



**Universidad
Técnica de
Cotopaxi**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROPUESTA TECNOLÓGICA

**SISTEMA DE REGISTRO DE CONTROL Y MONITOREO
AUTOMATIZADO PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE DE LA FINCA
“SAN LUIS”, UBICADO EN EL BARRIO SAN ISIDRO DE LA PARROQUIA
MULALÓ PERTENECIENTE A LA PROVINCIA DE COTOPAXI**

Autores:

Escobar Ruiz Miguel Alejandro

Villegas Reinoso David Israel

Tutor:

Ing. Cruz Panchi Luis Rolando. MSc.

LATACUNGA – ECUADOR

Febrero 2019



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Electromecánica



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Electromecánica

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Los postulantes, Miguel Alejandro Escobar Ruiz y David Israel Villegas Reinoso declaran ser autores del presente Proyecto de Investigación: **“SISTEMA DE REGISTRO DE CONTROL Y MONITOREO AUTOMATIZADO PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE DE LA FINCA “SAN LUIS”, UBICADO EN EL BARRIO SAN ISIDRO DE LA PARROQUIA MULALÓ PERTENECIENTE A LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**, siendo el Ing. Luis Rolando Cruz Panchi, MSc., tutor del presente trabajo; se excluye expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, se certifica que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de exclusiva autoría.

Latacunga, Febrero 2019.

AUTORES

Miguel Alejandro Escobar Ruiz
C.C.: 050362480-1

David Israel Villegas Reinoso
C.C.: 050364395-9



AVAL DEL TUTOR DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

En calidad de Director del Trabajo de Investigación sobre el título:

“SISTEMA DE REGISTRO DE CONTROL Y MONITOREO AUTOMATIZADO PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE DE LA FINCA “SAN LUIS”, UBICADO EN EL BARRIO SAN ISIDRO DE LA PARROQUIA MULALÓ PERTENECIENTE A LA PROVINCIA DE COTOPAXI”, de los señores Miguel Alejandro Escobar Ruiz y David Israel Villegas Reinoso, de la carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Febrero 2019.

TUTOR

Ing. Luis Rolando Cruz Panchi. MSc.
C.C.: 050259517-6



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes: Miguel Alejandro Escobar Ruiz y David Israel Villegas Reinoso con el título de Proyecto de Investigación: **“SISTEMA DE REGISTRO DE CONTROL Y MONITOREO AUTOMATIZADO PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE DE LA FINCA “SAN LUIS”, UBICADO EN EL BARRIO SAN ISIDRO DE LA PARROQUIA MULALÓ PERTENECIENTE A LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación del Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Febrero 2019.

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)
Ing. Edwin Moreano. MSc.
C.C.: 050260750-0

Lector 2
Ing. Andrés Arévalo. MSc.
C.C.: 171032684-2

Lector 3
Ing. Verónica Freire. MSc.
C.C.: 050205622-9



AVAL DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

EMPRESA FINCA “SAN LUIS”



Latacunga, Febrero del 2019

Quien suscribe, Sr. Luis Adolfo Benitez Velasco en calidad de Gerente General de la empresa Finca “San Luis”, CERTIFICO que los Sres. Miguel Alejandro Escobar Ruiz y David Israel Villegas Reinoso, realizaron en las instalaciones de la empresa el proyecto de investigación titulado: “SISTEMA DE REGISTRO DE CONTROL Y MONITOREO AUTOMATIZADO PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE DE LA FINCA “SAN LUIS”, UBICADO EN EL BARRIO SAN ISIDRO DE LA PARROQUIA MULALÓ PERTENECIENTE A LA PROVINCIA DE COTOPAXI”. En la ejecución de dicho proyecto los Sres. demostraron habilidades y conocimientos en su especialidad; así también generaron resultados que les serán de gran utilidad al área electromecánica, por cuanto se enfocaron en solucionar problemas inherentes a la automatización del proceso productivo.

Durante su estadía los Sres. en mención se hicieron acreedores de nuestra confianza por la responsabilidad, honestidad y profesionalismo demostrado.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los interesados dar uso a este documento como estimen conveniente.

Atentamente.

Sr. Adolfo Benitez
C.C.: 050090935-3
EMPRESA FINCA “SAN LUIS”

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento primero a Dios por concederme la sabiduría, la capacidad para cumplir mis metas. A mis padres y hermano por darme el apoyo total para realizarme como ser humano y como profesional, puesto que gracias a ese apoyo incondicional soy una persona capaz y he logrado realizar mi tesis de grado. A la universidad la cual es testigo de mis momentos más alegres y tristes a la vez, siendo el pilar fundamental de los conocimientos que con el tiempo he ido obteniendo. Agradezco a mi tutor de tesis y a los profesores por compartir conmigo sus conocimientos los cuales fueron importantes en la elaboración de este trabajo.

Alejandro

AGRADECIMIENTO

*Agradezco a la Universidad
Técnica de Cotopaxi por abrirme
las puertas y poder obtener mi
título en Ingeniería
Electromecánica*

*A toda mi familia por su apoyo
incondicional y consejos muy
acertados para conseguir este
logro a base de esfuerzo y lucha
diaria.*

*Y por último a nuestro tutor Ing.
Luis Cruz por tenernos la confianza
para realizar la propuesta
tecnológica, ayudándonos con sus
precisas guías y su experiencia.*

David

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis a Dios, al niño de isinche por estar conmigo, protegerme y darme la fortaleza en cada paso que doy.

A mis padres Miguel Escobar y Blanca Ruiz quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo el pilar fundamental en todo momento, quienes a través de su esfuerzo y trabajo me dieron una oportunidad de tener una carrera para mi futuro y superación inculcando en mí el deseo de superación, brindándome toda su paciencia y amor, gracias por ser el motor en mi vida gracias por todo y por creer en mí.

A mi hermano quien con sus consejos supo guiarme y enseñarme que hay que llenarse de conocimiento, para poder enfrentar al mundo con la mejor arma que es la inteligencia.

Alejandro

DEDICATORIA

Esta propuesta tecnológica le dedico principalmente a mi Padre Alfonso quien me acompaña desde el cielo y me brindó su sabiduría para cumplir una meta más en la vida, con su bendición siempre saldré adelante.

A mi madre Adriana y a mi madre Rosario quienes supieron guiarme para ser un hombre de bien y brindarme la fortaleza necesaria para superar cada obstáculo.

Por ultimo a mi tío Santiago quien estuvo incondicionalmente cerca de mi apoyándome en cada instante.

David

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Pág.
PORTADA.....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
AVAL DEL TUTOR.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	iiiv
AVAL DE IMPLEMENTACIÓN	v
AGRADECIMIENTO	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA	viii
DEDICATORIA	ix
ÍNDICE GENERAL.....	x
INDICE DE FIGURAS.....	xiii
INDICE DE GRÁFICOS	xiv
INDICE DE TABLAS	xv
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
AVAL DE TRADUCCIÓN	xix
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	3
2.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	3
2.2. TIPO DE PROPUESTA ALCANCE.....	3
2.3. ÁREA DEL CONOCIMIENTO	3
2.4. SINOPSIS DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	4
2.5. OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCIÓN.....	5
2.5.1 Objeto de estudio.....	5
2.5.2 Campo de acción	6
2.6. SITUACIÓN PROBLÉMICA Y PROBLEMA.....	7
2.6.1 Situación problemática.....	7
2.6.2 Problema	7
2.7. HIPÓTESIS.....	8

2.7.1 Declaración de variables	8
2.7.2 Operacionalización de las variables	9
2.8. OBJETIVOS	10
2.8.1 General	10
2.8.2 Específicos	10
2.9. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y TAREAS PROPUESTAS CON LOS OBJETIVOS ESTABLECIDOS.....	10
3. MARCO TEÓRICO.....	13
3.1. SISTEMA DE ORDEÑO MECÁNICO	13
3.1.1 Aplicabilidad de buenas prácticas pecuarias de producción de leche	14
3.1.2 Ventajas de un sistema de registro de control para la producción lechera	14
3.1.3 Elementos de un sistema de monitoreo de producción de leche	15
3.2. HISTORIA DE LA TECNOLOGÍA RFID	15
3.3. DEFINICIÓN.....	16
3.4. TIPOS DE SISTEMAS RFID.....	16
3.5. COMPONENTES DE UN SISTEMA RFID.....	17
3.5.1 Etiquetas RFID.....	18
3.5.2 Lectores RFID.....	20
3.5.3 Tipos de antena	21
3.6. NFC.....	23
3.6.1 Funcionamiento NFC.....	24
3.7. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO	24
3.8. DISEÑO DE HARDWARE DEL REGISTRADOR DE LECHE	25
3.8.1 Diseño general	25
4. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	36
4.1. METODOLOGÍA DE LA BIBLIOGRAFÍA	37
4.2. TÉCNICAS	38
4.3. INSTRUMENTOS	38
4.4. DISEÑO EXPERIMENTAL	38
5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	56
6. PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS	62
6.1. PRESUPUESTO	62

6.1.1 Descripción General	63
6.1.2 Precios Unitarios	65
6.1.3 Sumas Parciales	67
6.1.4 Presupuesto General	69
6.1.5 Recuperación del capital invertido	70
6.2. ANÁLISIS DE IMPACTOS	74
6.2.1 Impacto social	74
6.2.2 Impacto económico	74
6.2.3 Impacto técnico	74
6.2.4 Impacto ambiental.....	75
6.2.5 Verificación de la hipótesis.....	75
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	76
7.1. CONCLUSIONES	76
7.2. RECOMENDACIONES.....	77
8. REFERENCIAS.....	79
9. ANEXOS	82

INDICE DE FIGURAS

Figura 3.1: Componentes de un sistema de ordeño mecánico	14
Figura 3.2: Tarjeta RFID pasiva	18
Figura 3.3: Tarjeta RFID activa	19
Figura 3.4: Lector RFID FRC522	21
Figura 3.5: Forma de antena RFID de Smart Phone	22
Figura 3.6: Forma antena RFID	23
Figura 3.7: Comunicación entre TAG, lector y Host (PC)	25
Figura 3.8: Esquema de acoplamiento inductivo lector transponder	25
Figura 3.9: Diagrama general de un sistema de control	26
Figura 3.10: Lector RFID-RC522	27
Figura 3.11: Conexión RFID-RC522 y Arduino	28
Figura 3.12: TAG RFID (a) tarjeta y (b) llavero	30
Figura 3.13: TAG RFID (a) tarjeta y (b) llavero	30
Figura 3.14: Conexión sensor YS201 y Arduino	31
Figura 3.15: Arduino UNO	34
Figura 3.16: Lámparas de colores de 110V LED	35
Figura 3.17: Módulo relé para Arduino	36
Figura 4.1: Diagrama de control del sistema	40
Figura 4.2: Diagrama de la estructura del sistema de control	41
Figura 4.3: Diagrama de flujo del sistema de control	41
Figura 4.4: Arquitectura del sistema de control	46
Figura 4.5: Diagrama de conexión del sistema de control.....	47
Figura 4.6: Arduino IDE	48
Figura 4.7: Verificación de mediciones del sensor-prueba uno con agua	52
Figura 4.8: Verificación de mediciones del sensor-prueba dos con agua	53
Figura 4.9: Verificación de mediciones del sensor-prueba uno con vacas	54
Figura 4.10: Verificación de mediciones del sensor-prueba dos con vacas	55

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 5.1: Margen de error	59
Gráfico 5.2: Diagrama de Pareto	62

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Beneficiario directos	8
Tabla 2.2: Beneficiario indirectos	8
Tabla 2.3: Operacionalización de la variable independiente	9
Tabla 2.4: Operacionalización de la variable dependiente	9
Tabla 2.5: Sistema de tareas en relación a los objetivos planteados	11
Tabla 3.1: Conexión módulo RFID y Arduino.....	28
Tabla 4.1: Matriz de producción de leche y ganado vacuno	39
Tabla 4.2: Matriz de plataformas tecnológicas.....	43
Tabla 4.3: Hardware necesario para el sistema de control	44
Tabla 4.4: Algoritmos de programación.....	49
Tabla 4.5: Conexión sensores con el cable UTP conector RJ45	50
Tabla 4.6: Conexión de los módulos relés.....	51
Tabla 4.7: Conexión lector RFID	51
Tabla 4.8: Pulsadores de control.....	52
Tabla 5.1: Resultados de la identificación RFID.....	57
Tabla 5.2: Resultados de la identificación RFID.....	58
Tabla 5.3: Margen de Error	59
Tabla 5.4: Resultados del registro de leche	60
Tabla 5.5: Resultados del registro de leche	61
Tabla 5.6: Producción de leche - Diagrama de Pareto	61
Tabla 6.1: Hardware	63
Tabla 6.2: Software.....	63
Tabla 6.3: Herramientas	64
Tabla 6.4: Elementos electrónicos.....	64
Tabla 6.5: Mano de obra directa	65
Tabla 6.6: Hardware - precio unitario	65
Tabla 6.7: Software - precio unitario	65
Tabla 6.8: Herramientas - precio unitario	66
Tabla 6.9: Elementos electrónicos - precio unitario	66
Tabla 6.10: Mano de obra directa - precio unitario	67

Tabla 6.11: Hardware - suma parcial.....	67
Tabla 6.12: Software - suma parcial.....	68
Tabla 6.13: Herramientas - suma parcial.....	68
Tabla 6.14: Elementos electrónicos – suma parcial	68
Tabla 6.15: Mano de obra directa - suma parcial	69
Tabla 6.16: Presupuesto.....	69
Tabla 6.17: Valores económicos anuales pretendidos.....	70
Tabla 6.18: Cálculo del VAN.....	71
Tabla 6.19: Tasa de actualización para proyectos	71
Tabla 6.20: Cálculo de la TIR	72
Tabla 6.21: Cálculo del PRC	73

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: “SISTEMA DE REGISTRO DE CONTROL Y MONITOREO AUTOMATIZADO PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE DE LA FINCA “SAN LUIS”, UBICADO EN EL BARRIO SAN ISIDRO DE LA PARROQUIA MULALÓ PERTENECIENTE A LA PROVINCIA DE COTOPAXI”

Autores:

Miguel Alejandro Escobar Ruiz

David Israel Villegas Reinoso

RESUMEN

Debido al elevado índice de desperdicio de leche en la ciudad de Latacunga, aproximadamente 5,64% (MAG - Cotopaxi), y al nulo registro, monitoreo y control de la producción y almacenamiento de leche cruda en la Finca “San Luis” de la parroquia de Mulaló, de la ciudad de Latacunga; surge la necesidad de implementar un sistema que permita automatizar el control y monitoreo de las cabezas de ganado existentes en esta finca y la producción efectiva de cada una de ellas; para la toma de decisiones estratégicas inherentes a la productividad del lácteo más demandado en el Ecuador; por esta razón se propuso diseñar e implementar un sistema de registro de control y monitoreo automatizado para la producción de leche, en el cual se emplea el módulo electrónico “Arduino Uno” que conjuntamente aprovechando los beneficios de la tecnología RFID realiza un control de registro de cada una de las vacas y por medio de un sensor, obtener los litros reales de producción de cada vaca. En el cuerpo de cada animal, se ubica un identificativo TAG para ser reconocido a través del lector RFID, que en conjunto con el módulo Arduino se convierten en la unidad de control y proceso de la información que genera cada vaca. Las principales conclusiones engloban la respuesta del RFID de 4,65 a 5,4 segundos, a una distancia de 8,5 a 12,6 cm de identificación de la vaca, con una precisión de registro de $\pm 1,53$ litros de la producción de leche en la hoja de Excel.

Palabras clave: Arduino, control, producción, registro leche, tecnología RFID, Vaca.

COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY

FACULTY OF SCIENCE AND ENGINEERING APPLIED

Theme: "SYSTEM OF REGISTRATION OF CONTROL AND AUTOMATED MONITORING FOR THE PRODUCTION OF MILK OF THE FARM "SAN LUIS", LOCATED IN SAN ISIDRO NEIGHBORHOOD MULALO PARISH BELONGING TO THE COTOPAXI PROVINCE

Authors:

Miguel Alejandro Escobar Ruiz

David Israel Villegas Reinoso

ABSTRACT

Due to the high rate of milk waste in Latacunga, approximately 5.64% (MAG - Cotopaxi), and the zero registration, monitoring and control of the production and storage of raw milk in the "San Luis" farm in Mulaló parish, in Latacunga; there is a need to implement a system that allows the automation of the control and monitoring of the existing livestock heads in this farm and the effective production of each one of them; for making strategic decisions inherent to the productivity of the most demanded dairy in Ecuador; for this reason, it was proposed to design and implement an automated monitoring and control system for the production of milk, in which the electronic module "Arduino Uno" is used, which together taking advantage of the benefits of RFID technology, performs a control of each one of the cows and by means of a sensor, obtain the real liters of production of each cow. In the body of each animal, an identifier TAG is located to be recognized through the RFID reader, which in conjunction with the Arduino module becomes the unit of control and information process that each cow generates. The main conclusions include the response of the RFID from 4.65 to 5.4 seconds, to a distance of 8.5 to 12.6 cm of identification of the cow, with an accuracy of ± 1.53 liters of production of milk on the Excel sheet.

Keywords: Arduino, control, production, milk record, RFID technology, Cow.



AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por los señores egresados de la Carrera de **INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA** de la Unidad Académica de **CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**, Escobar Ruiz Miguel Alejandro y Villegas Reinoso David Israel, cuyo título versa **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE REGISTRO DE CONTROL Y MONITOREO AUTOMATIZADO PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE DE LA FINCA SAN LUIS”**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, Febrero del 2019

Atentamente,

Ledo. Vladimir Sandoval V. MSc.
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 050210421-9



1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto

SISTEMA DE REGISTRO DE CONTROL Y MONITOREO AUTOMATIZADO PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE DE LA FINCA “SAN LUIS”, UBICADO EN EL BARRIO SAN ISIDRO DE LA PARROQUIA MULALÓ PERTENECIENTE A LA PROVINCIA DE COTOPAXI.

Fecha de inicio: septiembre de 2018.

Fecha de finalización: febrero de 2019.

Lugar de ejecución: Parroquia Mulaló, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi.

Facultad que auspicia: Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.

Carrera que auspicia: Ingeniería Electromecánica

Proyecto de investigación vinculado: Automatización de procesos

Equipo de Trabajo:

Tutor del proyecto de investigación:

Nombre: Ing. Luis Rolando Cruz Panchi. MSc.

Celular: 0984518484

Cédula de Ciudadanía: 050259517-6

Correo electrónico: luis.cruz@utc.edu.ec

Coordinador uno del proyecto de investigación:

Nombre: Miguel Alejandro Escobar Ruiz

Celular: 0991551873

Cédula de Ciudadanía: 050362480-1

Correo electrónico: miguel.escobar@utc.edu.ec

Dirección: La Matriz, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi.

Coordinador dos del proyecto de investigación:

Nombre: David Israel Villegas Reinoso

Celular: 0995435885

Cédula de Ciudadanía: 050364395-9

Correo electrónico: david.villegas@utc.edu.ec

Dirección: La Matriz, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi.

Área de conocimiento:

- Ingeniería, Industria y Construcción. (UNESCO-Manual-SNIESE-SENES, 2018)

Subárea de conocimiento:

- Industria y profesiones afines. (UNESCO-Manual-SNIESE-SENES)

Subárea específica de conocimiento:

- Alimentación y bebidas. (UNESCO-Manual-SNIESE-SENES)
- Electrónica y automatización. (UNESCO-Manual-SNIESE-SENES)

Línea de investigación:

De acuerdo a lo establecido por el departamento de investigación de la Universidad Técnica de Cotopaxi, línea 6: Energía, potencia, electromecánica y electrónica. El proyecto está inmerso en el diseño e implementación de un sistema de control y automatización por medio del uso de la plataforma tecnológica Arduino.

Sublíneas de investigación de la carrera:

- Automatización, control y protecciones de sistemas electromecánicos.

El proyecto de investigación se acoge a las anteriores líneas y sublíneas de investigación, al encontrarse como directrices principales; relacionando la automatización industrial, a través del conocimiento de las áreas de los sistemas mecatrónicos, electromecánicos y electrónicos.

2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

Este epígrafe de la propuesta tecnológica permite describir el diseño metodológico, realizado para poder implementar el sistema de control y monitoreo de la producción de leche en la Finca “San Luis”.

2.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

SISTEMA DE REGISTRO DE CONTROL Y MONITOREO AUTOMATIZADO PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE DE LA FINCA “SAN LUIS”.

2.2. TIPO DE PROPUESTA ALCANCE

La presente propuesta tecnológica es de tipo productivo porque permite a la Finca “San Luis”, disponer de una base de datos de registros, con información inherente a la producción de leche de cada uno de los ganados vacunos, para estipular estrategias productivas que mejoren la productividad del animal, entre las principales estrategias podrían ser un suplemento alimenticio de mejor calidad, hierva de mejor digestión, salubridad y cuidado veterinario, etc. El alcance de la propuesta radica en el reflejo que tenga esta tecnología en los demás productores de leche de la ciudad de Latacunga y el uso de la tecnología Arduino para la automatización de procesos; para el caso, las principales funciones que controla el sistema, es la identificación RFID por medio de llaveros TAG, el sensado del flujo y el volumen de producción, así como la comunicación serial para la transmisión de datos a una hoja de cálculo del programa Microsoft Excel, para poder ser almacenado en una carpeta como base de datos de producción.

2.3. ÁREA DEL CONOCIMIENTO

Según la UNESCO (1997) y su Clasificación Internacional Normalizada de la Educación (CINE), la propuesta tecnológica se ubica en el área de la Ingeniería, industria y construcción,

en la subárea del conocimiento de Ingeniería y profesiones afines, particularmente en la especialidad de electrónica y electromecánica, al automatizar el proceso de registro de producción de leche en la Finca “San Luis”.

2.4. SINOPSIS DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

La pérdida económica que implica el desperdicio de leche y la falta de un registro fehaciente a la producción individualizada de este producto lácteo cohibe a los productores, de información importante para la toma de decisiones con respecto a la salubridad, eficiencia del suplemento alimenticio, la capacidad productiva del animal y estrategias veterinarias que puedan contrarrestar vacunos de baja productividad. En este sentido, el alimento principal del ganado vacuno queda rezagado a una baja producción, afectando de manera directa a la producción de leche en las empresas lácteas y ganaderas. Las empresas productoras de leche en sus estrategias de operación, en ciertas ocasiones no disponen de un registro de control y monitoreo automatizado que cuantifique la producción de leche, obteniendo inconsistencia en el volumen productivo y las ganancias o pérdidas económicas que reflejan la baja o nula productividad del ganado vacuno. Es por eso que la ciencia y la tecnología han provisto la necesidad de crear sistemas de registro, control y monitoreo de la producción de leche para evitar operar con ganado poco productivo, tener pérdidas económicas o no tener a su disposición un informe donde se identifique cada ganado con su respectivo volumen de producción. Es así que la tecnología le otorga al productor ganadero y lácteo mayores ingresos económicos y a los consumidores la factibilidad de no tener escasez de productos.

La presente Propuesta Tecnológica diseñó, construyó e implementó un sistema de registro de control y monitoreo automatizado para la producción de leche en la empresa Finca “San Luis”; el prototipo permite realizar un proceso automático y semiautomático de la identificación del ganado vacuno a través de la tecnología RFID. A su vez, el prototipo consigue registrar la identificación del ganado con el respectivo valor de litros producidos de leche, cantidad extraída por medio de un sensor de flujo YF-S201 el cual mide el caudal de litros a la hora de la extracción de la leche en el respectivo ganado vacuno. La información de identificación del ganado y la del volumen de producción de leche de cada vacuno, es almacenada en un archivo de Excel con la hora y fecha respectiva.

El prototipo ha sido ensamblado como un sistema embebido en un módulo Arduino MEGA 2560, en conjunto al módulo RFID, pulsadores para el control de las acciones del sistema, un sensor de flujo y un LCD, donde se puede visualizar información inherente al registro y control de la producción de leche. El Arduino MEGA 2560 se convierte en el procesador de la información y es donde los algoritmos de programación se ejecutan con el propósito de monitorear la producción del ganado vacuno.

2.5. OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCIÓN

En la actualidad la integración de tecnologías en los procesos productivos aumenta la calidad y la producción de leche. Siendo esto de gran importancia debido a la actual competencia que existe en el mercado nacional e internacional, así como por la exigencia de calidad por parte del agro consumidor. Un sistema de registro de control y monitoreo automático de la producción de leche se utiliza en las buenas prácticas industriales de manera controlada, ya que debido a los cambios climáticos, es muy importante controlar la producción de leche, al ser el alimento más cotizado en la mesa de las familias a nivel mundial; mediante un buen monitoreo, no sólo aumenta la seguridad del productor lácteo, también se incrementa la calidad y la producción, y con ello la rentabilidad.

2.5.1 Objeto de estudio

El objeto de estudio de esta propuesta tecnológica es automatizar los mecanismos de identificación y medición de la producción de leche, a través de un sistema autónomo que permita monitorear la información de un ganado vacuno, la fecha de la extracción de la leche, los respectivos litros de leche extraídos para verificar que ganado vacuno tiene menor productividad, y con ello tomar las decisiones respectivas. Un prototipo automatizado representa el ahorro de dinero, ya que gracias a este sistema se cuantificará la cantidad exacta de producción de leche de cada cabeza de ganado vacuno, sin que haya desperdicios, y también existe un ahorro de tiempo, porque el sistema automatizado hace la mayoría de las tareas en lo que a la extracción, almacenamiento y medición de la producción de leche se refiere. Un prototipo automatizado tiene un total control sobre todas las variables que son indispensables para la producción de leche, como el caudal, el volumen, el registro e

identificación de ganado, la fecha y hora de extracción de leche, etc. Y a su vez, da un incremento de la producción de leche en la empresa Finca “San Luis”.

2.5.2 Campo de acción

El prototipo trabaja con una directriz domótica, la cual brinda la facilidad del diseño de circuitos electrónicos y eléctricos para el control de variables por medio de sensores, actuadores o tarjetas de adquisición de datos; a su vez, la plataforma de hardware libre como Arduino permite desarrollar prototipos escalables de control, combinando software, hardware y firmware con el propósito de dar el término automático, a una actividad cotidiana. En el trabajo de investigación se utiliza la tarjeta Arduino para adquirir las medidas de caudal y volumen dentro de la producción de leche; mismos que serán los parámetros fundamentales para almacenar en el informe de productividad, con el cuál se tomarán las respectivas decisiones y/o estrategias industriales.

Arduino es la unidad de control lógico programable en el prototipo, por ser económico y de alta funcionalidad para el diseño de sistemas automatizados con sensores de flujo o dispositivos RFID; permite el funcionamiento y activación tanto de los sensores de medición, así como de los periféricos de salida; que se manipulan a través de la programación dentro de sus microprocesadores. El diseño electromecánico construido en el proyecto de investigación está encauzado a efectuar un eficiente control de la identificación y registro de la producción de leche de cada ganado vacuno.

Con esta propuesta se tiende a mejorar en forma sostenible los niveles de producción de leche para el fortalecimiento del control y monitoreo del ganado vacuno en la empresa Finca “San Luis”, acortar los periodos volumétricos de la cuantificación de la leche producida en un día de trabajo, la ocupación e ingresos de los productores lácteos y de sus familias. La práctica de las actividades esenciales a la producción de leche ha sido muy relevante a lo largo de su historia, tanto en el nivel local como en el contexto del país, ya que la provincia de Cotopaxi, es reconocida como una localidad eficaz en la producción de leche. La factibilidad de la implementación del prototipo es óptima en base al aspecto económico, técnico y operativo.

2.6. SITUACIÓN PROBLÉMICA Y PROBLEMA

Este epígrafe de la propuesta tecnológica, permite reconocer los inconvenientes que han sido producidos debido a la carencia de un sistema de control y registro de la producción de leche.

2.6.1 Situación problemática

En la actualidad no se dispone de un sistema de registro de control y monitoreo automatizado para la producción de leche en la Finca “San Luis” del Barrio San Isidro en la Parroquia Mulaló de la Provincia Cotopaxi, siendo de suma importancia obtener un sistema automático que proporcione al propietario constantemente la medida de producción de ordeño que genera diariamente sus vacunos.

El efecto que produce la carencia de este sistema de registro de control y monitoreo puede presentar un dato erróneo de la cantidad producción diario de leche individual de los vacunos teniendo efectos negativos, como consecuencia pérdida económica y pérdida de tiempo en la producción teniendo una importante afectación.

Una vez determinado el problema de investigación, es importante el planteamiento de objetivos para la consecución del sistema de registro de control y monitoreo automatizado para la producción de leche en la empresa Finca “San Luis”, ya que con ello se podrá optimizar los procesos de producción de leche, la identificación de ganado vacuno de baja productividad y obtener información inherente a la producción de leche para la toma de decisiones.

2.6.2 Problema

El problema que da origen a la propuesta tecnológica es la necesidad de tener un registro de la producción de leche de cada ganado vacuno, con el cuál se puedan establecer estrategias de productividad para mejorar el rendimiento de los animales, evitando pérdidas económicas y desventajas veterinarias en las vacas de la Finca “San Luis”. En este sentido, los beneficiarios directos están comprendidos en una población de siete personas, distribuidas en el propietario de la empresa Finca “San Luis” y cuatro partícipes del Talento Humano de la empresa, además de los investigadores. Los beneficiarios indirectos serán los respectivos proveedores y clientes de la empresa cuantificados en un valor de 19 y 27 personas respectivamente,

representando a los consumidores y gestores de la producción de lácteos en la ciudad de Latacunga y la provincia de Cotopaxi. Además indirectamente se beneficiarán alrededor de 500 estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi y lectores de este proyecto de investigación como fuente de información y consulta. La tabla 2.1 muestra el número de personas que se benefician directamente.

Tabla 2.1: Beneficiario directos

BENEFICIARIOS	
Propietario Finca “San Luis”	01
Trabajadores	04
Postulantes	02
TOTAL	07

Elaborado por: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

La tabla 2.2 detalla el número de personas que se benefician indirectamente.

Tabla 2.2: Beneficiario indirectos

BENEFICIARIOS	
Clientes	19
Proveedores	27
TOTAL	46

Elaborado por: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

Otro problema que origina el diseño e implementación del sistema de control y monitoreo de la producción de leche en la Finca “San Luis”, es el desperdicio del producto que en ocasiones ocurre debido a factores extrínsecos del sistema de ordeño mecánico.

2.7. HIPÓTESIS

El sistema de registro de control y monitoreo automatizado para la producción de leche en la Finca “San Luis”, incide positivamente en las condiciones de cuantificación del volumen de la producción individualizada de leche en las vacas para la toma de decisiones.

2.7.1 Declaración de variables

Variable independiente

Sistema de registro de control y monitoreo automatizado para la producción de leche.

Variable dependiente

Cuantificación de la producción individualizada de leche.

2.7.2 Operacionalización de las variables

La tabla 2.3 muestra la operacionalización de la variable independiente; variable que encamina el desarrollo técnico de la propuesta tecnológica; las variables parten del tema y la hipótesis propuesta.

Tabla 2.3: Operacionalización de la variable independiente

Variable Independiente	Conceptualización	Dimensión	Indicadores	Técnica o Instrumentos
Sistema de registro de control y monitoreo automatizado para la producción de leche	Es la metodología que tiene la Finca “San Luis” para registrar la producción de leche.	Registrador automatizado de leche	Determinación de la identificación RFID.	Sensor. Lámpara. Observación. Computador.
			Determinación del caudal y el volumen de leche	
			Envío a una hoja de cálculo	
		Software y hardware	Software de programación	
			Open Hardware	
			Programa de control	

Elaborado por: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

La variable independiente consolidada con el sistema de registro para la producción de leche, está especificado en un prototipo de bajo coste, pero de alta efectividad, la plataforma Arduino, es muy utilizada en la automatización de procesos debido a su bajo coste, tanto en la tarjeta electrónica, como en sus respectivos módulos de desarrollo, como sensores, relés, infrarrojos, etc.; Este componente Open Hardware tiene múltiples entradas y salidas, además fuentes de voltaje directas de necesarias en los sensores. En este sentido, la tabla 2.4 muestra la operacionalización de la variable dependiente.

2.8. OBJETIVOS

Los objetivos son argumentos técnicos que encuadran la implementación del sistema de registro para la producción de leche en la Finca “San Luis”, en el año 2019.

Tabla 2.4: Operacionalización de la variable dependiente

Variable Dependiente	Conceptualización	Dimensión	Indicadores	Técnica o Instrumentos
Cuantificación de la producción individualizada de leche	Es el proceso que administra, controla y regula de manera óptima el registro de producción de leche en cada vaca para mejorar la productividad y la toma de decisiones.	Procesos de extracción de leche	Sistema de extracción	Arduino Sensores Actuadores
			Sistema de fluido de leche	
			Levantamiento de información agrotécnica	
		Regulación y control del litros de leche en cada vaca	Análisis de caudal	
			Métricas de producción	
			Pruebas y verificación de errores	

Elaborado por: Escobar, M. & Villegas, D. (2018)

2.8.1 General

- Implementar un sistema de registro de control y monitoreo para la producción de leche mediante técnicas de automatización e identificación individual de vacunos.

2.8.2 Específicos

- Levantar información mediante revisión bibliográfica y antecedentes, la inspección visual para conocer la situación actual de la producción lechera de la Finca “San Luis” en el periodo octubre 2018 – febrero 2019.
- Seleccionar los componentes necesarios para la implementación de un prototipo de sistema de registro de control y monitoreo de la producción de leche.
- Diseñar un prototipo de hardware y software que permitan el registro de producción de leche para la Finca “San Luis”.

2.9. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y TAREAS PROPUESTAS CON LOS OBJETIVOS ESTABLECIDOS

Las actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados se detallan en la tabla 2.5, todas las actividades sintetizan la implementación de un sistema de registro de control y monitoreo automatizado para la producción de leche en la Finca “San Luis”.

Tabla 2.5: Sistema de tareas en relación a los objetivos planteados

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDAD	RESULTADO DE LA ACTIVIDAD	MÉTODOS-TÉCNICAS
<p>Objetivo 1:</p> <p>Levantar información mediante revisión bibliográfica y antecedentes, la inspección visual para conocer la situación actual de la producción lechera de la Finca “San Luis” en el periodo octubre 2018 – febrero 2019.</p>	<p>a.- Reconocer el proceso de ordeño a través del sistema mecánico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnosticar la situación actual de la producción de leche en la Finca “San Luis”. 	<p>Investigación de campo: Matriz de producción de leche y ganado vacuno.</p>
	<p>b.- Identificar las variables intervinientes en el sistema de control.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer las entradas, salidas y procesamiento del sistema de control. 	<p>Investigación de campo: Diagrama de control.</p>
	<p>c.- Elaborar un flujograma para la automatización del registro de control y monitoreo de la producción de leche.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar un diagrama de bloques y de flujo sobre la estructura del sistema de control. 	<p>Investigación de campo y bibliográfica: Flujograma de registro de la producción de leche. Diagrama de la estructura del sistema de control</p>
<p>Objetivo 2:</p> <p>Seleccionar los componentes necesarios para la implementación de un prototipo de sistema de registro de control y monitoreo</p>	<p>a.- Seleccionar la plataforma tecnológica para el control y monitoreo de la producción de leche.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar características de las tarjetas electrónicas destinadas a la automatización y control de procesos 	<p>Inductivo-Deductivo: Matriz de plataformas tecnológicas.</p>
	<p>b.- Seleccionar el hardware necesario para implementar el sistema de registro de control y monitoreo de producción de leche.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer los componentes actuadores y de sensado necesarios para el prototipo. 	<p>Observación: Arquitectura del sistema.</p>

de la producción de leche.	c.- Analizar el software útil para implementar el sistema de registro de control y monitoreo de producción de leche.	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar librerías y algoritmos necesarios para la operatividad del sistema prototipo. 	Inductivo-Deductivo: Diagrama de flujo. Algoritmos de programación.
Objetivo 3: Diseñar un prototipo de hardware y software que permita el registro de producción de leche para la Finca “San Luis”.	a.- Construir un prototipo de sistema automatizado de registro de control y monitoreo de producción de leche.	<ul style="list-style-type: none"> • Verificación del prototipo para la ejecución del proyecto. 	Inductivo-Deductivo: Bitácora de pruebas del prototipo.
	b.- Ensamblar el prototipo en un chasis ergonómico y con sentido de portabilidad.	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar y evaluar el prototipo en la Finca “San Luis”. 	Observación, Deductivo: Realizar un registro fotográfico.
	c.- Capacitar a los operarios del sistema de registro de control y monitoreo de producción de leche.	<ul style="list-style-type: none"> • Personal capacitado en la operatividad del sistema. 	Observación, Inductivo: Manual de usuario.

Elaborado por: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

Cada actividad es relevante al objetivo general y los objetivos específicos para enmarcar la fundamentación científica y técnica en el marco teórico. El sistema de control y monitoreo de la producción de leche en la Finca “San Luis”, como proyecto innovador ayuda al dispositivo de ordeño mecánico, a robustecer su funcionalidad, con la característica de tener un sensado aproximado del producto que cada animal produce, tanto en horas de la madrugada, como a las 4h00 A.M. que se hace el primer ordeño, y también en horas de la tarde cuando se realiza el segundo ordeño, aproximadamente a las 4h30 P.M. La Finca “San Luis” será uno de los primeros centros productores lácteos, que dispondrán de un sistema con esta tecnología, y pueden mejorar su eficiencia en el registro de leche.

3. MARCO TEÓRICO

Los siguientes numerales de la propuesta tecnológica detallan el argumento científico y técnico de la implementación del sistema de registro de control y monitoreo automatizado para la producción de leche de la Finca “San Luis”. Dentro de los antecedentes de la propuesta tecnológica no existe trabajos similares al prototipo de sistema de registro de control y monitoreo de la producción de leche en los repositorios de las Universidades y Escuelas Politécnicas de Ecuador y del mundo, pero si existe información inherente al control de producción de leche con sistemas de precisión y PLC, como es el caso de la investigación de Carlos Andrés Obando Villareal con el tema “Sistema de ordeño automatizado con registro inalámbrico de la producción lechera”, del cual se obtuvo como resultados que el Controlador Lógico Programable, comanda la capacidad de medición del sensor de flujo logrando una precisión de $\pm 12\%$ en el registro de leche de forma inalámbrica. En el mismo sentido la investigación de Gabriel Pavón con el tema “Sistema de telemetría de la producción de leche y control del ordeño mecánico del ganado bovino, basado en plataformas de hardware y software libre, en la granja experimental La Pradera, de donde se concluye que el sensor de flujo tiene un error de 13-14%, debido a que el micro controlador toma muestras del flujo del caudal cada segundo, realiza una sumatoria y por último ejecuta un promedio de las muestras.

3.1. SISTEMA DE ORDEÑO MECÁNICO

Actualmente la innovación no pasa desapercibida por el mundo y las aplicaciones de nuevas tecnologías informáticas es indispensable para garantizar un proceso eficiente y eficaz en todos los ámbitos de la vida. El control técnico dentro de la ganadería vacuna, se encarga de almacenar y procesar la información de los acontecimientos que tienen lugar en los rebaños bovinos. Esta información se almacena por años. En el ordeño se busca que las nuevas tecnologías faciliten la tarea, además, que permitan una mejora en el rendimiento, al disminuir costos y aumentar la producción mediante la sustitución de vacunos poco productivos de leche, realizando un seguimiento individual de cada cabeza de ganado. El sistema de ordeño mecánico, tiene ocho años de uso en la Finca “San Luis” desde la adquisición del nuevo dueño de la propiedad, el mantenimiento que recibe, es periódico cada seis meses, a pesar de su trabajo diario, dispone de excelente eficiencia para su años de vida útil.

3.1.1 Aplicabilidad de buenas prácticas pecuarias de producción de leche

Los equipos e implementos para el ordeño deben seguir las siguientes características:

Los equipos e implementos para el ordeño que estén en contacto directo con la leche deben seguir las siguientes especificaciones:

- Diseñados para ser desarmados y permitir el acceso a la limpieza y desinfección profunda. Si se presentan curvaturas, de la misma forma.
- Las tuberías y válvulas utilizadas para la conducción de la leche deberán ser fabricadas con materiales resistentes que no contaminen la leche, sin fugas, impermeables, y fácilmente desmontables para su limpieza. Instaladas en sitios seguros, para evitar riesgo de contaminación.
- Al momento de realizar mantenimientos de estos equipos e instrumentos se debe garantizar la inexistencia de residuos de lubricantes, soldadura, pintura, etc.
- Los detergentes para la limpieza y desinfección de los equipos y utensilios deben ser de uso único para la lechería y deben ser aprobados por la autoridad competente.
- Los equipos de ordeño deben ser drenados completamente, según la figura 3.1.

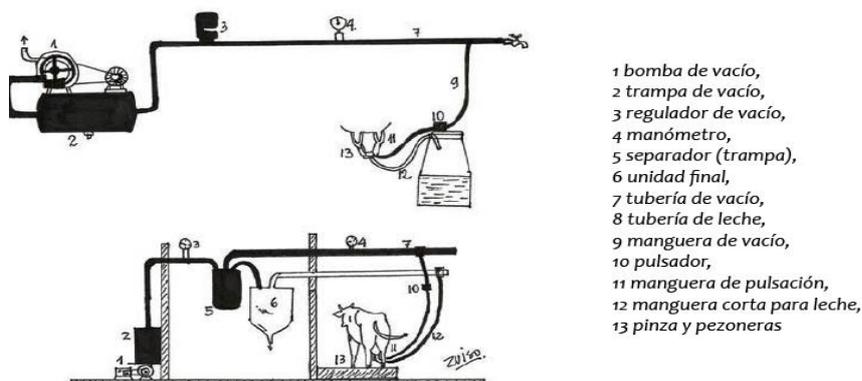


Figura 3.1: Componentes de un sistema de ordeño mecánico
Fuente: AGROCALIDAD. Manual de producción de leche

3.1.2 Ventajas de un sistema de registro de control para la producción lechera

Al desarrollar este proyecto se desea llegar a obtener los siguientes cambios en el sistema de ordeño:

- Reducción de mano de obra.
- Llevar un control fiable de la producción individual de los vacunos.
- Identificar los vacunos de mayor y menor producción lechera.

3.1.3 Elementos de un sistema de monitoreo de producción de leche

Para la automatización de un sistema de registro de control y monitoreo automatizado para la producción de leche es de suma importancia tener en cuenta variables que afectaran al proceso de automatización como la presión al vacío debe ser de acuerdo al Manual de aplicabilidad de buenas prácticas pecuarias de producción de leche adecuada de manera que sea lo suficientemente fuerte para que abastezca y no pierda presión al momento de conectar elementos de medición para automatizar este proceso, a continuación se detallara los elementos más importantes.

3.2. HISTORIA DE LA TECNOLOGÍA RFID

Se ha sugerido que el primer dispositivo conocido similar a RFID pudo haber sido una herramienta de espionaje inventada por León Theremin para el gobierno soviético en 1945. El dispositivo de Theremin era un dispositivo de escucha secreto pasivo, no una etiqueta de identificación, por lo que esta aplicación es dudosa. Según algunas fuentes, la tecnología usada en RFID habría existido desde comienzos de los años 1920, desarrollados por el MIT y usados extensivamente por los británicos en la Segunda Guerra Mundial (fuente que establece que los sistemas RFID han existido desde finales de los años 1960 y que sólo recientemente se había popularizado gracias a las reducciones de costos). Una tecnología similar, el transpondedor de IFF, fue inventada por los británicos en 1939, y fue utilizada de forma rutinaria por los aliados en la Segunda Guerra Mundial para identificar los aeroplanos como amigos o enemigos. Se trata probablemente de la tecnología citada por la fuente anterior. Otro trabajo temprano que trata el RFID es el artículo de 1948 de Harry Stockman, titulado “Comunicación por medio de la energía reflejada” (Actas del IRE, pp. 1196-1204). Stockman predijo que “el trabajo considerable de investigación y de desarrollo tiene que ser realizado antes de que los problemas básicos restantes en la comunicación de la energía reflejada se solucionen, y antes de que el campo de aplicaciones útiles se explore”. Hicieron falta treinta

años de avances en multitud de campos diversos antes de que RFID se convirtiera en una realidad.

3.3. DEFINICIÓN

Un sistema RFID básicamente se compone de una etiqueta RFID que contiene una información y un lector RFID (también puede ser grabador) comunicado con un sistema informático que procesa la información recibida de la etiqueta o TAG. En el proceso de lectura, el lector realiza una petición a la etiqueta solicitando que ésta le envíe la información que tiene almacenada. La etiqueta responde a esa solicitud enviando por radiofrecuencia dicha información. El lector recoge esa información y la interpreta. Evidentemente, esta información será útil si detrás del sistema RFID existe un ordenador o un dispositivo similar capaz de procesar esta información para realizar una acción concreta. El proceso de escritura es muy parecido al de lectura, con la particularidad de que es necesario que el TAG se pueda reescribir. La estación grabadora enviará al TAG por radiofrecuencia los datos a grabar junto con la instrucción u orden de grabación, y el TAG los grabará en el chip que tiene incorporado.

3.4. TIPOS DE SISTEMAS RFID

Según la frecuencia de trabajo que se utilice en un sistema RFID se tiene distintos tipos de sistemas, lo que a su vez dará lugar a significativas diferencias funcionales. La frecuencia de trabajo es, de este modo, un factor crítico que determina en gran medida el comportamiento de un sistema RFID en cuanto a su manera de funcionar, sus capacidades y sus aplicaciones. Así, tenemos los siguientes tipos de sistemas RFID:

- Sistemas RFID de baja frecuencia, conocidos como sistemas RFID LF (Low Frequency). Su frecuencia de funcionamiento, en Europa, es 125 KHz.
- Sistemas RFID de alta frecuencia, conocidos como sistemas RFID HF (High Frequency). Su frecuencia de funcionamiento es 13,56 MHz.
- Sistemas RFID UHF, son aquellos sistemas que trabajan en frecuencias de la banda UHF (Ultra High Frequency). Los sistemas RFID UHF trabajan, en España, en 869 MHz.
- Sistemas RFID de microondas, son aquellos sistemas RFID que trabajan a frecuencias mayores de los 2,4 GHz. Estos sistemas actualmente son muy poco utilizados.

Como se ha mencionado, la frecuencia a la que trabaje el sistema RFID influye directamente en su funcionamiento. Estas diferencias funcionales inciden tanto en las características de rango y ratio de lectura (distancia y velocidad), como en el diseño de las antenas (tanto las de los TAGS como las de estaciones lectoras/grabadoras), así como en la distinta manera en la que el TAG y el lector intercambian los datos. Además, estas diferencias funcionales harán que, dependiendo de la frecuencia de trabajo, el sistema sea o no apropiado para una determinada aplicación.

Así, las frecuencias más bajas disponen de un menor rango y ratio de lectura que las frecuencias más altas; en otras palabras, la identificación entre dispositivos es más lenta y se limita a distancias más cortas. Sin embargo son muy apropiadas para trabajar en entornos húmedos, por lo que son frecuencias idóneas para aplicaciones en las que el grado de humedad del entorno supone un problema (así, por ejemplo, los sistemas RFID LF son los sistemas habituales para la identificación de animales o envases líquidos).

3.5. COMPONENTES DE UN SISTEMA RFID

Un sistema RFID básico consta de dos elementos fundamentales:

Una etiqueta, TAG o transpondedor RFID: Es el elemento en el que se incorpora el chip electrónico que contiene la información necesaria para identificar al producto. Contiene también una micro antena que le permite recibir y transmitir la información a través de radiofrecuencia.

Un lector RFID: Se trata de un equipo capaz de recibir y procesar la información procedente de los TAGS RFID. Este equipo cuenta con una antena que le permite recibir y transmitir peticiones de información a través de radiofrecuencia.

Además de estos dos elementos imprescindibles, un sistema RFID puede estar formado por varios componentes más, como estaciones de programación de etiquetas (que podría ser la misma que la de lectura, ya que es habitual encontrar en el mercado estaciones de lectura/escritura), lectores de circulación, bases de datos, etc.

Además de estos dos elementos imprescindibles, un sistema RFID puede estar formado por varios componentes más, como estaciones de programación de etiquetas (que podría ser la

misma que la de lectura, ya que es habitual encontrar en el mercado estaciones de lectura/escritura), lectores de circulación, bases de datos, etc.

3.5.1 Etiquetas RFID

Básicamente, una etiqueta RFid está compuesta por un chip unido a una antena. Dependiendo de las necesidades de la aplicación puede presentar diferentes formatos (rígido, flexible, adhesivo, etc.), diferentes tamaños, funcionalidades, estándares y, por lo tanto, diferentes precios. En cuanto a las dimensiones de las etiquetas, existe una amplia gama de ofertas y posibilidades en el mercado que van desde unos pocos milímetros hasta decenas de centímetros, dependiendo de la aplicación a la que se destinen, estas etiquetas RFID pueden ser de tres tipos distintos dependiendo del lugar del que provenga la energía que utilizan para tramitar la respuesta. Así, las etiquetas RFID pueden ser pasivas, si no tienen fuente de alimentación propia, semipasivas, si utilizan una pequeña batería asociada, y activas, si tienen su propia fuente de alimentación.

Las etiquetas RFID pasivas no tienen fuente de alimentación propia. La corriente eléctrica necesaria para su funcionamiento se obtiene por inducción en su antena de la señal de radiofrecuencia procedente de la petición de lectura de la estación lectora. De esta manera, cuando el lector interroga a la etiqueta, genera un campo magnético que produce en la micro antena del TAG un campo eléctrico suficiente que permite generar la energía necesaria para que el circuito CMOS, integrado en la etiqueta, pueda transmitir una respuesta. Debido a esto, la señal de respuesta tiene un tiempo de vida bastante corto; además, en la práctica, las distancias de lectura son relativamente reducidas (varían entre unos pocos milímetros hasta distancias cercanas a 1 metro), según la figura 3.2.



Figura 3.2: Tarjeta RFID pasiva
Fuente: Torrez A. Control de Inventario, 2008

Las etiquetas RFID semipasivas son muy similares a las pasivas, salvo que incorporan además una pequeña batería. Esta batería permite al circuito integrado en la etiqueta estar constantemente alimentado, y elimina la necesidad de diseñar una antena para recoger potencia de una señal entrante (si bien la antena es necesaria para la transmisión-recepción de las señales). Estas etiquetas responden más rápidamente, por lo que son más fuertes en el ratio de lectura en comparación con las etiquetas pasivas. Asimismo, también disponen de un rango de lectura (distancia) ligeramente superior al de las etiquetas pasivas

Las etiquetas RFID activas poseen una fuente de alimentación propia y alcanzan rangos de lectura mucho mayores que las etiquetas pasivas y semipasivas. Así, este tipo de etiquetas pueden ser leídas a distancias superiores a los 100 metros. Su tamaño es lógicamente mayor que el de los otros dos tipos, aunque puede ser inferior el tamaño de una moneda. Estas etiquetas activas pueden incorporar también una pequeña memoria adicional que les permite almacenar mayor cantidad de información. La gran limitación que presenta este tipo de etiquetas es que su funcionamiento está ligado a su batería, por lo que su tiempo de vida se limita a la vida de la batería, como muestra la figura 3.3.

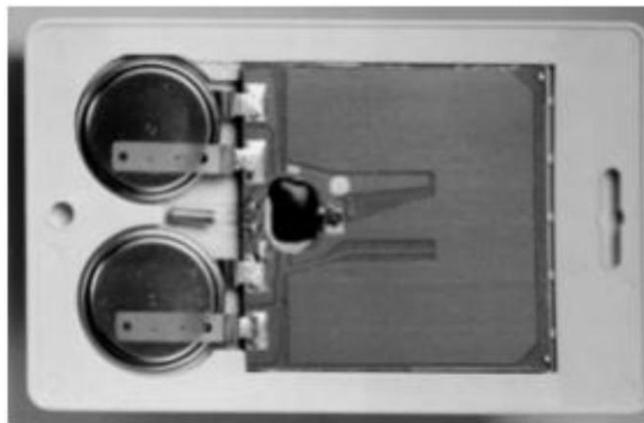


Figura 3.3: Tarjeta RFID activa
Fuente: Torrez A. Control de Inventario, 2008

Las etiquetas pasivas son mucho más baratas de fabricar, por lo que la gran mayoría de las etiquetas RFID existentes son de ese tipo. Sin embargo, a pesar de la ventaja del coste, las diferencias funcionales de los distintos tipos de etiquetas (rango de lectura, ratio de lectura y capacidad de almacenamiento), hacen que determinadas aplicaciones necesiten usar etiquetas activas o, al menos, semipasivas.

Además de este criterio del origen de su alimentación, las etiquetas RFID también se pueden clasificar según la configuración de su memoria, y así hay etiquetas que únicamente se pueden leer (no se puede escribir en ellas, vienen escritas “de fábrica”), etiquetas que se pueden leer un número ilimitado de veces pero que admiten un único proceso de grabación o escritura, y etiquetas que se pueden leer y escribir un número ilimitado de veces.

Todas las etiquetas almacenan en el microchip un número de identificación único que permite identificar y diferenciar al producto al que acompañan no sólo de otros productos distintos, sino también de otros ítems iguales.

3.5.2 Lectores RFID

Los lectores de RFID o “interrogadores” utilizan ondas de radio para leer la información almacenada en la etiqueta. El lector puede enviar a la etiqueta la orden de transmitir la información que tiene almacenada, o bien la etiqueta puede transmitir la información que contiene periódicamente, en espera de que algún lector la detecte. En definitiva, el lector es el dispositivo que interactúa con el TAG o etiqueta. Los lectores de radiofrecuencia constan de:

- Una antena.
- Un módulo de radiofrecuencia o controlador.
- Una unidad de control.

Las antenas del lector son el componente más sensible de un sistema RFID y pueden variar en función de la aplicación concreta. Así, las antenas pueden ser:

- **De sobremesa:** se incorporan a los puntos de identificación y control o terminales punto de servicio, para la lectura y escritura de las etiquetas.
- **De puerta:** se disponen en pedestales en el suelo e incluyen elementos de alarma con fines antirrobo y para control de acceso.
- **De diseño a medida** (góndolas, expositores, etc.).

Variar la ubicación de la antena del lector es una de las formas más fáciles de ajuste cuando se localizan problemas de un sistema, y al mismo tiempo resulta una de las tareas más difíciles de llevar a cabo de forma correcta.

La antena del lector debe ser colocada en una posición que permita optimizar tanto la transmisión de energía hacia la etiqueta como la recepción de los datos emitidos. Las limitaciones legislativas del nivel de potencia de los lectores hacen que la ubicación de las antenas sea fundamental para alcanzar un alto grado de lectura.

La antena del lector crea un campo magnético cuyo radio de acción varía dependiendo de la forma de la antena, de la potencia del lector y de la frecuencia en la que emita. En el caso de etiquetas pasivas, el lector genera un campo de radiofrecuencia que activa la etiqueta alimentando el chip para que pueda transmitir los datos almacenados. En el caso de etiquetas activas la propia etiqueta puede iniciar la comunicación, pues no necesita la energía del lector.

Cuando la etiqueta entra en contacto con el campo magnético creado por el lector, reacciona automáticamente y envía la información a éste. El lector la decodifica y la pone en contacto con el sistema de control, a través de una aplicación que se ejecuta en su unidad de control y que se conoce como ONS (Object Name Service).

Los lectores pueden ser portátiles o fijos, y también pueden estar integrados en otros equipos como terminales handheld (PDAs, Lectores de mano, etc.), grúas horquillas, o cualquier equipo que se considere estratégico, según se aprecia en la figura 3.4.



Figura 3.4: Lector RFID FRC522

Fuente: www.hetpro.com

3.5.3 Tipos de antena

El tipo de antena utilizado en una etiqueta depende de la aplicación para la que está diseñado y de la frecuencia de operación. Las etiquetas de baja frecuencia (LF, del inglés low frequency) normalmente se sirven de la inducción electromagnética. Como el voltaje inducido

es proporcional a la frecuencia, se puede producir el necesario para alimentar un circuito integrado utilizando un número suficiente de espiras. Existen etiquetas LF compactas (como las encapsuladas en vidrio, utilizadas para identificación humana y animal) que utilizan una antena en varios niveles (tres de 100-150 espiras cada uno) alrededor de un núcleo de ferrita.

En alta frecuencia (HF, 13.56 MHz) se utiliza una espiral plana con 5-7 vueltas y un factor de forma parecido al de una tarjeta de crédito para lograr distancias de decenas de centímetros. Estas antenas son más baratas que las LF ya que pueden producirse por medio de litografía en lugar de espiración, aunque son necesarias dos superficies de metal y una aislante para realizar la conexión cruzada del nivel exterior al interior de la espiral, donde se encuentran el condensador de resonancia y el circuito integrado; figura 3.5.

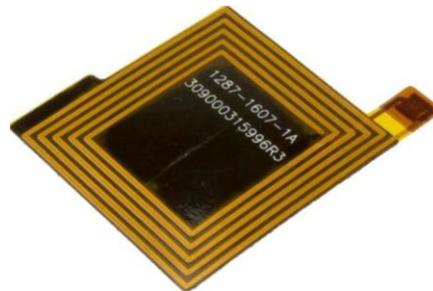


Figura 3.5: Forma de antena RFID de Smart Phone
Fuente: www.nfc.com

Las etiquetas pasivas en frecuencias ultra alta (UHF) y de microondas suelen acoplarse por radio a la antena del lector y utilizar antenas clásicas de dipolo. Sólo es necesaria una capa de metal, lo que reduce el coste. Las antenas de dipolo, no obstante, no se ajustan muy bien a las características de los circuitos integrados típicos (con alta impedancia de entrada, ligeramente capacitiva). Se pueden utilizar dipolos plegados o bucles cortos como estructuras inductivas complementarias para mejorar la alimentación. Los dipolos de media onda (16 cm a 900 MHz) son demasiado grandes para la mayoría de aplicaciones (por ejemplo las etiquetas RFID para uso en etiquetas no pueden medir más de 10 cm), por lo que hay que doblar las antenas para satisfacer las necesidades de tamaño. También pueden usarse estructuras de banda ancha. La ganancia de las antenas compactas suele ser menor que la de un dipolo (menos de 2 dB) y pueden considerarse isótropas en el plano perpendicular a su eje.

Los dipolos experimentan acoplamiento con la radiación que se polariza en sus ejes, por lo que la visibilidad de una etiqueta con una antena de dipolo simple depende de su orientación.

Las etiquetas con dos antenas ortogonales (etiquetas de doble dipolo) dependen mucho menos de ella y de la polarización de la antena del lector, pero suelen ser más grandes y caras que sus contrapartidas simples.

Pueden usarse antenas de parche (patch) para dar servicio en las cercanías de superficies metálicas, aunque es necesario un grosor de 3 a 6 mm para lograr un buen ancho de banda, además de que es necesario tener una conexión a tierra que incrementa el coste comparado con estructuras de una capa más sencillas, la figura 3.6 muestra una antena RFID.

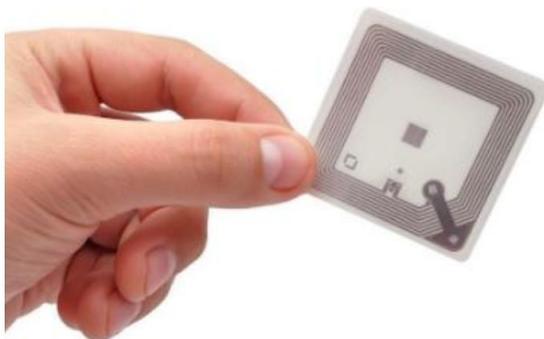


Figura 3.6: Forma antena RFID
Fuente: www.nfc.com

3.6. NFC

Near field communication (NFC, comunicación de campo cercano en español) es una tecnología de comunicación inalámbrica, de corto alcance y alta frecuencia que permite el intercambio de datos entre dispositivos. Los estándares de NFC cubren protocolos de comunicación y formatos de intercambio de datos, y están basados en ISO 14443 (RFID, radio-frequency identification) y FeliCa. Los estándares incluyen ISO/IEC 18092 y los definidos por el NFC Forum, fundado en 2004 por Nokia, Philips y Sony, y que hoy suma más de 170 miembros.

Las etiquetas NFC son pequeños dispositivos NFC pasivos que pueden contener fragmentos de información. Básicamente se trata de pequeñas espirales de metal a las que se les añaden componentes de memoria y comunicación. Su diseño completamente plano las hace ideales para presentarse en formatos como pegatinas, tarjetas de visita, llaveros e incluso pulseras. Su funcionamiento es parecido al de los códigos de barras y de los códigos QR, sin la necesidad del reconocimiento óptico del código. Así, un dispositivo NFC activo (incorporado en un teléfono inteligente, por ejemplo) actúa como lector. Al acercarlo a una etiqueta NFC, el

campo de radiofrecuencia que el lector aplica sobre la etiqueta la activa y hace que le transmita los datos que almacena en su interior. Estos datos dependerán, entre otros factores, del tipo de etiqueta NFC, ya que existen varias clases en función de su memoria, su tasa de transferencia de datos y los modos de interacción. Estos tipos fueron estandarizados por el NFC Forum, además, promueven el logotipo N Mark como distintivo de la tecnología.

3.6.1 Funcionamiento NFC

En las transmisiones de dispositivos NFC se utiliza la banda de frecuencia alojada en los 13,56 Mhz, tradicionalmente asignada a las etiquetas RFID en modo pasivo (como etiquetas de identificación de productos farmacéuticos, documentos de identidad, etc.). Esta frecuencia pertenece al conjunto de bandas de radio ISM, que son utilizadas generalmente con fines industriales, científicos y médicos (de ahí su nombre ISM, Industrial, Scientific and Medical). Para el uso de estas bandas no es necesaria una licencia, pero se debe garantizar que no se produzcan interferencias entre los dispositivos. Esto representa una ventaja para la implantación y uso de NFC, ya que el canal de transmisión es libre y no tiene un coste de uso asociado. Otros sistemas que también utilizan estas bandas de frecuencia son, por ejemplo, Bluetooth y Wi-Fi.

3.7. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Para establecer una comunicación entre un lector y un TAG, es decir entre un activo y un pasivo, el lector emite una forma de onda de radiofrecuencia, para cuando el TAG se encuentra dentro del rango de acción del lector (es decir dentro del campo magnético generado por el lector), la micro antena de este capta la señal y activa a el microchip, el cual, a través de la micro antena y mediante ondas de radiofrecuencia, transmite al lector la información almacenada en su memoria, es decir, le responde identificándose a sí mismo. El uso de la tecnología RFID es muy importante para la creación de una base de datos en Excel, con el respectivo nombre e información de la vaca que está siendo participe del sistema de ordeño mecánico y del prototipo para receptor su respectiva cantidad de litros producidos en el instante del ordeño; la figura 3.7 muestra el sistema.

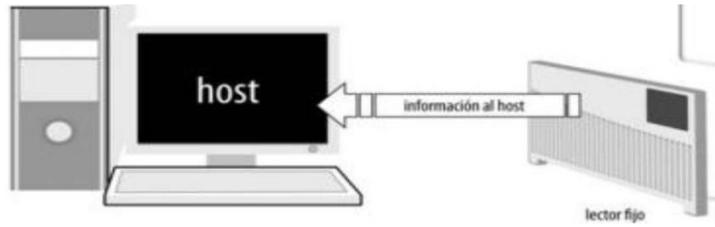


Figura 3.7: Comunicación entre TAG, lector y Host (PC)
Fuente: Torrez A. Control de Inventario, 2008

Las etiquetas pueden leerse a cierta distancia dependiendo del diseño sin tener un contacto físico con el lector. El rango de acción determina la distancia dentro del cual el lector puede comunicarse con una TAG, a esta distancia también se le suele llamar rango de lectura, como se aprecia en la figura 3.8.

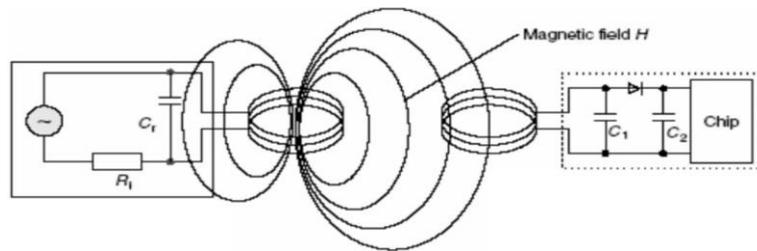


Figura 3.8: Esquema de acoplamiento inductivo lector transponder
Fuente: Torrez A. Control de Inventario, 2008

3.8. DISEÑO DE HARDWARE DEL REGISTRADOR DE LECHE

El diseño de hardware del registrador de producción de leche está enfocado en un aspecto procedimental para su posterior implementación.

3.8.1 Diseño general

Debido a que el proyecto de investigación corresponde a un sistema de control, donde se encuentran unas entradas, unos procesos a esas entradas y una salida final a este proceso, la cual será la acción del sistema para mantener o controlar una variable dentro del umbral requerido, se utilizará el esquema entrada, proceso, salida; figura 3.9. (Hernanz, 2014)



Figura 3.9: Diagrama general de un sistema de control
Fuente: (Hernanz, 2014).

En este apartado del proyecto de investigación, se describe reducidas características sobre las alternativas de entradas, proceso y salidas que están en expectativas para el diseño e implementación del registrador de leche.

Entradas del sistema de control:

Este proyecto tiene como entradas las mediciones tomadas por los sensores de flujo, además del lector RFID y la señal que proporcionan los pulsadores para el envío de datos. Las variables a medir y controlar son el flujo, el volumen de producción de leche, así como el registro RFID de cada cabeza de ganado. Es por la característica de los sensores de imitar ciertas capacidades de percepción del ser humano que se decide la utilización de estos dispositivos en la implementación del prototipo, así de esta manera se mide y registra el volumen de leche que produce una vaca, junto a los datos que proporciona el llavero RFID, para el caso: fecha, hora, nombre, número y litros de leche como lo hacen los productores de leche pero con elementos que garanticen más precisión (Hernanz, 2014).

Un sistema de control está constituido como lo menciona el autor por el conjunto de entradas y salidas, además del procesado. En el registrador de producción de leche se tiene tres variables de entrada, los mismos que son la identificación RFID, el flujo de leche y el volumen de producción, factores preponderantes en la ejecución del prototipo. El módulo Arduino es la unidad principal para el procesado de la información recibida del sensado. (Hernanz, 2014)

Como investigadores se puede acentuar el criterio de sistema de variables al registrador de producción de leche, porque el prototipo se convierte en un sistema con variables a controlar, a su vez, debido al control de variables, obtendrán variables resultantes a la salida del sistema de control, salidas con las cuales se podrá dar inicio a la activación de actuadores para el caso las luminarias rojo, amarilla y verde; además del envío al programa Excel a través del puerto serial del computador.

Entre los **periféricos** utilizados para el control de la producción de leche de cada cabeza de ganado, se encuentra detallados los siguientes componentes con sus características. Se hace una descripción de estos materiales como una inducción selectiva a los componentes reales que se emplearán en el prototipo Registrador de producción de Leche, producto de este Proyecto de Investigación, cabe recalcar que los materiales utilizados para el monitoreo de las

variables físicas están orientados a una alimentación de corriente continua y corriente alterna en la parte eléctrica del sistema; por tal razón se trabajará con los dos tipos de energía eléctrica.

1.- Lector RFID RC522

Los lectores RFID (Radio Frequency IDentification) en la actualidad están teniendo bastante acogida en los sistemas de identificación, su uso abarca desde sistemas de seguridad, acceso de personal, identificación y logística de productos, como llaves de puertas eléctricas, entre otras aplicaciones. Su principio de funcionamiento consiste en pasar un TAG, cerca de un lector RFID, el TAG tiene la capacidad de enviar información al lector. Dicha información puede ser desde un simple código o todo un paquete de información guardado en la memoria del TAG. En la figura 3.10 muestra el lector RFID.



Figura 3.10: Lector RFID-RC522
Fuente: (Sánchez, 2012)

Los TAGs viene en diferentes modelos, los más comunes son en tarjetas y en llaveros, pero también vienen como etiquetas adhesivas e incluso ya viene incrustados en algunos productos. Los TAGs tienen internamente una antena y un microchip, encargado de realizar todo el proceso de comunicación, la energía lo obtiene de la señal de radiofrecuencia, que si bien la energía en la señal es pequeña, es suficiente para hacer trabajar el microchip, esto es la razón por la que es necesario acercarlos a una pequeña distancia generalmente menor a 10 cm. Pero existen TAGs activos, que incorporan baterías, estos tiene alcance de varios metros de distancia (Sánchez, 2012). Este módulo utiliza un sistema de modulación y demodulación de 13.56MHz, frecuencia que utiliza la tecnología RFID. Además, el módulo se comunica por

SPI, por lo que se puede implementar con cualquier micro controlador con interfaz SPI, como Arduino.

La tabla 3.1 muestra la conexión entre el módulo RFID y Arduino

Tabla 3.1: Conexión módulo RFID y Arduino

Módulo RC522	Arduino Uno
SDA (SS)	10
SCK	13
MOSI	11
MISO	12
IRQ	No conectado
GND	GND
RST	9
3.3 V	3.3 V

Fuente: www.naylampmechatronics.com

La figura 3.11 muestra la conexión del lector RFID con la tarjeta electrónica Arduino.

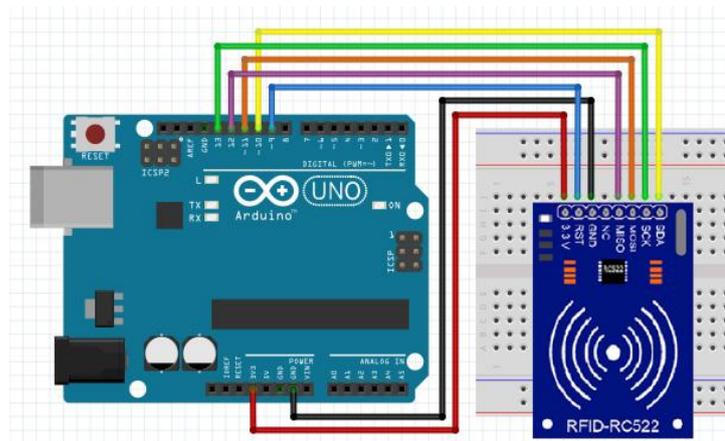


Figura 3.11: Conexión RFID-RC522 y Arduino

Fuente: www.minitronica.com

Para poder trabajar el Modulo RFID en Arduino es necesario descargar su librería correspondiente, una vez descargada, se la importa al IDE de Arduino, con esto ya se puede programar y trabajar con el lector RFID.

A continuación se muestra un sketch para leer el código de identificación de los llaveros TAGs RFID:

```
#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>
#define RST_PIN      9    //Pin 9 para el reset del RC522
#define SS_PIN10    //Pin 10 para el SS (SDA) del RC522
MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN); //Creamos el objeto para el RC522
```

```

void setup() {
  Serial.begin(9600); //Iniciamos la comunicación serial
  SPI.begin(); //Iniciamos el Bus SPI
  mfrc522.PCD_Init(); // Iniciamos el MFRC522
  Serial.println("Lectura del UID");
}

void loop() {
  // Revisamos si hay nuevas tarjetas presentes
  if ( mfrc522.PICC_IsNewCardPresent())
  {
    //Seleccionamos una tarjeta
    if ( mfrc522.PICC_ReadCardSerial())
    {
      // Enviamos serialemente su UID
      Serial.print("Card UID:");
      for (byte i = 0; i < mfrc522.uid.size; i++) {
        Serial.print(mfrc522.uid.uidByte[i] < 0x10 ? " 0" : " ");
        Serial.print(mfrc522.uid.uidByte[i], HEX);
      }
      Serial.println();
      // Terminamos la lectura de la tarjeta actual
      mfrc522.PICC_HaltA();
    }
  }
}

```

El lector RFID RC522 que propone el autor es muy efectivo en el cumplimiento de su funcionalidad, como investigadores empleamos el uso de este módulo en la tarjeta electrónica debido a su portabilidad, su precio y su operatividad en las necesidades que el registrador de producción de leche necesita, este lector dispone de estupendas prestaciones.

2.- TAG RFID

Existen diferentes TAG NFC en el mercado con capacidades de memoria desde 64bits hasta 2Kbits, tienen un código de identificación único que se requerirá para el prototipo, además al ser tarjetas o llaveros inteligentes es posible leer y escribir en los sectores de registro del dispositivo. Existen varios modelos de TAGs como botones, pegatinas, llaveros y tarjetas. Para el sistema se seleccionó dos modelos diferentes para identificar los animales bovinos. El modelo de llavero y la tarjeta para la identificación de las vacas tienen una memoria de 1Kbit; en la figura 3.12 los TAG (a) son tarjetas y los TAG (b) son llaveros.



Figura 3.12: TAG RFID (a) tarjeta y (b) llavero
Fuente: www.minitronica.com

3.- Sensor de flujo YS-201

Un sensor de flujo o caudalímetro es un instrumento para la medición de caudal o gasto volumétrico de un fluido. El caudal es la cantidad de líquido o fluido (volumen) que circula a través de una tubería por unidad de tiempo, por lo general se expresa en: litros por minutos (l/m), litros por hora (l/h), metros cúbicos por hora (m³/h), etc.). Los caudalímetros suelen colocarse directamente en la tubería que transporta el fluido. También suelen llamarse medidores/sensores de caudal, medidores de flujo o flujómetros, según lo muestra la figura 3.13. (AUTOMATIZACION, 2015)



Figura 3.13: TAG RFID (a) tarjeta y (b) llavero
Fuente: AUTOMATIZACION, 2015

El sensor de flujo de agua de 1/2" YF-S201 sirve para medir caudal de agua en tuberías de 1/2" de diámetro. También puede ser empleado con otros líquidos de baja viscosidad, como: bebidas gasificadas, bebidas alcohólicas, combustible, etc. Es un caudalímetro electrónico de tipo turbina. Compatible con sistemas digitales como Arduino, Pic, Raspberry Pi, PLCs. El sensor posee tres cables: rojo (VCC: 5VDC), negro (tierra) y amarillo (salida de pulsos del sensor de efecto Hall). Con la ayuda de este sensor se puede ingresar al mundo de la

Domótica, monitoreando el consumo de agua, o se puede hacer un dispensador de volumen automatizado con la ayuda de una válvula adicional (AUTOMATIZACION, 2015).

El funcionamiento del sensor es de la siguiente forma: el caudal de agua ingresa al sensor y hace girar una turbina, la turbina está unida a un imán que activa un sensor de efecto Hall, que a su vez emite un pulso eléctrico que puede ser leído por la entrada digital de un Arduino o PLC. El sensor de efecto Hall está aislado del agua, de manera que siempre se mantiene seco y seguro.

Como el volumen de agua por cada pulso es fijo y de un valor conocido (promedio) se puede contar la cantidad de pulsos por unidad de tiempo (segundo o minuto), luego multiplicar el valor de volumen/pulso por la cantidad de pulsos y así determinar el caudal o flujo de agua. Se recomienda utilizar interrupciones por hardware en el Arduino para detectar o contar los pulsos del sensor. Tenga en cuenta que este no es un sensor de precisión por lo que la orientación, presión del agua y otras condiciones pueden afectar la medición. Se recomienda calibrar el sensor realizando mediciones con volúmenes conocidos. Calibrado puede llegar a tener una precisión de hasta 10% (AUTOMATIZACION, 2015).

FÓRMULA: Flujo del agua en L/min = Pulsaciones del sensor (Hz) / 7.5.
(AUTOMATIZACION, 2015)

El autor propone un sensor de flujo muy utilizado en el mercado electrónico, que propone la solución de dos variables al mismo tiempo como es el caso del flujo y el volumen de leche producido por cada cabeza de ganado; el sensor que cumple con características de hermeticidad y a la vez, es un caudalímetro es el YS-201. La figura 3.14 muestra la conexión del sensor YS201 con la tarjeta electrónica Arduino.

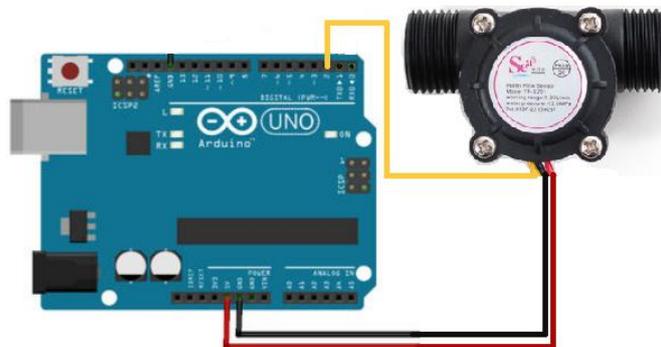


Figura 3.14: Conexión sensor YS201 y Arduino
Fuente: www.minitronica.com

Como se puede observar el cable amarillo va conectado directamente al pin 2 del Arduino, utilizamos este pin porque en el programa vamos a usar la interrupción externa. Arduino Uno solo tiene interrupciones externas en los pines 2 y 3. Se puede usar la misma conexión si se está trabajando con un Arduino Nano, Mini, Mega o Micro, puesto que todas estas placas tienen interrupción externa en el pin 2.

Para trabajar con el sensor YS201 en Arduino no es necesario descargar, ni instalar en el IDE de Arduino. A continuación se muestra un sketch para leer el dato de medición con el sensor de flujo:

```
volatile int CantPulsos; //Variable que acumula los pulsos recibidos
int LxM; //Variable que acumula el cálculo de Litros por Minuto
int pinsensor = 2; //Numero de pin donde conectamos el sensor
float FacConv = 7.5; //Factor de Conversión para calcular caudal

void rpm () { //Función que se ejecuta durante la interrupción
    CantPulsos++; //Incrementa el contador de pulsos
}

void setup() {
    pinMode(pinsensor, INPUT); //inicializa el pin digital 2 como entrada
    Serial.begin(9600); //inicializa el puerto serie
    attachInterrupt(0, rpm, RISING); //(Interrupción 0(Pin2),función rpm, Flanco de
    subida, cuando pasa de LOW a HIGH)
}

void loop () {
    CantPulsos = 0; //Pone en 0 el contador de pulsos
    Interrupts(); //Habilitamos las interrupciones, equivalente a
    sei();
    delay (1000); //Esperamos un segundo
    noInterrupts(); //Deshabilitamos las interrupciones, equivalente a
    cli();
    LxM = (CantPulsos / FacConv); //Calcula los Litros por Minuto
    Serial.print (LxM, DEC); //Imprime la cantidad de litros por minuto
    Serial.print (" L/min\r\n"); //Imprime "L/min" y salta a una nueva
    linea
}
```

La conversión de frecuencia de pulsos (Hz) a caudal (L/min) varía entre modelos y depende de factores como la presión, la densidad de líquido e incluso del mismo caudal. Para calcular el caudal se debe usar un factor de conversión y una fórmula provista por el fabricante. Este factor de conversión sólo servirá de referencia, ya que en la mayoría de los casos se debe ajustarlo realizando pruebas.

$$f \text{ (Hz)} = K * Q \text{ (L/min)} \quad (3.1)$$

Donde f es la frecuencia de pulsos, K es el factor de conversión y Q es el caudal en litros por minuto. Despejando Q en la ecuación obtenemos que $Q = f/K$

Factores de conversión para cada sensor de flujo según el fabricante:

- Sensor de ½": 7,5
- Sensor de ¾": 5,5
- Sensor de 1": 4,8

Los procesos del sistema de control:

En la parte de procesos se tratará la parte del controlador, este se encarga de recibir las señales de los sensores y con base en su lógica y/o programación emitirá una señal de respuesta hacia los actuadores para reaccionar ante los cambios en las variables medidas. (Servers, 2014). En este apartado del proyecto de investigación se describirá la tarjeta electrónica Arduino como las mejores alternativas para el control de procesos debido a su bajo coste, fiabilidad y portabilidad; entre otras características como: alta velocidad, excelente rendimiento, ergonomía, fácil programación y aprendizaje, además de ocupar poco espacio.

1.- Arduino Uno

El sistema embebido Arduino, este dispositivo tiene muchas variedades en cuanto a su hardware, para esta ocasión se usará el Arduino Uno el cual es muy similar a la Raspberry Pi, por la facilidad que ofrecen al tener las entradas y salidas integradas al procesador y la fuente, permitiendo que el trabajo sea dedicado al código y no a la interconexión. (Herredor, 2009)

En cuanto a Arduino se tiene la opción de programar con lenguaje C y no se requiere instalar un sistema operativo para ponerlo a funcionar, lo cual lo hace más eficiente. También se observa la ventaja de su bajo consumo de energía con respecto al PLC, su tamaño y el beneficio de tener unas entradas o salidas con PWM (Modulación por ancho de pulso). La figura 3.15 muestra una imagen del Arduino Uno (Herredor, 2009).



Figura 3.15: Arduino UNO
Fuente: (Herredor, 2009)

Para el registrado de la producción de leche se utilizará el Arduino Uno con el cuál se adquirirán las variables RFID y flujo por medio del sensor, controlarlas dentro de la programación y poder reflejar los resultados en una LCD, el sistema operará con un voltaje eléctrico de 110 V a 60 Hz para el sistema de luminarias y de 5 V DC de corriente continua para los componentes del sistema de control, así como para la tarjeta Arduino Uno.

Arduino se basa en una plataforma denominada open hardware que reúne en una pequeña placa de circuito impreso (PCB) los componentes necesarios para conectar con el mundo exterior y hacer funcionar un micro controlador Atmega. Actualmente hay varios modelos de sistemas Arduino que van cambiando de micro controlador, siendo los primeros el Atmega8 y el Atmega168. Al ser Open-Hardware, tanto su diseño como su distribución son libres. Es decir, puede utilizarse sin inconvenientes para desarrollar cualquier tipo de proyecto sin tener que adquirir ningún tipo de licencia.

Arduino también puede funcionar como un controlador lógico programable, conectándole las interfaces adecuadas para las entradas y salidas (E/S). Arduino es una especie de controlador programable universal, aunque sólo es el “núcleo” y, en cualquier caso, se ha construido para aplicaciones generales; con un poco de hardware externo (esencialmente las interfaces capaces de transferir las señales de los sensores hacia los actuadores, reduciendo la interferencia electromagnética que puede dañar el micro controlador) y un software adecuado puede, sin embargo, convertirse en algo muy similar a un PLC.

Las salidas del sistema de control:

Debido a que el prototipo de automatización se realizará sobre un prototipo registrador de la producción de leche, individualizada para cada vaca, se planean las siguientes de salidas con base en la idea planteada (Torrente, 2013). Otros de los periféricos de proceso selectivo para la implantación el Registrador de la producción de leche son las luminarias, estas luminarias deben ser de corriente alterna, tipo LED y funcionales a 110V a 60 Hz.

1.- Lámparas LED de 110V – 60Hz

La norma UNE-EN 60588-1, adoptada de la Norma Internacional CIE 598-1, recoge los requisitos generales y particulares de las luminarias. Define luminaria como: aparato de alumbrado que reparte, filtra o transforma la luz emitida por una que comprende todos los dispositivos necesarios para el soporte y la fijación con los medios de conexión con la red de alimentación, las lámparas usadas se muestran en la figura 3.16. (Torrente, 2013)



Figura 3.16: Lámparas de colores de 110V LED
Fuente: <http2.mlstatic.com>

2.- Módulo Relé de Arduino

El relé (en francés, relais, “relevo”) o relevador es un dispositivo electromagnético. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes. Fue inventado por Joseph Henry en 1835. La bobina puede ser controlada desde los 5 voltios hasta 120 voltios en los relés industriales. Estos dispositivos son muy útiles ya que permiten controlar altos voltajes en sus contactos (de 12V a 220V), utilizando 5 voltios en la bobina; en el caso del proyecto de investigación las

luminarias de color rojo, amarillo y verde necesitan del módulo relé para su activación estos trabajan con (Arduino) y su alimentación de 5V DC, por lo que se necesitará alimentación de corriente continua y alterna. La figura 3.17 muestra una imagen del módulo relé para Arduino, de un canal. (Herredor, 2009)



Figura 3.17: Módulo relé para Arduino
Fuente: (Herredor, 2009)

La especificación de uno de los relés utilizados, serán:

- Voltaje de control: 5 V
- Voltaje de potencia: 110 V
- Corriente de potencia: 10 A.

Al utilizar la tarjeta concentradora Arduino Uno, es lógico emplear un módulo relé para el control de los actuadores como son: la iluminación en los colores rojo, amarillo y verde, cuyo voltaje de operación es de 110 V de corriente alterna. El módulo relé interactúa con las luminarias, a través de los pines 6, 7, y 8 del Arduino MEGA 2560.

4. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En el presente proyecto se desarrolló una investigación de carácter descriptivo, la cual se llevó a cabo en la Finca “San Luis”, donde se realizó la documentación necesaria. De acuerdo a la metodología, por tratarse de la práctica de estudio en el proceso de automatización del registro de la producción de leche, se ejecutó el respectivo análisis donde se encontraron las pertinentes deficiencias existentes en la finca.

4.1. METODOLOGÍA DE LA BIBLIOGRAFÍA

Bibliográfico.- Este método se refiere a la recolección de la información necesaria para el desarrollo de la investigación, con la cual se analizó la tecnología RFID, el control y calibración del sensor de flujo YS201, también el control de las entradas y salidas de la tarjeta electrónica Arduino, además permite sustentar teóricamente el trabajo investigativo garantizando la autenticidad del estudio.

De Campo.- Se utilizará la investigación de campo en el proceso de recolección de datos directamente de las personas que trabajan en la Finca “San Luis”, y del funcionamiento del sistema de ordeño mecánico, además de la inscripción e identificación de cada ganado vacuna, y principalmente la producción de leche. El levantamiento de la información a través de la inspección visual fue útil en el desarrollo de la propuesta tecnológica, como investigadores se aporta que la investigación de campo ayuda al análisis o diagnóstico actual del problema participe en el estudio, el deficiente registro de control y monitoreo para la producción de leche.

La investigación esta direccionada a levantar información in situ y out situ, sobre la metodología de registro cuantitativo de la producción de leche en la Finca “San Luis”, y como esto afecta en la rentabilidad de la finca y el aspecto financiero del propietario y sus respectivos colaboradores, con el método de campo hay que investigar en el lugar donde suceden los hechos y con los involucrados directos de la Finca “San Luis”.

Método inductivo.- El método inductivo será utilizado para determinar el registro de control y monitoreo dentro del proceso de producción de leche en el cual existe dificultades o pérdidas de producto para inducir a la Finca “San Luis” en el uso de la tecnología open hardware y control de procesos con carácter de calidad técnica.

Método deductivo.- El método deductivo permitirá la identificación de los procesos de registro de la producción de leche, y sus característica para ser automatizado, además los inconvenientes que los trabajadores requieren para presentar un reporte organizado de esta actividad deduciendo las causas y efectos de las deficientes métricas de volumen de producción láctea.

4.2. TÉCNICAS

Observación.- La técnica de la observación es una práctica que permite identificar el problema sobre la falta de un registro de la producción láctea eficiente al volumen de leche que cada cabeza de ganado produce en la finca “San Luis”.

Entrevista.- La entrevista es un técnica que ayuda a la recolección de información directamente desde la fuente, para el caso del proyecto investigativo se aplicará a la propietario de la Finca “San Luis”.

Programación.- La programación es un técnica que ayuda a la recolección de información mediante la unión de elementos electrónicos mediante condiciones de sentencias lógicas se puede diseñar un algoritmo para las necesidades requeridas, que cumplan la función específica y variable que se desea saber.

4.3. INSTRUMENTOS

Barómetro.- Es un instrumento que mide la presión al vacío, con este elemento se pudo saber la presión al vacío que el flujómetro necesitaría soportar. El barómetro existente en la finca da una lectura de 0.5 bares.

Multímetro.- Es un instrumento sirvió para medir directamente magnitudes eléctricas activas, de esta manera se pudo comprobar el voltaje, corriente y continuidad que se necesitaba al momento de armar la parte física del prototipo.

Flexómetro.- Con este instrumento de medición se determina la distancia entre módulos existente para el dimensionamiento del cable que se utilizó.

Arduino IDE.- El software ARDUINO IDE, sirve para codificar el firmware del microprocesador dentro de la tarjeta Arduino MEGA 2560, más información tabla 4.4.

4.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

DISEÑO EXPERIMENTAL DEL OBJETIVO 1:

Levantar información mediante una inspección visual para conocer la situación actual de la producción lechera de la Finca “San Luis”, en el periodo octubre 2018 – febrero 2019

a.- Reconocer el proceso de ordeño a través del sistema mecánico.

La tabla 4.1 muestra la situación actual del registro de la producción de leche, el cual se lo realiza de forma manual, por medio de un recipiente de doce litros y un tanque de 100 litros. No existe un registro fehaciente de cuanto produce cada cabeza de ganado, el dato recopilado es un aproximado al volumen lácteo de los succionadores de leche.

Tabla 4.1: Matriz de producción de leche y ganado vacuno

Identificación de la vaca	Litros de leche	Identificación de la vaca	Litros de leche	Identificación de la vaca	Litros de leche
FSL 001	10 L	FSL 012	10 L	FSL 023	15 L
FSL 002	10 L	FSL 013	10 L	FSL 024	10 L
FSL 003	10 L	FSL 014	10 L	FSL 025	15 L
FSL 004	10 L	FSL 015	10 L	FSL 026	10 L
FSL 005	10 L	FSL 016	10 L	FSL 027	15 L
FSL 006	10 L	FSL 017	10 L	FSL 028	10 L
FSL 007	10 L	FSL 018	10 L	FSL 029	15 L
FSL 008	10 L	FSL 019	10 L	FSL 030	10 L
FSL 009	10 L	FSL 020	10 L	FSL 031	15 L
FSL 010	10 L	FSL 021	10 L	FSL 032	10 L
FSL 011	10 L	FSL 022	10 L	-----	-----
TOTAL DE PRODUCCIÓN DE LECHE					345

Fuente: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

La producción de leche en la Finca “San Luis”, está cuantificada de forma manual, se divide la producción total diaria para el número de cabezas de ganado existentes y se les asigna unos litros adicionales a las vacas de mayor producción.

b.- Identificar las variables intervinientes en el sistema de control

Para el diseño del sistema de control y monitoreo de la producción de leche, es importante conocer las entradas, salidas y procesamiento que el sistema tiene que controlar. A continuación la figura 4.1 muestra el diagrama de control del sistema de producción de leche.

La imagen representa las variables que el sistema de control tiene que procesar, para el caso, el proceso inicia con el reconocimiento del ganado vacuno a través de la identificación RFID y el llavero TAG incrustado en el arete del animal, la información que tiene el TAG permite asignarle el número de vaca, la fecha, la hora y los litros de producción de leche que cada animal refleja en la succión del ordeño mecánico.

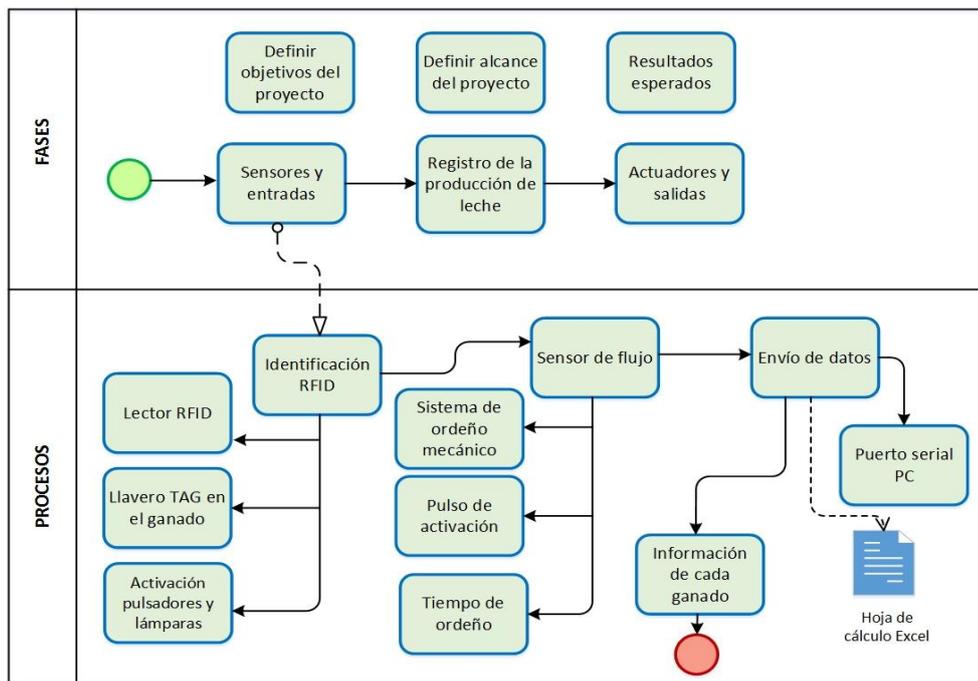


Figura 4.1: Diagrama de control del sistema
Fuente: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

c.- Elaborar un flujograma para la automatización del registro de control y monitoreo de la producción de leche

Una vez reconocidas las entradas, las salidas y el procesamiento de las variables que el sistema de control tiene que realizar, es imperante bosquejar un diagrama de bloques y de flujo sobre la estructura del registrador de producción de leche. La figura 4.2 muestra un diagrama de la estructura del sistema de control.

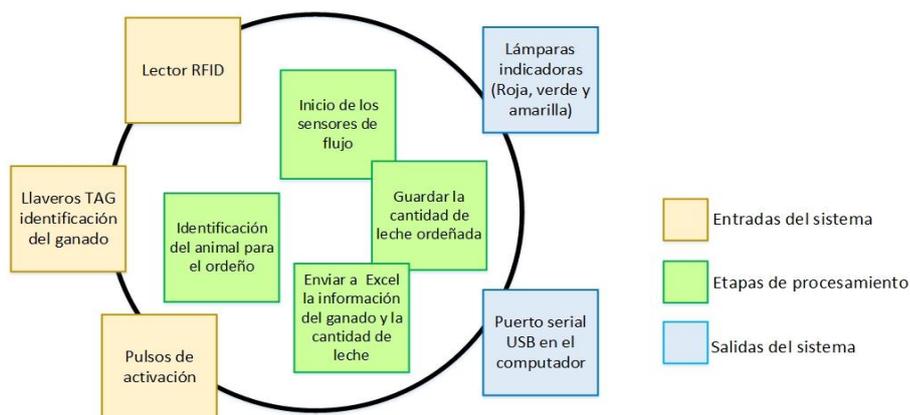


Figura 4.2: Diagrama de la estructura del sistema de control
Fuente: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

La figura 4.3 muestra el diagrama de flujo del sistema de control y monitoreo de la producción de leche con tecnología RFID.

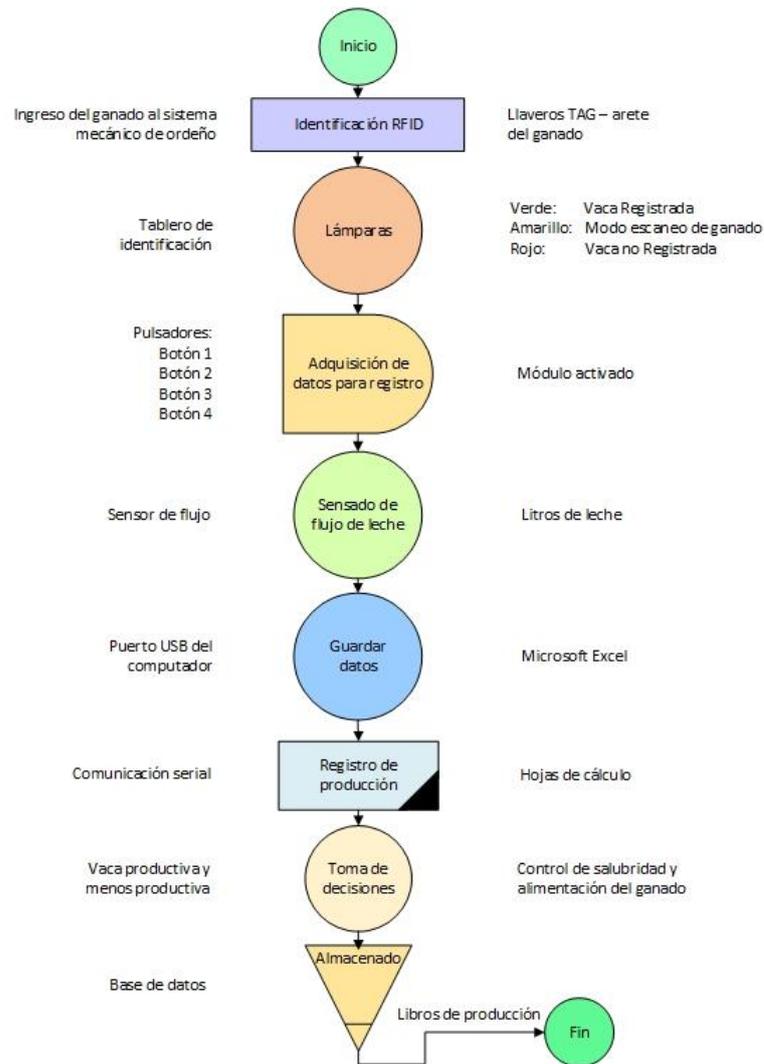


Figura 4.3: Diagrama de flujo del sistema de control
Fuente: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

El diagrama de flujo del sistema de control, permite determinar los requisitos que el sistema debe tener en su funcionalidad para poder actuar en base a la producción de leche y la identificación de cada cabeza de ganado con su respectiva información, proporcionada por el llavero TAG RFID.

DISEÑO EXPERIMENTAL DEL OBJETIVO 2:

Seleccionar los componentes necesarios para la implementación de un prototipo de sistema de registro de control y monitoreo de la producción de leche.

a.- Seleccionar la plataforma tecnológica para el control y monitoreo de la producción de leche.

Una vez determinadas las condiciones de la Finca “San Luis” en cuanto a su registro de producción de leche, y en base a la necesidad de automatizar este proceso; además reconocidas las entradas, salidas y etapas de procesamiento del sistema de control, es imperante determinar la tecnología para optimar el bajo costo y la eficiencia del sistema. La tabla 4.2 muestra un cuadro característico con las tarjetas electrónicas Open Hardware de bajo costo y alta fiabilidad en la automatización de procesos de control.

Como se puede apreciar en la matriz de selección de la tecnología de la tarjeta electrónica, el módulo Arduino MEGA 2560, debido a su ergonomía, bajo costo, altas prestaciones en entradas y salidas, compatible con la modularidad Arduino, alta velocidad de procesamiento, memoria EPROM, tamaño reducido, comunicación USB serial, etc.

b.- Seleccionar el hardware necesario para implementar el sistema de registro de control y monitoreo de producción de leche

Una vez seleccionada la tarjeta de control electrónica para realizar el procesamiento de la información, es imperante seleccionar hardware compatible con la funcionalidad de Arduino MEGA 2560 para el trabajo de actuadores y sensado, y que permitan cumplir con los requerimientos del sistema, entre los principales componentes compatibles con este módulo Open Hardware se encuentran los mostrados en la tabla 4.3. Es importante que los componentes de hardware sean compatibles a la plataforma Arduino MEGA 2560 para que tenga eficientes resultados, tanto en los algoritmos de programación como en las pruebas de ejecución con el lector RFID y el sensor de flujo, así como el envío de datos.

Los componentes compatibles con la plataforma Arduino mostrados en la tabla han sido seleccionados debido a su bajo costo y su compatibilidad con el Arduino MEGA 2560, en este sentido la figura 4.4 muestra la arquitectura del sistema de control y monitoreo de la producción de leche en la Finca “San Luis”.

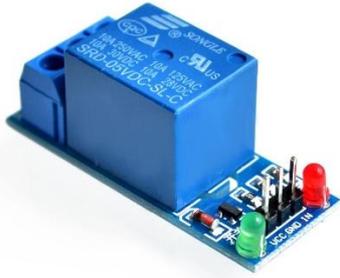
Tabla 4.2: Matriz de plataformas tecnológicas

Característica	Arduino MEGA	Raspberry PI	BeagleBone Black	Imagen de la plataforma
Procesador	ATMega 2560	ARM 11	AM335x	 <p>Arduino MEGA 2560</p>
Velocidad	16 MHz	700 MHz	1 GHz	
RAM	8 KB	512 MB	512 MB	
EEPROM	4 KB	86 KB	86 KB	 <p>Raspberry PI</p>
Audio	n/a	HDMI, Analógico	HDMI	
Video	n/a	HDMI, Analógico	Mini-HDMI	 <p>BeagleBone Black</p>
Ethernet	n/a	10/100	10/100	
I/O	54 GPIO, 15 PWM	8 GPIO	69 GPIO, LCD, GPMC, MMC1, MMC2, 4 temporizadores, 4 puertos serial	
Tamaño	2,95" x 2.1"	3.37" x 2.125"	3.4" x 2.1"	
Sistema operativo	n/a	Linux	Android, Linux, Windows, Cloud9	
Entorno	Arduino IDE	Linux, IDLE, Open-Embedded, QEMU, Scratchbox, Eclipse.	Python, Scratch, Linux, Eclipse, Android SDK	
Costo	25,00 USD	120 USD	190 USD	

Fuente: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

Tabla 4.3: Hardware necesario para el sistema de control

Componente Arduino - Compatible	Nombre	Características	Imagen del hardware
Sensor RFID	RC522	<p>Corriente de operación: 13-26mA a 3.3V. Isb de stand by: 10-13mA a 3.3V. Ism de sleep-mode: <80uA. Im máxima: 30mA. Frecuencia de operación: 13.56 MHz. Distancia de lectura: 0 a 10 cm. Protocolo de comunicación: SPI</p>	
Llaveros TAG's	MIRAFE 1K	<p>Protocolo EM4100 Frecuencia: 125 KHz Dimensiones: 43.7×30.5×5.3mm Frecuencia: 125khz Detección: 0 a 10cm Preprogramados con un único número de identificación escrito en el llavero Fabricado en plástico ABS de alta resistencia</p>	
Sensor de Flujo	YF-S201	<p>Tipo de sensor: Hall effect Voltaje: 5 a 18 V DC Max consumo de corriente: 15 mA a 5 V Tipo de salida: 5V TTL Trabajo Caudal: de 1 a 30 litros / minuto Temperatura: -25 a 80 °C Humedad de trabajo Rango: 35% -80% de humedad relativa Precisión: ± 10% Modo de detección: Vertical Presión máxima: 2,0 MPa Velocidad de flujo: Frecuencia (Hz) = 7,5 * Caudal (L / min) Pulsos por litro: 450 Durabilidad: un mínimo de 300.000 ciclos</p>	
Módulo de comunicación LCD	I2C	<p>Basado en el expansor I/O PCF8574. Solamente 4 líneas en total (incluyendo alimentación). Soporta múltiples dispositivos en el mismo bus I2C. Compatible con pantalla LCD 16×2 o 20×4. Utiliza el protocolo I2C, por lo que puede compartir el bus con otros dispositivos. Control de la iluminación del display por software y hardware (jumper)</p>	

<p>Display Monocromático</p>	<p>LCD 16x2</p>	<p>16 caracteres x 2 líneas Caracteres de 5x8 puntos Tamaño: 5.23 x 3 mm Puede mostrar letras, números, caracteres especiales, y hasta 8 caracteres creados Backlight de LED color azul Posee controlador KS0066U o equivalente on-board (compatible Hitachi HD44780) Voltaje de alimentación: 5 V</p>	
<p>Módulo relé de un canal</p>	<p>RELÉ</p>	<p>El Relé de 5V requiere una corriente de 20mA. Activación mediante señal de 5V que puede controlar directamente. Tolerancia: 250v AC / 30v DC 10A Se puede utilizar con Arduino Special Sensor Shield v.4 Válido para micro controlador Arduino 2560 Usa 5V señal de entrada Corriente capaz de soportar el relé: AC250V 10A.</p>	
<p>Pulsador</p>	<p>Pulsador DC semi-industrial</p>	<p>Grado del contacto: 125 V 10 A, 30 V DC, 4 A/12 V DC Resistencia de contacto: 1000 MΩ en 500 V DC Fuerza dieléctrica: 150 V, 60 Hz para la duración de 1 minuto Temperatura de funcionamiento: -15° a +30° C Vida mecánica: 30000 operaciones mínimas</p>	
<p>Lámparas LED</p>	<p>LED Light</p>	<p>Voltaje de operación 110 V AC. Ofrecen hasta un 85% de ahorro energético Fluorescencia compacta (bajo consumo) Las lámparas LED trabajan a muy baja tensión El encendido es instantáneo. Múltiples colores. Minimizan los riesgos de electrocución.</p>	
<p>FSL 006</p>	<p>10 L</p>	<p>Cable UTP categoría 5e (cable par trenzado con blindaje) bajo Especificaciones de rendimiento TIA/EIA 568 B. Conductores de cobre electrolítico 24 AWG (0,51 mm) con aislaciones en polietileno MDPE. Colores de cubierta externa: Gris - Azul. Impedancia característica: 100±15 Ohm (1-100 MHz) Temperatura de servicio: Instalación fija: -20°C a +60°C Rigidez dieléctrica: 1.0 kV DC o 0.7 kV AC durante 1 min</p>	

Conector	RJ45	<p>Conectores RJ-45 hembra diseñados en conformidad con la norma ANSI/TIA 568-C.2 para la categoría 5e. Posee ocho "pines" o conexiones eléctricas, que normalmente se usan como extremos de cables de par trenzado.</p> <p>Es utilizada comúnmente con estándares como TIA/EIA-568-B, que define la disposición de los pines o wiring pinout.</p> <p>Valor máximo de transferencia: 10 / 100 Mbps</p> <p>Estándar de red: 100BASE-TX (IEEE 802.3u)</p>	
----------	------	---	---

Fuente: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

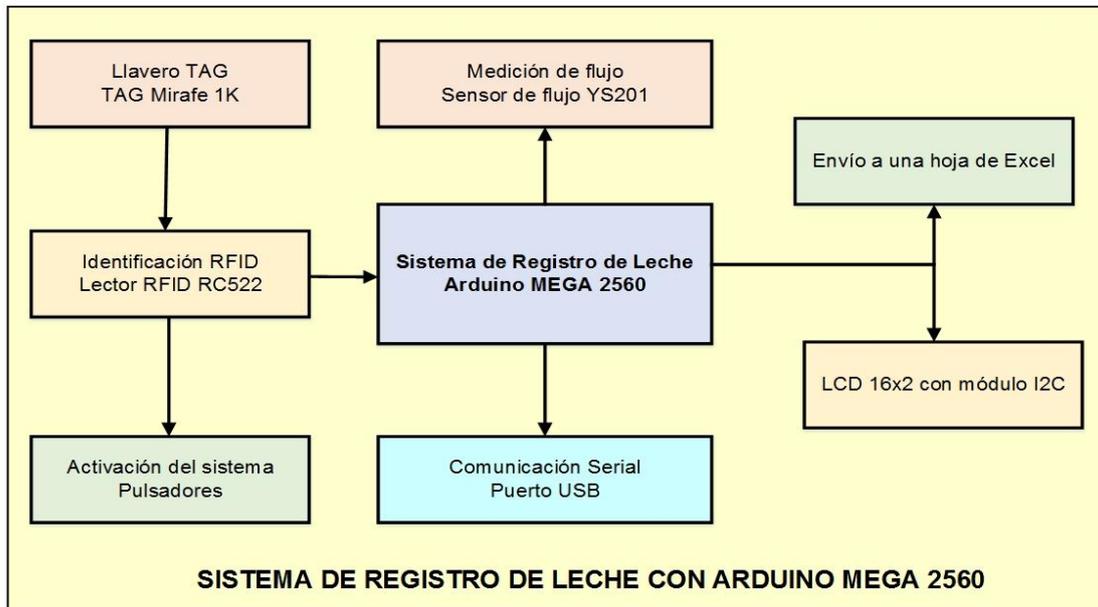


Figura 4.4: Arquitectura del sistema de control

Fuente: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

En base a la arquitectura del sistema de control, se puede realizar el diagrama de conexión, como se muestra en la figura 4.5, el cual da la apertura para el diseño del uso del software IDE de Arduino y la codificación del firmware del sistema de registro de leche. El diagrama consta de todos los elementos utilizados en la implementación del sistema.

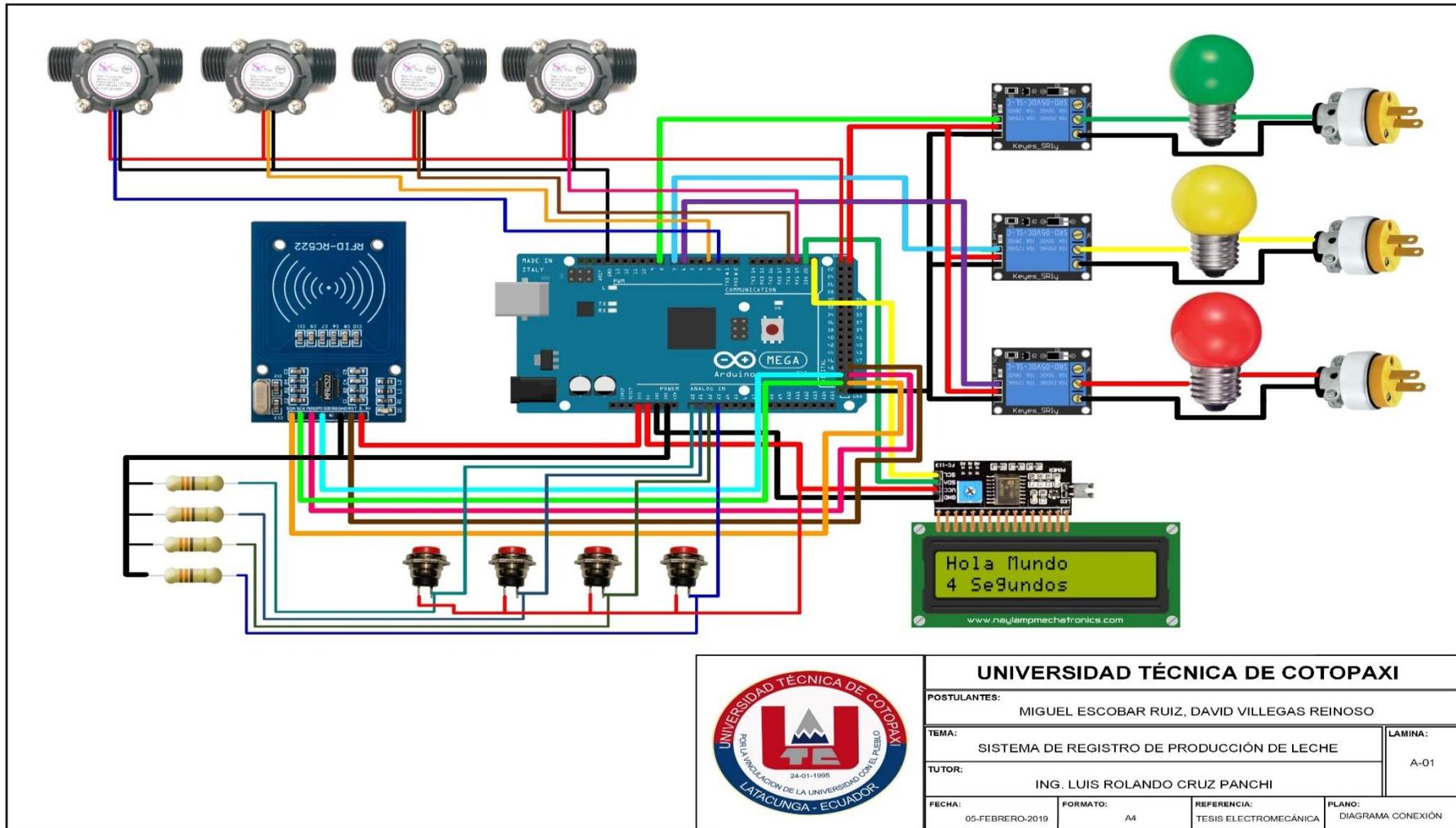


Figura 4.5: Diagrama de conexión del sistema de control
Fuente: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

				UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI			
				POSTULANTES: MIGUEL ESCOBAR RUIZ, DAVID VILLEGAS REINOSO			
TEMA:				SISTEMA DE REGISTRO DE PRODUCCIÓN DE LECHE		LAMINA:	
TUTOR:				ING. LUIS ROLANDO CRUZ PANCHI		A-01	
FECHA:		FORMATO:		REFERENCIA:		PLANO:	
05-FEBRERO-2019		A4		TESIS ELECTROMECÁNICA		DIAGRAMA CONEXIÓN	

c.- Analizar el software y firmware útil para implementar el sistema de registro de control y monitoreo de producción de leche.

La figura 4.6 muestra el software ARDUINO IDE, el cual sirve para codificar el firmware del microprocesador dentro de la tarjeta Arduino MEGA 2560.

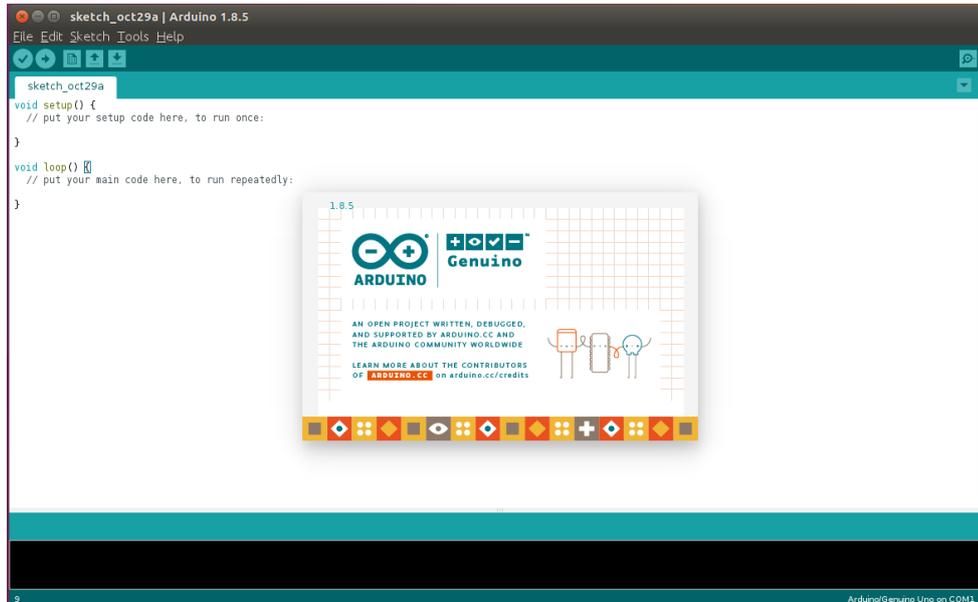


Figura 4.6: Arduino IDE
Fuente: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

Una vez reconocidas las conexiones del sistema de registro y monitoreo de la producción de leche, es necesario reconocer la programación para operatividad del Módulo Arduino MEGA 2560, en conjunto a las librerías y algoritmos necesarios para la operatividad del sistema prototipo. La tabla 4.4 muestra las librerías a utilizar y parte de los algoritmos dentro del ambiente Arduino.

Como se puede apreciar en la tabla anterior las librerías y la declaración de las variables son indispensables para el desarrollo del prototipo, sin estas la depuración del programa y por ende su grabación dentro del microprocesador del Arduino MEGA 25560, no será posible, cada código puede ser programado dentro de una función, para mejorar la velocidad de procesamiento y solo llamarla cuando sea necesario, la programación dentro de Arduino IDE debe ser en este orden: librerías, variables, entradas, procesamiento y salidas para mejores resultados. Para mayor detalle de la programación y el circuito electrónico, se puede revisar el **Anexo B**

Tabla 4.4: Algoritmos de programación

Componente	Librerías y variables	Código
Lector RFID	<pre>#include <SPI.h> #include <MFRC522.h> #define SS_PIN 53 #define RST_PIN 49 MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN); int total=32; String autorizados = "a41edc3, e20bdbc3,...";</pre>	<pre>LECTOR RFID void setup() { SPI.begin(); mfrc522.PCD_Init(); } void loop(){ tarjeta_rfid(); } void tarjeta_rfid() { //reconociendo tarjeta UID UID=""; if (! mfrc522.PICC_IsNewCardPresent()) { return; } if (! mfrc522.PICC_ReadCardSerial()) return; for (byte i = 0; i < mfrc522.uid.size; i++) { dosbytes = String(mfrc522.uid.uidByte[i],HEX); if (dosbytes.length() == 1){dosbytes = "0" + dosbytes; }; UID = UID + dosbytes; }</pre>
Sensor de Flujo YS201	<pre>#include <Wire.h> #include <SPI.h> const int sensor = 19; // Pin digital int litros_Hora; volatile int pulsos = 0; unsigned long tiempoAnterior = 0; // unsigned long pulsos_Acumulados = 0; // Variable que almacena los de pulsos float litros = 0; // // Variable que almacena el número de litros</pre>	<pre>void flujometro() { if (millis() - tiempoAnterior > 1000) { tiempoAnterior = millis(); pulsos += pulsos; // litros_Hora = (pulsos * 60 / 7.5); // Q = frecuencia * 60/ 7.5 (L/Hora) //if ((litros_Hora>=1)&&(litros_Hora<=450)){ litros = pulsos_Acumulados * 1.0 / 450; // Cada 450 pulsos son un litro //litros =(litros*100)/247,5; litros=litros-2,13; litrosES1=litros; //envio a Excel pulsos = 0; // LCD_FLUJOMETRO();} MÓDULOS RELÉ SPI.begin(); // Init SPI bus mfrc522.PCD_Init(); pinMode(redLed, OUTPUT); //Salida LED ROJO pinMode(yellowLed, OUTPUT); //Salida LED AMARILLO pinMode(greenLed, OUTPUT); //Salida LED VERDE delay (200); } void loop(){ digitalWrite(greenLed,LOW); digitalWrite(yellowLed,LOW); digitalWrite(redLed,LOW); }</pre>
Módulo Relé	<pre>constexpr uint8_t greenLed = 8; constexpr uint8_t redLed = 6; constexpr uint8_t yellowLed = 7; //activacion de los LEDS para RFID pinMode(redLed, OUTPUT); pinMode(yellowLed, OUTPUT); LED AMARILLO pinMode(greenLed, OUTPUT); delay (200);</pre>	<pre>SENSOR DE FLUJO void flujometro() { if (millis() - tiempoAnterior > 1000) { tiempoAnterior = millis(); pulsos += pulsos; // litros_Hora = (pulsos * 60 / 7.5); // Q = frecuencia * 60/ 7.5 (L/Hora) //if ((litros_Hora>=1)&&(litros_Hora<=450)){ litros = pulsos_Acumulados * 1.0 / 450; // Cada 450 pulsos son un litro //litros =(litros*100)/247,5; litros=litros-2,13; litrosES1=litros; //envio a Excel pulsos = 0; // LCD_FLUJOMETRO();} MÓDULOS RELÉ SPI.begin(); // Init SPI bus mfrc522.PCD_Init(); pinMode(redLed, OUTPUT); //Salida LED ROJO pinMode(yellowLed, OUTPUT); //Salida LED AMARILLO pinMode(greenLed, OUTPUT); //Salida LED VERDE delay (200); } void loop(){ digitalWrite(greenLed,LOW); digitalWrite(yellowLed,LOW); digitalWrite(redLed,LOW); }</pre>
Pulsadores	<pre>//VARIABLES PULSADORES #define pulsadorA A0 #define pulsadorB A1 #define pulsadorC A2 #define pulsadorD A3 int valorA, valorB, valorC, valorD; char A, B, C, D;</pre>	<pre>PULSADORES void setup() { //PROGRAMA PULSADORES pinMode(pulsadorA,INPUT); pinMode(pulsadorB,INPUT); pinMode(pulsadorC,INPUT); pinMode(pulsadorD,INPUT); } void loop(){ valorA=digitalRead(pulsadorA); valorB=digitalRead(pulsadorB); valorC=digitalRead(pulsadorC); valorD=digitalRead(pulsadorD); tarjeta_rfid();</pre>
Envío a Excel	<pre>//Envío de datos a Excel String Name;//nombre de usuario String Number;//numero de usuario float litrosES1; // // Variable que almacena el número de litros acumulados Sensor 1 float litrosES2; // // Variable que almacena el número de litros acumulados Sensor 2 float litrosES3; // // Variable que almacena el número de litros acumulados Sensor 2</pre>	<pre>void setup() { //PROGRAMA PULSADORES pinMode(pulsadorA,INPUT); pinMode(pulsadorB,INPUT); pinMode(pulsadorC,INPUT); pinMode(pulsadorD,INPUT); } void loop(){ valorA=digitalRead(pulsadorA); valorB=digitalRead(pulsadorB); valorC=digitalRead(pulsadorC); valorD=digitalRead(pulsadorD); tarjeta_rfid();</pre>

	float litrosES4; /// Variable que almacena el número de litros acumulados Sensor 2 String Modulo;	delay(20); } ENVIO EXCEL void setup() { Serial.begin(9600); //Creacion del archivo en Excel Serial.println ("CLEARDATA"); Serial.println ("LABEL, Fecha, Hora, Nombre, Numero, Litros Leche, Modulo"); }
--	--	---

Fuente: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

DISEÑO EXPERIMENTAL DEL OBJETIVO 3:

Diseñar un prototipo de hardware, software que permita el registro de producción de leche, de bajo costo, para la Finca “San Luis”.

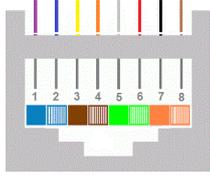
a.- Construir un prototipo de sistema automatizado de registro de control y monitoreo de producción de leche.

Una vez diseño el prototipo se realizó su respectiva implementación dentro del espacio de trabajo, es decir en la Finca “San Luis” con las respectiva instalación eléctrica y de cableado de datos.

CONEXIÓN DE LOS SENSORES

La tabla 4.5 muestra la conexión de los sensores con el cable UTP y el conector RJ45.

Tabla 4.5: Conexión sensores con el cable UTP conector RJ45

CABLE UTP CAT 5E		CONEXIÓN	CABLE CONECTOR RJ45		VISTA CAT6
1	Azul (A)	Sensor 1 (DATO)	1	Morado	
2	Blanco-azul (BA)	Fuente de 5V DC (+)	2	Azul	
3	Café (C)	Sensor 2 (DATO)	3	Amarillo	
4	Blanco-café (BC)	Fuente de GND (-)	4	Naranja	
5	Verde (V)	Sensor 3 (DATO)	5	Blanco	
6	Blanco-verde (BV)	Fuente de 5V DC (+)	6	Rojo	
7	Naranja (N)	Sensor 4 (DATO)	7	Negro	
8	Blanco-naranja (BN)	Fuente de GND (-)	8	Café	

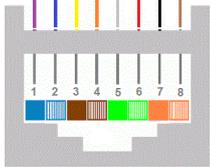
Fuente: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

Una vez, establecida la topología para la conexión en el cable UTP categoría 5e con blindaje, todos los componentes fueron ensamblados en una estructura de portabilidad para su fácil mantenimiento y para su fácil instalación.

CONEXIÓN DE LOS RELÉS

La tabla 4.6 muestra la conexión de los módulos relé para la activación de las lámparas color rojo, amarillo y verde.

Tabla 4.6: Conexión de los módulos relés

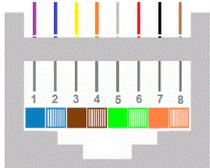
CABLE UTP CAT 5E		CONEXIÓN	CABLE CONECTOR RJ45		VISTA CAT6
1	Azul (A)	Lámpara verde (+)	1	Morado	
2	Blanco-azul (BA)	Lámpara verde (-)	2	Azul	
3	Café (C)	Lámpara amarilla (+)	3	Amarillo	
4	Blanco-café (BC)	Lámpara amarilla/roja (-)	4	Naranja	
5	Verde (V)	Lámpara roja (+)	5	Blanco	
6	Blanco-verde (BV)	Lámpara roja (DATO)	6	Rojo	
7	Naranja (N)	Lámpara verde (DATO)	7	Negro	
8	Blanco-naranja (BN)	Lámpara amarilla (DATO)	8	Café	

Fuente: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

CONEXIÓN DEL LECTOR RFID

La tabla 4.7 muestra la conexión del lector RFID con el conector RJ45 y la tarjeta Arduino MEGA.

Tabla 4.7: Conexión lector RFID

CABLE UTP CAT 5E		ARDUINO UNO/MEGA	CABLE CONECTOR RJ45		VISTA CAT6
1	Azul (A)	3.3 V	1	Morado	
2	Blanco-azul (BA)	Pin 9/Pin 49	2	Azul	
3	Café (C)	GND	3	Amarillo	
4	Blanco-café (BC)	No Conectar	4	Naranja	
5	Verde (V)	ICSP1/Pin 50	5	Blanco	
6	Blanco-verde (BV)	ICSP4/Pin 51	6	Rojo	
7	Naranja (N)	ICSP3/Pin 52	7	Negro	
8	Blanco-naranja (BN)	Pin 10/Pin 53	8	Café	

Fuente: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

CONEXIÓN DE LOS PULSADORES DE CONTROL

La tabla 4.8 muestra la conexión de los pulsadores de control con los respectivos pines de Arduino MEGA. La configuración y conexión de la caja de relés, así como el módulo de lectura RFID permiten el funcionamiento de los pulsadores.

Tabla 4.8: Pulsadores de control

PULSADORES		ARDUINO UNO/MEGA	CABLE CARCASA	
1	Botón 1	A0	1	Naranja
2	Botón 2	A1	2	Verde
3	Botón 3	A2	3	Amarillo
4	Botón 4	A3	4	Azul

Fuente: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

Una vez hecha la implementación se procedió a realizar las respectivas pruebas de respuesta del sistema, como se aprecia en la figura 4.7.

Fecha	Hora	Nombre	Numero	Litros Leche
01/02/2019	2:32:23 PM	Vaca Dieciocho	18	0
01/02/2019	2:32:27 PM	Vaca Dieciocho	18	0
01/02/2019	2:32:32 PM	Vaca Dieciocho	18	0
01/02/2019	2:32:36 PM	Vaca Dieciocho	18	0
01/02/2019	2:32:41 PM	Vaca Dieciocho	18	0
01/02/2019	2:32:46 PM	Vaca Dieciocho	18	0
01/02/2019	2:32:50 PM	Vaca Dieciocho	18	0
01/02/2019	2:32:55 PM	Vaca Dieciocho	18	0,25
01/02/2019	2:32:59 PM	Vaca Dieciocho	18	0,54
01/02/2019	2:33:04 PM	Vaca Dieciocho	18	0,84
01/02/2019	2:33:08 PM	Vaca Dieciocho	18	1,14
01/02/2019	2:33:13 PM	Vaca Dieciocho	18	1,43
01/02/2019	2:33:18 PM	Vaca Dieciocho	18	1,73
01/02/2019	2:33:22 PM	Vaca Dieciocho	18	2,02
01/02/2019	2:33:27 PM	Vaca Dieciocho	18	2,31
01/02/2019	2:33:31 PM	Vaca Dieciocho	18	2,61
01/02/2019	2:33:36 PM	Vaca Dieciocho	18	2,9
01/02/2019	2:33:41 PM	Vaca Dieciocho	18	3,18
01/02/2019	2:33:45 PM	Vaca Dieciocho	18	3,46
01/02/2019	2:33:50 PM	Vaca Dieciocho	18	3,74
01/02/2019	2:33:54 PM	Vaca Dieciocho	18	4,02
01/02/2019	2:33:59 PM	Vaca Dieciocho	18	4,54
01/02/2019	2:34:03 PM	Vaca Dieciocho	18	6,55
01/02/2019	2:34:08 PM	Vaca Dieciocho	18	9,96
01/02/2019	2:34:13 PM	Vaca Dieciocho	18	10,08
01/02/2019	2:34:17 PM	Vaca Dieciocho	18	10,1
01/02/2019	2:34:22 PM	Vaca Dieciocho	18	10,17
01/02/2019	2:34:26 PM	Vaca Dieciocho	18	10,18
01/02/2019	2:34:31 PM	Vaca Dieciocho	18	10,18
01/02/2019	2:34:36 PM	Vaca Dieciocho	18	10,18
01/02/2019	2:34:40 PM	Vaca Dieciocho	18	10,18
01/02/2019	2:34:45 PM	Vaca Dieciocho	18	10,18
01/02/2019	2:34:49 PM	Vaca Dieciocho	18	10,18
01/02/2019	2:34:54 PM	Vaca Dieciocho	18	10,18
01/02/2019	2:34:58 PM	Vaca Dieciocho	18	10,18
01/02/2019	2:35:03 PM	Vaca Dieciocho	18	10,18
01/02/2019	2:35:08 PM	Vaca Dieciocho	18	10,18
01/02/2019	2:35:12 PM	Vaca Dieciocho	18	10,18
01/02/2019	2:35:17 PM	Vaca Dieciocho	18	10,18
01/02/2019	2:35:21 PM	Vaca Dieciocho	18	10,18
01/02/2019	2:35:26 PM	Vaca Dieciocho	18	10,18
01/02/2019	2:35:31 PM	Vaca Dieciocho	18	10,18
01/02/2019	2:35:35 PM	Vaca Dieciocho	18	10,18
01/02/2019	2:35:40 PM	Vaca Dieciocho	18	10,18

Figura 4.7: Verificación de mediciones del sensor-prueba uno con agua

Fuente: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

La figura 4.8 muestra la prueba de las mediciones del sensor con agua, estas pruebas prestan una valiosa información para mejorar la precisión del sensor.

Fecha	Hora	Nombre	Numero	Litros Leche
01/02/2019	2:32:23 PM	Vaca Dieciocho	18	0
01/02/2019	2:32:27 PM	Vaca Dieciocho	18	0
01/02/2019	2:32:32 PM	Vaca Dieciocho	18	0
01/02/2019	2:32:36 PM	Vaca Dieciocho	18	0
01/02/2019	2:32:41 PM	Vaca Dieciocho	18	0
01/02/2019	2:32:46 PM	Vaca Dieciocho	18	0
01/02/2019	2:32:50 PM	Vaca Dieciocho	18	0
01/02/2019	2:32:55 PM	Vaca Dieciocho	18	0,25
01/02/2019	2:32:59 PM	Vaca Dieciocho	18	0,54
01/02/2019	2:33:04 PM	Vaca Dieciocho	18	0,84
01/02/2019	2:33:08 PM	Vaca Dieciocho	18	1,14
01/02/2019	2:33:13 PM	Vaca Dieciocho	18	1,43
01/02/2019	2:33:18 PM	Vaca Dieciocho	18	1,73
01/02/2019	2:33:22 PM	Vaca Dieciocho	18	2,02
01/02/2019	2:33:27 PM	Vaca Dieciocho	18	2,31
01/02/2019	2:33:31 PM	Vaca Dieciocho	18	2,61
01/02/2019	2:33:36 PM	Vaca Dieciocho	18	2,9
01/02/2019	2:33:41 PM	Vaca Dieciocho	18	3,18
01/02/2019	2:33:45 PM	Vaca Dieciocho	18	3,46
01/02/2019	2:33:50 PM	Vaca Dieciocho	18	3,74
01/02/2019	2:33:54 PM	Vaca Dieciocho	18	4,02
01/02/2019	2:33:59 PM	Vaca Dieciocho	18	4,54
01/02/2019	2:34:03 PM	Vaca Dieciocho	18	6,55
01/02/2019	2:34:08 PM	Vaca Dieciocho	18	9,96
01/02/2019	2:34:13 PM	Vaca Dieciocho	18	10,08
01/02/2019	2:34:17 PM	Vaca Dieciocho	18	10,1
01/02/2019	2:34:22 PM	Vaca Dieciocho	18	10,17
01/02/2019	2:34:26 PM	Vaca Dieciocho	18	10,18
01/02/2019	2:34:31 PM	Vaca Dieciocho	18	10,18
01/02/2019	2:34:36 PM	Vaca Dieciocho	18	10,18
01/02/2019	2:34:40 PM	Vaca Dieciocho	18	10,18
01/02/2019	2:34:45 PM	Vaca Dieciocho	18	10,18
01/02/2019	2:34:49 PM	Vaca Dieciocho	18	10,18
01/02/2019	2:34:54 PM	Vaca Dieciocho	18	10,18
01/02/2019	2:34:58 PM	Vaca Dieciocho	18	10,18
01/02/2019	2:35:03 PM	Vaca Dieciocho	18	10,18
01/02/2019	2:35:08 PM	Vaca Dieciocho	18	10,18
01/02/2019	2:35:12 PM	Vaca Dieciocho	18	10,18
01/02/2019	2:35:17 PM	Vaca Dieciocho	18	10,18
01/02/2019	2:35:21 PM	Vaca Dieciocho	18	10,18
01/02/2019	2:35:26 PM	Vaca Dieciocho	18	10,18
01/02/2019	2:35:31 PM	Vaca Dieciocho	18	10,18
01/02/2019	2:35:35 PM	Vaca Dieciocho	18	10,18
01/02/2019	2:35:40 PM	Vaca Dieciocho	18	10,18
01/02/2019	2:36:11 PM	Vaca Dieciocho	18	10,18
01/02/2019	2:36:11 PM	Vaca Dieciocho	18	10,18
01/02/2019	2:36:11 PM	Vaca Dieciocho	18	10,18
01/02/2019	2:36:11 PM	Vaca Dieciocho	18	10,18
01/02/2019	2:36:11 PM	Vaca Dieciocho	18	10,18
01/02/2019	2:36:11 PM	Vaca Dieciocho	18	10,18
01/02/2019	2:36:11 PM	Vaca Dieciocho	18	10,18
01/02/2019	2:36:12 PM	Vaca Dieciocho	18	10,18
01/02/2019	2:36:16 PM	Vaca Dieciocho	18	10,18
01/02/2019	2:36:21 PM	Vaca Dieciocho	18	10,18

Figura 4.8: Verificación de mediciones del sensor-prueba dos con agua

Fuente: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

La figura 4.9 muestra la prueba de las mediciones del sensor con leche en una primera prueba. Los resultados de las mediciones del sensor de flujo y el respectivo envío a Excel, permiten determinar el comportamiento del sensor, que en sus primeras mediciones tiene una diferencia de 0.18 litros, la succión se la realizó por medio de un recipiente con 10 litros de agua.

Fecha	Hora	Nombre	Numero	Litros Leche
01/02/2019	4:36:49 PM	Vaca Veintitres	23	-2
01/02/2019	4:36:54 PM	Vaca Veintitres	23	7,31
01/02/2019	4:36:58 PM	Vaca Veintitres	23	16,29
01/02/2019	4:37:03 PM	Vaca Veintitres	23	17,76
01/02/2019	4:37:07 PM	Vaca Veintitres	23	18,15
01/02/2019	4:37:12 PM	Vaca Veintitres	23	18,38
01/02/2019	4:37:17 PM	Vaca Veintitres	23	18,58
01/02/2019	4:37:21 PM	Vaca Veintitres	23	18,82
01/02/2019	4:37:26 PM	Vaca Veintitres	23	19,19
01/02/2019	4:37:30 PM	Vaca Veintitres	23	19,59
01/02/2019	4:37:35 PM	Vaca Veintitres	23	20,03
01/02/2019	4:37:39 PM	Vaca Veintitres	23	20,51
01/02/2019	4:37:44 PM	Vaca Veintitres	23	20,97
01/02/2019	4:37:49 PM	Vaca Veintitres	23	21,48
01/02/2019	4:37:53 PM	Vaca Veintitres	23	21,97
01/02/2019	4:37:58 PM	Vaca Veintitres	23	22,47
01/02/2019	4:38:02 PM	Vaca Veintitres	23	22,99
01/02/2019	4:38:07 PM	Vaca Veintitres	23	23,5
01/02/2019	4:38:12 PM	Vaca Veintitres	23	24,02
01/02/2019	4:38:16 PM	Vaca Veintitres	23	24,54
01/02/2019	4:38:21 PM	Vaca Veintitres	23	25,1
01/02/2019	4:38:25 PM	Vaca Veintitres	23	25,63
01/02/2019	4:38:30 PM	Vaca Veintitres	23	26,16
01/02/2019	4:38:34 PM	Vaca Veintitres	23	26,69
01/02/2019	4:38:39 PM	Vaca Veintitres	23	27,24
01/02/2019	4:38:44 PM	Vaca Veintitres	23	27,77
01/02/2019	4:38:48 PM	Vaca Veintitres	23	28,29
01/02/2019	4:38:53 PM	Vaca Veintitres	23	28,81
01/02/2019	4:38:57 PM	Vaca Veintitres	23	29,34
01/02/2019	4:39:02 PM	Vaca Veintitres	23	29,83
01/02/2019	4:39:07 PM	Vaca Veintitres	23	30,32
01/02/2019	4:39:11 PM	Vaca Veintitres	23	30,74
01/02/2019	4:39:16 PM	Vaca Veintitres	23	31,09
01/02/2019	4:39:20 PM	Vaca Veintitres	23	31,37
01/02/2019	4:39:25 PM	Vaca Veintitres	23	31,56
01/02/2019	4:39:30 PM	Vaca Veintitres	23	31,7
01/02/2019	4:39:34 PM	Vaca Veintitres	23	31,79
01/02/2019	4:39:39 PM	Vaca Veintitres	23	31,87
01/02/2019	4:39:43 PM	Vaca Veintitres	23	31,94
01/02/2019	4:39:48 PM	Vaca Veintitres	23	32,01
01/02/2019	4:39:52 PM	Vaca Veintitres	23	32,06
01/02/2019	4:39:57 PM	Vaca Veintitres	23	32,18
01/02/2019	4:40:02 PM	Vaca Veintitres	23	32,28
01/02/2019	4:40:06 PM	Vaca Veintitres	23	32,4
01/02/2019	4:40:11 PM	Vaca Veintitres	23	32,48
01/02/2019	4:40:15 PM	Vaca Veintitres	23	32,56
01/02/2019	4:40:20 PM	Vaca Veintitres	23	32,63
01/02/2019	4:40:25 PM	Vaca Veintitres	23	32,7
01/02/2019	4:40:29 PM	Vaca Veintitres	23	32,76
01/02/2019	4:40:34 PM	Vaca Veintitres	23	32,83
01/02/2019	4:40:38 PM	Vaca Veintitres	23	32,91
01/02/2019	4:40:43 PM	Vaca Veintitres	23	32,98
01/02/2019	4:40:47 PM	Vaca Veintitres	23	33,04
01/02/2019	4:40:52 PM	Vaca Veintitres	23	33,14
01/02/2019	4:40:57 PM	Vaca Veintitres	23	33,19

Figura 4.9: Verificación de mediciones del sensor-prueba uno con vacas
Fuente: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

La figura 4.10 muestra la prueba de las mediciones del sensor con leche en una segunda prueba. En las pruebas con leche el sensor tiene un comportamiento diferenciado a las pruebas con agua, para el caso, el sensor proporciona una información muy elevada de la cantidad de succión de leche, la diferencia bordea los 18 litros aproximadamente.

Fecha	Hora	Nombre	Numero	Litros Leche
01/02/2019	4:36:49 PM	Vaca Veintitres	23	-2
01/02/2019	4:36:54 PM	Vaca Veintitres	23	7,31
01/02/2019	4:36:58 PM	Vaca Veintitres	23	16,29
01/02/2019	4:37:03 PM	Vaca Veintitres	23	17,76
01/02/2019	4:37:07 PM	Vaca Veintitres	23	18,15
01/02/2019	4:37:12 PM	Vaca Veintitres	23	18,38
01/02/2019	4:37:17 PM	Vaca Veintitres	23	18,58
01/02/2019	4:37:21 PM	Vaca Veintitres	23	18,82
01/02/2019	4:37:26 PM	Vaca Veintitres	23	19,19
01/02/2019	4:37:30 PM	Vaca Veintitres	23	19,59
01/02/2019	4:37:35 PM	Vaca Veintitres	23	20,03
01/02/2019	4:37:39 PM	Vaca Veintitres	23	20,51
01/02/2019	4:37:44 PM	Vaca Veintitres	23	20,97
01/02/2019	4:37:49 PM	Vaca Veintitres	23	21,48
01/02/2019	4:37:53 PM	Vaca Veintitres	23	21,97
01/02/2019	4:37:58 PM	Vaca Veintitres	23	22,47
01/02/2019	4:38:02 PM	Vaca Veintitres	23	22,99
01/02/2019	4:38:07 PM	Vaca Veintitres	23	23,5
01/02/2019	4:38:12 PM	Vaca Veintitres	23	24,02
01/02/2019	4:38:16 PM	Vaca Veintitres	23	24,54
01/02/2019	4:38:21 PM	Vaca Veintitres	23	25,1
01/02/2019	4:38:25 PM	Vaca Veintitres	23	25,63
01/02/2019	4:38:30 PM	Vaca Veintitres	23	26,16
01/02/2019	4:38:34 PM	Vaca Veintitres	23	26,69
01/02/2019	4:38:39 PM	Vaca Veintitres	23	27,24
01/02/2019	4:38:44 PM	Vaca Veintitres	23	27,77
01/02/2019	4:38:48 PM	Vaca Veintitres	23	28,29
01/02/2019	4:38:53 PM	Vaca Veintitres	23	28,81
01/02/2019	4:38:57 PM	Vaca Veintitres	23	29,34
01/02/2019	4:39:02 PM	Vaca Veintitres	23	29,83
01/02/2019	4:39:07 PM	Vaca Veintitres	23	30,32
01/02/2019	4:39:11 PM	Vaca Veintitres	23	30,74
01/02/2019	4:39:16 PM	Vaca Veintitres	23	31,09
01/02/2019	4:39:20 PM	Vaca Veintitres	23	31,37
01/02/2019	4:39:25 PM	Vaca Veintitres	23	31,56
01/02/2019	4:39:30 PM	Vaca Veintitres	23	31,7
01/02/2019	4:39:34 PM	Vaca Veintitres	23	31,79
01/02/2019	4:39:39 PM	Vaca Veintitres	23	31,87
01/02/2019	4:39:43 PM	Vaca Veintitres	23	31,94
01/02/2019	4:39:48 PM	Vaca Veintitres	23	32,01
01/02/2019	4:39:52 PM	Vaca Veintitres	23	32,06
01/02/2019	4:39:57 PM	Vaca Veintitres	23	32,18
01/02/2019	4:40:02 PM	Vaca Veintitres	23	32,28
01/02/2019	4:40:06 PM	Vaca Veintitres	23	32,4
01/02/2019	4:40:11 PM	Vaca Veintitres	23	32,48
01/02/2019	4:40:15 PM	Vaca Veintitres	23	32,56
01/02/2019	4:40:20 PM	Vaca Veintitres	23	32,63
01/02/2019	4:40:25 PM	Vaca Veintitres	23	32,7
01/02/2019	4:40:29 PM	Vaca Veintitres	23	32,76
01/02/2019	4:40:34 PM	Vaca Veintitres	23	32,83
01/02/2019	4:40:38 PM	Vaca Veintitres	23	32,91
01/02/2019	4:40:43 PM	Vaca Veintitres	23	32,98
01/02/2019	4:40:47 PM	Vaca Veintitres	23	33,04
01/02/2019	4:40:52 PM	Vaca Veintitres	23	33,14
01/02/2019	4:40:57 PM	Vaca Veintitres	23	33,19

Figura 4.10: Verificación de mediciones del sensor-prueba dos con vacas

Fuente: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

Los resultados permiten determinar que el sensor al no ser de presión tiene un comportamiento aleatorio en su respuesta, por esta razón se necesita para mejores resultados realizar muchas pruebas y establecer un punto de aproximación a la medición, con ello conseguir una cantidad semejante a la succionada en el ordeño mecánico, un factor extrínseco que afecta también el comportamiento del sensor de flujo YS201, es la presión existente en el

mecanismo de ordeño que proporciona datos falsos negativos, con los cuales el sensor se dispara a una medición errónea.

b.- Ensamblar el prototipo en un chasis ergonómico y con sentido de portabilidad.

Una vez calibradas las mediciones del sensor, se implementa de manera efectiva en las instalaciones de la Finca “San Luis”, como se puede observar en el registro fotográfico del **Anexo C**.

c.- Capacitar a los operarios del sistema de registro de control y monitoreo de producción de leche

Una vez implementado, y configurado adecuadamente para su trabajo y operatividad, fue necesaria una capacitación al personal que trabaja en el ordeño del ganado vacuno, cuyo registro fotográfico se encuentra en el **Anexo C**. Para esta capacitación se elaboró un manual de usuario como se aprecia en el **Anexo A**.

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Este numeral del proyecto de investigación muestra un análisis y discusión de los resultados obtenidos con la implementación del sistema de registro de control y monitoreo automatizado para la producción de leche para la Finca “San Luis”. Los resultados son indispensables para verificar el cumplimiento de los objetivos en la consecución del proyecto de investigación, cada aspecto resultante es un valor métrico significativo para la eficiencia del registro de la producción de leche en una hoja de cálculo.

A continuación se muestran los resultados de las variables principales que controla el sistema de registro de control y monitoreo automatizado para la producción de leche. Las variables principales, son la identificación RFID de las TAGs y el flujo de leche junto con el volumen de leche producido por cada vaca.

Resultados de la identificación RFID

La tabla 5.1 muestra los tiempos de respuesta del lector RFID junto con las TAG, incorporadas en los aretes del ganado vacuno. El proceso de instalación de los llaveros TAG en los respectivos aretes del ganado vacuno fue una tarea dificultosa.

Tabla 5.1: Resultados de la identificación RFID

		FINCA "SAN LUIS"			Fecha: 13-01-2019	
		REGISTRADOR DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE			Responsables: Miguel Escobar y David Villegas	
					Hora: 16:25 P.M.	
					Nº Extractores: CUATRO	
Nº de Vaca	Nº TAG	Fecha	Hora	Nombre	Módulo	Tiempo de respuesta RFID
FSL 001	A4 1E DC C3	13/01/2019	4:25:43 PM	Vaca 1	1	4,2 seg.
FSL 002	E2 0B DB C3	13/01/2019	4:25:40 PM	Vaca 2	2	6,3 seg.
FSL 003	35 21 DC C3	13/01/2019	4:25:45 PM	Vaca 3	3	4,5 seg.
FSL 004	07 7C D8 C3	13/01/2019	4:25:35 PM	Vaca 4	4	4,7 seg.
FSL 005	1B D0 DA C3	13/01/2019	4:45:12 PM	Vaca 5	1	4,4 seg.
FSL 006	02 48 DB C3	13/01/2019	4:45:16 PM	Vaca 6	2	4,1 seg.
FSL 007	D4 D3 DA C3	13/01/2019	4:45:20 PM	Vaca 7	3	5,2 seg.
FSL 008	13 A3 DB C3	13/01/2019	4:45:40 PM	Vaca 8	4	5,4 seg.
FSL 009	5D A7 DB C3	13/01/2019	5:05:31 PM	Vaca 9	1	5,8 seg.
FSL 010	FE DA DA C3	13/01/2019	5:05:17 PM	Vaca 10	2	5,9 seg.
FSL 011	12 29 DC C3	13/01/2019	5:05:29 PM	Vaca 11	3	4,7 seg.
FSL 012	8E 4D D8 C3	13/01/2019	5:05:42 PM	Vaca 12	4	4,8 seg.
FSL 013	84 AE DB C3	13/01/2019	5:25:16 PM	Vaca 13	1	4,9 seg.
FSL 014	21 4C DB C3	13/01/2019	5:25:17 PM	Vaca 14	2	5,6 seg.
FSL 015	95 3C 25 C3	13/01/2019	5:25:28 PM	Vaca 15	3	6,6 seg.
FSL 016	59 89 D8 C3	13/01/2019	5:25:33 PM	Vaca 16	4	5,3 seg.
FSL 017	15 5F DB C3	13/01/2019	5:45:24 PM	Vaca 17	1	6,1 seg.
FSL 018	86 E4 DA C3	13/01/2019	5:45:37 PM	Vaca 18	2	4,7 seg.
FSL 019	DE 8D DB C3	13/01/2019	5:45:41 PM	Vaca 19	3	4,3 seg.
FSL 020	C9 3D D9 C3	13/01/2019	5:45:40 PM	Vaca 20	4	4,8 seg.
FSL 021	EB 8B DB C3	13/01/2019	6:05:12 PM	Vaca 21	1	5,5 seg.
FSL 022	DE D3 DA C3	13/01/2019	6:05:19 PM	Vaca 22	2	5,9 seg.
FSL 023	51 74 DB C3	13/01/2019	6:05:26 PM	Vaca 23	3	4,6 seg.
FSL 024	50 95 D8 C3	13/01/2019	6:05:40 PM	Vaca 24	4	5,1 seg.
FSL 025	50 0E D9 C3	13/01/2019	6:25:20 PM	Vaca 25	1	6,8 seg.
FSL 026	25 8B 26 C3	13/01/2019	6:25:31 PM	Vaca 26	2	4,5 seg.
FSL 027	25 65 D8 C3	13/01/2019	6:25:35 PM	Vaca 27	3	4,7 seg.
FSL 028	31 D3 DB C3	13/01/2019	6:25:45 PM	Vaca 28	4	5,6 seg.
FSL 029	5C 2F D9 C3	13/01/2019	6:45:21 PM	Vaca 29	1	5,2 seg.
FSL 030	CA BD DB C3	13/01/2019	6:45:34 PM	Vaca 30	2	5,8 seg.
FSL 031	27 06 DC C3	13/01/2019	6:45:42 PM	Vaca 31	3	6,2 seg.
FSL 032	7A F3 DB C3	13/01/2019	6:45:44 PM	Vaca 32	4	5,1 seg.
PROMEDIO						4,65 seg.

Elaborado por: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

Los datos de registro de identificación RFID que muestra la tabla anterior son los obtenidos o recopilados en la puesta del llavero TAG RFID en el arete, de la oreja del ganado vacuno. Posterior a esta medición se realizó otra para verificar el tiempo de respuesta del lector de la

tarjeta RFID, en los cuatro módulos extractores automatizados de leche. La tabla 5.2 muestra estos resultados.

Tabla 5.2: Resultados de la identificación RFID

		FINCA "SAN LUIS"			Fecha: 14-01-2019	
					Responsables: Miguel Escobar y David Villegas	
		REGISTRADOR DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE			Hora: 15:55 P.M.	
					Nº Extractores: CUATRO	
Nº de Vaca	Nº TAG	Fecha	Hora	Nombre	Módulo	Tiempo de respuesta RFID
FSL 008	13 A3 DB C3	14/01/2019	3:55:21 PM	Vaca 8	1	4,7 seg.
FSL 015	95 3C 25 C3	14/01/2019	3:55:35 PM	Vaca 15	2	4,4 seg.
FSL 025	50 0E D9 C3	14/01/2019	3:55:46PM	Vaca 25	3	5,6 seg.
FSL 019	DE 8D DB C3	14/01/2019	3:55:47 PM	Vaca 19	4	5,2 seg.
FSL 030	CA BD DB C3	14/01/2019	4:15:25 PM	Vaca 30	1	5,3 seg.
FSL 017	15 5F DB C3	14/01/2019	4:15:22PM	Vaca 17	2	6,1 seg.
FSL 026	25 8B 26 C3	14/01/2019	4:15:26 PM	Vaca 26	3	4,9 seg.
FSL 001	A4 1E DC C3	14/01/2019	4:15:31PM	Vaca 1	4	5,6 seg.
FSL 022	DE D3 DA C3	14/01/2019	4:35:37 PM	Vaca 22	1	5,3 seg.
FSL 028	31 D3 DB C3	14/01/2019	4:35:27 PM	Vaca 28	2	5,2 seg.
FSL 020	C9 3D D9 C3	14/01/2019	4:35:19 PM	Vaca 20	3	5,1 seg.
FSL 023	51 74 DB C3	14/01/2019	4:35:25 PM	Vaca 23	4	4,6 seg.
FSL 031	27 06 DC C3	14/01/2019	4:55:16 PM	Vaca 31	1	4,3 seg.
FSL 027	25 65 D8 C3	14/01/2019	4:55:23 PM	Vaca 27	2	5,2 seg.
FSL 029	5C 2F D9 C3	14/01/2019	4:55:22 PM	Vaca 29	3	5,7 seg.
FSL 016	59 89 D8 C3	14/01/2019	4:55:42 PM	Vaca 16	4	4,1 seg.
FSL 006	02 48 DB C3	14/01/2019	5:15:41 PM	Vaca 6	1	4,8 seg.
FSL 032	7A F3 DB C3	14/01/2019	5:15:37 PM	Vaca 32	2	4,3 seg.
FSL 004	07 7C D8 C3	13/01/2019	5:15:40 PM	Vaca 4	3	5,1 seg.
FSL 011	12 29 DC C3	14/01/2019	5:15:39 PM	Vaca 11	4	5,7 seg.
FSL 024	50 95 D8 C3	14/01/2019	5:35:48 PM	Vaca 24	1	6,2 seg.
FSL 009	5D A7 DB C3	14/01/2019	5:35:36 PM	Vaca 9	2	4,9 seg.
FSL 012	8E 4D D8 C3	14/01/2019	5:35:17PM	Vaca 12	3	5,1 seg.
FSL 021	EB 8B DB C3	14/01/2019	5:35:15 PM	Vaca 21	4	5,3 seg.
FSL 003	35 21 DC C3	14/01/2019	5:55:26 PM	Vaca 3	1	6,1 seg.
FSL 007	D4 D3 DA C3	1401/2019	5:55:34 PM	Vaca 7	2	4,4 seg.
FSL 014	21 4C DB C3	14/01/2019	5:55:31 PM	Vaca 14	3	4,3 seg.
FSL 010	FE DA DA C3	14/01/2019	5:55:27 PM	Vaca 10	4	5,2 seg.
FSL 002	E2 0B DB C3	14/01/2019	6:15:38 PM	Vaca 2	1	5,8 seg.
FSL 005	1B D0 DA C3	14/01/2019	6:15:46 PM	Vaca 5	2	4,7 seg.
FSL 013	84 AE DB C3	14/01/2019	6:15:39 PM	Vaca 13	3	5,5 seg.
FSL 018	86 E4 DA C3	14/01/2019	6:15:26 PM	Vaca 18	4	5,9 seg.
PROMEDIO						5,14 seg.

Elaborado por: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

Los resultados del comportamiento del lector RFID, con respecto al tiempo de respuesta en la lectura de las TAGS en los aretes de las vacas, oscila en un promedio de 4,65 segundos a 5,14 segundos de retardo, es decir; el prototipo tiene un comportamiento adecuado en cuanto a velocidad de respuesta para el proceso de registro del ganado vacuno; proceso necesario para el sensado de flujo de la producción de leche.

Resultados de la producción de leche

En el grafico 5.1 se puede observar la ecuación de primer grado, la ecuación que se procederá a introducir en el microprocesador seleccionado para compensar la pérdida de flujo que existe debido a que el sensor YF-S201, desde su fabricación, no es un sensor de precisión, además porque existe presencia de presión en el ambiente de medición del mismo; la tabla 5.3 muestra los datos recopilados para el margen de error.

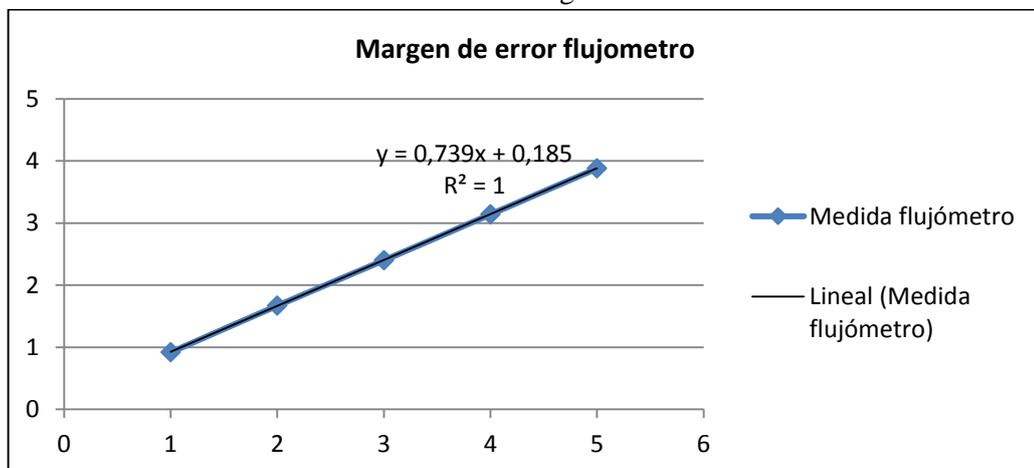
Tabla 5.3: Margen de Error

Litros	Medida flujómetro	Medida manual
1	0,92	1
2	1,67	2
3	2,4	3
4	3,14	4
5	3,88	5

Elaborado por: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

La gráfica de la ecuación lineal, muestra el comportamiento del sensor para mejorar la precisión de sus mediciones.

Gráfico 5.1: Margen de error



Elaborado por: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

El diagrama de Pareto permite determinar el histograma del registro de la producción de leche que presenta la Finca “San Luis”. La tabla 5.4 muestra los resultados del registro de producción de leche a través del prototipo.

Tabla 5.4: Resultados del registro de leche

		FINCA “SAN LUIS”			Fecha: 14-01-2019	
					Responsables: Miguel Escobar y David Villegas	
		REGISTRADOR DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE			Hora: 15:55 P.M.	
					N° Extractores: CUATRO	
N° de Vaca	N° TAG	Fecha	Hora	Nombre	Módulo	Litros de leche
FSL 008	13 A3 DB C3	14/01/2019	3:55:21 PM	Vaca 8	1	10,35 litros
FSL 015	95 3C 25 C3	14/01/2019	4:06:35 PM	Vaca 15	2	11,21 litros
FSL 025	50 0E D9 C3	14/01/2019	4:13:46PM	Vaca 25	3	10,17 litros
FSL 019	DE 8D DB C3	14/01/2019	4:21:47 PM	Vaca 19	4	11,12 litros
FSL 030	CA BD DB C3	14/01/2019	4:29:25 PM	Vaca 30	1	9,75 litros
FSL 017	15 5F DB C3	14/01/2019	4:32:22PM	Vaca 17	2	10,12 litros
FSL 026	25 8B 26 C3	14/01/2019	4:40:26 PM	Vaca 26	3	9,65 litros
FSL 001	A4 1E DC C3	14/01/2019	4:42:31PM	Vaca 1	4	10,71 litros
FSL 022	DE D3 DA C3	14/01/2019	4:48:37 PM	Vaca 22	1	10,23 litros
FSL 020	C9 3D D9 C3	14/01/2019	5:01:19 PM	Vaca 20	3	10,83 litros
FSL 023	51 74 DB C3	14/01/2019	5:09:25 PM	Vaca 23	4	10,55 litros
FSL 027	25 65 D8 C3	14/01/2019	5:17:23 PM	Vaca 27	2	9,91 litros
FSL 016	59 89 D8 C3	14/01/2019	5:29:42 PM	Vaca 16	4	9,97 litros
FSL 006	02 48 DB C3	14/01/2019	5:33:41 PM	Vaca 6	1	10,65 litros
FSL 032	7A F3 DB C3	14/01/2019	5:41:37 PM	Vaca 32	2	10,95 litros
FSL 004	07 7C D8 C3	14/01/2019	5:46:40 PM	Vaca 4	3	11,75 litros
FSL 011	12 29 DC C3	14/01/2019	5:51:39 PM	Vaca 11	4	12,05 litros
FSL 012	8E 4D D8 C3	14/01/2019	6:07:17PM	Vaca 12	3	10,58 litros
FSL 003	35 21 DC C3	14/01/2019	6:13:26 PM	Vaca 3	1	10,74 litros
FSL 007	D4 D3 DA C3	14/01/2019	6:17:34 PM	Vaca 7	2	9,43 litros
FSL 014	21 4C DB C3	14/01/2019	6:21:31 PM	Vaca 14	3	10,61 litros
FSL 010	FE DA DA C3	14/01/2019	6:24:27 PM	Vaca 10	4	10,82 litros
FSL 002	E2 0B DB C3	14/01/2019	6:26:38 PM	Vaca 2	1	11,37 litros
FSL 005	1B D0 DA C3	14/01/2019	6:28:46 PM	Vaca 5	2	11,19 litros
FSL 013	84 AE DB C3	14/01/2019	6:31:39 PM	Vaca 13	3	12,01 litros
PROMEDIO						10,64 litros

Elaborado por: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

Los resultados del registro de la producción de leche por parte del sensor de flujo YS201, están especificados selectivamente según, su valor de productividad; desde las cabezas de ganado con excelente productividad, las de mediana productividad y por último las de baja productividad, información muy relevante para la toma de decisiones. La tabla 5.5 muestra estos valores de productividad recopilados por el sensor.

Tabla 5.5: Resultados del registro de leche

		FINCA "SAN LUIS"			Fecha: 14-01-2019	
		REGISTRADOR DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE			Responsables: Miguel Escobar y David Villegas	
					Hora: 15:55 P.M.	
					N° Extractores: CUATRO	
N° de Vaca	N° TAG	Fecha	Hora	Nombre	Módulo	Litros de leche
FSL 011	12 29 DC C3	14/01/2019	5:51:39 PM	Vaca 11	4	12,05 litros
FSL 013	84 AE DB C3	14/01/2019	6:31:39 PM	Vaca 13	3	12,01 litros
FSL 004	07 7C D8 C3	14/01/2019	5:46:40 PM	Vaca 4	3	11,75 litros
FSL 002	E2 0B DB C3	14/01/2019	6:26:38 PM	Vaca 2	1	11,37 litros
FSL 015	95 3C 25 C3	14/01/2019	4:06:35 PM	Vaca 15	2	11,21 litros
FSL 005	1B D0 DA C3	14/01/2019	6:28:46 PM	Vaca 5	2	11,19 litros
FSL 019	DE 8D DB C3	14/01/2019	4:21:47 PM	Vaca 19	4	11,12 litros
FSL 032	7A F3 DB C3	14/01/2019	5:41:37 PM	Vaca 32	2	10,95 litros
FSL 020	C9 3D D9 C3	14/01/2019	5:01:19 PM	Vaca 20	3	10,83 litros
FSL 027	25 65 D8 C3	14/01/2019	5:17:23 PM	Vaca 27	2	9,91 litros
FSL 030	CA BD DB C3	14/01/2019	4:29:25 PM	Vaca 30	1	9,75 litros
FSL 026	25 8B 26 C3	14/01/2019	4:40:26 PM	Vaca 26	3	9,65 litros
FSL 007	D4 D3 DA C3	14/01/2019	6:17:34 PM	Vaca 7	2	9,43 litros
PROMEDIO						10,86 litros

Elaborado por: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

Para el diseño del diagrama de Pareto, se utiliza la información de productividad especificada entre las vacas de menor producción, mediana producción y alta producción de leche. La tabla 5.6 muestra estos resultados incidentes en los procesos de producción de la Finca "San Luis", necesarios para el diseño del diagrama de Pareto.

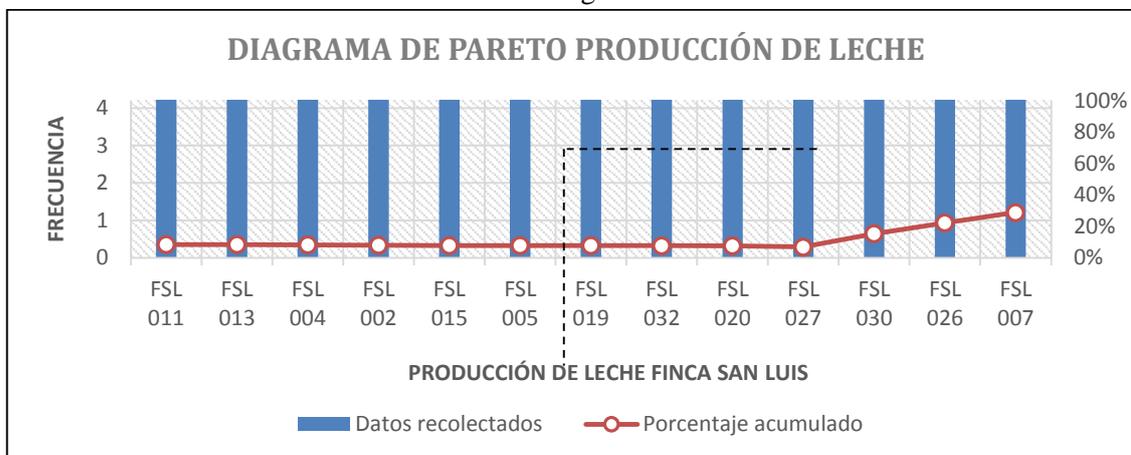
Tabla 5.6: Producción de leche - Diagrama de Pareto

N° de Vaca	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado
FSL 011	12,05	8,53	8,53
FSL 013	12,01	8,50	17,03
FSL 004	11,75	8,32	25,35
FSL 002	11,37	8,05	33,40
FSL 015	11,21	7,94	41,34
FSL 005	11,19	7,92	49,26
FSL 019	11,12	7,87	57,13
FSL 032	10,95	7,75	64,88
FSL 020	10,83	7,67	72,55
FSL 027	9,91	7,02	79,57
FSL 030	9,75	6,90	86,47
FSL 026	9,65	6,83	93,30
FSL 007	9,43	6,68	100,00%
TOTAL	141,22	100,00%	

Elaborado por: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

El gráfico 5.2 muestra el diagrama de Pareto en forma gráfica porcentual.

Gráfico 5.2: Diagrama de Pareto



Elaborado por: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

Los resultados permiten determinar que el promedio de producción de leche fluctúa entre los 10,64 litros a 10,86 litros aproximadamente, es necesario un cambio en la alimentación del ganado vacuno, o la adquisición de nuevas razas productoras que puedan incrementar la productividad, por ejemplo las razas simmental, holstein, jersey; que según investigaciones proporcionan una productividad de 15, 20 o hasta 30 litros de leche.

6. PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS

Este epígrafe de la propuesta tecnológica permite detallar la parte financiera y el impacto que tiene la implementación del sistema registrador de leche en la Finca “San Luis”.

6.1. PRESUPUESTO

La propuesta no está dirigida a generar beneficios económicos; pero es necesario realizar un análisis económico del capital invertido en el desarrollo e implementación del registrador de leche; para ello el análisis se estructura de la siguiente manera:

1. Descripción general.
2. Precios unitarios.
3. Sumas parciales.
4. Presupuesto general.
5. Recuperación del capital invertido del sistema registrador de leche.

6.1.1 Descripción General

Se detallan los valores financieros necesarios para la implementación del registrador de leche; los costos pueden variar al cambiar los modelos y/o marcas de suministros electrónicos.

Hardware:

La tabla 6.1 muestra el hardware utilizado en el desarrollo e implementación del sistema de control y monitoreo de la producción de leche en la Finca “San Luis”.

Tabla 6.1: Hardware

Hardware	Cantidad	Horas de proyecto	Horas de uso al año
Ordenador Intel core i5, 2GHz, 4G RAM.	1	960	1440
Impresora HP LaserJet CP1025nw	1	56	56
Multímetro	1	800	1136

Elaborado por: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

Software:

La tabla 6.2 muestra en detalle el software utilizado en el diseño y desarrollo del sistema de control y monitoreo de la producción de leche en la Finca “San Luis”.

Tabla 6.2: Software

Software	Cantidad	Horas de proyecto	Horas de uso al año
Sistema Operativo Microsoft Windows 8.1	1	960	1440
Programa Arduino IDE 1.8.5	1	800	1136
Programa Proteus 8.7	1	800	1136
Microsoft Office 2013	1	960	1440

Elaborado por: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

El software y hardware están constituidos por los programas más importantes utilizados en el diseño y posterior implementación de sistema registrador de leche, las versiones académicas de los programas fueron utilizados en este prototipo.

Herramientas:

La tabla 6.3 muestra las herramientas utilizadas para la implementación y funcionamiento del sistema de control y monitoreo de la producción de leche en la Finca “San Luis”.

Tabla 6.3: Herramientas

Elemento	Cantidad	Horas de proyecto	Horas de uso al año
Prothoboard	1	480	600
Cautín	1	480	600
Pinzas	1	56	56
Chabeta	1	26	26

Elaborado por: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

Elementos electrónicos:

La tabla 6.4 muestra los elementos electrónicos utilizados para la implementación y funcionamiento del sistema de control y monitoreo de la producción de leche en la Finca “San Luis”.

Tabla 6.4: Elementos electrónicos

Elemento	Cantidad	Horas de proyecto	Horas de uso al año
Arduino MEGA 2560	1	960	1440
Lector RFID RC522	1	960	1440
Llavero TAG MIRAFE 1K	1	960	1440
Pulsadores	1	960	1440
LCD 16x2	1	960	1440
Módulo de comunicación I2C	2	960	1440
Sensor de flujo YS201	1	960	1440
Modulo Relé de un canal	1	960	1440
Lámparas LED de varios colores	1	960	1440
Conector RJ45	1	960	1440
Chasis de proyectos	1	960	1440
OTROS			
Estaño	1	960	1440
Enchufe	1	960	1440
Cable UTP cat. 5e blindado	1	960	1440

Elaborado por: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

Mano de obra directa:

La tabla 6.5 muestra las horas de mano de obra directa requerida en el proceso de implementación del sistema de control y monitoreo de la producción de leche en la Finca “San Luis”. La mano de obra directa en primera instancia fue aprender el uso de Arduino y la programación en C++.

Tabla 6.5: Mano de obra directa

Actividad	Horas
Estado del arte de la programación en Arduino IDE	40
Ingeniería electrónica	140
Soldadura de componentes	40
Simulaciones digitales	220
Case del sistema de registro de la producción de leche	24
Implementación, pruebas y solución de problemas	10
Documentación del proyecto	360
Horas totales	834

Elaborado por: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

6.1.2 Precios Unitarios

Se detallan los precios de cada uno de los elementos necesarios para llevar a cabo la implementación del sistema de control y monitoreo de la producción de leche en la Finca “San Luis”.

Hardware:

La tabla 6.6 muestra el hardware del sistema registrador de leche y su precio unitario.

Tabla 6.6: Hardware - precio unitario

Hardware	Cantidad	Precio (\$/unid)
Ordenador Intel core i5, 2GHz, 4G RAM.	1	780,00
Impresora HP LaserJet CP1025nw	1	280,00
Multímetro	1	56,00

Elaborado por: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

Software:

La tabla 6.7 detalla el software utilizado en el sistema registrador de leche con sus respectivos precios unitarios. Se utilizó las últimas versiones de los programas debido a su versatilidad, compatibilidad y proporcionar los componentes para la programación.

Tabla 6.7: Software - precio unitario

Software	Cantidad	Precio (\$/unid)
Sistema Operativo Microsoft Windows 8.1	1	4,50
Programa Arduino IDE 1.8.5	1	4,50
Programa Proteus 8.7	1	3,50
Microsoft Office 2013	1	3,50

Elaborado por: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

Herramientas:

La tabla 6.8 describe las herramientas necesarias para la implementación del sistema registrador de leche con sus precios unitarios:

Tabla 6.8: Herramientas - precio unitario

Elemento	Cantidad	Precio (\$/unid)
Prothoboard	1	35,00
Cautín	1	36,00
Pinzas	1	4,80
Chabeta	1	1,20

Elaborado por: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

Elementos electrónicos:

La tabla 6.9 muestra los elementos electrónicos utilizados para la implementación y funcionamiento del sistema registrador de leche, con los respectivos precios unitarios.

Tabla 6.9: Elementos electrónicos - precio unitario

Elemento	Cantidad	Unidad	Precio (\$/unid)
Arduino MEGA 2560	1	c/u	25,00
Lector RFID RC522	1	c/u	12,00
Llavero TAG MIRAFE 1K	32	c/u	4,00
Pulsadores	1	c/u	0,50
LCD 16x2	1	c/u	4,70
Módulo de comunicación I2C	1	c/u	4,00
Sensor de flujo YS201	3	c/u	12,85
Modulo Relé de un canal	3	c/u	8,56
Lámparas LED de varios colores	3	c/u	2,70
Conector RJ45	5	c/u	0,45
Chasis de proyectos	1	c/u	6,15
OTROS			
Estaño	2	m	1,25
Enchufe	1	c/u	0,45
Cable UTP cat. 5e blindado	50	m	0,50

Elaborado por: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

Para poder diseñar el prototipo en su versión final, tuvo que realizarse una versión antecesora en hardware y trece versiones de programación en firmware, de las cuales se consiguió una versión eficiente de programación y un hardware de bajo coste.

Mano de obra directa:

La tabla 6.10 muestra la mano de obra directa útil para la implementación del sistema registrador de leche, con sus respectivos precios unitarios.

Tabla 6.10: Mano de obra directa - precio unitario

Actividad	Horas	Precio (\$/hora)
Estado del arte de la programación en Arduino IDE	40	5,00
Ingeniería electrónica	140	8,00
Soldadura de componentes	40	5,00
Simulaciones digitales	220	5,00
Case del sistema de registro de la producción de leche	24	3,00
Implementación, pruebas y solución de problemas	10	3,00
Documentación del proyecto	360	3,00

Elaborado por: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

6.1.3 Sumas Parciales

Se detallan los importes parciales de cada uno de los elementos que componen las distintas categorías, calculados de la descripción general y los precios unitarios.

Hardware:

La tabla 6.11 muestra el hardware del sistema registrador de leche con su respectiva suma parcial.

Tabla 6.11: Hardware - suma parcial

Hardware	Cantidad	Horas de proyecto	Horas de uso al año	Precio (\$/unid)	Amortización anual	Coste (\$)
Ordenador Intel core i3, 2GHz, 4G RAM.	1	960	1440	780,00	26%	135,20
Impresora HP LaserJet CP1025nw	1	56	56	280,00	26%	72,80
Multímetro	1	800	1136	56,00	26%	14,56
SUBTOTAL						222,56

Elaborado por: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

Software:

La tabla 6.12 muestra el software utilizado para el diseño y desarrollo del sistema registrador de leche con la respectiva suma parcial.

Tabla 6.12: Software - suma parcial

Software	Cantidad	Horas de proyecto	Horas de uso al año	Precio (\$/unid)	Amortización anual	Coste (\$)
Sistema Operativo Microsoft Windows 8.1	1	960	1440	4,50	26%	0,39
Programa Arduino IDE 1.8.5	1	800	1136	4,50	26%	0,82
Programa Proteus 8.7	1	800	1136	3,50	26%	0,64
Microsoft Office 2013	1	800	600	3,50	26%	0,61
SUBTOTAL						2,46

Elaborado por: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

Herramientas:

La tabla 6.13 muestra las herramientas utilizadas en la implementación y operatividad del sistema registrador de leche con su respectiva suma parcial.

Tabla 6.13: Herramientas - suma parcial

Elemento	Cantidad	Horas de proyecto	Horas de uso al año	Precio (\$/unid)	Amortización anual	Coste (\$)
Prothoboard	1	480	600	35,00	30%	8,40
Cautín	1	480	600	36,00	30%	8,64
Pinzas	1	56	56	4,80	30%	1,44
Chabeta	1	26	26	1,20	30%	0,36
SUBTOTAL						18,84

Elaborado por: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

Elementos electrónicos:

La tabla 6.14 muestra los elementos electrónicos utilizados para la implementación y funcionamiento del sistema registrador de leche, con las respectivas sumas parciales.

Tabla 6.14: Elementos electrónicos – suma parcial

Elemento	Cantidad	Unidad	Precio (\$/unid)	Coste (\$)
Arduino MEGA 2560	1	c/u	25,00	25,00
Lector RFID RC522	1	c/u	12,00	12,00
Llavero TAG MIRAFE 1K	32	c/u	4,00	128,00
Pulsadores	4	c/u	0,50	2,00
LCD 16x2	1	c/u	4,70	4,70
Módulo de comunicación I2C	1	c/u	4,00	4,00
Sensor de flujo YS201	4	c/u	12,85	51,40
Modulo Relé de un canal	3	c/u	8,56	25,68
Lámparas LED de varios colores	3	c/u	2,70	8,10
Conector RJ45	5	c/u	0,45	2,25

Chasis de proyectos	1	c/u	6,15	6,15
OTROS				
Estaño	2	m	1,25	2,50
Enchufe	1	c/u	0,45	0,45
Cable UTP cat. 5e blindado	50	m	0,50	25,00
SUBTOTAL				297,23

Elaborado por: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

Mano de obra directa:

La tabla 6.15 muestra el coste de las horas de mano de obra directa, requerida en el proceso de implementación del sistema registrador de leche.

Tabla 6.15: Mano de obra directa - suma parcial

Actividad	Horas	Precio (\$/hora)	Coste (\$)
Estado del arte de la programación en Arduino IDE	40	5,00	200,00
Ingeniería electrónica	140	8,00	1.120,00
Soldadura de componentes	40	5,00	200,00
Simulaciones digitales	220	5,00	1.100,00
Case del sistema de registro de la producción de leche	24	3,00	72,00
Implementación, pruebas y solución de problemas	10	3,00	30,00
Documentación del proyecto	360	3,00	1.080,00
SUBTOTAL			3.802,00

Elaborado por: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

6.1.4 Presupuesto General

Al ser la mano de obra directa ejecutada por los investigadores, la suma parcial de este ítem, tiene un valor de cero; por lo tanto la sumatoria de las categorías refleja el presupuesto; impuestos incluidos, el valor se estipula en la tabla 6.16.

Tabla 6.16: Presupuesto

Concepto	Coste Subtotal (\$)
Hardware	222,56
Software	2,46
Herramientas	18,84
Elementos electrónicos	297,23
Mano de obra directa	0,00
Imprevistos (5%)	43,18
TOTAL	906,75

Elaborado por: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

El presupuesto del presente proyecto de investigación, asciende a la cantidad de NOVECIENTOS SEIS DÓLARES con SETENTA Y CINCO CENTAVOS. Dinero financiado por los investigadores.

6.1.5 Recuperación del capital invertido

El presupuesto general que es el coste de desarrollo del sistema registrador de leche, se procede a continuación; a estudiar económicamente la viabilidad del proyecto. En primer lugar, se destaca que el presupuesto para la primera unidad del sistema registrador de leche tiene un coste de 906,75 dólares. Precio excesivo, debido a ser el primer prototipo, en el cual se ha invertido mucho tiempo para su estudio y desarrollo.

Análisis económico:

En el análisis económico se realiza el cálculo de los siguientes factores: VAN (Valor Actual Neto), TIR (Tasa Interna de Retorno) y PRC (Periodo de Recuperación de Capital). Estos factores proporcionan la idea general de rentabilidad del sistema registrador de leche. El ingreso rentable se plantea con los siguientes valores en cada uno de los años establecidos en la tabla 6.17.

Tabla 6.17: Valores económicos anuales pretendidos

Año	Valor del prototipo	Margen comercial de operación (30%)	Total ingresos (\$)
1	906,75	272,02	1.178,77
2	1.178,77	353,63	1.532,40
3	1.532,40	459,72	1.992,12
4	1.992,12	597,63	2.589,76
5	2.589,76	776,93	3.366,69

Elaborado por: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

Valor Actual Neto (VAN): Este factor, es el encargado de determinar el valor de los flujos de costos e ingresos generados a través de la vida útil del sistema registrador de leche. El VAN representa en valores actuales, el retorno líquido actualizado. Si el VAN es mayor que cero, el sistema registrador de leche es conveniente; si el VAN es igual a cero, el sistema registrador de leche resulta indiferente y si el VAN es menor a cero, el sistema registrador de leche no es viable; para determinar este valor se utiliza la ecuación:

$$VAN = \sum_{t=1}^T \left[\frac{FC_t}{(1+i)^t} \right] - I_0 \quad (6.1)$$

Dónde:

1. FC = Factor de actualización.
2. i = Tasa de rentabilidad de la institución (11,15 %).
3. T = Periodo durante el cual se requiere capitalizar la inversión (5 años).
4. I_0 = Inversión inicial del sistema registrador de leche (**906,75**).

A continuación se detalla en la tabla 6.18 el cálculo del VAN.

Tabla 6.18: Cálculo del VAN

Año	Ingresos (\$)	Egresos (\$)	Egre. IVA (\$)	Flujo Caja (\$)	Fac. Act. (0,1115)	Fondos
0	0	906,75	0	-906,75		-906,75
1	1.178,77	641,01	141,45	396,31	0,8997	356,56
2	1.532,40	833,32	138,89	560,19	0,8094	453,42
3	1.992,12	1.083,31	239,05	669,76	0,7282	487,72
4	2.589,76	1.408,31	310,77	870,68	0,6552	570,47
5	3.366,69	1.830,81	404,002	1.131,88	0,5895	667,24
$VAN = (356,56 + 453,42 + 487,72 + 570,47 + 667,24) - 906,75$						
$VAN = 1.628,66$						

Elaborado por: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

Antecesor al análisis de la Tasa Interna de Retorno (TIR), se encuentra en función a la inflación proyectada del país, puesto que esta es una estimación de riesgo sobre el proyecto.

La tabla 6.19 muestra esta tasa de actualización para proyectos.

Tabla 6.19: Tasa de actualización para proyectos

Clasificación de proyectos	Tasa de actualización	
Proyectos sociales sin fines de lucro	7 %	10 %
Proyectos bajo financiamiento estatal	12 %	14 %
Proyectos bajo financiamiento privado	11 %	13 %
Proyectos mixtos	13 %	15 %

Fuente. Ley de Régimen Tributario del Ecuador

El proyecto sistema de registro de leche, se ubica entre un rango del 13 % y 15 %; límites que son de utilidad para obtener un VAN menor y un VAN mayor indispensables en el cálculo de la TIR.

Tasa Interna de Retorno (TIR): Se puede interpretar a la TIR, como la más alta tasa de interés que se podría pagar por un préstamo que financiará la inversión, si el préstamo con los intereses acumulados a esta tasa dada, se fuese abonando con los ingresos provenientes del proyecto, a medida que estos van siendo generados a través de toda la vida útil del proyecto. Si la TIR es mayor que el costo del capital debe aceptarse el proyecto. La siguiente ecuación, se utiliza para calcular la TIR:

$$TIR = Tasa Menor + \left[Difer. de tasas * \frac{VAN\ tasa\ menor}{VAN\ menor - VAN\ mayor} \right] \quad (6.2)$$

A continuación se detalla en la tabla 6.20 el cálculo de la TIR.

Tabla 6.20: Cálculo de la TIR

		Actualización			
Año	Flujo Neto	Fac. Act. 13 %	VAN Menor	Fac. Act. 15 %	VAN Mayor
0	906,75				
1	356,56	0,8849	315,52	0,8696	310,06
2	453,42	0,7831	355,07	0,7561	342,83
3	487,72	0,6930	337,98	0,6575	320,68
4	570,47	0,6133	349,87	0,5717	326,14
5	667,24	0,5428	362,18	0,4972	331,75
TOTAL			1.720,62	TOTAL	1.631,46

Elaborado por: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

$$TIR = 13 + \left[2 \times \frac{1.720,62}{1.720,62 - 1.631,46} \right]$$

$$TIR = 13 + 38,60$$

$$TIR = 51,60 \%$$

Periodo de Recuperación de Capital (PRC): Es el tiempo requerido para recuperar la inversión original, en una medida de la rapidez con que el proyecto reembolsará el capital inicial. El periodo de recuperación consiste en el número de años requeridos para recobrar la inversión preliminar; en la tabla 6.21 se demuestra el tiempo requerido para que el proyecto recupere la inversión inicial de capital. La versión prototipo del sistema registrador de leche, si se la reflejará con los demás productores de leche de la ciudad de Latacunga, no tendría un costo elevado debido a que el firmware ya está desarrollado.

Tabla 6.21: Cálculo del PRC

Año	Flujo Caja	Fac. Act. (11,15 %)	Fondos	Acumulado
0	- 906,75			-906,75
1	396,31	0,8997	356,56	-550,19
2	560,19	0,8094	453,42	-96,77
3	669,76	0,7282	487,72	390,95
4	870,68	0,6552	570,47	961,42
5	1.131,88	0,5895	667,24	1.628,66

Elaborado por: Escobar, M. & Villegas, D. (2019)

Para el cálculo de la PRC, se utiliza la siguiente ecuación:

$$PRC = \text{Año que supera la invers.} + \frac{\text{Inversión} - \sum \text{primeros flujos}}{\text{Flujo neto del año que supera la invers.}} \quad (6.3)$$

$$PRC = 3 + \frac{906,75 - (487,72 + 453,42 + 356,56)}{487,72}$$

$$PRC = 3 + \frac{906,75 - (1.297,70)}{487,72}$$

$$PRC = 3 + (-0,8016)$$

$$PRC = 2,1984$$

Indica 2 años.

$$PRC = 2,1984 - 2 = 0,1984$$

$$PRC = 0,1984 * 12 = 2,3808$$

Indica 2 meses.

$$PRC = 2,3808 - 2 = 0,3808$$

$$PRC = 0,3808 * 30 = 11,42$$

Indica 11 días.

El retorno del capital invertido se lo tiene en **2 años, 2 meses y 11 días**; finalmente de acuerdo al análisis de factibilidad se pudo determinar la evaluación económica del proyecto, el VAN es mayor que cero \$ **1.628,66**; por ende el proyecto es conveniente. La TIR se encuentra en un **51,60%** la cual es mayor que el costo del capital (11,15 %) asegurando la viabilidad del sistema de registro de leche.

6.2. ANÁLISIS DE IMPACTOS

En este numeral del proyecto de investigación, se analiza el impacto que tiene el diseño, construcción e implementación del sistema de registro de control y monitoreo automatizado para la producción de leche en la Finca “San Luis”.

6.2.1 Impacto social

En este impacto el proyecto prevé que incidirá a corto, mediano y largo plazo, un cambio de hábitos en los registros de producción, procurando aumentar los rendimientos de su producción. Además, la implantación del prototipo permitirá tener un registro automatizado para la distribución de leche a las empresas lácteas, beneficiando el consumo en los habitantes de la localidad, así como de la provincia. El proyecto a su vez, permitirá generar una idea de micro-emprendimiento productivo alternativo en donde se benefician agricultores que producen productos lácteos. Todas estas premisas se aglutinan en favor de la ciencia y la tecnología que da como resultado la construcción del prototipo.

6.2.2 Impacto económico

El registrador de la producción de leche beneficiará económicamente a los propietarios de la Finca “San Luis”, en razón del desarrollo de su productividad y oferta al mercado local, de leche de buena calidad; el sistema le evitará a la empresa pérdidas económicas e incremento del ganado vacuno, así como la toma de decisiones con respecto al ganado menos productivo, el cuál puede ser vendido, o mejorado en su alimentación, además de ser revisado por un veterinario para su control y salubridad. El registrador de leche permitirá el ahorro de equipamiento sofisticado, brindando las mismas condiciones de un equipo comercial y con eficientes resultados en el registro de leche. Un eficaz impacto económico promueve la elaboración de impacto industrial.

6.2.3 Impacto técnico

A través de la implementación del registrador de la producción de leche, se incentivará a mejorar la producción de leche a partir de la toma de decisiones mejorando la salubridad del ganado productor para contrarrestar los problemas biosanitarios y alimenticios de bovinos que se presenta en el rendimiento de la producción de leche, reduciendo en parte el fahenamiento

innecesario de ganado, la identificación de los productores de leche podrán imitar el sistema, para acceder a una mejora en el control de su productividad. Con el uso de la producción de leche de precisión, se plantea la conservación del medio ambiente, el uso de la tecnología para operar con eficiencia en la productividad láctea.

6.2.4 Impacto ambiental

La implementación del registrador de la producción de leche dejará un impacto de tipo ambiental, a razón de que la producción de leche será cuantificada, en forma efectiva para la toma de decisiones, con ello el ganado de baja producción se beneficiará de una mejor alimentación y un cuidado de mayor salubridad, hasta que recupere su capacidad productiva, en la Finca “San Luis” la atención veterinaria tendrá una mejor prioridad como beneficio para la crianza de los animales, además si se replica en las diversas fincas del sector, se podrá evitar enfermedades sumidas en la lactosa porque las vacas serán atendidas con mayor vigilancia para mantener estable las ganancias y su producción. Esto implica que el registrador de la producción de leche, será beneficiosa tanto a nivel individual como colectivo, permitiendo generar una alternativa para el registro real de la producción de leche en cada vaca perteneciente a la Finca “San Luis”.

6.2.5 Verificación de la hipótesis

La hipótesis planteada fue: El sistema de registro de control y monitoreo automatizado para la producción de leche en la Finca “San Luis”, incide positivamente en las condiciones de cuantificación de la producción individualizada de leche en las vacas para la toma de decisiones.

A partir de los resultados obtenidos se puede asumir como una hipótesis afirmativa y prescrita en la veracidad de la automatización del registro de control y monitoreo para la producción de leche; ya que el sistema a partir de la identificación del ganado con la tecnología RFID, procede a registrar en una hoja de cálculo de Excel los datos arrojados por el sensor de flujo YS201, por medio de su activación a través de un botón. La toma de decisiones se las realiza con la estadística que registra la hoja de cálculo, para discernir el vacuno de menos producción y el de mayor producción.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones y recomendaciones de la propuesta tecnológica efectúan un marco global del sistema de registro de control y monitoreo automatizado para la producción de leche en la Finca “San Luis”.

7.1. CONCLUSIONES

El desarrollo de la propuesta tecnológica presentó aspectos relevantes en lo concerniente al sistema de registro de control y monitoreo automatizado para la producción de leche, detallados en las siguientes conclusiones:

- En conclusión se pudo realizar el diseño e implementación del sistema de registro de la producción de leche en la Finca “San Luis”, aplicando la tecnología de asistencia por Radiofrecuencia compatible con NFC, comunicación serial y registro a un programa ofimático, en este sentido el tiempo de identificación del sensor RFID, oscila entre 4,65 segundos a 5,4 segundos de respuesta.
- Se pudo realizar el programa necesario para la lectura de información proporcionada por las TAG's RFID y el sistema NFC, entre la información preponderante está el número de identificación TAG, nombre de la vaca, número, hora, fecha. La distancia de respuesta en la lectura del llavero ubicado en el arete del ganado vacuno oscila entre una lectura promedio de 8,5 a 12,6 cm de distancia, el algoritmo fue creado dentro de una función para evitar interrupciones y tiempos muertos de 0,20 segundos muy necesario para la gestión de registro de la producción de leche en cada vaca de la Finca “San Luis”.
- Se logró realizar el almacenaje de información en Excel a través del programa PLX-DAQ de tal manera que estos datos son guardados por el puerto COM del computador y el puerto serial del Arduino MEGA 2560, a una velocidad de 9600 baudios, dentro de una hoja de cálculo la misma que funcionará como base de datos, del sistema de registro de producción de leche.
- En este proyecto se describió el diseño asistido por computador la etapa de control del sistema, la conexión eléctrica y electrónica, además del ensamblaje del prototipo, las pruebas de trabajo y por último los resultados obtenidos. De los cuales cabe subrayar

que existe una precisión de $\pm 1,53$ litros de leche, gracias a la ejecución de múltiples pruebas para cuantificar la proporcionalidad del sistema de ordeño mecánico y los datos de pérdida de producto en las mangueras y componentes del ordeño.

- Se demostró que el uso de la tecnología de comunicación inalámbrica RFID, es de gran utilidad dentro de procesos industriales y electromecánicos, ya que por medio de un algoritmo de firmware de 5.215 líneas de código, una plataforma de software Arduino IDE y un dispositivo de hardware Arduino MEGA 2560, se puede monitorear y registrar la producción de leche individualizada de las vacas en la Finca “San Luis”, lo que demuestra ser una valiosa herramienta de apoyo dentro de una industria láctea al poder controlar y monitorear el registro de leche.

7.2. RECOMENDACIONES

- Las principales recomendaciones efectuadas en el diseño e implementación del sistema de registro de control y monitoreo de la producción de leche, se detallan a continuación:
- Como recomendación, al ser este un prototipo aún se pueden añadir muchas más funciones para mejorar el eficiente registro de producción de leche, tanto a nivel de software como a nivel de hardware, como el manejo de la memoria ROM del llavero TAG RFID el cual puede ser utilizada para almacenar información de hasta 4KB y poder bloquearla de manera permanente para que no pueda ser regrabada, mejorar el tiempo de respuesta del sistema a menos de 4 segundos, el alcance a más de un metro con llaveros TAG's activos, mejorar la precisión del flujometro con uno de tipo industrial y realizar un tipo de comunicación inalámbrica para el almacenamiento de la producción de leche.
- Para que el sistema de registro de producción de leche pueda cumplir sus funciones, se deben utilizar TAG's RFID pasivos que trabajen en una frecuencia de 13,5 MHz, ya que esta es la frecuencia en la que trabaja el módulo RFID RC522, permitiéndole un reconocimiento a una distancia mayor que las tarjetas de 125 KHz.
- Los aretes de las vacas insertadas con las TAGS RFID deben ser escaneadas lo más cerca posible al lector RFID para que este cumpla su función de identificación y posteriormente el marcaje de fecha, hora, litros de leche, numeración de la vaca por parte de la programación realizada en la placa electrónica Arduino.

- Se debe comprobar que todas las conexiones involucradas en los nodos, ya sean eléctricos o electrónicos; principalmente de los sensores de flujo YF-S201, porque al conectarlos de forma errada el efecto Hall puede proporcionar datos errados en el registro de la hoja de cálculo, el lector RFID RC522 y de más componentes, deben estar en perfectas condiciones para que de esta manera el sistema no presente problemas durante su trabajo.
- La distancia de lectura del módulo RFID RC522 es pequeña aproximadamente de 8 a 12,6 cm, es por ello que para las TAGS RFID a usar en la oreja del ganado vacuno, su lectura está en el rango de entre 0 y 15 cm, esta distancia no es posible ser cambiada debido a que este módulo tiene una antena integrada y tiene una impedancia determinada la cual es compatible con el chip RFID del módulo.

8. REFERENCIAS

ALEXANDRE, Luis, Tecnología NFC, Ecuador, Monografía de Tesis de Ingeniería Electrónica, 2017, p.21.

AUTOMATIZACION. Automatización, control y monitoreo de invernaderos, España. 2014, Recuperado de: <http://automatización-invernaderos.com>. Ultimo Acceso: 23/12/2018

BASRA A., S. Basic Mechanisms and Agricultural Implications, Estados Unidos, New York. 2015, pp. 45-65.

BOSQUE, Xavier Alejandro, Tutorial circuitos RFID, UDLAP. 2009, p.13.

CASTILLA, N. Uso de la tecnología RFID y lectura de TAGs, 2da Edición, Barcelona, Editorial NORMA. 2013, p.462.

DÍAZ, H. Automatización y procesos de control uso de la plataforma Arduino, INDECOPI, Perú. 2011, pp. 29-30.

ECURED. Los sistemas de ordeño mecánico. 2016, Disponible en: www.ecured.cu/sistemas_de_ordeño. Último Acceso: 23/12/2018

ESCALAS, G. Diseño y desarrollo de un prototipo de registro de leche con Arduino, Chile. 2014, pp.19-21.

GUROVICH, L. Fundamentos y diseños de sistemas autónomos, San José, Costa Rica; Serie de libros y materiales educativos, Costa Rica. 2015, pp. 55-70.

HERNÁNDEZ, M. Manual de trabajos de Grado de Especialización y Maestría, y Tesis Doctoral, Venezuela, 2012, Disponible en: <http://neutron.ing.ucv.ve/UPEL2006.pdf>. Último Acceso: 23/12/2018

HERREDOR, R. Guía de Usuario de Arduino, Editorial Creative Commons, San Francisco, California, USA. 2009, pp. 22-34.

MATHAS, C. Colaboración de electronics products. Conceptos básicos sobre sensores de flujo. 2011. Disponible en: <http://www.digikey.com>. Ultimo acceso: 23/12/2018

PARRADO C., UBAQUE, H. Buenas prácticas agrícolas en sistema de producción de leche, Editorial Jorge Tadeo. 2016, p.74

RACINES, A. Investigación de los sistemas de ordeño, Ecuador, Quito. 2011, pp. 15-20.

RUIZ, José Manuel. Manual de Programación Arduino, México. 2007, p.20.

SÁNCHEZ, E. Diseño de un sistema de control domótico basado en la plataforma Arduino, México. 2012, p.77-79.

SERVERS, E. Patagoniatecnology en el mundo de las ciudades digitales, Argentina, 2014. Disponible en <http://saber.patagoniatecnology.com/arduino-mega-2560-tutorial-básico/>. Último Acceso 24/12/2018

TOJEIRO, G. Simulación de circuitos electrónicos y microcontroladores a través de ejemplos, Editorial Marcombo, España, Barcelona. 2015, pp. 24-32.

TORRENTE, O. Arduino, Curso práctico de formación, Editorial RC Libros, España Madrid. 2013, pp. 24-28.

TORRENTE, O. Arduino Curso práctico de formación nivel medio y avanzado. México, México D.F. 2013, pp. 16-27.

ANEXOS

9. ANEXOS

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: Manual de Usuario	83
ANEXO B: Diagrama Electrónico	93
ANEXO C: Registro Fotográfico	107

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS

TITULACIÓN:

GRADO EN INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

ANEXO A: MANUAL DE USUARIO



TÍTULO:

SISTEMA DE REGISTRO DE CONTROL Y MONITOREO AUTOMATIZADO
PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE DE LA FINCA “SAN LUIS”

AUTORES:

Miguel Alejandro Escobar Ruiz

David Israel Villegas Reinoso



	MANUAL DE USUARIO	CÓDIGO: MU-REGISTRO LECHE VERSIÓN: 0 FECHA: Febrero de 2019 PÁGINA 1 DE 1
---	--------------------------	---

ÍNDICE MANUAL DE USUARIO

1. INTRODUCCIÓN	.....	85
2. OBJETIVOS	.....	85
3. REQUISITOS	.....	85
4. CONOCIMIENTOS PREVIOS	.....	86
5. INSTRUCCIONES IMPORTANTES DE SEGURIDAD	.....	86
6. REGISTRO DE PRODUCCIÓN DE LECHE	.....	87
7. MANTENIMIENTO DEL PROTOTIPO	.....	90



1. INTRODUCCIÓN

El presente manual está desarrollado con el propósito de proporcionarle al usuario una orientación del modo de utilizar el REGISTRADOR DE PRODUCCIÓN DE LECHE. Cada opción es explicada de una forma práctica y con ilustraciones para su mejor comprensión. Para argumentar la operatividad del REGISTRADOR DE PRODUCCIÓN DE LECHE, es necesario conocer su funcionalidad.

El REGISTRADOR DE PRODUCCIÓN DE LECHE es un prototipo destinado a la realización del proceso de registro de control y monitoreo para la producción de leche, con el cual se puede automatizar la bitácora de anotaciones de la producción de litros de leche que cada vaca de la Finca “San Luis” obtiene en el día de ordeño; para una eficiente almacenado de las vacas más productoras y las menos productoras de leche cruda. El prototipo REGISTRADOR DE PRODUCCIÓN DE LECHE tiene una caja de control constituida en la plataforma Arduino, la misma que proporciona el control óptimo para el funcionamiento de todos los componentes electrónicos y eléctricos del sistema; está adaptado al trabajo continuo de sensores de flujo, el lector RFID, los llaveros TAG, y los actuadores relé con sus respectivas lámparas de color rojo, amarillo y verde, cuyo propósito es interactuar con el proceso de escaneo de los animales y los procesos de sensado y envío de datos a una hoja de control en Excel. El chasis o estructura fue implementado en la oficina de la Finca “San Luis”, con cable UTP categoría 5E blindado y con la protección del tendido con manguera corrugada $\frac{3}{4}$ tipo industrial.

2. OBJETIVOS

- Proporcionar al usuario la información necesaria para utilizar el prototipo REGISTRADOR DE PRODUCCIÓN DE LECHE.
- Describir instrucciones apropiadas para el uso, manipulación y mantenimiento del prototipo REGISTRADOR DE PRODUCCIÓN DE LECHE.

3. REQUISITOS

Para la utilización del REGISTRADOR DE PRODUCCIÓN DE LECHE se debe tener los siguientes requerimientos básicos:

- Toma corriente de voltaje de la línea de energía alterna de 110 V a 60 Hz.
- Prototipo REGISTRADOR DE PRODUCCIÓN DE LECHE correctamente ensamblado.
- Llaveros TAG RFID ubicados como arete en la oreja del ganado.
- Lector RFID correctamente ubicado para el escaneo.
- Succionadores de leche automatizados totalmente activos y funcionales.
- Un computador con Microsoft Office 2013 en adelante, principalmente con Microsoft Excel.

4. CONOCIMIENTOS PREVIOS

Para el uso correcto y la comprensión eficiente de los componentes que actúan en el prototipo REGISTRADOR DE PRODUCCIÓN DE LECHE, es necesario poseer conocimientos básicos sobre el manejo de hojas de cálculo en Excel, además de la manipulación de los succionadores de leche automatizados, para poder realizar el escaneo a través del dispositivo lector RFID de cada vaca, para su respectivo control y monitoreo; una vez reconocida la cabeza de ganado, se tiene que pulsar el botón para el sensado de flujo de leche y envió respectivo del dato de medida de la producción de leche de cada vaca a la base de datos en Excel. Es importante también; tener la capacidad de manipular la tecnología Open Hardware, conocer fundamentos de Arduino y electrónica básica, para realizar el mantenimiento del prototipo, toda esta información proporciona un mejor entendimiento de la operatividad del REGISTRADOR DE PRODUCCIÓN DE LECHE.

El REGISTRADOR DE PRODUCCIÓN DE LECHE es un dispositivo electromecánico que permite, una vez encendido y configurado; realizar el proceso de registro de control y monitoreo de la producción de leche de cada vaca perteneciente a la Finca “San Luis”, con el propósito de discernir el ganado más productor del menos productor, para tomar los correctivos respectivos, con el propósito de disminuir las pérdidas de litros de leche y controlar el alimento que ingesta cada vaca para su respectiva producción; favoreciendo a la economía de la finca y el cuidado de las vacas que acreditan la producción de leche en la empresa.

5. INSTRUCCIONES IMPORTANTES DE SEGURIDAD

Cuando se utilice el REGISTRADOR DE PRODUCCIÓN DE LECHE, deben cumplirse algunas normas de seguridad básicas a fin de evitar daños y accidentes personales.

1.- Siempre desconecte el REGISTRADOR DE PRODUCCIÓN DE LECHE si no está en operatividad o en condiciones de uso.

2.- Desconecte el REGISTRADOR DE PRODUCCIÓN DE LECHE, tirando desde el enchufe conectado a la toma corriente de la línea eléctrica de 110V AC. Nunca desconecte el REGISTRADOR DE PRODUCCIÓN DE LECHE tirando del cable.

3.- No intente reparar, ajustar o reemplazar componentes del REGISTRADOR DE PRODUCCIÓN DE LECHE por su cuenta. Recurrir siempre a un servicio técnico especializado, o con los conocimientos previos suscritos en este manual de usuario.

4.- Asegúrese tener las manos secas antes de enchufar, desenchufar, encender o apagar el REGISTRADOR DE PRODUCCIÓN DE LECHE.

5.- Nunca emplee el REGISTRADOR DE PRODUCCIÓN DE LECHE con el cable de alimentación o el enchufe dañado. Tampoco lo haga si el prototipo ha presentado signos de mal funcionamiento o ha sido dañado en forma alguna. En tal caso apague y desenchufe el REGISTRADOR DE PRODUCCIÓN DE LECHE, consulte al servicio técnico especializado para la revisión, reparación o ajuste del mismo.

6.- El REGISTRADOR DE PRODUCCIÓN DE LECHE debe ser usado, únicamente, de acuerdo con las instrucciones del presente manual y no deberá ser utilizado para otro propósito distinto para el cual fue diseñado.

7.- Asegúrese que el REGISTRADOR DE PRODUCCIÓN DE LECHE o el cable de alimentación no esté por encima, cerca o debajo de superficies calientes o filosas, pudiendo ser averiado, pisado o maltratado.

6. REGISTRADOR DE PRODUCCIÓN DE LECHE

Revise los componentes del REGISTRADOR DE PRODUCCIÓN DE LECHE. Figura A.1.



Figura A.1. Componentes del REGISTRADOR DE PRODUCCIÓN DE LECHE

Coloque el REGISTRADOR DE PRODUCCIÓN DE LECHE en la posición adecuada para proporcionar la visibilidad adecuada del display LCD indicador, y para accesibilidad a una toma corriente para la operatividad del prototipo. Figura A.2.



Figura A.2. Case del prototipo REGISTRADOR DE PRODUCCIÓN DE LECHE

El REGISTRADOR DE PRODUCCIÓN DE LECHE tiene que encenderse e iniciar el proceso de sensado RFID, la operatividad de los sensores de flujo YS-201 y las lámparas indicadoras así como el envío continuo de datos a Excel según la figura A.3:



Figura A.3. Parte interna del REGISTRADOR DE PRODUCCIÓN DE LECHE

Una vez colocado el succionador de leche automatizado, realizar el escaneo de la vaca de turno y observar la activación de la lámpara de color verde, si ocurre este proceso, activar el succionador de leche, en ese mismo instante activar el pulsador para el envío de datos a Excel, la información de la vaca con su capacidad de producción de leche quedará registrada en la hoja de cálculo de producción diaria. Figura A.4.

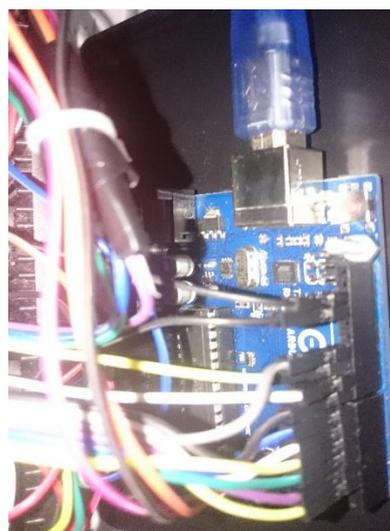


Figura A.4. Reconocimiento de la vaca con la TAG RFID

Una vez que no requiera utilidad del REGISTRADOR DE PRODUCCIÓN DE LECHE desconéctelo de su alimentación de voltaje y recúbralo con un cobertor especialmente diseñado para el prototipo, evitando la avería de algún componente del dispositivo por exposición al polvo.

7. MANTENIMIENTO DEL PROTOTIPO

ADVERTENCIA: Antes de proceder con el mantenimiento preventivo o correctivo del REGISTRADOR DE PRODUCCIÓN DE LECHE verifique que no tenga alimentación de voltaje alguna.

1.- Quitar la energía estática.

Es muy importante llevarlo a cabo para evitar averiar los componentes del REGISTRADOR DE PRODUCCIÓN DE LECHE. Es recomendable tener una pulsera antiestática, siendo un dispositivo que se adapta a la muñeca de la mano y se conecta a una fuente de tierra para mantener las manos sin electricidad estática. Otra manera de prevenir la estática, es tocar por unos segundos un objeto metálico conectado a tierra.

2.- Destapar el REGISTRADOR DE PRODUCCIÓN DE LECHE.

Antes de tocar el prototipo, deje que se enfríen los componentes internos del sistema y se disipe la energía restante que queda en los condensadores del Arduino.

3.- Desmontar los tornillos para retirar el case o chasis del REGISTRADOR DE PRODUCCIÓN DE LECHE.

Para ello hay que utilizar el desarmador adecuado para retirar los tornillos del case, tomando en cuenta la posición de cada uno a la hora de desarmar el prototipo, para que cada componente vaya en el lugar adecuado.

4.- Retirar alguna lámpara

El prototipo contiene el módulo de iluminación con lámparas de color rojo, amarillo y verde, para poder extraerla en caso de avería, sujete bien la parte inferior del socket de conexión, y destornille con el desarmador adecuado.

ADVERTENCIA: Manipule con cuidado la luminaria. Tenga cuidado de no rasgar o tocar ningún contacto. Si se toca de manera brusca los contactos de conexión, se podría dañar la luminaria o el módulo de control relé.

5.- Retirar el sensor de flujo y lector RFID.

Para ello verificar bien tomando nota de la posición y el estado del sensor de flujo y/o lector RFID; requiere de mucho cuidado la extracción de este componente.

RECOMENDACIÓN: Tomar una foto de cómo iban conectado los cables para evitar después posibles cortocircuitos.

6.- Retirar la pantalla LCD.

Para este proceso se requiere que se diagrame y tome nota de todos los movimientos que se realiza, porque es difícil que se recuerde las posiciones de los cables, para que a la hora de volverlos a colocar no se los coloque en distinta posición. Con mucho cuidado retire la pantalla LCD de la tarjeta electrónica Arduino.

7.- Retirar la tarjeta electrónica Arduino del case.

Destornille la tarjeta electrónica con el desarmador adecuado evitando aislar los tornillos y con mucha precaución manipule este componente principal del REGISTRADOR DE PRODUCCIÓN DE LECHE evitando tocar los componentes electrónicos.

8.- Limpieza de la tarjeta electrónica Arduino.

Con un spray soplador de aire comprimido o una pistola de aire frío sople en todo el entorno de la tarjeta electrónica, sujétela con la mayor precaución para evitar que el aire la haga caer y manipúlela evitando tocar los componentes electrónicos.

9.- Limpieza de la pantalla LCD.

La limpieza solo va a ser exterior, con un trapo humedecido en alcohol isopropílico limpie el display y alrededor de la pantalla LCD; utilice un hisopo humedecido en alcohol para las zonas de difícil acceso.

10.- Limpieza del sensor de flujo y/o lector RFID.

Sujetando el sensor de flujo y/o el lector RFID aplique aire comprimido para remover polvo e impurezas del ventilador; si es necesario con un trapo humedecido en poca cantidad en alcohol isopropílico, limpie estos componentes, evitando humedecer en alcohol las partes internas de cada componente.

11.- Limpieza del case del REGISTRADOR DE PRODUCCIÓN DE LECHE.

Aplique aire comprimido en toda la superficie del case o chasis del prototipo REGISTRADOR DE PRODUCCIÓN DE LECHE, una vez que constate que no haya residuos de polvo u otras impurezas; limpie con un trapo humedecido en alcohol todo el case, evitando dejar pelusas o excesos de alcohol en alguna ranura o espacio del chasis.

12.- Reemplazo de algún componente del REGISTRADOR DE PRODUCCIÓN DE LECHE.

Si el prototipo dejó de operar de manera correcta, o usted nota que alguno de los componentes ya no trabaja de manera nominal u óptima. Desmonte el REGISTRADOR DE PRODUCCIÓN DE LECHE y verifique el estado de cada componente. Si constata a simple vista la avería de algún elemento electrónico por su coloración u olor a cortocircuito, reemplace el módulo completo. Al no tener un valor económico excesivo en los componentes del REGISTRADOR DE PRODUCCIÓN DE LECHE, es preferible reemplazar todo el módulo o componente, a un elemento electrónico.

14.- Ensamble el REGISTRADOR DE PRODUCCIÓN DE LECHE.

Arme el REGISTRADOR DE PRODUCCIÓN DE LECHE ensamblando los componentes según la diagramación o anotaciones realizadas en el desmontaje; manipule cada componente con mucho cuidado, además coloque los tornillos y los cables de conexión en la posición correcta. El prototipo, es totalmente ergonómico y portable, no tendrá mayor dificultad en su mantenimiento correctivo o preventivo.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS

TITULACIÓN:

GRADO EN INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

ANEXO B: DIAGRAMA ELECTRÓNICO



TÍTULO:

SISTEMA DE REGISTRO DE CONTROL Y MONITOREO AUTOMATIZADO
PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE DE LA FINCA “SAN LUIS”

AUTORES:

Miguel Alejandro Escobar Ruiz

David Israel Villegas Reinoso

	DIGRAMA ELECTRÓNICO	CÓDIGO: DIAGRAMA-E VERSIÓN: 0 FECHA: Febrero de 2019 PÁGINA 1 DE 13
---	----------------------------	--

ÍNDICE DIAGRAMA ELECTRÓNICO

1. CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN	95
2. DIAGRAMA ELECTRÓNICO	106

1. CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN ARDUINO

```
/*INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
  FACULTAD:      FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS
  CARRERA:       INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA
  TEMA:          REGISTRO DE PRODUCCIÓN DE LECHE
  AUTORES:       MIGUEL ESCOBAR, DAVID VILLEGAS*/
// bibliotecas
#include <SPI.h> // padrão do arduino
#include <MFRC522.h> // necessário adicionar na pasta libraries do arduino
#include <Wire.h> // padrão do arduino
#include <LiquidCrystal_I2C.h> // necessário adicionar na pasta libraries do
arduino
//biblioteca teclado
#include <Keypad.h>

//Programacion LCD I2C
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
//animacion de CABALLO
int x = 0;

byte chr[3][8][8] = {
  {
    {0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x03, 0x07, 0x0E, 0x0E},
    {0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x0F, 0x1F, 0x1F, 0x1F},
    {0x00, 0x00, 0x00, 0x03, 0x07, 0x1F, 0x1F, 0x1F},
    {0x00, 0x00, 0x05, 0x1F, 0x1D, 0x1F, 0x16, 0x06},
    {0x0C, 0x18, 0x10, 0x00, 0x01, 0x01, 0x01, 0x00},
    {0x1F, 0x1F, 0x1E, 0x17, 0x00, 0x00, 0x10, 0x00},
    {0x1F, 0x1F, 0x03, 0x02, 0x14, 0x04, 0x02, 0x00},
    {0x1C, 0x1C, 0x04, 0x04, 0x08, 0x00, 0x00, 0x00}
  },
  {
    {0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x07, 0x0F, 0x1E},
    {0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x0E, 0x1F, 0x1F, 0x1F},
    {0x00, 0x00, 0x00, 0x01, 0x07, 0x1F, 0x1F, 0x1F},
    {0x00, 0x05, 0x1F, 0x1D, 0x1F, 0x1B, 0x13, 0x10},
    {0x13, 0x03, 0x06, 0x0C, 0x10, 0x10, 0x00, 0x00},
    {0x1F, 0x17, 0x06, 0x0C, 0x10, 0x10, 0x00, 0x00},
    {0x1F, 0x1F, 0x01, 0x01, 0x01, 0x01, 0x00, 0x00},
    {0x10, 0x18, 0x1C, 0x08, 0x08, 0x00, 0x10, 0x00}
  },
  {
    {0x00, 0x00, 0x00, 0x07, 0x0F, 0x0E, 0x1C, 0x18},
    {0x00, 0x00, 0x00, 0x0F, 0x1F, 0x1F, 0x1F, 0x1F},
    {0x00, 0x00, 0x01, 0x03, 0x1F, 0x1F, 0x1F, 0x1F},
    {0x14, 0x1C, 0x1A, 0x1E, 0x1F, 0x13, 0x10, 0x10},
    {0x13, 0x13, 0x02, 0x02, 0x04, 0x00, 0x00, 0x00},
    {0x1F, 0x07, 0x0E, 0x06, 0x01, 0x00, 0x00, 0x00},
    {0x0F, 0x03, 0x03, 0x01, 0x01, 0x00, 0x00, 0x00},
    {0x10, 0x18, 0x0C, 0x02, 0x02, 0x11, 0x00, 0x00}
  }
};

//Programacion RFID
#define SS_PIN 10
```

```

#define RST_PIN 9
MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN); // crea una instancia MFRC522 con o nome
mfrc522

//Envio de datos a Excel
String Name;//nombre de usuario
int Number;//numero de usuario
int litros_Hora1; // Variable que almacena el caudal (L/hora)
float litros1; // // Variable que almacena el número de litros acumulados
String Modulo;

//programa RFID
// Escribimos los códigos de las tarjetas autorizadas.
// Son 8 caracteres separados por coma, sin espacio. Todos juntos.
int total=32; // Total de tarjetas autorizadas
String autorizados =
"a41edcc3,e20bdbc3,3521dcc3,077cd8c3,1bd0dac3,0248dbc3,d4d3dac3,13a3dbc3,5da7db
c3,fedadac3,1229dcc3,8e4dd8c3,84aedbc3,214cdb3,953c25c3,5989d8c3,155fdb3,86e4
dac3,de8ddbc3,c93dd9c3,eb8bdbc3,ded3dac3,5174dbc3,5095d8c3,500ed9c3,258b26c3,25
65d8c3,31d3dbc3,5c2fd9c3,cabddbc3,2706dcc3,7af3dbc3";
String UID;
String dosbytes;
int rfid = 0;
int flag = 0;
int cnt = 0;
boolean Registrada = false;

//PROGRAMACION PARA LOS LEDS ROJO VERDE Y AMARILLO
constexpr uint8_t greenLed = 3; //PIN_A2
constexpr uint8_t redLed = 8; //PIN_A0
constexpr uint8_t yellowLed = 4; //PIN_A1

//Programa Menú y submenu
int i=0;
int b=0;
int pausa =10;
//int x =0;
int y =0;
int z =0;
int inicio =0;
char tecla;
int sensorValue = 0;

//VARIABLES PULSADORES
#define pulsadorA A0
#define pulsadorB A1
#define pulsadorC A2
#define pulsadorD A3
int valorA, valorB, valorC, valorD;
char A, B, C, D;

//medición de flujo
const int sensor = 2; // Pin digital para el sensor de flujo YF-S201
int litros_Hora; // Variable que almacena el caudal (L/hora)
volatile int pulsos = 0; // Variable que almacena el número de pulsos
unsigned long tiempoAnterior = 0; // Variable para calcular el tiempo
transcurrido

```

```

unsigned long pulsos_Acumulados = 0; // Variable que almacena el número de
pulsos acumulados
float litros = 0; // // Variable que almacena el número de litros acumulados

void flujo()
{
  pulsos++; // Incrementa en una unidad el número de pulsos
}

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  //Creacion del archivo en Excel
  Serial.println ("CLEARDATA");
  Serial.println ("LABEL, Fecha, Hora, Nombre, Numero, Litros Leche, Modulo");

  //PROGRAMA PULSADORES
  pinMode(pulsadorA,INPUT);
  pinMode(pulsadorB,INPUT);
  pinMode(pulsadorC,INPUT);
  pinMode(pulsadorD,INPUT);

  //PROGRAMA SENSOR DE FLUJO
  pinMode(sensor, INPUT_PULLUP); // Pin digital como entrada con conexión PULL-
UP interna
  interrupts(); // Habilito las interrupciones
  // Interrupción INT0, llama a la ISR llamada "flujo" en cada flanco de subida
en el pin digital 2
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(sensor), flujo, RISING);
  tiempoAnterior = millis(); // Guardo el tiempo que tarda el ejecutarse el
setup

  //Programa RFID
  SPI.begin(); // Init SPI bus
  mfrc522.PCD_Init(); // Init MFRC522 card
  //activacion de los LEDS para RFID
  pinMode(redLed, OUTPUT); //Salida LED ROJO
  pinMode(yellowLed, OUTPUT); //Salida LED AMARILLO
  pinMode(greenLed, OUTPUT); //Salida LED VERDE
  delay (200);

  //Programa LCD
  lcd.init();
  lcd.backlight();

  /*
  //Arranque
  // barra de progreso inicializar sirve de tiempo para que el sensor se
estabilize LCD
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Inicializando...");
  for (int i = 0; i <= 15; i++) {
    lcd.setCursor(i, 1);
    lcd.write((byte)4);
    delay(250);
  }
  delay(250);
  lcd.clear();
  */

```

```

    delay(500);*/
MSNinicio();
//Portada
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("      SISTEMA      ");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print(" REGISTRO LECHE ");
delay(2000);
}

void loop(){
//variable para el estado de RFID Registrada
x=0;
z=0;
y=0;
valorA=digitalRead(pulsadorA);
valorB=digitalRead(pulsadorB);
valorC=digitalRead(pulsadorC);
valorD=digitalRead(pulsadorD);
tarjeta_rfid();
delay(20);

if(Registrada==true){
    funcbotones();
}

}

/*****FUNCION BIENVENIDA*****/

void MSNinicio(){
for (int i = 10; i <= 15; i++) {
    if (x > 15) x = -4;
    for (int f = 0; f < 3; f++) {
        lcd.clear();
        for (int i=0; i<8; i++) {
            lcd.createChar(i, chr[f][i]);
        }
        for (int c = 0; c < 4; c++) {
            int xc = x+c;
            if ((xc >= 0)&&(xc < 16)) {
                lcd.setCursor(x+c, 0); lcd.write(byte(c));
                lcd.setCursor(x+c, 1); lcd.write(byte(c+4));
            }
        }
        x++;
        delay(400);
    }
}
}

void funcbotones(){
//PROGRAMACION BOTON A
if (valorA==HIGH){
digitalWrite(greenLed,HIGH);
}
}

```

```

while(z<1)
{
  for(i=0; i < 10; i++){
    //flujometro();
    //delay(200);
    envioExcel();
    delay(200);
  }
  y=1;
  z=1;
}
}
else {
  digitalWrite(greenLed,LOW);
  //encero las variables del caudalimetro
  litros_Hora = 0;
  pulsos = 0;
  tiempoAnterior = 0;
  pulsos_Acumulados = 0;
  litros = 0;
  Modulo = "Uno";
}
}

//PROGRAMACION BOTON B
if (valorB==HIGH){
  litros = 0.00;
  digitalWrite(greenLed,HIGH);
  while(z<1)
  {
    for(i=0; i < 10; i++){
      //flujometro();
      //delay(200);
      envioExcel();
    }
    y=1;
    z=1;
  }
}
else {
  digitalWrite(greenLed,LOW);
}
}

//PROGRAMACION BOTON C
if (valorC==HIGH){
  litros = 0.00;
  digitalWrite(greenLed,HIGH);
  while(z<1)
  {
    for(i=0; i < 10; i++){
      //flujometro();
      // delay(200);
      envioExcel();
    }
    y=1;
    z=1;
  }
}
}
}

```

```

else {
    digitalWrite(greenLed,LOW);
}

//PROGRAMACION BOTON D
if (valorD==HIGH){
    litros = 0.00;
    digitalWrite(greenLed,HIGH);
    while(z<1)
    {
        for(i=0; i < 10; i++){
            //flujometro();
            //delay(200);
            envioExcel();
        }
        y=1;
        z=1;
    }
}
else {
    digitalWrite(greenLed,LOW);
}
//FIN PROGRAMACION BOTONES
}

```

```

//##### FUNCIONES OPERATIVAS
//*****READ SENSORS FUNCTION*****/
//PROGRAMACION REGISTRO VACAS - TARJETA RFID
void tarjeta_rfid() {
    //reconociendo tarjeta UID
    UID="";
    if ( ! mfrc522.PICC_IsNewCardPresent() ) {
        return;
    }

    if ( ! mfrc522.PICC_ReadCardSerial() ) return;

    // Código de la tarjeta introducida UID
    for (byte i = 0; i < mfrc522.uid.size; i++) {
        dosbytes = String(mfrc522.uid.uidByte[i],HEX);
        if (dosbytes.length() == 1){dosbytes = "0" + dosbytes; };
        UID = UID + dosbytes;
    }
    lcd.clear();
    lcd.print("Tarjeta UID:  ");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print(UID);
    digitalWrite(yellowLed, HIGH);
    delay(2000);
    digitalWrite(yellowLed, LOW);
    lcd.clear();
    // Consulta si la tarjeta introducida se encuentra en
    // el grupo de autorizados.
    for(int i = 0; i < total; i++){
        if (UID == autorizados.substring(9*i,9*i+8)){

```

```

cnt = 1;
Registrada = true;
lcd.clear();
lcd.print("      VACA      ");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("  REGISTRADA  ");
digitalWrite(greenLed, HIGH);
delay(2000);
digitalWrite(greenLed, LOW);
lcd.clear();
}
}
//PROGRAMACION VACA NO REGISTRADA
if (cnt == 0)
{
  flag = 1;
}
if(flag == 1){
  Registrada = false;
  lcd.clear();
  lcd.print("      VACA      ");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print(" NO REGISTRADA ");
  digitalWrite(redLed, HIGH);
  delay(2000);
  digitalWrite(redLed, LOW);
  lcd.clear();
}

lcd.clear();
lcd.print("      ESCANEO      ");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("DE GANADO VACUNO");
cnt = 0;
flag = 0;//FIN VACA REGISTRADA Y NO REGISTRADA

mfrc522.PICC_HaltA(); // Halt PICC
mfrc522.PCD_StopCrypto1(); // Stop encryption on PCD
}

//FUNCIÓN FLUJOMETRO
void flujometro() {
  // Cada segundo calculamos e imprimimos el caudal y el número de litros
  consumidos
  if (millis() - tiempoAnterior > 1000)
  {
    // Realizo los cálculos
    tiempoAnterior = millis(); // Actualizo el nuevo tiempo
    pulsos_Acumulados += pulsos; // Número de pulsos acumulados
    litros_Hora = (pulsos * 60 / 7.5); // Q = frecuencia * 60/ 7.5 (L/Hora)
    litros = pulsos_Acumulados * 1.0 / 450; // Cada 450 pulsos son un litro
    litros1=litros; //envio a Excel
    pulsos = 0; // Pongo nuevamente el número de pulsos a cero
    // Llamada a la función que muestra los resultados en el LCD 2004
    LCD_FLUJOMETRO();
  }
}

```

```

}
//IMPRESIÓN FLUJOMETRO
void LCD_FLUJOMETRO()
{
  // Imprimo la cabecera del sistema
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print(" CANTIDAD LECHE ");
  // Presento los valores a través del LCD 16X2
  lcd.setCursor(0, 1);
  // Imprimo el caudal en L/hora
  //lcd.print("->");
  lcd.print(litros_Hora, DEC);
  lcd.print(" Lt/H");
  lcd.setCursor(9, 1);
  // Imprimo el número de litros acumulados
  //lcd.print("-> ");
  lcd.print(litros);
  lcd.print(" Lt");
  delay(2000);
  lcd.clear();
}

////////////////////ENVIO EXCEL SEMIAUTOMATICO////////////////////
void envioExcel(){
  digitalWrite (redLed, LOW);
  lcd.clear ();
  lcd.setCursor (0, 0);
  lcd.print ("Enviando");
  lcd.setCursor (0, 1);
  lcd.print ("Datos ...");
  delay(200);

  // Buscar nuevas tarjetas
  //if ( ! mfrc522.PICC_IsNewCardPresent()) {
  //return;
  //}

  //if ( ! mfrc522.PICC_ReadCardSerial()) return;

String content= "";
byte letter;
for (byte i = 0; i < mfrc522.uid.size; i++)
{
  Serial.print(mfrc522.uid.uidByte[i] < 0x10 ? " 0" : " ");
  Serial.print(mfrc522.uid.uidByte[i], HEX);
  content.concat(String(mfrc522.uid.uidByte[i] < 0x10 ? " 0" : " "));
  content.concat(String(mfrc522.uid.uidByte[i], HEX));
}
Serial.println();
Serial.print("Message : ");
content.toUpperCase();

if (content.substring (1) == "25 8B 26 C3") // Vaca llavero 1
{
  Name="Vaca Uno";//nombre de usuario

```

```

Number=000001;//numero de usuario
Serial.print ("DATA, DATE, TIME," + Name);
Serial.print (",");
Serial.print (Number); //envía el numero a excel
Serial.print (",");
Serial.print (litros1); //envía los litros a excel
Serial.print (",");
Serial.print (Modulo); //envía el modulo a excel
Serial.print (",");

    digitalWrite (greenLed, HIGH);
    delay (200);
    digitalWrite (greenLed, LOW);
    delay (100);
    //lcd.setCursor (0, 0);
    //lcd.print ("ID:");
    //lcd.print (content.substring (1));
    //lcd.setCursor (0, 1);
    //lcd.print ("VACA REGISTRADA");
    Serial.println ("Vaca N° 000001");
    delay (1200);
}

else {
    digitalWrite (redLed, HIGH);
    lcd.setCursor (0, 0);
    lcd.print ("ID:");
    lcd.print (content.substring (1));
    lcd.setCursor (0, 1);
    lcd.print ("Acceso denegado");
    Serial.println ("Acceso denegado");
    delay (1500);
}

//////////ENVIO EXCEL LLAVERO 1////////////////////////////////////
if (content.substring (1) == "25 8B 26 C3") // Vaca llavero 1
{
    Name="Vaca Uno";//nombre de usuario
    Number=000001;//numero de usuario
    Serial.print ("DATA, DATE, TIME," + Name);
    Serial.print (",");
    Serial.print (Number); //envía el numero a excel
    Serial.print (",");
    Serial.print (litros1); //envía el numero a excel
    Serial.print (",");
    Serial.print (Modulo); //envía el numero a excel
    Serial.print (",");

    digitalWrite (greenLed, HIGH);
    delay (200);
    digitalWrite (greenLed, LOW);
    delay (100);
    lcd.setCursor (0, 0);
    lcd.print ("ID:");
    lcd.print (content.substring (1));
    lcd.setCursor (0, 1);
    lcd.print ("VACA REGISTRADA");
}

```

```

    Serial.println ("Vaca N 000001");
    delay (1200);
}

else {
    digitalWrite (redLed, HIGH);
    delay (1500);
}
//////////ENVIO EXCEL LLAVERO 2//////////
if (content.substring (1) == "5C 2F D9 C3") // Vaca llavero 2
{
    Name="Vaca Dos";//nombre de usuario
    Number=000002;//numero de usuario
    Serial.print ("DATA, DATE, TIME," + Name);
    Serial.print (",");
    Serial.print (Number); //envía el numero a excel
    Serial.print (",");
    Serial.print (litros1); //envía el numero a excel
    Serial.print (",");
    Serial.print (Modulo); //envía el numero a excel
    Serial.print (",");

    digitalWrite (greenLed, HIGH);
    delay (200);
    digitalWrite (greenLed, LOW);
    delay (100);
    lcd.setCursor (0, 0);
    lcd.print ("ID:");
    lcd.print (content.substring (1));
    lcd.setCursor (0, 1);
    lcd.print ("VACA REGISTRADA");
    Serial.println ("Vaca N 000002");
    delay (1200);
}

else {
    digitalWrite (redLed, HIGH);
    delay (1500);
}
//////////ENVIO EXCEL LLAVERO 3//////////
if (content.substring (1) == "12 29 DC C3") // Vaca llavero 3
{
    Name="Vaca Tres";//nombre de usuario
    Number=000003;//numero de usuario
    Serial.print ("DATA, DATE, TIME," + Name);
    Serial.print (",");
    Serial.print (Number); //envía el numero a excel
    Serial.print (",");
    Serial.print (litros1); //envía el numero a excel
    Serial.print (",");
    Serial.print (Modulo); //envía el numero a excel
    Serial.print (",");

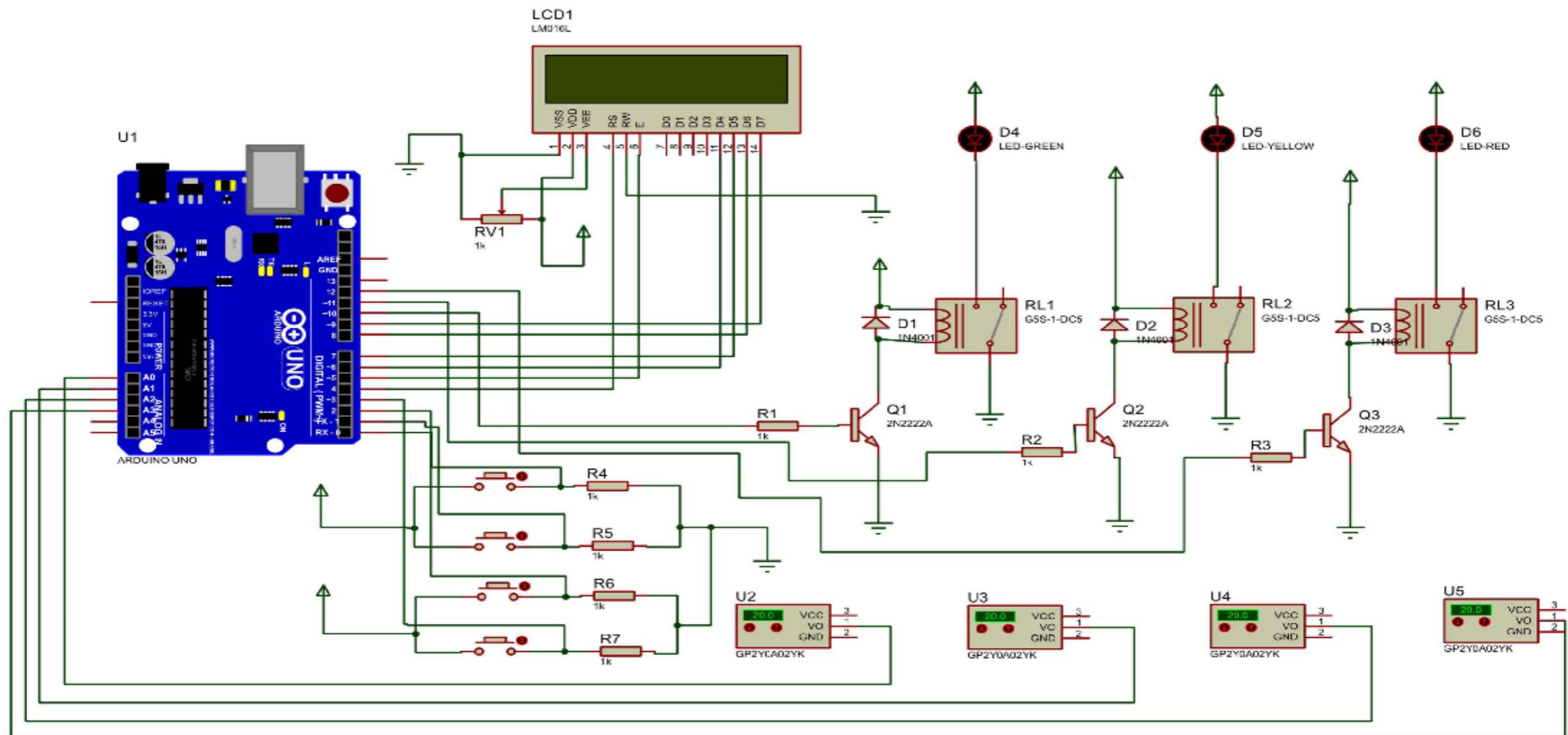
    digitalWrite (greenLed, HIGH);
    delay (200);
    digitalWrite (greenLed, LOW);
    delay (100);
}

```

```
    lcd.setCursor (0, 0);
    lcd.print ("ID:");
    lcd.print (content.substring (1));
    lcd.setCursor (0, 1);
    lcd.print ("VACA REGISTRADA");
    Serial.println ("Vaca N 000003");
    delay (1200);
}

else {
    digitalWrite (redLed, HIGH);
    delay (1500);
}

mfrc522.PICC_HaltA(); // Halt PICC
mfrc522.PCD_StopCrypto1(); // Stop encryption on PCD
}
```



	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		
	POSTULANTES: MIGUEL ESCOBAR RUIZ, DAVID VILLEGAS REINOSO		
	TEMA: SISTEMA DE REGISTRO DE PRODUCCIÓN DE LECHE		LAMINA: A-02
	TUTOR: ING. LUIS ROLANDO CRUZ PANCHI		
	FECHA: 05-FEBRERO-2019	FORMATO: A3	REFERENCIA: TESIS ELECTROMECAÁNICA	PLANO: DIAGRAMA ELECTRÓNICO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS

TITULACIÓN:

GRADO EN INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

ANEXO C: REGISTRO FOTOGRAFICO



TÍTULO:

SISTEMA DE REGISTRO DE CONTROL Y MONITOREO AUTOMATIZADO
PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE DE LA FINCA “SAN LUIS”

AUTORES:

Miguel Alejandro Escobar Ruiz

David Israel Villegas Reinoso



DISEÑO



Fotografía C.1: Área del ganado vacuno
Fuente: Finca “San Luis”



Fotografía C.2: Área del ordeño mecánico
Fuente: Finca “San Luis”



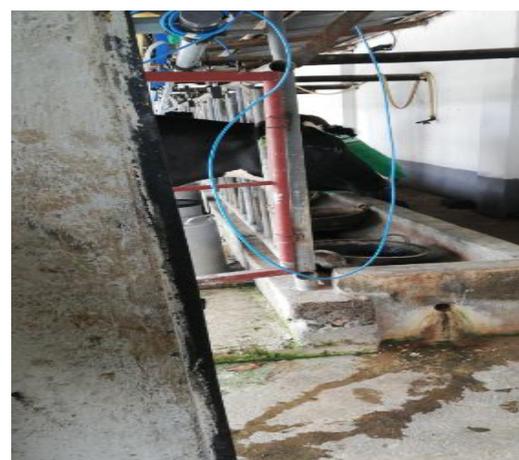
Fotografía C.3: Sistema de ordeño mecánico
Fuente: Finca “San Luis”



Fotografía C.4: Espacio del ordeño
Fuente: Finca “San Luis”



Fotografía C.5: Tendido del cable UTP cat 5E
Fuente: Finca “San Luis”



Fotografía C.6: Colocación del sistema RFID
Fuente: Finca “San Luis”



ENSAMBLADO



Fotografía C.7: Tendido de manguera corrugada 3/4"
Fuente: Finca "San Luis"



Fotografía C.8: Conexión de las lámparas LED
Fuente: Finca "San Luis"



Fotografía C.9: Conexión de los módulos Relé
Fuente: Finca "San Luis"



Fotografía C.10: Cableado del tablero LED
Fuente: Finca "San Luis"



Fotografía C.11: Prueba de las entradas de los relés
Fuente: Finca "San Luis"



Fotografía C.12: Tablero de identificación
Fuente: Finca "San Luis"



IMPLEMENTACIÓN



Fotografía C.13: Colocación de los sensores YS201
Fuente: Finca "San Luis"



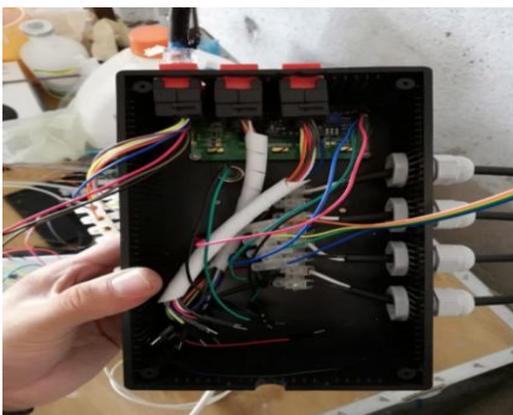
Fotografía C.14: Colocación de los pulsadores
Fuente: Finca "San Luis"



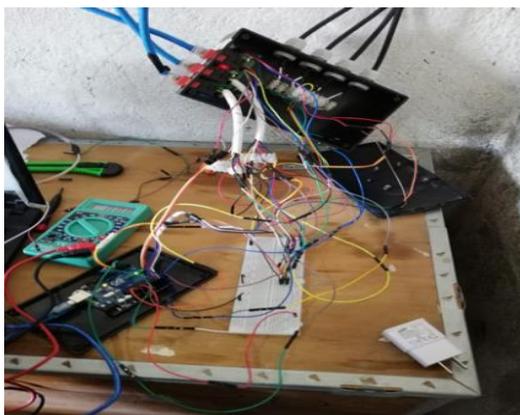
Fotografía C.15: Sensores en el sistema de ordeño
Fuente: Finca "San Luis"



Fotografía C.16: Implementación en cuatro módulos
Fuente: Finca "San Luis"



Fotografía C.17: Colocación del sistema de control
Fuente: Finca "San Luis"



Fotografía C.18: Conexiones finales del sistema
Fuente: Finca "San Luis"



PRUEBAS



Fotografía C.19: Identificador TAG's RFID
Fuente: Finca "San Luis"



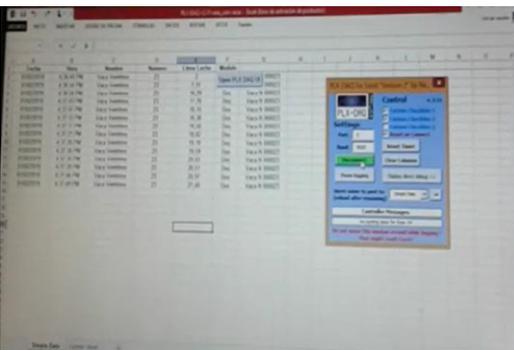
Fotografía C.20: Vaca reconocida luz verde
Fuente: Finca "San Luis"



Fotografía C.21: Inicio del sistema de ordeño
Fuente: Finca "San Luis"



Fotografía C.22: Ordeño y sensado en ejecución
Fuente: Finca "San Luis"



Fotografía C.23: Recepción de datos pruebas
Fuente: Finca "San Luis"

1	Fecha	Hora	Numero	Numero	Libros Leche	Medida	
2	02/02/2019	11:57:04 AM	Vaca Dieciseis	17	-2		
3	02/02/2019	11:57:08 AM	Vaca Dieciseis	17	-2	Open PL3 DM2 U4	000017
4	02/02/2019	11:57:13 AM	Vaca Dieciseis	17			000017
5	02/02/2019	11:57:18 AM	Vaca Dieciseis	17	9,88	Das	Vaca N 000017
					4,9	Das	Vaca N 000017
6	02/02/2019	11:57:22 AM	Vaca	17			
7	02/02/2019	11:57:27 AM	Dieciseis	17	9,99	Das	Vaca N 000017
8	02/02/2019	11:57:31 AM	Vaca Dieciseis	17	10,51	Das	Vaca N 000017
9	02/02/2019	11:57:36 AM	Vaca Dieciseis	17	10,51	Das	Vaca N 000017
10	02/02/2019	11:57:40 AM	Vaca Dieciseis	17	10,51	Das	Vaca N 000017
			Vaca				
11	02/02/2019	11:57:45 AM	Dieciseis	17			Vaca N 000017
12	02/02/2019	11:58:04 AM	Jaca Diecinueve	19		Tres	Vaca N 000019
13	02/02/2019	11:58:08 AM	Jaca Diecinueve	19		Tres	Vaca N 000019
14	02/02/2019	11:58:13 AM	Jaca Diecinueve	19		Tres	Vaca N 000019
15	02/02/2019	11:58:17 AM	Jaca Diecinueve	19		Tres	Vaca N 000019
16	02/02/2019	11:58:22 AM	Jaca Diecinueve	19		Tres	Vaca N 000019
17	02/02/2019	11:58:26 AM	Jaca Diecinueve	19		Tres	Vaca N 000019
18	02/02/2019	11:58:31 AM	Jaca Diecinueve	19		Tres	Vaca N 000019
19	02/02/2019	11:58:36 AM	Jaca Diecinueve	19		Tres	Vaca N 000019
20	02/02/2019	11:58:40 AM	Jaca Diecinueve	19		Tres	Vaca N 000019
21	02/02/2019	11:58:45 AM	Jaca Diecinueve	19		Tres	Vaca N 000019
22							
23							
24							

Fotografía C.24: Recepción de datos en Excel
Fuente: Finca "San Luis"





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
Octubre 2018 - Febrero 2019

