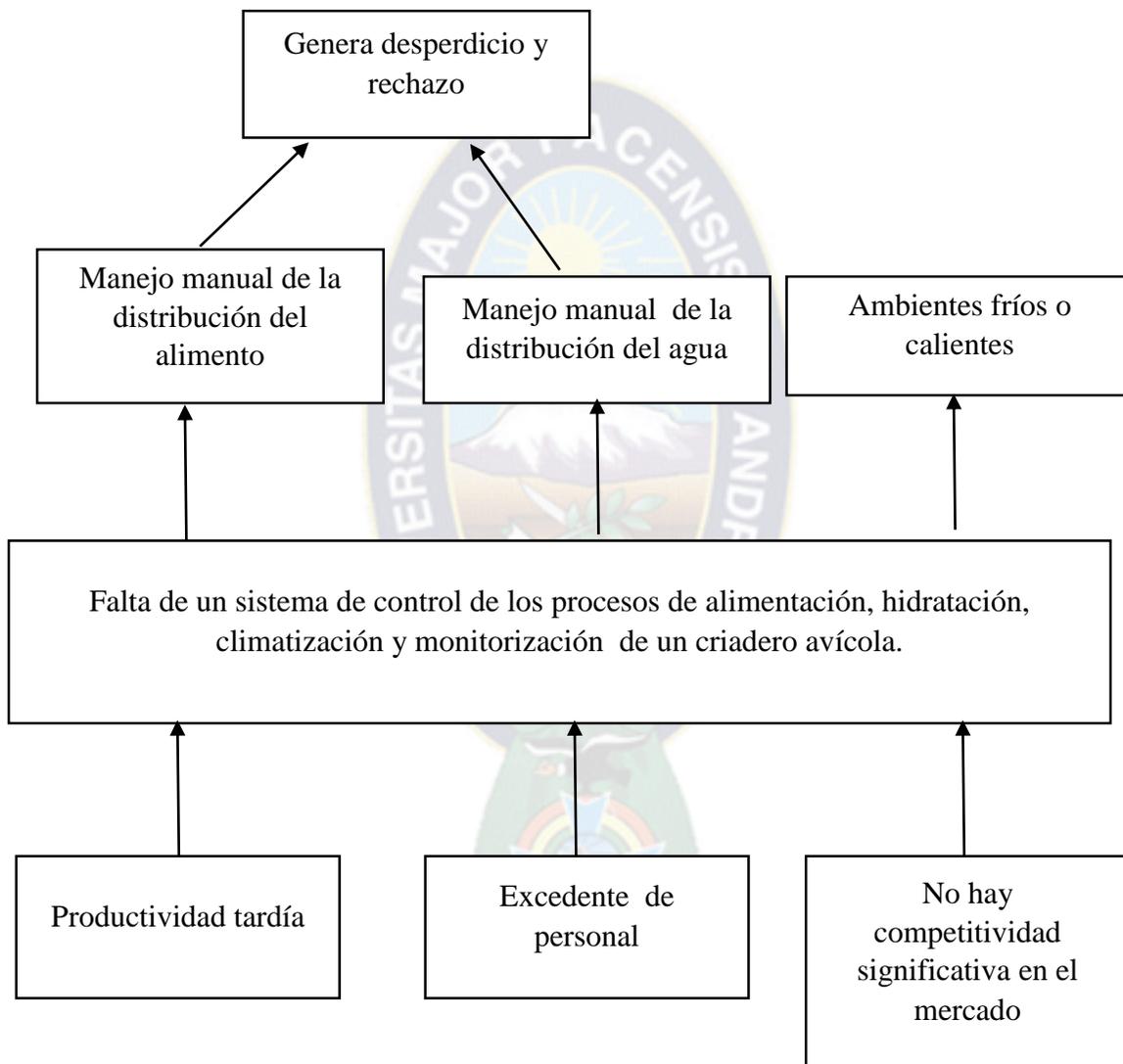
- Abarca P (2016). *ABC Del Control Automático*. Encuentro Eléctrico 2016, Chile
- ADA. (2011). *Análisis de Resultados Censo Avícola*. Dinámica Avícola
- (Agile, 2016) *Mobile – D*. Recuperado de: <http://agile.vtt.fi/mobiled.html> [Acceso, septiembre 2016].
- Alvarez E. (2013). *Arquitectura de Android*. Recuperado de: <http://androideric.blogspot.com/2013/02/13-arquitectura-de-android.html> [Acceso: septiembre 2016].
- ANDROID. (2016). *Android*. Recuperado de: <https://www.android.com> [Acceso: septiembre 2016]
- Arduino. (2016). *Arduino*. Home <https://www.arduino.cc> [Acceso: septiembre 2016]
- Aviegen. (2009). *Manejo en el Ambiente En el Galpón de Pollos de Engorde*
- (Carrillo, 2011). *Sistemas Automáticos de Control Fundamentos Básicos de Análisis y Modelado*
- COBB (2012). *Guía de Manejo de Pollos de Engorde*
- Corona (2014). *Sensores y Actuadores Aplicaciones con Arduino*
- Chávez J. (2015). *Sistema Domótico para un Hogar Basado en Software y Hardware Libre*. Universidad Mayor de San Andrés.
- Eugenio. (2014). *Sistema de Control Automático en Granjas Porcinas Diseño para la Localidad de Basilio Brecha 5*. Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno.
- (Geekbotelectronics 2016)
- Guerrero. (2015). *Mobile – D*. Recuperado de: <http://manuelguerrero.blogspot.es/1446543763/metodologia-mobile-d-para-desarrollos-de-aplicaciones-moviles/> [Acceso: Septiembre 2016]
- Hernández R. (2010). *Introducción a los Sistemas de Control*. Instituto Tecnológico de Aguascalientes. México.
- (Herrador, 2009). *Arduino Guía del Usuario*
- IBM. (2011). *Comprender las especificaciones de los servicios web, Parte 1: SOAP* Recuperado de: <http://www.ibm.com/developerworks/ssa/webservices/tutorials/ws-understand-web-services1/#ibm-pcon> [Acceso: septiembre 2016].

- Kuo B. (2016). *Sistemas De Control Automático*. Department of Electrical and Computer Engineering University of Illinois at Urbana-Champaign. Mexico.
- LG. (2010). *Arquitectura Android*. Recuperado de: <http://www.blogdelg.es/android-arquitectura-y-caracteristicas/>
- Machaca B. (2015). *Control Inteligente de Seguridad en Viviendas Mediante Agentes Móviles*. Universidad Mayor de San Andrés. Bolivia.
- Martinez L. (2012). *Modelo en V*. Recuperado de: <http://softwareverde.blogspot.com/2012/09/modelo-en-v.html> [Acceso: Noviembre 2016].
- Micropik (2016) *Características del Sensor de Humedad de Tierra*. Recuperado de: <http://www.micropik.com/PDF/HCSR04.pdf> [Acceso: septiembre 2016].
- MDRyT. (2012). *Compendio Agropecuario*. Ministerio de Desarrollo Rural y Territorio
- NOVA (2016). *Importadora Nova*, Recuperado de: <http://www.importadoranova.com/11-electronica>, [Acceso: mayo 2016]
- Rodríguez, T. (2011). *Métodos aplicables para el desarrollo de aplicaciones móviles*. Recuperado de: <http://www.genbetadev.com/desarrollo-aplicaciones-moviles/metodos-aplicables-para-el-desarrollo-de-aplicaciones-moviles>
- Rojas E (2010). *Avicultura Elaboración y Manejo de Registros Avícolas*.
- Rojas M. (2010). *Ciclo de Vida - Modelo en V*, Recuperado de: <http://spanishpmo.com/index.php/ciclos-de-vida-modelo-en-v/>, [Acceso: septiembre 2016]
- Ross. (2014). *Pollos de Engorde Manual de Manejo*
- Roxell. (2012). *Sistemas de Alimentación, Pollos de Engorde*
- San Lucas. (2011). *Control y Monitoreo de un Criadero Avícola Controlado por Micro controlador desde un sitio Web Dinámico*. Universidad Politécnica Salesiana
- Sarmiento. (2014). *Comedero Automatizado para Pollos de Engorde*. Universidad Tecnológica De Pereira Facultad De Tecnologías Programa De Tecnología Eléctrica Pereira
- (Torrente, 2013). *Arduino Curso práctico de formación 1ra Edición*
- ZonaMaker. (2016). *Características del Sensor Ultrasónico*. Recuperado de: <https://www.zonamaker.com/arduino/modulos-sensores-y-shields/ultrasonido-hc-sr04> [Acceso, septiembre 2016].

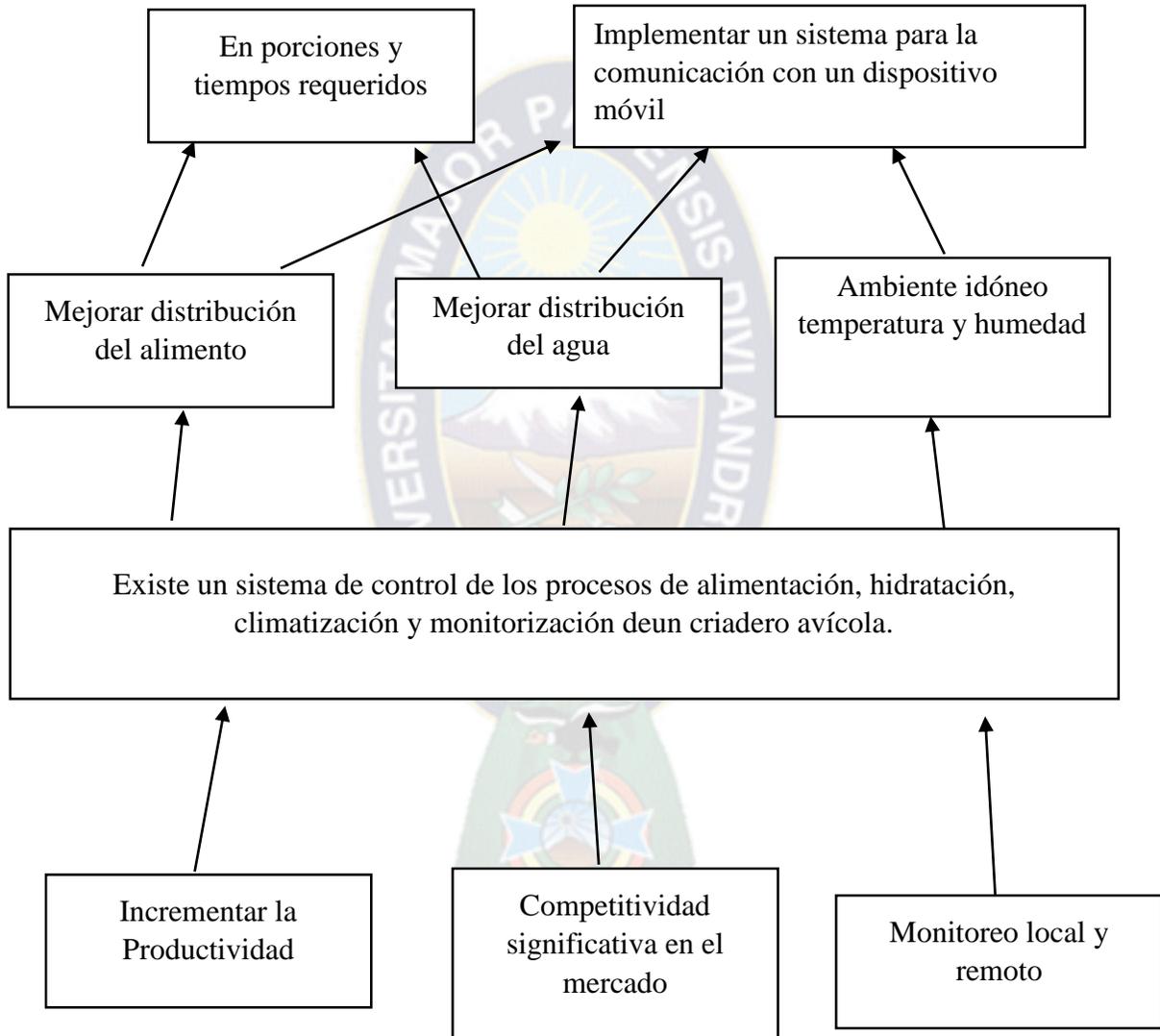
ANEXOS



ANEXO A – ÁRBOL DE PROBLEMAS



ANEXO B – ÁRBOL DE OBJETIVOS

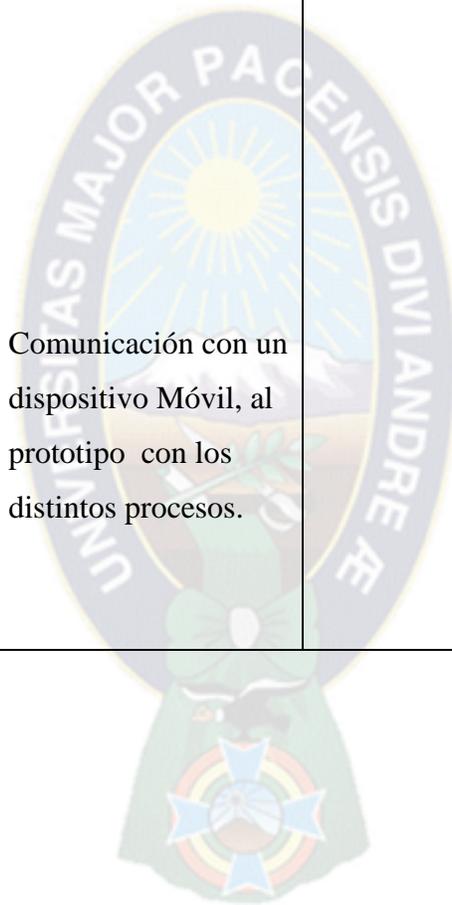


ANEXO C – MARCO LÓGICO

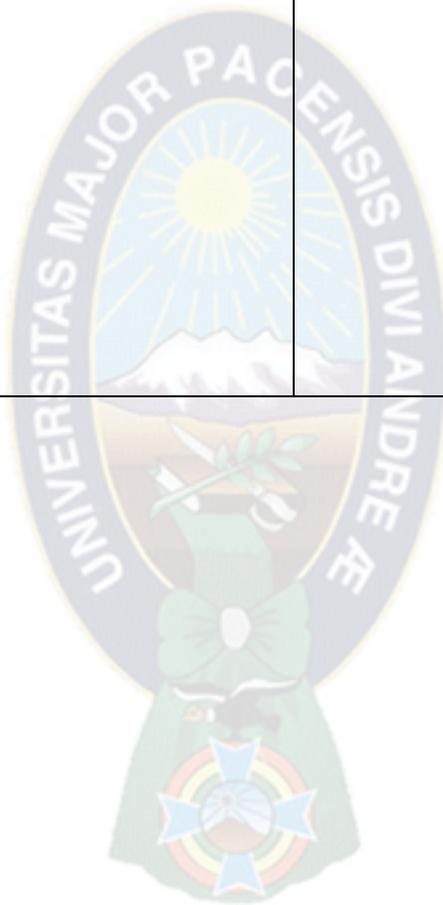
Nombre del Proyecto: “Sistema de Control de los Procesos de Alimentación, Hidratación, Climatización y Monitorización basado Arduino y Android”

	RESUMEN NARRATIVO	INDICADORES OBJETIVAMENTE VERIFICABLES	MEDIOS DE VERIFICACION	SUPUESTOS
FIN	Empresa dedicada a la crianza avícola para incrementar su productividad.	Incremento en la productividad avícola.	Sistema final Cuadros estadísticos.	
PROPÓSITO	El sistema de control de los procesos de alimentación, hidratación, climatización y monitorización basados en Arduino y Android mejora la productividad en un criadero avícola.	Resultado del sistema del control.	Pruebas de funcionamiento. Capacitación	Estado funcional de los diferentes dispositivos electrónicos en el sistema de control. Cantidad precisa de la población avícola dentro un criadero.

PRODUCTOS	<p>Implementar una infraestructura tecnológica mediante componentes electrónicos y sistemas informáticos.</p>	<p>Simplificar la mano de obra.</p>	<p>Realización de pruebas para para su correcto funcionamiento.</p>	<p>Los proveedores cuentan con los equipos de acuerdo a las especificaciones técnicas establecidas.</p>
	<p>Desarrollar una herramienta tecnológica para la comunicación con la infraestructura.</p>	<p>Comunicación con un dispositivo Móvil, al prototipo con los distintos procesos.</p>		



ACTIVIDADES	Adquisición de los dispositivos electrónicos y sistemas informáticos		Cotización. Facturas	Incompatibilidad de los dispositivos electrónicos con los sistemas informáticos, debido a deficiencias de sincronismos lógicos en la transmisión de datos (sensor, actuador y monitoreo remoto).
--------------------	--	--	-----------------------------	--



DOCUMENTACIÓN

