



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



Instituto Tecnológico de Villahermosa

"2019, Año del Caudillo del Sur, Emiliano Zapata"

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE VILLAHERMOSA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

"SISTEMA DE PESAJE ELECTRÓNICO PARA BOVINOS"

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

PRESENTA:

CARLOS RAÚL MUÑOZ RODRÍGUEZ

DIRECTOR DE TESIS

MTI. MIGUEL PÉREZ VASCONCELOS

VILLAHERMOSA, TAB.

SEPTIEMBRE 2019



Carretera Villahermosa-Frontera Km. 3.5 Cd. Industrial C.P. 86010, Villahermosa, Tab. México.
Tel. 01 (993) 3530259, Ext. 101 e-mail: dir_villahermosa@tecnm.mx
www.tecnm.mx | www.itvillahermosa.edu.mx





"2019, Año del Caudillo del Sur, Emiliano Zapata"

Dependencia: Div. De Estudios De Posgrado.
Oficio No.: DEP/526/2019.
Asunto: Autorización de impresión
Fecha: 04 Octubre de 2019.

C. Carlos Raúl Muñoz Rodríguez.
Estudiante de la Maestría en Tecnologías de la Información
PRESENTE.

De acuerdo al fallo emitido por la comisión Revisora integrada por los CC. M.C. Miguel Pérez Vasconcelos, M.S.C Eutimio Sosa Silva, M.G.T.I Fidelio Castillo Romero, Dra. Rosa Gómez Domínguez y considerando que cubre con todos los requisitos del Reglamento de Titulación en vigor, damos a usted nuestra Autorización para que proceda a imprimir su Trabajo Profesional Titulado:

"Sistema de Pesaje Electrónico para Bovinos".


Hago de su conocimiento lo anterior para los efectos y fines correspondientes.

A T E N T A M E N T E

*Excelencia en Educación Tecnológica.
Tierra, Tiempo, Trabajo y Tecnología.*



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
INSTITUTO TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE VILLAHERMOSA
DIVISIÓN DE
ESTUDIOS DE POSGRADO
E INVESTIGACIÓN


M.T.I. Maximiliano/Santiago Pérez.
Jefe de la División de Estudios de Posgrado e Investigación.

C.C.P: Archivo
A: MSP/RGD



AGRADECIMIENTOS

A mi esposa Marisol e hijos Carlos Raúl y Diego René por todo el apoyo y comprensión que siempre me han brindado.

A mi Director de Tesis M.S.C. Miguel Pérez Vasconcelos porque siempre tuvo un espacio en su agenda para brindar las asesorías necesarias y oportunas, las cuales fueron clave para la realización de las publicaciones y el desarrollo de la tesis.

Agradezco a mi comité tutorial Dra. Rosa Gómez Domínguez, Dr. Eutimio Sosa Silva y M.G.T.I. Fidelio Castillo Romero por su orientación y enseñanzas brindadas.

A mis padres María Estela y Santos porque siempre me han apoyado y disfrutado cada logro en mi vida.

A los amigos maestros Ezequiel, Jorge Cein, Víctor, José Ney, Alejandro y Félix por su apoyo y orientación y asesorías.

CONTENIDO.

ABSTRACT.....	1
RESUMEN.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
1. MARCO REFERENCIAL.....	4
1.1 ANTECEDENTES.....	4
1.2 CONTEXTO DEL PROBLEMA.....	5
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	7
1.5 OBJETIVOS.....	8
1.5.1 OBJETIVO GENERAL.....	8
1.5.2 OBJETIVOS PARTICULARES.....	8
1.6 DELIMITACIONES.....	9
2. MARCO CONCEPTUAL.....	10
2.1 LA GANADERÍA EN MÉXICO.....	10
2.1.1 GANADERÍA EXTENSIVA.....	11
2.1.2 GANADERÍA INTENSIVA.....	12
2.2 TECNOLOGÍAS DE HARDWARE PARA DESARROLLO.....	13
2.2.1 ARDUINO.....	13
2.2.2 BLUETOOTH.....	15
2.2.3 TECNOLOGÍA RFID.....	18
2.2.4 BÁSCULAS.....	20
2.2.5 DISPLAY DE CRISTAL LÍQUIDO.....	21
2.2.6 CONVERTIDORES ANALÓGICO DIGITAL.....	22
2.3 TECNOLOGÍAS DE SOFTWARE PARA DESARROLLO.....	24
2.3.1 MYSQL.....	24
2.3.2 ANDROID.....	26
2.3.3 PHP.....	27
2.3.4 ADOBE ILLUSTRATOR.....	29
2.3.5 APP INVENTOR.....	31
2.3.6 NAVICAT.....	33

2.3.7 APACHE	35
2.3.8 FRITIZING	36
2.3.9 INTERNET	38
2.3.10 ALMACENAMIENTO EN LA NUBE	39
3. ESTADO DEL ARTE	40
3.1 BÁSCULAS REVUELTA.....	40
3.2 BÁSCULAS TORREY.....	41
3.3 BÁSCULA GANADERA NVO. LEÓN	42
4. DESARROLLO DEL PROYECTO	44
4.1 MODELO DE ANÁLISIS.	44
4.1.1 RECOPIACIÓN DE REQUISITOS.	45
A. REQUISITOS	45
4.1.2 FORMULACIÓN Y PLANEACIÓN.....	51
A. FACTIBILIDAD OPERACIONAL.....	51
B. FACTIBILIDAD ECONÓMICA.	52
C. FACTIBILIDAD TÉCNICA.	53
D. PLAN DE TRABAJO.....	56
E. ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO.....	57
4.1.3 MODELADO DEL ANÁLISIS.....	60
A. GLOSARIO DE NEGOCIOS.....	60
B. CASOS DE USOS.	61
C. ESPECIFICACIONES DE CASOS DE USOS.	64
D. MODELADO ORIENTADO A OBJETOS.	64
4.2 MODELO DE DISEÑO.	64
4.2.1 MODELADO DEL DISEÑO.	64
A. MODELADO DE CONTENIDO.	65
B. PANTALLAS.	65
4.2.2 MODELADO DE DATOS.....	66
4.3 IMPLEMENTACIÓN.	70
A. MODELADO DE COMPONENTES.....	66
4.4 PRUEBAS.	70
5. RESULTADOS.	83
CONCLUSIONES.....	84
RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS.....	85
BIBLIOGRAFÍA.	86
ANEXOS.....	87

ÍNDICE DE FIGURAS.

FIGURA 1.	GANADERÍA EXTENSIVA.	11
FIGURA 2.	GANADERÍA EXTENSIVA.	12
FIGURA 3.	TARJETA DE DESARROLLO ARDUINO UNO.	13
FIGURA 4.	MÓDULOS BLUETOOTH	15
FIGURA 5.	APLICACIONES DE LA TECNOLOGÍA BLUETOOTH.	16
FIGURA 6.	ETIQUETA RFID	18
FIGURA 7.	CELDA DE CARGA PARA BÁSCULA GANADERA.	21
FIGURA 8.	CONEXIÓN DEL LCD 16 X 2 CON UN MICROCONTROLADOR PIC16F877A	22
FIGURA 9.	PROCESO DE CONVERSIÓN ANALÓGICO A DIGITAL	23
FIGURA 10.	CONEXIÓN DEL MÓDULO HX711 CON CELDA DE CARGA Y ARDUINO.	24
FIGURA 11.	MYSQL	25
FIGURA 12.	LOGOTIPO DE ANDROID	27
FIGURA 13.	EDITOR DE TEXTO SUBLIME 3	28
FIGURA 14.	APP INVENTOR DISEÑO DE VISTA	32
FIGURA 15.	APP INVENTOR DISEÑO LÓGICO	32
FIGURA 16.	INTERFACE GRÁFICA DE NAVICAT	33
FIGURA 17.	LOGO DE SERVIDOR APACHE	36
FIGURA 18.	DISEÑO REALIZADO EN EL DEMO FRITZING VERSIÓN 0.9.3	37
FIGURA 19.	DIAGRAMA ESQUEMÁTICO REALIZADO EN FRITZING VERSIÓN 0.9.3	37
FIGURA 20.	BÁSCULA REVUELTA ROMANA Y DIGITAL	40
FIGURA 21.	BÁSCULA DIGITAL MARCA TORREY	41
FIGURA 22.	BÁSCULA GANADERA ELECTRÓNICA MARCA NVO. LEÓN	42
FIGURA 23.	KIT DE CELDAS DE CARGA	54
FIGURA 24.	INDICADOR DE CRISTAL LÍQUIDO (LCD)	54
FIGURA 25.	KIT ARDUINO UNO	55
FIGURA 26.	DIAGRAMA DE GANTT DEL PLAN DE TRABAJO DEL PROYECTO	57
FIGURA 27.	CASOS DE USO INDIVIDUAL GENERAL	62
FIGURA 28.	CASOS DE USO INDIVIDUAL DEL ADMINISTRADOR	62
FIGURA 29.	CASOS DE USO INDIVIDUAL DEL ENCARGADO	62
FIGURA 30.	CASOS DE USO INDIVIDUAL DEL VAQUERO	63
FIGURA 31.	CASO DE USOS INDIVIDUAL DEL ENCARGADO SIN MÓDULO DE GUARDAR	63
FIGURA 32.	CONEXIÓN DE SIPE CON BASE DE DATOS SISGAN	64
FIGURA 33.	BOCETO DE LA PANTALLA DE INTERFACE SIPE	66
FIGURA 34.	TABLA DE PESAJE DEL SISTEMA	69

FIGURA 35.	CONEXIÓN DEL ARDUINO CON LCD	66
FIGURA 36.	DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL ARDUINO CON LCD	67
FIGURA 37.	CONEXIÓN DEL ARDUINO Y MÓDULO BLUETOOTH	67
FIGURA 38.	DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL ARDUINO Y MÓDULO BLUETOOTH	68
FIGURA 39.	INTERCONEXIÓN DEL SISTEMA COMPLETO.	68
FIGURA 40.	DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE SIPE	69
FIGURA 41.	CELDA DE CARGAS INSTALADA EN SU VIGA DE PESAJE	70
FIGURA 42.	BARRAS DE CARGA CON SUS CUATRO CELDAS DE PESAJE	71
FIGURA 43.	CIRCUITO IMPLEMENTADO CON LA TARJETA ARDUINO	71
FIGURA 44.	PROGRAMACIÓN REALIZADA EN ARDUINO	72
FIGURA 45.	PROGRAMACIÓN DE LA BÁSCULA REALIZADA EN APP INVENTOR	72
FIGURA 46.	INTERFACE DE SIPE VISTA DESDE EL DISPOSITIVO MÓVIL.	73
FIGURA 47.	ÍCONO DE SIPE EN EL DISPOSITIVO MÓVIL	73
FIGURA 48.	INTERFACE DE SIPE VISTA DESDE EL DISPOSITIVO MÓVIL.	74
FIGURA 49.	OPCIÓN PARA CONECTAR EL MÓVIL PARA CON SIPE	74
FIGURA 50.	APLICACIÓN DE LA BALANZA SIPE	75
FIGURA 51.	PRUEBA DE LA BÁSCULA	75
FIGURA 52.	REGISTRO DEL PESO DE LA PRUEBA	76
FIGURA 53.	PROGRAMA DE SIPE REALIZADO EN APP INVENTOR	77
FIGURA 54.	PROGRAMACIÓN DEL BOTÓN GUARDAR Y LA CONEXIÓN WEB A SISGAN	78
FIGURA 55.	INTERFACE DE LA APLICACIÓN VISTA DESDE EL DISPOSITIVO MÓVIL	79
FIGURA 56.	RESULTADO DEL PESAJE EJEMPLAR MLS MISS RED 016	80
FIGURA 57.	FOTOGRAFÍA DEL PESAJE REALIZADO EN UNA MANGA DE MANEJO	80
FIGURA 58.	PESAJE DEL EJEMPLAR SR RF 108 TUMBA EN RANCHO LA HERRADURA	81
FIGURA 59.	RESULTADO DEL PESAJE EJEMPLAR SR RF 108 TUMBA	82

ÍNDICE DE TABLAS.

TABLA 1.	FUNCIÓN DE LAS TERMINALES DE HX711	23
TABLA 2.	ANÁLISIS COMPARATIVO DE DIFERENTES BÁSCULAS.....	43
TABLA 3.	REQUERIMIENTO REQ1: ACCESO A SIPE	45
TABLA 4.	REQUERIMIENTO REQ2: INICIALIZACIÓN DE SIPE	46
TABLA 5.	REQUERIMIENTO REQ3: INTERFACE DE USUARIO DE SIPE	46
TABLA 6.	REQUERIMIENTO REQ4: REPORTES	47
TABLA 7.	REQUERIMIENTO REQ5: FACILIDAD DE USO	47
TABLA 8.	REQUERIMIENTO REQ6: PESAJE	47
TABLA 9.	REQUERIMIENTO REQ7: SISTEMA MÓVIL / FACILIDAD DE SOPORTE	48
TABLA 10.	REQUERIMIENTO REQ8: CONEXIÓN A LA BASE DE DATOS.....	48
TABLA 11.	REQUERIMIENTO REQ9: BÚSQUEDA	48
TABLA 12.	REQUERIMIENTO REQ10: IDENTIFICACIÓN	49
TABLA 13.	GASTOS EN RECURSOS HUMANOS	52
TABLA 14.	GASTOS EN RECURSOS TECNOLÓGICOS.....	52
TABLA 15.	GASTOS EN RECURSOS MATERIALES	53
TABLA 16.	GASTO EN INSUMOS.....	53
TABLA 17.	DESCRIPCIÓN DE LOS PINES DEL DISPLAY DE CRISTAL LÍQUIDO 16 X 2.....	55
TABLA 18.	COSTOS EN MATERIALES PARA CADA BÁSCULA.....	57
TABLA 19.	GASTO EN RECURSOS TECNOLÓGICOS DURANTE LOS 7 MESES.....	58
TABLA 20.	GASTOS EN RECURSOS MATERIALES PARA OFICINA	58
TABLA 21.	GASTO EN RECURSOS HUMANOS	58
TABLA 22.	INVERSIÓN TOTAL PARA EL PROTOTIPO (1 BÁSCULA).....	58
TABLA 23.	COSTO POR UNIDAD DE PRODUCCIÓN PARA 25 BÁSCULAS.....	59
TABLA 24.	COSTO POR UNIDAD DE PRODUCCIÓN PARA 50 BÁSCULAS.....	59
TABLA 25.	COSTO POR UNIDAD DE PRODUCCIÓN PARA 100 BÁSCULAS.....	59
TABLA 26.	COSTO POR UNIDAD DE PRODUCCIÓN PARA 200 BÁSCULAS.....	59

ABSTRACT.

This document deals with the process of designing and implementing an electronic scale to track fattening livestock "**ML Simbrah**", cattle breeders of the Simbrah breed of registration (formed by a 5/8 Simmental and 3/8 ratio Brahman).

For livestock "**ML Simbrah**", it is of great importance to control and monitor the weights of their animals from birth until they are sold to breeders, during this period of time eventually weighing of them, usually every 30 days and analyze the daily weight gain. Including weights at birth, weaning (205 days) and one year, data that are reported to the Mexican Association of Breeders of Cebu and are part of the record of the specimen.

The solution to track the weights of the animals is to have a system that allows the identification and weighing of the specimens of the livestock, for which the Electronic Identification and Weighing System for cattle (SIPE) is developed, which has the capacity to weigh animals up to 1.45 ton.

The development of SIPE is under Arduino technology and block programming in App Inventor, PHP, supported with the integration of interface peripherals and signal conditioners to send data from the weighing device to a mobile application and display on a screen to display.

KEYWORDS:

LIVESTOCK, WEIGHING SCALE, APP INVENTOR, ARDUINO, PHP.

RESUMEN.

El presente documento trata sobre el proceso del diseño e implementación de una báscula electrónica para realizar el seguimiento de engorda la ganadería “**ML Simbrah**”, criadores de ganado de la raza Simbrah de registro (formada por una proporción 5/8 Simmental y 3/8 Brahman).

Para la ganadería “**ML Simbrah**” (en lo sucesivo será referida como la empresa), es de gran importancia llevar el control y monitoreo de los pesos de sus animales desde que nacen hasta que son vendidos para reproductores, durante este periodo de tiempo eventualmente se realizan pesajes de los mismo, por lo general cada 30 días y se determina la ganancia diaria de peso. Incluyendo los pesos al nacimiento, destete (205 días) y al año, datos que son reportados a la Asociación Mexicana Simmental Simbrah y forman parte del registro del ejemplar (en el anexo se muestra un registro donde se capturan los pesos antes mencionados).

La solución para realizar el seguimiento de pesos de los animales es contar un sistema que permita identificar y pesar los ejemplares de la ganadería, por lo cual se desarrolla el Sistema de Pesaje Electrónico para bovinos (SIPE), el cual cuenta con la capacidad para pesar animales hasta de 1.45 Toneladas.

El desarrollo de SIPE está bajo la tecnología Arduino, programación en bloques en App Inventor y PHP, apoyada con la integración de periféricos de interface y acondicionadores de señal para enviar datos del dispositivo de pesaje a una aplicación móvil y el despliegue en una pantalla para visualización.

PALABRAS CLAVE:

GANADERÍA, BÁSCULA GANADERA, APP INVENTOR, ARDUINO, PHP.

INTRODUCCIÓN.

Hoy en día la caída de los precios del ganado ha propiciado una crisis económica que afecta al sector ganadero, se traduce en bajas ventas, insumos a la alza, reducción de trabajador o empleados, a pesar de esto, no se puede dejar de producir, por lo tanto, se requieren alternativas para incrementar la productividad y rentabilidad de los sistemas ganaderos del país, esto debería ser a través de la adopción y utilización integral de las nuevas tecnologías ganaderas y en este sentido es de reconocer que este sector ganadero es muy dinámico. (Basurto & Escalante, 2012.)

El Sistema de Pesaje Electrónico para bovinos (SIPE), se presenta como una herramienta tecnológica para apoyar al ganadero (ya sea engordador o criador de animales para reproducción) con la actividad del pesaje de sus animales en cualquier etapa de su desarrollo y de esta manera llevar registros del mismo, los cuales son de mucha ayuda entre las cuales podemos mencionar, dosificar medicamentos de acuerdo al peso, determinar el valor de un animal por los kilos que posee, ajustar dietas de acuerdo a rendimiento y para contar con un control de pesos.

En el presente documento se detalla el proceso realizado en el desarrollo del prototipo SIPE, desde el contexto del problema en el cual se detalla las ventajas de contar con un equipo o sistema para pesar los animales, en el capítulo dos se detalla el marco conceptual con los elementos necesarios para llevar a cabo el prototipo SIPE, en estado del arte forma parte del capítulo tres en él, se encuentran un estudio de algunas de las opciones comerciales para el pesar ganado.

El desarrollo del proyecto se describe en el capítulo cuatro, se detalla el modelado de análisis, la formulación y planeación del prototipo, el diagrama de caso de usos de las personas que interactúan en forma general e individual, el modelado de diseño con la pantalla de la aplicación que se realiza en App Inventor en la cual se muestran los campos necesarios para conectar al bluetooth del sistema, pesar los animales y transferir los datos al software de sistema de gestión y análisis (SISGAN), también se presentan las pruebas realizadas durante la implementación del prototipo.

Las conclusiones y recomendaciones para futuros trabajos se detallan en el capítulo cinco.

1. MARCO REFERENCIAL.

1.1 ANTECEDENTES.

“**ML Simbrah**” es una ganadería que en el año 2011 se inicia con la crianza de ganado Simbrah comercial (sin registro genealógico), el 8 enero del 2018 se registra como socio ante la Asociación Mexicana Simmental Simbrah (AMSS).

Cualquier empresa es regida por el criterio del beneficio, es decir, con la finalidad de producir ganancias, es ahí la importancia en la toma de decisiones, por ejemplo: definir que se va producir, que tecnología utilizar, como realizar un proceso, que tecnología utilizar entre otros. (García, A., 2016)

Para satisfacer estos requisitos que la empresa requiere, se le propone integrar tecnologías e implementar un sistema que le permita pesar sus animales y obtener los datos respectivos que serán almacenados en la bitácora de cada semoviente.

1.2 CONTEXTO DEL PROBLEMA.

El Sistema de Pesaje Electrónico para bovinos será implementado en la Ganadería “**ML Simbrah**” ubicada en la colonia Miguel Aldama municipio de Reforma Chiapas.

La empresa está dedicada a la crianza de animales de la raza Simbrah para la reproducción enfocándose principalmente en animales de registro, aunque también produce animales comerciales con la misma finalidad. Derivado de sus actividades ofrece sementales, novillonas, embriones y semen como material genético.

Para ofrecer material genético de calidad y asegurar que los ejemplares que oferta cuentan con buenas ganancias diarias de peso, excelentes pesos al destete y al año, es necesario la recolección de datos para medir la eficiencia productiva de los animales.

Con el sistema aquí propuesto la empresa contará con la herramienta adecuada que le apoye con las actividades de pesaje y almacenamiento de éstos datos en una bitácora electrónica para realizar el seguimiento adecuado a sus animales.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La ganadería obtuvo su registro el 8 de enero del 2018, al afiliarse a la Asociación Mexicana Simmental Simbrah, produce actualmente animales comerciales y de registro, lo que hace necesario llevar adecuadamente un tarjeta y formar el historial de pesos de cada semoviente en su hatu ganadero, estos datos le sirven a la empresa para analizar el comportamiento y desarrollo de cada uno de sus animales, esto se obtiene de pesar los ejemplares y al realizar un análisis de los mismos, sirven para verificar rendimientos y adecuación de las dietas balanceadas que se les proporciona como parte de su alimentación.

Una báscula además de ser útil para pesar los animales para los registros también lo es en los siguientes casos:

- Al vender un animal.
- Determinar el peso de un ejemplar para la correcta dosificación de medicamentos preventivos y curativos.
- Ofrecer el servicio de pesaje a pequeños productores que no cuenten con una báscula

En contra parte, la carencia de una báscula que permita satisfacer las necesidades de la ganadería ha ocasionado vender animales estimando pesos o sacarlos del rancho y llevarlos a un centro de acopio a varios kilómetros, en este trayecto existen mermas provocadas por el estrés o nerviosismo de los semovientes y que culminan que la evacuación de líquidos y materia fecal, todo esto se traduce en pérdidas económicas por el gasto de combustible para el transporte, también de tiempo y por la merma de kilos en los animales.

1.4 JUSTIFICACIÓN.

Los puntos antes mencionados en el planteamiento del problema nos llevan a la búsqueda de la solución más viable y económica para la ganadería. Es de importancia mencionar que existen soluciones a esta problemática con el inconveniente de costos por ejemplo podemos encontrar básculas de la marca Torrey con un precio estimado a la fecha de \$ 46,890.00, aproximadamente \$ 2,350 USD al tipo de cambio a la fecha, por lo que deja fuera del alcance a un gran número de productores para la adquisición de esta tecnología. Sin considerar los costos de instalación, configuración y mantenimiento preventivo y correctivo que pudieran ocasionar durante de periodo de vida de éstos equipos. (<https://www.torrey.net/mexico/lineas/9-bascula-ganadera/>, 18/08/2019)

Proponemos la solución para sus necesidades con el Sistema de Pesaje Electrónico para bovinos (SIPE), el cual contará con la capacidad hasta de 1.450 toneladas y como valor agregado el sistema realizará la conexión para enviar el peso del animal a un software llamados Sistema de Gestión y Análisis de datos para bovinos de registro (SISGAN).

Algunas de las ventajas que SIPE proporcionará al productor son las siguientes:

- Dejará de vender el ganado utilizando metodología de aproximación (en el sector ganadero se le conoce como: calculando el precio al “ojo” o vender el animal “al bulto”).
- Pesando los animales venderá kilos de reales.
- Podrá decidir y aplicar una alimentación balanceada
- Contará con una bitácora de pesos.
- Ahorro de tiempo y evitará gastos de transporte
- Evitará posibles contagios al usar instalaciones comunes o que no cuenten con un adecuado sistema de desinfección de áreas.
- Se reduce el riesgo por robo al transportar animales.
- Se evita accidentes que puedan producirse durante el traslado de los semovientes.
- Dejará de pagar por el servicio de pesaje.

1.5 OBJETIVOS.

1.5.1 OBJETIVO GENERAL.

Implementar un Sistema de Pesaje Electrónico para ganado bovino, integrando tecnología arduino para el diseño del hardware y app inventor como una herramienta de interface, para realizar el seguimiento del proceso de engorda de la ganadería “**ML Simbrah**”

1.5.2 OBJETIVOS PARTICULARES.

- Aplicar la ingeniería de requisitos.
- Diseñar la interface electrónica para la integración de las barras de carga (galgas extensiométricas) al sistema de pesaje.
- Diseñar la interface gráfica de usuario.
- Implementar el hardware la conexión inalámbrica para enviar la información de pesaje a la base de datos.
- Programar la conexión inalámbrica para enviar la información a la base de datos.
- Realizar pruebas al sistema para el ajuste del funcionamiento.
- Registrar la documentación y manuales del proyecto.

1.6 DELIMITACIONES.

Para la implementación del sistema, se establecen las siguientes etapas que delimitan el proyecto siendo las siguientes:

- Diseño del sistema de pesaje electrónico basado en celdas de cargas y la tecnología Arduino
- Implementación de la etapa de transmisión de datos a través de tecnología bluetooth
- Desarrollo de una aplicación en App Inventor para visualizar los datos del pesaje en un dispositivo móvil.
- Realizar la interface al software ganadero para guardar los datos y llevar el seguimiento de cada animal

2. MARCO CONCEPTUAL.

2.1 LA GANADERÍA EN MÉXICO

En México la ganadería es una de las actividades productivas primarias en el medio rural, entendiéndose por esta la domesticación de animales como vacas, cerdos, borregos y aves, que son especies enfocadas para la generación de alimentos para auto consumo y comercialización (<https://www.gob.mx/firco/articulos/la-ganaderia-en-mexico?idiom=es>, 16/18/2019).

La producción de carne es la labor más diseminada en el medio rural, pues se realiza, sin excepción, en todas las zonas del país y aun en condiciones ambientales adversas que no permiten la práctica de otras actividades productivas.

México es el séptimo productor mundial de proteína animal, esto es muestra del alto potencial de desarrollo que tiene y las ventajas competitivas que presenta el sector. (<https://www.gob.mx/firco/articulos/la-ganaderia-en-mexico?idiom=es>, 16/08/2019) Para Trejo & Floriuk en su publicación Costos de producción de becerro (2010), mencionan que la baja rentabilidad de las empresas productoras de becerros en las regiones tropicales ponen en riesgo la competitividad de las redes de ganado bovino y que entre los principales componentes tecnológicos para mejorar la competitividad en costos de producción son la administración y utilización de **registros**.

La ganadería en nuestro país es un sector que presenta un gran crecimiento a nivel mundial, siendo la carne de ganado bovino, el segundo producto ganadero de mayor consumo, tan solo superado por la carne de aves como lo es el pollo, esto debido a la diferencia de precios. Independiente del precio la carne de res es un producto preferido por los mexicanos. (<https://www.gob.mx/firco/articulos/la-ganaderia-en-mexico?idiom=es>, 10/07/2019).

2.1.1 GANADERÍA EXTENSIVA.

Los factores externos determinarán el tipo de ganadería que seleccione el productor, estos pueden ser, características del terreno, clima, extensiones, disponibilidad del agua, por ejemplo: existen lugar donde la actividad ganadera solo puede establecerse 6 meses del año debido a que los cuerpos de agua se agotan y en otros donde el tiempo de utilización del terreno es el mismo pero debido a que se sufre de inundaciones. En otros lugares una temporada del año los animales salen a pastar y el resto del año permanecen estabulados por las condiciones climatológicas de bajas temperaturas.

En la ganadería extensiva (figura 1) es indispensable aprovechar eficientemente los recursos y explotar las especies adecuadas al terreno de manera integral, al mismo tiempo considerando los sistemas silvopastoriles. (Arce & Arellano, 2016).

Como lo señalan Arce & Arellano (2016), poco se ha hecho para hacer de la actividad ganadera un proceso más eficiente, en la que se pueda pasar de una ganadería extensiva, a una donde se aprovechen de manera integral los espacios y los recursos



Figura 1. Ganadería extensiva.
Fuente: Propia, fotografía tomada en potreros de ML Simbrah

La raza de ganado a criar será determinada o escogida de acuerdo a los factores ambientales ya que se puede partir de razas autóctonas y realizar hibridación con otras razas más especializadas para mejorar algunos aspectos como por ejemplo producción leche o carne

2.1.2 GANADERÍA INTENSIVA

La ganadería intensiva (Figura 2) por lo general se practica en los corrales de engorda donde el tiempo es apremiante y se requiere ganar la mayor cantidad de kilos en el menor tiempo posible y en las ganaderías de registro donde es importante que los animales tengan muy buenas ganancias de peso para participar en las ferias, concursos y subastas. Todo esto lo hacen en condiciones y ambientes controlados para lograr el mejor desempeño. (<https://www.gob.mx/firco/articulos/la-ganaderia-en-mexico?idiom=es>, 16/08/2019)



Figura 2. **Ganadería extensiva.**
Fuente: Propia, fotografía tomada en Rancho El Dorado

Los procedimientos realizados en la ganadería intensiva requieren que el ganado se encuentre en corrales o pequeñas áreas, por ejemplo: se pueden establecer desde cuatro a treinta animales por hectárea. La alimentación tiene que ser proporcionada en comederos lo cual incrementan sus costos ya que previamente se tiene que cortar y almacenar, en otros casos adquirir a productores de forraje, todo este trabajo, aunque mejora rendimientos también incrementa sus costos. Además, se requieren instalaciones especiales e invertir en infraestructura.

2.2 TECNOLOGÍAS DE HARDWARE PARA DESARROLLO.

2.2.1 ARDUINO

Arduino es una plataforma electrónica de código abierto basada en hardware y software fácil de usar. Las placas Arduino pueden leer entradas (de un botón que funcione como sensor on/off, luz en un sensor, una huella dactilar o facial) y convertirlo en una salida: activar un motor, encender un LED, publicar algo en línea. Puede decirle a su placa qué hacer enviando un conjunto de instrucciones al microcontrolador de la placa. Para hacerlo, utiliza el lenguaje de programación Arduino (basado en el cableado) y el software Arduino (IDE), basado en el procesamiento. (Fitzgerald. & Shiloh, 2012).

Con los años, Arduino ha sido el cerebro de miles de proyectos, desde objetos cotidianos hasta instrumentos científicos complejos. Una comunidad mundial de creadores (estudiantes, aficionados, artistas, programadores y profesionales) se ha reunido en torno a esta plataforma de código abierto, sus contribuciones se han sumado a una increíble cantidad de conocimiento accesible que puede ser de gran ayuda para principiantes y expertos por igual.

En la figura 3, se muestra una tarjeta de desarrollo Arduino y su cable de conexión, utilizado en el desarrollo de prototipos.

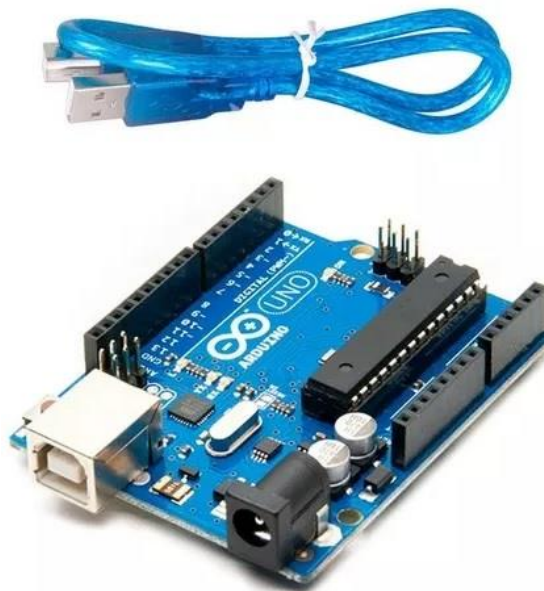


Figura 3. Tarjeta de desarrollo Arduino Uno.

Arduino nació en el Instituto de Diseño de Interacción Ivrea como una herramienta fácil para la creación rápida de prototipos, dirigida a estudiantes sin experiencia en electrónica y programación. Tan pronto como llegó a una comunidad más amplia, la placa Arduino comenzó a cambiar para adaptarse a las nuevas necesidades y desafíos, diferenciando su oferta de placas simples de 8 bits a productos para aplicaciones IoT, dispositivos portátiles, impresión 3D y entornos integrados. Todas las placas Arduino son completamente de código abierto, lo que permite a los usuarios construirlas de forma independiente y eventualmente adaptarlas a sus necesidades particulares. El software también es de código abierto y está creciendo a través de las contribuciones de los usuarios de todo el mundo.

Gracias a su experiencia de usuario sencilla y accesible, Arduino se ha utilizado en miles de proyectos y aplicaciones diferentes. El software Arduino es fácil de usar para principiantes, pero lo suficientemente flexible para usuarios avanzados. Se ejecuta en Mac, Windows y Linux. Los maestros y los estudiantes lo usan para construir instrumentos científicos de bajo costo, para probar los principios de la química y la física, o para comenzar con la programación y la robótica. Diseñadores y arquitectos construyen prototipos interactivos, músicos y artistas lo utilizan para instalaciones y para experimentar con nuevos instrumentos musicales. Los creadores, por supuesto, lo usan para construir muchos de los proyectos exhibidos en la Feria de Maker, por ejemplo. Arduino es una herramienta clave para el desarrollo de prototipos, es por ello que programadores y electrónicos lo utilizan en sus procesos de integración de tecnologías.

Hay muchos otros microcontroladores y plataformas de microcontroladores disponibles para la computación física. Parallax Basic Stamp, Netmedia's BX-24, Phidgets, MIT's Handyboard y muchos otros ofrecen una funcionalidad similar. Todas estas herramientas toman los detalles desordenados de la programación del microcontrolador y lo envuelven en un paquete fácil de usar. Arduino también simplifica el proceso de trabajar con microcontroladores, pero ofrece alguna ventaja para maestros, estudiantes y aficionados interesados sobre otros sistemas:

Las placas Arduino son relativamente económico en comparación con otras plataformas de microcontroladores. La versión menos costosa del módulo Arduino se puede ensamblar a mano, e incluso los módulos Arduino premontados cuestan menos de \$ 150 pesos (traducidos al tipo de cambio actual).

2.2.2 BLUETOOTH

Bluetooth es una tecnología que provee un camino fácil para la computación móvil, para la comunicación entre dispositivos y conectarse a Internet a altas velocidades, sin el uso de cables. Además, se busca facilitar la sincronización de datos de computadoras móviles, teléfonos celulares y manejadores de dispositivos.

La Tecnología Bluetooth es de pequeña escala, bajo costo y se caracteriza por usar enlaces de radio de corto alcance entre móviles y otros dispositivos, como teléfonos celulares, puntos de accesos de red (Access points) y computadoras. Esta tecnología opera en la banda de 2.4 a 2.48 GHz, tiene la capacidad de transmitir en full dúplex y puede atravesar, por lo cual es ideal tanto para el trabajo móvil, como el trabajo en oficinas. En la figura 4 se muestran dos módulos bluetooth comúnmente utilizado con la tecnología Arduino en el diseño de prototipos.

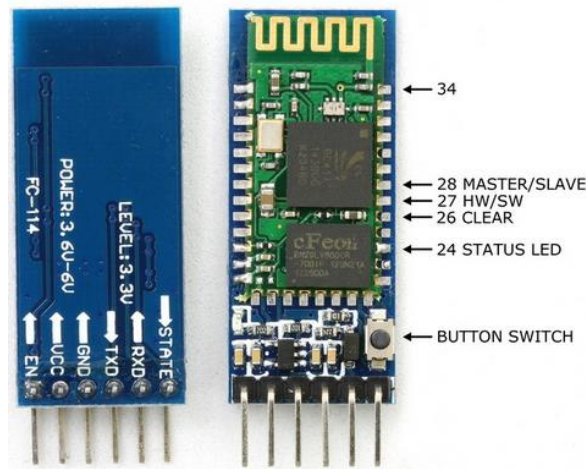


Figura 4. Módulos bluetooth

Bluetooth es una frecuencia de radio de disponibilidad universal que conecta entre sí los dispositivos habilitados para Bluetooth situados a una distancia de hasta 10 metros (Figura 5). Permite conectar un ordenador portátil o un dispositivo de bolsillo con otros ordenadores portátiles, teléfonos móviles, cámaras, impresoras, teclados, altavoces e incluso un ratón de computadora (Valle, E. S., Rivera, M. E. R., & Agnelli, R. C. (2013). Diseño de Valle, E. S., Rivera, M. E. R., & Agnelli, R. C. (2013) un sistema móvil para la lectura de medidores mediante tecnología Bluetooth. Industrial Data.

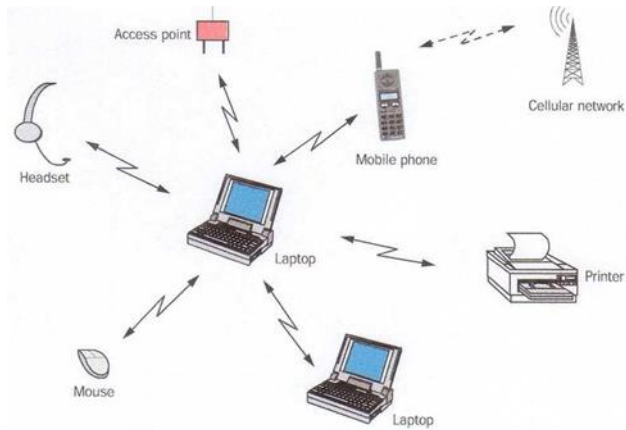


Figura 5. **Aplicaciones de la tecnología bluetooth.**

Bluetooth es una de las tecnologías que definen el siglo XXI, el movimiento Bluetooth empezó en 1994, en Suecia, en una ciudad universitaria llamada Lund, en la cual, uno de sus inventores llamado Jaap Haartsen afirma que todo fue por pura casualidad. La Tecnología Inalámbrica Bluetooth es una especificación mundial para elementos de pequeño tamaño y costo bajo de comunicación, que provee de enlaces entre computadoras móviles, teléfonos móviles y otros dispositivos manuales que se puedan transportar y conectar a Internet. La especificación está desarrollada, publicada y promovida por el SIG (Grupos de Interés Especial).

Esta tecnología es única en cuanto a la cantidad de aplicaciones que puede tener, los enlaces pueden ser de diversas formas, ya sea simultáneamente por grupos de productos o entre productos individuales a Internet. Esta flexibilidad, combinada con estrictos requerimientos de interoperabilidad, ha permitido servir de soporte a la Tecnología Inalámbrica Bluetooth desde una amplia gama de segmentos comerciales incluyendo los fabricantes de software, cámaras, computadoras móviles, carros, equipos electrónicos y de prueba y medida.

Bluetooth, es la norma que define un standard global de comunicación inalámbrica, que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes equipos mediante un enlace por radiofrecuencia. Los principales objetivos que se pretende conseguir con esta norma son:

- Facilitar las comunicaciones entre equipos móviles y fijos.
- Eliminar cables y conectores entre éstos.

- Ofrecer la posibilidad de crear pequeñas redes inalámbricas y facilitar la sincronización de datos entre nuestros equipos personales

La tecnología Bluetooth comprende hardware, software y requerimientos de interoperabilidad, por lo que para su desarrollo ha sido necesaria la participación de los principales fabricantes de los sectores de las telecomunicaciones y la informática, tales como: Ericsson, Nokia, Toshiba, IBM, Intel y otros. Posteriormente se han ido incorporando muchas más compañías, y se prevé que próximamente los hagan también empresas de sectores tan variados como: automatización industrial, maquinaria, ocio y entretenimiento, fabricantes de juguetes, electrodomésticos, etc., con lo que en poco tiempo se nos presentará un panorama de total conectividad de nuestros aparatos tanto en casa como en el trabajo.

Especificaciones del bluetooth:

- Banda de Frecuencia: 2.4 GHz (Banda ISM)
- Potencia del transmisor: 1 mW para un alcance de 10 m, 100 mW para un alcance de hasta 100 m.
- Tecnología: Espectro Expandido y Saltos en Frecuencia (FHSS)
- Canales máximos de voz: 3 por piconet
- Canales máximos de datos: 7 por piconet
- Velocidad de datos: hasta 721 kbit/s por piconet
- Rango esperado del sistema: 10 metros (40 pies)
- Número de dispositivos: 8 por piconet y hasta 10 piconets
- Alimentación: 2,7 voltios
- Consumo de potencia: desde 30 uA a 30 mA transmitiendo
- Tamaño del Módulo: 0.5 pulgadas cuadradas (9x9 mm)
- Interferencia: Bluetooth minimiza la interferencia potencial al emplear saltos rápidos en frecuencia÷1600 veces por segundo

2.2.3 TECNOLOGÍA RFID

Hace más de un siglo que se emplea el aire como medio de transmisión de ondas electromagnéticas. De entre todas las aplicaciones “sin hilos” que emplean este medio de transmisión, como TV, radio, telefonía móvil, redes de datos, supervisión de procesos industriales, etc., cabe destacar la tecnología RFID (Radio Frequency IDentification), cuyo objetivo es el de identificar objetos de una forma rápida, con poca transmisión de información y en un entorno cercano. Su principal aplicación ha sido similar a la del código de barras, es decir, la identificación de productos, como por ejemplo los objetos en una cadena de montaje, en un almacén, etc, sin embargo, sus ventajas son muy superiores. El RFID puede manejar un volumen razonable de datos a mayor distancia, se deteriora menos, no tiene por qué ser visible, se puede aplicar en casi todos los medios, es barato y se puede usar en más aplicaciones (por ejemplo, en la identificación de personas, animales o vehículos).

El modo de uso de la tecnología RFID es similar al tradicional código de barras. Al producto que se desea identificar se le añade una etiqueta y se utiliza un lector conectado a un ordenador para obtener la información de identificación automáticamente. No obstante, las similitudes terminan ahí: tanto la etiqueta como el lector son totalmente diferentes. El principio de funcionamiento es el siguiente: el lector emite una señal electromagnética que al ser recibida por la etiqueta hace que ésta responda mediante otra señal en la que se envía codificada la información contenida en la etiqueta

Una etiqueta RFID (ver figura 6) consta de tres elementos:

- Una antena
- Un circuito integrado
- Un elemento almacenador de energía



Figura 6. **Etiqueta RFID**

La antena permite realizar la comunicación entre la etiqueta y el lector. Su tamaño limita la distancia máxima a la que puede realizarse la lectura.

El circuito integrado es un circuito mixto analógico-digital. La parte analógica se encarga de controlar la alimentación y la comunicación por radiofrecuencia. Por otro lado, la parte digital gestiona la información almacenada en la etiqueta. Por último, es necesario incluir un elemento para alimentar al circuito. En función del elemento usado existen dos tipos de etiquetas: las activas y las pasivas. En las primeras se usa una batería para alimentar el circuito. Aunque los fabricantes garantizan una duración de la batería de 10 años, su uso aumenta el tamaño de la etiqueta y la encarece. La principal ventaja es un mayor rango de lectura al poder emitirse la información con mayor potencia. Este tipo de etiquetas se usan, por ejemplo, en los peajes automáticos de autopistas. En las etiquetas pasivas, el elemento almacenador de energía es un condensador, el cual se carga con la energía emitida por el lector y luego utiliza dicha energía para responder. Por ello, la potencia de emisión está limitada, por lo que la distancia entre el lector y la etiqueta no puede ser muy elevada. La ventaja obvia de este tipo de etiquetas es el ahorro de espacio, la duración prácticamente ilimitada de la etiqueta y su menor coste. Debido a esto, éstas son las etiquetas más usadas, aplicándose en campos tan diversos como la identificación de animales, llaves de contacto de automóviles, identificación de productos en cadenas de montaje, control de accesos, cronometraje de carreras, etc. Obviamente, los componentes mencionados han de protegerse del ambiente exterior, por lo que en función de la aplicación habrá de elegirse el encapsulado adecuado.

El más sencillo es el que se ha mostrado en la Figura 6, consistente en una lámina de plástico. No obstante, los fabricantes ofrecen innumerables encapsulados, incluso a medida del cliente. Por ejemplo, existen etiquetas en formato tarjeta de crédito para control de accesos en hoteles, privadas, oficinas entre otras aplicaciones, encapsuladas en una ampolla de vidrio para identificar animales, etiquetas en forma de clavo para palets (paletas o tarimas) de madera, encapsulados resistentes a altas temperaturas para etiquetar equipos que tengan que soportar condiciones adversas.

Las áreas de aplicación para RFID

El uso potencial de RFID es prácticamente ilimitado en cada sector de la industria, comercio y servicios donde existen datos que deben ser leídos o comprobados. Las áreas principales de aplicación de RFID son:

- Transporte y logística.
- Fabricación y procesamiento.
- Seguridad de personas.
- Identificación y trazabilidad alimentaria animal.
- Rastreo postal.
- Verificación y control de equipaje.
- Control de peaje y medios de pago electrónico.
- Sustitución o uso simultáneo y compartido con códigos de barras.
- Vigilancia electrónica.
- Control de accesos y un largo etc.

2.2.4 BÁSCULAS

Podemos definir ciertamente que una báscula es un instrumento de medición que se utiliza para determinar el valor de la masa de un objeto, siendo esta masa la cantidad de materia de dicho objeto.

La báscula (del francés *bascule*) es un aparato que sirve para pesar; esto es, para determinar el peso (básculas con muelle elástico), o la masa de los cuerpos (básculas con contrapeso). Normalmente una báscula tiene una plataforma horizontal sobre la que se coloca el objeto que se quiere pesar. Dado que, a diferencia de una romana, no es necesario colgar el objeto a medir de ganchos ni platos, resulta más fácil pesar cuerpos grandes y pesados encima de la plataforma, lo que hizo posible construir básculas con una capacidad de peso muy grande, como las utilizadas para pesar camiones de gran tonelaje.

Comúnmente a esta determinación se le conoce como "Pesar", por lo que una báscula se utiliza para pesar masas. El antepasado de la báscula fue la balanza, la palabra "balanza", viene del latín (*lanx*, plato) es una palanca de brazos iguales que mediante el establecimiento de una situación de equilibrio entre los pesos de dos cuerpos permite medir masas. Al igual que una romana, o una báscula, es un instrumento de medición que permite medir la masa de un objeto.

Una célula de carga (o celda de carga) es un transductor que convierte la fuerza aplicada sobre ella en una señal eléctrica medible (figura 7). A pesar de existir varios tipos de sensores, las células de carga son el sensor de fuerza más común del mercado.



Figura 7. Celda de carga para báscula ganadera.

Los diseños de células de carga se pueden distinguir de acuerdo con el tipo de señal de salida generada (neumático, hidráulico, eléctrico) o de acuerdo con la forma en que detectan el peso (flexión, cizalladura, compresión, tensión, etc).

Las células de carga extensiométricas convierten la carga que actúa sobre ellas en señales eléctricas. Los propios medidores están unidos a una viga o elemento estructural que se deforma cuando se le aplica un peso. En la mayoría de los casos, se utilizan cuatro medidores de deformación para obtener la máxima sensibilidad y compensación de temperatura. Dos de los medidores están por lo general en tensión, y dos en compresión, y se conectan con ajustes de compensación. Cuando se aplica un peso, la tensión cambia la resistencia eléctrica de los medidores en proporción a la carga.

2.2.5 DISPLAY DE CRISTAL LÍQUIDO

Un Display de cristal líquido o también conocido por sus siglas como **LCD** (*Liquid Crystal Display*), es un elemento que reemplaza fácilmente a los Displays de segmentos que existen en el mercado, estas pequeñas pantallas no se ven limitadas por la falta de espacio ya que actualmente se pueden conseguir de un tamaño suficiente para cubrir cualquier necesidad, además el aumento en el tamaño del

dispositivo no significa un aumento en las conexiones eléctricas del mismo (esto es un punto a su favor).

En la actualidad existen muchos displays en el mercado, algunos se utilizan para realizar proyectos en la carrera y otros de mayor complejidad se utilizan para mostrar datos a un operador en alguna planta de procesos.

El display de cristal líquido en especial se ha hecho muy popular debido a que es fácil de utilizar y conectar, además presenta grandes ventajas si lo comparamos con un display de 7 segmentos convencional, en la figura 8 se muestra el esquema de conexión eléctrico de un LCD 16 X 2.

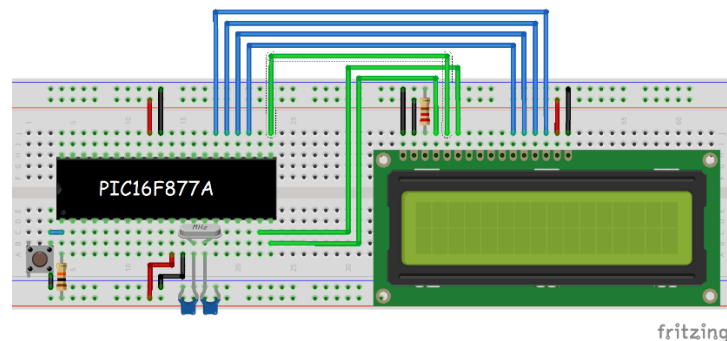


Figura 8. **Conexión del LCD 16 X 2 con un microcontrolador PIC16F877A**

2.2.6 CONVERTIDORES ANALÓGICO DIGITAL

El desarrollo de los microprocesadores y procesadores digitales de señal (DSP), ha permitido realizar tareas que durante años fueron hechas por sistemas electrónicos analógicos. Por otro lado, como que el mundo real es análogo, una forma de enlazar las variables analógicas con los procesos digitales es a través de los sistemas llamados conversores de analógico - digital (ADC- Analog to Digital Converter) y conversores digital - analógico (DAC- Digital to Analogue Converter). El objetivo básico de un ADC es transformar una señal eléctrica análoga en un número digital equivalente. De la misma forma, un DAC transforma un número digital en una señal eléctrica análoga. En la figura 9 se muestra el proceso de conversión analógico a digital.

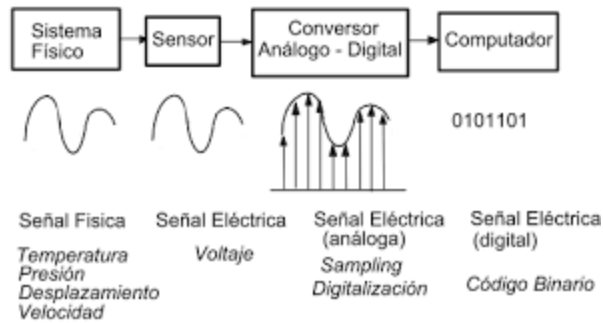


Figura 9. **Proceso de conversión analógico a digital**

El módulo HX711 es un transmisor entre las celdas de carga y un microcontrolador como Arduino, permitiendo leer el peso en la celda de manera sencilla. Es compatible con las celdas de carga de diferentes capacidades y utilizado en sistemas de medición automatizada, procesos industriales, industria médica.

El chip HX711 posee internamente la electrónica para la lectura del puente de Wheatstone formado por la celda de carga y también un conversor ADC de 24 bits. Se comunica con el microcontrolador por medio de un protocolo de tipo serial mediante 2 terminales que son clock y data. En la figura 10 se muestra el esquema de conexión.

Las celdas de carga están formadas por galgas extensiométricas en configuración de puente Wheatstone. Para conectar la celda al módulo HX711 son necesarios 4 cables, los colores utilizados habitualmente son Rojo, Negro, Blanco y Verde. Cada color corresponde a una señal como se muestra a continuación:

Tabla 1. Función de las terminales de HX711

Cable	Función	Etiqueta	Conexión
Rojo	Voltaje de excitación +	E+	Vcc
Negro	Voltaje de excitación -	E-	GND
Blanco	Amplificador +	Señal +	A+
Verde	Amplificador -	Señal -	A-

El módulo HX711 cuenta con las siguientes especificaciones técnicas que lo hacen ideal en circuitos donde su alimentación esta proporcionada por baterías por su bajo consumo de energía.

- Voltaje de Operación: 5V DC
- Consumo de corriente: menor a 10mA
- Voltaje de entrada diferencial: $\pm 40\text{mV}$
- Resolución conversión A/D: 24 bit
- Frecuencia de lectura: 80 Hz
- Dimensiones: 38mm*21mm*10mm

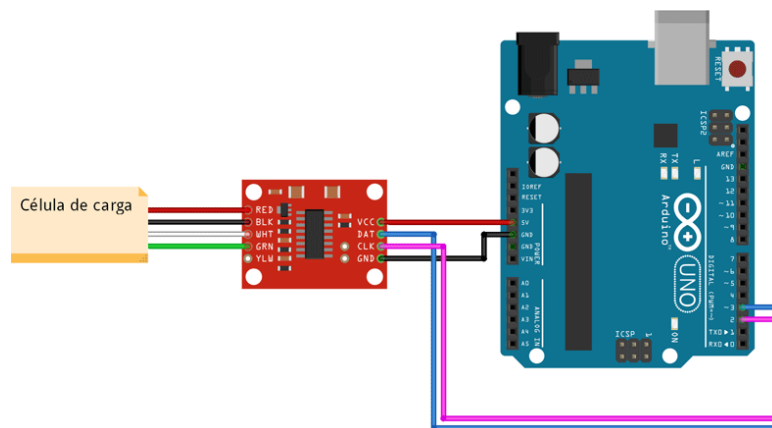


Figura 10. Conexión del módulo HX711 con celda de carga y Arduino.

2.3 TECNOLOGÍAS DE SOFTWARE PARA DESARROLLO.

2.3.1 MYSQL

MySQL es un sistema de gestión de base de datos relacional (RDBMS) de código abierto, basado en lenguaje de consulta estructurado (SQL). MySQL se ejecuta en prácticamente todas las plataformas, incluyendo Linux, UNIX y Windows. A pesar de que se puede utilizar en una amplia gama de aplicaciones, MySQL se asocia más con las aplicaciones basadas en la web y la publicación en línea y es un componente importante de una pila empresarial de código abierto llamado LAMP. LAMP es una plataforma de desarrollo web que utiliza Linux como sistema operativo, Apache como servidor web, MySQL como sistema de gestión de base de datos relacional y PHP como lenguaje de programación orientado a objetos (a veces, Perl o Python se utiliza en lugar de PHP).



Figura 11. **MySQL**

MySQL, que fue concebido originalmente por la compañía sueca MySQL AB, fue adquirida por Oracle en 2008. Los desarrolladores todavía pueden usar MySQL bajo la Licencia Pública General de GNU (GPL), pero las empresas deben obtener una licencia comercial de Oracle.

Los vástagos de MySQL se llaman derivados (forks). Ellos incluyen:

- Drizzle un sistema de gestión de base de datos ligero de código abierto en el desarrollo basado en MySQL 6.0. MariaDB un reemplazo popular "drop-in" desarrollado en la comunidad para MySQL que utiliza las API y los comandos de MySQL.
- Percona Server con XtraDB una versión mejorada de MySQL conocido por su escalabilidad horizontal.

Características de MySQL

MySQL es una base de datos polivalente. Puede vivir en sistemas Linux, Windows, etc., y existe gran número de drivers para conectarse a ella desde todo tipo de lenguajes de programación. Fue creada usando una mezcla entre los lenguajes C y C++. Es muy usada en la web, como complemento a sistemas con PHP y Apache, lo que proporciona al programador un potente entorno de desarrollo (LAMP).

Algunas de las ventajas de MySQL son las siguientes:

- Multiplataforma: Linux, Windows, AIX, Solaris, y un largo de sistemas la soportan

- Múltiples motores de almacenamiento que se adaptan a las distintas necesidades de cada entorno: MyISAM, InnoDB, Memory, etc. Permite usar para cada tabla un motor de almacenamiento distinto.
- Gran velocidad a la hora de realizar operaciones.
- Soporta un amplio número de tipos de datos.
- Tiene una gran comunidad de desarrolladores, y una extensa documentación.
- Uso de transacciones e integridad relacional (dependiendo del tipo de motor de almacenamiento).
- Buena capacidad de indexación y búsqueda y uso de fulltext, que la dotan de una serie de herramientas para hacer búsquedas complejas usando patrones.
- Requerimientos mínimos

Todas estas características, confieren a MySQL un carácter robusto y potente, que la hacen muy recomendable a la hora de elegir una Base de datos

2.3.2 ANDROID

En los últimos años los teléfonos móviles han experimentado una gran evolución, desde los primeros terminales, grandes y pesados, pensados sólo para hablar por teléfono en cualquier parte, a los últimos modelos, con los que el término “medio de comunicación” se queda bastante pequeño. Es así como nace Android (figura 11). Android es un sistema operativo y una plataforma software, basado en Linux para teléfonos móviles. Además, también usan este sistema operativo (aunque no es muy habitual), tablets, netbooks, reproductores de música e incluso PC’s. Android permite programar en un entorno de trabajo (framework) de Java, aplicaciones sobre una máquina virtual Dalvik (una variación de la máquina de Java con compilación en tiempo de ejecución). Además, lo que le diferencia de otros sistemas operativos, es que cualquier persona que sepa programar puede crear nuevas aplicaciones, widgets¹, o incluso, modificar el propio sistema operativo, dado que Android es de código libre, por lo que sabiendo programar en lenguaje Java, va a ser muy fácil comenzar a programar en esta plataforma.



Figura 12. **Logotipo de Android**

Fue desarrollado por Android Inc., empresa que en 2005 fue comprada por Google, aunque no fue hasta 2008 cuando se popularizó, gracias a la unión al proyecto de Open Handset Alliance, un consorcio formado por 48 empresas de desarrollo hardware, software y telecomunicaciones, que decidieron promocionar el software libre. Pero ha sido Google quien ha publicado la mayor parte del código fuente del sistema operativo, gracias al software Apache, que es una fundación que da soporte a proyectos software de código abierto.

Dado que Android está basado en el núcleo de Linux, tiene acceso a sus recursos, pudiendo gestionarlo, gracias a que se encuentra en una capa por encima del Kernel, accediendo así a recursos como los controladores de pantalla, cámara, memoria flash.

2.3.3 PHP

El lenguaje PHP (cuyo acrónimo recursivo de *PHP: Hypertext Preprocessor*) es un lenguaje de código abierto muy popular especialmente adecuado para el desarrollo web y que puede ser incrustado en HTML.

Nacido en 1994, se trata de un lenguaje de lado servidor más extendido en la web. La facilidad de PHP se basa en que permite embeber pequeños fragmentos de código dentro de páginas web creadas con HTML. Esos scripts PHP permiten realizar determinadas acciones de una forma fácil y eficaz, pudieron realizar todo tipo de tareas.

PHP es lo que se denomina una tecnología del lado del servidor, que ahora se suele englobar dentro del término “Backend”. está diseñado originalmente para la creación de páginas webs dinámicas, aunque el lenguaje se puede usar para cualquier tipo de programa.

El lenguaje puede trabajarse en un editor de texto y editor de código de fuente escrito en C++ y Python para los plugins, se distribuye de forma gratuita. Es una herramienta concebida para programar sin distracciones. Su interfaz de color oscuro y la riqueza de coloreado de la sintaxis, centra la atención completamente.

Es importante mencionar que Sublime Text 3 (figura 13) no es un software libre o de código abierto, se puede obtener su licencia para obtener uso ilimitado, sin embargo, no causa ningún problema el no tener licencia. Permite tener varios documentos abiertos mediante pestañas.

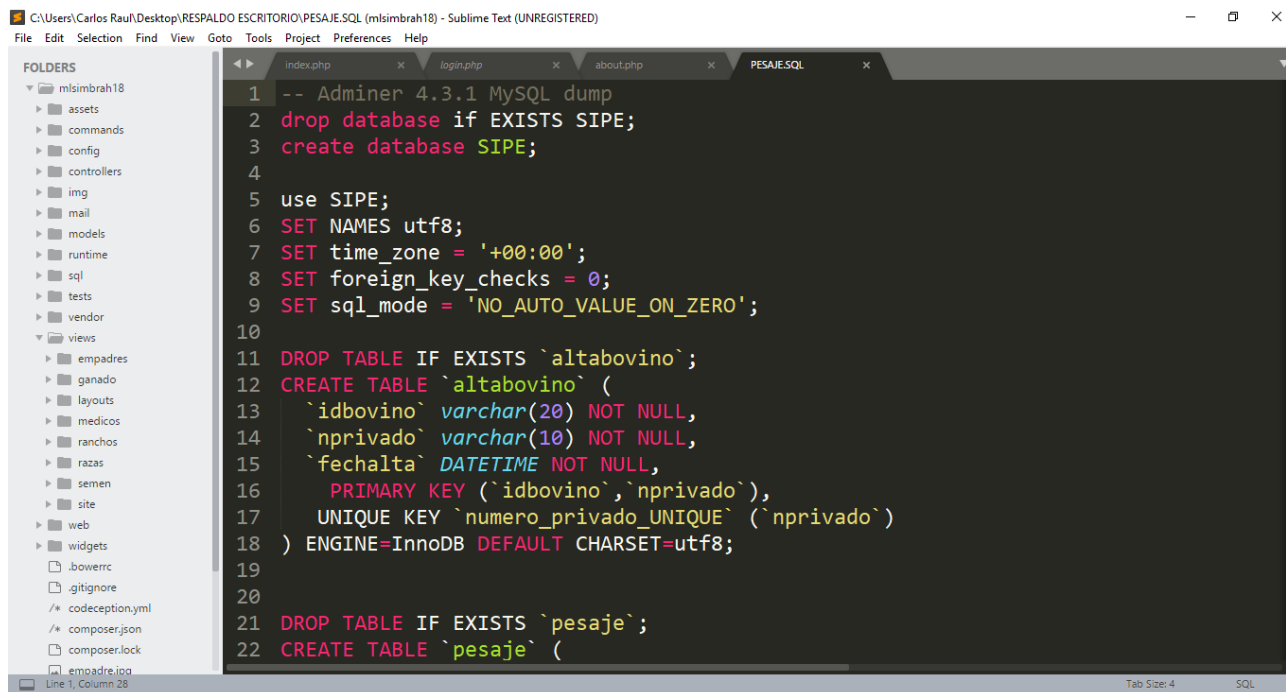


Figura 13. Editor de texto Sublime 3

Características:

- Es fácil de descargar y gratuito.
- Auto completado y marcado de llaves.
- Soporta macros y snippets.
- Soporta un gran número de lenguajes.
- Mini mapa.
- Selección múltiple.
- Multi cursor.
- Multi layout.
- Búsqueda dinámica.
- Acceso rápido a línea o archivo.
- Paleta de comandos.
- Coloreado y envoltura de sintaxis.
- Multi pestañas.
- Resaltado de paréntesis e identificación.
- No cuenta con la posibilidad directa de imprimir, se requiere el uso de pluggins de terceros.

2.3.4 ADOBE ILLUSTRATOR

Adobe Illustrator es un programa informático, un editor de gráficos vectoriales y, por tanto, sirve para la edición y modificación de imágenes. Son archivos digitales donde los diferentes elementos están formados por objetos geométricos, dependientes entre sí, con atributos matemáticos de acuerdo a su posición, a su forma o a su color. Es un software que permite la creación y modificación de estas imágenes a través de un espacio de trabajo llamado «taller de arte» o «mesa de trabajo». En él se disponen todas las herramientas necesarias a través de menús y otras opciones de interfaz que presentan los útiles necesarios para llevar a cabo las modificaciones de archivos digitales.

Gracias a las características de esta clase de gráficos pueden ser ampliados tanto como se desee sin perder calidad, al contrario de lo que sucedería si esa misma imagen visualizada en formato ".ai" se

ampliase siendo, por ejemplo ".jpg" o ".png". En estos casos, parecería pixelada e incluso deformada, perdiendo el aspecto original visualizado en su tamaño real.

Adobe Illustrator, por tanto, es sumamente útil a la hora de desarrollar cualquier clase de documento gráfico que requiera múltiples modificaciones. Podría crearse la imagen corporativa de una empresa, con su logo y diferentes elementos, y esos mismos archivos originales podrían emplearse para la impresión sobre una tarjeta al mismo tiempo que sobre la fachada de un rascacielos.

Los atributos de índole matemática de cada uno de los objetos garantizarían que cualquier modificación respetase escrupulosamente su forma, su posición y color, siendo representado en cualquier tamaño de idéntica forma a como fue concebido. Esa es la clave para que no se produzcan deformaciones o las pérdidas de definición que sufren otra clase de formatos empleados para la creación y guardado de las imágenes. Es por eso que Illustrator es el perfecto aliado a la hora de crear cualquier gráfico que tenga que ser reproducido de diferentes maneras y en distintos ámbitos, siendo recurrentemente modificado y alterado.

Adobe Systems, la compañía desarrolladora de este poderoso programa, la concibió desde su lanzamiento en 1986 como un desarrollo capaz de servir a la creación artística de dibujo y pintura digital, así como una herramienta en la creación de toda clase de diseños gráficos, siendo además seguramente la aplicación más importante para llevar a cabo estos cometidos. Los documentos obtenidos mediante este software se usan en impresión, vídeo, publicaciones en páginas web o aplicaciones de dispositivos móviles. La extensión de sus archivos, .ai, prácticamente es un estándar en la industria.

En la actualidad, Adobe Illustrator forma parte de la familia de aplicaciones denominadas Adobe Creative Cloud y es una de las herramientas imprescindibles en estudios de diseño encargados de trabajos tanto más artísticos y abstractos como de imágenes corporativas o diseño de aplicaciones y gráficos. Además, aunque es conocido comúnmente con esta denominación, se distribuye a través de diversas formas. Desde la más tradicional, la versión estándar e individual, a ser parte de paquetes de la empresa como Adobe Creative Suite Design Premium y Versión Standard, Adobe Creative Suite Web Premium, Adobe Creative Suite Production Studio Premium y Adobe Creative Suite Master Collection.

2.3.5 APP INVENTOR

MIT App Inventor es un entorno de programación visual e intuitivo que permite a todos, incluso a los niños, crear aplicaciones totalmente funcionales para teléfonos inteligentes y tabletas. Los nuevos en MIT App Inventor pueden tener una primera aplicación simple en funcionamiento en menos de 30 minutos. Y lo que es más, nuestra herramienta basada en bloques facilita la creación de aplicaciones complejas y de alto impacto en mucho menos tiempo que los entornos de programación tradicionales.

El proyecto MIT App Inventor busca democratizar el desarrollo de software al empoderar a todas las personas, especialmente a los jóvenes, para pasar del consumo de tecnología a la creación de tecnología.

Un pequeño equipo de personal y estudiantes de CSAIL, dirigido por el profesor Hal Abelson, forma el núcleo de un movimiento internacional de inventores. Además de liderar el alcance educativo sobre MIT App Inventor y realizar investigaciones sobre sus impactos, este equipo central mantiene el entorno de desarrollo de aplicaciones en línea gratuito que sirve a más de 6 millones de usuarios registrados.

Los programas de codificación basados en bloques inspiran el empoderamiento intelectual y creativo. MIT App Inventor va más allá de esto para proporcionar un empoderamiento real para que los niños marquen la diferencia, una forma de lograr el impacto social de un valor inconmensurable para sus comunidades. De hecho, los inventores de aplicaciones en la escuela y fuera de los entornos educativos tradicionales se han unido y han hecho precisamente eso

Creada por Google labs para crear aplicaciones de software para el sistema operativo Android. App Inventor fue creada en noviembre del 2012, después de su lanzamiento 3 meses después ya tenía más de 500 mil aplicaciones desarrolladas.

Este sistema permite la opción de ser online y es software libre, quiere decir que, la aplicación creada puedes subirla a su servicio Google Play y compartirla con el mundo, además de las ganancias generadas.

Diseño de vista. En este diseño permite que el desarrollador vaya estructurando la apariencia de su aplicación es decir la vista previa de como se verá en pantalla, permite agregar imágenes, color, tamaños de letra, fondos, botones etc. (figura 14)

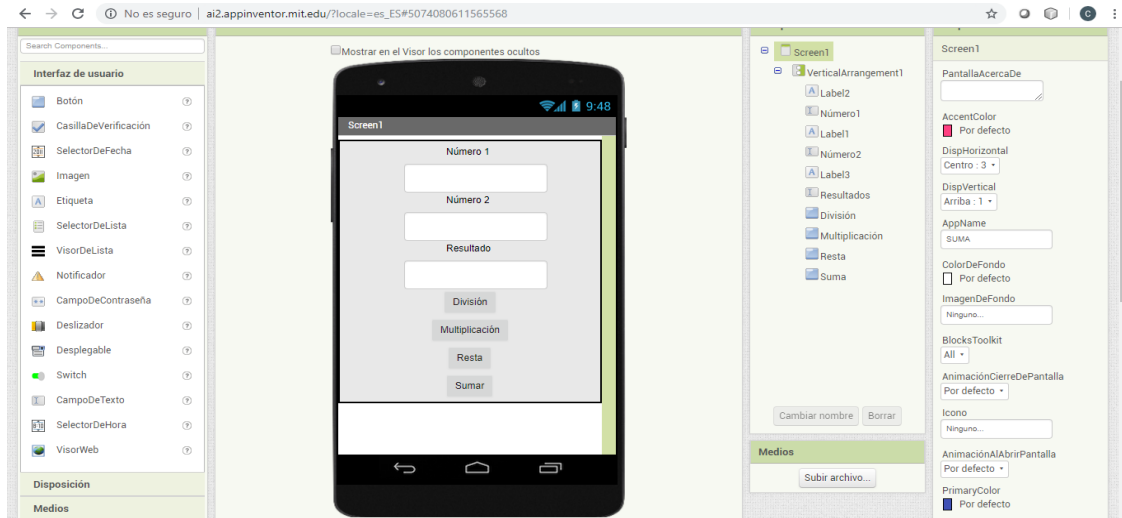


Figura 14. App Inventor Diseño de Vista
Fuente: Elaboración propia en App Inventor

Diseño lógico. En este apartado App Inventor nos muestra nuestro primer acercamiento a la programación en forma muy amigable, su diseño es parecido a los rompecabezas y su programación está basada en pequeñas figuras en forma de bloques (figura 15).

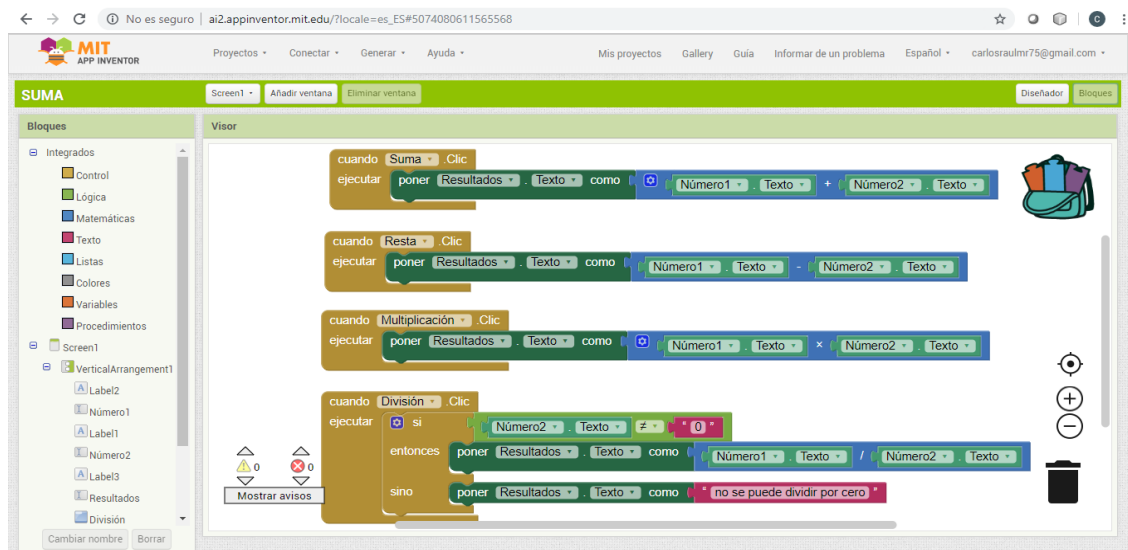


Figura 15. App Inventor Diseño Lógico
Fuente: Elaboración propia en App Inventor

2.3.6 NAVICAT

Es un administrador gráfico de base de datos y un software de desarrollo producido por PremiumSoft CyberTech Ltd. para MySQL, MariaDB, Oracle, SQLite, PostgreSQL y Microsoft SQL Server. Cuenta con un Explorador como interfaz gráfica de usuario soportando múltiples conexiones para bases de datos locales y remotas. Su diseño está pensado para satisfacer las diferentes necesidades de un amplio sector del público; desde administradores y programadores de bases de datos a diferentes empresas que dan soporte y o comparten información con clientes o socios.

Navicat Premium es una herramienta de desarrollo de bases de datos que permite conectarse simultáneamente a bases de datos MySQL MariaDB, MongoDB, SQL Server, Oracle, PostresSQL, desde una sola aplicación. Compatible con bases de datos cloud como Amazon RDS, Amazon Aurora, Amazon Redshift, Microsoft Azure, Oracle Cloud, Google Cloud y MondoDB Atlas, en Navicat Premium se puede crear, administrar y mantener sus bases de datos de forma rápida y fácil. En la figura 16 se muestra la interface de Navicat.

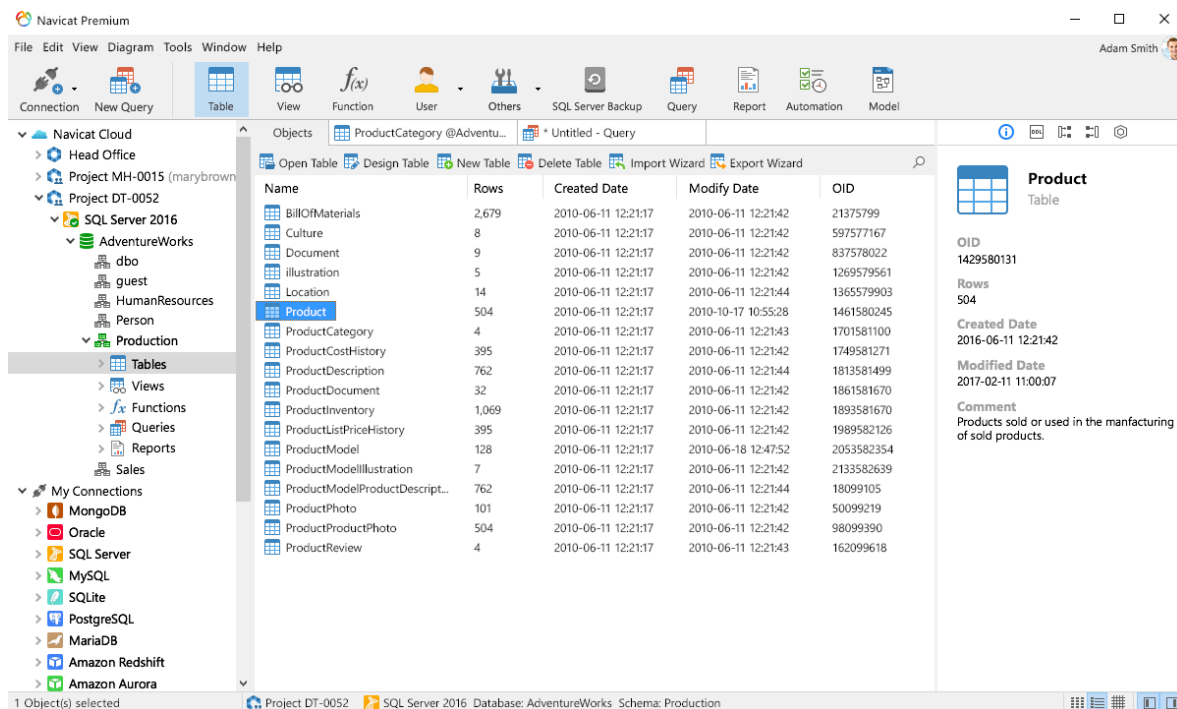


Figura 16. Interface gráfica de Navicat

Entre las características de Navicat podemos mencionar las siguientes:

- **Migración Perfecta de Datos.** La transferencia, la sincronización de datos y la sincronización de estructuras le ayudan a migrar sus datos de una forma más fácil y rápida y con menos sobrecarga.
- **Herramienta de Manipulación Diversificada.** El Asistente de importación se usa para transferir datos a una base de datos desde diversos formatos, o desde ODBC después de configurar una conexión de origen de datos. Exporte datos de tablas / colecciones, vistas o resultados de consultas a formatos como Excel, Access, CSV y más. Navicat le ofrece las herramientas que necesita para administrar sus datos de manera eficiente y garantizarle un proceso fluido.
- **Fácil edición de SQL / Query.** Visual SQL / Query Builder ayuda a crear, editar y ejecutar sentencias / consultas SQL sin tener que preocuparte por la sintaxis y el uso adecuado de los comandos.
- **Diseñador Inteligente de Bases de Datos.** Se puede crear, modificar y administrar todos los objetos de su base de datos utilizando nuestros diseñadores de objetos profesionales. Es posible convertir las bases de datos en representaciones gráficas utilizando una sofisticada herramienta de diseño y modelado de bases de datos para que pueda modelar, crear y comprender complejas bases de datos con facilidad.
- **Conéctese con Seguridad.** Permite establecer conexiones seguras a través de SSH Tunneling y SSL para asegurar que cada conexión sea segura, estable y confiable. Admite diferentes métodos de autenticación de servidores de bases de datos, como autenticación PAM para MySQL y MariaDB, autenticación Kerberos y X.509 para MongoDB y autenticación GSSAPI para PostgreSQL. Navicat 12 proporciona más mecanismos de autenticación y entornos de alto rendimiento, por lo que nunca tendrá que preocuparse por conectarse a una red no segura.
- **Colaborar de Forma Sencilla.** Es posible sincronizar las configuraciones de conexión, modelos, consultas y grupos virtuales a nuestro servicio Navicat Cloud para que pueda obtener

acceso en tiempo real a ellos y compartirlos con sus compañeros de trabajo en cualquier momento y en cualquier lugar. Con Navicat Cloud, podrá aprovechar cada segundo del día para maximizar su productividad.

- **Aumente su Productividad.** Nuestra potente solución de respaldo / restauración local y la GUI intuitiva para MongoDump, Oracle Data Pump y SQL Server Backup Utility lo guían a través del proceso de respaldo y reducen el potencial de errores. Compile informes con una calidad totalmente profesional en minutos utilizando una interfaz de diseño interactiva y un flujo de trabajo eficiente, configure una automatización para un proceso de deploy repetitivo: generar informes, generar una copia de seguridad de la base de datos, generar una tarea MapReduce, así como la ejecución de scripts a una hora o día determinado. No importa donde esté, siempre podrá hacer su trabajo.
- **Analizador de Esquema Inteligente.** Permite explorar su esquema MongoDB con la herramienta de visualización de esquemas plenamente integrada. Se puede analizar sus documentos y mostrar las estructuras de forma completa dentro de sus colecciones, para que pueda comprender el esquema de sus datos, encontrar anomalías en el esquema o inspeccionar valores atípicos con facilidad.
- **Licencias Multiplataforma.** La licencia multiplataforma ya está disponible en Navicat 12. Independientemente en qué plataforma esté operando, Windows, macOS o Linux.

2.3.7 APACHE

Apache es un software de servidor web gratuito y de código abierto con el cual se ejecutan el 46% de los sitios web de todo el mundo. El nombre oficial es Apache HTTP Server, y es mantenido y desarrollado por la Apache Software Foundation. Permite a los propietarios de sitios web servir contenido en la web, de ahí el nombre de “servidor web”. Es uno de los servidores web más antiguos y confiables, con la primera versión lanzada hace más de 20 años, en 1995. La figura 17 muestra el logo de servidor apache.



Figura 17. **Logo de servidor Apache**

Un servidor web es un programa de tipo informático que se encarga de procesar una aplicación del lado del servidor, cada una de las cuales puede acceder a archivos almacenados en un servidor físico y usarlos para diferentes propósitos, mediante conexiones bidireccionales o unidireccionales con la máquina del cliente, tras lo cual se genera una respuesta del lado del cliente.

El trabajo de un servidor web es servir sitios web en Internet. Para lograr ese objetivo, actúa como un intermediario entre el servidor y las máquinas de los clientes. Extrae el contenido del servidor en cada solicitud de usuario y lo envía a la web.

Aunque llamamos a Apache un servidor web, no es un servidor físico, sino un software que se ejecuta en un servidor. Su trabajo es establecer una conexión entre un servidor y los navegadores de los visitantes del sitio web (Firefox, Google Chrome, Safari, etc.) mientras envían archivos entre ellos (estructura cliente-servidor). Apache es un software multiplataforma, por lo cual funciona tanto en servidores Unix como en Windows.

2.3.8 FRITZING

Es un programa libre de código abierto que te permite crear y diseñar circuitos. Su interfaz es sencilla e intuitiva, y se complementa con otras iniciativas como Processing y Arduino, formando así un ecosistema que permite a los usuarios documentar y compartir sus prototipos, enseñar electrónica y crear esquemas de circuitos impresos.

Es un software referente en el diseño electrónico libre ya que permite a diseñadores, investigadores y aficionados poder crear sus prototipos basados en Arduino y crear esquemas de circuitos impresos para su posterior fabricación

Las principales características son:

- Vistas. Puede trabajar con tres vistas diferentes: protoboard, esquema y PCB
- Listado de componentes: Cuenta con acceso a una gran biblioteca de componentes para armar circuitos iniciando desde los más básicos hasta el Arduino y Raspberry Pi.

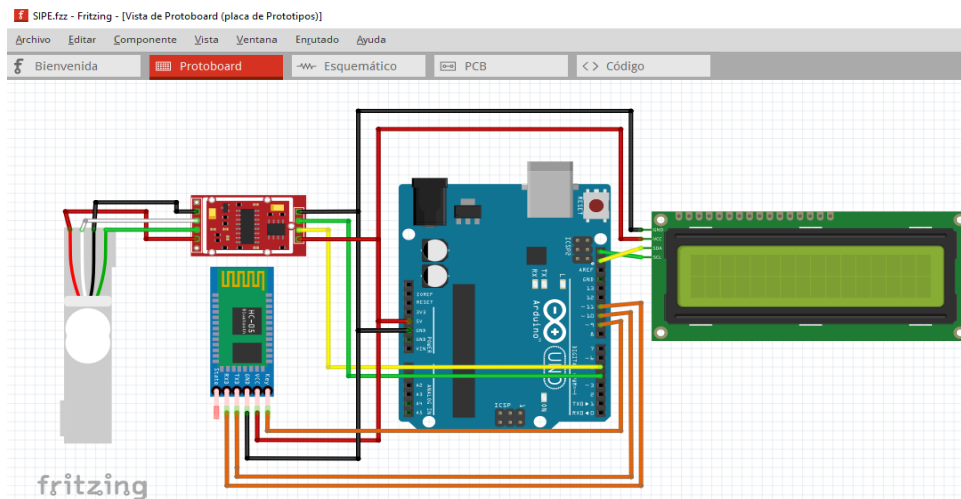


Figura 18. Diseño realizado en el demo Fritzing Versión 0.9.3
Fuente: Elaboración propia

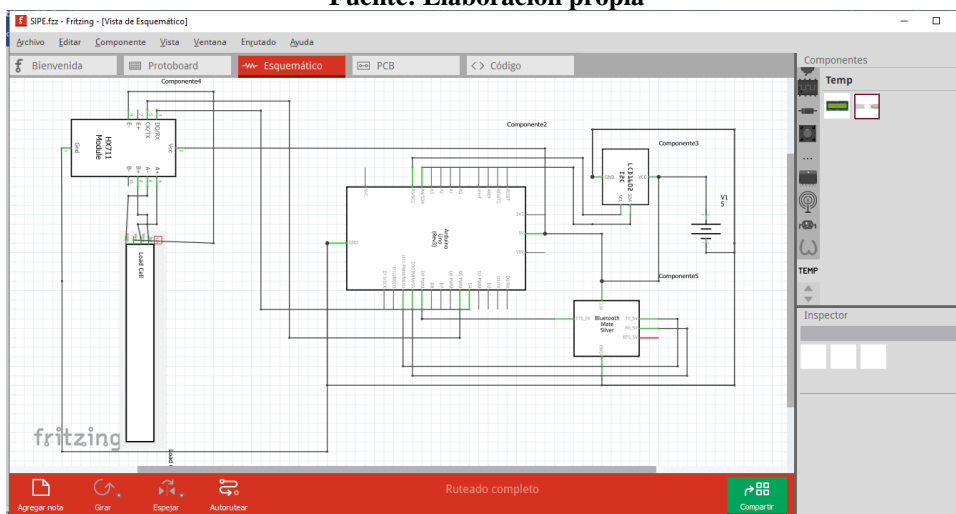


Figura 19. Diagrama esquemático realizado en Fritzing Versión 0.9.3
Fuente: Elaboración propia

2.3.9 INTERNET

Es un conjunto descentralizado de redes de comunicación interconectadas (una red global de computadoras) que utilizan la familia de protocolos TCP/IP, lo cual garantiza que las redes físicas heterogéneas que la componen formen una red lógica única de alcance mundial. (Deitel, 2011)

Sus orígenes se remontan en la década de 1960, diseñada originalmente para conectar originalmente los sistemas de cómputo de aproximadamente una docena de universidades y organizaciones de investigación en el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, conocida como ARPANET, actualmente el internet es utilizado por cientos de millones de computadoras y dispositivos.

Con la introducción de World Wide Web (que permite a los usuarios de computadoras localizar y ver documentos sobre cualquier tema, a través del ciberespacio). Internet se ha convertido en uno de los principales mecanismos de comunicación en todo el mundo.

Internet y World Wide Web se encuentran sin duda, entre las creaciones más importantes y profundas de la humanidad. En el pasado, la mayoría de las aplicaciones de computadora se ejecutaban en equipos que no estaban conectados entre sí. Las aplicaciones de la actualidad pueden diseñarse para intercomunicarse entre computadoras en todo el mundo. Internet mezcla las tecnologías de la computación y las comunicaciones. Facilita nuestro trabajo. Hace que la información esté accesible en forma instantánea y conveniente para todo el mundo. Hace posible que los individuos y negocios pequeños obtengan una exposición mundial. Está cambiando la forma en que se hacen los negocios. La gente puede buscar los mejores precios para casi cualquier producto o servicio que desee. Los miembros de las comunidades con intereses especiales pueden mantenerse en contacto unos con otros.

2.3.10 ALMACENAMIENTO EN LA NUBE

El almacenamiento en la nube es un servicio que permite almacenar datos transfiriéndolos a través de Internet o de otra red a un sistema de almacenamiento externo que mantiene un tercero. Hay cientos de sistemas de almacenamiento en la nube diferentes que abarcan desde almacenamiento personal, que guarda o mantiene copias de seguridad de correo electrónico, fotos, vídeos y otros archivos personales de un usuario, hasta almacenamiento empresarial, que permite a las empresas utilizar almacenamiento en la nube como solución comercial de copia de seguridad remota donde la compañía puede transferir y almacenar de forma segura archivos de datos o compartirlos entre ubicaciones.

Los sistemas de almacenamiento suelen ser escalables para adaptarse a las necesidades de almacenamiento de datos de una persona o una organización, accesibles desde cualquier lugar e independientes de aplicaciones para ofrecer accesibilidad desde cualquier dispositivo. Las empresas disponen de tres modelos principales para elegir: un servicio de almacenamiento en nube pública, adecuado para datos no estructurados; un servicio de almacenamiento en nube privada, que puede estar protegido detrás de un firewall de la compañía para tener más control sobre los datos; y un servicio de almacenamiento en nube híbrida, que combina servicios de almacenamiento en nube pública y privada para ofrecer una mayor flexibilidad.

3. ESTADO DEL ARTE.

Existen diferentes fabricantes de básculas para camiones, portátiles, ganaderas entre las que se pueden mencionar, básculas de fabricantes como: Revuelta, Torrey, Nuevo León, Peláez entre otras con capacidad de 1,5 toneladas, que van desde los 45 mil hasta los 120 mil pesos dependiendo la calidad (tipo de material utilizado) del equipo y la marca seleccionada de las cuales describo a continuación:

3.1 BÁSCULAS REVUELTA

Este equipo se caracteriza por contar con ambos sistemas, la romana mecánica y el indicador digital electrónico, cuenta con un rollo para impresión (opcional), todo esto en un gabinete o cabina metálica protectora como se muestra en la figura 20.



Figura 20. **Báscula Revuelta romana y digital**

Es una báscula fija y su instalación se muestra en la figura 20, se pueden mencionar las siguientes características:

- Especialmente diseñadas para pesar ganado
- Ofrecen capacidades para 1.50 y 2.0 Toneladas
- Doble indicador digital y romana
- Fácil instalación, no se requiere fosa.
- Plataforma de 2.40 m. X 0.85 m.

3.2 BÁSCULAS TORREY

La empresa Torrey entre su gama de productos ofrece la báscula ganadera completamente digital como se puede observar en la figura 21, construida en acero y con 2 puertas para acceso y salida del ganado, cuenta con recubrimiento anticorrosivo y fácil instalación, el precio de esta báscula en el mercado se puede concentrar en \$46,890.00 También al igual que la marca Revuelta, es una báscula fija.



Figura 21. **Báscula Digital marca Torrey**

Entre las características de esta marca ofrece a sus clientes con su producto son las siguientes:

- Dimensiones de 2.50 m de largo X 0.90 m de ancho X 2.00 m de altura
- Indicador digital
- Plataforma
- Capacidad 1.5 Toneladas
- Batería interna
- Fácil instalación

3.3 BÁSCULA GANADERA NVO. LEÓN

La empresa Raiker ofrece como producto la báscula ganadera marca Nuevo León por un precio de 81,067.42 pesos, totalmente electrónica y de fácil instalación como se muestra en la figura 22.



Figura 22. **Báscula ganadera electrónica marca Nvo. León**

Entre las características de esta marca ofrece a sus clientes con su producto son las siguientes:

- Capacidad para 1,500 kg.
- Dimensiones de 2.50 m de largo X 1.0 m de ancho X 2.00 m de altura.
- Fácil instalación.
- Números tipo led 20mm.
- Batería interna 6 V, duración aproximada de 30 hrs.

Las tres básculas electrónicas analizadas son muy similares y prácticas, tienen capacidades de pesaje en los mismos rangos, dimensiones adecuadas para poder pesar animales en forma individual en dimensiones de 2.50 m x 0.90 m x 2.00 m largo, ancho y alto respectivamente, cuentan con indicador digital, sin embargo, actualmente algunos ganaderos prefieren contar con un sistema móvil, que sea de fácil instalación y por consiguiente también lo sea al momento de desinstalar para ser transportada. Esto es una desventaja que presentan, son fijas, el interés del ganadero a la portabilidad radica en el alto índice de robos que existen en los ranchos, que van desde herramientas, equipos, material de trabajo y hasta animales en pie.

El Sistema de Identificación y Pesaje Electrónico para bovinos ofrece las siguientes características:

- Capacidad para pesar 1.45 Toneladas
- Sistema de barras y plataforma de pesaje móvil.
- Fácil instalación, solo se requiere nivelación del área donde se colocará las barras de pesaje, al igual que en cualquier otra marca de báscula.
- Se puede montar en la manga de manejo del productor ya sea de madera o tubular, haciendo económico el sistema
- La actividad de pesaje será desplegada en el celular por medio de una aplicación.
- Tiene la capacidad de conectar con un software Sistema de Gestión y Análisis (SISGAN), al módulo de gestión para el almacenamiento de datos de pesaje si así lo desea.
- Es un sistema de uso rudo.

Tabla 2. Análisis comparativo de diferentes básculas

CARACTERÍSTICAS	BÁSCULA			
	SIPE	RAIKER NVO. LEON	TORREY	REVUELTA
Fácil instalación	SI	SI	SI	SI
Capacidad mayor a 1 ton.	SI	SI	SI	SI
Batería	SI	SI	SI	SI
Indicador digital	SI	SI	SI	SI
Plataforma móvil	SI	NO	NO	NO
Almacenamiento de datos	SI	NO	NO	NO
Módulo de gestión	SI	NO	NO	NO
Conexión bluetooth	SI	NO	NO	NO
Indicador en dispositivo móvil	SI	NO	NO	NO

Evaluando todas las características de SIPE se puede concluir que es funcional y que presenta las ventajas de poder visualizar el pesaje en el celular y cuenta con la opción para realizar una conexión web con el módulo de gestión con el software SISGAN.

Considerando las ventajas que SIPE tiene en relación a los otros sistemas de pesaje, procedemos a realizar los estudios de factibilidad, operativa, económica y técnica para determinar la viabilidad del proyecto a realizar

4. DESARROLLO DEL PROYECTO.

Este capítulo proporciona datos relevantes para el análisis desarrollo diseño e implementación del hardware y software, así como se detallan cada uno de los elementos que lo integran: la interface electrónica, la base de datos y el programa de interface de usuario.

Este sistema se desarrolla para automatizar el proceso de pesaje para ganado bovino de engorda, aunque también aplica para cualquier tipo de explotación, es decir ganado de cría comercial o de registro, tal como se citó en el marco referencial, actualmente esta actividad ganadera es de suma importancia para conocer el rendimiento de los animales ya sea en corral o pastoreo con suplementación.

Para la solución es importante desde el análisis conocer diferentes tecnologías de hardware y software que permitan leer, registrar, procesar y distribuir datos de básculas analógicas.

4.1 MODELO DE ANÁLISIS.

En el modelo de análisis se utiliza una diversidad de formatos en textos y diagramas que sirven como ingeniería de requisitos, para comprender funcionalidades y comportamiento de datos, esto hace posible examinar las necesidades desde diferentes puntos de vista, disminuyendo el índice de errores en la gestión de datos.

Tal y como lo señala María Gómez (2011) en el ensayo análisis de requerimientos, el objetivo del modelo de análisis es generar la arquitectura de objetos que sirva como base para el diseño del Sistema de Pesaje Electrónico para bovinos “SIPE”.

Para llevar a cabo la recopilación de la información se realizan entrevistas y cuestionarios a ganaderos con una vasta experiencia en la cría y engorda de ganado de alta calidad y que por razones de seguridad y protección de datos me veo en la necesidad de omitir.

En el mismo sentido de la investigación y para recabar más datos que nos conduzcan a un mejor análisis y diseño de la aplicación se visitó la asociación ganadera local de Reforma Chiapas, los cuales me permitieron realizar los diagramas de caso de usos, los requisitos funcionales y no funcionales, así

como actividades de modelado de datos y diseño de interface que cumpla con las especificaciones del usuario.

También se realizan los estudios de factibilidad, operativa, económica y técnica para determinar la viabilidad del proyecto a realizar

4.1.1 RECOPIACIÓN DE REQUISITOS.

Al recopilar los requisitos se aplicó entrevista a los ganaderos dedicados a la engorda y crianza de ganado bovinos, médicos veterinarios y empleados de ranchos, por ser las personas encargadas de realizar las actividades de pesaje de los animales.

Se analizarán los documentos técnicos relacionados con las celdas de pesaje y la conversión analógica a digital para escalar.

Documentos se agregan en el anexo

A partir de la información recabada se recopilan los siguientes requisitos:

A. REQUISITOS

Generalidades

Requerimientos funcionales: se registran los requerimientos de los casos de uso del sistema

Requerimientos no funcionales: se registran todos los requerimientos no funcionales del sistema

Requerimientos funcionales:

Acceso:

Tabla 3. Requerimiento REQ1: Acceso a SIPE

Requerimiento No:	REQ1
Versión:	1
Nombre del Proyecto:	Sistema de Pesaje Electrónico
Actor(es):	Jefe de proyecto, Cliente
Analista Responsable	Carlos Raúl Muñoz Rodríguez
Requerimiento del usuario:	Acceso
Prioridad:	Esencial

Descripción:	El cliente solicita que la aplicación se encuentre instalada en su dispositivo móvil para que sea fácil de acceder, independientemente del servicio de internet.
---------------------	--

Tabla 4. Requerimiento REQ2: Inicialización de SIPE

Requerimiento No:	REQ2
Versión:	1
Nombre del Proyecto:	Sistema de Pesaje Electrónico
Actor(es):	Jefe de proyecto, Cliente
Analista Responsable	Carlos Raúl Muñoz Rodríguez
Requerimiento del usuario:	Inicialización
Prioridad:	Esencial
Descripción:	El sistema se inicializa ejecutando la aplicación en el dispositivo móvil, no se requiere inicio de sesión o autenticación puesto que la aplicación la tendrá instalada el usuario en su dispositivo móvil

Tabla 5. Requerimiento REQ3: Interface de usuario de SIPE

Requerimiento No:	REQ3
Versión:	1
Nombre del Proyecto:	Sistema de Pesaje Electrónico
Actor(es):	Jefe de proyecto, Cliente
Analista Responsable	Carlos Raúl Muñoz Rodríguez
Requerimiento del usuario:	Interface de usuario
Prioridad:	Esencial
Descripción:	En la página principal aparecerán las opciones donde el usuario podrá realizar: <ul style="list-style-type: none"> a) Búsqueda de ejemplar por identificador b) Leer Peso c) Detener d) Guardar

Tabla 6. Requerimiento REQ4: Reportes

Requerimiento No:	REQ4
Versión:	1
Nombre del Proyecto:	Sistema de Pesaje Electrónico
Actor(es):	Jefe de proyecto, Cliente
Analista Responsable	Carlos Raúl Muñoz Rodríguez
Requerimiento del usuario:	Reportes
Prioridad:	Esencial
Descripción:	Al realizar una búsqueda, SIPE permite visualizar el último peso realizado a un animal en particular, en caso de requerir la bitácora completa se puede acceder por medio del software ganadero (SISGAN)

Requisitos no funcionales

Tabla 7. Requerimiento REQ5: Facilidad de uso

Requerimiento No:	REQ5
Versión:	1
Nombre del Proyecto:	Sistema de Pesaje Electrónico
Actor(es):	Jefe de proyecto, Cliente
Analista Responsable	Carlos Raúl Muñoz Rodríguez
Requerimiento del usuario:	Facilidad de uso
Prioridad:	Esencial
Descripción:	SIPE es de fácil uso y se considera una capacitación previa a los usuarios

Tabla 8. Requerimiento REQ6: Pesaje

Requerimiento No:	REQ6
Versión:	1
Nombre del Proyecto:	Sistema de Pesaje Electrónico
Actor(es):	Jefe de proyecto, Cliente
Analista Responsable	Carlos Raúl Muñoz Rodríguez
Requerimiento del usuario:	Pesaje
Prioridad:	Esencial
Descripción:	Entre las sugerencias recabadas están que se pueda pesar cualquier animal, cerdos, borregos, becerros y caballos, soportando un peso máximo de 1.45 toneladas, pertenezcan o no al rancho propietario de la báscula, es decir, exista la posibilidad de ofrecer el servicio a otras personas que tengan la necesidad de pesar sus animales.

Tabla 9. Requerimiento REQ7: Sistema móvil / Facilidad de soporte

Requerimiento No:	REQ7
Versión:	1
Nombre del Proyecto:	Sistema de Pesaje Electrónico
Actor(es):	Jefe de proyecto, Cliente
Analista Responsable	Carlos Raúl Muñoz Rodríguez
Requerimiento del usuario:	Sistema móvil / Facilidad de soporte
Prioridad:	Esencial
Descripción:	En las entrevistas realizadas, los ganaderos externaron la inquietud que les gustaría que el dispositivo de pesaje sea portable, derivado de la inseguridad, además que tendría como ventaja el transportarla a sus diferentes ranchos o corrales.

Tabla 10. Requerimiento REQ8: Conexión a la base de datos

Requerimiento No:	REQ8
Versión:	1
Nombre del Proyecto:	Sistema de Pesaje Electrónico
Actor(es):	Jefe de proyecto, Cliente
Analista Responsable	Carlos Raúl Muñoz Rodríguez
Requerimiento del usuario:	Conexión a la Base de datos
Prioridad:	Opcional
Descripción:	El sistema de pesaje (báscula electrónica) puede o no tener una conexión a una base de datos para su respectivo almacenamiento.

Tabla 11. Requerimiento REQ9: Búsqueda

Requerimiento No:	REQ9
Versión:	1
Nombre del Proyecto:	Sistema de Pesaje Electrónico
Actor(es):	Jefe de proyecto, Cliente
Analista Responsable	Carlos Raúl Muñoz Rodríguez
Requerimiento del usuario:	Búsqueda
Prioridad:	Prioritario
Descripción:	El sistema debe contar con módulo de búsqueda por número económico, el cual es el identificador comúnmente utilizado en las ganaderías

Tabla 12. Requerimiento REQ10: Identificación

Requerimiento No:	REQ10
Versión:	1
Nombre del Proyecto:	Sistema de Pesaje Electrónico
Actor(es):	Jefe de proyecto, Cliente
Analista Responsable	Carlos Raúl Muñoz Rodríguez
Requerimiento del usuario:	Identificación
Prioridad:	Prioritario
Descripción:	Todos los semovientes contarán con un número identificador físico, el cual será capturado en el software ganadero para el almacenamiento del peso

SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN Y PESAJE ELECTRÓNICO (SIPE)

Con el propósito de conocer las necesidades en cuanto al sistema de pesaje de bovinos a pastoreo o confinados, le solicitamos nos apoye contestado las siguientes preguntas

1. ¿Qué método utiliza usted para la identificación privada de sus animales?

a) Aretes	b) Fierro o hierro	c) Tatuaje en oreja	d) Otro
-----------	--------------------	---------------------	---------

2. ¿Con que frecuencia realiza el pesaje de sus animales en su rancho?

a) Nacimiento	b) Destete	c) Al vender	d) Mensual
---------------	------------	--------------	------------

3. En caso de pesar sus animales, indique la procedencia de la báscula:

a) Propia	b) Rentada
-----------	------------

4. Con que tipo de báscula realiza el pesaje de sus animales

a) Electrónica	b) Mecánica o manual	c) Otro:
----------------	----------------------	----------

5. Si su báscula es manual:

a) ¿Dónde y cómo registra los datos del peso?

b) Si es electrónica, ¿Cómo almacena su sistema los pesos realizados?

6. ¿Su báscula es capaz de almacenar el dato obtenido del de cada animal o de un grupo contemporáneo cuando se realiza una prueba de comportamiento o un lote de engorda?

a) Si	b) No
-------	-------

7. Esta usted familiarizado con el uso de dispositivos móviles.

c) Si	d) No
-------	-------

8. ¿Le gustaría contar con una báscula propia con características tecnologías digitales de fabricación mexicana, que tenga la posibilidad de ser fácil de usar y transportar?

a) Si	b) No
-------	-------

Considerando que las marcas comerciales oscilan entre precios que van desde los 45 hasta los 120 mil pesos, cuanto estaría dispuesto a pagar por una báscula con las mismas características

9. Si su respuesta anterior fue afirmativa, ¿Cuánto estaría dispuesto a invertir en un sistema como el antes mencionado con capacidad para 1.45 Toneladas?

25,000 a 27,500	27,500 a 30,000	30,000 a 32,500	32,500 a 35,000
-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

4.1.2 FORMULACIÓN Y PLANEACIÓN.

Para que la implementación del Sistema de Pesaje Electrónico (SIPE) para bovino se realice es de suma importancia el estudio de factibilidad, y para ello se requiere el levantamiento de la información que se llevó a cabo por medio de la aplicación de cuestionarios y entrevistas a productores en especial al administrador y encargado de la ganadería ML Simbrah.

El sistema será implementado en las instalaciones de la empresa y se cuenta con la colaboración del siguiente recurso humano.

- Analista
- Diseñador
- Programador

A. FACTIBILIDAD OPERACIONAL.

El cuestionario fue aplicado al personal de empresa como lo son, los trabajadores y vaqueros, así como al encargado y administrador, con el fin de obtener información para el diseño del Sistema de Pesaje Electrónico.

Con base en las respuestas obtenidas en el cuestionario aplicado y la entrevista, se deriva en la necesidad para la empresa de llevar una bitácora que administre adecuadamente el peso de los animales, ya que en el reglamento de la Asociación Simmental Simbrah es indispensable contar con los pesos de al nacer, destete y al año de todos animales, mismos que formarán parte de su registro genealógico.

Por lo antes mencionado y derivado de la necesidad de la empresa, aunado con la disponibilidad del recurso humano para la realización se determina factiblemente operativo.

B. FACTIBILIDAD ECONÓMICA.

En la tabla 13 se hace un listado de los gastos que generará el proyecto en recursos humanos para la realización del proyecto, con una duración de 7 meses con 4 horas de trabajo diario para el diseñador y programador y 6 horas para el Project manager, en jornada de lunes a viernes.

Tabla 13. Gastos en recursos humanos

RECURSOS HUMANOS				
No.	Tiempo laboral (meses)	Cargo	Remuneración por persona	Costo total
1	1	Analista	\$ 10,000.00	\$ 10,000.00
1	7	Diseñador	\$ 10,000.00	\$ 70,000.00
1	7	Programador	\$ 10,000.00	\$ 70,000.00
1	7	Project Manager	\$ 15,000.00	\$ 105,000.00
TOTAL RECURSOS HUMANOS				\$ 255,000.00

En la tabla 14 se enlistan los gastos de recursos tecnológicos, en algunos rubros como son las computadoras portátiles, escritorios, impresoras y sillas, solo se considera el diez por ciento de amortización del equipo.

Tabla 14. Gastos en recursos tecnológicos

HARDWARE				
Cantidad	Tiempo laboral (meses)	Equipo	Costo unitario	Costo total o amortización
2	7	PC portátil	\$ 15,000.00	\$ 3,000.00
2	7	Escritorio	\$ 3,000.00	\$ 600.00
2	7	Sillas	\$ 2,000.00	\$ 400.00
1	7	ISP	\$ 389.00	\$ 2,723.00
1	7	Impresora	\$ 4,000.00	\$ 400.00
4	7	Celdas de carga	\$ 1,500.00	\$ 6,000.00
1	7	Plataforma	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00
2	7	Tarjeta. Arduino	\$ 150.00	\$ 300.00
2	7	Módulo LCD	\$ 150.00	\$ 300.00
2	7	Módulo Bluetooth	\$ 75.00	\$ 150.00
1	7	Gabinete	\$ 200.00	\$ 200.00
1	7	Disp. Móvil	\$ -	\$ -
TOTAL HARDWARE				\$ 17,073.00

Los recursos materiales se detallan en la tabla 15, con gasto en cero pesos en software debido al que se utiliza es sin licenciamiento, es decir, libre.

Tabla 15. Gastos en recursos materiales

SOFTWARE				
Cantidad	Tiempo laboral (meses)	Software	Costo unitario	Costo total
2	7	Arduino	\$ -	\$ -
2	7	AppInventor	\$ -	\$ -
2	7	Windows	\$ -	\$ -
2	7	Open office	\$ -	\$ -
TOTAL SOFTWARE				\$ 0.00

Los gastos de insumos se presentan en la tabla 16, con un total de \$ 970.00 pesos en hojas, tintas para impresora y materiales diversos para oficina como lápices, lapiceros, marca textos, marcadores entre otros.

Tabla 16. Gasto en insumos

INSUMOS				
Cantidad	Unidad	Insumo	Costo unitario	Costo total
2	Block	Block de hojas	\$ 50.00	\$ 100.00
4	Tintas	Botes de tinta	\$ 180.00	\$ 720.00
1	Material	Material para oficina (Lapiceros, lápiz, marca texto, marcadores)	\$ 150.00	\$ 150.00
TOTAL INSUMOS				\$ 970.00

C. FACTIBILIDAD TÉCNICA.

Se analizaron los materiales para llevar a cabo la implementación del Sistema de Pesaje Electrónico y a continuación se proporcionan las características de los mismos que hacen posible la realización del proyecto. En la figura 23 se muestra el kit de celdas de cargas.



Figura 23. **Kit de celdas de carga**

- Capacidades de 1.5 Toneladas
- Resistencia de entrada 400 ohms
- Resistencia de salida 350 ohms
- Voltaje de excitación: 5 VDC
- Patas niveladoras de acero inoxidable

La pantalla de cristal líquido utilizada se muestra en la figura 24. Se incluyen sus especificaciones técnicas que la hacen viable en el desarrollo del prototipo.

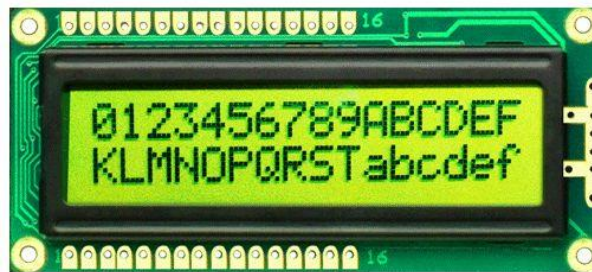


Figura 24. **Indicador de cristal líquido (LCD)**

- Pantalla LCD 16X2 HD44780
- Alimentación 4.5-5.5 VDC
- Dimensiones 9.
- Modo de operación de 4 y 8 bits

Tabla 17. Descripción de los pines del Display de Cristal Líquido 16 X 2

No. Pin	Nombre	Descripción
1	Vss	GND
2	Vdd	+5 VDC
3	Vo	Control de contraste
4	RS	Selector de registro
5	R/W	Lectura/Escritura
6	E	Habilitador
7	D0	Dato LSB
8	D1	Dato
9	D2	Dato
10	D3	Dato
11	D4	Dato
12	D5	Dato
13	D6	Dato
14	D7	Dato MSB

El kit de Arduino que se utiliza se muestra en la figura 25, incluye cable de conexión USB para la programación.

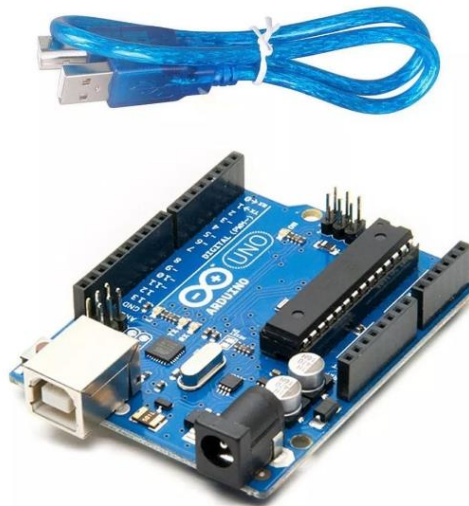


Figura 25. Kit Arduino Uno

Características de la tarjeta de desarrollo Arduino:

- Marca: Arduino Uno
- Microcontrolador: ATmega328P
- Rango de voltaje de entrada límite: 3.3 – 4.8 VDC
- Voltaje de funcionamiento: 5 VDC
- 14 pines de entrada/salida
- Cristal de 16 MHz
- Conexión USB

Los elementos antes descritos son la base para la integración del proyecto, técnicamente viables y disponibles para la implementación de SIPE.

Se cuenta con el equipo de cómputo necesario para la programación tanto del diseño realizado en Arduino como la aplicación en AppInventor.

D. PLAN DE TRABAJO.

El proyecto se plantea desarrollarlo en un periodo de siete meses iniciando el 1 de octubre de 2018 hasta el 26 de abril de 2019.

Se utiliza la metodología SCRUM para el desarrollo del proyecto ya que es una metodología interesante y adaptable al proyecto al utilizar los Sprint o entregables.

En la figura 26 se presenta el plan de trabajo, el cual se realiza en el software libre GanttProject Versión 3.

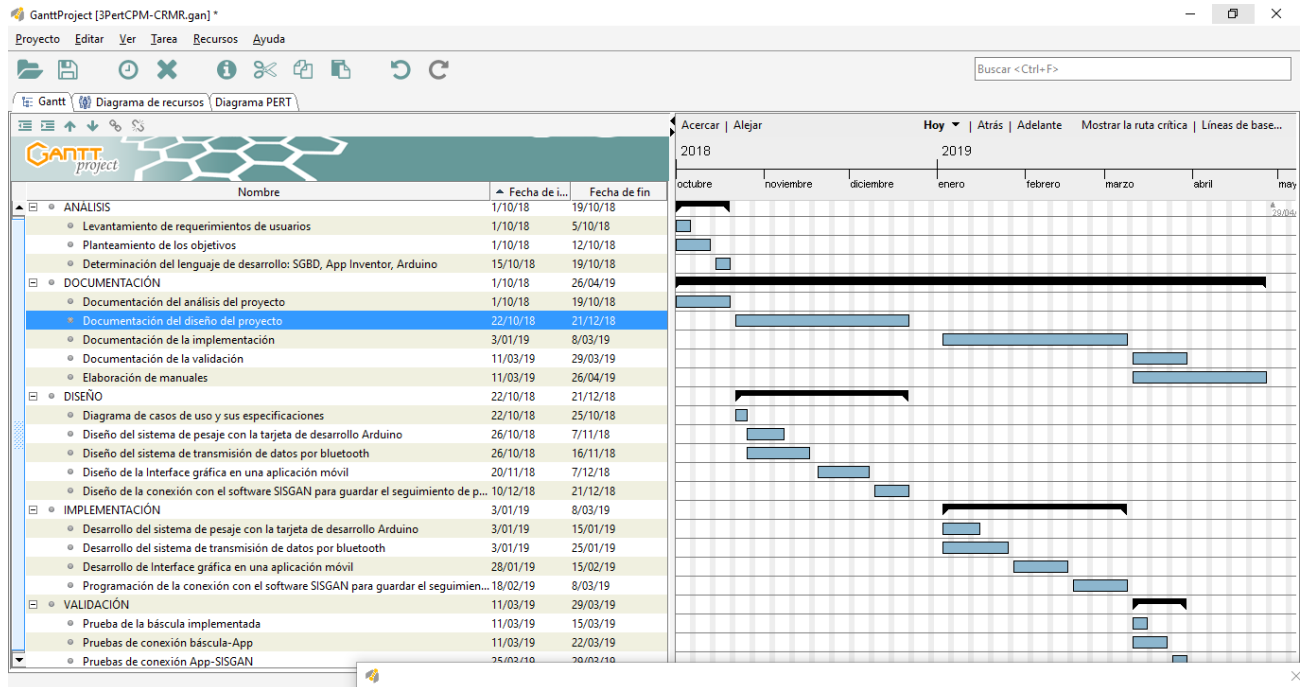


Figura 26. Diagrama de Gantt del plan de trabajo del proyecto
Fuente: Elaboración propia en el software GanttProject

E. ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO.

El desarrollo del proyecto contribuye a la facilidad para los empleados al realizar el pesaje de los animales.

Venta del Sistema de Pesaje Electrónico.

Tabla 18. Costos en materiales para cada báscula

Descripción	Gasto individual
Celda de carga	\$ 6,000.00
Plataforma	\$ 3,000.00
Tarjeta de desarrollo Arduino	\$ 150.00
Display	\$ 150.00
Gabinete	\$ 200.00
Módulo Bluetooth	\$ 75.00
TOTAL	\$ 9,575.00

Tabla 19. Gasto en recursos tecnológicos durante los 7 meses

Descripción	Gasto individual
Computadoras	\$ 3,000.00
Escritorios	\$ 600.00
Sillas	\$ 400.00
ISP Conexión a internet	\$ 2,723.00
Impresora	\$ 400.00
TOTAL	\$ 7,123.00

Tabla 20. Gastos en recursos materiales para oficina

Descripción	Gasto individual
Block de hojas	\$ 100.00
Tintas para impresora	\$ 720.00
Materiales diversos	\$ 150.00
TOTAL	\$ 970.00

Tabla 21. Gasto en recursos humanos

Descripción	Gasto individual
Project Manager	\$ 105,000.00
Diseñador	\$ 70,000.00
Programador	\$ 70,000.00
Analista	\$ 10,000.00
TOTAL	\$ 225,000.00

Si se producen 1 unidad tendremos la siguiente situación que se presenta en la tabla 22. En este caso todos los gastos son con cargo al diseño y producción del prototipo.

Tabla 22. Inversión total para el prototipo (1 báscula)

Descripción	Gasto individual
Gasto en recursos humanos	\$ 225,000.00
Costo en material para cada báscula	\$ 9,575.00
Gasto en recursos materiales 7 meses	\$ 7,123.00
Gasto en recursos materiales para oficina	\$ 970.80
COSTO TOTAL	\$ 242,668.80

En la tabla 23 presentamos el caso para la producción de 25 básculas, los gastos en material para producción de cada una es el mismo y los referentes a recursos humanos, materiales y de oficina se prorrataan. Esto permite una reducción en el costo de producción a \$18,898.72 pesos por báscula.

Tabla 23. Costo por unidad de producción para 25 básculas

Descripción	Gasto individual
Costo en material para cada báscula	\$ 9,575.00
Gasto en recursos humanos	\$ 9,000.00
Gasto en recursos materiales 7 meses	\$ 284.92
Gasto en recursos materiales para oficina	\$ 38.80
COSTO TOTAL	\$ 18,898.72

Tabla 24. Costo por unidad de producción para 50 básculas

Descripción	Gasto individual
Costo en material para cada báscula	\$ 9,575.00
Gasto en recursos humanos	\$ 4,500.00
Gasto en recursos materiales 7 meses	\$ 142.46
Gasto en recursos materiales para oficina	\$ 19.40
COSTO TOTAL	\$ 14,326.86

Tabla 25. Costo por unidad de producción para 100 básculas

Descripción	Gasto individual
Costo en material para cada báscula	\$ 9,575.00
Gasto en recursos humanos	\$ 2,250.00
Gasto en recursos materiales 7 meses	\$ 71.23
Gasto en recursos materiales para oficina	\$ 9.70
COSTO TOTAL	\$ 11,905.93

Tabla 26. Costo por unidad de producción para 200 básculas

Descripción	Gasto individual
Costo en material para cada báscula	\$ 9,575.00
Gasto en recursos humanos	\$ 1,125.00
Gasto en recursos materiales 7 meses	\$ 35.62
Gasto en recursos materiales para oficina	\$ 4.85
COSTO TOTAL	\$ 10,740.47

4.1.3 MODELADO DEL ANÁLISIS.

En este apartado se define el glosario de negocios utilizado en el desarrollo del proyecto, el cual permitirá la unificación de términos para evitar confusiones.

A. GLOSARIO DE NEGOCIOS.

Describimos los términos manejados en el proyecto Sistema de Pesaje Electrónico para la ganadería “ML Simbrah”, es decir, se presenta un diccionario informal de datos.

Definiciones:

Administrador

Persona encargada de llevar la administración de la ganadería, tal como, nacimientos, peso de los animales, destetes, empadres a monta natural, inseminación, vacunas, historial médico, tratamientos, botiquín de medicinas, adquisiciones de productos medicinales, compra de material genético y para la alimentación de los semovientes y sobre todo también llevar el control de venta de animales.

Android

Sistema operativo desarrollado por Google y una plataforma software, basado en Linux para teléfonos móviles con pantalla táctil.

App Inventor.

Entorno de desarrollo de software para la elaboración o programación destinada al sistema operativo Android a partir de un conjunto de herramientas básicas por medio de bloques.

Arduino

Plataforma de desarrollo basada en una placa electrónica de hardware libre que contiene un microcontrolador de la marca Atmel, el ATmega 328P reprogramable y cuenta con pines de entrada/salida como puertos para la conexión con sensores, actuadores para la ejecución o manipulación externa.

Balanza/Báscula ganadera.

Equipo fijo o móvil utilizado para realizar el pesaje de los animales.

Formulario web

Interface dentro de una página web o aplicación en la cual el usuario introduce datos en una casilla para ser enviados a un servidor y procesarlos como son: guardar o consultar información

Médico.

Personal calificado y prestador de servicios que apoyan a la ganadería en diagnóstico clínico, realización de pruebas de tuberculosis y brucelosis, reproducción (determinación de gestación, inseminación artificial, trasplante de embriones) y evaluación genética.

Servidor.

Programa que implementa HTTP (HyperText Transfer Protocol) y se ejecuta continuamente en una computadora en espera de peticiones de un cliente para responder a ellas adecuadamente mediante una página web.

Simbrah.

Raza de ganado sintética formada por la combinación de una proporción 5/8 Simmental y 3/8 Brahman.

Vaquero.

Persona encargada del manejo de los animales, entre las actividades a realizar son: proporcionar suplementación, amansar los animales, bañar, aplicar medicamentos con base a las indicaciones del médico, apoyar en las actividades de inseminación.

B. CASOS DE USOS.

En las siguientes figuras (27,28,29 y 30) se muestran los casos de usos individual general, es decir, los actores que interactúan con SIPE, desarrollados en el software Ideas Modeler.

Cabe hacer mención que para esta aplicación los todos los actores tienen acceso a las mismas funciones de SIPE.

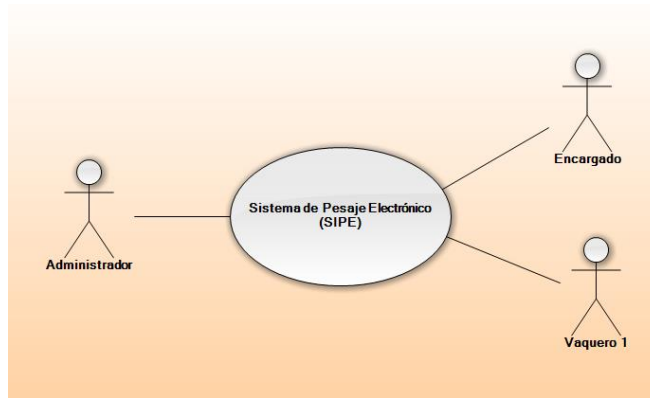


Figura 27. Casos de uso individual general
Fuente: Elaboración propia en software Modeler

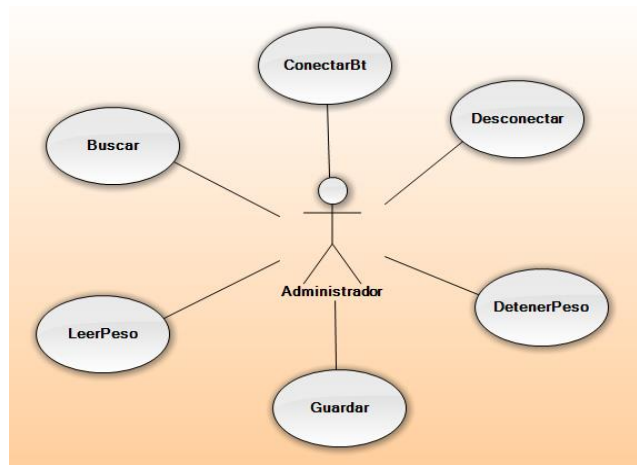


Figura 28. Casos de uso individual del administrador
Fuente: Elaboración propia en software Modeler

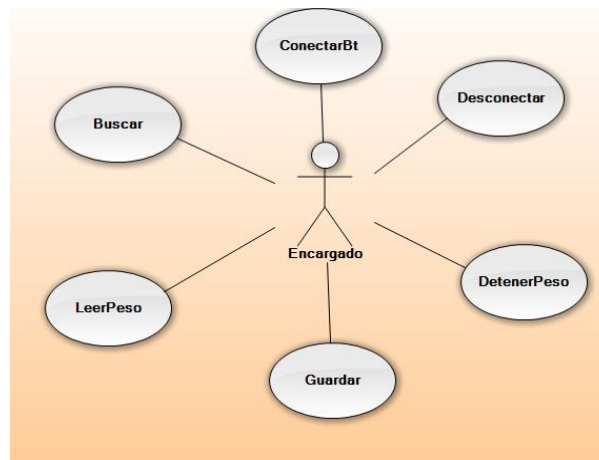


Figura 29. Casos de uso individual del encargado
Fuente: Elaboración propia en software Modeler

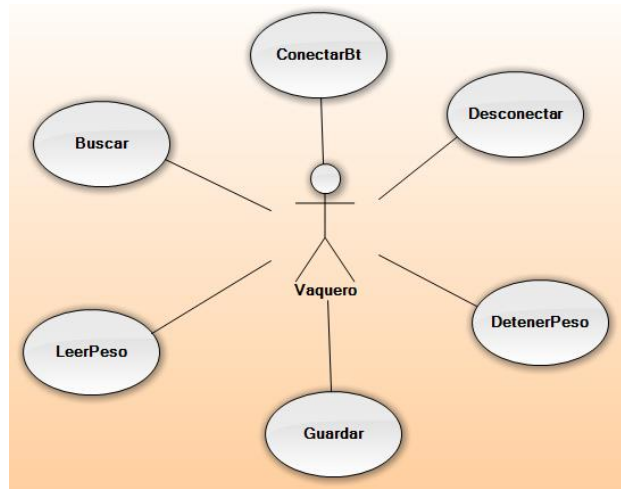


Figura 30. Casos de uso individual del vaquero
 Fuente: Elaboración propia en software Modeler

En la figura 31 se presenta el caso de usos sin la opción guardar, esta situación se tendrá cuando no sea necesario la conexión a SISGAN para el almacenamiento del pesaje.

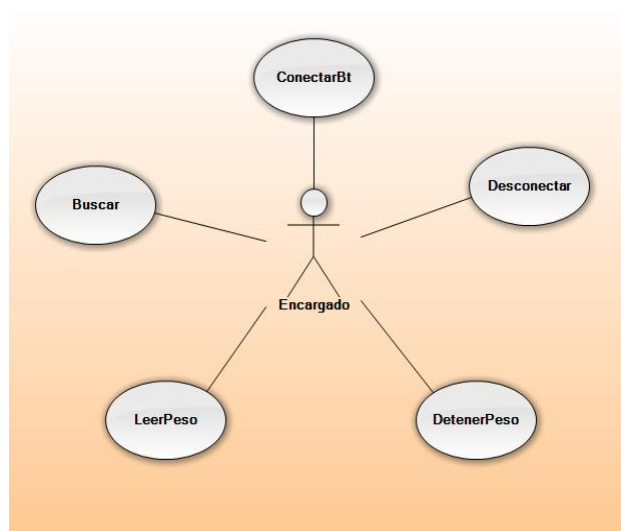


Figura 31. Caso de usos individual del encargado sin módulo de guardar
 Fuente: Elaboración propia en software Modeler

C. ESPECIFICACIONES DE CASOS DE USOS.

Las especificaciones de los casos de uso se derivan de los requerimientos establecidos en el apartado 4.1.1 recopilación de los requisitos.

D. MODELADO ORIENTADO A OBJETOS.

En caso de ser requerido por el usuario, la aplicación de la balanza realiza una petición al servidor y se conecta a la base de datos de SISGAN (Figura 32).

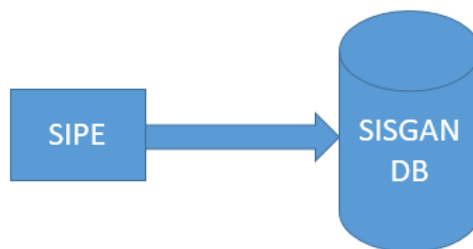


Figura 32. Conexión de SIPE con base de datos SISGAN

4.2 MODELO DE DISEÑO.

Con el objetivo de determinar la información que se requiere durante el diseño y ejecución del prototipo se realiza el modelado de diseño. También ayuda al programador y diseñador a comprender o esclarecer, en otras palabras, se aterrizan los objetivos planteados.

4.2.1 MODELADO DEL DISEÑO.

En el modelado se muestra una estructura apegada al proyecto a desarrollar para el diseñador y programador. En este caso es una aplicación de hardware basada en la placa de desarrollo Arduino y software App Inventor.

A. MODELADO DE CONTENIDO.

De acuerdo a los requerimientos obtenidos de las entrevistas con el cliente, se determina el contenido de la aplicación será:

- Logo de la ganadería
- Botón para **conectar** a bluetooth
- Botón para **desconectar** del bluetooth
- **Campo** para escribir el número del animal a buscar
- Pantalla que despliegue el **peso** medido
- Botón para indicar la acción de **leer peso**
- Un botón para **detener** el peso, con la finalidad de detener el dato en la pantalla y ser enviado para su almacenamiento en la base de datos de SISGAN, esto último es opcional.
- Botón de **guardar**, en caso de ser requerido.

B. PANTALLAS.

En la figura 33 se muestra el boceto de la pantalla del SIPE desarrollada en el software de prueba MarvelApp, éste puede variar con respecto al diseño realizado en App Inventor, la cual incluye el logo de la ganadería, la sección de búsqueda, los botones de conectar BT y Desconectar, el campo donde se recibe el peso de la tarjeta Arduino, los botones de leer, detener y guardar.



Figura 33. Boceto de la pantalla de interface SIPE
Fuente: Elaboración propia en software MarvelApp

C. MODELADO DE COMPONENTES

Entre los componentes del sistema tenemos el Arduino como tarjeta principal de diseño, en la figura 35 se muestra la conexión con la pantalla de cristal líquido en la cual se visualizará el pesaje como alternativa en caso de no contar con el dispositivo móvil

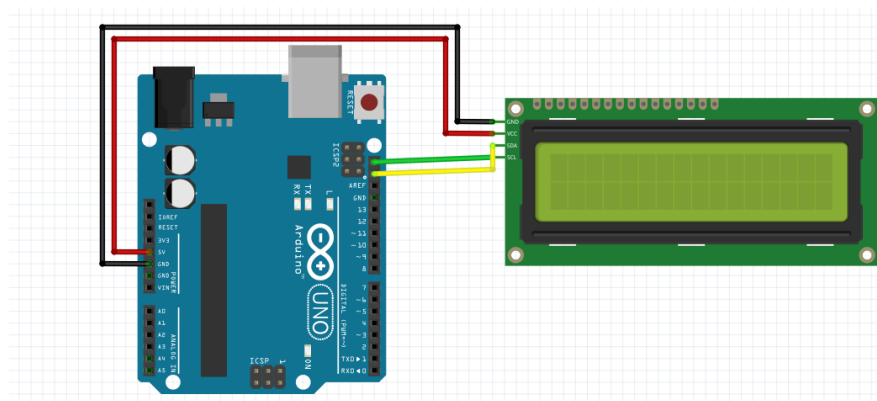


Figura 34. Conexión del Arduino con LCD
Fuente: Elaboración propia en software demo fritzing

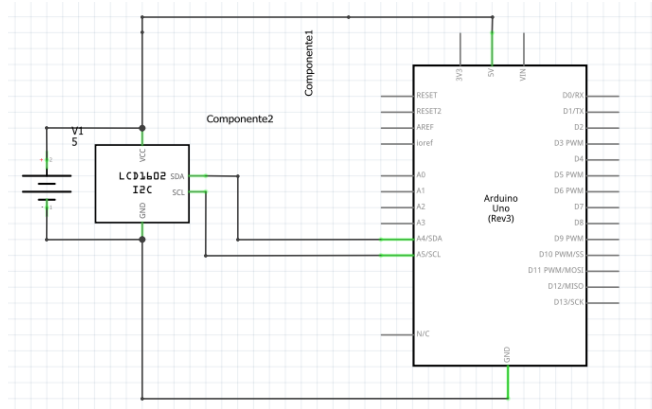


Figura 35. **Diagrama esquemático del Arduino con LCD**
Fuente: Elaboración propia en Fritzing

El módulo bluetooth tiene la función de enviar los datos obtenidos del peso a través del circuito HX711 para ser procesado en la tarjeta Arduino, las conexiones se muestran en la figura 37.

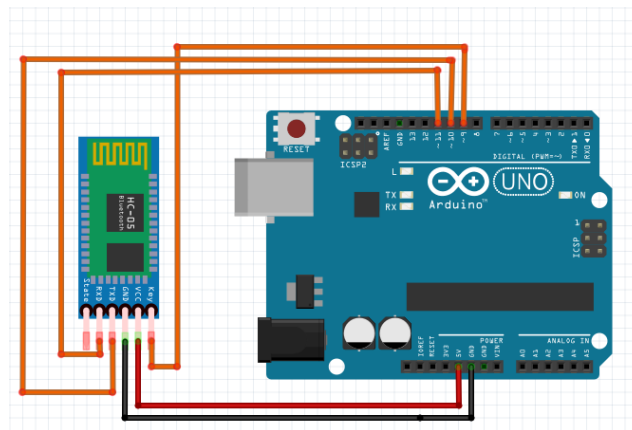


Figura 36. **Conexión del Arduino y módulo bluetooth**
Fuente: Elaboración propia en software libre Fritzing

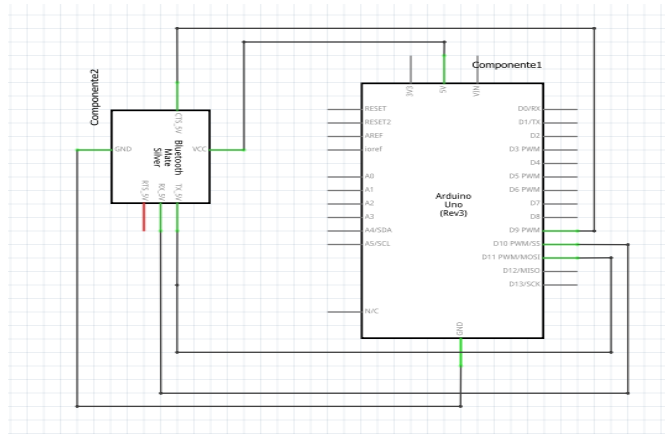


Figura 37. **Diagrama esquemático del Arduino y módulo bluetooth**
Fuente: Elaboración propia en Fritzing

En la figura 39 se modela la integración de todos los componentes de la báscula: celda de pesaje, convertidor analógico a digital HX711 el cual envía información al sistema Arduino y ser procesada para posteriormente ser enviada vía bluetooth a la aplicación móvil.

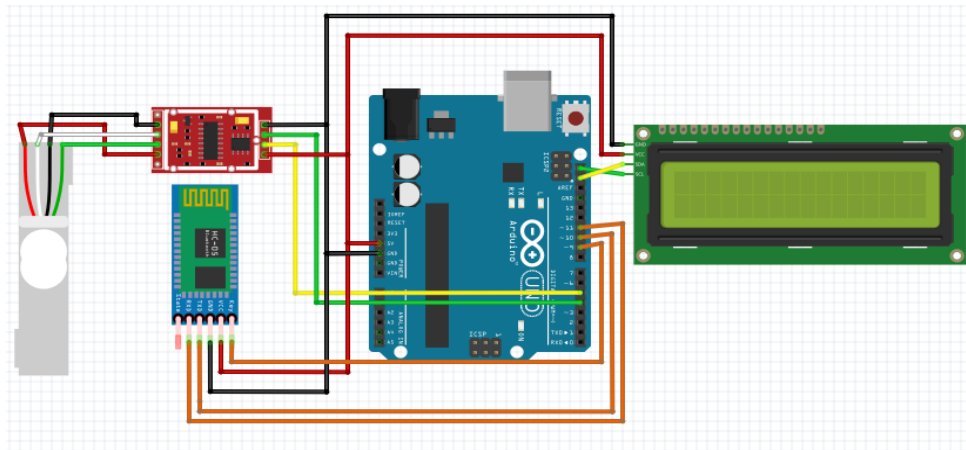


Figura 38. **Interconexión del sistema completo.**
Fuente: Elaboración en Fritzing

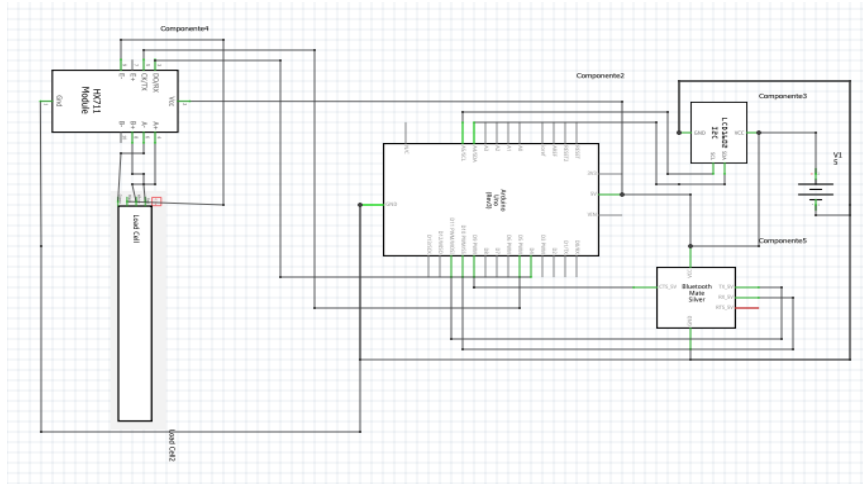


Figura 39. **Diagrama esquemático de SIPE**
Fuente: Elaboración propia en Fritzing

4.2.2 MODELADO DE DATOS.

La gestión de los datos no compete a esta aplicación, esta corresponde a SISGAN por lo que no profundizaremos en este apartado, únicamente referenciamos la tabla pesaje como la única entidad para el almacenamiento de los datos y servir ésta como una interfaz con el software antes mencionado. En la figura 34 se muestra los campos de la tabla de Pesaje que corresponde al sistema.

PESAJE
- idpeso : Integer
- nprivado : varchar
- peso : doble
- fecha : date
+ alta ():
+ modificar ():

Figura 40. **Tabla de Pesaje del sistema**
Fuente: Elaboración propia en Ideas Modeler versión 5.62

4.3 IMPLEMENTACIÓN.

Una vez realizado el modelado de componentes se procede a realizar la implementación de las etapas que integran el sistema de pesaje electrónico y probar su funcionamiento en forma individual para posteriormente realizar la integración de los mismos.

4.4 PRUEBAS.

Se realiza la implementación de la versión 1.0 de SIPE, en la figura 41 se observa la celda de carga instalada con su soporte en una viga metálica.



Figura 41. Celdas de cargas instalada en su viga de pesaje
Fuente: Fotografía propia tomada en el ITVH

En la figura 42 se presenta las dos barras de carga en una estructura metálica sobre la cual se realiza el pesaje, se realizan sus conexiones eléctricas respectivas para posteriormente conectar al sistema implementado con la tarjeta Arduino.



Figura 42. **Barras de carga con sus cuatro celdas de pesaje**
Fuente: Fotografía propia tomada en las instalaciones del ITVH

La figura 43 muestra la conexión entre la placa de desarrollo Arduino, el módulo bluetooth HC-05 y al convertidor analógico a digital HX711 el cual se conecta las celdas de pesaje para obtener el peso.

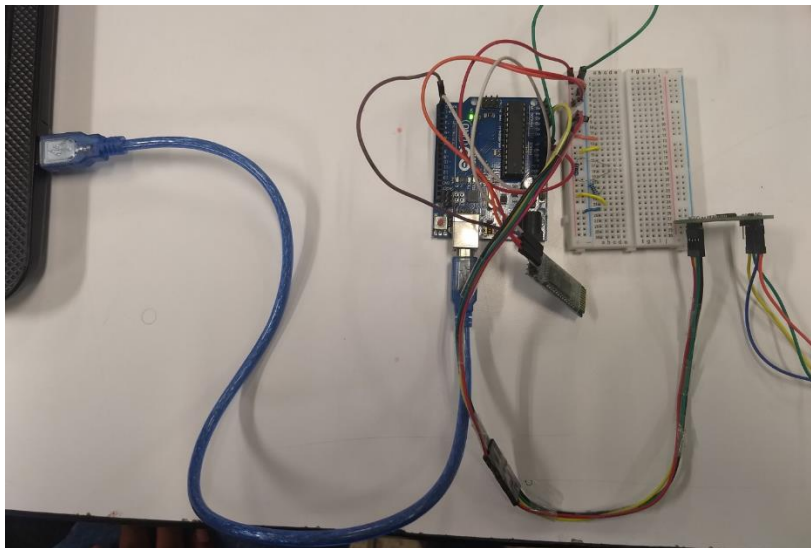


Figura 43. **Circuito implementado con la tarjeta Arduino**
Fuente: Fotografía propia realizada en las instalaciones del ITVH

La programación de la báscula se realiza en Arduino en la figura 44 se muestra la interface gráfica y el monitor serial donde es visualizada.

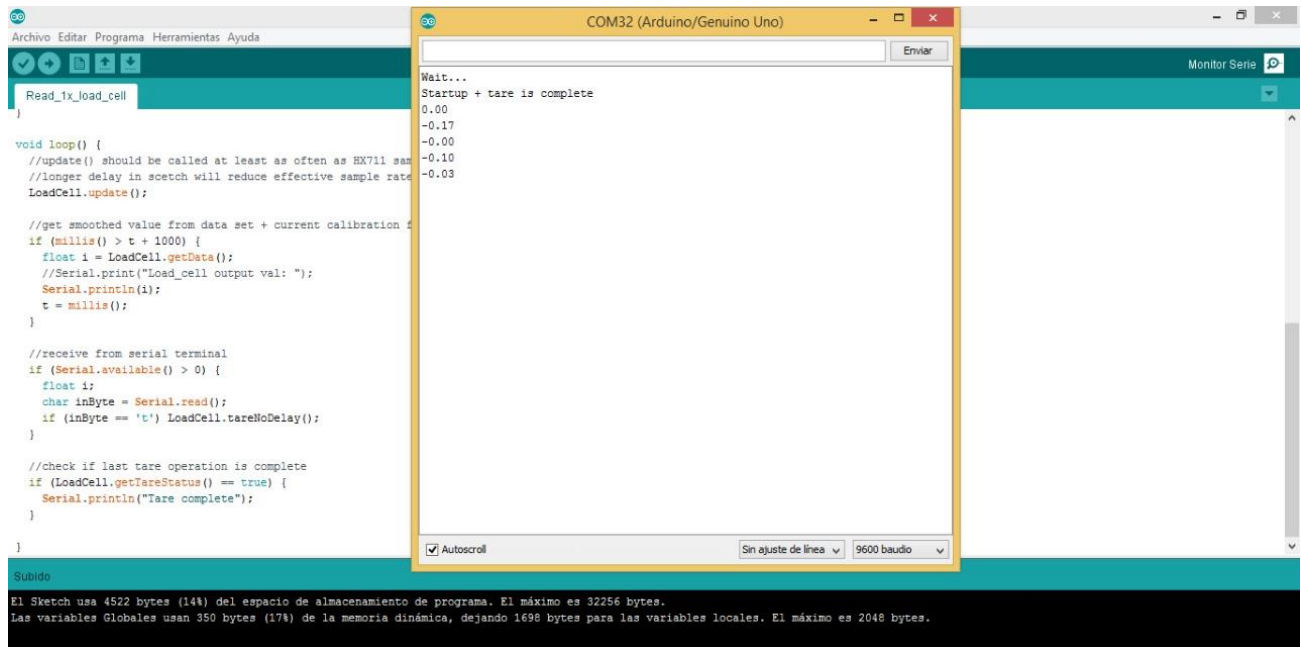


Figura 44. Programación realizada en Arduino
Fuente: Elaboración propia en el software de Arduino

Después de programar la báscula, en el sistema Arduino, se realiza la programación de la aplicación en App Inventor. En la figura 45 se muestra el código realizado para visualizar los datos en el dispositivo móvil.

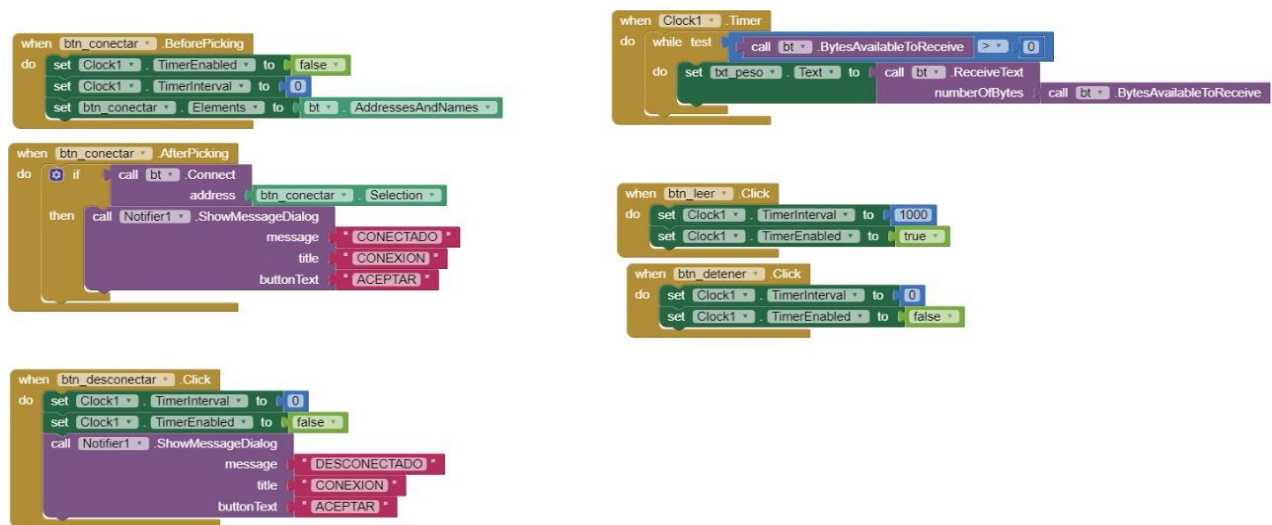


Figura 45. Programación de la báscula realizada en App Inventor
Fuente: Elaboración propia en App Inventor

La interface, resultado de la programación en App Inventor se observa en la figura 46, se cuenta con los botones conectar BT, desconectar BT, leer peso y detener.

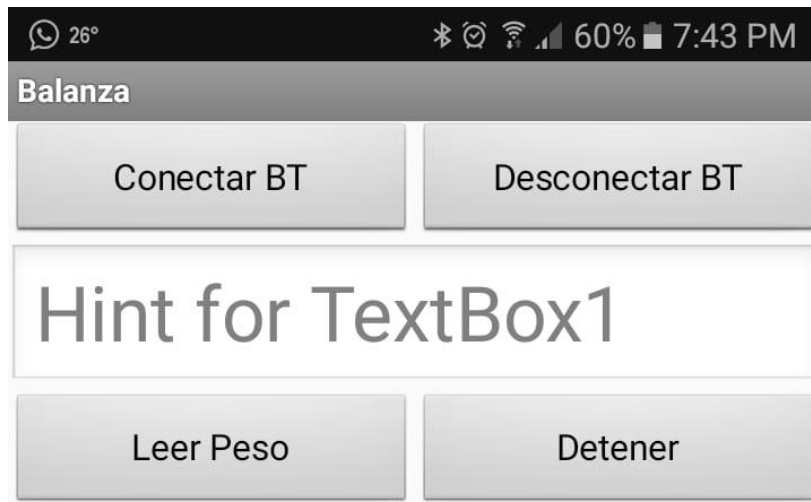


Figura 46. **Interface de SIPE vista desde el dispositivo móvil.**
Fuente: Propia tomada del dispositivo móvil

Para probar el funcionamiento se ejecuta la aplicación en el icono SIPE en el dispositivo móvil que aparece en la figura 47.

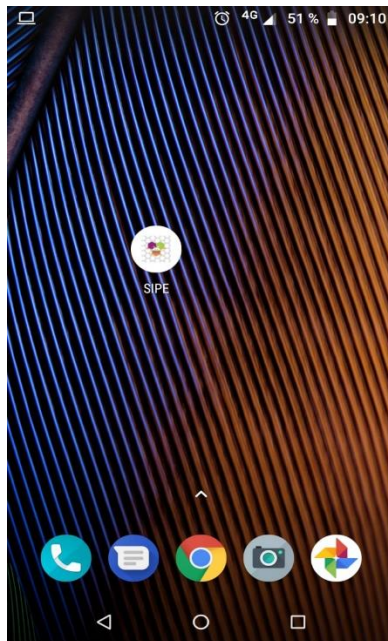


Figura 47. **Ícono de SIPE en el dispositivo móvil**
Fuente: Propia tomada del dispositov móvil

Después de ejecutar la aplicación nos aparece la pantalla mostrada en la figura 48, se procede a realizar la conexión seleccionando el botón **Conectar BT**.

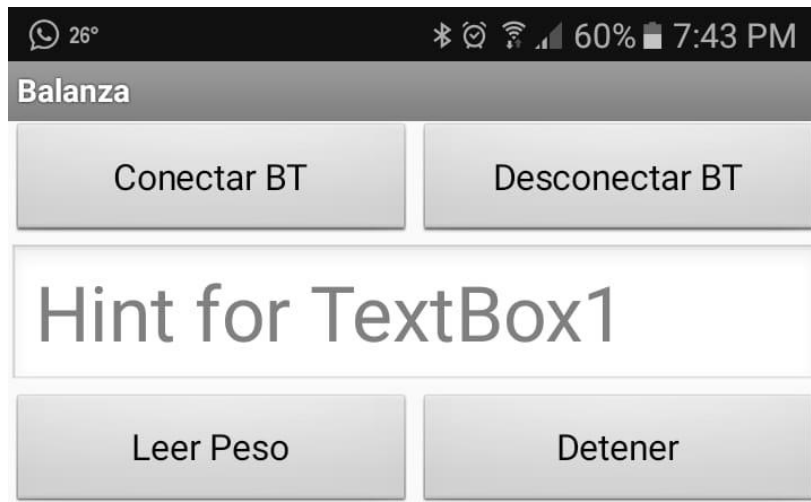


Figura 48. **Interface de SIPE vista desde el dispositivo móvil.**
Fuente: Propia tomada del dispositivo móvil

El dispositivo móvil debe tener activado el modo bluetooth y aparece la opción (figura 49) para realizar la conexión.



Figura 49. **Opción para conectar el móvil para con SIPE**
Fuente: Propia tomada del dispositivo móvil

Al realizar la conexión en el dispositivo móvil aparece en la pantalla lo que se muestra en la figura 50 y despliega un dato que es el peso que se registra la balanza.

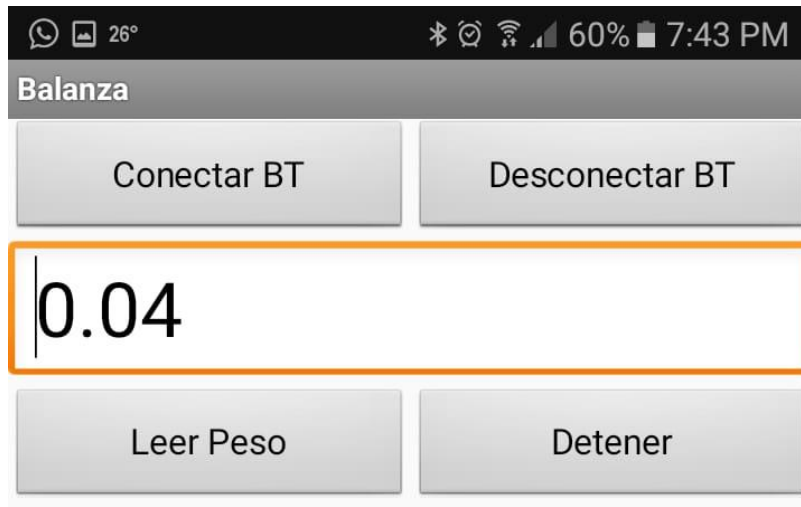


Figura 50. Aplicación de la Balanza SIPE
Fuente: Propia tomada del dispositivo móvil

En la figura 51 se coloca una persona sobre la báscula para llevar a cabo el pesaje y visualizarlo en la aplicación móvil.

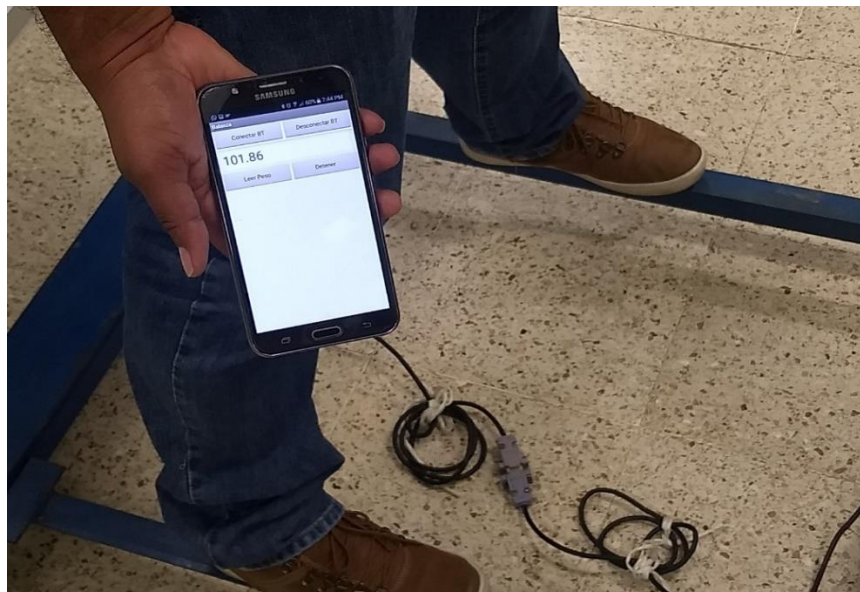


Figura 51. Prueba de la báscula
Fuente: Fotografía propia tomada en las instalaciones del ITVH

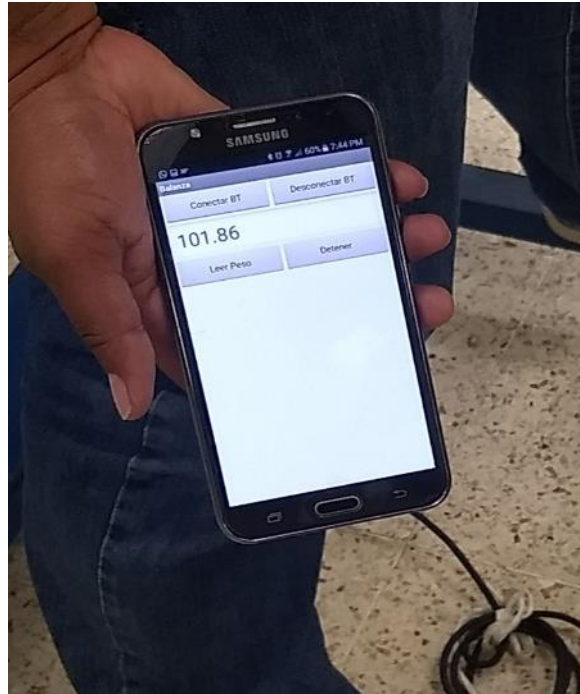
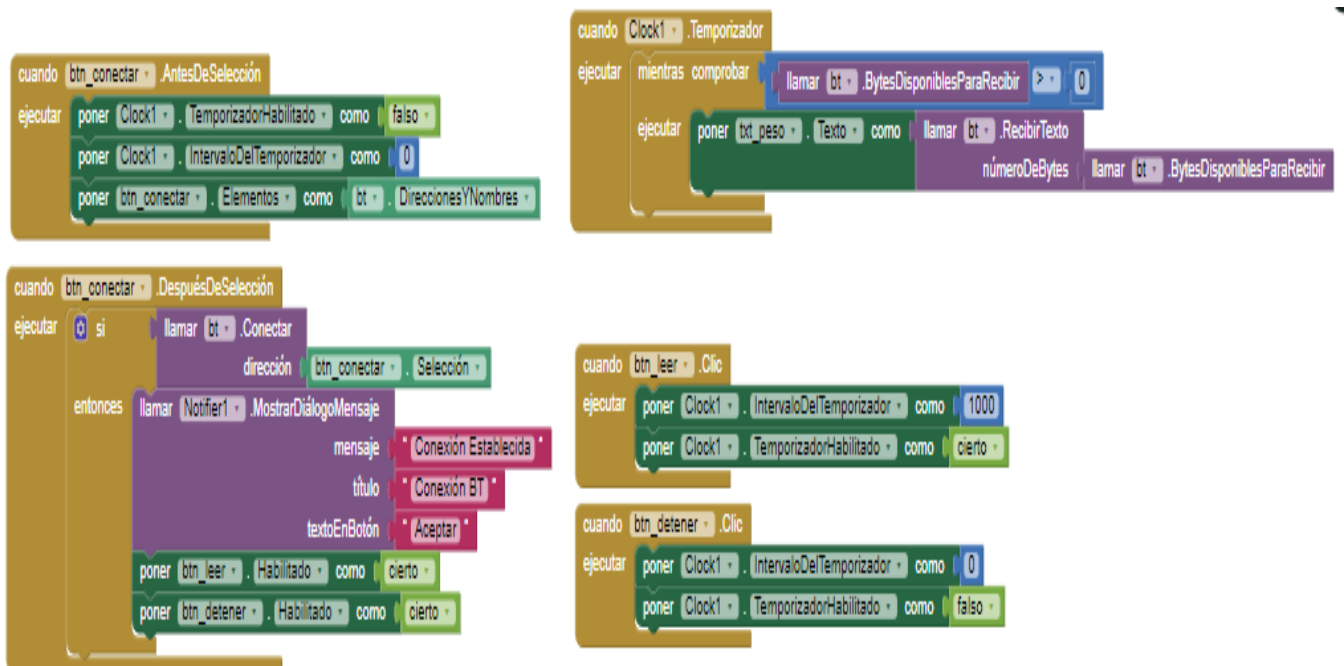


Figura 52. **Registro del peso de la prueba**
Fuente: Fotografía propia tomada en las instalaciones del ITVH

Para realizar la versión 2 de SIPE se modifica el programa en App Inventor como se muestra en la figura 53, para darle diseño a la versión final.



```

cuando btn_desconectar .Clic
ejecutar
  poner Clock1 . IntervaloDelTemporizador como 0
  poner Clock1 . TemporizadorHabilitado como falso
  poner btn_leer . Habilitado como falso
  poner btn_detener . Habilitado como falso
  llamar Notifier1 .MostrarDiálogoMensaje
    mensaje "Desconectado"
    título "Conexión BT"
    textoEnBotón "Aceptar"

inicializar global TIPO como ""
inicializar global DATOS como ""

cuando btnBuscar .Clic
ejecutar
  poner Web1 . Uri como unir "http://sisgan.vigux.com.mx/pesaje/buscar?id="
  rfit . Texto
  poner global TIPO a "BUSCAR"
  llamar Web1 .Obtener

```

Figura 53. Programa de SIPE realizado en App Inventor
Fuente: Propia realizado en App Inventor

```

cuando btnGuardar .Clic
ejecutar
  si
    está vacío txt_peso . Texto y comparar textos Label1 . Texto = "ID"
  entonces
    llamar Notifier1 .MostrarAlerta
      aviso "Faltan Datos"
  sino
    poner Web1 . Uri como unir "http://sisgan.vigux.com.mx/pesaje/nueva?np="
      Label1 . Texto
      "&pe="
      txt_peso . Texto
    poner global TIPO a "GUARDAR"
    llamar Web1 .Obtener

```

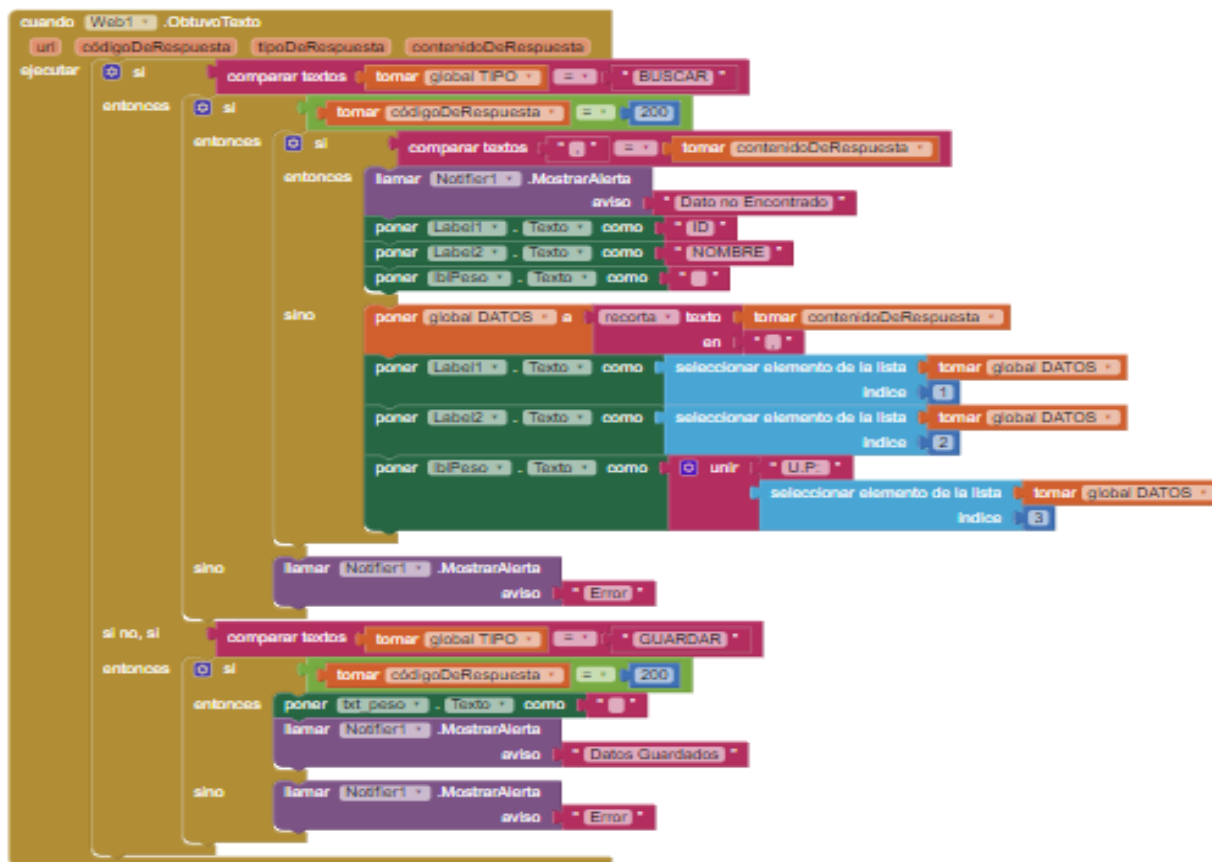


Figura 54. Programación del botón guardar y la conexión web a SIGGAN
Fuente: Propia realizado en App Inventor

En la figura 55 se muestra una toma de pantalla de la aplicación móvil, en ésta se presenta el diseño del logo de la empresa, se conservan los botones de Conectar BT, Desconectar que son los utilizados para la conexión de la aplicación al sistema de pesaje. También se incluye una casilla para búsqueda de un ejemplar en la base de datos de SIGGAN, el campo para la captura del peso del semoviente.

Se cuenta con los botones de Leer Peso el cual estará en kilogramos, al presionarlo el sistema enviará el peso a la aplicación móvil y se despliega en el campo **Peso**, el botón detener es utilizado para mantener estable el peso y enviarlo al software ganadero o registrar si no se tiene acceso a SIGGAN.

En el campo ID Nombre se muestra los datos del ejemplar que se encuentra sobre la plataforma de pesaje. Al ejecutar el botón de guardar el peso recibido el sistema será guardado en el software SIGGAN.



Figura 55. Interface de la aplicación vista desde el dispositivo móvil
Fuente: Propia tomada desde el dispositivo móvil



Figura 56. Resultado del pesaje ejemplar MLS MISS RED 016
Fuente: Fotografía propia tomada en Rancho Dos Hermanos



Figura 57. Fotografía del pesaje realizado en una manga de manejo
Fuente: Fotografía propia tomada en Rancho Dos Hermanos

Se realizan pruebas de campo en el Rancho Dos Hermanos de la Ganadería ML Simbrah, en la figura 57 se muestra una manga de manejo convencional, sobre la plataforma el ejemplar MLS MISS RED G016, en la imagen 56 se puede visualizar la captura de pantalla del pesaje realizado.

En el Rancho la Herradura ubicado en Macuspana Tabasco propiedad del Sr. Raúl Falcón García fué realizada la siguiente prueba de pesaje (figura 58), el resultado se muestra en la figura 59.



Figura 58. Pesaje del ejemplar SR RF 108 TUMBA en Rancho la Herradura
Fuente: Fotografía propia tomada en el Rancho la Herradura

En la imagen 59 se muestra el resultado de pesar el ejemplar SR RF 108 TUMBA, en este caso no aparece el nombre en el campo ID Nombre ya que es un animal que no se encuentra en la base de datos de ML Simbrah, sin embargo, SIPE nos permitió pesarlo.



Figura 59. Resultado del pesaje ejemplar SR RF 108 TUMBA
Fuente: Fotografía propia tomada en Rancho La Herradura

5. RESULTADOS.

La integración de las tecnologías de hardware y software hacen posible realizar soluciones en los diferentes campos de aplicación, en nuestro caso se utiliza una celda de carga que está fabricada de una galga extensiométrica como sensor que mide el peso de un cuerpo u objeto y un sistema Arduino Uno diseñado con un microcontrolador ATMEGA 328P de Atmel para manipular la información obtenida por las celdas de pesaje y que son transmitidas a través del convertidor analógico digital (ADC). El resultado del peso se visualizó inicialmente en el monitor serial del Arduino y posteriormente se programó la interfaz en App Inventor para poder captar la información en el dispositivo móvil a través de un transmisor bluetooth HC-05.

Es importante destacar lo versátil que es la tecnología Arduino para la realización de prototipos, gracias a esto el sistema fue probado por etapas de manera oportuna y satisfactoria.

Después de obtener los resultados de pesaje, se procedió a realizar la segunda etapa que consistió en cumplir con la ingeniería de requisitos y características de diseño, programar el botón de búsqueda, campo para desplegar el peso, la opción de guardar en el software SISGAN y visualizar el nombre del animal en cuestión.

CONCLUSIONES.

En la primera versión del Sistema de Pesaje Electrónico (SIPE) para bovinos se logró el diseño de la interface electrónica entre las barras de carga y la tarjeta de desarrollo Arduino apoyado en el convertidor analógico a digital (ADC), éste utilizado como un acondicionador de señal.

La interfaz gráfica de usuario fue desarrollada de forma funcional, sin diseño, tan solo con las características principales como lo fueron los botones conectar/desconectar al bluetooth (BT), pesar y detener, con el objetivo principal de pesar una masa sobre las barras de pesaje.

La conexión inalámbrica entre el dispositivo móvil y el hardware funcionó correctamente, la cual permitió realizar la transferencia de datos vía bluetooth al pesar una persona (figura 51) y ser visualizada en el dispositivo móvil durante la etapa de prueba.

Se modificó el programa realizado en el software libre App Inventor (figura 53) para colocar el logo de la empresa y agregar los campos de acuerdo a la ingeniería de requisitos aplicada.

También se programó la conexión al software SISGAN (figura 54) para la conexión a la base de datos y de esta forma poder guardar y realizar consultas de los registros del peso de los animales.

|

RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS.

Las actividades ganaderas deben realizarse tomando en cuenta la seguridad de las personas involucradas y de los animales que se manejan, es por ello que se recomienda:

- Instalar una jaula de manejo con puertas corredizas
- Acondicionar una plataforma con rampa para fácil acceso y salida de los semovientes

El desarrollo del Sistema de Pesaje Electrónico (SIPE) para bovinos es el punto de partida para trabajos a futuro en el ámbito ganadero, por ejemplo, en una segunda etapa se recomienda agregar un sistema de identificación por medio de aretes electrónicos y un lector por RFID para que de forma automática el animal a pesar sea identificado.

Existe la tendencia a mejorar los sistemas productivos en el área de ganadería, esto debido, a que desde apertura comercial realizada en 1994 con el Tratado de Libre Comercio, la Confederación Nacional Ganadera señaló el rezago tecnológico en México con una equivalencia de 25 años comparado con sus socios comerciales EEUU y Canadá. Debido a esta desventaja nos pone como reto incrementar la productividad y rentabilidad en los sistemas ganaderos de nuestro país. (Monforte, 2011)

Por lo tanto, una alternativa para incrementar la productividad y rentabilidad de los sistemas ganaderos del país debería ser a través de la adopción y utilización integral de las nuevas tecnologías ganaderas y en este sentido es de reconocer que este sector ganadero es el más dinámico y representa un 36%.(Basurto & Escalante, 2012.)

BIBLIOGRAFÍA.

- Basurto, S. &. (2012). *Impacto de la crisis en el sector agropecuario en México*. Mexico: UNAM.
- Deitel, P. J. (2011). Internet y World Wide Web. En P. J. Deitel, *Como programar en Java* (pág. 1152). México: PEARSON EDUCACION.
- García, A. (2016). *Ganadería Ecológica e Integrada Teoría Económica de la producción*. Cordoba.
- Monforte, J. G. (2011). Importancia de la transferencia de tecnología en el sector ganadero. *Agrociencias*, 43-44.
- Trejo, E., & Floriuk, F. (2010). *Costos de producción de becerro*. FIRA, Morelia Michoacan.
- Arce, R., & Arellano, L. (2016). Hacia una Ganadería Sustentable y Amigable con la Biodiversidad. Estudio de Caso: Xico, Veracruz.
- Fitzgerald, S. & Shiloh, M. (2012). *Arduino Projects book*. Torino, Italia.
- Gomez M. (2011). *Análisis de Requerimientos*. Universidad Autónoma Metropolitana. México.

24-Bit Analog-to-Digital Converter (ADC) for Weigh Scales

DESCRIPTION

Based on AVIA Semiconductor's patented technology, HX711 is a precision 24-bit analog-to-digital converter (ADC) designed for weigh scales and industrial control applications to interface directly with a bridge sensor.

The input multiplexer selects either Channel A or B differential input to the low-noise programmable gain amplifier (PGA). Channel A can be programmed with a gain of 128 or 64, corresponding to a full-scale differential input voltage of $\pm 20\text{mV}$ or $\pm 40\text{mV}$ respectively, when a 5V supply is connected to AVDD analog power supply pin. Channel B has a fixed gain of 32. On-chip power supply regulator eliminates the need for an external supply regulator to provide analog power for the ADC and the sensor. Clock input is flexible. It can be from an external clock source, a crystal, or the on-chip oscillator that does not require any external component. On-chip power-on-reset circuitry simplifies digital interface initialization.

There is no programming needed for the internal registers. All controls to the HX711 are through the pins.

FEATURES

- Two selectable differential input channels
- On-chip active low noise PGA with selectable gain of 32, 64 and 128
- On-chip power supply regulator for load-cell and ADC analog power supply
- On-chip oscillator requiring no external component with optional external crystal
- On-chip power-on-reset
- Simple digital control and serial interface: pin-driven controls, no programming needed
- Selectable 10SPS or 80SPS output data rate
- Simultaneous 50 and 60Hz supply rejection
- Current consumption including on-chip analog power supply regulator:
 - normal operation $< 1.5\text{mA}$, power down $< 1\mu\text{A}$
- Operation supply voltage range: 2.6 – 5.5V
- Operation temperature range: $-40 - +85^\circ\text{C}$
- 16 pin SOP-16 package

APPLICATIONS

- Weigh Scales
- Industrial Process Control

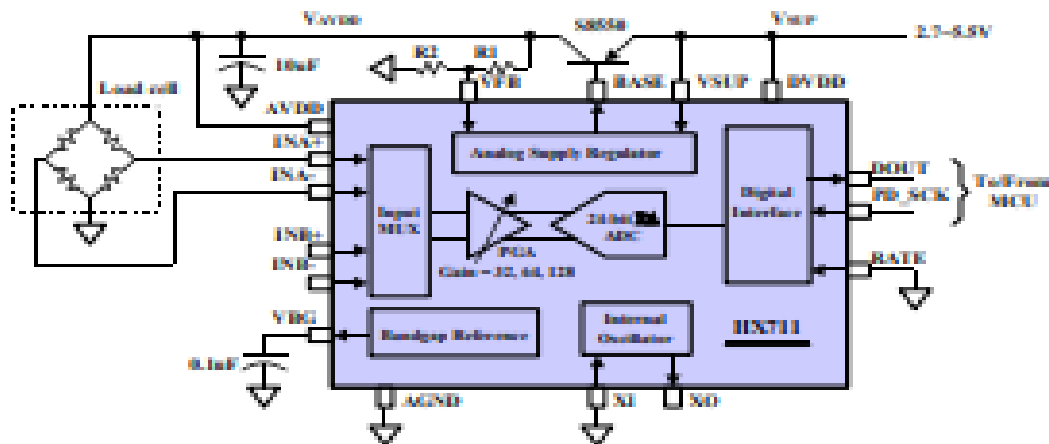
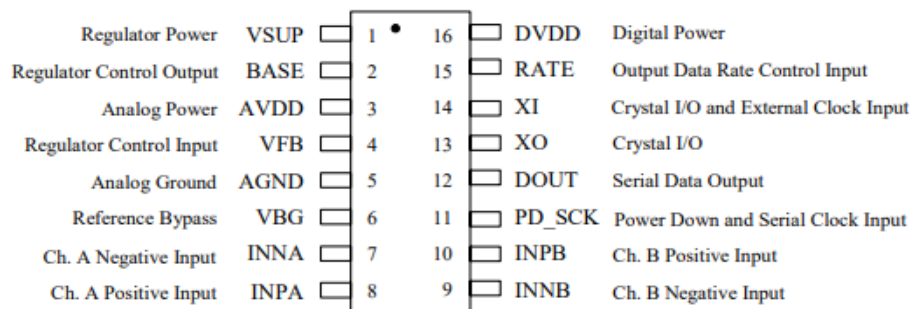


Fig. 1 Typical weigh scale application block diagram

Pin Description


SOP-16L Package

Pin #	Name	Function	Description
1	VSUP	Power	Regulator supply: 2.7 ~ 5.5V
2	BASE	Analog Output	Regulator control output (NC when not used)
3	AVDD	Power	Analog supply: 2.6 ~ 5.5V
4	VFB	Analog Input	Regulator control input (connect to AGND when not used)
5	AGND	Ground	Analog Ground
6	VBG	Analog Output	Reference bypass output
7	INA-	Analog Input	Channel A negative input
8	INA+	Analog Input	Channel A positive input
9	INB-	Analog Input	Channel B negative input
10	INB+	Analog Input	Channel B positive input
11	PD_SCK	Digital Input	Power down control (high active) and serial clock input
12	DOUT	Digital Output	Serial data output
13	XO	Digital I/O	Crystal I/O (NC when not used)
14	XI	Digital Input	Crystal I/O or external clock input, 0: use on-chip oscillator
15	RATE	Digital Input	Output data rate control, 0: 10Hz; 1: 80Hz
16	DVDD	Power	Digital supply: 2.6 ~ 5.5V

Table 1 Pin Description

Analog Inputs

Channel A differential input is designed to interface directly with a bridge sensor's differential output. It can be programmed with a gain of 128 or 64. The large gains are needed to accommodate the small output signal from the sensor. When 5V supply is used at the AVDD pin, these gains correspond to a full-scale differential input voltage of $\pm 20\text{mV}$ or $\pm 40\text{mV}$ respectively.

Channel B differential input has a fixed gain of 32. The full-scale input voltage range is $\pm 80\text{mV}$, when 5V supply is used at the AVDD pin.

Power Supply Options

Digital power supply (DVDD) should be the same power supply as the MCU power supply.

When using internal analog supply regulator, the dropout voltage of the regulator depends on the external transistor used. The output voltage is equal to $V_{AVDD} = V_{BG} * (R1 + R2) / R1$ (Fig. 1). This voltage should be designed with a minimum of 100mV below VSUP voltage.

If the on-chip analog supply regulator is not used, the VSUP pin should be connected to either AVDD or DVDD, depending on which voltage is higher. Pin VFB should be connected to Ground and pin BASE becomes NC. The external 0.1uF bypass capacitor shown on Fig. 1 at the VBG output pin is then not needed.

Clock Source Options

By connecting pin XI to Ground, the on-chip oscillator is activated. The nominal output data rate when using the internal oscillator is 10 (RATE=0) or 80SPS (RATE=1).

If accurate output data rate is needed, crystal or external reference clock can be used. A crystal can be directly connected across XI and XO pins. An external clock can be connected to XI pin, through a 20pF ac coupled capacitor. This external clock is not required to be a square wave. It can come directly from the crystal output pin of the MCU chip, with amplitude as low as 150 mV.

When using a crystal or an external clock, the internal oscillator is automatically powered down.

Output Data Rate and Format

When using the on-chip oscillator, output data rate is typically 10 (RATE=0) or 80SPS (RATE=1).

When using external clock or crystal, output data rate is directly proportional to the clock or crystal frequency. Using 11.0592MHz clock or crystal results in an accurate 10 (RATE=0) or 80SPS (RATE=1) output data rate.

The output 24 bits of data is in 2's complement format. When input differential signal goes out of the 24 bit range, the output data will be saturated at 800000h (MIN) or 7FFFFFFh (MAX), until the input signal comes back to the input range.

Serial Interface

Pin PD_SCK and DOUT are used for data retrieval, input selection, gain selection and power down controls.

When output data is not ready for retrieval, digital output pin DOUT is high. Serial clock input PD_SCK should be low. When DOUT goes to low, it indicates data is ready for retrieval. By applying 25~27 positive clock pulses at the PD_SCK pin, data is shifted out from the DOUT output pin. Each PD_SCK pulse shifts out one bit, starting with the MSB bit first, until all 24 bits are shifted out. The 25th pulse at PD_SCK input will pull DOUT pin back to high (Fig.2).

Input and gain selection is controlled by the number of the input PD_SCK pulses (Table 3). PD_SCK clock pulses should not be less than 25 or more than 27 within one conversion period, to avoid causing serial communication error.

PD_SCK Pulses	Input channel	Gain
25	A	128
26	B	32
27	A	64

Table 3 Input Channel and Gain Selection

Reference PCB Board (Single Layer)

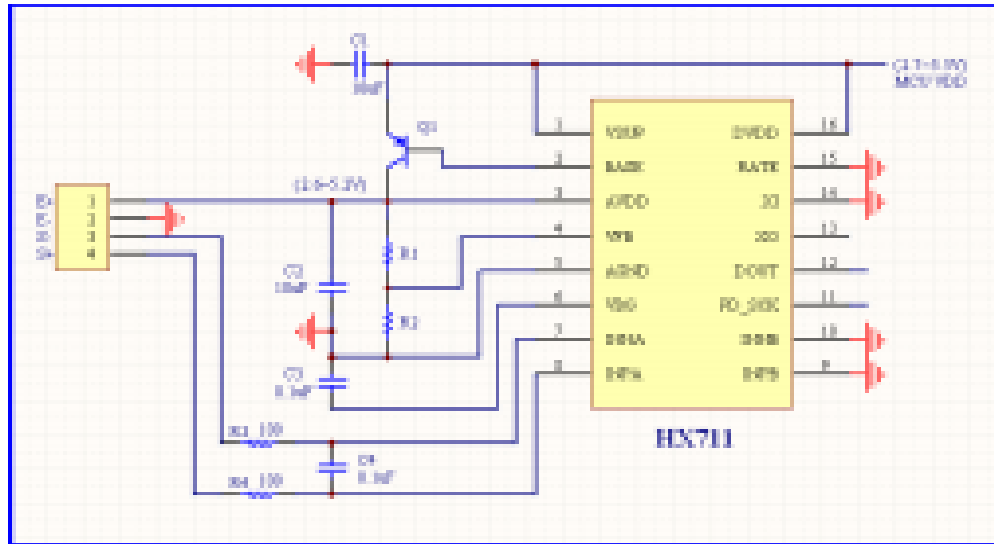


Fig.4 Reference PCB board schematic

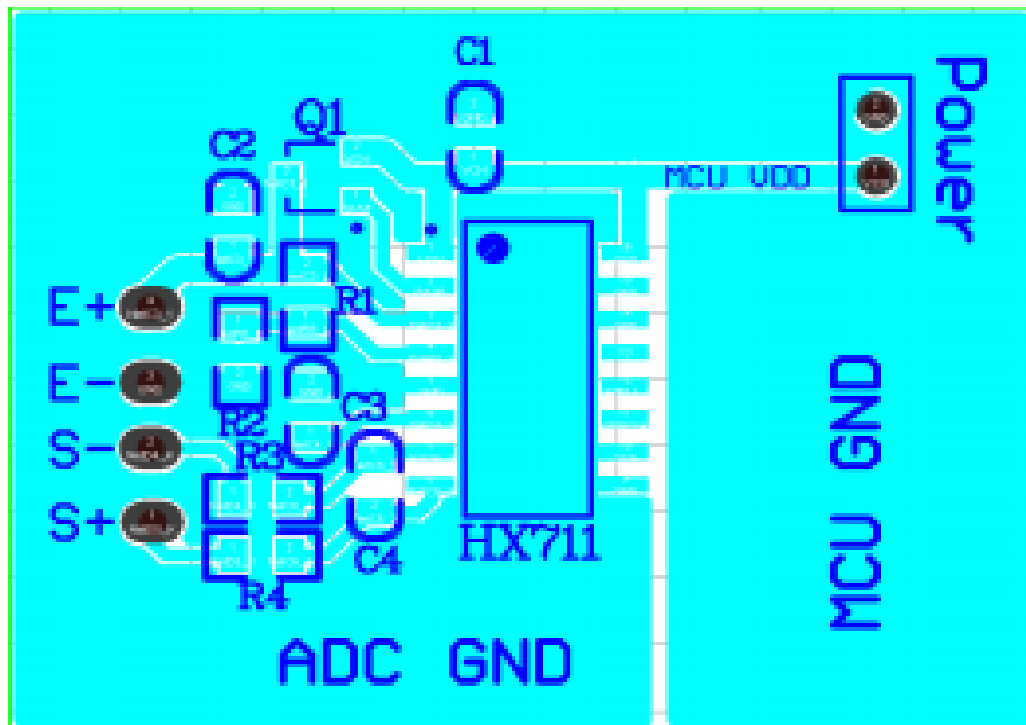


Fig.5 Reference PCB board layout

Reference Driver (Assembly)

```

/*-----
Call from ASM:      LCALL  ReaAD
Call from C:       extern unsigned long ReadAD(void);
                   .
                   .
                   unsigned long data;
                   data=ReadAD();
                   .
                   .
-----*/

PUBLIC      ReadAD
HX711ROM    segment code
rseg       HX711ROM

sbit       ADD0 = P1.5;
sbit       ADSK = P0.0;
/*-----
OUT:      R4, R5, R6, R7  R7=>LSB
-----*/

ReadAD:
  CLR     ADSK           //AD Enable (PD_SCK set low)
  SETB   ADD0           //Enable 51CPU I/O
  JB     ADD0,$         //AD conversion completed?
  MOV    R4,#24

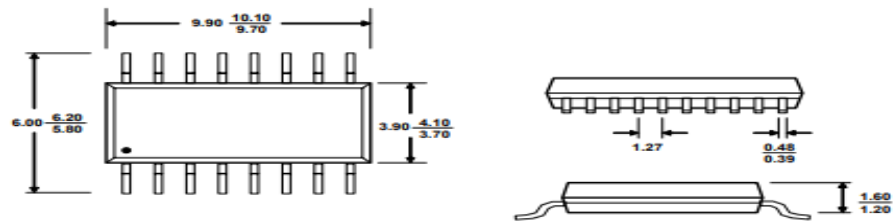
ShiftOut:
  SETB   ADSK           //PD_SCK set high (positive pulse)
  NOP
  CLR    ADSK           //PD_SCK set low
  MOV    C,ADD0         //read on bit
  XCH   A,R7           //move data
  RLC   A
  XCH   A,R7
  XCH   A,R6
  RLC   A
  XCH   A,R6
  XCH   A,R5
  RLC   A
  XCH   A,R5
  DJNZ  R4,ShiftOut    //moved 24BIT?
  SETB   ADSK
  NOP
  CLR    ADSK
  RET
END

```

Reference Driver (C)

```
//-----
sbit  ADDO = P1^5;
sbit  ADSK = P0^0;
unsigned long ReadCount(void) {
    unsigned long Count;
    unsigned char i;
    ADDO=1;
    ADSK=0;
    Count=0;
    while(ADDO);
    for (i=0;i<24;i++){
        ADSK=1;
        Count=Count<<1;
        ADSK=0;
        if(ADDO) Count++;
    }
    ADSK=1;
    Count=Count^0x800000;
    ADSK=0;
    return(Count);
}
```

Package Dimensions



Typ MAX
 MIN Unit: mm
SOP-16L Package

Features

- High Performance, Low Power AVR[®] 8-Bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 131 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 20 MIPS Throughput at 20 MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory Segments
 - 4/8/16/32K Bytes of In-System Self-Programmable Flash program memory (ATmega48P/88P/168P/328P)
 - 256/512/512/1K Bytes EEPROM (ATmega48P/88P/168P/328P)
 - 512/1K/1K/2K Bytes Internal SRAM (ATmega48P/88P/168P/328P)
 - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
 - Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C⁽¹⁾
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - Programming Lock for Software Security
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler and Compare Mode
 - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Six PWM Channels
 - 8-channel 10-bit ADC in TQFP and QFN/MLF package
 - Temperature Measurement
 - 6-channel 10-bit ADC in PDIP Package
 - Temperature Measurement
 - Programmable Serial USART
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Byte-oriented 2-wire Serial Interface (Philips I²C compatible)
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
 - Interrupt and Wake-up on Pin Change
- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby, and Extended Standby
- I/O and Packages
 - 23 Programmable I/O Lines
 - 28-pin PDIP, 32-lead TQFP, 28-pad QFN/MLF and 32-pad QFN/MLF
- Operating Voltage:
 - 1.8 - 5.5V for ATmega48P/88P/168PV
 - 2.7 - 5.5V for ATmega48P/88P/168P
 - 1.8 - 5.5V for ATmega328P
- Temperature Range:
 - -40°C to 85°C
- Speed Grade:
 - ATmega48P/88P/168PV: 0 - 4 MHz @ 1.8 - 5.5V, 0 - 10 MHz @ 2.7 - 5.5V
 - ATmega48P/88P/168P: 0 - 10 MHz @ 2.7 - 5.5V, 0 - 20 MHz @ 4.5 - 5.5V
 - ATmega328P: 0 - 4 MHz @ 1.8 - 5.5V, 0 - 10 MHz @ 2.7 - 5.5V, 0 - 20 MHz @ 4.5 - 5.5V
- Low Power Consumption at 1 MHz, 1.8V, 25°C for ATmega48P/88P/168P:
 - Active Mode: 0.3 mA
 - Power-down Mode: 0.1 µA
 - Power-save Mode: 0.8 µA (Including 32 kHz RTC)

Note: 1. See "Data Retention" on page 7 for details.



8-bit AVR[®]
Microcontroller
with 4/8/16/32K
Bytes In-System
Programmable
Flash

ATmega48P/V*
ATmega88P/V*
ATmega168P/V
ATmega328P**

**Preliminary

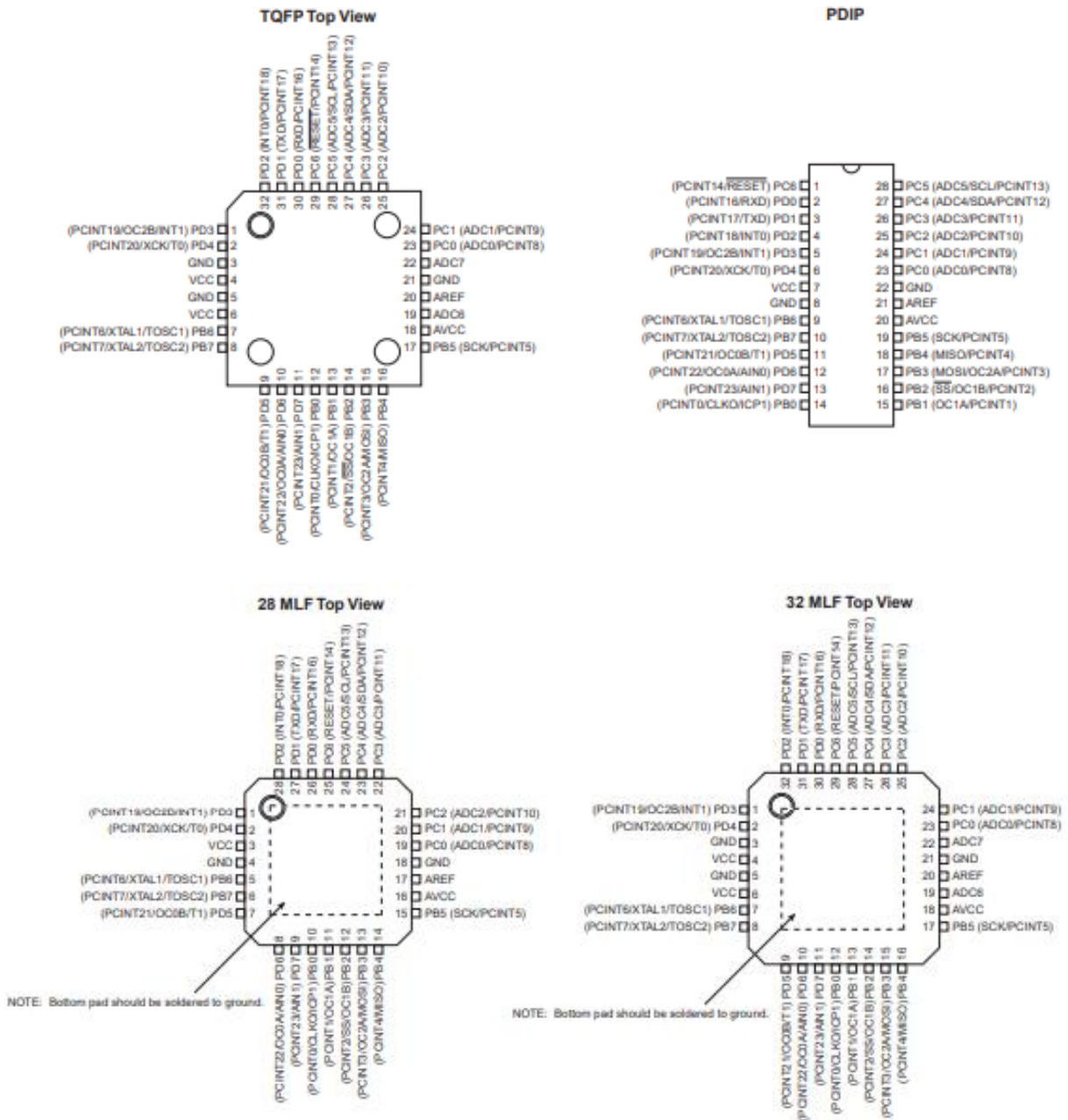
* Not recommended for new designs.

Rev. 8025I-AVR-02/09



1. Pin Configurations

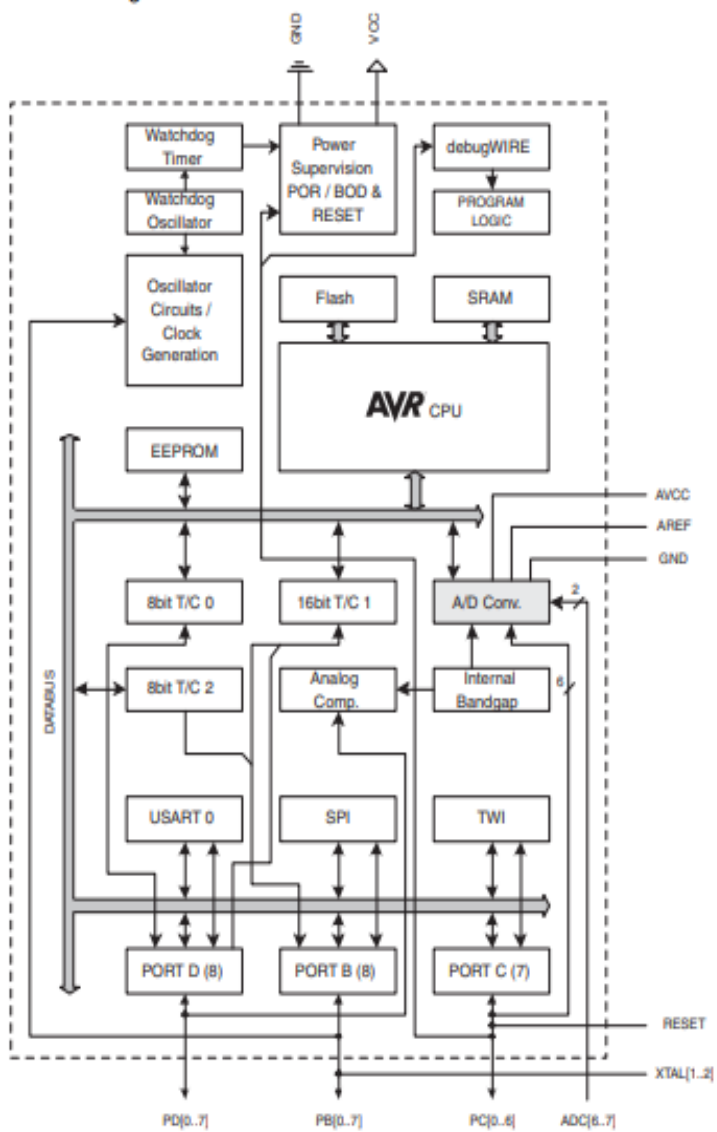
Figure 1-1. Pinout ATmega48P/88P/168P/328P



ATmega48P/88P/168P/328P

2.1 Block Diagram

Figure 2-1. Block Diagram

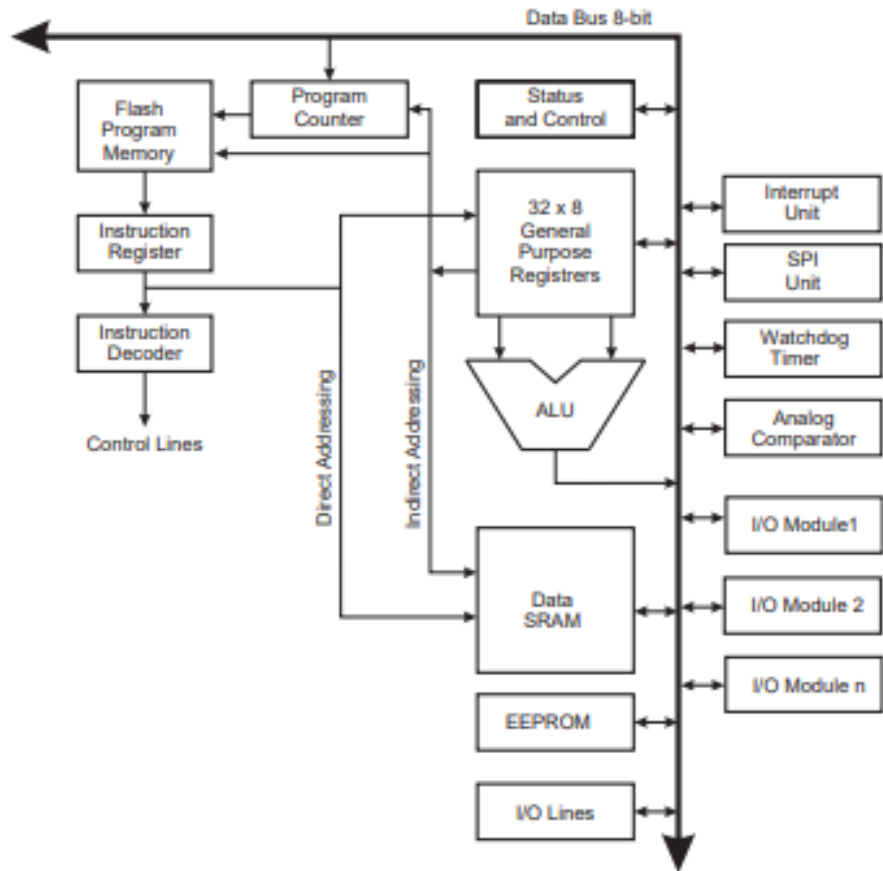


4. AVR CPU Core

4.1 Overview

This section discusses the AVR core architecture in general. The main function of the CPU core is to ensure correct program execution. The CPU must therefore be able to access memories, perform calculations, control peripherals, and handle interrupts.

Figure 4-1. Block Diagram of the AVR Architecture



Registro de Bovino

AMSS: M263959	GUIRNALDA 500/4	No. Privado: 500/4
SINIIGA: MX2700818060	5/8 SM 3/8 C SIMBRAH PURO 2G	Localización: AI

Fecha Nac.	Sexo	Servicio	Tipo Nac.	Cuernos	Capa	Morro	Ojo Izq.	Ojo Der.	Estatus
18/04/2014	H	IA	S	CC	R	S	1	1	Vivo

Criador: **LUIS ROBERTO SALINAS FALCON** Propietario: **CARLOS RAUL MUÑOZ RODRIGUEZ**

COMPORTAMIENTO INDIVIDUAL				
	Peso (Kg)	Indice (%)	No. Cont.	Manejo
Al Nacer	30	86	5	
205 días	193.9	100	1/1	M+C
365 días	298.9	100	1/1	P+S

DIFERENCIAS ESPERADAS DE PROGENIE (DEPs)								
	PN	PD	PDM	PDMT	PA	PP	CE	TALLA
DEP	0.39	4.42	-1.93	0.28	2.74		-0.15	
Conf	PE	PE	PE		PE		PE	
PctI	66	11	82		16		87	

PEDIGREE	
A2139803 BHR SIR ANDI SA L538E SIMMENTAL FULLBLOOD	
A2219113 BFP BOLAGI N522E SIMMENTAL FULLBLOOD	
A2065620 BHR LADY JAGUAR J081E SIMMENTAL FULLBLOOD	
M206730 LONDRINA 061/1 5/8 SM 3/8 C SIMBRAH PURO 1G	
M33728 CHOCOLATE 1/2 SM 1/2 C SIMBRAH FUNDACION	
M130254 JSV 619/0 1/4 SM 3/4 C SIMBRAH FUNDACION	
BR74 BR74 CEBU PURO	
M87609 RPF 888 5/8 SM 3/8 C SIMBRAH PURO 1G	
M140390 471 5/8 SM 3/8 C SIMBRAH PURO 1G	
M57468 COLORADO 159 1/2 SM 1/2 C SIMBRAH FUNDACION	
M202919 RED 51 5/8 SM 3/8 C SIMBRAH PURO 1G	
A1054755 WA FRED T358 SIMMENTAL PURO	
M146638 RED 22 1/2 SM 1/2 C SIMBRAH FUNDACION	
BR722(615) BR722(615) CEBU PURO	

PROGENIE							
	No. Reg	No. Priv	Fecha N.	Sexo	Serv	Padre	Raza del P
		08/8	13/04/2018	M	MN	M244123	5/8 SM 3/8
		G020	14/09/2019	M	MN	M244123	5/8 SM 3/8

ORDENES DEL BOVINO		
Transferencia	Orden 11996	Ver Detalles
Registro Completo	Orden 10801	Ver Detalles