TESIS UCH

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA CON MENCIÓN EN TELECOMUNICACIONES

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero Electrónico con Mención en Telecomunicaciones

Implementación de un prototipo con interfaz inalámbrica para el proceso de pesaje en balanzas Veit Electronics Bat 1 en el Sector Avícola

PRESENTADO POR

Panduro Mendoza, Cesar Erick

ASESOR

Lara Herrera, Juan Francisco

Lima, Perú, 2024

Tesis publicada con autorización de los autores
no olvide citar esta tesis

www.uch.edu.pe

INFORME DE ORIGINALIDAD ANTIPLAGIO TURNITIN

Mediante la presente, Yo:

1. Cesar Erick Panduro Mendoza, identificado con DNI 74283918

Egresado de la Escuela Profesional de e Ingeniería Electrónica con mención en telecomunicaciones del año 2019 – II, y habiendo realizado la[1] Tesis para optar el Título Profesional para optar el Título Profesional de [2] Ingeniero Electrónico con mención en telecomunicaciones, se deja constancia que el trabajo de investigación fue sometido a la evaluación del Sistema Antiplagio Turnitin el 13 de noviembre de 2024, el cual ha generado el siguiente porcentaje de similitud de [3] 15%

En señal de conformidad con lo declarado, firmo el presente documento a los 13 días del mes de noviembre del año 2024.

Cesar Erick Panduro Mendoza

Asesor: Juan Francisco Lara Herrera

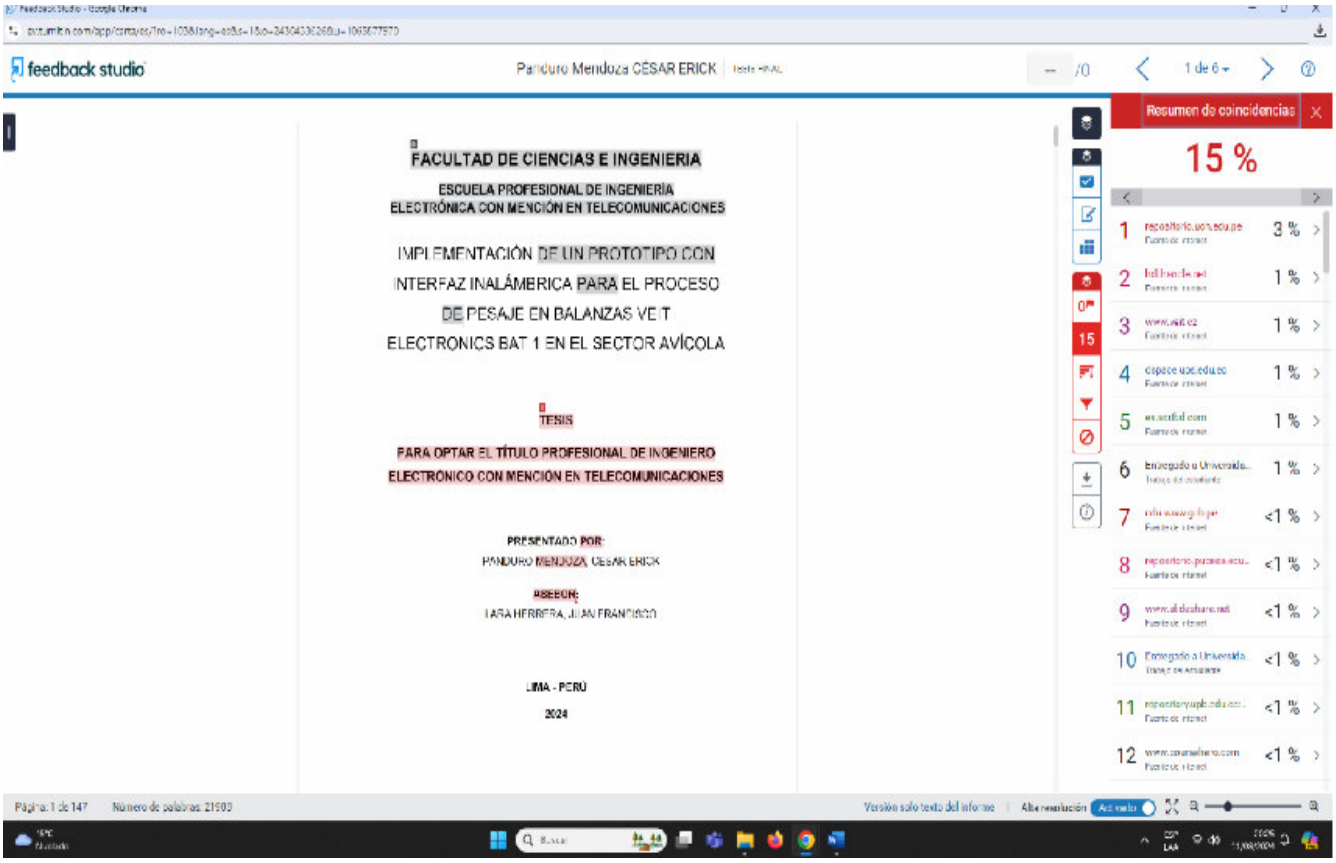
DNI: 41344704

1 Especificar qué tipo de trabajo es: tesis (para optar el título), artículo (para optar el bachiller), etc.

2 Indicar el titulo o grado académico: Licenciado o Bachiller en (Enfermería, Psicología …), Abogado, Ingeniero Ambiental, Químico Farmacéutico, Ingeniero Industrial, Contador Público …

3 Se emite la presente declaración en virtud de lo dispuesto en el artículo 8°, numeral 8.2, tercer párrafo, del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI, aprobado mediante Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU/CD, modificado por Resolución de Consejo Directivo N° 174-2019-SUNEDU/CD y Resolución de Consejo Directivo N° 084-2022-SUNEDU/CD.

Aquí hace una captura del porcentaje



RESUMEN

El objetivo de este estudio es implementar un prototipo con interfaz inalámbrica para servicios de pesaje en el sector avícola. También se presenta una metodología técnica que permite la configuración inalámbrica aplicada a tiempo e información utilizando recursos basados en la tecnología ESP32.Respondiendo de manera productiva, es decir que la evolución se refleja en los intereses del ave. Los resultados se pueden utilizar para medir el peso de las aves en tiempo real para ayudar a las operaciones avícolas a tomar mejores decisiones.

Palabras claves: ESP32, red inalámbrica, pesaje.

ABSTRACT

The objective of this study is to implement a prototype with a wireless interface for weighing services in the poultry sector. A technical methodology is also presented that allows wireless configuration applied to time and information using resources based on ESP32 technology. Responding in a productive way, that is, the evolution is reflected in the interests of the bird. The results can be used to measure bird weight in real time to help poultry operations make better decisions.

Keywords: ESP32, wireless network, weighing.

ÍNDICE

INTRODUCCION 1

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y FORMULACION DEL PROBLEMA 2

1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACION DEL PROBLEMA 3

1.1.1 Planteamiento y descripción del problema 3

1.1.2 Formulación del problema general. 3

1.1.3 Formulación de los problemas específicos 3

1.2 DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN 4

1.2.1 Objetivo general 4

1.2.2 Objetivo Específico 4

1.3 JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACIÓN 4

1.3.1 Justificación técnica 4

1.3.2 Justificación económica 5

1.3.3 Justificación social 6

1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN 6

1.4.1 Alcances: 6

1.4.2 Limitaciones 7

CAPITULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO 8

2.1 ANTECEDENTES 9

2.1.1 Internacional 9

2.1.2 Nacionales 12

2.2 MARCO TEORICO 14

2.2.1 CONCEPTOS DE BASE ASOCIADA A LA VARIABLE 14

2.2.2 Teoría del peso 19

2.2.3 Balanza 19

2.2.4 Raspberry Pi 29

2.2.5 Raspberry Pi Pico 31
2.2.6 Raspberry Pi Pico W 33
2.2.7 Arduino 34
2.2.8 Microcontrolador ESP32 37
2.2.9 Bases de Datos 41
2.2.10 Python 44
2.2.11 Tecnología Bluetooth 46
2.2.12 Wifi 50
2.2.13 MIT APP inventor 52
2.2.14 Sistema Android 54
2.2.15 Hoja de calculo 55
2.3 MARCO METODOLOGICO 56
2.3.1 Tipo de investigación 56
2.3.2 Enfoque de investigación 56
2.3.3 Diseño de investigación 57
2.4 MARCO LEGAL 57
2.4.1 Marco legal relacionado con el peso en Perú 57
2.4.2 Tabla normativa técnica de pesaje 58
2.4.3 Objetivos de las normas 59
2.5 DIAGRAMA DE BLOQUES O ARQUITECTURA DEL SISTEMA 60
2.5.1 Descripción del Diagrama de Flujo 61
CAPITULO III: DESARROLLO DE LA APLICACIÓN 62
3.1 DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECIFICO 1: DETERMINAR CÓMO SE ESTÁ REALIZANDO EL CONTROL DE PESAJE DE AVES EN UNA AVÍCOLA LOCAL 63
3.1.1 Descripción del proceso de pesaje 63
3.1.2 Parámetros a mejorar en el control de pesaje 69

3.2 DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECIFICO 2: SELECCIONAR UN MICROCONTROLADOR QUE PERMITA PROCESAR LA INFORMACIÓN ARROJADA POR EL CONTROL DE PESAJE EXISTENTE. 70
3.2.1 Tipos de microcontroladores. 70
3.2.2 Selección del microcontrolador adecuado. 75
3.3 DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECIFICO 3: ESTABLECER UN CONJUNTO DE ALGORITMOS QUE PERMITA COMPATIBILIZAR LOS DATOS DE LA BALANZA PARA SU TRANSMISIÓN. 77
3.3.1 Desarrollo en Arduino IDE 77
3.4 DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECIFICO 4: DISEÑAR LA ARQUITECTURA DE COMUNICACIÓN MAS EFICIENTE PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS 84
3.4.1 Componentes electrónicos y simulación 85
3.5 DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECIFICO 5: Establecer un procedimiento que permita comprobar el estado de la transmisión. 96
3.5.1 Aplicativo Android en MIT APP INVENTOR 96
3.5.2 Diseño de la interfaz de usuario 96
3.5.3 Editor de Bloques 98
3.5.5 Descarga del desarrollo del aplicativo a un dispositivo móvil Android. 104
3.5.6 Prueba inicial del prototipo. 111
3.5.7 Prueba final del prototipo en campo 116
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE COSTO Y BENEFICIO 128
4.1. ANÁLISIS DE COSTOS 129
4.1.1. Recursos humanos 129
4.1.2. Recursos materiales 129
4.2. ANÁLISIS DE BENEFICIOS 131
4.2.1. Beneficios tangibles 131

4.2.2. Análisis de Costo/Beneficio 131
4.3. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD 133
4.3.1. Desarrollo del flujo de caja 133
4.3.2. Análisis del VAN 134
4.3.3. Análisis del TIR 134
CONCLUSIONES 135
RECOMENDACIONES 136
REFERENCIAS 137

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Valor bruto de la producción avícola por especie y producción según mes 15
Figura 2 . Estadística de porcentaje de participación de los principales productos avícolas 16
Figura 3. Producción de carne de pollo 17
Figura 4. Aves en proceso de crecimiento 19
Figura 5. Puente de Wheatstone 21
Figura 6. Balanza Veit electronics BAT 1 23
Figura 7. Accesorios de la balanza 24
Figura 8. Alimentación con adaptador de voltaje de 5V DC 25
Figura 9. Balanza Colgada 26
Figura 10. Balanza con ave colgada. 27
Figura 11. Registro de peso automático 27
Figura 12. Icono de peso guardado 28
Figura 13. Indicaciones de apagado 29
Figura 14. Rapberrypi 30
Figura 15. Extender con el rodillo frambuesa Raspberry pi pico 32
Figura 16. Extender con el rodillo Frambuesa Pi Pico W 34
Figura 17. Definición de pines y esquema del Arduino 37
Figura 18. Diagrama de microcontrolador ESP32 39
Figura 19. Estructura de proyecto ESP32 40
Figura 20. Logo del programa Python 44
Figura 21. Bluetooth conectada a diferentes dispositivos electrónicos 46
Figura 22. Pila de protocolos Bluetooth 48
Figura 23. Wifi interconectado en una serie de dispositivos electrónicos. 51
Figura 24. Logo del MIT APP INVENTOR 54
Figura 25. Logotipo de Android 55
Figura 26. Esquema de diagrama de bloques del sistema de pesaje y sistema de comunicación en un móvil sistema Android. 60
Figura 27. Balanza lectura de pesaje 2 kg 63
Figura 28. Ubicación de aves en un corral dentro de la granja 64

Figura 29. Operador coloca al ave en el gancho de la balanza 65
Figura 30. Lectura de pesaje en la balanza 1.405 kg 66
Figura 31. Balanza colgante y computadora 67
Figura 32. Configuración de amplificador de sensor de carga 77
Figura 33. Algoritmo de sistema bluetooth 78
Figura 34. Encabezado del código 79
Figura 35. Parte media de los códigos 80
Figura 36. Librería U8g2 81
Figura 37. Función loop () 82
Figura 38. Función ImprimeyEnvia () 83
Figura 39. Apertura de balanza VEIT ELECTRONICS BAT1 84
Figura 40. Desmontaje del sistema electrónico de la balanza 85
Figura 41. Simulación de conexión de manera digital del ESP32 con la pantalla 85
Figura 42. Simulación de prueba en el protoboard 86
Figura 43. Diagrama de sistema de conexión de los componentes electrónicos asociados al ESP32 87
Figura 44. Desarrollo de la simulación del armado del protoboard 88
Figura 45. Segunda prueba con el sensor de carga de la balanza 89
Figura 46. Batería de litio 3.7 V 89
Figura 47. Montaje del ESP32 90
Figura 48. Amplificador de sensor de carga 91
Figura 49. Potenciómetro de precisión Trimmer 5k 91
Figura 50. Módulo de descarga y carga incorporado en la placa 92
Figura 51. Instalación de la pantalla 93
Figura 52. Ensamblaje general 94
Figura 53. Cargador de 5 VDC 95
Figura 54. Diseño en plataforma MIT APP INVENTOR 97
Figura 55. Bloque de inicialización global 99
Figura 56. Bloque cuando ejecutar 100
Figura 57. Bloque entonces 101
Figura 58. Código entonces asociado a poner y tomar 102
Figura 59. Bloque sino. 103
Figura 60. Descarga a PC y mediante QR. 104

Figura 61. Icono APK con el nombre VEITBAT1 105
Figura 62. Partes funcionales del APK. 106
Figura 63. Descarga de MIT APP INVENTOR según indicaciones 109
Figura 64. Descarga de aplicación de una MAC al teléfono APPLE IPhone 12 110
Figura 65. Ajuste de peso con pesa de 5 kg 111
Figura 66. Presión de botón icono bluetooth 112
Figura 67. Lista de bluetooth detectado en mi entorno 113
Figura 68. Envío de peso al aplicativo 114
Figura 69. Calibración de la balanza con 1 kg 116
Figura 70. Posición del pollo en el sistema de gancho 117
Figura 71. Ave colgada 118
Figura 72. Registro de peso en teléfono móvil 119
Figura 73. Prueba de distancia de comunicación Bluetooth 120
Figura 74. Formulario de Google 121
Figura 75. Nombre del archivo 122
Figura 76. Nombre de operador 123
Figura 77. Numero de Galpón 123
Figura 78. Numero de Corral 124
Figura 79. Sexo del Pollo 124
Figura 80. ID acumulación de todos los registros 125

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estándares 802.11 de como a evolucionando a través del tiempo 52
Tabla 2. Ejemplo básico de cómo podría ser una tabla en hoja de cálculo para el control de engorde de pollos. 56
Tabla 3. Normativas técnicas 58
Tabla 4. Objetivos de las normas 59
Tabla 5. Tabla de Excel de los pesos y resultado de las aves según su configuración 68
Tabla 6. Parámetros manipulables de peso. 69
Tabla 7. Parámetros de la batería litio 90
Tabla 8. Característica y aplicaciones del potenciómetro 92
Tabla 9. Característica del cargador 95
Tabla 10. Pasos y descripción de la vinculación Bluetooth 115
Tabla 11. Recursos humanos necesarios para el sistema 129
Tabla 12. Costo de materiales en las etapas del sistema 130
Tabla 13. Costo de inversión inicial 130
Tabla 14. Cálculo de utilidades 131
Tabla 15. Flujo de caja. 133

INTRODUCCION

Cuantificar y registrar el trabajo realizado en una granja avícola es un paso esencial no sólo para fines administrativos y mantener información histórica, sino también para la toma de decisiones sobre ganancias, estadísticas, probabilidades de producción y para la realización de auditorías por parte de los gerentes y autoridades supervisoras.

El prototipo a implementar resolverá la necesidad de información en tiempo real y de producción, almacenamiento, visualización y análisis de datos de los sistemas de pesaje comercializados por las empresas avícolas para mejorar la toma de decisiones de gestión, en el caso de esta investigación el prototipo se relacionara con balanza de marca VEIT ELECTRONICS modelo BAT1,ya que ese tipo de balanza son mayormente utilizadas en el sector avícola y ofrece una garantía en cuanto al pesaje que es muy valorada por los usuarios de dicho rubro.

La tecnología ESP32 permite la comunicación inalámbrica para mejorar los sistemas de pesaje. Consta de varios pasos de configuración, cada paso tiene una funcionalidad bien definida, pero están vinculados entre sí de modo que, al integrarse, el objetivo final es lograr una solución innovadora.

El presente trabajo de investigación presenta cuatro capítulos. A continuación, se describirá el contenido temático de cada uno de ellos.

El Capítulo I contiene los problemas y objetivos del trabajo.

El Capítulo II, describe el marco teórico, antecedentes internacionales y nacionales, bases teóricas.

El Capítulo III, describe la metodología desarrollada para el trabajo.

El Capítulo IV, contiene costos y presupuestos del trabajo de investigación.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y FORMULACION DEL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACION DEL PROBLEMA

1.1.1 Planteamiento y descripción del problema

Balanzas industriales de diversos modelos y capacidades son distribuidas por los fabricantes sin sistemas inalámbricos que permitan la extracción, registro y análisis de los datos de las operaciones realizadas.

Del mismo modo, la interfaz de comunicación estándar que viene de fabrica es muy sencilla y se limita a una interfaz serial cableada con un alcance de comunicación de varios metros. Sin embargo, para los dueños de negocios y granjas avícolas, mantener un registro digital del trabajo realizado es esencial no solo para el control del peso, sino también para el registro de aves, la optimización de procesos y el análisis de datos.

Asimismo, este tipo de dispositivos no cuenta con una interfaz de comunicación inalámbrica, por lo que no es posible visualizar en tiempo real las operaciones realizadas de forma remota en una computadora o dispositivo móvil para fines de control y gestión. En este caso la problemática es más aguda en el tipo de balanza más utilizada en el rubro la cual pertenece a la marca VEIT ELECTRONICS modelo BAT1, la cual es muy ponderada en las avícolas locales.

1.1.2 Formulación del problema general.

¿Cómo mejorar el proceso de pesaje en balanzas veit electronics bat 1 para optimizar el tiempo y la información productiva en el sector avícola?

1.1.3 Formulación de los problemas específicos

PE1. ¿Cómo se lleva a cabo el control de pesaje de aves en una avícola local?

PE2. ¿Cómo seleccionar un dispositivo que permita optimizar el procesamiento de la información arrojada por el control de pesaje existente?

PE3. ¿De qué manera la información obtenida por la balanza existente va ser ingresada al microcontrolador?

PE4. ¿Cómo realizar la transmisión de datos de la manera más eficiente?

PE5. ¿Cómo realizar la validación de datos transmitidos?

1.2 DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1 Objetivo general

Implementar un prototipo con tecnología ESP32 e interfaz inalámbrica para mejorar el servicio de pesaje en balanzas veit electronics bat 1 en el sector avícola.

1.2.2 Objetivo Específico

OE1: Determinar cómo se está realizando el control de pesaje de aves en una avícola local.

OE2. Seleccionar un microcontrolador que permita procesar la información arrojada por el control de pesaje existente.

OE3. Establecer un conjunto de algoritmo que permita compatibilizar los datos de la balanza para su transmisión.

OE4. Diseñar la arquitectura de comunicación más eficiente para la transmisión de datos.

OE5. Establecer un procedimiento que permita comprobar el estado de la transmisión.

1.3 JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 Justificación técnica

Este proyecto de investigación se justifica con la solución del pesaje en un tiempo real, lo que permite la información productiva que significa la evolución reflejada en la ganancia

de las aves, mediante la tecnología ESP32 con interfaz inalámbrica.

La acción del pesaje va estar de una manera convencional, pero el valor agregado parte técnico, sería el hecho de incorporar un sistema fiable, y que ese valor llegue a la parte entidad de la planta a la base de registro y control.

El manejo de la tecnología ESP32 es bastante ágil y flexible, que permite compatibilizar con otros mecanismos para automatizar procesos de comunicación y control.

También destacar que la posibilidad del sistema que se está creando va permitir un mejor tratamiento de la información, vía bluetooth, nube, SMS, internet, que podría permitir replicas en otros lugares donde sea la crianza de aves y se necesita hacer un pesaje confiable.

1.3.2 Justificación económica

El trabajo de investigación permitirá resolver un problema en tiempo real con una tecnología a bajo costo lo que justifica una gran ganancia para la empresa, ya que se gestionará mejor los tiempos y se mejorará la producción.

La implementación a realizar en comparativa presenta un menor costo de las soluciones existentes a nivel comercial y estos costos se justifican desde la parte financiera (la inversión destinada al proyecto) desde la parte operativa (mejora en la eficiencia de los procesos de pesaje) y desde la parte estratégica (un posible crecimiento de mercado y ventajas competitivas).

1.3.3 Justificación social

El trabajo de investigación permitirá mejorar los procesos en los diferentes sectores avícolas de Lima y provincias, permitirá una mejora del proceso de pesaje en tiempo real generando una cultura de automatización de ciertos procesos manuales que generan un impacto en el consumidor final.

La fabricación de equipos especializados en pesaje, de costos no tan elevados, permitiría que sectores no formales afines al rubro evalúen la posibilidad de formalizarse generando una mejora en ambiente empresarial y aumento en la contribución del sistema fiscal.

1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 Alcances:

- En este proyecto se implementará un prototipo que permitirá optimizar el proceso de pesaje en el sector avícola de modo que se acoplará a una balanza ya existente y permitirá extraer los datos en tiempo real para su proceso de control.
- El sistema ESP32 permitirá trabajar con una interfaz inalámbrica en cada balanza que facilitará la obtención de datos en tiempo real y permitirá una gestión más eficiente en el rubro avícola.
- Para la transmisión de información se utilizará la tecnología Bluetooth que opera con protocolos de conexión inalámbrica entre dispositivos electrónicos de diversa conectividad y compatibles entre si sin necesidad de cableado o conexión internet, de una manera versátil y flexible en un entorno no convencional como en los galpones utilizados en el rubro avícola.

1.4.2 Limitaciones

- Hay pocos antecedentes asociados a la investigación.
- El uso de la tecnología Bluetooth ofrece un corto alcance y podría ser una limitante si quisiera replicar esa solución en otros entornos similares.
- Para realizar pruebas se tienen que seguir ciertos procesos burocráticos propio de cada empresa para poder acceder a sus instalaciones.
- En base a los dispositivos utilizados siempre se va a necesitar un control de compatibilidad para la mejora del prototipo.
- Debido al movimiento producido por las aves en el proceso de pesaje, el prototipo podría sufrir algún tipo de daño y calibración bastante periódica.
- El prototipo adherido a la balanza requiere de manejo de una persona especializada y capacitada.

CAPITULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

2.1.1 Internacional

Lema (2024), en su proyecto de titulación tiene la finalidad de realizar el *"Rediseño e implementación de mejoras en el sistema de pesaje y empaque en una empresa procesadora de vegetales congelados"*, Universidad de las fuerzas armadas, Sangolquí, Ecuador. Durante el desarrollo del proyecto se actualizó el panel de control para la operación de los dispositivos auxiliares que forman parte de la línea, se diseñó el HMI según los requerimientos del cliente y se analizó la estrategia de control de los dispositivos principales del proceso. Para capturar las variables de peso que son el foco de este proyecto, creamos una arquitectura de red para la extracción y representación de información a través del protocolo Modbus TCP IP, utilizando bibliotecas Python, Apache Beam para la transformación y una base de datos local y utilizamos la nube.

Para lograr la visión de almacenamiento y flujo de procesos de BigQuery, los operadores diseñan e implementan un sólido sistema de monitoreo, control y recopilación de datos basado en las disposiciones y regulaciones ANSI ISA 101 y los altos estándares que la industria implementa actualmente para el monitoreo y control. Realizando seguimiento de los procesos, se decidirá cómo se estructura el recorrido del proceso en tres líneas, y el comportamiento de las variables de interés, peso y temperatura. Finalmente, las pruebas operativas recopilan información para analizar cómo el peso final obtenido de la máquina ha mejorado a medida que avanza el proyecto respecto al valor final obtenido con las comprobaciones manuales, y mejora el tiempo de producción. Comparamos los métodos de mejora y la satisfacción del operador al implementar estas mejoras.

Montalván (2022), en su tesis para obtener el título de magister en alimentos "*Desarrollo de una metodología para el control en el proceso de pesaje en una fábrica empacadora de cola de camarón".* Universidad de Guayaquil, Ecuador*.* La automatización del registro de peso dentro del sistema permitió la creación de un portal en línea, que se convirtió en una herramienta operativa y sistemática que facilitó el seguimiento del rendimiento de los lotes y, en última instancia, aseguró la asignación precisa de los pagos a los proveedores. Esta investigación ayudará a la empresa a mejorar su control metrológico, optimizar el tiempo de diversos procesos y, como resultado, reducir las pérdidas.

García y Mora (2021), en su tesis para obtener el título de ingeniero electrónico donde comprende el *"Diseño e implementación de un prototipo IOT para el monitoreo de parámetros ambientales aplicados a la avicultura para la crianza de pollos de granja utilizando hardware de bajo costo y AWS (Amazon web services)".* Universidad politécnica salesiana sede Guayaquil, Ecuador*.* Las granjas avícolas en áreas rurales a lo largo de la costa ecuatoriana generalmente no emplean técnicas para criar pollos para consumo masivo, lo que resulta en altas tasas de mortalidad de aves. Por ello, en este estudio proponemos el diseño e implementación de un prototipo de IoT (Internet de las Cosas) para monitorear parámetros ambientales en granjas de pollos libres de jaulas utilizando hardware de bajo costo como ESP32 y un servidor web en AWS (Amazon Web Services). Proporciona servicios de seguimiento y almacenamiento de información ambiental (como humedad del suelo, humedad ambiental, temperatura, intensidad lumínica, etc.), que permite la toma de decisiones y la mejora de las condiciones técnicas para la cría comercial de aves. Las tecnologías de Internet de las cosas aplicadas a la avicultura pueden ayudar a los pequeños avicultores a

modernizar su cría de pollos comercial y de consumo en consecuencia. En este contexto, se propone un prototipo de IoT que puede controlar la temperatura y la humedad de un gallinero mediante sensores y actuadores. Al controlar la luminosidad dentro del gallinero, puede garantizar la temperatura adecuada para criar pollos.

Espinoza (2020), en su tesis para obtener el título de ingeniero "*Sistema de control de pesaje recepción y despacho de existencias*". Universidad Andrés Bello, Santiago, Chile. concluye que, aplicando el control funcional de la línea de simulación de secuencia de procesos, se tendrá un poco de conflicto para crear conexiones de muestreo ponderado en otro software sólo dependerá del código de adición (WriteLn) en su iRive. La investigación permitirá controlar el pesaje mediante un control funcional del proceso, lo que ayudará en este ámbito a reducir costes y tiempos mediante la simulación en el fichero de pesaje.

Nieto y Quimi (2018)**,** en su tesis para obtener el título de ingeniero "*Diseño e implementación de un sistema de pesaje con acceso a base de datos con tecnología RFID y reportaría por medio de una red local*". Universidad politécnica Salesiana Sede Guayaquil. Ecuador, Guayaquil. Han desarrollado un sistema de pesaje que tiene acceso a una base de datos, lo cual no es muy común en las industrias, por lo que suelen registrar el peso del producto en una libreta, así registran diariamente lo que obtienen al final del pesaje durante el día. El proyecto mejorará la recopilación de información en tiempo real, dando significativamente al sistema de pesaje acceso a una base de datos donde toda la información podrá almacenarse en computadoras, haciendo un mayor uso de los recursos tecnológicos disponibles como en el caso del almacenamiento de información en la base de datos. El objetivo

es beneficiar e incentivar a otras empresas a mejorar su productividad.

2.1.2 Nacionales

Angulo y Pacora (2024)**,** en su tesis para obtener el título de ingeniero de sistemas presentaron el estudio sobre la *"Implementación del sistema de pesaje para la mejora del control de carga del área de operación comercial de la empresa redondos",* Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión Huacho, Perú. Debido a las inquietudes que han existido en los últimos años, la empresa de investigación carece de un sistema que agilice la información relativa al pesaje de los productos terminados de las diferentes líneas de producción (margen, loncheado, fileteado, IV gama, remojo, contabilizado, compensado, filtrado, vitafilado). para el departamento de envíos del área de operaciones comerciales, se realiza mediante hojas de cálculo (Excel), provocando así retrasos (cuellos de botella) en la toma de ciertas decisiones al momento de determinar los tiempos de carga, crear instrucciones para el transporte de las unidades a Lima, saliendo las unidades por la ruta de pendiente correcta.

Cabanillas e Ipanaqué (2022), en su tesis para obtener el título de ingeniero mecánico electricista *" Diseño de un sistema de control automatizado para pesaje y ensacado en el proceso productivo de harina de pescado*", Universidad Cesar Vallejo, Chiclayo, Perú. Concluimos que, de acuerdo a los requerimientos de operación, hemos logrado que para la velocidad de ensacado es necesario considerar la velocidad máxima de producción de la instalación, que en nuestro caso es de unas 40 toneladas/h de harina de pescado, el número de líneas también debe ser tomado en cuenta. El ensacado tiene como objetivo establecer la velocidad mínima que debe tener cada línea, permitiendo mejorar los sistemas de control

de registros de pesaje, teniendo en cuenta la velocidad y rapidez para optimizar el proceso productivo.

Corpus y Portugal (2021), en su tesis para la obtención el título en ingeniería mecatrónica "*Diseño de una red inalámbrica para el servicio de pesaje en el sector agroindustrial utilizando balanzas super ss mediante protocolo spi basado en microcontrolador esp32"*. Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú. Se concluye que el pesaje automático permite alcanzar un 75% de eficiencia respecto al pesaje convencional, con una menor tasa de error y visualización en tiempo real de la información obtenida, lo que contribuirá a mejorar los servicios de pesaje en la industria agrícola gracias a su tecnología de comunicación inalámbrica.

Bayona (2020), en su tesis para obtener el título de ingeniero informático "*Implementación de un aplicativo móvil para la automatización de la toma de datos de pesaje para la empresa pesquera terranova S.A.C.".* Universidad Nacional De Piura, Piura, Perú. Se concluye que los dispositivos móviles con sistema operativo Android, son capaces de captar rápidamente el valor del peso del producto, mejorando significativamente el tiempo de procesamiento de pesaje hasta en un 76.50% y reduciendo el tiempo de registro de datos hasta 0.2450 minutos por registro. Esto contribuirá a mejorar la recopilación de datos a gran escala donde la aplicación permitirá a los contratistas acceder fácilmente a esos datos en tiempo real.

Quiroz (2018), en su tesis para obtener el título de ingeniero de Software *"Implementación de una interfaz hardware-software y sus módulos de supervisión y análisis de datos para un sistema de pesaje electrónico".* Universidad Mayor de San Marcos, Lima, Perú. Se concluye que, para proporcionar un

sistema eficaz de apoyo a la toma de decisiones de alto nivel, se implementó un sistema de análisis de datos y generación de informes para las actividades realizadas por rango de fechas utilizando JfreeChart. El sistema de monitoreo se optimizará en tiempo real mediante indicadores y gráficos de tendencias digitales, analógicos, programados en LabVIEW. Le permite mejorar los módulos de seguimiento del análisis de datos.

2.2 MARCO TEORICO

2.2.1 CONCEPTOS DE BASE ASOCIADA A LA VARIABLE

2.2.1.1 Producción y comercialización de productos avícolas

La Dirección de Estadísticas e Información Agropecuaria (DEIA) pertenece a la Dirección de Estadística, Seguimiento y Evaluación de Políticas (DGESEP) del Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Riego (MIDAGRI), en el marco del Sistema de Estadísticas Agropecuarias Integradas, presentado en esta ocasión , el "Boletín avícola" mensual incluye información estadística sobre el valor total de la producción avícola, la cantidad de huevos fértiles, la posición de las gallinas bebe en la línea de carne y la respuesta de las gallinas ponedoras, así como otros indicadores de la actividad y etapa de las aves.

Enero 2023 - febrero 2024. Avicultura nacional, actividades orientadas a la producción de aves y huevos de gallina, concentradas principalmente en la costa y cerca de los centros de consumo más importantes del país, con papel importante en el valor total de la producción agrícola. Es una economía en crecimiento actividad y los productores enfrentan nuevos desafíos para obtener alimentos originales de origen animal como el pollo y el huevo comerciales. En febrero de este año,

el sector avícola participó con el 26,5% del valor total de la producción agrícola (aves 21,9% y huevos de gallina, 4,6%) y se consolidó como la principal fuente de proteína animal a nivel nacional y regional.

En el caso específico del pollo, se observa cierta caída en la producción nacional en el año 2023; A principios de este año, la oferta de carne de pollo siguió disminuyendo, lo que provocó que las importaciones de pollo aumentaran para garantizar el suministro normal de este producto a los consumidores a pesar del aumento de los precios del mercado. Una situación similar ocurrió en el caso de la producción comercial de huevos, que disminuyó principalmente porque las empresas avícolas orientaron la producción de huevos a reemplazar parcialmente a las gallinas ponedoras.

Figura 1.

Valor bruto de la producción avícola por especie y producción según mes

C1. PERÚ: VALOR BRUTO DE LA PRODUCCIÓN AVÍCOLA POR ESPECIE Y PRODUCTO SEGÚN MES, ENERO 2023 - ENERO 2024.

(Millones de soles a precios constantes del año 2007)

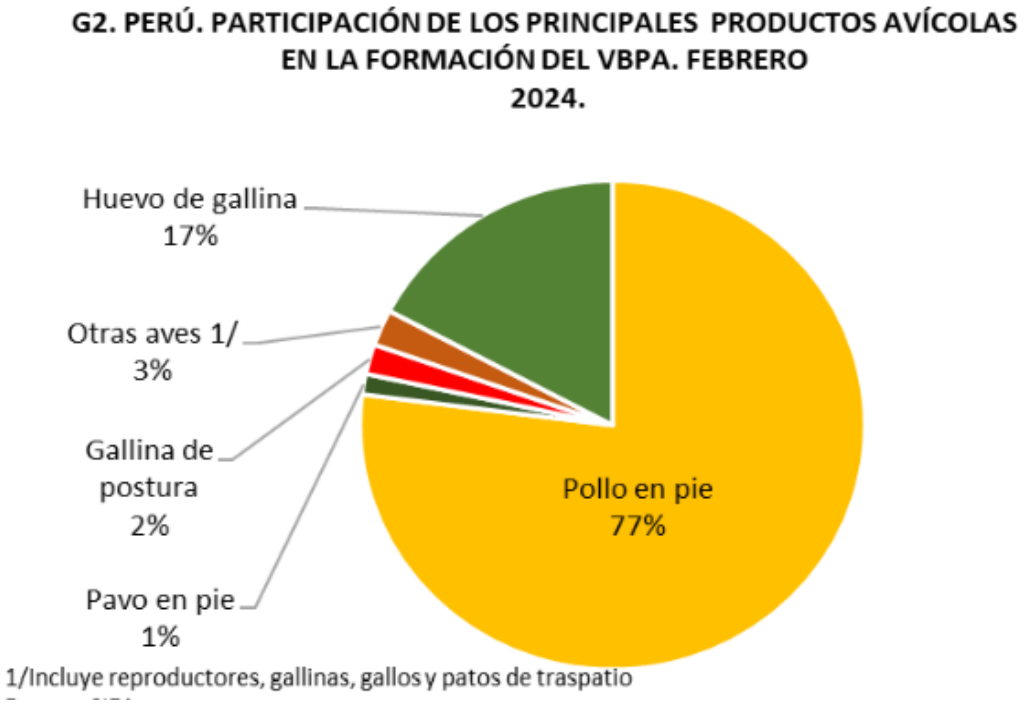
Mes	Avícola [1]			Ave													Huevo de gallina [3]		
				Total ave			Pollo			Gallina postura			Pavo engorde			Otras aves [2]				
	2023 P	2024 P	Var. %	2023 P	2024 P	Var. %	2023 P	2024 P	Var. %	2023 P	2024 P	Var. %	2023 P	2024 P	Var. %	2023 P	2024 P	Var. %	2023 P	2024 P	Var. %
Ene	791.7	779.9	-1.5	662.2	651.8	-1.6	617.7	608.4	-1.5	15.1	14.9	-1.5	12.7	11.8	-6.8	16.7	16.8	0.6	129.5	128.1	-1.1
Feb	724.7			599.3			558.3			13.9			10.3			16.8			125.4		
Mar	767.5			641.0			600.9			14.2			8.2			17.7			126.5		
Abr	817.7			690.3			654.2			13.8			5.9			16.4			127.4		
May	817.6			689.6			654.4			13.1			4.3			17.8			128.0		
Jun	815.7			686.8			645.0			13.8			10.1			17.9			128.9		
Jul	845.1			715.5			668.7			14.3			11.8			20.8			129.6		
Ago	819.3			687.7			644.5			14.5			8.7			20.0			131.6		
Set	816.9			685.7			636.6			15.4			13.3			20.4			131.1		
Oct	832.9			701.6			652.3			16.3			15.4			17.5			131.3		
Nov	802.3			670.2			625.2			15.6			11.3			18.1			132.1		
Dic	849.5			717.1			669.5			15.9			12.4			19.3			132.5		
Ene	791.7	779.9	-1.5	662.2	651.8	-1.6	617.7	608.4	-1.5	15.1	14.9	-1.5	12.7	11.8	-6.8	16.7	16.8	0.6	129.5	128.1	-1.1

Activar Windows

Nota. En la figura 1 se observa los datos generados de manera gradual seleccionada total ave desde mes de enero 2023 hasta enero 2024, Pollo, gallina postura, pavo engorde, huevo de gallina. Fuente SIEA

Figura 2 .

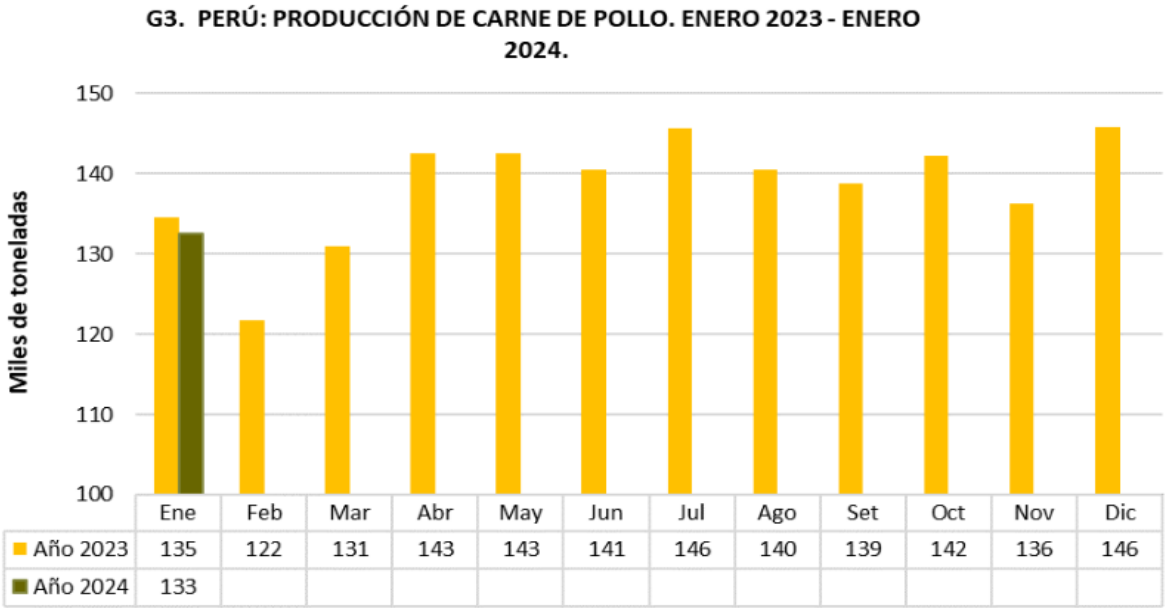
Estadística de porcentaje de participación de los principales productos avícolas



Nota. Se registra el Dato del 77% pollo en pie de estadística con resultado mayoritario, siguiendo huevo de gallina 17%, otras aves 3%, gallina de postura 2% y pavo en pie 1% Fuente SIEA.

Figura 3.

Producción de carne de pollo



Nota. La producción de carne de pollo de enero 2023 la más alta en julio y diciembre con 146 y el inicio de enero 2024 en comparación con 2023 se tiene una baja de 133. Fuente SIEA.

2.2.1.2 Buenas perspectivas para el mercado avícola de cara a 2024

La entidad financiera Rabobank prevé que las aves de corral sean la proteína de más rápido crecimiento en un mercado mundial de proteínas animales. (NAP) El mercado avícola mundial prevé perspectivas "moderadamente positivas" de cara al año 2024, con un crecimiento estimado para el primer trimestre de entre el 1,5 % y el 2 %, según el último informe de Rabobank.

Aunque supone un descenso con respecto a la media anual a largo plazo del 2,5 %, es una señal de recuperación con respecto al 1,1 % de 2023. Añade además el informe que, con los descensos previstos en los mercados de porcino y vacuno, se espera que las aves de corral sean la proteína de más rápido

crecimiento en un mercado mundial de proteínas animales que se prevé que crezca sólo un 0,4 % interanual. La reducción de los costos de los insumos y, por tanto, del precio del pollo, debería contribuir a estimular el consumo de pollo en 2024 y a acelerar el crecimiento del sector.

La mayor parte del crecimiento se espera en el Sudeste Asiático, Oriente Medio y América Latina, pero a niveles inferiores a la media. Los productores tendrán que seguir equilibrando el crecimiento de la oferta con un aumento relativamente lento de la demanda, especialmente en EE.UU., Tailandia, Indonesia y, más recientemente, en China y la UE, que estuvieron luchando contra un exceso de oferta.

Los mercados impulsados por los precios serán un reto permanente para los productores en 2024, ya que la industria seguirá enfrentándose a costes relativamente altos y a una posible volatilidad. Como se espera que el poder adquisitivo de los consumidores se recupere gradualmente, la atención a los precios será menor que en 2023, mientras que mejorará la demanda de productos de mayor valor. Los costos de los alimentos bajarán ligeramente, pero cuestiones geopolíticas mundiales como la guerra de Ucrania, la agitación en Oriente Medio y los riesgos meteorológicos podrían afectar a sus costos, así como a los precios del petróleo y el gas.

El rápido crecimiento del comercio mundial observado en 2022 y principios de 2023 comenzó a ralentizarse. El pollo crudo seguirá creciendo. Sin embargo, se espera que el comercio de carne de ave procesada se mantenga lento en los mercados de servicios de alimentación de los principales países importadores, desafiando a los comerciantes globales de Brasil, Tailandia y China. Pero el mercado se recuperará gradualmente gracias a la mejora del poder adquisitivo de los consumidores.

Figura 4

Aves en proceso de crecimiento

Nota. referencia de los galpones de crianza del proceso de crecimiento y desarrollo. Fuente Food News Latam

2.2.2 Teoría del peso

Una de las tareas más frecuentes en diversas empresas que emplean materias primas es la medición de una masa en una balanza analítica. De hecho, es casi una necesidad realizar algún tipo de operación de pesaje cuando se desarrolla un nuevo producto en su proceso de producción. Pedrozo M. P., & Zambrano, W. (2016)

2.2.3 Balanza

La báscula o también denominada balanza, es un instrumento utilizado para determinar la masa de un objeto o cuerpo. En las instalaciones industriales ya no les resulta rentable utilizar básculas o balanzas domésticas; en consecuencia, las básculas técnicas, cuya finalidad principal es proporcionar el peso real del producto. Los modelos de básculas son muy variados y se adaptan a las necesidades específicas de cada usuario final. Se basan en

mecanismos electrónicos capaces de medir con rapidez y precisión la masa de cualquier objeto. (Chirino y Portugal, 2021).

2.2.3.1 Sistema de pesaje

Dado que las células de carga aportan estabilidad y precisión a los procesos, su desarrollo y la amplia gama de sectores han transformado el campo industrial. Según las aplicaciones estándar, las células de carga se fabrican en varios tipos y modelos destinados a soportar un peso específico. Cuando se aplica una carga, los sensores internos detectan la deformación de la célula y la traducen en una señal eléctrica, normalmente medida en milivoltios, que luego es traducida por un módulo de pesaje especializado. (Toledo, 2017).

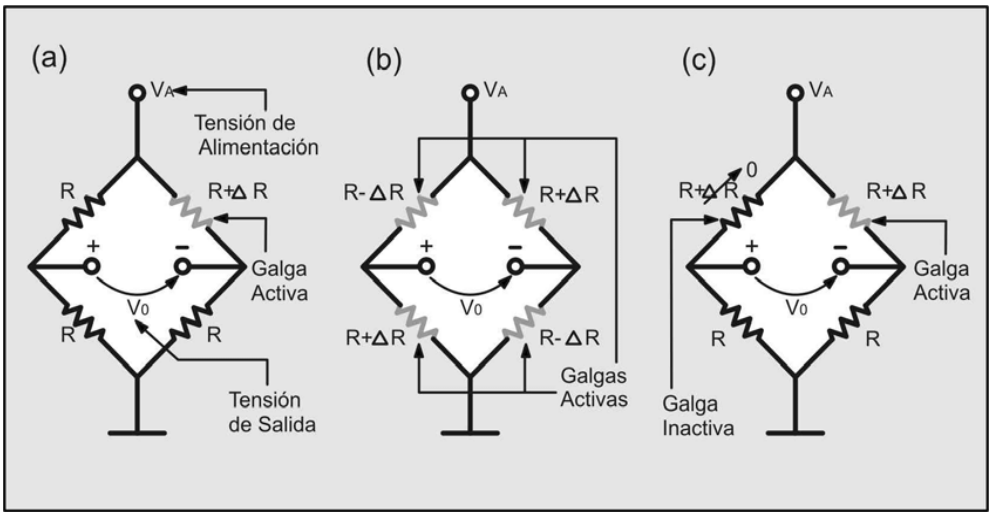
Un módulo de pesaje se compone esencialmente de una célula de carga y del equipo de montaje necesario para fijar la célula de carga a una estructura permanente. También tiene que ser capaz de soportar con seguridad el objeto y suministrar datos de peso precisos.

2.2.3.1.1 Celda de carga

Las celdas de carga es el "puente de Wheatstone". El puente de Wheatstone es un circuito eléctrico utilizado comúnmente en las celdas de carga para medir pequeñas variaciones en la resistencia eléctrica.

Figura 5

Puente de Wheatstone



*N*ota. En la figura 5, se aprecia el sistema interno donde puente de Wheatstone es fundamental en la tecnología de las celdas de carga porque permite convertir la deformación mecánica (debido a la carga) en una señal eléctrica que puede ser interpretada y utilizada para mediciones precisas de fuerza o peso. Es un concepto central en la instrumentación de sistemas de pesaje y control de fuerzas en diversas aplicaciones industriales y científicas. Fuente https://instrumentosdemedicion.org/general/puente-de-wheatstone/

2.2.3.1.1.1 Características

Funcionamiento: El puente de Wheatstone consiste en cuatro resistencias conectadas en forma de un puente, con una fuente de voltaje aplicada a las esquinas del puente. La celda de carga se coloca en una de las ramas del puente, y su resistencia varía con la carga aplicada sobre ella.

Equilibrio: Cuando el puente está en equilibrio (es decir, cuando las tensiones en los nodos del puente son iguales), la diferencia de potencial en el detector (un galvanómetro o un amplificador) es cero. Esto ocurre cuando la resistencia de la celda de carga está en relación con las otras resistencias del puente de acuerdo con la fuerza aplicada.

Medición: La variación en la resistencia de la celda de carga debido a la carga aplicada desequilibra el puente. Esto resulta en una pequeña diferencia de voltaje que puede ser amplificada y medida, proporcionando una indicación precisa de la carga aplicada.

2.2.3.1.2 Rendimiento del sistema de pesaje

La precisión, la resolución y la repetibilidad son tres características clave que deben tenerse en cuenta al evaluar el rendimiento de un sistema de pesaje.

2.2.3.1.2.1 Precisión

Se determina por la proximidad del peso en el indicador al peso real aplicado a la célula de carga, para lo cual se suele utilizar un peso estándar o pesa patrón.

2.2.3.1.2.2 Resolución

La resolución la establece el circuito electrónico del indicador; por ejemplo, el indicador puede mostrar un incremento muy pequeño de 5 gramos; esto no significa que el indicador tenga una precisión de 5 gramos. se define por el cambio mínimo que puede detectar una célula de carga. Se configura en incrementos, que vienen determinados por la capacidad de la célula de carga y del indicador digital.

2.2.3.1.2.3 Repetibilidad

Es la capacidad de la célula de carga para mostrar una lectura de peso constante cada vez que se le aplica el mismo peso. Esta característica es crucial ya que, en algunas aplicaciones, la precisión y la repetibilidad están correlacionadas. La precisión y la repetibilidad de un sistema de pesaje pueden verse afectadas por los siguientes elementos.

- Factores del medio ambiente o zona donde está ubicada: Corriente de viento, humedad, vibración por ruido de motores entre otros.
- Calidad de fabricación de la celda de carga según capacidad y modelo.
- Exceder capacidad máxima de la celda de carga.
- Tipo de diseño o estructura sobre las que se apoya la celda.
- Calibración

2.2.3.2 Características de la balanza

2.2.3.2.1 Veit Electronics Bat 1

Con una resolución de 1 gramo, la BAT1 puede pesar todo tipo de aves, desde pollitos de un día hasta pavos grandes.

Figura 6

Balanza Veit electronics BAT 1

Nota. En la figura 6, se muestra la balanza veit electronics en su maleta con todos los accesorios correspondiente que lo comprende para realizar su operación. Fuente: https://www.veit.cz/es/bascula-manual-para-aves-bat1

2.2.3.2.1.1 Accesorios

Figura 7

Accesorios de la balanza

Nota. Identificamos los accesorios que comprende. Fuente: https://www.veit.cz/es/bascula-manual-para-aves-bat1

1. Balanza
2. Gancho
3. Cargador de corriente
4. Cargador para toma en el automóvil
5. Cable USB
6. Manual.

2.2.3.2.1.2 Alimentación o carga

Figura 8

Alimentación con adaptador de voltaje de 5V DC

Nota. Procedimiento de carga de la batería. Fuente: https://www.veit.cz/es/bascula-manual-para-aves-bat1

- Introduzca el cable USB en la balanza
- Introduzca el cable USB en el cargador
- Conecte el cargador a una Toma de Corriente Alterna Las baterías completamente descargadas se recargan en 3 horas aproximadamente.

2.2.3.2.1.3 Función de operación

- Se suspenda la balanza utilizando una cadena sobre una estructura firme no desviada por resorte. Se coloca el gancho en la balanza y se enciende presionando la tecla **X.**

- El encendido es generado por un pulso de presión efectuado por el dedo con una fuerza mínima.

Figura 9

Balanza Colgada

Nota. En la figura 9 se muestra que la balanza está suspendida para proceder la operación indicando el modo de encendido y apagado del equipo. función importante para guardar energía de la batería y acciones al momento que se va utilizar en campo. Fuente: https://www.veit.cz/es/bascula-manual-para-aves-bat1

- Si la pantalla no muestra el peso en cero, mantenga pulsada por corto tiempo la tecla **X** para poner en cero la balanza. Coloque el ave en el gancho. La función de cero hace que algún peso cargado por la utilidad constante en la operación o defectos de mal peso esta sea borrado y volver en el estado inicial para el correcto funcionamiento de pesadas de las aves.

Figura 10

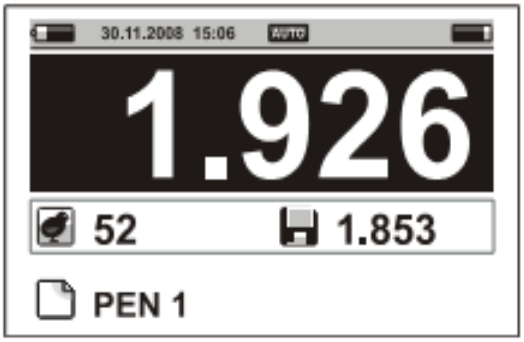
Balanza con ave colgada.

Nota. Indicación si la balanza está cargada en 1 0 2 gramos presionando cero para que no sea contabilizado en procedo de pesaje del ave. Fuente: https://www.veit.cz/es/bascula-manual-para-aves-bat1

- Después de estabilizar la balanza el peso quedará registrado automáticamente. Esto se indicará emitiendo un sonido y mostrando el peso registrado en la pantalla

Figura 11

Registro de peso automático

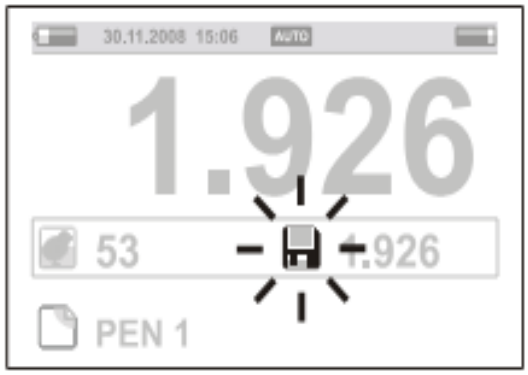


Nota. Cuando el ave deja de moverse y a un tiempo determinado de 4 segundos el equipo registra el peso registra automáticamente donde esto se almacén en la memoria de la balanza. Fuente: https://www.veit.cz/es/bascula-manual-para-aves-bat1

- El icono de guardar titila en la pantalla hasta que el peso sea retirado, y muestra en la pantalla el último peso registrado junto a este icono.

Figura 12

Icono de peso guardado

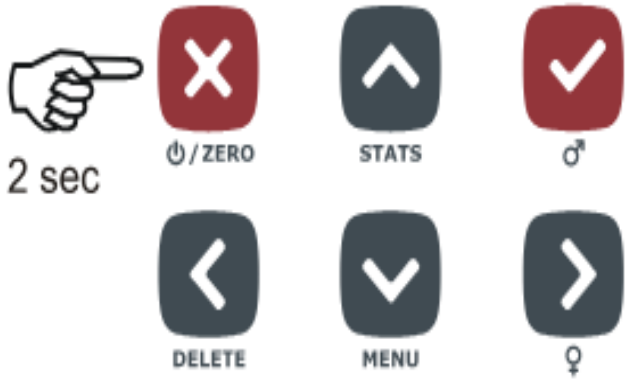


Nota. Alerta de aviso que los pesos se están guardando y contabilizando dependiendo el control del usuario. Fuente: https://www.veit.cz/es/bascula-manual-para-aves-bat1

- Para apagar la balanza mantenga pulsada la tecla **X** por 2 segundos aproximadamente.
  Retire el gancho y guarde la balanza para su próximo uso.

Figura 13

Indicaciones de apagado



Nota. Indicaciones después de la jornada de trabajo luego que este ya se haya generado los pesos según proceso. Fuente: https://www.veit.cz/es/bascula-manual-para-aves-bat1

2.2.4 Raspberry Pi

Raspberry pi es una serie de pequeñas computadoras de placa única (SBC, sus siglas en inglés: Single Board computer) desarrolladas por la Raspberry pi foundation en el Reino Unido. Estas computadoras están diseñadas para ser accesibles y asequibles, con el objetivo principal de promover la enseñanza de la informática y la programación, especialmente en entornos educativos y de bricolaje.

Cada modelo de Raspberry pi consta de una placa de circuito impreso que incluye todos los componentes necesarios para funcionar como una computadora básica, como procesador, memoria RAM, puertos USB, conexión ethernet, entre otros. La Raspberry pi se puede conectar a un monitor, teclado, ratón y otros dispositivos de entrada / salida lo que las convierte en una plataforma versátil para una variedad de proyectos.

Las Rapberry pi se utilizan en una amplia gama de aplicaciones, desde proyectos de aprendizaje y experimentación en programación y electrónica, hasta sistemas de automatización del hogar, servidores web caseros, centros multimedia y muchos más. Su bajo costo y su

comunidad activa de desarrolladores y entusiastas las convierten en una opción popular para proyectos de bricolaje y prototipado rápido.

2.2.4.1 Características

Entre las características comunes de las Raspberry pi se encuentran:

Procesador ARM: Las Raspberry pi utilizan procesadores ARM de bajo consumo de energía, que ofrecen un equilibrio entre rendimiento y eficiencia energética.

Puertos de E/S: Las placas Raspberry pi suelen incluir una variedad de puertos de entrada/salida, como USB, HDMI, Ethernet y pines GPIO (General Purpose Input/Output)que permiten la conexión de componentes electrónicos adicionales.

Conectividad: La mayoría de los modelos de Raspberry pi incluyen capacidades de conexión a internet a través de Ethernet o WI-FI, lo que permite acceder a recursos en línea y conectar la Raspberry Pi a redes locales.

Sistema operativo: Las Raspberry pi pueden ejecutar una variedad de sistemas operativos, siendo Raspbian (basado en Debian) el más común. Sin embargo, también es posible instalar otros sistemas operativos compatibles, como Ubuntu, Windows 10 IoT Core y otros sistemas operativos basado en Linux.

Figura 14

Rapberrypi

Nota. La figura 13, se muestra físicamente los puertos y periféricos del sistema de la tarjeta Rapberrypi. Fuente: *Kurniawan,2016*

2.2.5 Raspberry Pi Pico

La Raspberry Pi Pico es una placa microcontroladora desarrollada y lanzada en enero de 2021. Es una edición notable al catálogo de productos de Raspberry Pi, ya que marca la entrada de la fundación en el mercado de microcontroladores de bajo costo, alto rendimiento con amplia capacidad de programación y conectividad para proyectos de electrónica, robótica y más.

2.2.5.1 Características

Algunas características importantes de Raspberry Pi Pico incluyen:

Microcontrolador RP2040: Está equipada con el microcontrolador RP2040 diseñado por Raspberry Pi. Este microcontrolador de doble núcleo ARM Cortex-M0+funciona a una velocidad de hasta 133 MHZ y tiene capacidades avanzadas de procesamiento y periféricos.

Memoria y almacenamiento: La Pico cuenta con 264 KB de RAM y 2MB de memoria flash incorporado, lo que proporciona suficiente espacio para almacenar programas y datos.

Conectividad GPIO: La placa tiene 26 pines GPIO (General Purpuse Input/Output) que pueden ser programados para interactuar con una amplia variedad de dispositivos y componentes electrónicos externos.

Entradas/ Salidas analógicas y digitales: Además de los pines GPIO , la Pico también ofrece entradas y salidas analógicas y digitales para la conexión de sensores y actuadores.

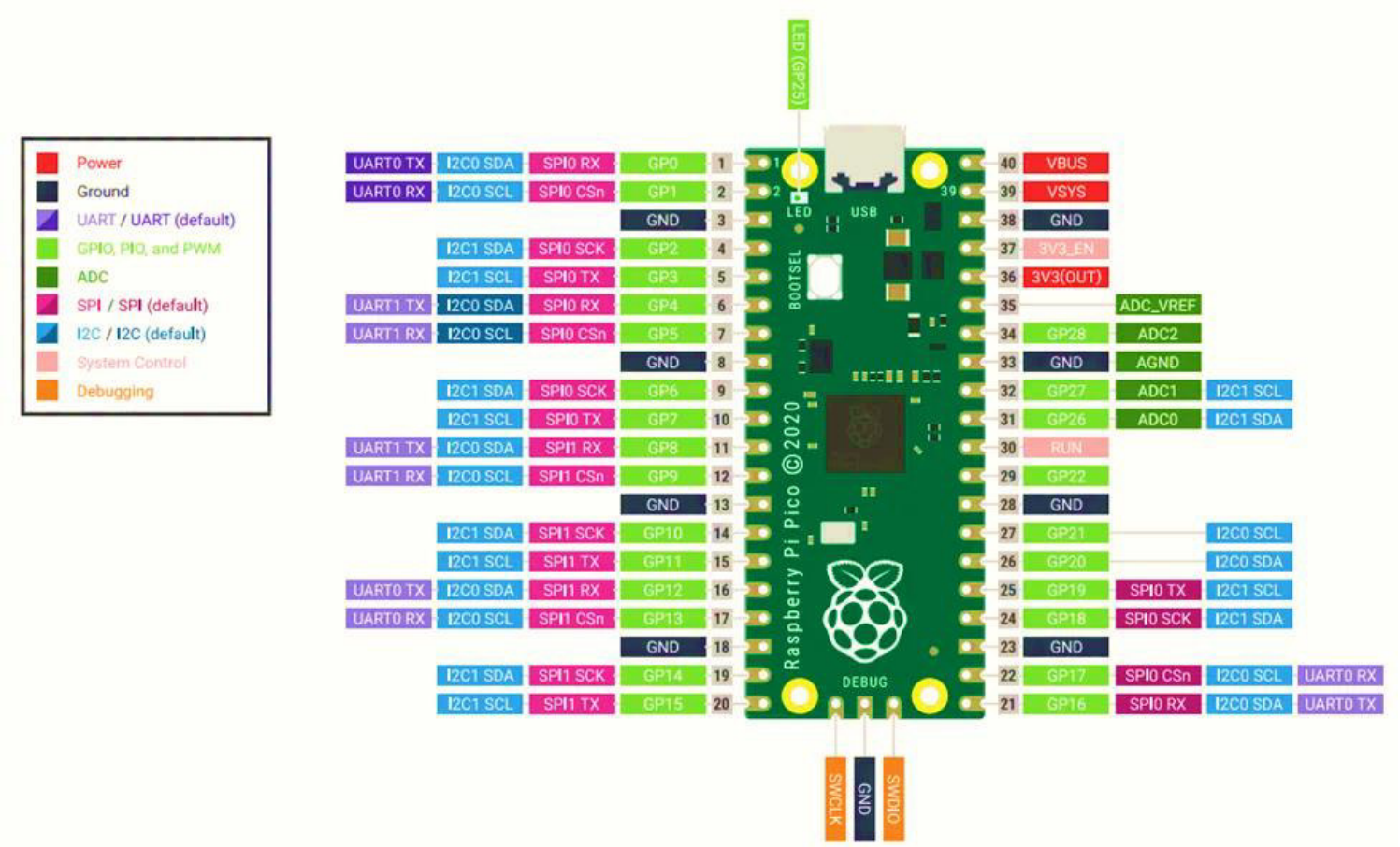
Interfaces de comunicación: Incluye interfaces de comunicación como SPI, I2C, UART y USB, lo que permite la conexión con a una serie de dispositivos externos y la comunicación con los sistemas.

Programación: La Pico se puede programar en varios lenguajes, incluyendo MicroPython , C y C++ , utilizando el entorno de desarrollo

integrado (IDE) oficial de Raspberry Pi , asi como otros entornos de desarrollos populares como Thonny VS Code y Arduino IDE.

Figura 15

Extender con el rodillo frambuesa Raspberry pi pico



Nota. Diagrama o esquema de las salidas de los periféricos que pueden ser conectados con otros dispositivos electrónicos. Fuente: raspberrypi.com

2.2.6 Raspberry Pi Pico W

La Rasberry pi pico w es una variante del Raspberry Pi Pico, una placa microcontroladora. La edición “w” en el nombre indica que esta versión incluye conectividad inalámbrica, específicamente Wi-Fi , lo que hace aún más versátil para una variedad de aplicaciones en diversos proyectos de electrónica ,robótica , IoT (internet de las cosas y más).

2.2.6.1 Características

La Raspberry Pi Pico W comparte muchas características con Raspberry Pi Pico estándar, incluyendo:

Microcontrolador RP2040: Ambas versiones están basadas en el mismo microcontrolador RP2040 diseñado por Raspberry Pi, que ofrece un rendimiento potente y eficiente.

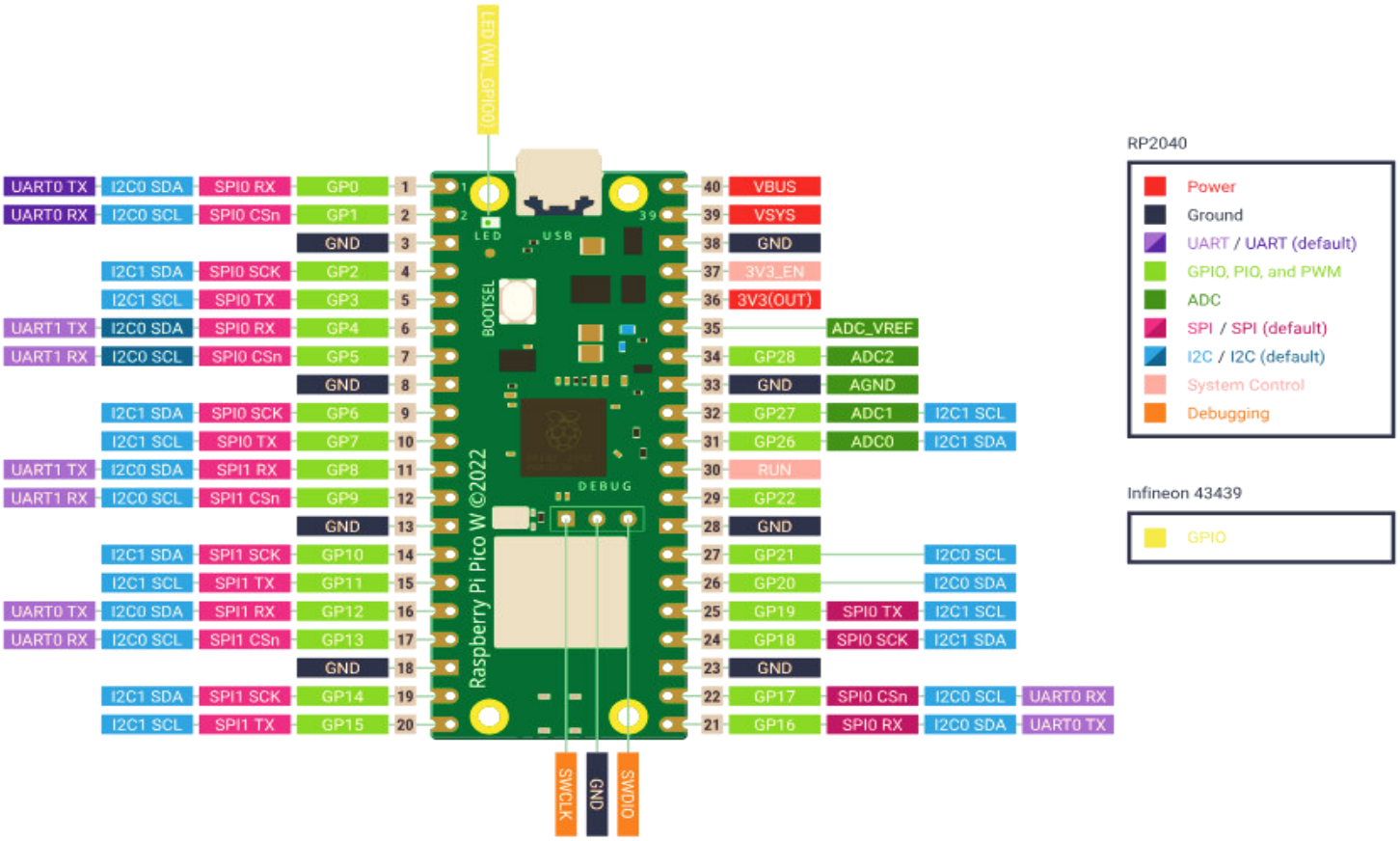
Conectividad GPIO: Ambas placas ofrecen pines GPIO que permiten la conexión de una variedad de componentes electrónicos y sensores.

Memoria RAM y almacenamiento: La Raspberry Pi Pico W tiene la misma cantidad de memoria RAM y almacenamiento flash que la versión estándar, lo que proporciona suficiente capacidad para ejecutar programas y almacenar datos.

Puertos y conectores: La disposición de los puertos y conectores es similar en ambas placas, lo que facilita la conexión de periféricos y accesorios

Figura 16.

Extender con el rodillo Frambuesa Pi Pico W



Nota. Diagrama o esquema de las salidas de los periféricos que pueden ser conectados con otros dispositivos electrónicos. Fuente: raspberrypi.com

2.2.7 Arduino

Arduino es una plataforma de prototipos electrónicos de código abierto, tanto en hardware como en software, caracterizada por su flexibilidad y facilidad de uso. Está diseñada para ser utilizada por artistas, diseñadores, entusiastas y cualquiera que desee crear objetos o entornos interactivos. Arduino puede detectar el entorno mediante la recepción de datos de diversos sensores y puede influir en su entorno controlando luces, motores y otros dispositivos. La programación del microcontrolador se realiza utilizando el lenguaje de programación Arduino (basado en Wiring) y el entorno de desarrollo

Arduino (basado en Processing). Los proyectos Arduino pueden operar de forma autónoma o interactuar con software ejecutándose en computadoras, como Flash, Processing o MaxMSP. Las placas Arduino pueden ser ensambladas manualmente o adquirirse preensambladas, y el software asociado puede descargarse de forma gratuita. Los diseños de hardware, disponibles bajo licencia de código abierto, permiten que sean adaptados según las necesidades individuales. En 2006, Arduino recibió un reconocimiento especial en la sección de Comunidades Digitales del Premio Ars Electrónica.

2.2.7.1 Las características principales

Procesador: Suelen estar equipados con microcontroladores de la familia AVR de Atmel (ahora parte de Microchip) o con microcontroladores ARM de 32 bits. Por ejemplo, el Arduino Uno utiliza un microcontrolador ATmega328P.

Memoria: Tienen memoria flash para almacenar el programa (código) y memoria RAM para almacenar datos variables durante la ejecución del programa. La cantidad de memoria puede variar dependiendo del modelo específico de Arduino.

E/S Digitales: Proporcionan pines que pueden ser configurados como entradas o salidas digitales para interactuar con componentes electrónicos como LED, botones, relés, etc.

E/S Analógicas: Algunos modelos tienen pines que pueden leer señales analógicas, permitiendo la conexión de sensores como sensores de temperatura, luz, y otros que emiten señales analógicas.

Conectividad: Dependiendo del modelo, pueden incluir diferentes opciones de conectividad como USB (para programación y comunicación serie), Ethernet, Wi-Fi y Bluetooth a través de módulos adicionales.

Velocidad de Reloj: Especifica la velocidad a la que el microcontrolador ejecuta las instrucciones. Por ejemplo, el ATmega328P del Arduino Uno funciona a 16 MHz.

Alimentación: Pueden ser alimentados a través de un puerto USB, una fuente de alimentación externa o baterías, dependiendo del modelo y de los requisitos del proyecto.

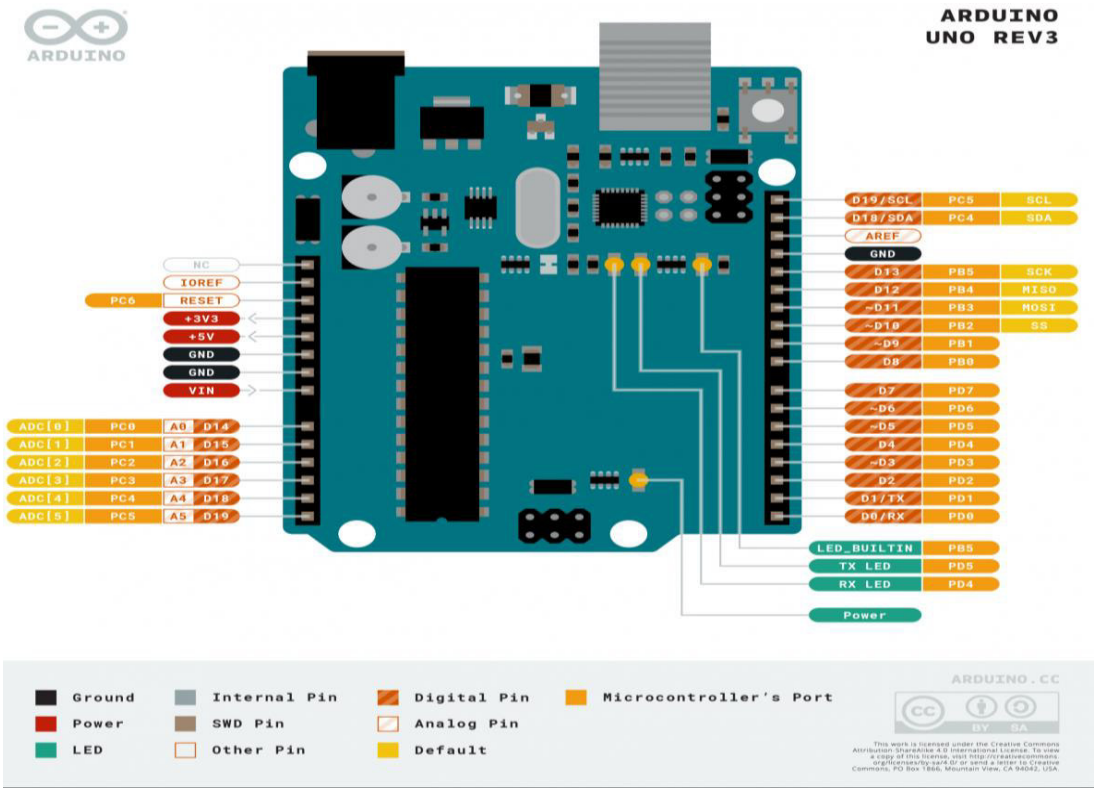
Entorno de Desarrollo: Utilizan un entorno de desarrollo integrado (IDE) que es gratuito y de código abierto. Este IDE facilita la escritura, compilación y carga de programas en el microcontrolador.

Compatibilidad y Expansión: Son compatibles con una amplia variedad de shields y módulos adicionales que permiten ampliar sus capacidades, añadiendo funcionalidades como GPS, pantallas LCD, control de motores, etc.

Facilidad de Uso: Diseñados para ser accesibles incluso para principiantes en electrónica y programación, con una curva de aprendizaje relativamente baja en comparación con otros microcontroladores más avanzados.

Figura 17

Definición de pines y esquema del Arduino



Nota. Esta imagen permite visualizar de manera rápida la función de cada uno de los pines. Es un esquema muy útil y práctico para el desarrollo de proyectos. Fuente:https://lab.bricogeek.com/tutorial/guia-de-modelos-arduino-y-sus-caracteristicas/arduino-uno

2.2.8 Microcontrolador ESP32

El ESP32 es un microcontrolador avanzado desarrollado por Espressif Systems, reconocido por su combinación de rendimiento robusto y coste accesible. Es especialmente adecuado para diversas aplicaciones en el campo del Internet de las Cosas (IoT).

2.2.8.1 Características destacadas del ESP32

Arquitectura y Procesamiento:

- Utiliza un procesador Xtensa LX6 de doble núcleo a 32 bits, capaz de operar hasta 240 MHz.
- Dispone de memoria RAM integrada, lo que facilita la ejecución de aplicaciones complejas.

Conectividad:

- Soporta Wi-Fi 802.11 b/g/n/e/i para conexión inalámbrica.
- También incluye soporte para Bluetooth v4.2 y Bluetooth Low Energy (BLE), lo que amplía sus capacidades de conectividad.

Interfaces y Periféricos:

- Posee una amplia variedad de interfaces como UART, SPI, I2C, I2S, PWM, ADC, DAC, etc., lo que facilita la comunicación con otros dispositivos y sensores.
- Integración de periféricos como sensores de temperatura, acelerómetros, y más.

Seguridad:

- Incluye mecanismos de seguridad como criptografía avanzada (AES, RSA, etc.) para proteger la comunicación y los datos.

Consumo de Energía:

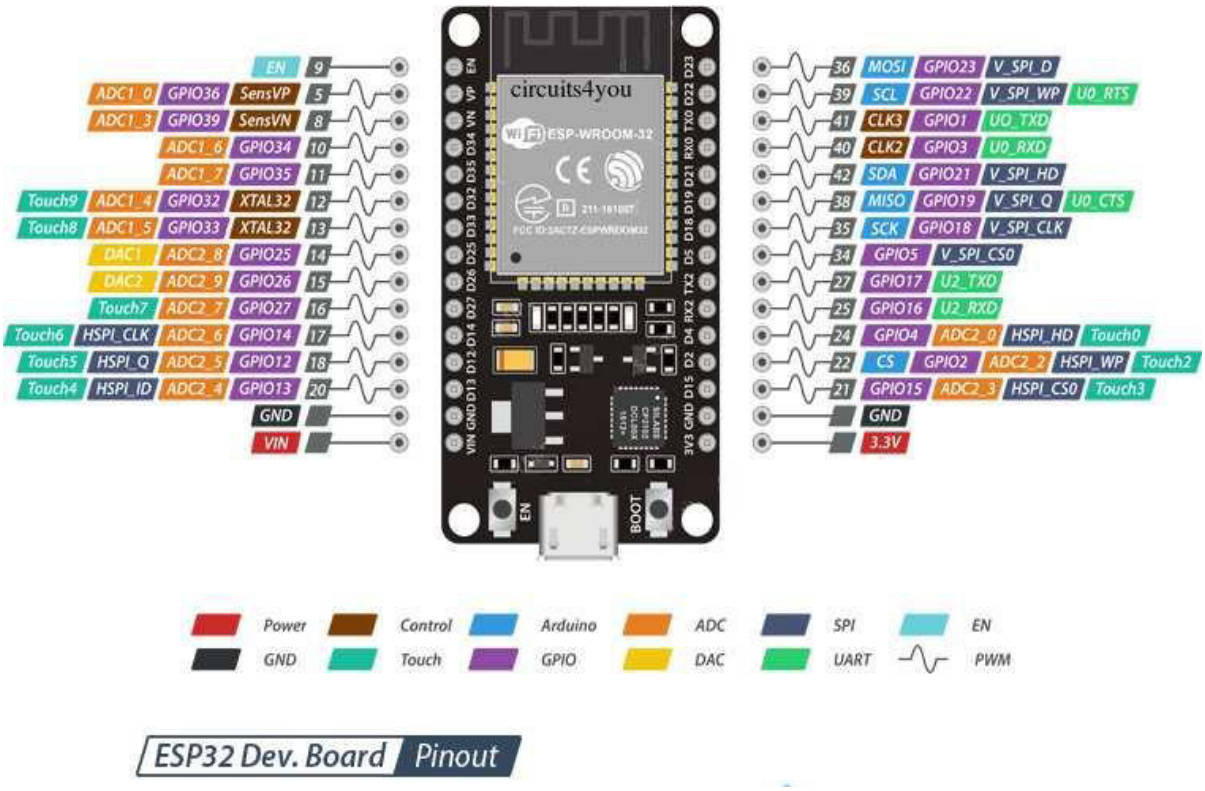
- Tiene modos de bajo consumo que lo hacen ideal para dispositivos alimentados por batería.

Desarrollo y Programación:

- Es compatible con el entorno de desarrollo Arduino IDE, lo que simplifica su programación y permite acceder a una amplia comunidad de desarrolladores. También se puede programar utilizando el framework ESP-IDF de Espressif, que proporciona un control más bajo nivel y acceso directo al hardware

Figura 18

Diagrama de microcontrolador ESP32



Nota. En mención, en la figura 18, la versatilidad de la placa es muy beneficiosa, pero también implica la necesidad de ser selectivos al asignar funciones a cada pin. Esto se debe a que, aunque el microcontrolador ofrece numerosos pines de conexión, algunos de ellos están diseñados para actividades que son mutuamente excluyentes. Esto significa que no se pueden llevar a cabo ciertas funciones simultáneamente debido al uso compartido de recursos internos. Por ejemplo, más adelante veremos que no es posible utilizar ciertos pines como entradas analógicas mientras se emplea la comunicación Wifi. Fuente: https://naylampmechatronics.com/espressif-esp/384-nodemcu-32-30-pin-esp32-wifi-micro-usb.html

2.2.8.2 Aplicaciones comunes

- **IoT:** Control y monitoreo de dispositivos inteligentes.
- **Automatización del hogar:** Gestión de luces, sensores de temperatura, y sistemas de seguridad.
- **Wearables:** Dispositivos portátiles con requerimientos de conectividad y bajo consumo.
- **Electrónica de consumo:** Control remoto, juguetes inteligentes, entre otros.
- **Proyectos educativos:** Facilita la enseñanza práctica de programación y electrónica.

Figura 19.

Estructura de proyecto ESP32

Nota. En la figura 19, se muestra el desarrollo de un proyecto utilizando el ESP32 para manejar una lámpara a través de conexión WiFi. La implementación es bastante directa: configura el ESP32 en modo soft-AP o STA para que pueda mostrar una página web indicando si la lámpara está "encendida" o "apagada". Cuando un usuario activa el interruptor en la página web, el ESP32 recibirá una solicitud HTTP. En respuesta, ajustará el estado de la lámpara según corresponda y enviará una confirmación de vuelta al navegador. Fuente: last minute engineers.

2.2.9 Bases de Datos

Las bases de datos son tipos de sistemas de almacenamiento de información organizados que permiten recuperar y manipular datos eficientemente. Fundamentalmente, una base de datos es una colección de información relacionada entre sí y organizada en tablas, o entidades, que comprenden filas y columnas. La información almacenada puede ser consultada, actualizada y eliminada mediante consultas que utilizan un lenguaje de consulta, como SQL. Las bases de datos son fundamentales en varios campos de la informática y otros sistemas de software empresarial. Se pueden usar para almacenar y organizar datos cuando se consulta y recupera. Desde algo tan simple como una lista de contactos hasta un sistema empresarial. Las bases de datos tienen una serie de ventajas que son significativas tanto para el individuo como para las organizaciones. Algunos de los más importantes incluyen los siguientes:

Organización de datos: las bases de datos proporcionan una estructura ordenada y altamente organizada en la que se puede almacenar y recuperar la gran cantidad de información de manera eficiente. Esto hace que la búsqueda, recuperación y manipulación de datos sea sencilla.

Acceso rápido: gracias a los índices y algoritmos de búsqueda eficientes, es posible acceder a la información tan rápido como sea necesario. Esto es fundamental para muchos entornos de tiempo real, y es esencial para la toma de decisiones de ritmo rápido.

Integridad de los datos: muchas bases de datos incluyen mecanismos que garantizan la integridad de los datos almacenados en ella. Esto suele lograrse mediante la creación de una manera de proporcionar restricciones de clave inversa y primaria mantener.

Seguridad de los datos: Las bases de datos pueden implementar

sistemas de seguridad robustos para proteger la información confidencial, como el cifrado de datos, la autenticación de usuarios y el control de registro.

Conservación de espacio: Mediante técnicas de comprensión y optimización de almacenamiento, las bases de datos pueden reducir el espacio necesario para almacenar datos, lo que ahorra costos de almacenamiento y mejora el rendimiento.

Facilidad de mantenimiento: Las bases de datos permiten realizar tareas de mantenimientos, como copias de seguridad, recuperación de desastres y actualizaciones de software, de manera más eficiente y con menor riesgo de pérdida de datos.

Escalabilidad: Las bases de datos están diseñadas para escalar vertical u horizontalmente según las necesidades del negocio, lo que permite manejar crecimientos en el volumen de datos o en el número de usuarios sin sacrificar el rendimiento.

2.2.9.1 Bases de datos NoSQL

2.2.9.1.1 MongoDB

Es un sistema de gestión de bases de datos NoSQL (Not Only SQL) que se caracteriza por su flexibilidad y capacidad de almacenar datos en documentos flexibles similares a JSON , en lugares de en tablas y filas como las bases de datos relacionales tradicionales. alguna característica que lo contempla:

- Modelo de datos flexible
- Escalabilidades horizontales
- Alto rendimiento
- Consulta potente y flexible
- Replicación y tolerancia a fallos
- Admite transacciones ACID
- Alta comunidad y soporte.

2.2.9.1.2 Cassandra

Cassandra es un sistema de gestión de bases de datos NoSQL distribuido y altamente escalable que se diseñó originalmente para abordar los desafíos de almacenar y recuperar grandes volúmenes de datos distribuidos de manera eficiente y con alta disponibilidad. Aquí hay algunas características clave:

- Diseño distribuido
- Alta disponibilidad
- Modelo de datos flexible
- Estructuras rápidas y eficientes
- Consulta flexible con CQL
- Estabilidad lineal
- Transacciones distribuidas
- Amplia adopción en caso de usos

2.2.9.1.3 Redis

Redis es un sistema de almacenamiento de datos en memoria de código abierto, que se utiliza como base de datos, cache y agente de mensajes. Es conocido por su alto rendimiento, su capacidad de manejar estructuras de datos complejas y su amplio conjunto de características.

Alguna característica:

- Almacenamiento de memoria
- Estructuras de datos flexibles
- Persistencia opcional
- Operaciones atómicas
- Clustering y alta disponibilidad
- Pub/ sub y streams
- Extensibilidad

2.2.10 Python

Python es un lenguaje de programación de alto nivel, interpretado y de propósito general. Es conocido por su sintaxis clara y legible. Python es ampliamente utilizado en una variedad de campos, incluyendo desarrollo web, análisis de datos, inteligencia artificial, aprendizaje automático, ciencia de datos, automatización de tareas y mucho más. Es un lenguaje versátil que cuenta con una amplia gama de bibliotecas y herramientas que facilitan el desarrollo de aplicaciones en diversos ámbitos.

Figura 20

Logo del programa Python

Nota. La figura 20, es una identificación instantánea que permanece intacto hasta la fecha de su creación. Es muy emblemático que representa una visualización de dos de serpientes de dos colores, que se basó en los antiguos mayas. Representa una serpiente pitón con una cola acortada y una cabeza grande. Fuente: https://www.pngegg.com/es/png-dierd#google_vignette

2.2.10.1 Características

Phyton tiene varias características distintivas que lo hacen popular entre los desarrolladores, aquí hay algunas de las características más destacadas:

Sintaxis clara y legible: Phyton se destaca por su sintaxis simple y fácil de leer, lo que facilita la escritura y comprensión de código. Esto lo hace ideal para principiantes y fomenta una mejor legibilidad del código entre equipos de desarrolladores.

Interpretado y de alto nivel: Phyton es un lenguaje interpretado, lo que significa que el código se ejecuta línea por línea en tiempo de ejecución. Esto simplifica el progreso de desarrollo al eliminar la necesidad de compilación manual. Además, al ser un lenguaje de alto nivel, Phyton se centra en la productividad del desarrollador.

Multiplataforma: Phyton es compatible con múltiples plataformas lo que significa que puede ejecutarse en diversos sistemas operativos como Windows, macOS y Linux sin necesidad de cambios significativos en el código.

Tipado dinámico y fuertemente tipado: Phyton es un lenguaje de tipado dinámico, lo que significa que las variables no están asociadas a tipos específicos durante la declaración, sino que pueden tomar cualquier tipo de datos. Sin embargo, Phyton es también un lenguaje fuertemente tipado, lo que interpreta que no accede a operaciones entre tipos de datos incompatibles sin conversiones explicitas.

Amplia biblioteca estándar: Python cuenta con una amplia biblioteca estándar que ofrece que brinda una amplia gama de módulos y funciones para realizar tareas, desde manipulación de archivos hasta desarrollo web, análisis de datos, creación de interfaces graficas de usuario, entre otros.

Soporte para programación orientada a objetos: Phyton es un lenguaje multiparadigma que admite tanto programación

imperativa como orientada a objetos. Permite la definición de clases y objetos, encapsulados, herencia y polimorfismo, lo que facilita la escritura de código modular y reutilizable.

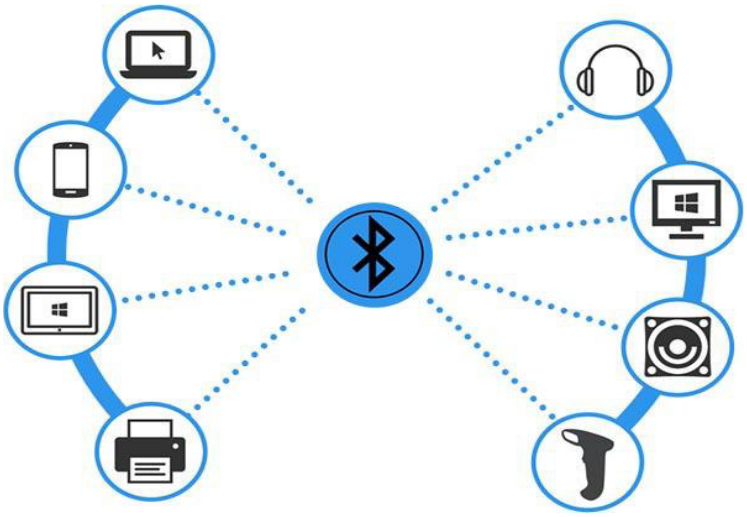
Comunidad activa y amplia adopción: Phyton cuenta una gran comunidad de desarrolladores en todo el mundo, lo que se traduce en abundante documentación, tutoriales. bibliotecas de terceros y soporte en línea. Esta comunidad activa contribuye al continuo crecimiento y desarrollo del lenguaje.

2.2.11 Tecnología Bluetooth

Bluetooth es una tecnología de comunicación inalámbrica que permite la transferencia de datos entre dispositivos electrónicos que se encuentran en proximidad cercana, generalmente dentro de unos metros. Fue desarrollada para reemplazar cables y conexiones físicas entre dispositivos, permitiendo una conexión más conveniente y sin problemas entre diferentes dispositivos, como teléfonos móviles, auriculares, altavoces, computadoras, impresoras y más. Bluetooth se utiliza ampliamente en una variedad de aplicaciones, desde la transmisión de música hasta la transferencia de archivos y la conectividad de dispositivos portátiles.

Figura 21

Bluetooth conectada a diferentes dispositivos electrónicos



Nota. El rango establecido de la banda de enlace en radiofrecuencia es 2.4 GHz de las cuales los dispositivos pueden comunicarse entre sí dentro de la cobertura. Fuente: https://www.gotoiot.com/pages/articles/bluetooth_intro/content.html.

2.2.11.1 Pila de Protocolos

La pila de protocolos Bluetooth consta de varias capas, cada una con su función específica. Las capas principales de la pila de protocolos Bluetooth son:

- **Capa Física (Physical Layer):**
  Esta capa define las especificaciones físicas para la transmisión de datos a través del aire, como la frecuencia, la modulación y la potencia de la señal.

- **Capa de Enlace (Link Layer):**
  La capa de enlace maneja la conexión y la desconexión entre dispositivos Bluetooth, así como la transmisión de datos a través de la conexión establecida.

  También maneja la corrección de errores y la detección de errores durante la transmisión de datos.

- **Capa de Control de Acceso al Medio (Media Access Control - MAC Layer):**
  Esta capa controla el acceso al medio de transmisión para evitar colisiones de datos entre dispositivos Bluetooth en el mismo rango.

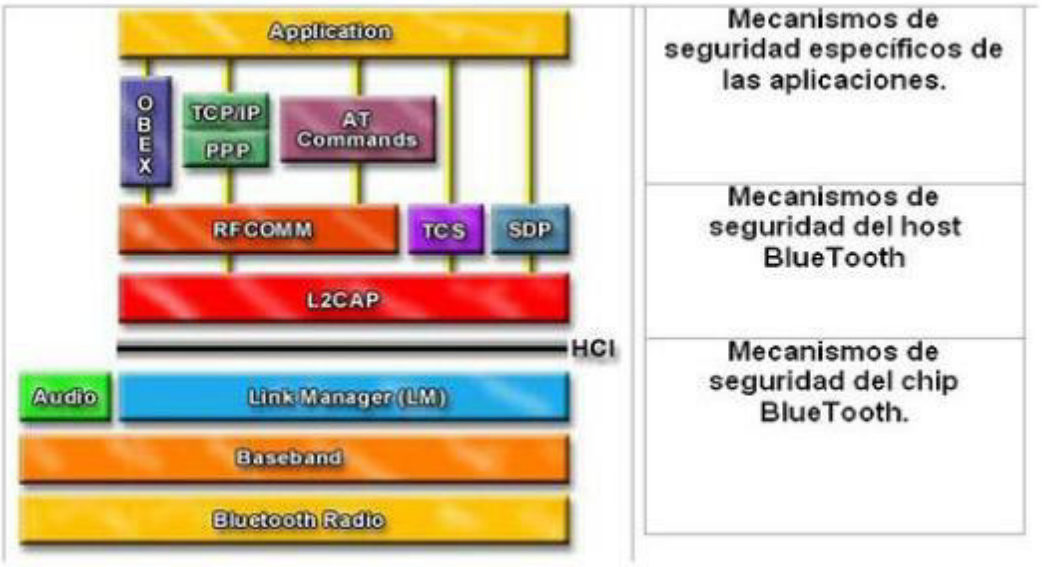
- **Capa de Lógica de Enlace y Control (Link Manager Protocol - LMP):**
  Esta capa gestiona el establecimiento y el mantenimiento de la conexión Bluetooth, así como la autenticación y el cifrado de datos.

- **Capa de Control de Host (Host Controller Interface - HCI):** Esta capa proporciona una interfaz entre la pila de protocolos Bluetooth y el hardware del dispositivo, permitiendo que el software del dispositivo controle la funcionalidad Bluetooth.

- **Capa de Aplicación (Application Layer):** En esta capa se encuentran los perfiles Bluetooth, que definen cómo los dispositivos Bluetooth utilizan la tecnología para realizar funciones específicas, como manos libres, transferencia de archivos, audio, etc.

Figura 22

Pila de protocolos Bluetooth.



Nota. En la figura 22, la pila completa incluye tanto protocolos específicos de Bluetooth, como LM (Link Manager) y L2CAP (Logical Link Control Adaption Protocol), así como protocolos no específicos de Bluetooth como OBEX (Objects Exchange Protocol), UDP (User Datagram Protocol), TCP, IP, entre otros. Al diseñar la torre de protocolos, el principal objetivo ha sido maximizar la reutilización de protocolos existentes en las capas superiores para diversos propósitos. Fuente: http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/229/5/A5.pdf

2.2.11.2 Tipos

Bluetooth ha evolucionado a lo largo de los años, y diferentes versiones y perfiles han sido desarrollados para adaptarse a diversas aplicaciones y requisitos de rendimiento. Aquí hay algunos tipos importantes de Bluetooth:

- **Bluetooth Clásico (Basic Rate/Enhanced Data Rate - BR/EDR):**
  Este es el tipo original de Bluetooth, diseñado principalmente para la transferencia de datos a corta distancia.
  Utilizado en dispositivos como auriculares inalámbricos, teclados, ratones y dispositivos de manos libres para automóviles.

- **Bluetooth de Baja Energía (Bluetooth Low Energy - BLE Bluetooth Smart):**
  Diseñado para aplicaciones que requieren un bajo consumo de energía y pueden funcionar con baterías pequeñas durante períodos prolongados.
  Ampliamente utilizado en dispositivos portátiles como rastreadores de actividad, monitores de salud, sensores de temperatura, etc.

- **Bluetooth de Alta Velocidad (Bluetooth High Speed):**
  Introducido en la versión Bluetooth 3.0 y posterior, proporciona velocidades de transferencia de datos más rápidas.
  Especialmente útil para transferir archivos grandes, como videos y fotos, entre dispositivos.

- **Bluetooth Mesh:**
  Introducido en Bluetooth 4.0, permite la creación de redes de dispositivos Bluetooth que pueden cubrir áreas más grandes y comunicarse de manera más eficiente.

Ideal para aplicaciones de iluminación inteligente, automatización del hogar y control de edificios.

- **Bluetooth de Largo Alcance (Bluetooth Long Range):**
  Introducido en Bluetooth 5.0, ofrece un alcance significativamente mayor en comparación con las versiones anteriores.
  Útil en aplicaciones que requieren comunicación a larga distancia, como dispositivos IoT en exteriores.

- **Bluetooth de Audio de Alta Calidad (Bluetooth Audio Codec - aptX, LDAC, AAC):**
  Diferentes codecs de audio Bluetooth diseñados para proporcionar una calidad de audio mejorada y una experiencia de escucha más inmersiva.
  Utilizado en dispositivos como auriculares inalámbricos, altavoces y sistemas de audio para automóviles.

2.2.12 Wifi

Wifi es una tecnología que permite conectarse de forma inalámbrica a redes de área local e Internet (LAN). Dentro de una región designada, conocida como "hotspot" o punto de acceso, utiliza ondas de radio para transportar datos entre dispositivos, incluidos ordenadores portátiles, teléfonos inteligentes, tabletas y otros aparatos con Wifi.

La norma 802.11, entre otras establecidas por el IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos), constituye la base de la tecnología Wifi. Al definir los requisitos tecnológicos de la comunicación inalámbrica, estas normas permiten una comunicación eficaz entre dispositivos compatibles.

Wifi ha cambiado por completo nuestra forma de interactuar y conectarnos a Internet porque elimina la necesidad de cables, nos da flexibilidad y facilidad a la hora de utilizar dispositivos móviles y configurar.

Figura 23

Wifi interconectado en una serie de dispositivos electrónicos.

Nota. El Wifi ha cambiado por completo nuestra forma de conectarnos a Internet y comunicarnos, ya que elimina la necesidad de cables y nos da más libertad y comodidad a la hora de configurar redes domésticas y empresariales. Fuente: https://jasnet.in/blog/the-significant-impact-of-wi-fi-on-our-life/

2.2.12.1 Estándares

En el contexto de WiFi, los estándares se refieren a las directrices técnicas creadas por asociaciones como el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) para garantizar la funcionalidad y compatibilidad de redes y dispositivos inalámbricos. La familia de protocolos IEEE 802.11 es la más comúnmente vinculada a WiFi.

Tabla 1

Estándares 802.11 de como a evolucionando a través del tiempo

Estándar	Fecha de lanzamiento	Frecuencia	Velocidad máxima	Características Principales
802.11a	1999	5 GHz	54 Mbps	Mayor ancho de banda, menos interferencia que en 2.4 GHZ
802.11b	1999	2.4 GHz	11 Mbps	Ampliamente adoptado, compatible con versiones posteriores
802.11g	2003	2.4 GHz	54 Mbps	Mayor velocidad que 802.11b. Compatible con 802.11b
802.11n	2009	2.4 GHz / 5 GHz	600 Mbps	Mayor alcance y velocidad que 802.11g, utiliza MIMO
802.11ac	2013	5 GHz	Varios Gbps	Utiliza tecnología avanzadas como MU-MIMO, mayor velocidad
802.11ax	2019	2.4 GHz / 5 GHz	Varios Gbps	Mayor eficiencia espectral, capacidad y rendimiento mejorados

Nota. Grupo 802.11. Cada uno de ellos ha contribuido con un avance en la tecnología Wifi al aportar mejoras en términos de velocidad, capacidad, eficiencia y alcance.

2.2.13 MIT APP inventor

MIT App Inventor es una plataforma de desarrollo de aplicaciones móviles que democratiza el proceso de creación de software para dispositivos Android. Utilizando una interfaz intuitiva de arrastrar y soltar, permite a los desarrolladores, independientemente de su experiencia en programación convencional, diseñar interfaces de usuario y definir la lógica de sus aplicaciones mediante un lenguaje visual basado en bloques.

2.2.13.1 Características

- **Interfaz Visual y Bloques de Programación:** En lugar de codificar manualmente, los usuarios conectan bloques que representan acciones, eventos y condiciones para definir el comportamiento de la aplicación. Este enfoque simplificado facilita la creación rápida de aplicaciones complejas sin necesidad de conocimientos profundos de programación.

- **Pruebas en Tiempo Real:** Los desarrolladores pueden verificar y depurar sus aplicaciones instantáneamente en dispositivos reales o emuladores, lo que acelera el ciclo de desarrollo y mejora la precisión del producto final.

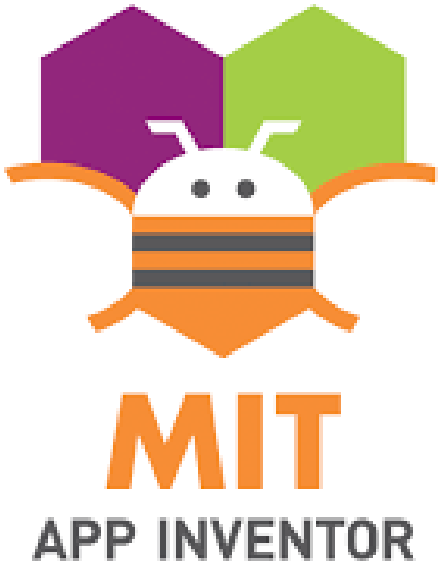
- **Amplia Biblioteca de Componentes:** MIT App Inventor ofrece una biblioteca extensa de componentes predefinidos que abarcan desde elementos básicos como botones y cajas de texto hasta funciones avanzadas como la integración de sensores y bases de datos.

- **Accesibilidad y Educación:** Diseñado originalmente para propósitos educativos, MIT App Inventor fomenta el aprendizaje práctico de la programación y el desarrollo de habilidades en tecnología móvil entre estudiantes y principiantes.

- **Comunidad y Soporte:** Respaldado por una comunidad activa de usuarios y desarrolladores, el entorno ofrece recursos, tutoriales y foros de discusión que facilitan el intercambio de conocimientos y la resolución de problemas.

Figura 24

Logo del MIT APP INVENTOR



Nota. Logo de MIT APP INVENTOR representando por los desarrolladores una abeja. Fuente: https://appinventor.mit.edu/explore/ai2/beginner-videos.

2.2.14 Sistema Android

El sistema operativo Android es un sistema operativo utilizado en dispositivos móviles como teléfonos inteligentes y tabletas. El sistema operativo Android fue desarrollado por Google y actualmente es el sistema operativo móvil más utilizado en el mundo. Android es un sistema operativo basado en Linux que se utiliza para administrar recursos de hardware, como teléfonos móviles, teléfonos inteligentes y tabletas. Android puede ser utilizado por varios dispositivos móviles por parte de los desarrolladores para crear sus propias aplicaciones porque Android es una plataforma abierta (Open Source), para dispositivos móviles y un proyecto de código abierto compatible y liderado por Google. De esta forma, Android pretende evitar puntos centrales de fallo en la industria.

Figura 25

Logotipo de Android

Nota. La artista gráfica de Google Irina Blok diseñó el primer logotipo, que debutó en 2007. Irina creó el logotipo con sus colegas utilizando un marco de código abierto para que cualquiera pudiera modificarlo. En cuanto a la génesis del logotipo, existen numerosas ideas. Fuente: freepnglogos, 2019

2.2.15 Hoja de calculo

Una hoja de cálculo es un tipo de software que permite gestionar, trabajar y examinar datos tabulares. Es una herramienta que se utiliza con frecuencia para organizar información, realizar análisis estadísticos, hacer gráficos y realizar cálculos en contextos profesionales, académicos y personales. Las aplicaciones más conocidas para interactuar con hojas de cálculo son LibreOffice Calc, Google Sheets y Microsoft Excel. Estos programas ofrecen funciones y recursos sofisticados para llevar a cabo una amplia gama de tareas relacionadas con la gestión de datos.

Está diseñada para realizar cálculos automáticos, análisis de datos, y representación gráfica de información. Aquí algunos conceptos clave: Celdas, tablas, formulas, funciones, gráficos, formato condicional, ordenación, filtrados, macros, compartición, colaboración, importación y exportación de datos.

2.2.15.1 Control de engorde de pollo

Una hoja de cálculo diseñada para controlar el crecimiento de los pollos de engorde puede ser una herramienta muy útil para llevar un registro exhaustivo del desarrollo, la

alimentación y otras partes pertinentes del proceso. A continuación, se ofrecen algunas sugerencias para organizar una hoja de cálculo para este uso:

Tabla 2

Ejemplo básico de cómo podría ser una tabla en hoja de cálculo para el control de engorde de pollos.

Fecha	Lote	Cantidad inicial	Tipo de pollo	Alimento (kg)	Peso (kg)	Observaciones
1/05/2024	Lote 1	1000	Broiler	300	-	Primer día de engorde
7/05/2024	Lote 1	-	-	-	1.2	Primer pesaje
14/05/2024	Lote 1	-	-	400	1.8	Segundo pesaje
21/05/2024	Lote 1	-	-	450	2.5	Tercer pesaje
...	...	...	...	...	...	...

Nota. Esta tabla tiene columnas para registrar la fecha, el número de lote de pollos, la cantidad inicial de pollos en el lote, el tipo de pollo, la cantidad de alimento consumido en kilogramos, el peso de los pollos en kilogramos, y una columna para observaciones adicionales.

2.3 MARCO METODOLOGICO

2.3.1 Tipo de investigación

El tipo de aplicación es tecnológica ya que se resolverá un problema mediante la tecnología ESP32 y una red inalámbrica para el registro de peso en tiempo real.

2.3.2 Enfoque de investigación

El presente trabajo de investigación es cuantitativo debido a que se registrada data, registros del pesaje mediante una comunicación inalámbrica mediante con tecnología ESP32.

2.3.3 Diseño de investigación

El trabajo de investigación es experimental, debido a que se manipula las variables con el fin de obtener una comunicación inalámbrica con la tecnología ESP32, lo que significa un estudio al futuro.

2.4 MARCO LEGAL

El establecimiento de una conexión segura entre instrumentos de medida certificados y compatibles entre sí en un país extranjero es el objetivo de la asistencia para la certificación de la OIML (Organización Internacional de Metrología Legal), relacionada con la industria del pesaje. La tecnología y la forma de comunicación de las células de carga han hecho posible la supervisión constante en tiempo real. El crecimiento de la electrónica también ha contribuido al avance del pesaje.

2.4.1 Marco legal relacionado con el peso en Perú

se refiere sobre todo a las leyes que rigen el sistema métrico decimal y a las leyes que establecen puntos de referencia para pesos y medidas en diversas situaciones. A continuación, se exponen algunos puntos cruciales:

Sistema Métrico: El sistema métrico decimal es el método aceptado para medir el peso en Perú. Esto indica que la unidad fundamental de peso es el kilogramo (kg).

Organismo Regulador: El organismo encargado de crear y hacer cumplir la normativa nacional en materia de pesas y medidas es el Instituto Nacional de Calidad (INACAL). El INACAL siendo el responsable de garantizar la precisión y la calidad de las mediciones de peso.

Normativa: Las normas y requisitos sobre el peso de los productos comerciales, tanto importados como nacionales, se establecen en una serie de leyes y reglamentos. Varios organismos gubernamentales, entre ellos el Ministerio de Producción y el Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, se encargan de promulgar estas normativas.

Control y Fiscalización: Para los productos alimenticios, la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) y para las mercancías importadas, la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (SUNAT) son los organismos encargados de vigilar y supervisar el cumplimiento de las normas relacionadas con el peso.

2.4.2 Tabla normativa técnica de pesaje

ejemplo simplificado de una tabla normativa técnica relacionada con el pesaje en Perú:

Tabla 3

Normativas técnicas

Normativa	Descripción
NTP-ISO 9001	Norma Técnica Peruana basada en la Norma ISO 9001 que establece los requisitos para un sistema de gestión de calidad, incluyendo el control de calidad en los procesos de pesaje.
NTP-ISO/IEC 17025	Norma Técnica Peruana basada en la Norma ISO/IEC 17025 que establece los requisitos generales para la competencia técnica de laboratorios de ensayo y calibración, incluyendo aquellos especializados en la calibración de equipos de pesaje.
NTP-ISO 14001	Norma Técnica Peruana basada en la Norma ISO 14001 que establece los requisitos para un sistema de gestión ambiental, incluyendo la gestión de residuos generados por actividades de pesaje.
NTP 339.014	Norma Técnica Peruana que establece los requisitos técnicos y métodos de ensayo para balanzas y otros equipos de pesaje utilizados en transacciones comerciales.

NTP-ISO/IEC 17020	Norma Técnica Peruana basada en la Norma ISO/IEC 17020 que establece los requisitos para la operación de organismos de inspección, incluyendo aquellos encargados de verificar el cumplimiento de regulaciones relacionadas con el pesaje.

Nota. Estas son algunas de las normas técnicas que pueden ser relevantes en el proceso de pesar en Perú. Pueden existir otras normas pertinentes que controlan factores como la verificación metrológica y la calibración de los equipos de pesaje, dependiendo de las circunstancias particulares.

2.4.3 Objetivos de las normas

Las normas técnicas relacionadas con el pesaje tienen varios objetivos principales:

Tabla 4

Objetivos de las normas

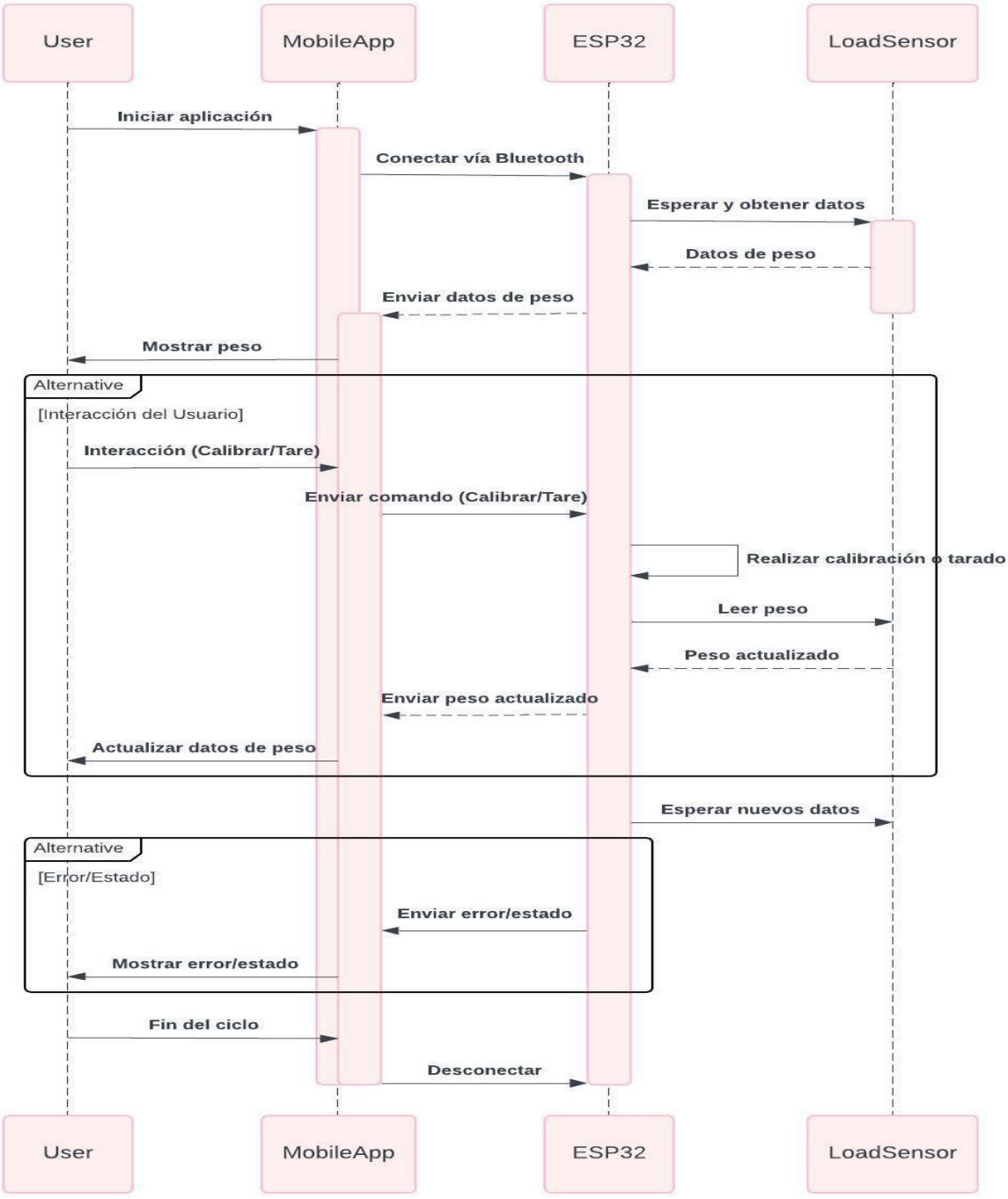
Objetivo	Descripción
Establecer estándares de calidad	Definir los requisitos de precisión, durabilidad y confiabilidad para los equipos de pesaje y los procesos asociados.
Promover la uniformidad y la compatibilidad	Proporcionar un marco común que permita la comparabilidad de los resultados de pesaje entre diferentes equipos y laboratorios.
Garantizar la transparencia y la confianza	Asegurar la transparencia en las transacciones comerciales y generar confianza entre consumidores, proveedores y autoridades reguladoras.
Proteger la salud y el medio ambiente	Regular el pesaje de productos como alimentos, medicamentos y productos químicos para proteger la salud pública y el medio ambiente.

Nota. Las normas técnicas de pesaje están concebidas para garantizar la calidad, precisión, coherencia y transparencia de las medidas de peso, lo que resulta ventajoso para productores, minoristas, reguladores y usuarios finales.

2.5 DIAGRAMA DE BLOQUES O ARQUITECTURA DEL SISTEMA

Figura 26

Esquema de diagrama de bloques del sistema de pesaje y sistema de comunicación en un móvil sistema Android.



2.5.1 Descripción del Diagrama de Flujo

Iniciar Aplicación: El proceso comienza cuando el usuario inicia la aplicación móvil.

Conectar a ESP32: La aplicación se conecta al ESP32 a través de Bluetooth.

Esperar Datos de Peso: El ESP32 espera y obtiene datos del sensor de carga.

Mostrar Peso en la App: Los datos de peso se envían a la aplicación móvil, donde se muestran al usuario.

Esperar Interacción del Usuario: La aplicación espera que el usuario interactúe (por ejemplo, presionando botones para calibrar o tarar la báscula).

Enviar Comando a ESP32 (Calibrar/Tare): Si el usuario solicita calibrar o tarar la báscula, la aplicación envía un comando al ESP32.

Calibrar/Tare (ESP32): El ESP32 realiza la calibración o tarado según el comando recibido.

Leer Peso (ESP32): Después de calibrar/tare, el ESP32 lee el peso actual del sensor.

Enviar Peso a la App: El peso actualizado se envía a la aplicación móvil.

Actualizar Datos en la Pantalla de la App: La aplicación actualiza la pantalla con el nuevo peso.

Esperar Nuevos Datos del Sensor: El ESP32 continúa esperando nuevos datos del sensor.

Mostrar Error/Estado en la Pantalla de la App: Si hay algún error o estado especial, la aplicación muestra esta información al usuario.

Fin del ciclo: El ciclo continúa hasta que se detenga la aplicación o se desconecte el ESP32.

CAPITULO III: DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

3.1 DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECIFICO 1: DETERMINAR CÓMO SE ESTÁ REALIZANDO EL CONTROL DE PESAJE DE AVES EN UNA AVÍCOLA LOCAL

3.1.1 Descripción del proceso de pesaje

- El usuario en la granja al realizar el control de las aves primero inicia atando la balanza en una soga luego genera una verificación de peso con una pesa patrón de 2 kg.

Figura 27

Balanza lectura de pesaje 2 kg

Nota. Es importante antes de iniciar la jornada laboral el trabajador emplea una revisión de peso para que los márgenes de error no se presenten en el proceso de pesaje de las aves de manera constante. Fuente: Elaboración propia

- Selecciona en un corral de forma circular donde ubica 22 a 30 aves como muestreo para proceder con el control de engorde de las aves.

Figura 28

Ubicación de aves en un corral dentro de la granja

Nota. Para la ejecución de control de la granja o galpón escogen un equivalente de la totalidad de granja como un muestreo con ello pueden determinar la asistencia de toda la cantidad de las aves. Fuente: Elaboración propia

- El operador procede con la obtención de los pesos de las aves de uno en uno.

Figura 29

Operador coloca al ave en el gancho de la balanza

Nota. El operador trata con cuidado al ave para evitar que se lastime además de ello genere mucho movimiento. Elaboración propia

- Una vez que se genera la estabilidad del ave, la balanza registra automáticamente el peso.

Figura 30

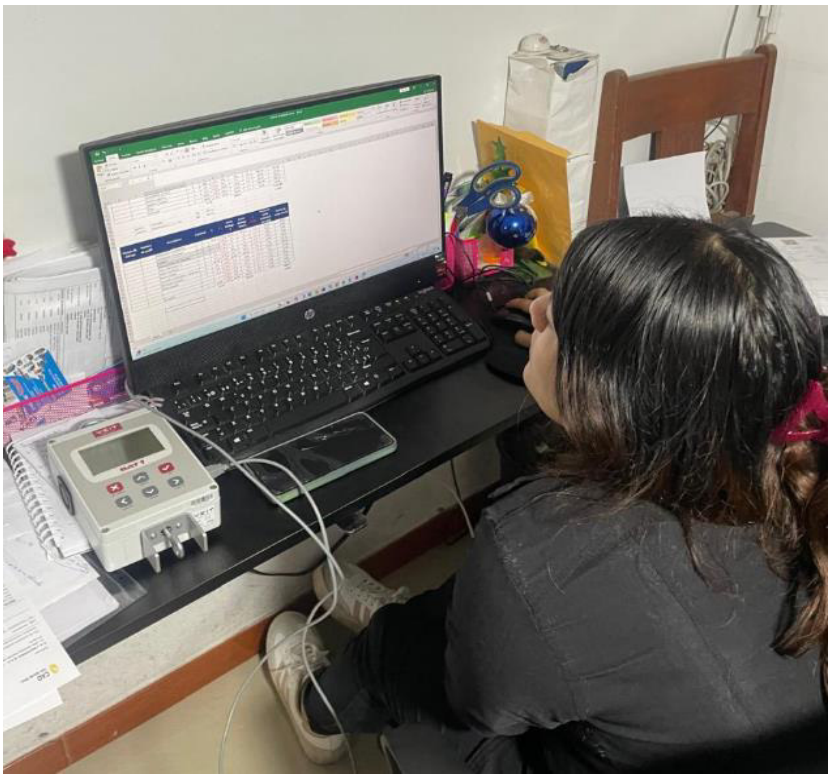
Lectura de pesaje en la balanza 1.405 kg

Nota. Los pesos se guardan en la memoria de la balanza para luego ser descargada en una PC. Elaboración propia

- Una vez terminado la jornada el usuario lleva la balanza una PC para extraer los pesos de las aves en un programa proporcionada por la misma compañía de la marca del equipo VEIT ELECTRONICS.

Figura 31

Balanza colgante y computadora



Nota. La balanza es conectada a través de un cable USB a la computadora de su oficina. Parámetros de registro de la balanza extraído en el programa VEIT ELECTRONICS BAT1. Elaboración propia

Tabla 5

Tabla de Excel de los pesos y resultado de las aves según su configuración

Archivo:	**FILE000**		**Recuento:**	**22**	**CV [%]:**	**11.9**
Balanza:	ABRAHAM V.		Media [kg]:	0.447	Uniformidad [%]:	95.5
Nota:			Desviación est. [kg]:	0.053	Velocidad [1/hora]:	44
Archivo	Número	Fecha y hora	Peso [kg]	Sexo / Límite / Categoría		
FILE000	1	1/05/2024 21:43	0.214	no usado		
FILE000	2	1/05/2024 21:48	0.439	no usado		
FILE000	3	1/05/2024 21:49	0.448	no usado		
FILE000	4	1/05/2024 21:49	0.448	no usado		
FILE000	5	1/05/2024 21:49	0.449	no usado		
FILE000	6	1/05/2024 21:49	0.473	no usado		
FILE000	7	1/05/2024 21:50	0.447	no usado		
FILE000	8	1/05/2024 21:50	0.447	no usado		
FILE000	9	1/05/2024 21:50	0.451	no usado		
FILE000	10	1/05/2024 21:50	0.45	no usado		
FILE000	11	1/05/2024 22:02	0.456	no usado		
FILE000	12	1/05/2024 22:03	0.459	no usado		
FILE000	13	1/05/2024 22:04	0.464	no usado		
FILE000	14	1/05/2024 22:05	0.463	no usado		
FILE000	15	1/05/2024 22:05	0.464	no usado		
FILE000	16	1/05/2024 22:08	0.467	no usado		
FILE000	17	1/05/2024 22:08	0.467	no usado		
FILE000	18	1/05/2024 22:10	0.466	no usado		
FILE000	19	1/05/2024 22:11	0.466	hembras		
FILE000	20	1/05/2024 22:11	0.468	machos		
FILE000	21	1/05/2024 22:11	0.469	hembras		
FILE000	22	1/05/2024 22:13	0.469	no usado		

- El problema del control de las aves en el peso de registro de datos es que la balanza es manipulable en los valores de peso ya que el personal de trabajo puede realizarlo maliciosamente y este pueda generar perdida en la producción de la empresa.

Tabla 6

Parámetros manipulables de peso.

Nota. Otro detalle en funcionamiento de las pesadas de las aves es que usuario debe llevar a su oficina para extraer recién los datos. esto le genera tiempos muertos en su proceso. Elaboración propia

3.1.2 Parámetros a mejorar en el control de pesaje

El ESP32 es un microcontrolador desarrollado por Espressif Systems, conocido por su versatilidad y capacidades avanzadas. Equipado con un procesador de doble núcleo y una amplia gama de periféricos, el ESP32 es ampliamente utilizado en aplicaciones de IoT y proyectos embebidos. Algunas de sus características principales incluyen conectividad Wi-Fi y Bluetooth integrada, un amplio conjunto

de pines GPIO para la conexión de dispositivos externos, soporte para una variedad de protocolos de comunicación y un bajo consumo de energía que lo hace ideal para aplicaciones móviles y alimentadas por batería. Además, la comunidad de desarrollo activa y el soporte de código abierto han contribuido a su popularidad y éxito en el mercado.

3.2 DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECIFICO 2: SELECCIONAR UN MICROCONTROLADOR QUE PERMITA PROCESAR LA INFORMACIÓN ARROJADA POR EL CONTROL DE PESAJE EXISTENTE.

3.2.1 Tipos de microcontroladores.

3.2.1.1 Rasberry pi

El Raspberry Pi es un pequeño computador de placa única desarrollado por la Fundación Raspberry Pi. Es compacto, utiliza procesadores ARM, tiene opciones de RAM de 1 GB a 8 GB y utiliza tarjetas microSD para almacenamiento. Ofrece puertos USB, HDMI, Ethernet, Wi-Fi y Bluetooth, además de pines GPIO para conectar sensores y componentes electrónicos. Funciona con sistemas operativos basados en Linux como Raspberry Pi OS y es ideal para proyectos educativos, de IoT, robótica y servidores web simples debido a su versatilidad y bajo costo.

3.2.1.1.1 Ventajas

Las principales ventajas del Raspberry Pi son su bajo costo, versatilidad para ejecutar diversos sistemas y aplicaciones, tamaño compacto y portabilidad, comunidad activa de soporte, facilidad de uso y configuración, capacidad de interacción con el mundo físico a través de GPIO, y su valor como herramienta educativa y para proyectos tecnológicos diversos.

3.2.1.1.2 Desventaja

Aunque el Raspberry Pi tiene muchas ventajas, también presenta algunas desventajas:

Rendimiento Limitado: Aunque es potente para su tamaño y precio, no puede competir con computadoras de escritorio o laptops en términos de memoria interna.

Rendimiento bruto Limitaciones de RAM y Almacenamiento: Los modelos más básicos tienen cantidades limitadas de RAM (generalmente entre 1 GB y 4 GB) y dependen de tarjetas microSD para almacenamiento, lo que puede limitar su capacidad para ejecutar aplicaciones intensivas o almacenar grandes cantidades de datos.

Compatibilidad de Software: Algunos programas y sistemas operativos pueden no estar completamente optimizados o disponibles para la arquitectura ARM utilizada por el Raspberry Pi, lo que puede limitar las opciones de software.

Conectividad Limitada: Aunque tiene múltiples opciones de conectividad (USB, HDMI, Ethernet, Wi-Fi, Bluetooth), las velocidades y capacidades pueden ser inferiores a las de dispositivos más potentes y modernos.

No es ideal para todos los casos de uso: Aunque es versátil, puede no ser la mejor opción para aplicaciones que requieren un rendimiento extremadamente alto, como el procesamiento intensivo de datos o gráficos avanzados.

3.2.1.2 Arduino

El microcontrolador Arduino es una plataforma de desarrollo de hardware open-source basada en microcontroladores AVR de Atmel (ahora Microchip). Facilita la creación rápida de proyectos electrónicos gracias a su diseño accesible y su entorno de programación en C/C++. Incluye pines para conectar sensores y actuadores, USB para comunicación con computadoras, y es utilizado ampliamente en prototipos

electrónicos, automatización y educación robótica debido a su popularidad y comunidad activa de usuarios.

3.2.1.2.1 Ventajas

Las ventajas clave del microcontrolador Arduino son su facilidad de uso, entorno de desarrollo accesible, comunidad activa y de soporte, versatilidad en aplicaciones, costo asequible, y opciones de conectividad variadas.

3.2.1.2.2 Desventajas

Aunque los microcontroladores Arduino son extremadamente populares y versátiles, también tienen algunas desventajas que vale la pena considerar:

Rendimiento limitado: Los microcontroladores Arduino, especialmente los basados en la familia AVR, tienen recursos limitados en términos de velocidad de procesamiento, memoria RAM y capacidad de almacenamiento. Esto puede ser restrictivo para aplicaciones que requieren procesamiento intensivo o manejo de grandes cantidades de datos.

Limitaciones en conectividad: Aunque muchas placas Arduino incluyen puertos USB para la comunicación con la computadora y pueden utilizar módulos adicionales para conectividad inalámbrica (como Wi-Fi o Bluetooth), no todas las opciones de conectividad están integradas de serie. Esto puede limitar las capacidades de comunicación y conectividad de los proyectos.

No son adecuados para todas las aplicaciones: Debido a sus limitaciones de rendimiento y recursos, los microcontroladores Arduino pueden no ser la mejor opción para aplicaciones que requieren alta precisión temporal, procesamiento intensivo de datos en tiempo real o aplicaciones donde la eficiencia energética es crucial.

Dificultades en aplicaciones industriales: Aunque se

pueden utilizar en prototipos y aplicaciones de bajo volumen en entornos industriales, los microcontroladores Arduino no están diseñados para soportar las duras condiciones y los requisitos de robustez necesarios en entornos industriales y comerciales de gran escala.

Compatibilidad de voltaje: Algunos modelos de Arduino operan a 5V, lo que puede ser incompatible con dispositivos que funcionan a voltajes más bajos. Aunque esto se puede manejar con adaptadores y circuitos de nivel de voltaje, añade complejidad y coste adicional a los proyectos.

Seguridad y fiabilidad: Debido a su diseño de hardware y software de código abierto, los microcontroladores Arduino pueden ser vulnerables a ataques de seguridad si no se toman precauciones adecuadas en la implementación de medidas de seguridad.

3.2.1.3 ESP32

El ESP32 es un microcontrolador de alto rendimiento y bajo costo desarrollado por Espressif Systems. Características clave incluyen:

- Procesador dual-core Xtensa de 32 bits hasta 240 MHz.
- Conectividad Wi-Fi 802.11 b/g/n, Bluetooth v4.2 y BLE.
- Amplia gama de periféricos: UARTs, SPI, I2C, I2S, PWM, DAC, ADC.
- Memoria RAM estática de 520 KB y hasta 16 MB de flash.
- Amplio soporte y documentación, compatible con Arduino y ESP-IDF.
- Utilizado en proyectos de IoT, domótica, sensores remotos y más.

3.2.1.3.1 Ventajas

Potente y Eficiente: Procesador dual-core de 32 bits hasta 240 MHz para manejar aplicaciones complejas.
Conectividad Avanzada: Wi-Fi 802.11 b/g/n y Bluetooth v4.2 integrados para conexiones versátiles.
Amplia Gama de Periféricos: Interfaces como UARTs, SPI, I2C, I2S, PWM, DAC, ADC para una fácil integración.
Memoria Generosa: Hasta 520 KB de RAM estática y soporte para hasta 16 MB de memoria flash.
Desarrollo Flexible: Compatible con Arduino IDE y ESP-IDF de Espressif para desarrollo accesible.
Eficiencia Energética: Diseñado para bajo consumo de energía, ideal para aplicaciones móviles.
Costo Asequible: Alta funcionalidad a un precio competitivo.
Comunidad Activa: Amplio soporte y recursos disponibles gracias a una comunidad de desarrolladores comprometidos.

3.2.1.3.1 Desventajas

Aunque el ESP32 tiene numerosas ventajas, también existen algunas desventajas a considerar:

Complejidad de Inicialización: Configurar y cargar el entorno de desarrollo puede ser complicado para principiantes debido a la variedad de opciones y configuraciones disponibles.
Consumo de Energía: Aunque es eficiente en términos de energía, puede no ser tan eficiente como microcontroladores especializados en aplicaciones de ultra bajo consumo.
Compatibilidad de Hardware: Algunas variantes del ESP32 pueden tener problemas de compatibilidad con ciertos periféricos o shields diseñados para otros microcontroladores, lo que puede requerir adaptaciones adicionales.
Ruido Electromagnético: Debido a su alta frecuencia de operación y complejidad, el ESP32 puede generar más ruido

electromagnético que microcontroladores más simples, lo que podría ser un problema en aplicaciones sensibles.

Estabilidad del Firmware: Aunque Espressif y la comunidad trabajan continuamente en mejoras, algunos usuarios han experimentado problemas ocasionales de estabilidad del firmware o de compatibilidad con ciertas bibliotecas y módulos.

Tamaño Físico: Dependiendo de la variante específica, el tamaño del ESP32 puede ser un inconveniente en proyectos donde el espacio es muy limitado.

Documentación y Soporte: Aunque existe una comunidad activa, la documentación y el soporte pueden no ser tan exhaustivos o rápidos como los de plataformas más establecidas como Arduino en algunos casos.

A pesar de estas desventajas, el ESP32 sigue siendo una opción extremadamente popular y potente para una amplia gama de aplicaciones debido a sus numerosas ventajas y su bajo costo relativo.

3.2.2 Selección del microcontrolador adecuado.

3.2.2.1 Justificación directa sobre la selección de la tecnología para transmisión de datos y gestión de información.

Hay varias razones sólidas por la cual se eligió el ESP32 como tecnología para el desarrollo de este proyecto, como son:

Conectividad Versátil: El ESP32 integra Wifi y Bluetooth en un solo chip, lo que lo hace ideal para proyectos de IoT que requieren comunicación inalámbrica. Esta capacidad permite conectar dispositivos a redes locales o a la nube de manera eficiente.

Potencia de Procesamiento: Con un procesador dual-core a 240 MHz y hasta 520 KB de RAM estática, el ESP32 ofrece suficiente potencia para manejar tareas complejas como el procesamiento de datos en tiempo real, control de dispositivos y aplicaciones multimedia simples.

Amplia Comunidad y Soporte: El ESP32 es respaldado por una comunidad activa de desarrolladores y entusiastas. Esto se traduce en una gran cantidad de recursos, bibliotecas y ejemplos disponibles en línea, lo que facilita el desarrollo y la resolución de problemas.

Facilidad de Desarrollo: Se puede programar utilizando el popular entorno Arduino IDE o el framework ESP-IDF de Espressif, lo que lo hace accesible incluso para aquellos que están comenzando en el desarrollo de hardware y software para IoT.

Bajo Costo: Espressif ha logrado ofrecer el ESP32 a un costo muy competitivo, lo que lo hace asequible para prototipado y producción en masa en comparación con otras soluciones que ofrecen características similares.

Seguridad y Criptografía: Incorpora mecanismos de seguridad robustos, como cifrado AES, RSA y ECC, lo que es crucial para proteger la integridad de los datos en aplicaciones sensibles.

3.3 DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECIFICO 3: ESTABLECER UN CONJUNTO DE ALGORITMOS QUE PERMITA COMPATIBILIZAR LOS DATOS DE LA BALANZA PARA SU TRANSMISIÓN.

3.3.1 Desarrollo en Arduino IDE

3.3.1.1 Amplificador de celda de carga HX711

Configuración de parámetros del desarrollo programa de todo el circuito electrónico asociado al ESP32.

Figura 32

Configuración de amplificador de sensor de carga

```
////////////////////////////////////////////////////////////////HX711////////////////////////////////////////////////////////////////
#include <Arduino.h>
#include "HX711.h"
#include "soc/rtc.h"

// HX711 circuit wiring
const int LOADCELL_DOUT_PIN = 21;
const int LOADCELL_SCK_PIN = 4;

HX711 scale;
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
```

Nota. Se procede con la configuración enlazado a la celda de carga ya existente de la balanza donde tenemos que compatibilizar con el microcontrolador ESP32. Elaboración propia

3.3.1.2 Bluetooth Clásico (BR/EDR) del ESP32

Configuración de algoritmo del bluetooth incorporado del ESP32 Este modo se utiliza típicamente para la conexión entre dispositivos que necesitan transmitir datos a una velocidad con será un teléfono móvil o Tablet.

Figura 33

Algoritmo de sistema bluetooth

```
////////////////////////////////////////////////////////////////BLUETOOTH////////////////////////////////////////////////////////////////
#include "BluetoothSerial.h"

#if !defined(CONFIG_BT_ENABLED) || !defined(CONFIG_BLUEDROID_ENABLED)
#error Bluetooth is not enabled! Please run `make menuconfig` to and enable it
#endif

#if !defined(CONFIG_BT_SPP_ENABLED)
#error Serial Bluetooth not available or not enabled. It is only available for the ESP32 chip.
#endif

BluetoothSerial SerialBT;
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
```

Nota. Se interviene a la estructura de programación planteando un conjunto de algoritmo del sistema de bluetooth que lleva incorporado la tecnología ESP32 como pieza fundamental para la comunicación inalámbrica.

3.3.1.3 GLCD

Una pantalla LCD 128x64 para Arduino es un dispositivo que nos permitirá

visualizar el peso de sometido al microcontrolador ESP32.

Figura 34

Encabezado del código

```
////////////////////////////////////////////////////////////GLCD/////////////////////////////////////////////////////////////
//#include <Arduino.h>
#include <U8g2lib.h>

#ifdef U8X8_HAVE_HW_SPI
#include <SPI.h>
#endif
#ifdef U8X8_HAVE_HW_I2C
#include <Wire.h>
#endif
```

Nota. Encabezado del desarrollo de la pantalla GLCD. Elaboración propia.

Figura 35

Parte media de los códigos

```
U8G2_ST7920_128X64_F_SW_SPI u8g2(U8G2_R0, /* reloj=*/ 18, /* datos=*/ 23, /* CS=*/ 5, /* restablecer=*/ 22); //ESP32
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
#define Buzzer 13

char PesoGlcd[10];

float Error=0.010;
byte Lecturas=5;
byte Var=0;
float Peso=0.000;
float PesoGuardado=0.000;
float Lectura;

void setup()
{
  pinMode(Buzzer,OUTPUT);
  digitalWrite(Buzzer,HIGH);
  Serial.begin(9600);
  delay(500);
  digitalWrite(Buzzer,LOW);
```

Nota. Inicializa un objeto u8g2 de la clase U8G2_ST7920_128X64_F_SW_SPI para controlar una pantalla gráfica ST7920 con una resolución de 128x64 píxeles utilizando comunicación SPI en modo software. Elaboración propia

Configura los pines del ESP32 para la comunicación con la pantalla:

- Pin 18 para el reloj SPI.
- Pin 23 para los datos SPI.
- Pin 5 para la selección del chip (CS).
- Pin 22 para el restablecimiento de la pantalla.

Este objeto u8g2 permite a tu código interactuar con la pantalla gráfica, como dibujar texto, gráficos y realizar otras tareas visuales, utilizando las funciones proporcionadas por la biblioteca U8g2.

Figura 36

Librería U8g2

```
  ////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
  rtc_cpu_freq_config_t config;
  rtc_clk_cpu_freq_get_config(&config);
  rtc_clk_cpu_freq_to_config(RTC_CPU_FREQ_80M, &config);
  rtc_clk_cpu_freq_set_config_fast(&config);

  scale.begin(LOADCELL_DOUT_PIN, LOADCELL_SCK_PIN);

  //scale.set_scale(82428);
  scale.set_scale(83867.2);
  scale.tare();
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
  SerialBT.begin("Balanza Bluetooth"); //Bluetooth device name
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
  u8g2.begin();
  u8g2.clearBuffer();
  u8g2.setFont(u8g2_font_ncenB12_tr);
  u8g2.drawStr(15,13,"WELCOME");
  u8g2.setFont(u8g2_font_ncenB24_tr);
  u8g2.drawStr(20,45,"VEIT");  //SOLUCIONES
  u8g2.setFont(u8g2_font_ncenB10_tr);
  u8g2.drawStr(7,63,"ELECTRONICS");
  u8g2.sendBuffer();
  delay(2000);

  PesoGuardado=Peso;
  ImprimeyEnvia();
}
```

Nota. La librería U8g2 es una biblioteca popular para controlar pantallas LCD y OLED de varios tamaños y tipos con Arduino y otros microcontroladores. Está diseñada para manejar pantallas monocromáticas y tiene soporte para una amplia gama de controladores, lo que la hace muy versátil para el proyecto donde nos permitirá visualizar el peso de manera eficiente. En el programa imprime la bienvenida de la marca de la balanza. Elaboración propia.

3.3.1.4 Algoritmo de lectura de peso para enviar datos a través de bluetooth.

Se plantea un diseño para leer datos del sensor de peso y enviar estos datos a través de Bluetooth (SerialBT) y mostrarlos a la pantalla LCD (u8g2).

Figura 37

Función loop ()

```
void loop()
{
   Lectura=scale.get_units(),3;
  if(Lectura >= 0)
  {
    Var++;
    Peso=Peso+Lectura;
    Serial.print("Lectura");Serial.print(Lectura,3);
    Serial.print("  Lectura:");Serial.println (Var);

    if(Var==Lecturas)
    {
      Peso=Peso/Lecturas;
      Serial.print("Peso:");Serial.println(Peso,3);
      if(Peso<=Error)
      {
        Peso=0.000;
      }
      if(Peso <= (PesoGuardado-Error) || Peso >= (PesoGuardado+Error))
      {
        //Serial.print("Peso Real:");Serial.println(Peso,3);
        PesoGuardado=Peso;
        ImprimeyEnvia();
        //delay(1000);
      }
      Serial.print("Peso Real:");Serial.println(PesoGuardado,3);
      Serial.println();
      //delay(1000);
```

Nota. Lectura de datos donde la acumula, promedia, compara y maneja el error de peso.

Figura 38

Función ImprimeyEnvia ()

```
void ImprimeyEnvia()
{
  dtostrf(PesoGuardado,3,3,PesoGlcd);
  u8g2.clearBuffer();
  u8g2.setFont(u8g2_font_ncenB24_tr);
  u8g2.drawStr(1,45,PesoGlcd);
  u8g2.setFont(u8g2_font_ncenB24_tr);
  u8g2.drawStr(92,45,"k");
  u8g2.setFont(u8g2_font_ncenB12_tr);
  u8g2.drawStr(115,45,"g");
  u8g2.sendBuffer();
  Serial.println(PesoGlcd);
  SerialBT.print(PesoGlcd);
}
```

Nota. Permitirá convertir, formatear, visualizar y enviar el peso mediante bluetooth. Además, facilita hacer un seguimiento de las lecturas y tomar decisiones basadas en estos valores.

3.4 DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECIFICO 4: DISEÑAR LA ARQUITECTURA DE COMUNICACIÓN MAS EFICIENTE PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS.

- Se plantea la modificación y el reemplazo de toda la parte electrónica de la balanza para compatibilizar la transmisión de datos con la tecnología ESP32.

Figura 39

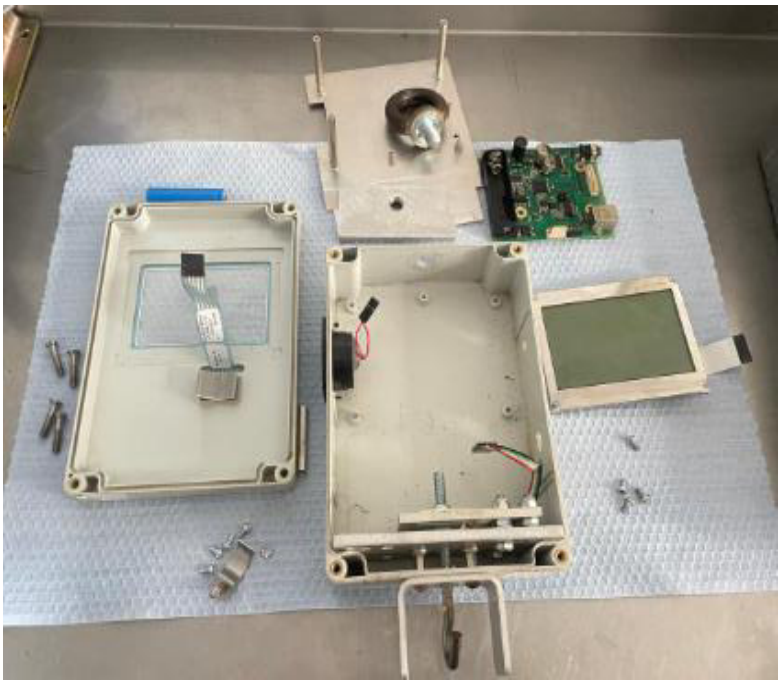
Apertura de balanza VEIT ELECTRONICS BAT1

.

Nota. Se observa la apertura del equipo para realizar el desmontaje de todos los componentes electrónicos. Elaboración propia.

Figura 40

Desmontaje del sistema electrónico de la balanza



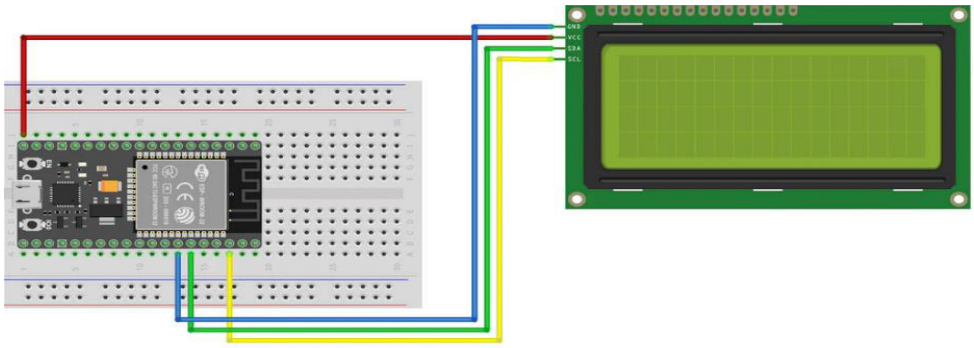
Nota. Se realiza el desmontaje de toda la parte electrónica básicamente la tarjeta principal electrónica y la pantalla. Componentes fundamentales que serán reemplazadas en este proyecto. Elaboración propia.

3.4.1 Componentes electrónicos y simulación

Simulación de prueba en el protoboard con los componentes para que después se realice el montaje dentro de la carcasa de la balanza.

Figura 41

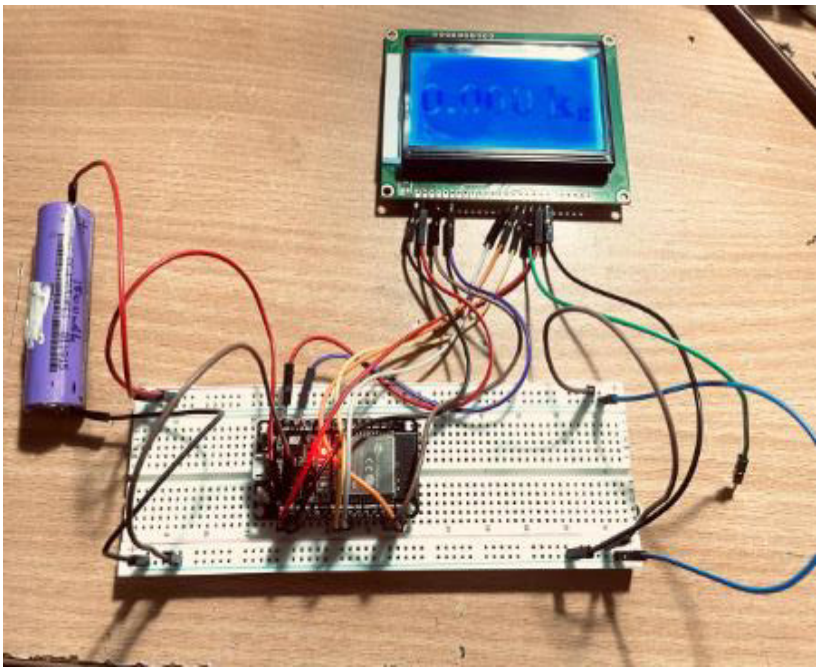
Simulación de conexión de manera digital del ESP32 con la pantalla



Nota. En la figura 41, se observa la simulación digital de ESP32 conectado con la pantalla para que este pase a la simulación en el protoboard.

Figura 42

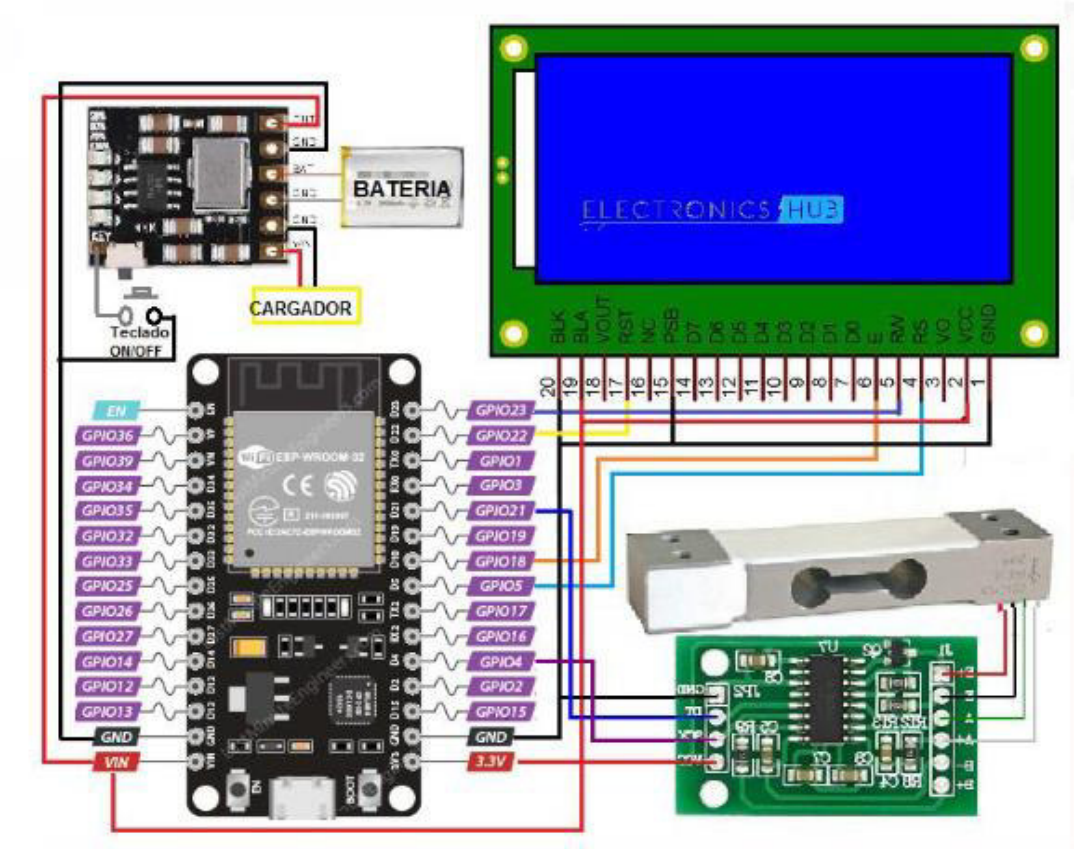
Simulación de prueba en el protoboard



Nota. Se aprecia la conexión principal alimentada por una batería de 3.7 v hacia el microcontrolador ESP32 asignado a los pines determinados de acuerdo al programa donde se transmite a la pantalla. Elaboración propia.

Figura 43

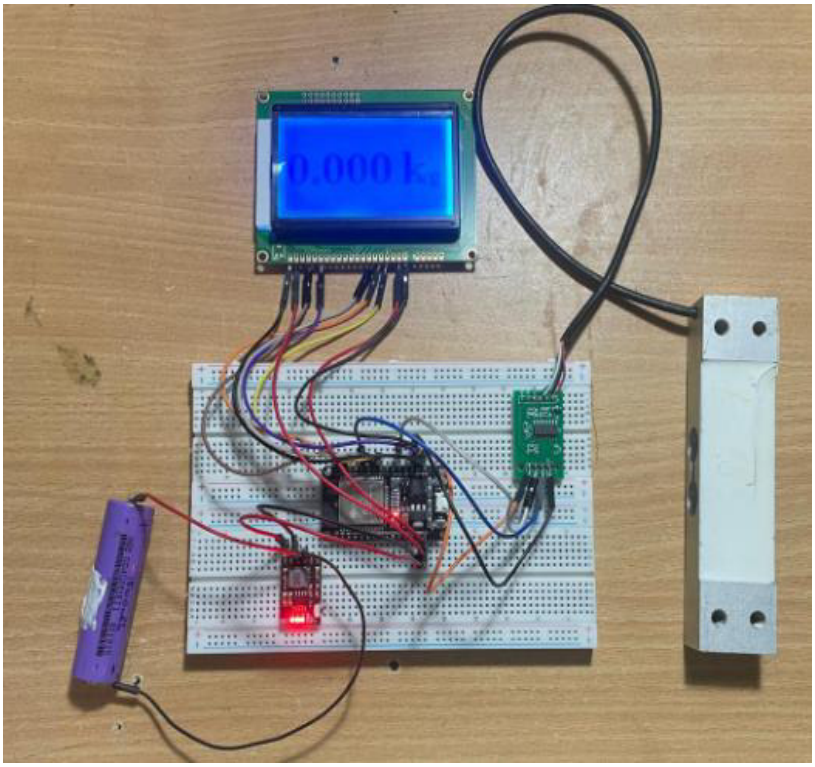
Diagrama de sistema de conexión de los componentes electrónicos asociados al ESP32



Nota. Se puede ver, en la figura 43, todos los componentes electrónicos que contempla el proyecto como una batería de litio, modulo carga y descarga, ESP32, pantalla, amplificador de celda HX711 y celda de carga.

Figura 44

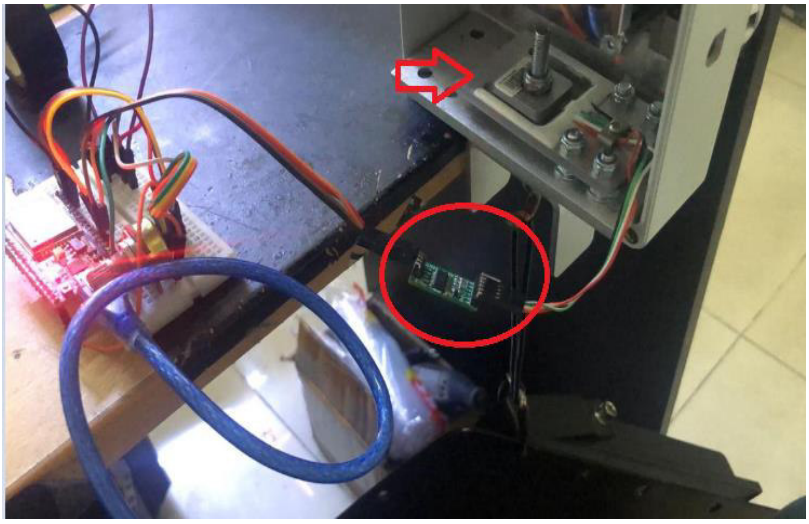
Desarrollo de la simulación del armado del protoboard



Nota. Físicamente se aprecia, en la figura 44, todas las conexiones en el protoboard de los componentes electrónicos. La batería de litio energiza los componentes emitiendo una luz roja iluminada del led. La elaboración de los códigos en la plataforma IDE del Arduino en la pantalla emite los ceros de peso enlazado con la celda de carga.

Figura 45

Segunda prueba con el sensor de carga de la balanza



Nota. Se prueba la adaptación del amplificador del sensor de carga que se enlazado mediante el microcontrolador ESP32 para él envió de datos del peso. Elaboración propia.

3.4.1.1 Batería de litio

La batería recargable que cumple la función de abastecer voltaje a todo el circuito electrónico.

Figura 46

Batería de litio 3.7 V

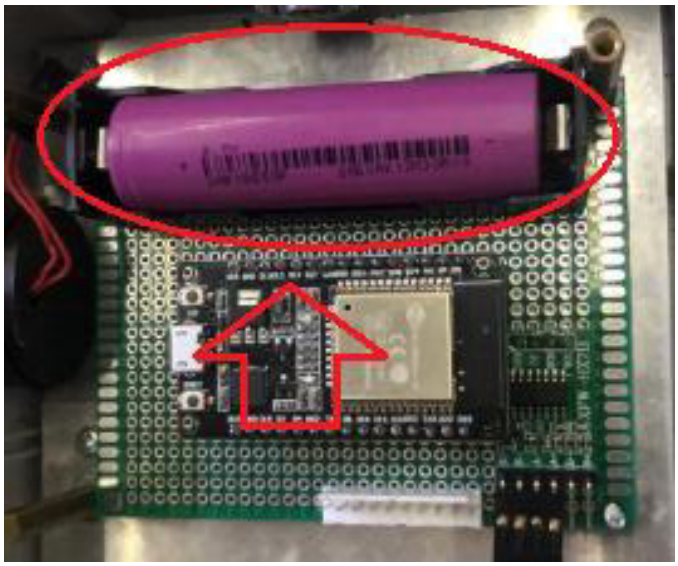


Tabla 7

Parámetros de la batería litio

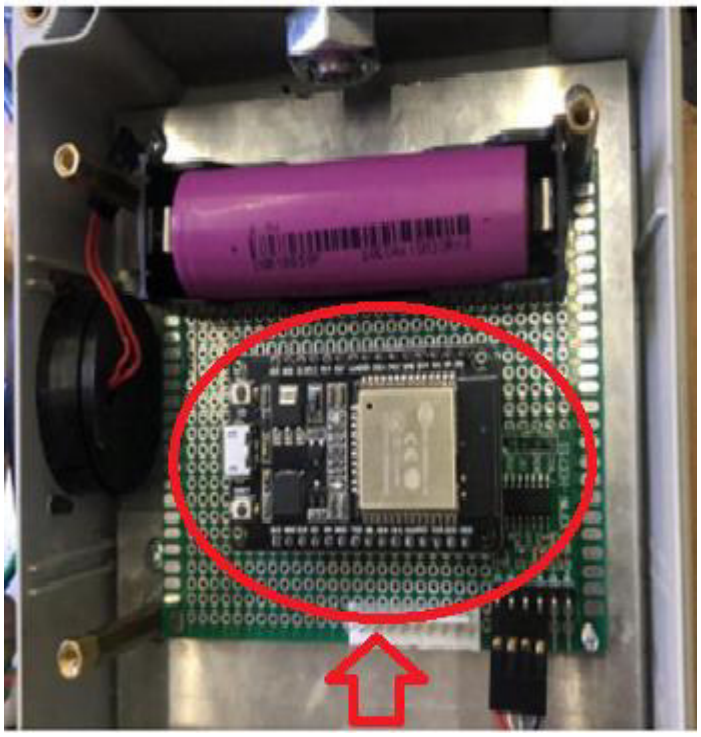
Característica	Detalle
Nombre del producto	Batería de cabeza plana 18650
Tipo de batería	Batería de litio recargable cilíndrica
Voltaje nominal	3,7 V
Voltaje de carga	4,2 V
Voltaje de descarga	2,75 V
Capacidad de la batería	1500 mAh - Aproximadamente 300 ciclos
Tamaño	65 mm (longitud) x 18 mm (diámetro)

3.4.1.2 ESP32

Se tiene una placa PCB predefinida para colocar y hacer el montaje del microcontrolador ESP32 dentro de la carcasa de la balanza.

Figura 47.

Montaje del ESP32



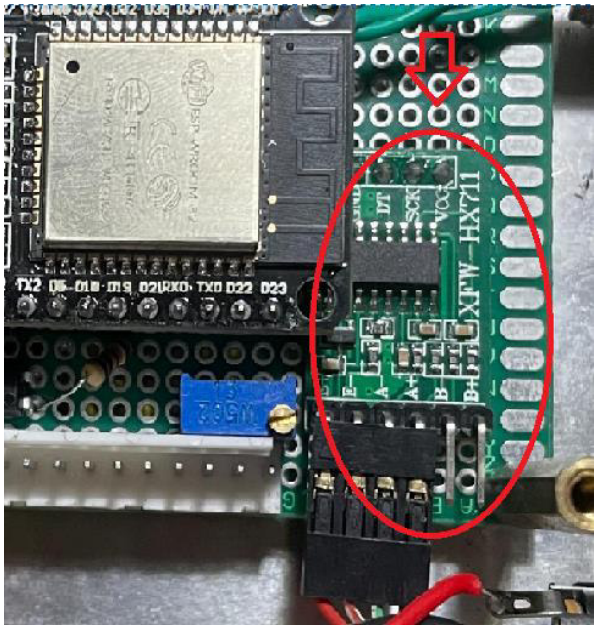
Nota. En la imagen 47, se aprecia el ESP32 dentro de la balanza interconectado en la placa PCB predeterminado. Elaboración propia.

3.4.1.3 Amplificador de celda de carga HX711

El amplificador se procede a ensamblar dentro de la placa.

Figura 48

Amplificador de sensor de carga



Nota. El amplificador está conectado con la bornera de la celda de carga de la balanza ya existente. Elaboración propia.

3.4.1.4 Potenciómetro

La resistencia variable cumple la función de regular la luminosidad de la pantalla.

Figura 49

Potenciómetro de precisión Trimmer 5k

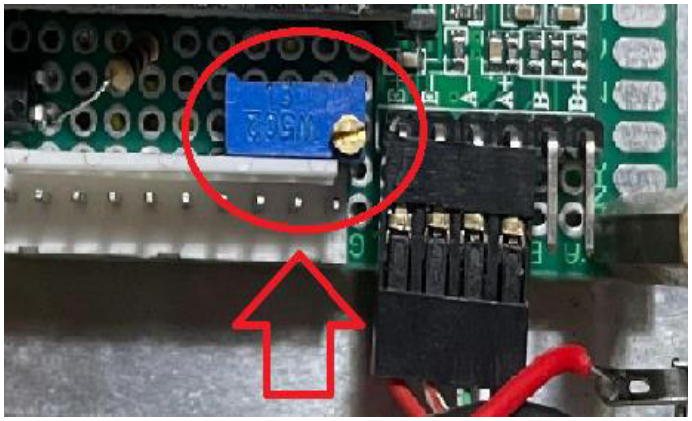


Tabla 8

Característica y aplicaciones del potenciómetro

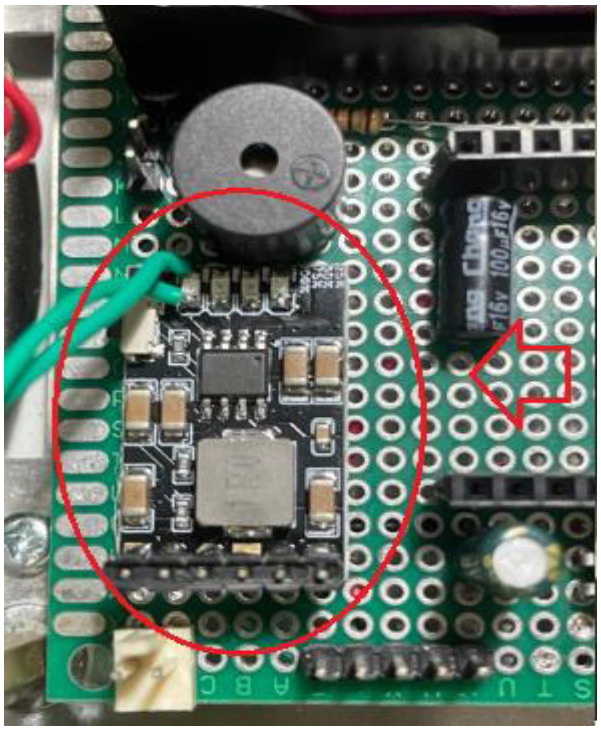
Característica	Aplicaciones
Resistencia máxima de 5KΩ.	electrónicas de sonido.
Variación Lineal.	Circuitos de mando y control.
Graduación por tornillo.	Circuitos de ajuste.
Larga duración.	Circuito de sensores

3.4.1.5 Módulo integrado de descarga y carga de alta precisión

Se selecciona el módulo integrado de descarga y carga de alta precisión donde cumple la función principal de regular y controlar la descarga a la batería de litio.

Figura 50

Módulo de descarga y carga incorporado en la placa



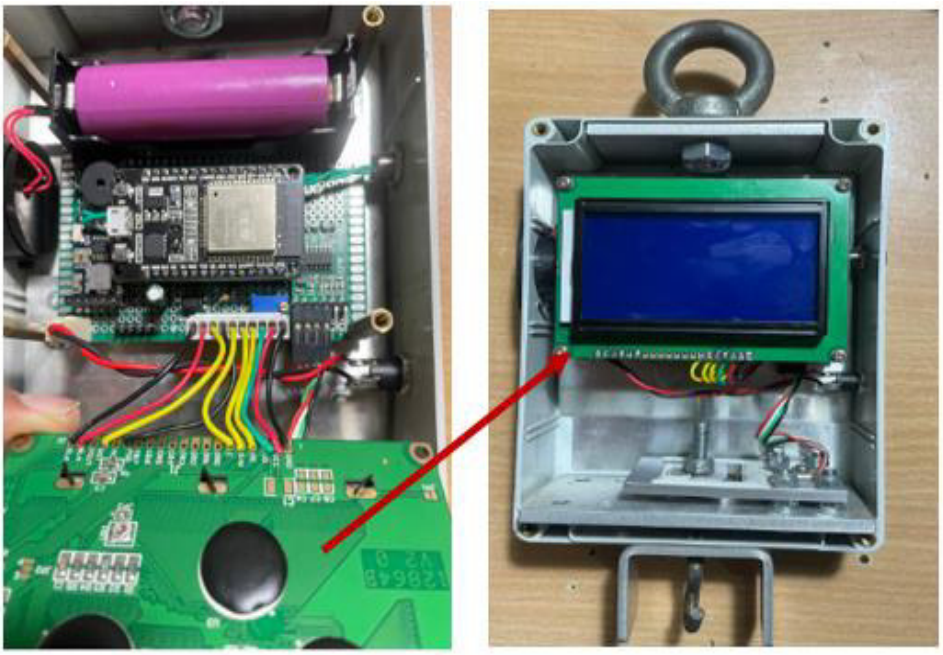
Nota. Este módulo está diseñado para recibir 5V y puede ser compatible con baterías de litio que tienen una tensión nominal de 4.2V o 4.35V. Controla la descarga de la batería de litio de manera precisa, asegurando que la corriente de salida y la tensión se mantengan dentro de los límites seguros para la batería y los dispositivos conectados. Elaboración propia.

3.4.1.5 GLCD 128 X64

La pantalla que se adapta a la tapa frontal de la balanza.

Figura 51

Instalación de la pantalla



Nota. La pantalla fue aplicada soldadura para conectar los cables hacia la bornera blanca instalada a los pines del circuito. Procedemos a instalarlo dentro de los cuatro puntos de fijación de pernos. Elaboración propia.

3.4.2 Ensamblaje y prueba de peso

Cerramos la tapa frontal y presionamos el botón de encendido para la prueba de presentación como queda el equipo.

Figura 52

Ensamblaje general

Nota. Se observa en la imagen el equipo ensamblado y se procede a encender, donde en la pantalla emite la palabra WELCOME VEIT ELECTRONICS. Elaboración propia.

3.4.1.6 Cargador de batería

Para mantener la operación activa del circuito a través de la batería complementamos con el cargador.

Figura 53

Cargador de 5 VDC

Nota. Fuente: https://novatronicec.com/index.php/product/cargador-5v-3a-plug-arduino/

Tabla 9.

Característica del cargador

Marca:	**POROPL**
Tipo de conector:	Conector de barril
Componentes incluidos:	Cable de alimentación.
Características especiales:	Diseño Ligero
Voltaje de entrada:	240 voltios
Salida de voltaje:	5 voltios corriente directa
Tipo de montaje:	Soporte de pared
Amperaje:	1 amperios

3.5 DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECIFICO 5: Establecer un procedimiento que permita comprobar el estado de la transmisión.

3.5.1 Aplicativo Android en MIT APP INVENTOR

MIT App Inventor utiliza un entorno de diseño visual, donde podemos arrastrar y soltar componentes para construir la interfaz de la aplicación. Algunos componentes comunes incluyen botones, etiquetas, cuadros de texto, listas, etc. Que nos permitirá crear el aplicativo móvil en sistema Android.

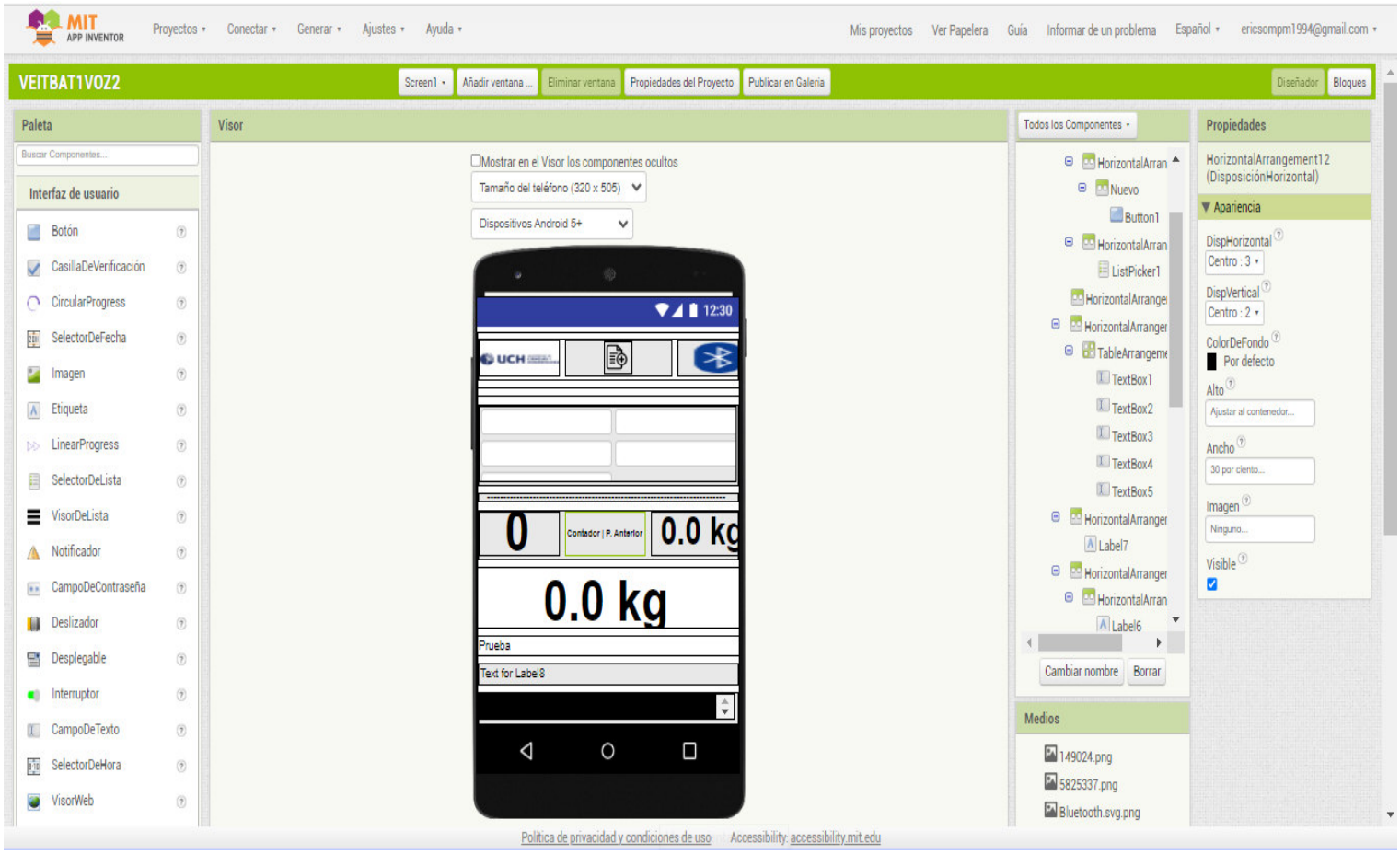
3.5.2 Diseño de la interfaz de usuario

Arrastra los componentes desde la paleta de herramientas hacia el área de diseño para construir la interfaz de usuario de la aplicación. Ajustamos las propiedades de cada componente según nuestras necesidades como: texto, color, tamaño, imágenes, etc. Definimos que:

- En esta sección crearemos la interfaz gráfica con el logo de universidad.
- Utilizamos componentes visuales como un botón bluetooth, botón borrar y volver a escribir el proceso, etiquetas de peso, campos de texto como nombre de archivo, numero de corral, nombre de operador, sexo de pollito, numero de galpón.
- Se configura las propiedades de cada componente, como los botones y textos adecuándolo al espacio determinado de la pantalla en el diseño.
- Organizamos los componentes en la pantalla según el diseño que estamos creando.

Figura 54

Diseño en plataforma MIT APP INVENTOR



Nota. Plataforma en el modo diseñador del aplicativo MIT que permite construir la interfaz gráfica de la aplicación móvil de manera intuitiva y efectiva, utilizando una variedad de componentes y propiedades de acuerdo al proyecto. Elaboración propia.

3.5.3 Editor de Bloques

Se describe la atribución de elaboración de la estructura:

- El Editor de Bloques es donde se construirá la funcionalidad de la aplicación mediante bloques de código visual.
- Está dividido en secciones que te permiten acceder a diferentes categorías de bloques, como eventos, controles, matemáticas, texto, listas, etc.
- Los bloques se arrastran desde estas secciones y se conectan para formar secuencias lógicas y operativas.

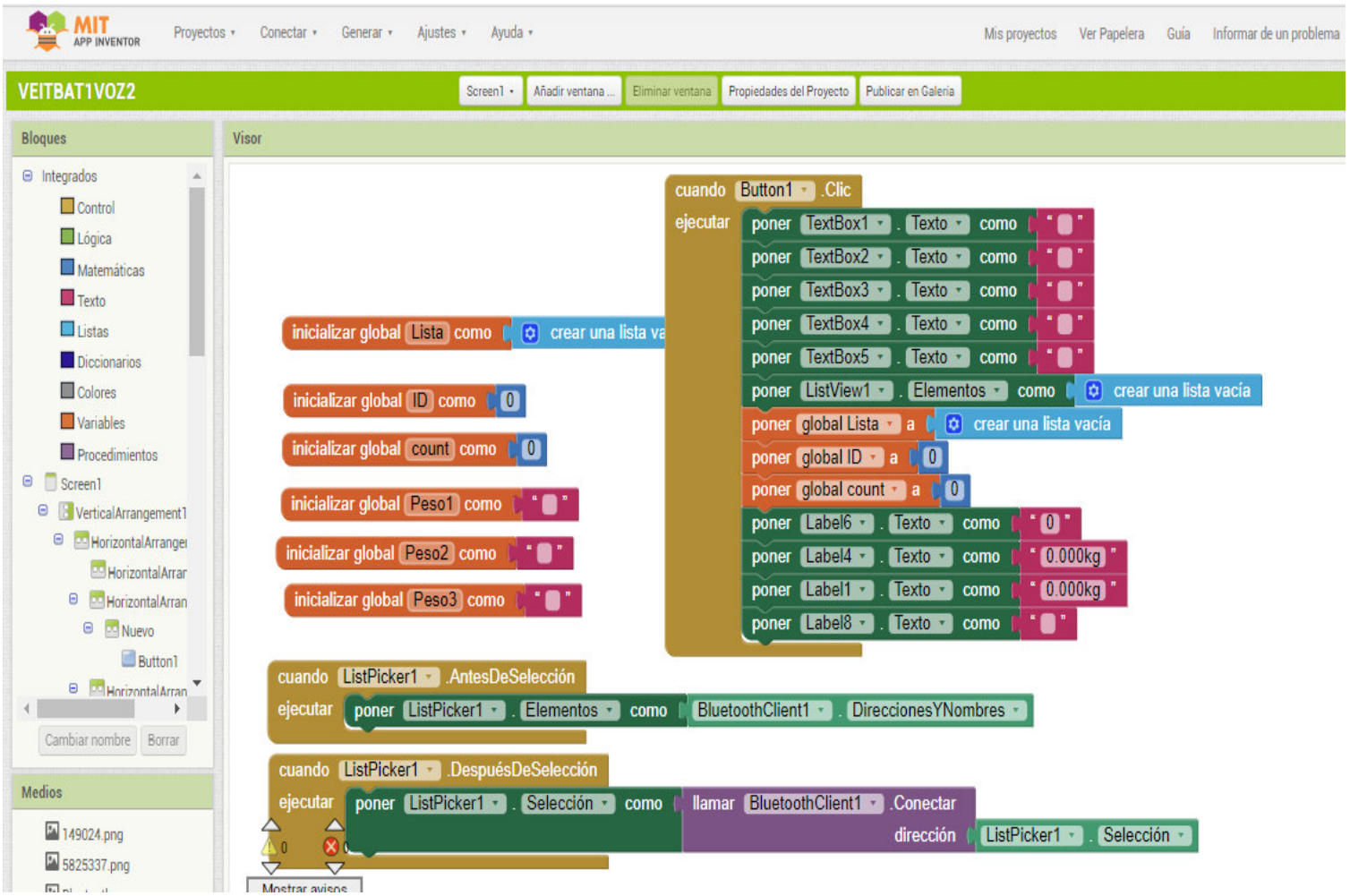
3.5.3.1 Categorías de Bloques:

Son las siguientes que esta para la selección según la necesidad de la aplicación asociado al diseño de cada segmento.

- **Eventos:** Manejan acciones como clics de botones, cambios en valores de componentes, etc.
- **Controles:** Permiten estructuras de control como bucles y condicionales.
- **Matemáticas:** Incluyen operaciones matemáticas básicas y avanzadas.
- **Texto:** Manipulan cadenas de texto, como concatenación, búsqueda y manipulación.
- **Listas:** Operaciones sobre listas, como añadir elementos, eliminar, ordenar, etc.
- **Lógica:** Contienen bloques para evaluar condiciones lógicas.
- **Variables:** Permiten crear y manipular variables locales y globales.
- **Procedimientos:** Definen funciones personalizadas para reutilizar código.
- **Web:** Facilitan las solicitudes y respuestas a servicios web.

Figura 55

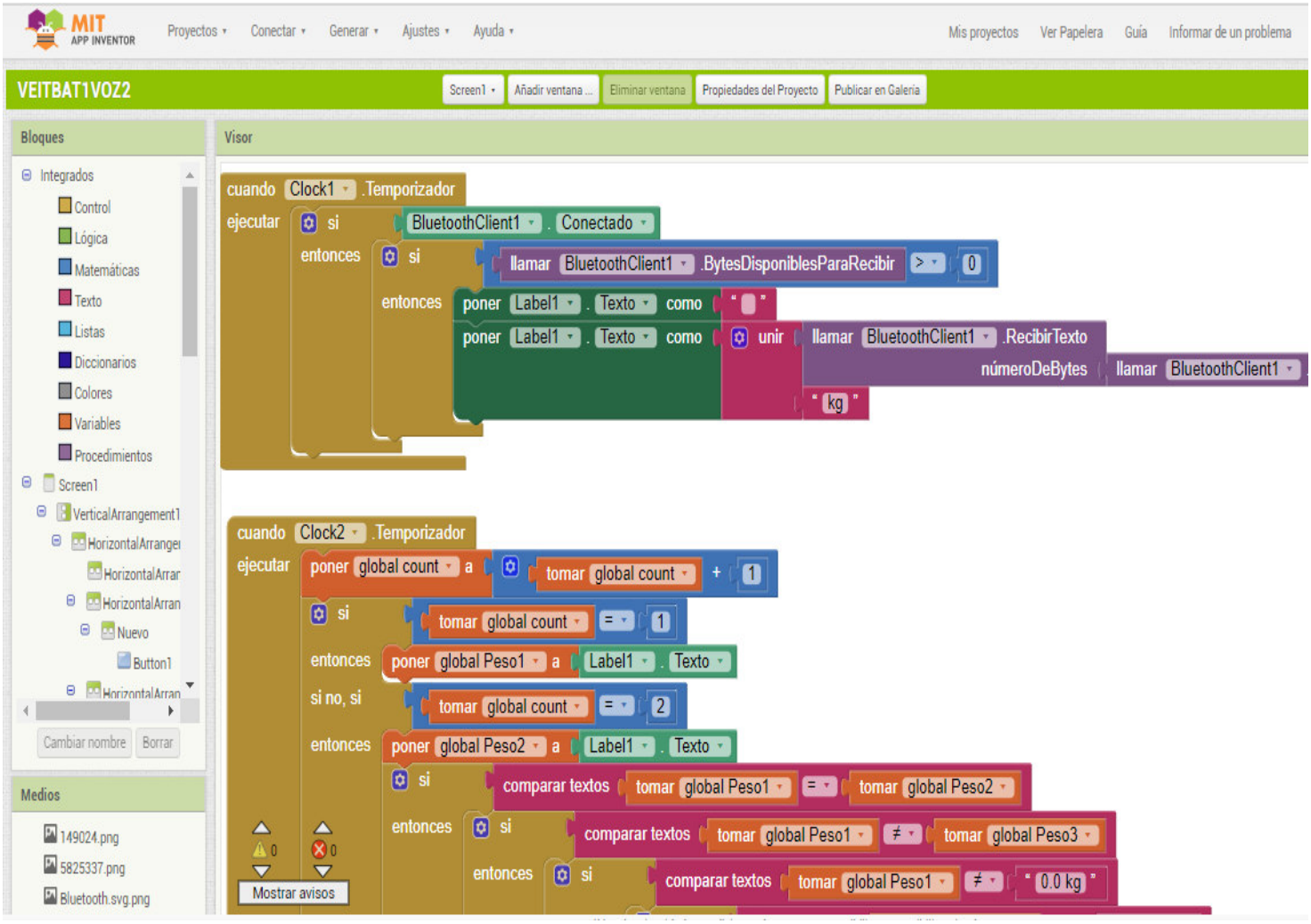
Bloque de inicialización global



Nota. El bloque "inicializar global" se usa para declarar una variable global y establecer su valor inicial. Una vez que la variable global está definida, podemos usarla en cualquier parte de la aplicación, lo que nos hace útil para almacenar información que necesitamos acceder y modificar en diferentes eventos y componentes del programa. Elaboración propia.

Figura 56

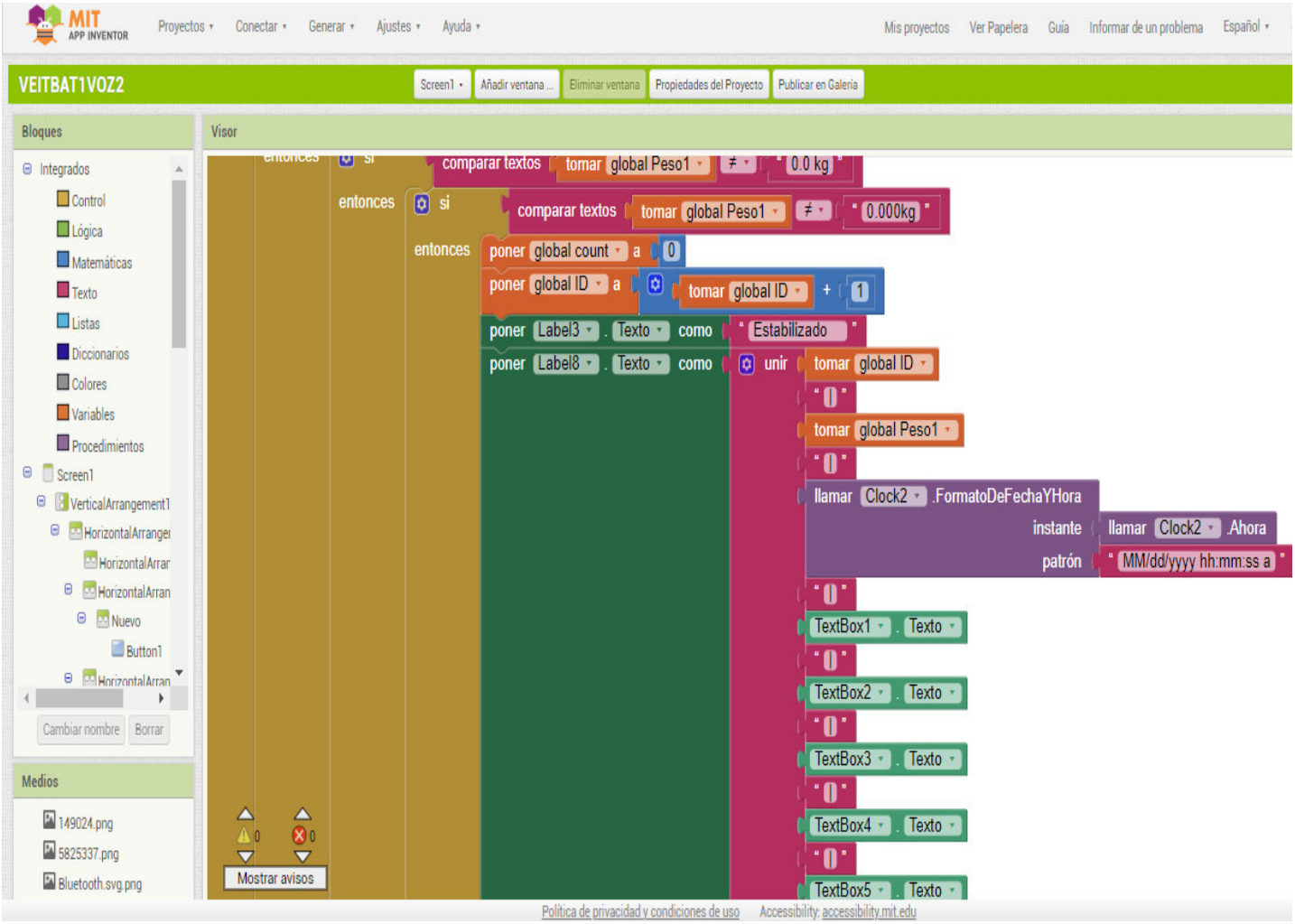
Bloque cuando ejecutar



Nota. El bloque "cuando [componente] haga clic" (o cualquier otro evento específico del componente) es esencial para definir el comportamiento de la aplicación cuando ocurre una acción del usuario, como hacer clic en un botón o recibir un mensaje. Estos bloques se encuentran en la sección de "Controladores de eventos" en el editor de bloques y permite que la aplicación responda a diversas interacciones direccionada al bluetooth, tiempos y pesos. Elaboración propia.

Figura 57

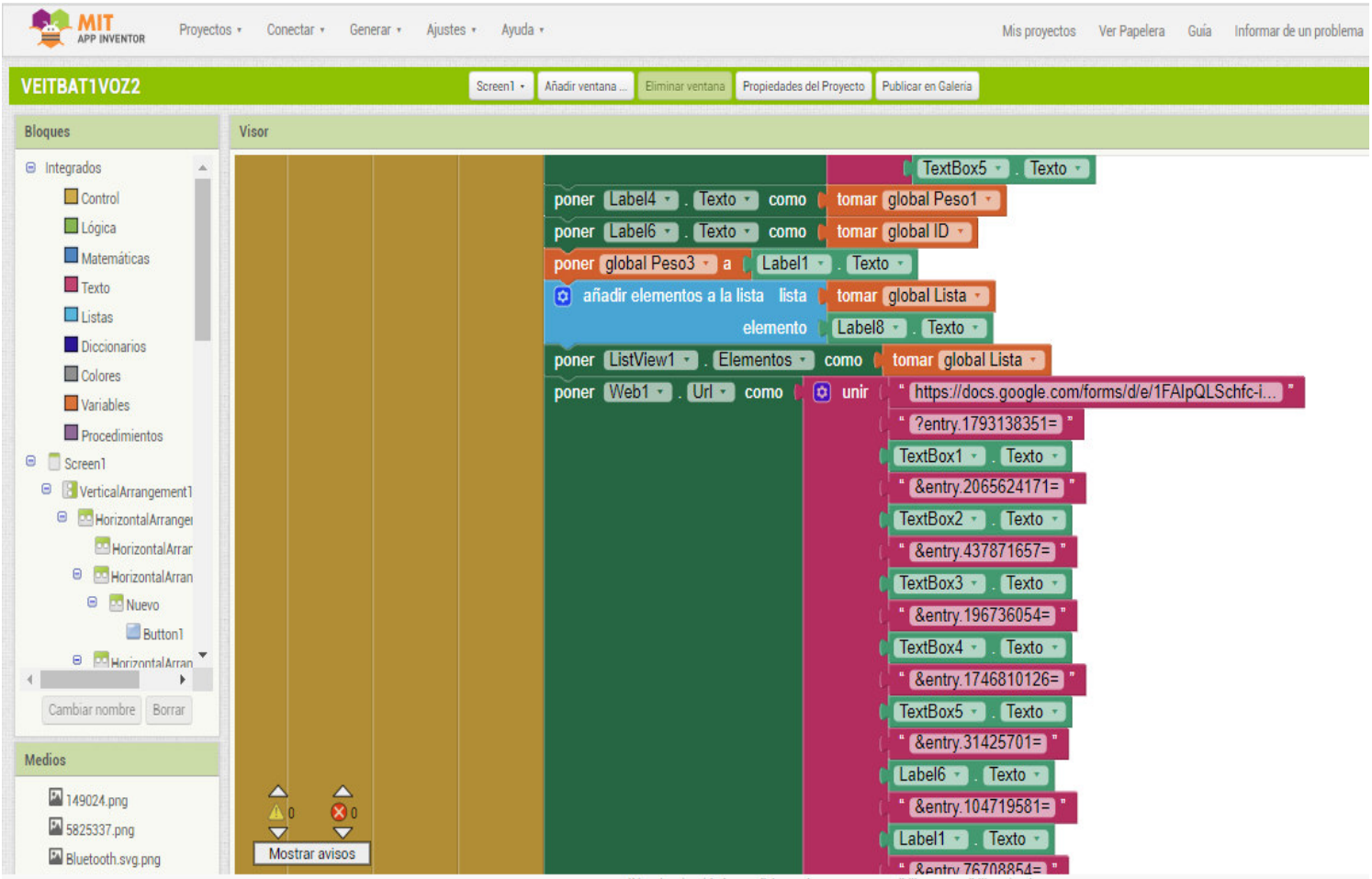
Bloque entonces



Nota. El bloque "entonces" es una parte de la estructura condicional que utilizamos para definir el conjunto de acciones que se deben ejecutar cuando una condición evaluada previamente resulta ser verdadera. Se encuentra dentro del bloque "si" (o "si entonces"), que permite realizar comprobaciones lógicas y ejecutar diferentes bloques de código dependiendo de si la condición es verdadera o falsa. Estableciendo la asociación de poner y llamar a hora y fecha en tiempo real. Elaboración propia.

Figura 58

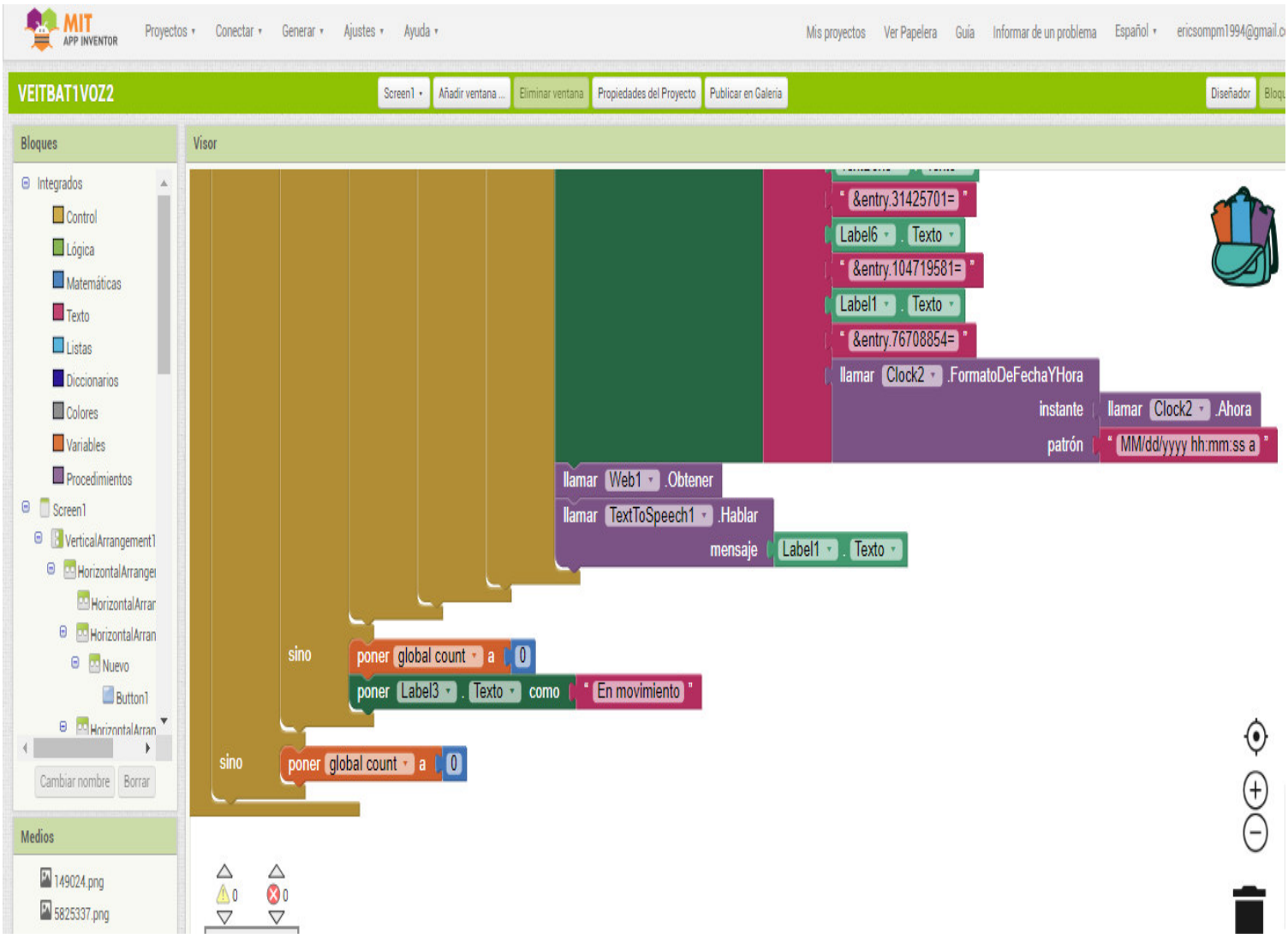
Código entonces asociado a poner y tomar



Nota. Estos bloques lo usamos frecuentemente en conjunto para manejar datos y realizar cálculos. Podríamos tener una variable global que almacena la cantidad de pesos que se aplica y usar los bloques "poner" y "tomar" para actualizar y mostrar la asignación en diferentes partes de tu aplicación la impresión de los textos y registro de peso vinculado con un correo electrónico donde se almacenara en tiempo real enviando a una encuesta con campos llenado automáticamente. Elaboración propia.

Figura 59

Bloque sino.



Nota. El bloque "sino" (en inglés, "else") es una parte de la estructura de control condicional "si entonces sino" (en inglés, "if then else"). Este bloque nos permite definir acciones que se deben ejecutar cuando la condición evaluada no es verdadera. Es útil para manejar casos en los que quieres que tu aplicación realice diferentes acciones dependiendo de si una condición específica se cumple o no. Dado que esto señala si la balanza esta censado imprimirá en movimiento y cuando el producto está sin movimiento saldrá estabilizado. Elaboración propia.

3.5.5 Descarga del desarrollo del aplicativo a un dispositivo móvil Android.

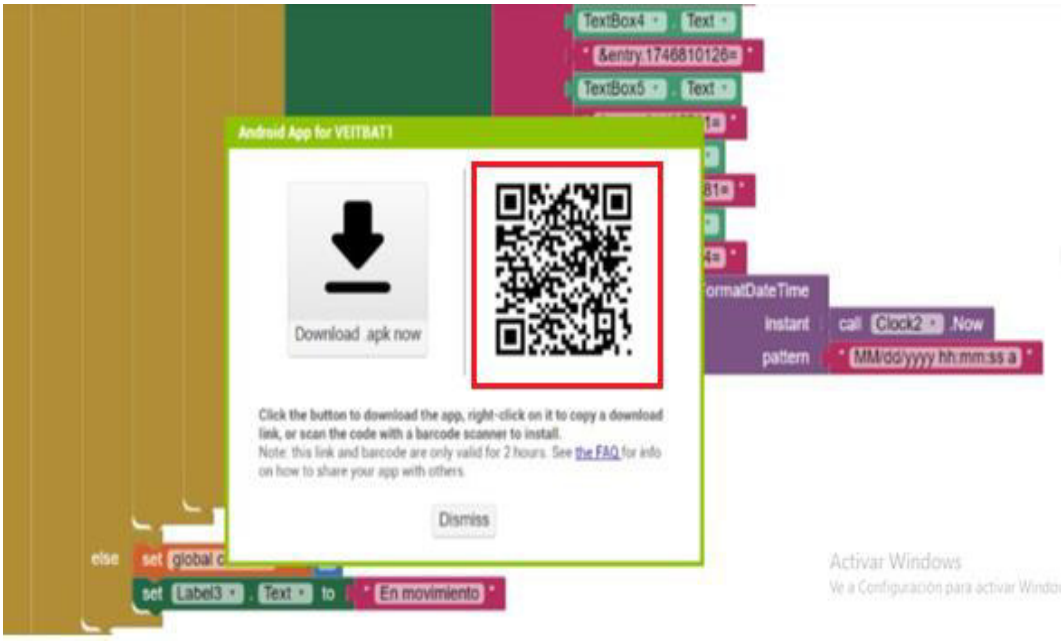
3.5.5.1 Descarga del archivo apk.

Esperamos que MIT App Inventor compile el proyecto. Esto puede tomar algunos momentos por la cantidad de fuentes y parámetros fijados en el programa.

Una vez completada la compilación, hay dos opciones para descargarla y Guardar el archivo apk. primera opción es que una vez descargado el archivo de la computadora y luego a través de un cable USB conectado lo enviamos al celular Android. Lo otro es mediante el QR de la cual utilizamos ese método que es más práctico.

Figura 60

Descarga a PC y mediante QR.



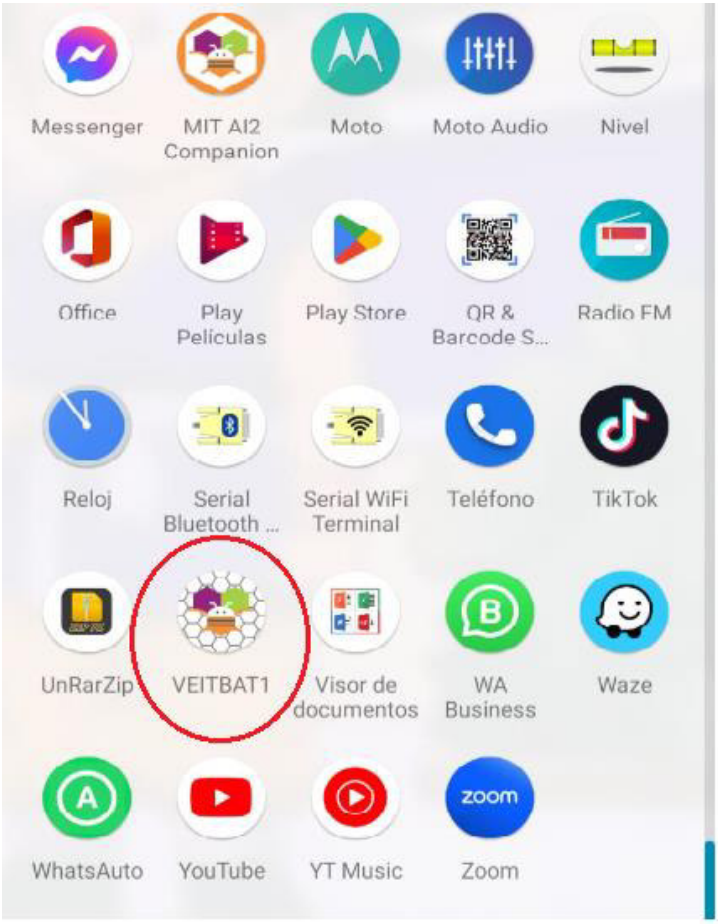
Nota. Se utiliza el método de descarga con la lectura del QR para obtener el Apk. en el celular móvil Android directamente y cargarlo de manera inmediata para la utilización y prueba. Elaboración propia.

3.5.5.2 Icono del APK

Una vez descargada y terminado el proceso el icono del Apk aparecerá en la pantalla de búsqueda.

Figura 61

Icono APK con el nombre VEITBAT1



Nota. El ícono de la APK (Android Package Kit) se refiere a un diseño gráfico de una abeja en su panal que aparece en la pantalla de inicio del dispositivo Android una vez que la aplicación ha sido instalada. Este ícono sirve como la representación visual de la aplicación del desarrollo y facilita su identificación entre otras aplicaciones en el dispositivo que ya se tiene descargado**.** Elaboración propia.

3.5.5.3 Apk. en teléfono móvil Android

Se ilustra la característica de la estructura de datos que se cargara en los campos del aplicativo:

Figura 62

Partes funcionales del APK.

1. **Logo de la aplicación:** Logo de la universidad ciencias y humanidades
2. **Icono de borrar datos:** Es un botón de limpiar toda la información para volver a tomar nueva información.
3. **Icono de conectar a Bluetooth:** Botón para buscar y seleccionar el bluetooth de la balanza.
4. **Campos de datos para el registro según asignación**: Datos de campo de asignación que es, nombre del archivo, número de corral, nombre operador, sexo de pollito, numero de galpón.

5. **Contador de peso:** visualización de contador de peso en números consecutivos.
6. **Peso anterior:** visualización de peso anterior.
7. **Peso de balanza:** Visualización de peso en tiempo real.
8. **Aviso de movimiento y estabilizado:** Visualización de aviso si la balanza está en movimiento o el peso esta estabilizado**.**
9. **Impresión de datos en tiempo real:** Espacio de información asociado a todos los parámetros anteriores de manera enlazada en tiempo real como: contador/peso/fecha/hora/Nombre de archivo/nombre operador/número de galpón/número de corral/sexo de pollito.

3.5.5.4 MIT App Inventor para IOS MAC

3.5.5.4.1 Estado Actual:

Fase Experimental: Hasta hace poco, la versión de App Inventor para iOS estaba en una fase experimental y de pruebas. Esto significa que no todas las funciones estaban completamente implementadas y podría haber habido algunos errores y limitaciones.

Acceso Beta: Para usar la versión de iOS, podrías necesitar registrarte para acceder a la beta o estar atento a las actualizaciones del MIT sobre el lanzamiento de versiones más estables

3.5.5.4.2 Instalación y Uso:

Registro de Desarrollador de Apple: Para probar y publicar aplicaciones en iOS, necesitas una cuenta de desarrollador de Apple, que tiene un costo anual.

Certificados y Provisioning Profiles: Necesitarás configurar certificados y perfiles de aprovisionamiento para

firmar tus aplicaciones y permitir que se ejecuten en dispositivos iOS.

Pruebas en Dispositivos: A diferencia de Android, donde puedes instalar aplicaciones fácilmente, las aplicaciones para iOS deben ser probadas a través de TestFlight (una plataforma de pruebas de Apple) o directamente en dispositivos mediante Xcode.

3.5.5.4.3 Recursos y Soporte:

Documentación y Tutoriales: El MIT proporciona documentación y tutoriales específicos para ayudar a los usuarios a desarrollar aplicaciones para iOS utilizando App Inventor. Es recomendable revisar estas guías para entender los requisitos y procesos específicos.

Comunidad y Foros: Unirte a la comunidad de usuarios de App Inventor y participar en foros puede ser muy útil para resolver dudas y aprender de la experiencia de otros desarrolladores que han utilizado la versión para iOS.

3.5.5.4.4 Limitaciones:

Compatibilidad de Componentes: No todos los componentes y extensiones disponibles para la versión de Android de App Inventor pueden estar disponibles o funcionar de la misma manera en iOS debido a las diferencias en los sistemas operativos.

Rendimiento y Errores: Al estar en fase experimental, es posible que encuentres problemas de rendimiento o errores que aún no han sido resueltos.

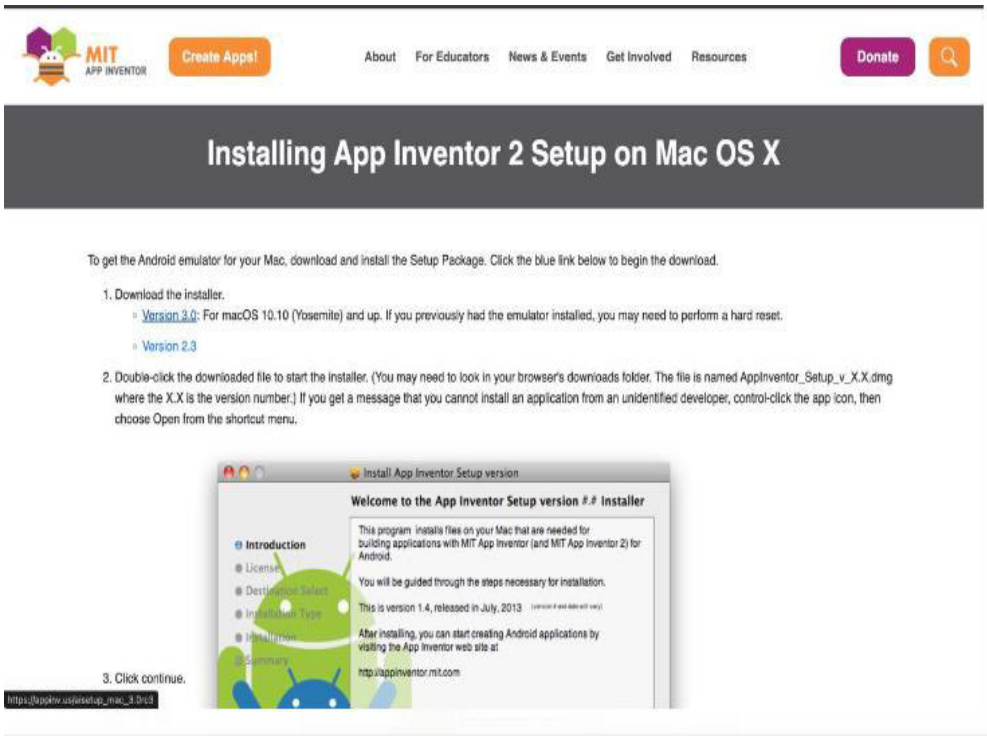
3.5.5.5 Descarga en un IPHONE 12 pro

MIT App Inventor se diseñó principalmente para crear aplicaciones para dispositivos Android. Sin embargo, existe una extensión llamada "MIT App Inventor for iOS" que permite a los usuarios crear aplicaciones para dispositivos iOS, como el iPhone 12 Pro. Aquí tienes los pasos básicos para utilizar MIT App Inventor con un dispositivo iOS:

1. **Usar MIT App Inventor**: Crea tu aplicación en el entorno de MIT App Inventor como lo harías normalmente.
2. **MIT App Inventor for iOS**: Asegúrate de que la aplicación sea compatible con la versión iOS. Puedes seguir las guías y documentación en el sitio web de MIT App Inventor sobre cómo asegurarte de que tu proyecto sea compatible con iOS.

Figura 63

Descarga de MIT APP INVENTOR según indicaciones

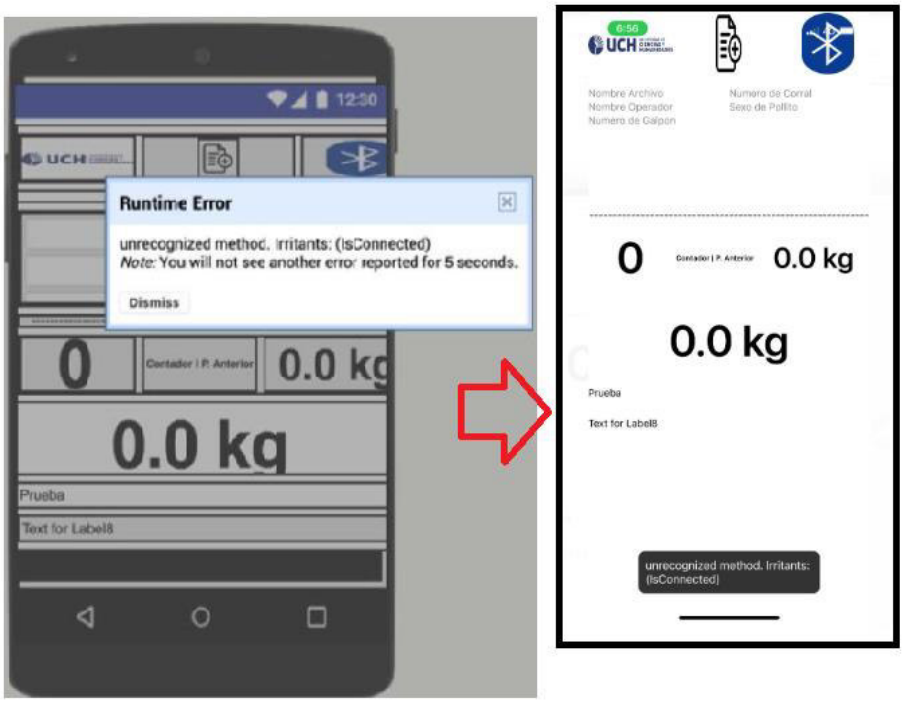


Nota. En la figura 63 descargamos la aplicación en una MAC para realizar la prueba del aplicativo ya creado. Elaboración propia.

3. **Instalación de la App Inventor Companion**: Para probar la aplicación en tu iPhone, instala la App Inventor Companion para iOS desde la App Store.

Figura 64

Descarga de aplicación de una MAC al teléfono APPLE IPhone 12



Nota. Descargamos de la MAC hacia el teléfono Apple iPhone 12 se presenta un error de tiempo de ejecución donde no reconoce el método por otra parte no hay estabilidad de la conexión por que tiene que estar en línea. Elaboración propia.

4. **Conexión y prueba**: Conecta tu iPhone usando la App Inventor Companion y prueba la aplicación en tu dispositivo.

3.5.6 Prueba inicial del prototipo.

3.5.6.1 Ajuste de la balanza

Se cuelga la balanza para instalar el gancho y realizar el ajuste del peso con pesa patrón de 5kg

Figura 65

Ajuste de peso con pesa de 5 kg

Nota. Prueba y ajuste de la balanza donde la lectura de peso refleja 5.000 kg de la pesa patrón aplicada. Validamos el peso para ejecutar el envío de datos siendo la balanza como el emisor. Elaboración propia.

3.5.6.2 Conexión del del bluetooth mediante la aplicación en ANDROID

Se procede a ingresar a la aplicación principal, presionamos el logo bluetooth para seleccionar el bluetooth de la balanza (nombre asignado desde el SP32)

Figura 66

Presión de botón icono bluetooth

Nota. En aplicativo del sistema Android presionamos el icono bluetooth para realizar la búsqueda de la balanza electrónica. Elaboración propia.

Figura 67

Lista de bluetooth detectado en mi entorno

Nota. Apreciamos una lista de bluetooth detectado en el entorno y una de ella el de la balanza, realizamos la selección para así poder ejecutar la vinculación. Elaboración propia.

3.5.6.3 Prueba de enlace de bluetooth de balanza a teléfono móvil.

Se Ejecuta prueba de vinculación de la balanza con el teléfono móvil.

Figura 68

Envío de peso al aplicativo

Nota. La balanza y el aplicativo se muestra en actividad enviado peso al aplicativo móvil donde los parámetros se registran automáticamente en tiempo real del campo de la impresión de datos. Elaboración propia.

3.5.6.3 comunicación Bluetooth entre la balanza y el teléfono móvil Android

Para ello elaboramos una tabla:

Tabla 10

Pasos y descripción de la vinculación Bluetooth

Paso	Descripción
1	**Configuración del ESP32:** Configurar el ESP32 para que actúe como un dispositivo Bluetooth y anuncie un servicio específico. Esto se hace a través de la programación C en la plataforma Arduino IDE desarrollo compatibilizando a la tarjeta ESP32
2	**Descubrimiento por parte del teléfono:** El teléfono Android escanea dispositivos Bluetooth cercanos para descubrir el ESP32 (a través de su nombre o UUID de servicio). Esto se vincula con la aplicación VEITBAT 1 que se instaló en el teléfono
3	**Emparejamiento (si es necesario):** Dependiendo de la configuración de seguridad, el teléfono y el ESP32 pueden necesitar emparejarse antes de la conexión. Por ello asignamos el nombre del bluetooth para seleccionarlo sin ningún problema.
4	**Conexión Bluetooth:** Una vez descubierto, el teléfono se conecta al ESP32 estableciendo un canal de comunicación Bluetooth.
5	**Transferencia de datos:** Una vez conectados, el ESP32 y el teléfono pueden intercambiar datos a través del canal Bluetooth. Esto envía y recibir instrucciones de comandos según nuestra programación.
6	**Desconexión:** Cuando se completa la transferencia de datos de la jornada de función o cuando se apague estos se llegan a desconectar entre sí.

Nota. En la tabla 9 se realiza 6 pasos de la cual se desarrolla la vinculación de la balanza con el aplicativo móvil Android. Elaboración propia.

3.5.7 Prueba final del prototipo en campo

- Elegimos el local de taller como fachada similar a un galpón para realizar pesos continuos y verificar la rendición de su funcionamiento.

Figura 69

Calibración de la balanza con 1 kg

Nota. En la figura 69 se observa la balanza atada con una soga para dejar colgada por otra parte el peso de 1 kg es ejecutado como la calibración antes de realizar las pruebas correspondientes. Elaboración propia.

- Procedemos la colocación del ave en el sistema del gancho para sensar el peso.

Figura 70

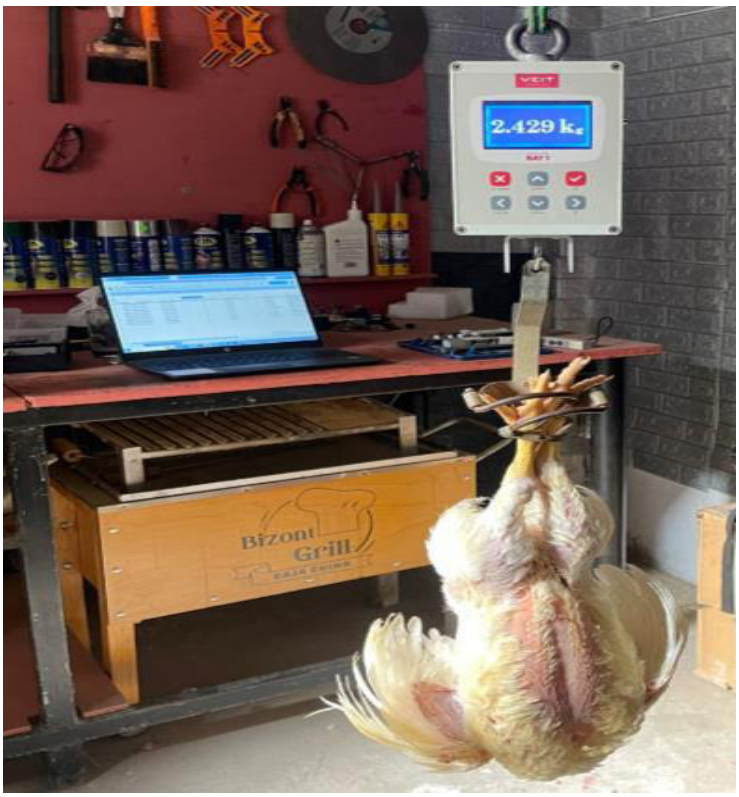
Posición del pollo en el sistema de gancho

Nota. En la figura 70, se coloca el ave en el gancho boca abajo donde se genera el enganche y presión en las patas. Elaboración propia.

- Estabilidad del ave y lectura de peso

Figura 71.

Ave colgada



Nota. Se determina en la figura 71 que cuando el ave deja de moverse en el gancho la balanza genera una estabilidad registrando el envío de la data al teléfono móvil en la aplicación. Elaboración propia.

- Compatibilidad de enlace bluetooth para el registro en tiempo real de registro de peso entre la balanza y el teléfono móvil.

Figura 72

Registro de peso en teléfono móvil

Nota. En la figura 72 se aprecia el peso de la balanza 2.439 kg al igual que el teléfono móvil a través del aplicativo móvil creado en APP MIT INVENTOR. Elaboración propia.

- Prueba de distancia de comunicación bluetooth

Figura 73

Prueba de distancia de comunicación Bluetooth

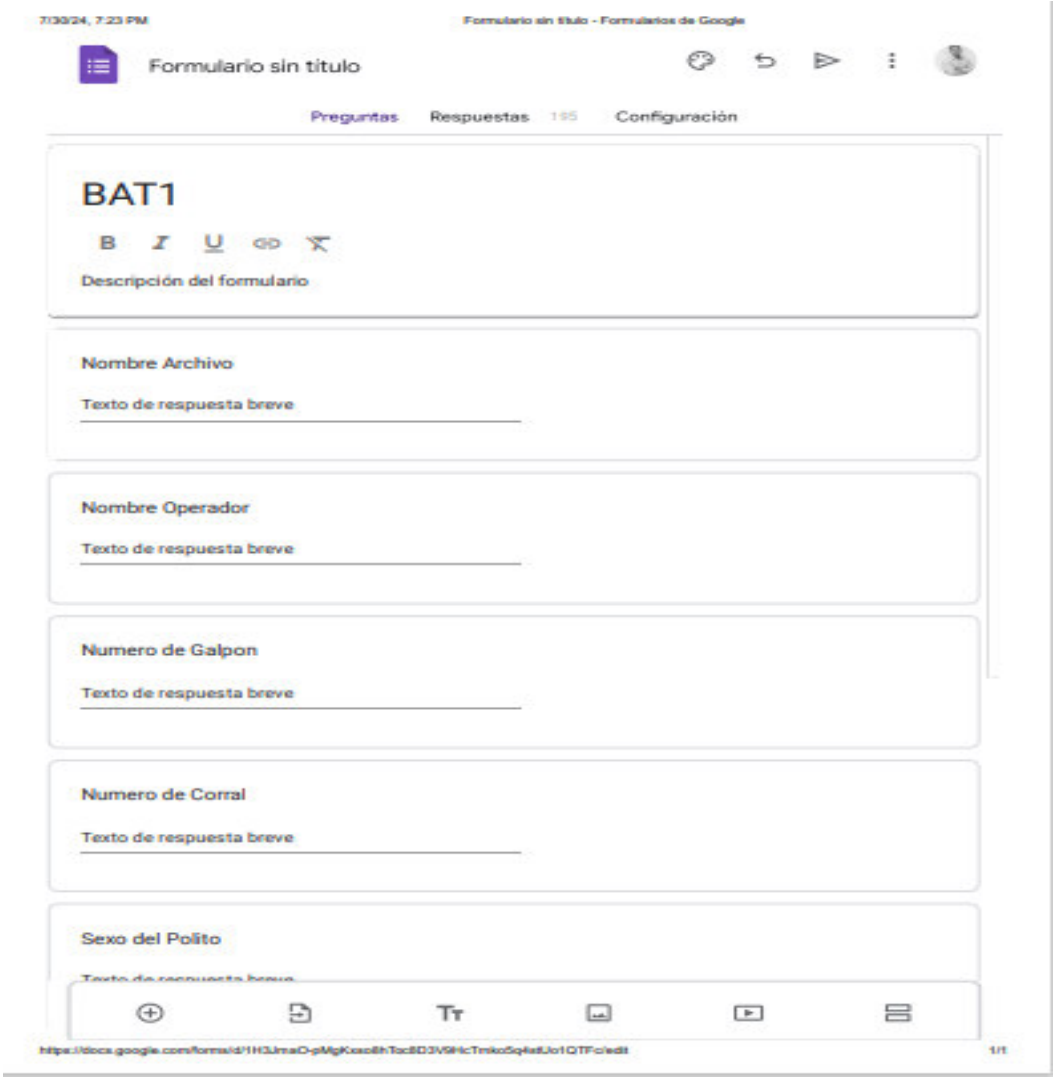
Nota. Distancia de comunicación del operador hasta el peso del ave es captable con la tecnología bluetooth. La distancia es suficiente para la operación en campo. Elaboración propia.

3.5.7.1 Envió de información de registro de peso en tiempo real direccionado a un correo electrónico.

Se genera un formulario de Google que tiene lo mismo campos en el aplicativo Android de la cual este se va enlazar en línea.

Figura 74.

Formulario de Google



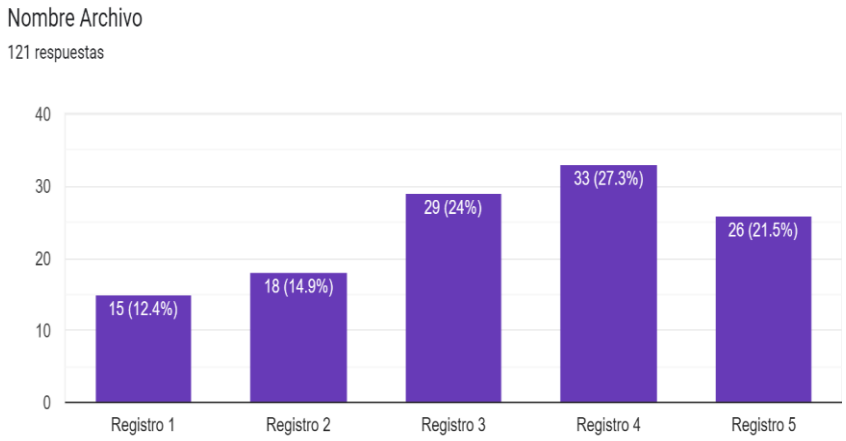
Nota. Formulario de Google en correo electrónico Gmail direccionada para llenar el formulario por defecto al pesar la balanza en tiempo real. Fuente: https://docs.google.com/forms/d/1H3JmaO-pMgKxso8hToc8D3V9HcTrnko5q4stUo1QTFc/edit.

3.5.7.2 Respuesta gráfica y estadístico.

Observaremos los resultados de la simulación realizada durante las pruebas toda la respuesta del peso de la rutina de la operación.

Figura 75

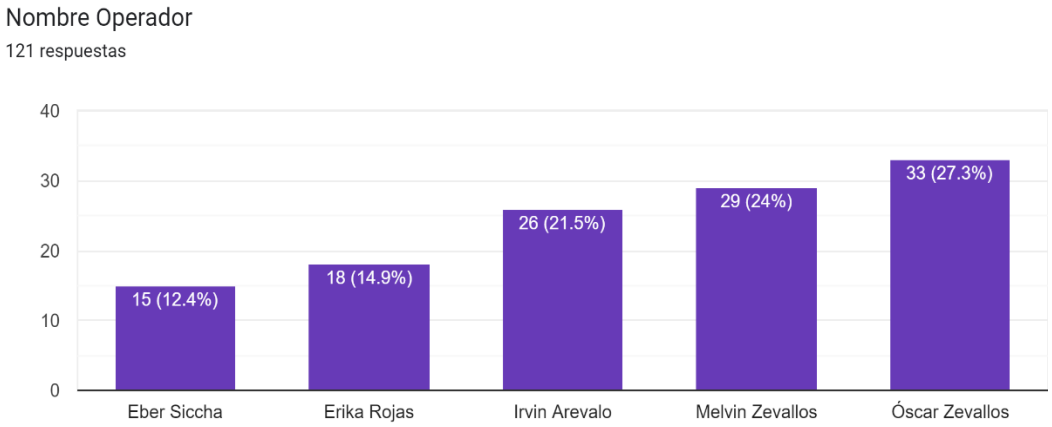
Nombre del archivo



Nota. En la figura 77, se representa el nivel de porcentaje grafico estadístico del nombre del archivo donde registra 12.4 % registro 1, 14.9% registro 2, 24% registro 3, 27,3% registro 4 y 21,5 % nivel 5 siendo el nivel más alto registro 4. Fuente: https://docs.google.com/forms/d/1H3JmaOpMgKxso8hToc8D3V9HcTrnko5q4stUo1QTFc/edit#r

Figura 76.

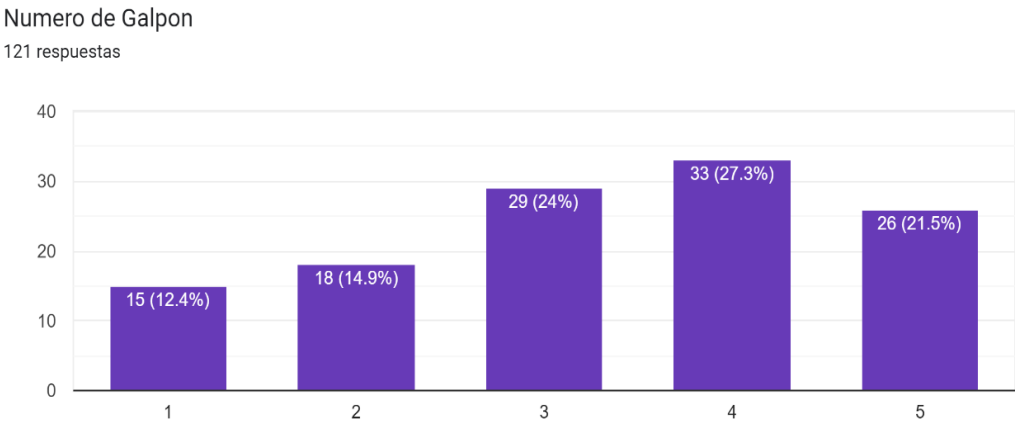
Nombre de operador



*N*ota. En la figura 78, se muestra un gráfico estadístico de nivel de registro del nombre del operado siendo el nivel más alto el operador Oscar Zevallos con el nivel de 27.3 % en el resultado de la prueba. Fuente https://docs.google.com/forms/d/1H3JmaOpMgKxso8hToc8D3V9HcTrnko5q4stUo1QTFc/edit#r

Figura 77.

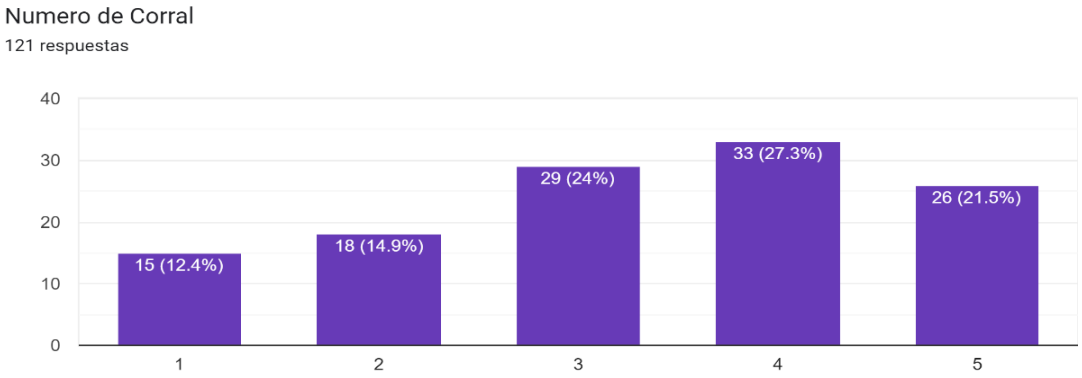
Numero de Galpón



Nota. Según figura 79, el grafico estadístico muestra de el galpón número 4 ha tenido vas nivel de operación. Fuente https://docs.google.com/forms/d/1H3JmaOpMgKxso8hToc8D3V9HcTrnko5q4stUo1QTFc/edit#r

Figura 78.

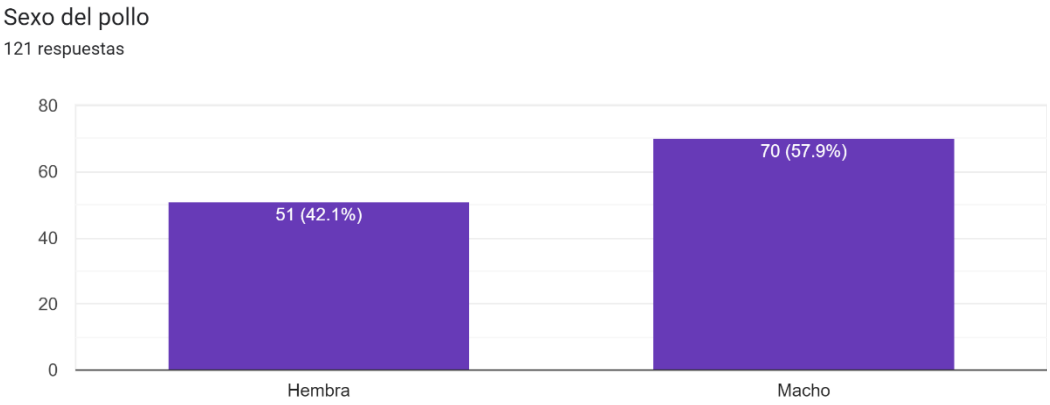
Numero de Corral



Nota. La figura 80 muestra que el nivel más productivo fue el corral numero 4 con 27,3%. Fuente: https://docs.google.com/forms/d/1H3JmaOpMgKxso8hToc8D3V9HcTrnko5q4stUo1QTFc/edit#r

Figura 79

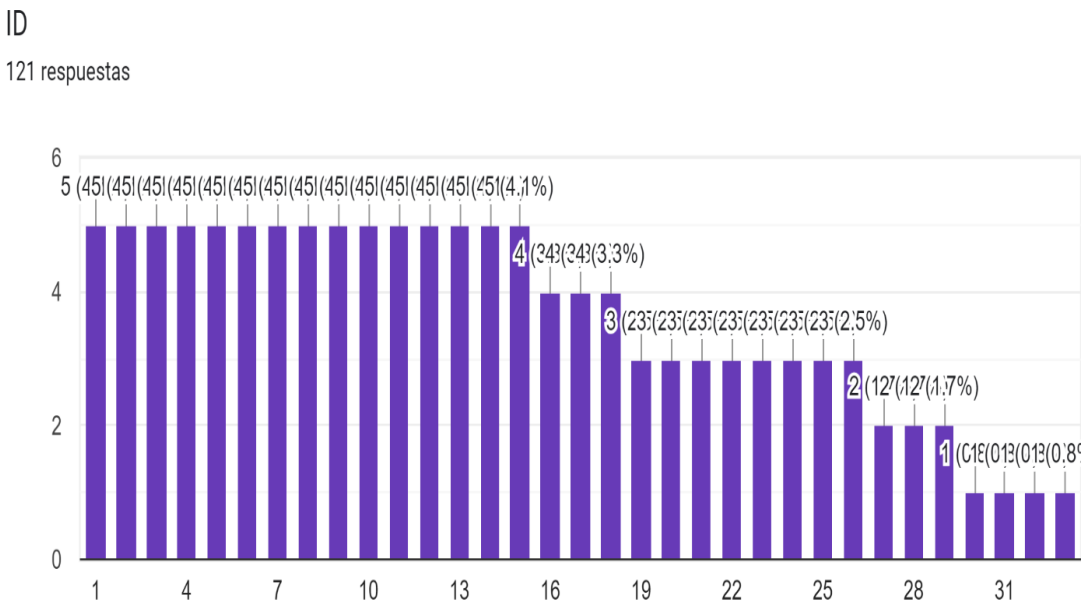
Sexo del Pollo



Nota. La figura 79, se aprecia el resultado de nivel que se pesaron más pollos macho que hembra con un 57,9%. Fuente: https://docs.google.com/forms/d/1H3JmaOpMgKxso8hToc8D3V9HcTrnko5q4stUo1QTFc/edit#r

Figura 80

ID acumulación de todos los registros



Nota. Figura 82, hace referencia del nivel estadístico de todos los registros en conjunto de la 121 respuesta que ha generado el formulario de manera automática. Fuente: https://docs.google.com/forms/d/1H3JmaOpMgKxso8hToc8D3V9HcTrnko5q4stUo1QTFc/edit#r

3.5.7.3 Parámetros de resultado durante la prueba en campo.

- **Radio de Acción (Rango)**

  El radio de acción de Bluetooth puede variar dependiendo de la clase del dispositivo:

  Clase 2: Hasta 10 metros (33 pies). Esta es la que lleva el teléfono móvil por la distancia de prueba hasta 12 metros. Suficiente para la aplicación en un entorno de campo y área de implementación.

- **Potencia**

  Para aplicaciones en un ESP32, la potencia de transmisión suele ser ajustable para equilibrar el rango y el consumo energético.

- **Interferencia**

  Bluetooth opera en la banda de frecuencia de 2.4 GHz, la misma que utilizan otros dispositivos como Wi-Fi y microondas. La interferencia de estos dispositivos puede afectar la calidad de la señal Bluetooth. La tecnología Bluetooth utiliza técnicas de **salto de frecuencia** para mitigar la interferencia al cambiar rápidamente entre diferentes frecuencias dentro de la banda.

- **Tasas de Error**

  La tasa de error en una conexión Bluetooth puede estar influenciada por la calidad de la señal, la interferencia y el entorno en el que se utiliza. Aunque Bluetooth incluye mecanismos de corrección de errores, en entornos con alta interferencia o distancias largas, las tasas de error pueden aumentar, lo que puede llevar a la retransmisión de

datos y, en consecuencia, a una mayor latencia. En el campo cada equipo debe ser direccionada a un solo teléfono.

- **Pérdidas**

  Las pérdidas de señal pueden ocurrir debido a:

  Obstáculos: Paredes, muebles y otras estructuras pueden atenuar la señal.

  Interferencia Electromagnética: Otros dispositivos electrónicos operando en la misma banda de frecuencia pueden causar interferencias.

  Distancia: A medida que la distancia entre el ESP32 y el dispositivo Android aumenta, la señal puede debilitarse, aumentando las probabilidades de pérdida de datos.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE COSTO Y BENEFICIO

4.1. ANÁLISIS DE COSTOS

4.1.1. Recursos humanos

Tabla 11.

Recursos humanos necesarios para el sistema

Actividad	Personal	Costo/días	Costo/horas	Total, horas	Total, días	Monto (S/.)
Capacitación para aplicativos Android	1	-	50	4	-	200.00
Programador de ESP32 en IDE Arduino	1	80	-	-	-	80.00
Programador en MIT APP INVENTOR	1	80	-	-	-	80.00
TOTAL						400.00

Nota. En la Tabla 11, se puede apreciar los gastos a los cuales se recurrió para poder diseñar e implementar el sistema. Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Recursos materiales

En los recursos materiales se va a tener que contemplar los tipos de costos de materiales y también de implementación para poder obtener el costo total.

Tabla 12.

Costo de materiales en las etapas del sistema

Etapa	Cantidad	P. Unitario	Precio Total
Protoboard para simulación	2	S/ 20.00	S/ 40.00
Cables de conexión de colores	1	S/. 25.00	S/. 25.00
Microcontrolador ESP32	1	S/ 280.00	S/ 280.00
Placa para soldadura de componentes	1	S/ 25.00	S/ 25.00
Pantalla GLCD 128 X 64	1	S/ 50.00	S/ 50.00
Amplificador de celda de carga	1	S/ 25.00	S/ 25.00
Potenciómetro de precisión	1	S/ 5.00	S/ 5.00
Batería de litio	1	S/ 30.00	S/ 30.00
Controlador de carga y descarga de batería litio	1	S/ 40.00	S/ 40.00
Cargado de batería de 5v	1	S/ 35.00	S/ 35.00
Borneras	1	S/ 20.00	S/ 20.00
Cables de conexión	1	S/ 15.00	S/ 15.00
Condensadores y resistencia	1	S/ 15.00	S/ 15.00
Balanza VEIT ELECTRONICS BAT1	1	S/ 1800.00	S/ 1800.00
TOTAL			S/ 2,405.00

Tabla 13.

Costo de inversión inicial

Descripción	Costos
Costo de materiales en las etapas del sistema	S/ 2,405.00
Costo recursos humanos	S/ 400.00
Costo total (S/.)	S/ 2,805.00

4.2. ANÁLISIS DE BENEFICIOS

4.2.1. Beneficios tangibles

Este proyecto está enfocado en poder obtener valores confiables en el proceso de pesaje de aves en un galpón con el objetivo de tener la información en tiempo real y evitar un tratamiento incorrecto de datos. Debido a este objetivo, se busca un autofinanciamiento que podría darse con alguna de las avícolas locales a las que se ha planteado el proyecto, y en promedio estas plantean el cobro de una utilidad de 10%.

Tabla 14.

Cálculo de utilidades

Descripción	**Costos**
Costo total (S/.)	S/ 2,805.00
Utilidad 10%	S/ 280.50
Costo total + Utilidad 10%	S/ 3,085.50

*Nota***.** En esta tabla, se muestra el costo del sistema con una utilidad del 10%. Elaboración Propia.

4.2.2. Análisis de Costo/Beneficio

Si se compara con otros equipos que ofrecen características similares a las del proyecto, el beneficio del sistema implementado en esta investigación radica en la confiabilidad de la toma de datos y una futura optimización del proceso de pesaje, que mejorará la gestión de productividad en este rubro. Dentro de las sugerencias con el análisis del producto se puede establecer que en comparativa de realizarse el proyecto se tendría un beneficio aproximado de cuatrocientos soles por periodo. Poniéndonos a la otra situación sin aplicar el proyecto esto continuaría el trabajo solo con el control de peso de manera tradicional.

Se determina que el porcentaje de utilidad promedio sugerido por las avícolas consultadas se plantea que el análisis desarrollado recae más en la sensibilidad que el costo / beneficio, generando el siguiente cálculo:

$$\frac{beneficio}{costo} = \frac{S/400}{\mathrm{S}/280.50} = 1.43$$

Se tiene un resultado de 1.43, eso quiere decir que el proyecto que se está implementado es viable.

4.3. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

4.3.1. Desarrollo del flujo de caja

El flujo de caja para implementar el proyecto está planteado para un estimado de 18 meses, de modo que se pueda sostener el porcentaje de utilidad sugerido por las avícolas consultadas.

Tabla 15.

Flujo de caja.

			FNE	FNE ACTUAL	
INVERSIÓN	**0**	**-S/**	**2,805.00**	-S/	2,805.00
FNE	**1**	**S/**	**500.00**	S/	454.55
	2	**S/**	**780.50**	S/	645.04
	3	**S/**	**1,061.00**	S/	797.15
	4	**S/**	**1,341.50**	S/	916.26
	5	**S/**	**1,622.00**	S/	1,007.13
	6	**S/**	**1,902.50**	S/	1,073.91
	7	**S/**	**2,183.00**	S/	1,120.22
	8	**S/**	**2,463.50**	S/	1,149.24
	9	**S/**	**2,744.00**	S/	1,163.72
	10	**S/**	**3,024.50**	S/	1,166.08
	11	**S/**	**3,305.00**	S/	1,158.38
	12	**S/**	**3,585.50**	S/	1,142.45
	13	**S/**	**3,866.00**	S/	1,119.84
	14	**S/**	**4,146.50**	S/	1,091.90
	15	**S/**	**4,427.00**	S/	1,059.79
	16	**S/**	**4,707.50**	S/	1,024.49
	17	**S/**	**4,988.00**	S/	986.85
	18	**S/**	**5,268.50**	S/	947.59

Nota. En esta tabla, se muestra el flujo de caja del sistema en 18 meses.

4.3.2. Análisis del VAN

Se va a calcular el VAN (Valor Actual Neto) para este proyecto con el apoyo de Microsoft Excel. Para ello se utilizará los datos del flujo de efectivo neto.

Datos:

Tasa de interés (i) = 10%

t = 18 meses

Inversión inicial (I_0)= S/ 2805.00

La fórmula del VAN es:

$VAN = I_0 \sum_{t=1}^{n} \frac{V_t}{(1+k)^n}$

$VAN = S/\ 15219.60$

4.3.3. Análisis del TIR

Para calcular el TIR (Tasa Interna de Retorno) se utilizará los datos del VAN y el software Microsoft Excel.

Formula del VAN:

$$VAN = \sum_{t=1}^{n} \frac{F_t}{(1+TIR)^t} - I = 0$$

Como vemos lo que tenemos que buscar es la tasa de interés que hace que el VAN sea cero.

Formula del TIR:

$$TIR = \frac{-I + \sum_{i=1}^{n} F_i}{\sum_{i=1}^{n} i * F_i}$$

$TIR = 41\%$

Dados los valores obtenidos en el VAN y el TIR, se demuestra que el proyecto es viable desde el punto de vista de la rentabilidad y también es viable en función de periodo de tiempo en el que se recupera la inversión realizada. En vista de que este proyecto muestra un prototipo inicial de mejora del control de pesaje, puede ser presentado a empresas del rubro para que financien el proyecto y el periodo de tiempo para el retorno de la inversión pueda reducirse.

CONCLUSIONES

1. Se determinó la forma como se realiza el control de pesaje de aves en una avícola local, observándose que hay dependencia de personal que manipula los datos arrojados por las balanzas para poder realizar los reportes respectivos, generando una situación de poca confiabilidad, ya que estos datos podrían estar susceptible a cambios indiscriminados en perjuicio del rubro avícola.

2. Se seleccionó un microcontrolador para la investigación que ha permitido establecer las prestaciones necesarias para el procesamiento de la información arrojada por el control de pesaje mejorado que permita garantizar la confianza en los datos obtenidos y que ello sirva para una correcta gestión económica del rubro.

3. Se estableció un conjunto de algoritmos que ha permitido compatibilizar los datos obtenidos por las balanzas tanto en hardware como en software para que haya una transmisión coherente y en tiempo real.

4. Mediante la integración de diversas tecnologías asociadas a las telecomunicaciones y a la electrónica, se diseñó una arquitectura de comunicación eficiente para la transmisión de datos que permite un control más sofisticado, una mayor confianza en el control de pesaje y da puertas a establecer un sistema de gestión mucho más eficiente.

5. Se desarrolló un procedimiento que ha permitido la comprobación del estado de la transmisión, a través de pruebas de ensayo en ambientes similares a los galpones donde se fijará el sistema elaborado en esta investigación

RECOMENDACIONES

1. Continuar con el análisis exhaustivo de los datos de pesajes anteriores para identificar patrones y posibles inconsistencias, así como consultar las mejores prácticas y estándares de la industria avícola para evaluar la eficiencia del sistema actual.

2. Gestionar la evaluación de los requisitos de procesamiento para integrar mayores parámetros, de modo que se logre determinar la cantidad de datos y la velocidad de procesamiento necesarios de forma que la extensión del microcontrolador sea compatible con los sensores de pesaje actuales.

3. Gestionar el filtrado de datos con el objetivo de implementar algoritmos para eliminar datos erróneos o inconsistentes, asimismo utilizar técnicas de compresión para reducir el tamaño de los datos antes de la transmisión; por último, realizar pruebas exhaustivas para asegurar que los algoritmos funcionen correctamente en diferentes escenarios.

4. Para la transmisión masiva de data, seleccionar el protocolo adecuado considerando protocolos como MQTT o HTTP para la transmisión de datos; diseñar una red robusta con redundancia y que sea capaz de manejar fallos. Asimismo, optimizar la topología de red que minimice la latencia y maximice la eficiencia asegura la transmisión de datos mediante procesos de encriptación y autenticación.

5. Configurar alertas para notificar al personal en caso de fallos o interrupciones, realizar pruebas regulares para asegurar que el sistema de transmisión esté funcionando correctamente y mantener un registro detallado de todas las transmisiones y cualquier problema encontrado para futuras referencias.

REFERENCIAS

Angulo Mongó, A. E., y Pacora Ferrer, W. D. (2023). Implementación del sistema de pesaje para la mejora del control de carga del área de operación comercial de la Empresa Redondos. [Tesis para optar el título de Ingeniero de Sistemas, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. http://hdl.handle.net/20.500.14067/9076

Aparisi Peris, M. (2023). *Diseño y control de un robot araña basado en ESP32 para control bluetooth* [Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València]. https://riunet.upv.es/handle/10251/195155

Boateng, M. A., & Akparibo, A. R. (2022, December). *A Multifunctional Automatic Dog-Feeder with Bluetooth and Wi-Fi Connectivity. In 2022 IEEE 2nd International Conference on Mobile Networks and Wireless Communications* (ICMNWC) (pp. 1-6). IEEE. https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10031807

Cabanillas F. H., y Ipanaque E. A. (2022). *Diseño de un sistema de control automatizado para pesaje y ensacado en el proceso productivo de harina de pescado*. [Tesis de grado, Universidad Cesar Vallejo] https://hdl.handle.net/20.500.12692/110474

Corpus B. E., y Portugal A. M. (2021). Diseño de una red inalámbrica para el servicio de pesaje en el *sector agroindustrial utilizando Balanzas Super SS mediante protocolo SPI basado en microcontrolador ESP32*.[Tesis de grado, Universidad Ricardo Palma]. https://hdl.handle.net/20.500.14138/4851

Espinoza Astuhuaman, S. M. (2020). *Sistema de control de pesaje, recepción y despacho de existencias*. [Doctoral dissertation,

Universidad Andrés Bello].http://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/17765

Espinoza Velasco, H. J. (2023). Aplicación de una red de sensores inalámbricos (WNS) en una granja avícola para producción de precisión. [Bachelor's thesis, Universidad Nacional de Chimborazo]. http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/11506

Fulcrum. (2010). *Integración de datos en pesaje industrial. de Fulcrum Sitio web.* http://www.fulcrum.com.ar/conocimiento/automatizacion-y-control-deprocesos-de-pesaje/integracion-de-datos-en-pesaje-industrial-305

García Martínez, A. (2021). *Diseño e implementación de un sistema IoT mediante la plataforma ESP32 para la automatización del proceso de compostaje de residuos orgánicos domésticos.* [Tesis de maestría, Universitat Politècnica de València]. https://riunet.upv.es/handle/10251/174747

García Vaca, B. I., y Mora Cruz, F. R. (2021). *Diseño e implementación de un prototipo IOT para el monitoreo de parámetros ambientales aplicados a la avicultura para la crianza de pollos de granja utilizando hardware de bajo costo y AWS (Amazon Web Services)* [Bachelor's thesis]. http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21122

García, D. C., Martínez, G. Á., y García, M. E. (2018). Raspberry Pi y Arduino: semilleros en innovación tecnológica para la agricultura de precisión. Informática y Sistemas. *Revista de Tecnologías de la Informática y las Comunicaciones,* 2(1), 74-82. https://pdfs.semanticscholar.org/8382/9b9afe38943d2ad5b45d52e78bf1208adff5.pdf

Gómez, S. B., y Herrera, H. J. R. (2022). Sistema IoT basado en ESP32 para el control y monitoreo de cultivos en invernadero con enfoque

de agricultura 4.0. *Ingeniería investiga*, 4. https://revistas.upt.edu.pe/ojs/index.php/ingenieria/article/view/624

Gómez-Meza, J. S., Matute-Arias, S. V., y Peña, T. J. N. (2021). Diseño de un prototipo IoT para el monitoreo de material particulado en espacios reducidos utilizando ESP32 con servidor hospedado en la nube. *Sinergia Académica*, 4(3), 1-18. https://www.proquest.com/openview/142ed239306b884b675a8148f07a6132/1?pq-origsite=gscholar&cbl=5409004

Honorio R. A. (2022). *Diseño e implementación de un sistema de despacho automático para alimentos líquidos de diferente densidad aplicados en una industria de alimentos para animales, mediante la medición de masa.* [Tesis de grado, Universidad Tecnológica del Perú]. https://hdl.handle.net/20.500.12867/5568

Khalid, A., & Memon, I. (2020). *Bluetooth-based traffic tracking system using esp32 microcontroller. In Advances in Machine Learning and Computational Intelligence: Proceedings of ICMLCI 2019 (pp. 737-746)*. Singapore: Springer Singapore. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-15-5243-4_70

Lema Amores, J. P. (2024). *Rediseño e implementación de mejoras en el sistema de pesaje y empaque en tres líneas de proceso en una empresa procesadora de vegetales congelados.* [Tesis de grado, Universidad de las fuerzas armadas, Sangolquí, Ecuador.] http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/37605

Montalván G. R. (2022). *Desarrollo de una metodología para el control en el proceso de pesaje en una fábrica empacadora de cola de camarón* [Tesis de grado, Universidad de Guayaquil] http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/66109

Nieto G. E., y Quimi J. J. (2018). *Diseño e implementación de un sistema de pesaje con acceso a base de datos con tecnología rfid y reportería por medio de una red local* [Bachelor's thesis]. https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16822

Ochoa Cruz, S. A., Rojas Rodríguez, A. S. y Páez Guerra, W. (2023). Evaluación de cobertura de la comunicación entre microcontroladores ESP32. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería.* https://doi.org/10.26507/paper.3213

Pedrozo Buelvas, M. P., y Zambrano Muñoz, W. (2016). Procedimiento para la calibración de balanzas analíticas en el laboratorio de química. [Tesis grado, Universidad de Cartagena] https://hdl.handle.net/11227/10142

Pérez Trujillo, J. M., y Sánchez Montero, R. A (2018). *Prototipo de Herramienta que Permita Identificar Relaciones de Pertenencia en el Entorno Público Utilizando un Motor de Bases de Datos NoSQL* [Tesis de grado, Universidad Distrital "Francisco José de Caldas"] http://hdl.handle.net/11349/13823

Quiróz , L. P. (2018). *Implementación de una interfaz hardware-software y sus módulos de supervisión y análisis de datos para un sistema de pesaje electrónico*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. https://hdl.handle.net/20.500.12672/10105

Rijalba, B., y Verónica, D. (2020). *Implementación de un aplicativo móvil para la automatización de la toma de datos de pesaje para la Empresa Pesquera Terranova SAC*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Piura]. https://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/2189

Solá Uyaguari, A. N., y Ríos Benavides, A. S. (2023). *Diseño de una balanza de respuesta rápida para control de peso y toma de datos del*

banano para exportación (Doctoral dissertation, ESPOL). https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/58543

Zúñiga Sánchez, K. S. (2022). *Sistema de control y monitoreo inalámbrico para la granja Damiancito del cantón Pelileo* [Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato]. https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/36578