



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

“Telecontrol de pesaje y ordeño mecánico de ganado vacuno.”

TESINA DE SEMINARIO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO EN TELEMÁTICA

Presentado por:

CARRIEL FUENTES GABRIEL

COELLO CORAIZACA CESAR F.

Guayaquil - Ecuador

2015

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por permitirme ver la luz del día cada mañana. A mis Padres, esposa e hijos que son de gran apoyo y el motor de mi vida. A mis profesores en especial al Ing. Marcos Millán que nos guío durante este proyecto y nos enseñó que la Telemática tiene aplicación más allá de nuestra imaginación.

Gabriel Carriel Fuentes

Primeramente, le agradezco a Dios, porque es quien provee la sabiduría y guía para seguir en el camino. A mi madre por ser incondicional y siempre apoyarme en todos los acontecimientos de mi vida, y a mi compañero de proyecto por su apoyo y cooperación.

Cesar Filiberto Coello Coraizaca

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios que me dio la paciencia, serenidad y sabiduría para cumplir esta meta, a mis papás Bella Lila y Gabriel, a mi hermano Francisco, a mi querida Andrea y a mis hijos Bindy y Martín... mi bella familia que son la razón de mi motivación para superarme y seguir adelante.

Gabriel Carriel Fuentes

Como todo logro, en primer lugar se lo dedico a Dios porque es quien me ayudo a llegar y superar esta etapa de mi vida. A mi madre porque es quien estará siempre orgullosa de mi y es quien ha estado presente en el alcance de todas mis metas.

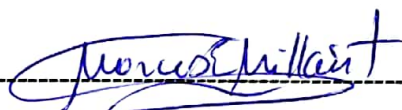
Cesar Filiberto Coello Coraizaca

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



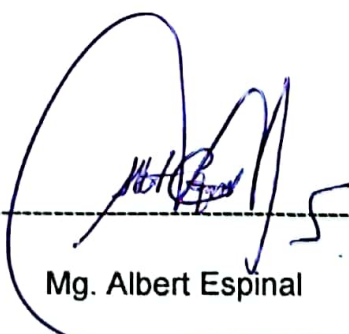
Ing. Sara Ríos

SUBDECANA DE LA FIEC



Msc. Marcos Millán Traverso

PROFESOR DEL SEMINARIO DE GRADUACIÓN

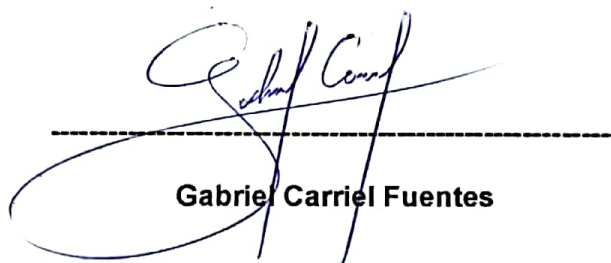


Mg. Albert Espinal

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este informe, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”. (Reglamento de exámenes y títulos profesionales de la ESPOL).



Handwritten signature of Gabriel Carriel Fuentes in blue ink, written over a horizontal dashed line.

Gabriel Carriel Fuentes



Handwritten signature of Cesar Filiberto Coello Coraizaca in blue ink, written over a horizontal dashed line.

Cesar Filiberto Coello Coraizaca

RESUMEN

Este proyecto presenta el prototipo de un sistema de telecontrol de pesaje y ordeño mecánico de ganado vacuno. Para la implementación se usa software y hardware libre y de fácil manejo.

En la implementación del prototipo se utilizan dos sensores, celdas de carga. El primero, a través de cálculos matemáticos nos permite obtener el peso de la leche y su volumen. El segundo, nos permite conocer el peso del balanceado que se le proporciona a la vaca después de que ha culminado la etapa de ordeño,

Para el monitoreo del estado y valores en tiempo real de las variables del sistema de telecontrol se implementa un servidor web. También permite escribir variables en el módulo lógico Siemens LOGO! para controlar el encendido o apagado de los actuadores del sistema de ordeño.

El prototipo del sistema de telecontrol es probado creando una red de área local, utilizando un enrutador que permitirá el envío y recepción de datos desde el servidor hacia el modulo lógico Siemens LOGO!.

Al prototipo del sistema de telecontrol de pesaje y ordeño se le realizaran pruebas de laboratorio y pruebas en maqueta.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIAS	iv
TRIBUNAL DE SUSTENTACION.....	vi
DECLARACION EXPRESA.....	vii
RESUMEN	x
INDICE GENERAL.....	ix
INDICE DE FIGURAS.....	xiv
INDICE DE TABLAS.....	xv
ABREVIATURAS	xvi
INTRODUCCION	xvii
CAPÍTULO 1	
1. GENERALIDADES	
1.1 ANTECEDENTES.....	2
1.2 OBJETIVOS.....	4
1.2.1 OBJETIVO GENERAL.....	4
1.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	4

1.3 ALCANCE DEL PROYECTO	5
1.4 LIMITACIONES DEL PROYECTO.....	6
1.5 RESULTADOS ESPERADOS.....	7
1.6 APLICACIONES	8
CAPITULO 2	
2. MARCO TEORICO	9
2.1 FUNDAMENTACION TEORICA.....	9
2.1.1 TELEMETRIA	10
2.1.2 AUTOMATIZACION.....	10
2.1.3 EL ORDEÑO MECANICO	11
2.1.3.1 VENTAJAS DEL ORDEÑO MECANICO	12
2.1.3.2 DESVENTAJAS DEL ORDEÑO MECANICO	12
2.1.3.3 DOCE REGLAS DE ORO DEL ORDEÑO MECANICO	13
2.1.4 IDENTIFICACION DEL GANADO CON TECNOLOGIA RFID ...	15
2.1.5 DOSIFICACION POR TORNILLO SIN FIN	17
2.1.6 SENSORES	18
2.1.7 ACTUADORES	21
2.1.8 TABLERO DE CONTROL	22

2.1.9 PROGRAMACION SIEMENS LOGO!	23
2.1.10 PROGRAMACION HMI LOGO! TD	25
2.1.11 COMUNICACIÓN LOGO! – LOGO! TD	29
CAPITULO 3	
3 DISEÑO E IMPLEMENTACION	31
3.1 ARQUITECTURA DEL SISTEMA	32
3.1.1 COMPONENTES DEL SISTEMA	32
3.1.1.1 DISPOSITIVO DE CONTROL Y ADQUISICION DE DATOS	32
3.1.1.2 TRANSDUCTORES	33
3.1.1.3 TRATAMIENTO DE LA SEÑAL	33
3.1.1.4 TRAZABILIDAD	34
3.1.1.5 COMUNICACIÓN CON LOGO! 0BA7	35
3.1.1.6 ANALISIS DE LAS TRAMAS	35
3.1.1.7 INTERFAZ DE CLIENTE (TELECONTROL)	36
3.2 ARQUITECTURA MECÁNICA	36
3.2.1 PLATAFORMA DE PESAJE Y DOSIFICACION	36
3.2.2 ESTACIÓN DE ORDEÑO	37
3.3 SUBSISTEMA DE CONTROL	38
3.3.1 MODULO LOGICO SIEMENS LOGO!	39

3.3.2 HMI LOGO! TD	40
3.3.3 FUENTE DE PODER ± 5 VDC Y ± 12 VDC	42
3.4 SUBSISTEMA DE RESPUESTA	43
3.4.1 ELECTROVALVULA	44
3.4.2 MOTOR ELECTRICO	45
3.4.3 LUCES PILOTO	45
3.5 SENSORES	46
3.5.1 CELDAS DE CARGA	46
3.5.1.1 ACONDICIONAMIENTO DE LAS CELDAS DE CARGA	46
3.6 DISTRIBUCION DE ENTRADAS Y SALIDAS	48
3.7 CONEXIONES	50
3.7.1 CONEXIÓN SIEMENS LOGO!	50
3.7.2 CONEXIÓN HMI LOGO! TD	51
3.7.3 CONEXIÓN A LA CELDA DE CARGA	52
3.8 DIAGRAMA DE FLUJOS	53
3.8.1 SELECCION	53
3.8.2 ESQUEMA AUTOMATICO	53
3.8.3 ESQUEMA MANUAL	55
3.8.4 DESCRIPCION DE LOS BLOQUES	56

3.8.4.1 DIAGRAMA DE SELECCIÓN	56
3.8.4.2 DIAGRAMA DE OPERACIÓN AUTOMATICO	56
3.8.4.3 DIAGRAMA DE OPERACIÓN MANUAL	61
CAPITULO 4	
4. PRUEBAS Y RESULTADOS	66
4.1 PRUEBAS DEL CIRCUITO ACONDICIONADOR DE LA CELDA DE CARGA	67
4.2 PRUEBAS DEL PESO DE LECHE ORDEÑADA	68
4.3PRUEBAS DEL PESO DE BALANCEADO DOSIFICADO	69
4.4 ANALISIS DE LOS RESULTADOS	70
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	66
CONCLUSIONES	72
RECOMENDACIONES	73
BIBLIOGRAFIA	74
ANEXOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Ordeño mecanico [1]	15
Figura 2.2 – Arquitectura basica de un sistema RFID [2]	16
Figura 2.3 – Dosificacion por tornillo sin fin [3].....	18
Figura 2.4 – Celdas de carga [4]	20
Figura 2.5 – Tablero de control [5].....	22
Figura 2.6 – Ventana de configuracion de LOGO TD [6].....	27
Figura 2.7 – Comunicacion LOGO! – LOGO TD [7].....	30
Figura 3.1 – Arquitectura del sistema de pesaje y ordeño [8].....	32
Figura 3.2 – Plataforma de pesaje y dosificacion [9]	37
Figura 3.3 – Modulo logico Siemens LOGO! [10].....	39
Figura 3.4 – Siemens LOGO TD [11]	40
Figura 3.5 – Fuente de poder ± 5 Vdc y ± 12 Vdc [12]	42
Figura 3.6 – Subsistema de respuesta [13].....	43
Figura 3.7 – Electrovalvula [14]	44
Figura 3.8 – Luces Piloto [15].....	45
Figura 3.9 – Circuito rectificador para celdas de carga [16]	48
Figura 3.10 – Conexión HMI LOGO TD [17]	51
Figura 3.11 – Conexión de la celda de carga [18].....	52
Figura 3.12 – Diagrama de selección de modo de operacion [19]	53
Figura 3.13 – Diagrama de modo automatico [20].....	54
Figura 3.14 – Diagrama de modo manual [21].....	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 – Distribucion de entradas y salidas.....	48
Tabla 4.1 – Pruebas de ajuste de circuiio acondicionador de celdas de carga. ..	68
Tabla 4.2 – Pruebas de medicion de peso de leche	69
Tabla 4.3 – Pruebas de medicion de peso de balanceado	70

ABREVIATURAS

AC	Corriente Alterna
DC	Corriente Directa
ASCII	Código Americano Estándar para el Intercambio de Información
HTTP	Protocolo de Transferencia de Hipertexto
IDE	Ambiente de Desarrollo Integrado
IP	Protocolo de Internet
LAN	Red de área local
MAC	Dirección física de dispositivos
TCP	Protocolo de Control de Transmisión
PLC	Controlador lógico programable
HMI	Interfaz hombre-maquina
SCADA	Supervisión, Control y Adquisición de Datos
RFID	Identificación por radiofrecuencia
AP	Punto de Acceso
FBD	Diagrama de Bloques de Funciones
LD	Diagrama Escalera
HTML	Lenguaje de Marcas de Hipertexto

INTRODUCCIÓN

Las exportaciones en el sector lechero están creciendo y en el primer semestre del año anterior alcanzaron las 6 934 toneladas métricas. Actualmente, los principales mercados de exportación de la leche ecuatoriana son Venezuela, Colombia y Perú. La producción de leche en el Ecuador mueve USD 700 millones al año dentro de la cadena primaria.

El sector privado también apunta a un mayor consumo de leche en el mercado nacional, donde la demanda es de apenas 110 litros per cápita al año.

La campaña 'Tres lácteos al día', impulsada por los sectores público y privado ha aumentado un 10% el consumo interno de leche. Para el 2015 se busca que el consumo aumente a 150 litros”.

Este proyecto se desarrolla con el objetivo de permitir el acceso a tecnología de bajo costo a pequeños productores para solucionar la implementación y control de estaciones de ordeño mecánico automatizado, lo que aumentaría la producción de leche, ayudaría al registro de ordeño de animales, al registro de la cantidad de leche ordeñada. Esto ayudaría al ganadero a ahorrar tiempo y mejorar su sistema de recolección de leche.

La estructura del proyecto consta de los siguientes capítulos:

En el primer capítulo se detalla los objetivos, alcances y limitaciones del proyecto.

En el segundo capítulo se detalla el marco teórico referente al hardware y software del proyecto además de las vías de comunicación y demás conceptos que se utilizan en el prototipo.

En el capítulo 3, se explica el diseño, la implementación, la configuración y funcionamiento del proyecto. Se detallan diagramas de bloques, esquemáticos y conexiones.

El capítulo 4, es el capítulo de pruebas y resultados. Aquí se detalla las pruebas realizadas con los respectivos resultados y el margen de error de los mismos.

Luego en el capítulo 5 se detalla las conclusiones y las recomendaciones que hay que tener en cuenta con respecto al desarrollo e implementación del prototipo

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES

La tecnología es parte integral de las nuevas técnicas de producción agropecuaria, es así que en este rubro la mecanización de las tareas del agro ha llevado el rol más importante en materia de inversión, dejando a la automatización, control y gestión de la información por su coste elevado en un segundo plano. Por dicha razón este proyecto busca encarar esta problemática desarrollando un sistema de bajo coste, haciendo uso de la telemática para su diseño e implementación.

1.1 ANTECEDENTES

La producción de leche en Ecuador mueve alrededor de 700 millones de dólares al año dentro de la cadena primaria. Mientras que en toda la cadena, que incluye transporte, industrialización, comercialización, entre otros aspectos, se manejan más de 1.000 millones de dólares anuales.”

La ganadería de leche en Ecuador se ha venido realizando bajo una gran diversidad de sistemas de producción que se hayan determinados, entre otros factores, por la variedad de alternativas tecnológicas que se utilizan, los ambientes socioculturales y las formaciones agroecológicas en los que se encuentran inmersos, así como también por los objetivos económicos que se establecen. Por las mismas razones, la calidad higiénica y nutricional de la leche producida es muy variable, así como el impacto ambiental que se generan, las relaciones laborales existentes y el cuidado que se le ponga a los animales.

Existen tres formas de ordeñar una vaca, por medio del ternero, ordeño manual y ordeño mecánico.

Se requiere la implementación de un sistema automatizado para ejecutar el proceso de ordeño y dosificación del balanceado. Además se requiere llevar un registro de la producción de leche por animal.

Para ello, se procederá a diseñar un sistema que primeramente identifique el animal usando tecnología RFID, luego continuará con el ordeño mecánico, al finalizar el ordeño mecánico proseguirá con la dosificación de balanceado para el animal y al finalizar guardará la cantidad de leche producida.

El sistema será controlado por el módulo lógico LOGO! de marca Siemens, el pesaje de la leche se realizará al finalizar el ordeño mecánico usando una celda de carga, y la dosificación del balanceado se realizará por medio de un tornillo sin fin controlado por un motor, el motor se detendrá cuando se haya entregado el peso de balanceado correspondiente.

Todo esto se realizara utilizando software de código libre para reducir costos en la implementación del prototipo.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

- Analizar, diseñar y construir un prototipo para un sistema de telecontrol de pesaje y ordeño mecánico de ganado vacuno utilizando hardware de bajo costo y para la implementación de la aplicación software de libre distribución.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Controlar de manera automática y remota un sistema de pesaje de leche utilizando una máquina de ordeño mecánico.
- Trazabilidad e identificación bovina utilizando la tecnología RFID.
- Establecer criterios controlados sobre la alimentación de vacas lecheras mediante la dosificación de

balanceado a través de un sistema automático que pueda ser utilizado de forma local y remota.

- Registrar la producción lechera para la gestión de los procesos productivos.

1.3 ALCANCE DEL PROYECTO

Para comprender el alcance del proyecto es necesario detallar lo que permite este proyecto:

- Autenticación de usuario y contraseña para el acceso a la aplicación vía web.
- Identificación del animal mediante tecnología de etiquetas RFID.
- Activación de la etapa de ordeño vía local o vía web.
- Monitoreo en tiempo real, vía web, del peso de la leche existente dentro del tanque de recepción de ordeño.
- Activación vía web de la etapa de drenaje, mediante electroválvula, de la leche ordeñada hacia el tanque de conservación.

- Monitoreo en tiempo real, vía web, del peso de balanceado a dosificar mediante tornillo sin fin.
- Activación vía web de la etapa de dosificación de balanceado. La cantidad a dosificar depende de la cantidad de leche producida por el animal en la etapa anterior.

1.4 LIMITACIONES DEL PROYECTO

Como limitaciones del proyecto tenemos las siguientes:

- Probablemente la mayor limitación del proyecto es que hay haciendas ganaderas en lugares remotos donde no existe acceso a internet.
- Los actuadores del prototipo no son reales sino simulados con electroválvulas, un motor eléctrico, una bomba de agua y un tornillo sin fin.
- El pesaje de la leche en tiempo real mostrado, tiene retardo debido a la comunicación.

- La medición de los pesos de la leche y del balanceado para la dosificación no son tan precisos, el margen de error se lo mostrara en el capítulo 4.
- La comunicación desde la estación de ordeño hasta el cuarto de control es limitada ya que el punto de acceso (AP) estará en la intemperie a expensas de condiciones climáticas.

1.5 RESULTADOS ESPERADOS

Los resultados más óptimos serian:

- Una comunicación estable con el servidor.
- El funcionamiento adecuado de los actuadores, activados y desactivados vía web.
- Medición exacta y sin retardos de los pesos de la leche y balanceado.

- Protecciones eléctricas adecuadas para los actuadores (electroválvula, motor, bomba de agua).

1.6 APLICACIONES

Este proyecto se ideó con el objetivo de ser implementado por los productores de leche en sus haciendas. Este prototipo busca familiarizar a los pequeños ganaderos con las nuevas tecnologías de control y monitoreo para el ordeño mecánico automatizado del ganado vacuno. El acceso vía web al sistema de pesaje y ordeño busca facilitar el funcionamiento remoto sin necesidad de ser presencial.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

Para el mejor entendimiento del proyecto es necesario detallar ciertas definiciones. A continuación un pequeño extracto de cada uno de los conceptos más relevantes de lo que se utiliza en el prototipo del sistema de telecontrol de pesaje y ordeño

2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Esta subcapítulo contiene a detalle los conceptos necesarios para comprender el desarrollo y la estructura utilizada en el proyecto.

2.1.1 TELEMETRÍA

Telemetría es una técnica automatizada de las comunicaciones con la ayuda de que las mediciones y recopilación de datos se realizan en lugares remotos y de transmisión para la vigilancia. Esta técnica utiliza comúnmente transmisión inalámbrica, aunque original de los sistemas de transmisión utilizados por cable.

Un sistema de telemetría normalmente consiste de un transductor como un dispositivo de entrada, un medio de transmisión en forma de líneas de cable o las ondas de radio, dispositivos de procesamiento de señales, y dispositivos de grabación o visualización de datos. El transductor convierte una magnitud física como la temperatura, presión o vibraciones en una señal eléctrica correspondiente, que es transmitida a una distancia a efectos de medición y registro.

2.1.2 AUTOMATIZACIÓN

La automatización es un conjunto de técnicas que relacionan sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos, que se combinan para luego ser dirigidos o controlados por medio de un software especializado, que se encarga de poner en movimiento a este mecanismo complejo de una forma automática. Principalmente, esta técnica abarca ramas importantes como la neumática, oleo hidráulica y la mecatrónica.

2.1.3 EL ORDEÑO MECÁNICO

Por ordeño mecánico nos referimos a la extracción de leche de animales lecheros sin mano de obra humana. La extracción de leche es sólo una de las muchas áreas en la ganadería lechera que puede ser automatizada. Los ganaderos pueden, por ejemplo, utilizar puertas automáticas o semiautomáticas para controlar el tráfico de vacas; hay sistemas automáticos de retirada de las unidades de ordeño que pueden ser utilizados para retirar los equipos de ordeño de los animales, y los sistemas

automáticos de baños de pezones se usan para limpiar y desinfectar las ubres.

Los ganaderos pueden elegir el grado de automatización que mejor se adapta a sus necesidades.

2.1.3.1 VENTAJAS DEL ORDEÑO MECÁNICO

- Aumento de la eficiencia de la mano de obra, se ordeñan más vacas por hora hombre en comparación al ordeño manual.
- Reducción de los requerimientos de personal debido a la mayor eficiencia de la mano de obra.
- Reducción de los problemas de personal. El ausentismo no causa problemas tan serios como en el caso del ordeño manual.
- Existen mejores condiciones para controlar la higiene de la leche. Se evita el contacto de la leche con el medio ambiente, lo que reduce las probabilidades de contaminación.

- Ofrece condiciones más favorables para los ordeñadores puesto que el esfuerzo físico es menor.

2.1.3.2 DESVENTAJAS DE ORDEÑO MECÁNICO

- Requiere una inversión elevada en equipos y obra civil.
- Si los equipos tienen fallas mecánicas y no son manejadas con el debido cuidado, podría provocar una afección seria en la salud de la glándula mamaria del animal.
- Requiere capacitación del personal para manejar los equipos.

2.1.3.3 DOCE REGLAS DE ORO DEL ORDEÑO MECÁNICO

1. Controlar la salud de la ubre regularmente.
2. Seguir el orden de ordeño correcto.

3. Siempre sacar los 3 primeros chorros de leche en un jarro fondo oscuro.
4. Desinfectar y secar los pezones antes del ordeño.
5. Comprobar el nivel de vacío de las pezoneras.
6. Colocar la unidad de ordeño a tiempo.
7. Evitar el sobre ordeño.
8. Retirar la unidad de ordeño correctamente.
9. Sellar para desinfectar los pezones de inmediato.
10. Limpiar y desinfectar el equipo de ordeño.
11. Asegurar un correcto enfriamiento de la leche.
12. Controlar regularmente los resultados de ordeño.



FIGURA 2.1: ORDEÑO MECÁNICO

2.1.4 IDENTIFICACIÓN DEL GANADO CON TECNOLOGÍA RFID

La identificación por radiofrecuencia o RFID por sus siglas en inglés (radio frequency identification), es una tecnología de identificación remota e inalámbrica en la cual un dispositivo lector vinculado a un equipo de cómputo, se comunica a través de una antena con un transpondedor (también conocido como tag o etiqueta) mediante ondas de radio.

La mejora ideada constituyó el origen de la tecnología RFID; consiste en usar chips de silicio que pudieran

transferir los datos que almacenaban al lector sin contacto físico, de forma equivalente a los lectores de infrarrojos utilizados para leer los códigos de barras.

Los propósitos de usar tecnología RFID son:

- Identificar productos, mercancías o personas de forma inteligente
- Capturar datos y eventos durante los movimientos o procesos
- Compartir los datos capturados con su gestión empresarial, ERP, WMS, MES y otros
- Compartir con terceros, otros miembros de la cadena, con datos comunes y relevantes, EDI, SVC, SOAP y otros

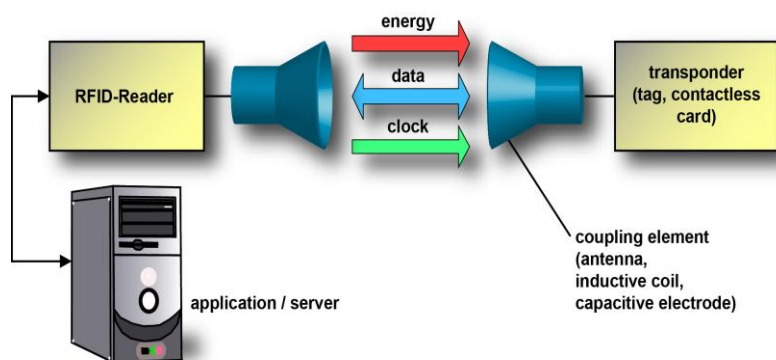


FIGURA 2.2: ARQUITECTURA BASICA DE UN SISTEMA RFID

2.1.5 DOSIFICACIÓN POR TORNILLO SIN FIN

Por la gran prestación y diseño de los transportadores sin fin se los ha utilizado para la fabricación de sistemas de dosificación.

Estos transportadores están formados por aspas helicoidales o seccionales montadas en un eje que gira a cierta velocidad determinada por un motor.

El sistema de alimentación por tornillo sin fin ha sido diseñado para altas demandas higiénicas y satisface así las máximas exigencias en cuanto a pureza de producto. El campo de aplicación abarca la dosificación volumétrica precisa, así como la dosificación en sistemas gravimétricos. Además, la alimentación por tornillo sin fin se utiliza para transportar productos en polvo o sólidos en la industria alimenticia.

El corte óptimo de las salidas permite una dosificación exacta, precisamente adaptada a cada aplicación.

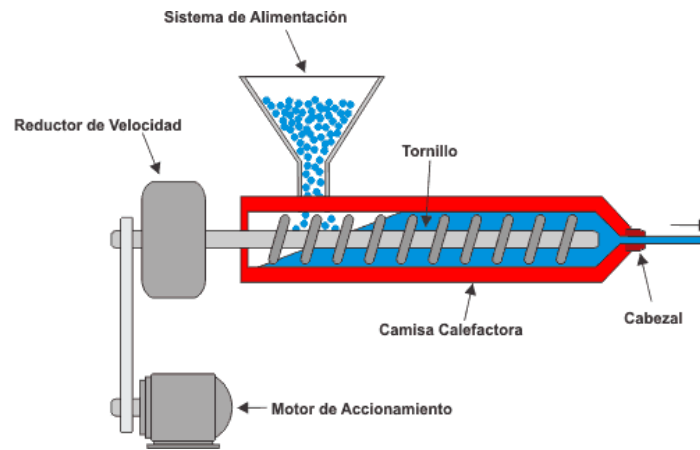


FIGURA 2.3: DOSIFICACION POR TORNILLO SIN FIN

2.1.6 SENSORES

En el proyecto se utilizan sensores para el sistema de pesaje, estos sensores son llamados celdas de carga.

Las celdas de carga consisten en un metal que sufre una deformación conforme se le aplica una fuerza. Este metal se calcula para soportar un rango de fuerza (que va desde cero fuerza hasta la capacidad máxima) ya sea a tensión, compresión o ambos. La deformación se realiza en la "parte elástica", esto es lo que limita la capacidad de una celda de carga. Al momento de sobrepasar la parte elástica del metal, sufre una deformación permanente, así como un

resorte que se estira de más y ya no regresa a su punto inicial (cuando detecta cero fuerza).

Al metal, se le adhieren galgas extenso métricas. Las galgas extenso métricas consisten en un metal que al flexionarse varía su resistencia. Las galgas se conectan en un arreglo de puente de wheatstone, de tal forma que al alimentarse con un voltaje entregan una señal de voltaje proporcional a la fuerza aplicada. La señal de voltaje entregada es en el orden de milivoltios. Éste voltaje se representa comúnmente proporcional al voltaje de alimentación y a máxima carga (capacidad de la celda), por ejemplo 2mV/V nominal. Quiere decir que si se alimentan con 10Vdc la señal que se va a tener a la capacidad máxima es de 20mV. En el caso ideal, la señal es lineal, esto es, para el ejemplo anterior si se aplica el 50% de la capacidad se tendrán 10mV y si se aplica cero fuerzas se obtendrían 0mV.

La señal de la celda se lleva a un convertidor análogo-digital para convertirla a un valor numérico digital, este valor se

multiplica por un factor para convertirlo a unidades de pesaje kg, lb, etc. En sí, las básculas miden la fuerza que genera un objeto y como la Fuerza es igual a la Masa por la aceleración ($F=m.a$) y la aceleración es una constante (la gravedad de la tierra) se puede decir que la Masa es directamente proporcional a la Fuerza. El factor es el que se ajusta en una calibración de ganancia.

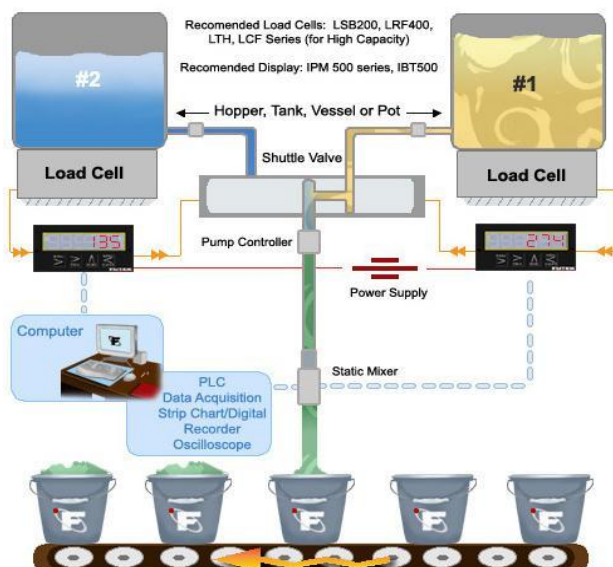


FIGURA 2.4: CELDAS DE CARGA

2.1.7 ACTUADORES

Un actuador es un dispositivo inherentemente mecánico cuya función es proporcionar fuerza para mover o actuar otro dispositivo mecánico. La fuerza que provoca el actuador proviene de tres fuentes posibles: Presión neumática, presión hidráulica, y fuerza motriz eléctrica (motor eléctrico o solenoide). Dependiendo del origen de la fuerza el actuador se denomina “neumático”, “hidráulico” o “eléctrico”.

Los actuadores que se utilizan en el proyecto son:

- Una electroválvula para el drenaje de la leche ordeñada hacia el tanque de conservación.
- Una bomba de agua para simular la estación de ordeño mecánico.
- Un motor eléctrico para la dosificación por tornillo sin fin.

2.1.8 TABLERO DE CONTROL

El gabinete metálico sirve para tener una mejor accesibilidad a los mandos y ordenar el respectivo cableado de los elementos utilizados en el proyecto.

Las dimensiones del gabinete metálico para el control del sistema general se toma en cuenta por los elementos que conforman internamente estos gabinetes y las medidas más recomendables para el espacio físico a utilizarse son 600x400x250 mm.



FIGURA 2.5: TABLERO DE CONTROL

2.1.9 PROGRAMACIÓN SIEMENS LOGO!

Para realizar la transferencia del programa realizado al PLC desde la PC se lo realiza mediante el software LOGO! Soft Comfort de Siemens que permite crear, comprobar, modificar, guardar e imprimir programas rápida y fácilmente en un PC.

El software a utilizarse es la V 6.0, ésta versión soporta un visualizador de texto. Este módulo LOGO! TD (visualizador de textos) amplía las funciones de visualización y de la interfaz de usuario de LOGO! Basic. LOGO! Soft Comfort permite configurar las siguientes funciones del módulo LOGO! TD.

- Pantalla inicial
- Teclas de función
- Textos de aviso
- Retroiluminación

El LOGO! Soft Comfort ofrece dos métodos para crear programas:

- Esquema de contactos (LD)

- Diagrama de funciones (FBD)

El método que se va utilizar es el FBD ya que mediante este, ayuda a que la programación sea más visible al momento de encontrar la lógica de interconexión.

La interfaz de usuario del software LOGO! Soft Comfort tiene un ambiente muy amigable que permite la comodidad al usuario.

La mayor parte de la pantalla la ocupa entonces el área dedicada a la creación de esquemas de conexiones. Esta área se denomina interfaz de programación. En la interfaz de programación se disponen los símbolos y enlaces del programa.

Para no perder la vista de conjunto, especialmente en el caso de programas grandes, en los extremos inferior y derecho de la interfaz de programación se dispone de barras de desplazamiento que permiten mover el programa en sentido horizontal y vertical.

2.1.10 PROGRAMACIÓN DE HMI LOGO! TD

Con la nueva versión del LOGO! 0BA7 se integra la conexión HMI que consiste en una pantalla y un teclado donde se presenta la visualización y control del proceso del sistema facilitando a los operadores el manejo del sistema de ordeño y dosificación de balanceado.

En el software del HMI se realizara la configuración para mostrar lo siguiente:

- Pantalla de bienvenida
- Pantallas de aviso del ciclo que se está ejecutando
- Pantallas de inicio y fin de ordeño

Para la configuración del LOGO! TD se realizan los siguientes ajustes:

Selección del juego de caracteres

Al crear un texto se puede seleccionar el juego de caracteres primario o secundario.

Estos dos juegos de caracteres se seleccionan bien sea en el menú de configuración de avisos del LOGO! Soft Comfort

mediante el comando menú en archivo y luego se selecciona configuración de textos de aviso.

Destino de aviso

Aquí se selecciona si el texto de aviso se debe visualizar en la pantalla del LOGO! o en el HMI LOGO! TD o bien en ambos dispositivos.

Configuración del ticker

El texto de aviso puede visualizarse en un ticker (texto en movimiento) o de forma permanente. En el caso de los avisos de texto en movimiento, la velocidad del ticker determina que tan rápida o lenta debe desplazarse el texto por el display del LOGO! o por el HMI LOGO! TD. El valor se indica en milisegundos.

En la opción de la ventana de configuración se presenta las siguientes opciones para configurar el texto de aviso del HMI.

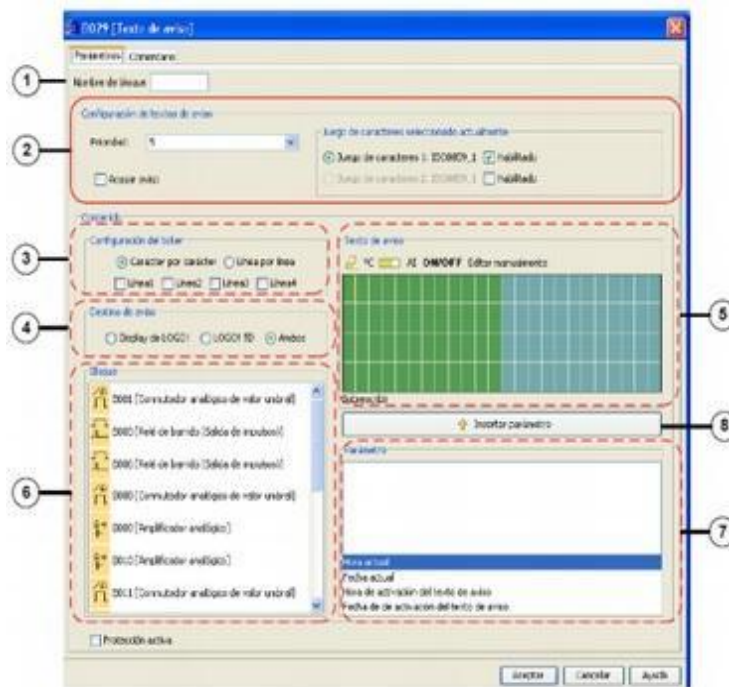


FIGURA 2.6: VENTANA DE CONFIGURACION LOGO TD

1. Área “Nombre de bloque”

En esta parte se puede introducir un nombre para el bloque del texto de aviso.

2. Área “Configuración”

Aquí se puede configurar los siguientes ajustes:

Prioridad del texto de aviso Casilla de verificación

“Acusar aviso”. Si está activada un aviso se debe acusar

para poder cerrarlo. Juego de caracteres para el texto de aviso.

3. Área “Ticker”

Aquí se definen los parámetros del ticker para el texto de aviso: Formato del ticker “Carácter por carácter” Formato de ticker “Línea por línea” Casilla de verificación para activar el ticker de cada línea.

4. Área “Destino de aviso”

Aquí se selecciona si el texto de aviso debe visualizarse en la pantalla del LOGO! o en el HMI LOGO! TD, o bien en ambos dispositivos.

5. Área “Avisos”

En esta sección se configura el texto de aviso. La información introducida en esta área se visualiza en la pantalla seleccionada.

6. Área “Bloques”

En esta área se selecciona los bloques de entre todos los bloques del programa. Luego se puede seleccionar

los parámetros de estos bloques para visualizarlos en el texto de aviso.

7. Área “Parámetros de bloque”

Aquí se selecciona los parámetros a visualizar en el texto de aviso, conforme al bloque seleccionado en el área “Bloque”.

8. Botón “Insertar parámetro”

Este botón se utiliza para insertar un parámetro de bloque seleccionado en el texto de aviso.

2.1.11 **COMUNICACIÓN LOGO! - LOGO! TD**

La comunicación entre estos dos dispositivos tiene lugar físicamente a través de una conexión RS485 de dos hilos con supresión del eco.



FIGURA 2.7: COMUNICACIÓN LOGO - LOGO TD

CAPÍTULO 3

3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

Para la implementación del proyecto se usan los siguientes componentes:

- 1 computadora que funcionara como servidor
- 1 enrutador D-Link PoE
- 1 modulo lógico Siemens LOGO!
- 1 HMI Siemens LOGO! TD
- 1 módulo de expansión de 2 entradas analógicas
- celdas de carga
- cables directos para conexión Ethernet
- relés
- 1 motor eléctrico para el tornillo sin fin
- 1 electroválvula
- 1 bomba de agua

- 1 bocina para alarma
- 1 tablero de control

3.1 ARQUITECTURA DEL SISTEMA

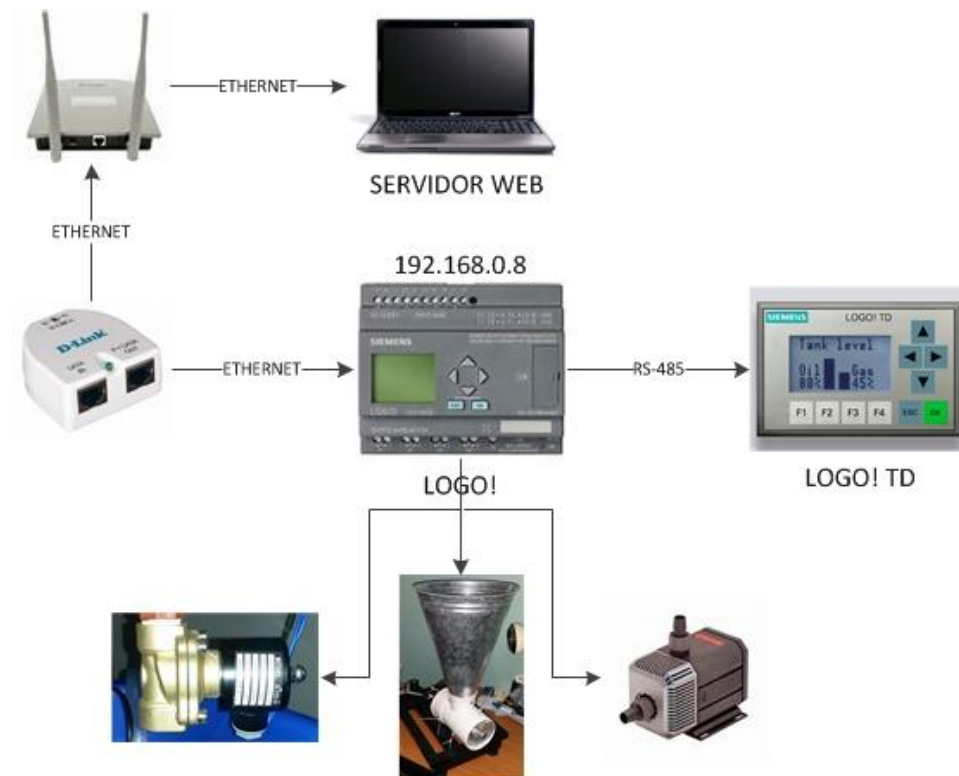


FIGURA 3.1: ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE PESAJE Y ORDEÑO

3.1.1 COMPONENTES DEL SISTEMA

3.1.1.1 DISPOSITIVO DE CONTROL Y ADQUISICIÓN DE DATOS

Se usará el módulo lógico programable LOGO OBA 7 230RCE de SIEMENS con display e interfaz Ethernet y para la adquisición se utilizará un módulo de expansión analógico AM.

3.1.1.2 TRANSDUCTORES

Para captar las señal de entrada se utilizarán sensores de presión denominados celdas de cargas derivadas de las galgas extenso métricas, dichas celdas deberán ser energizadas y entregarán un voltaje en el orden de los milivoltios para luego ser tratadas antes de ser llevadas como entradas analógicas a nuestro dispositivo LOGO.

3.1.1.3 TRATAMIENTO DE LA SEÑAL

Resulta útil el uso de un amplificador de instrumentación para que la señal pueda ser procesada por nuestro dispositivo LOGO, para dicho cometido, el dispositivo a emplear será el

LT1013 reemplazo del A822, el cual nos da una respuesta estable dentro del rango de operación del amplificador, la salida será en el orden de 4 a 20 mA y de 0 a 10 V.

3.1.1.4 TRAZABILIDAD

La trazabilidad se realiza con un lector y etiquetas RFID(x) de 125KHz estos se transmiten como datos seriales los cuales deben ser procesados para identificar al animal y relacionarlos con el peso de la leche producida y la cantidad de balanceado entregada; dichos datos seriales serán enviados por dispositivos de radio XBEE en la banda de los 2.4 Ghz hasta el PC y luego hasta LOGO; para una vez identificado continúe con el proceso de manera automática.

Para tratar con los datos seriales utilizaremos la librería GiovynetDriver 2.0(x) para lenguaje java y el IDE de programación escogido será Netbeans de

Oracle.El motor de base de datos para la causa será MySQL.

3.1.1.5 COMUNICACIÓN CON LOGO! OBA7

Para nuestro proyecto utilizaremos la librería de java que maneja el protocolo S7 el Moka 7 en el IDE Netbeans para el aplicativo cliente que realizará el control del módulo lógico programable LOGO OBA7, así el pesaje de la leche y el despacho de balanceado serán monitoreados desde el computador.

3.1.1.6 ANÁLISIS DE LAS TRAMAS

Para el análisis de las tramas y entender la lectura y escritura de las entradas y salidas que serán enviadas a través del protocolo TCP IP en nuestra red local usaremos la herramienta Wireshark y el filtro del protocolo S7. Así podremos trabajar con entradas y salidas de red y daremos lectura y

escritura a las distintas variables que maneja el LOGO.

3.1.1.7 INTERFAZ DE CLIENTE (TELECONTROL)

Será en una página WEB escrita en lenguaje HTML, este aplicativo se maneja remotamente a través de un Servlet, que utilizará el servidor web Glassfish para lanzarlo en una red local y luego poder realizar el telecontrol respectivo. La página Web en HTML alojada en nuestro servidor nos dará acceso a las instrucciones de nuestro aplicativo cliente en el dispositivo remoto LOGO.

3.2 ARQUITECTURA MECÁNICA

3.2.1 PLATAFORMA DE PESAJE Y DOSIFICACIÓN

La plataforma de pesaje es la base de una balanza de 100 Kg reciclada. A esta base se le adapto el sistema de dosificación por tornillo sin fin con su motor y el cono para el ingreso del alimento balanceado. Esta plataforma lo que

hara es obtener el peso inicial sobre la plataforma, luego se realizara una diferencia de pesos para la dosificación; cuando se haya entregado la cantidad de balanceado correspondiente, el motor del tornillo sin fin se detendrá.



FIGURA 3.2: PLATAFORMA DE PESAJE Y DOSIFICACION

3.2.2 ESTACIÓN DE ORDEÑO

Simularemos una estación de ordeño con una electroválvula y una bomba de agua. El ordeño será simulado por la bomba, el motor de la bomba se activara mientras la etapa de ordeño este activada, la leche será bombeada hasta el recipiente de pesaje. Después de conocer el peso de la leche brindada por el animal se procede a conducir la

misma hacia el tanque de conservación, esta etapa es controlada por la electroválvula.

3.3 SUBSISTEMA DE CONTROL

El sistema de control es el encargado de recibir la señal del sistema de identificación del animal y en coordinación con el subsistema de respuesta es el encargado de iniciar el ciclo de ordeño mecánico. El proceso inicia cuando el animal se encuentra en la estación de ordeño mecánico y es identificado mediante tecnología RFID, el operador coloca las pezoneras e inmediatamente se dará inicio al ordeño hasta que se obtenga el volumen de leche establecido, una vez terminado el ordeño se hace el cálculo de la cantidad de balanceado que le corresponde al animal, para luego hacer la correspondiente dosificación e iniciar el próximo ciclo.

Posteriormente, enviará todos estos datos hacia el HMI del operario y al computador en donde pueden ser visualizados y controlados los datos según sea conveniente.

3.3.1 MODULO LOGICO SIEMENS LOGO!

El controlador del sistema es el modulo lógico LOGO! de Siemens, encargado de convertir la señal de la plataforma de pesaje, visualizar el peso de la leche que está siendo extraída, accionar las electroválvulas para conducir la leche al tanque de reservorio, accionar los relés, activar el motor eléctrico del tornillo sin fin para la dosificación y encender las luces pilotos del gabinete de control para posteriormente enviar los datos adquiridos al HMI mediante la comunicación RS – 485 y al computador.



FIGURA 3.3: MÓDULO LOGICO SIEMENS LOGO!

El LOGO! es el controlador más básico de la marca Siemens. Su tamaño pequeño, compacto y su bajo costo ofrece una gran potencia de procesamiento lo posicionan

como el controlador ideal para reemplazar automatismos efectuados con aparatos o productos convencionales como temporizadores electrónicos, relés encapsulados, cableado rígido y otros, obteniéndose beneficios múltiples como por ejemplo la reducción de componentes, notable disminución del tamaño del gabinete, flexibilidad para futuras modificaciones o adaptaciones, calidad y seguridad del producto.

3.3.2 HMI LOGO! TD

Para la interfaz del HMI se utilizó el LOGO! TD es un dispositivo adicional que permite visualizar y controlar los datos del sistema. Incorpora cuatro teclas de función programables, también dispone de cuatro teclas de cursor, una tecla ESC y una tecla OK, que también pueden programarse y utilizarse para la navegación en el LOGO! TD. En la interfaz del HMI con el controlador se utiliza el protocolo de comunicación RS – 485.

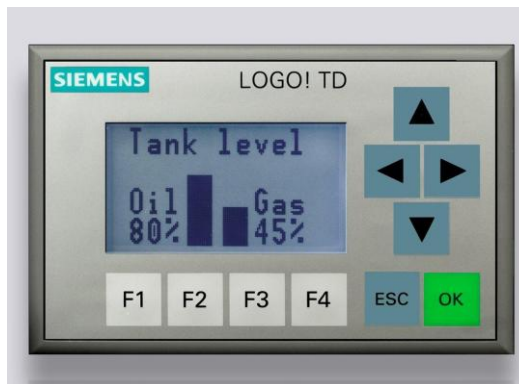


FIGURA 3.4: SIEMENS LOGO TD

Entre las características generales se puede mencionar las siguientes:

- Fuente de alimentación externa con 12/24 V DC.
- Protocolo de comunicación RS – 485 con el controlador LOGO!.
- Tiene 6 botones estándar del módulo básico de LOGO! más 4 teclas de función como entradas adicionales.
- Display retro iluminado de 4 líneas y de 32 caracteres por línea.
- Retroiluminación automática de la pantalla ante determinados mensajes/gráficos.
- Sencilla funcionalidad de gráfico de barras.
- Dimensiones de 128,2 x 86 x 38,7 mm.

3.3.3 FUENTE DE PODER ± 5 VDC y ± 12 VDC

Una fuente de alimentación es un dispositivo que convierte las tensiones alternas de 110 VAC de la red de suministro, en una o varias tensiones continuas, necesarias para el uso del circuito del acondicionamiento de la celda de carga que se da a conocer más adelante.

Una fuente de computador es de gran ayuda en el momento de acondicionar cualquier tipo de sensores, en este caso se dispone de este tipo de fuente de poder ya que sus voltajes de salida son muy estables a perturbaciones externas e internas del diseño del circuito de acondicionamiento de la celda de carga.



FIGURA 3.5: FUENTE DE PODER DE ± 5 Y ± 12 VDC

3.4 SUBSISTEMA DE RESPUESTA

Este subsistema está encargado en captar las señales de control y dar accionamiento al subsistema mecánico que se conforma con el mecanismo de cierre/apertura de la electroválvula y el accionamiento del motor del tornillo sin fin.

En la figura se observa el esquema general a seguir para programar, simular, realizar pruebas tanto offline como online y la documentación necesaria a utilizarse.

Es muy importante que en el momento de programar hay que ser precisos ya que en

los procesos industriales es transcendental tomar en cuenta hasta el más mínimo

segundo, de lo contrario se podría ocasionar pérdidas humanas, como cuantiosas pérdidas materiales.

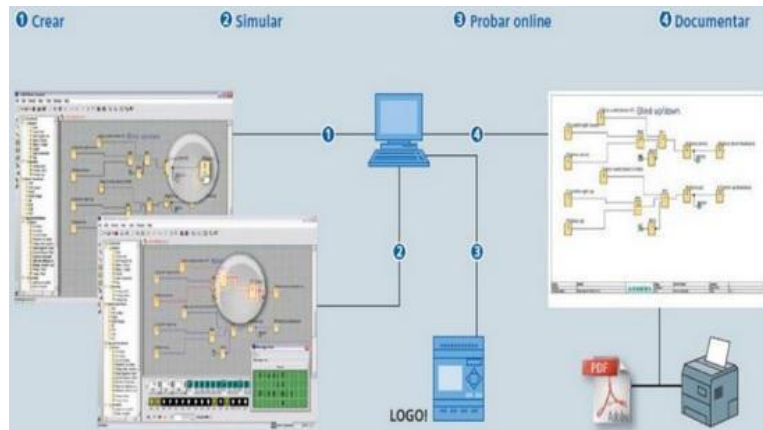


FIGURA 3.6: SUBSISTEMA DE RESPUESTA

3.4.1 ELECTROVÁLVULA

La electroválvula que se uso es una válvula reciclada de lavadora, la conexión a proceso es $\frac{3}{4}$ " y su bobina funciona a una tensión de 110V. La corriente que necesita el instrumento es 2A.



FIGURA 3.7: ELECTROVÁLVULA

3.4.2 MOTOR ELÉCTRICO

El motor que se uso es un motor de grill reciclado, la tensión a la que funciona el instrumento es 110V. La corriente que llega a necesitar el motor es 3A.

3.4.3 LUCES PILOTO

Para indicar y supervisar que el sistema está funcionando correctamente se opta por emplear luces pilotos, que serán conectadas a salidas tipo relé del módulo digital de expansión a una alimentación de 110VAC.



FIGURA 3.8: LUCES PILOTO

Estas luces estarán indicando cuatro situaciones:

1. Si el proceso de ordeño se ha activado.
2. Si el proceso de descarga de leche al tanque de conservación está activado.
3. Si el proceso de dosificación de balanceado está activado.
4. Si la alarma se ha activado.

3.5 SENSORES

3.5.1 CELDAS DE CARGA

3.5.1.1 ACONDICIONAMIENTO DE LAS CELDAS DE CARGA

El modelo de la celda de carga utilizado en este prototipo tiene una capacidad máxima de 100kg, esta celda de carga tiene dos puntos de compresión y 93 con una resolución de 1.0 mV/1kg, cuando este sensor se encuentra a plena escala genera una señal de 20mV que debe ser amplificada a valores normalizados, para ser

enviada a una entrada análoga del módulo de expansión AM2 de LOGO! Por la gran gama de tipos de amplificadores existentes se seleccionó el integrado LT1013 reemplazo del AD822 por su disponibilidad en el mercado ecuatoriano, ya que es un amplificador de instrumentación de bajo costo, alta precisión y recomendado para aplicaciones de sistemas de adquisición de datos e interfaz de transductores, cuya ganancia depende de la resistencia (R_g) del siguiente circuito propuesto [4].

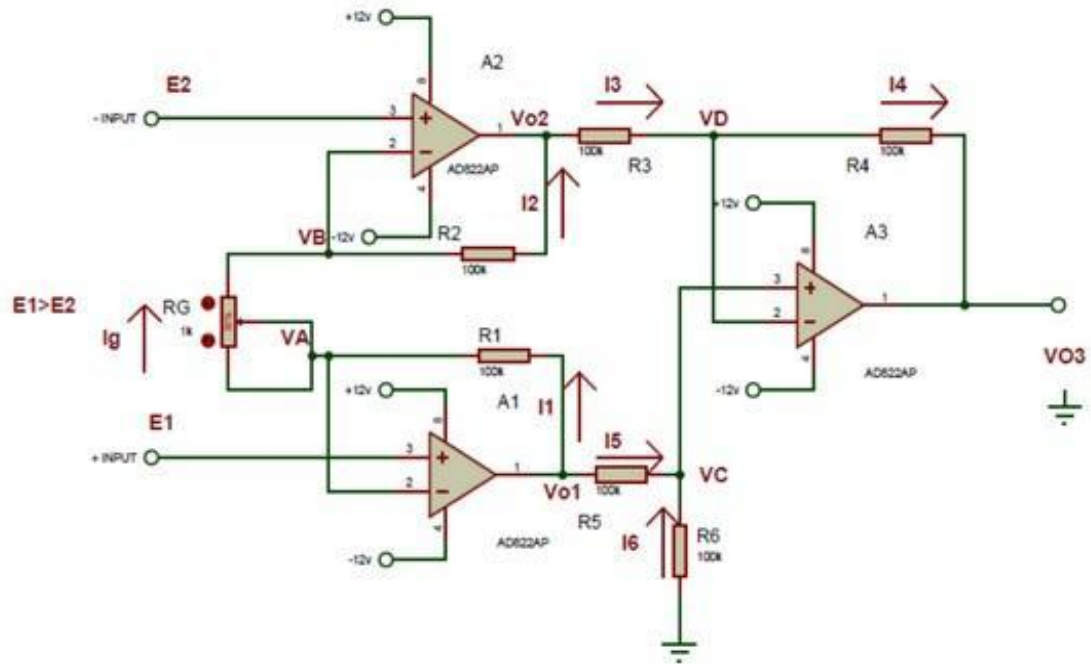


FIGURA 3.9: CIRCUITO RECTIFICADOR PARA LA CELDA DE CARGA

3.6 DISTRIBUCIÓN DE ENTRADAS Y SALIDAS

DISTRIBUCION DE ENTRADAS Y SALIDAS	
ENTRADAS DIGITALES	
I1	BOTON INICIO ORDEÑO
I2	BOTON FIN ORDEÑO
I3	BOTON INICIO DOSIFICACION
I4	BOTON FIN DOSIFICACION
I5	BOTON HONGO DE EMERGENCIA
I6	DISPONIBLE
I7	DISPONIBLE

I8	DISPONIBLE
SALIDAS DIGITALES	
Q1	SIRENA, LUZ PILOTO ROJA
Q2	BOMBA, LUZ PILOTO VERDE
Q3	ELECTROVALVULA, LUZ PILOTO AZUL
Q4	MOTOR TORNILLO SIN FIN, LUZ PILOTO AMARILLA
ENTRADAS ANALÓGICAS	
AI1	CELDA DE CARGA PESAJE DE LECHE
AI2	CELDA DE CARGA PESAJE DE BALANCEADO

TABLA 3.1: DISTRIBUCIÓN DE ENTRADAS Y SALIDAS

Las entradas digitales están asignadas de la siguiente manera:

I1: Botón Inicio de Ordeño

I2: Botón Fin de Ordeño

I3: Botón Inicio de Dosificación

I4: Botón Fin de Dosificación

I5: Hongo de Emergencia

I6: Reserva 1

I7: Reserva 2

I8: Reserva 3

Las salidas digitales están asignadas de la siguiente manera:

Q1: Sirena, Luz piloto Roja

Q2: Bomba, Luz piloto Verde

Q3: Electroválvula, Luz piloto Azul

Q4: Motor tornillo sin fin, Luz piloto Amarilla

Las entradas analógicas están asignadas de la siguiente manera:

A1: Celda de carga pesaje de leche

A12: Celda de carga pesaje de balanceado

3.7 CONEXIONES

3.7.1 CONEXIÓN SIEMENS LOGO!

Como el modelo del LOGO! que se está usando es a 110VAC, no se necesita incluir una fuente de 24 VDC para alimentación como se hace con otros modelos. Por lo tanto la conexión del LOGO es directa a las borneras de 110VAC y 0VAC pasando por un disyuntor de protección de 1P-1Amp.

3.7.2 CONEXIÓN HMI LOGO! TD

El HMI de LOGO! puede ser conectado en las versiones superiores a los controladores LOGO! 0BA6, ya que estas versiones traen incorporado una entrada propia para la comunicación RS-485 necesaria para realizar la interfaz con el HMI TD, además, este elemento de visualización requiere de una alimentación externa de 12/24 VDC la que es suministrada por la fuente de poder LOGO! Power. Los diagramas de conexión del HMI TD LOGO! hacia el controlador se indican en la figura.

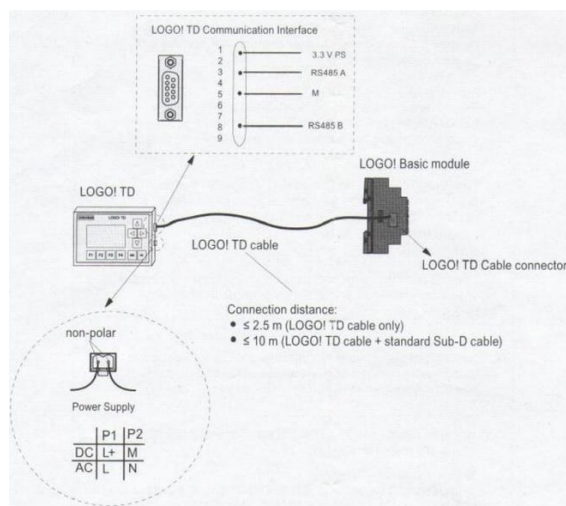


FIGURA 3.10: CONEXIÓN HMI LOGO TD

3.7.3 CONEXIÓN DE LA CELDA DE CARGA

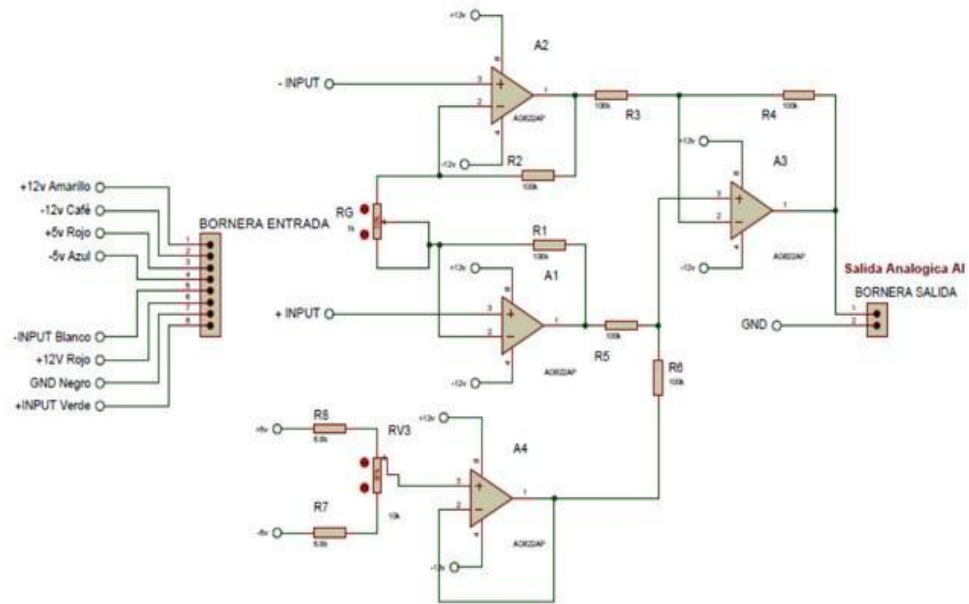


FIGURA 3.11: CONEXIÓN DE LA CELDA DE CARGA

En la figura se muestra la conexión de la celda de carga con el circuito acondicionador, las tensiones de alimentación y la conexión de la salida análoga que va hacia el PLC.

3.8 DIAGRAMAS DE FLUJOS

3.8.1 SELECCIÓN DE MODO DE OPERACIÓN

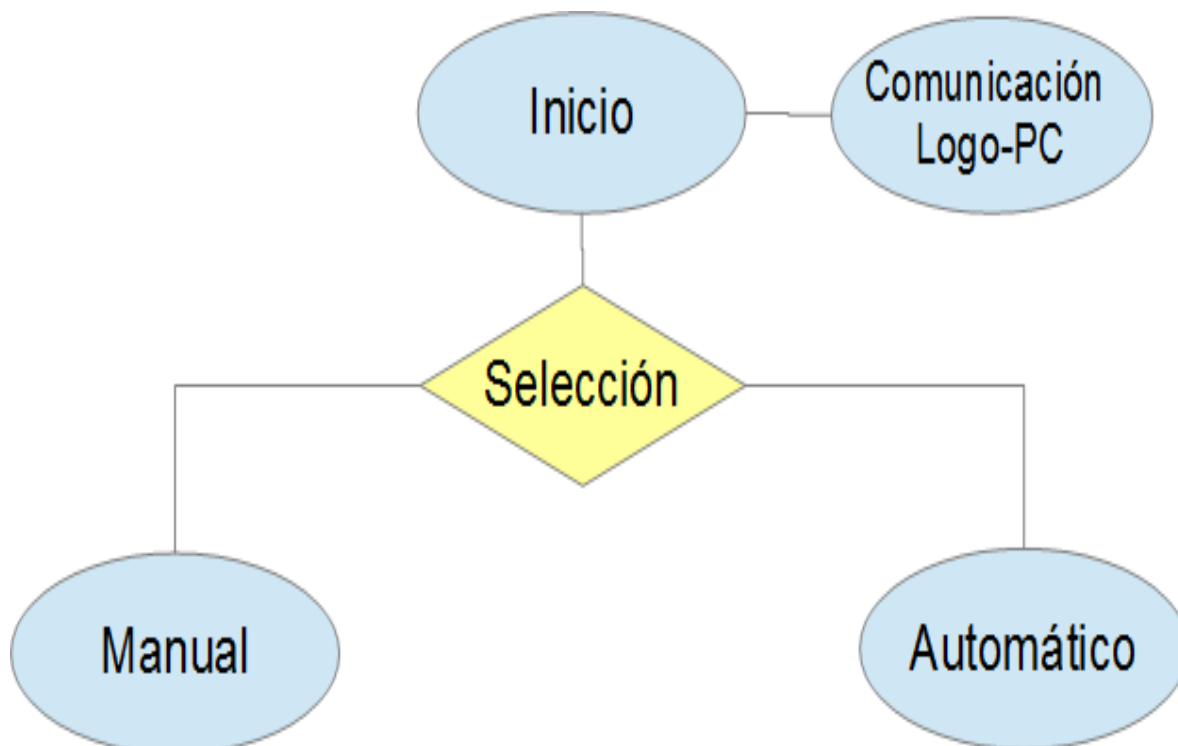


FIGURA 3.12: DIAGRAMA DE SELECCIÓN DE MODO DE OPERACION

3.8.2 ESQUEMA AUTOMÁTICO

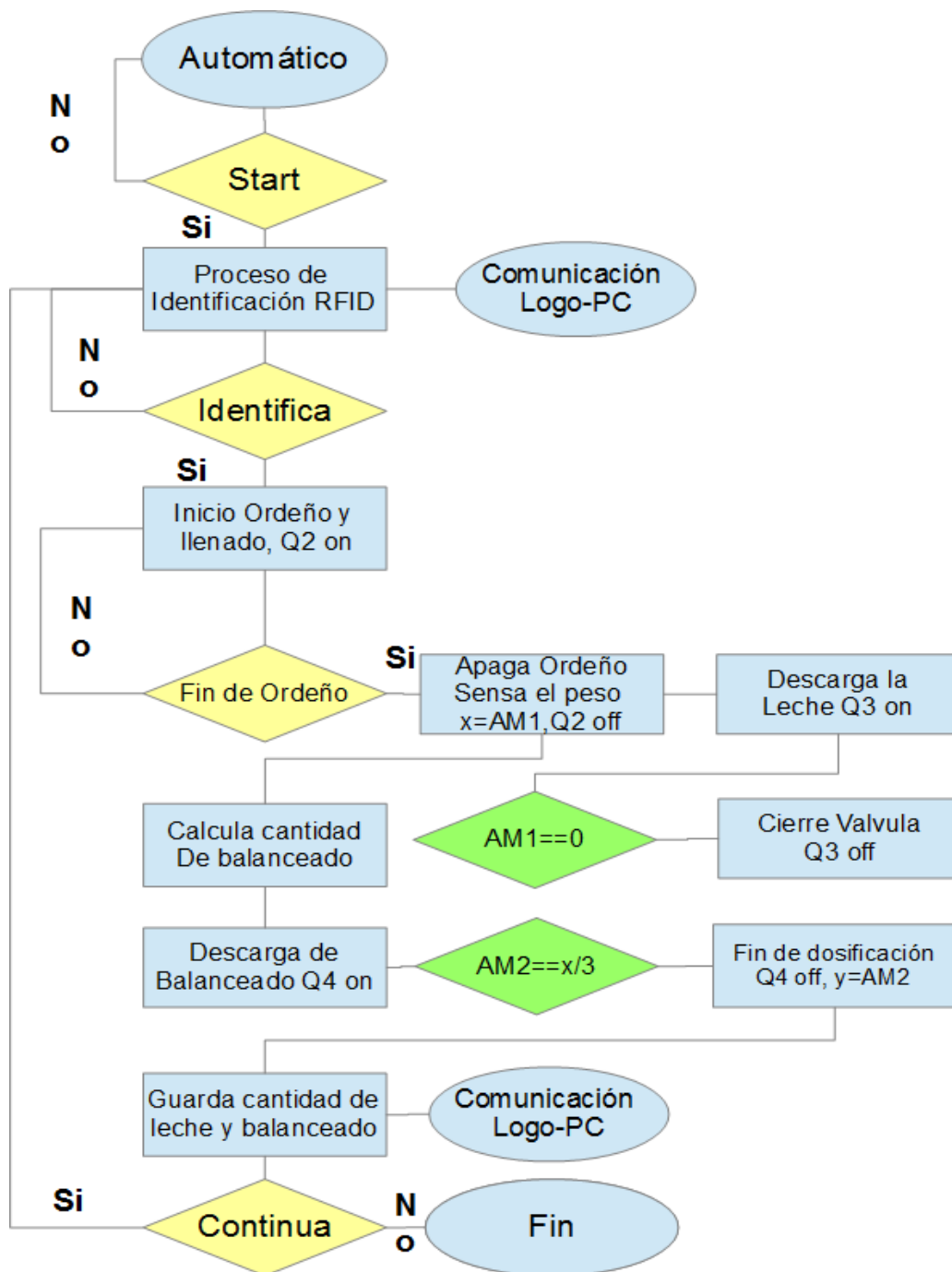


FIGURA 3.13: DIAGRAMA MODO AUTOMÁTICO

3.8.3 ESQUEMA MANUAL

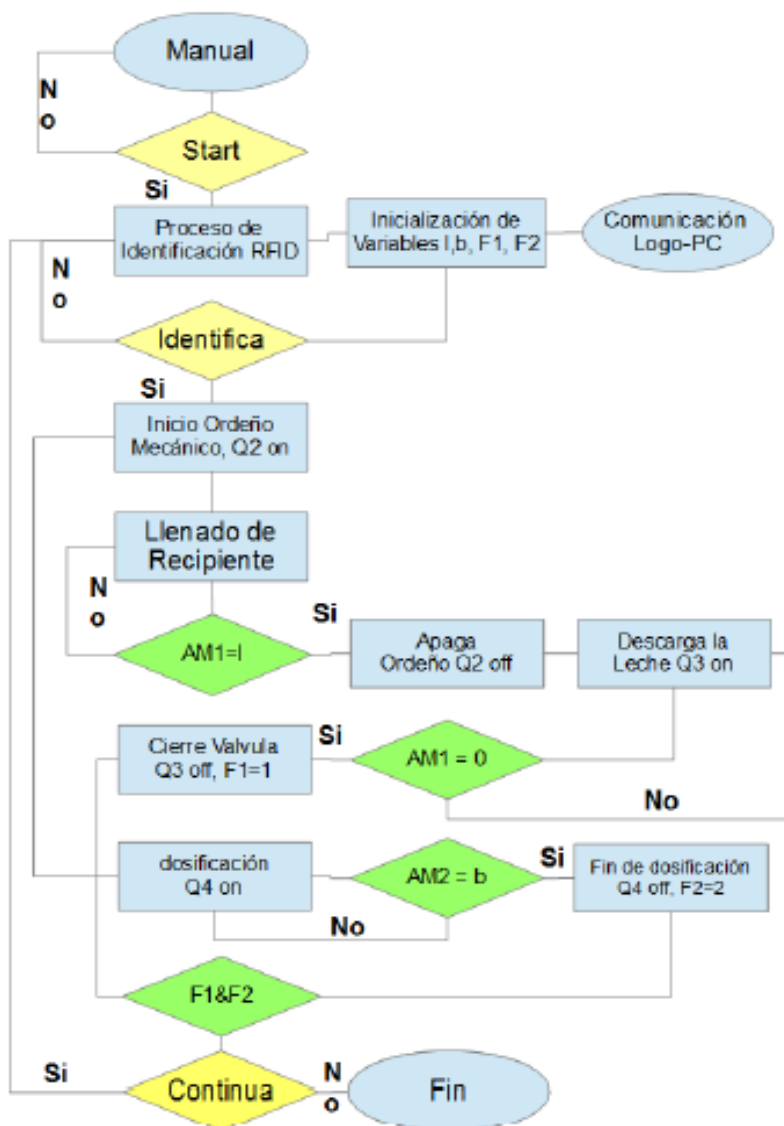


FIGURA 3.13: DIAGRAMA MODO MANUAL

3.8.4 DESCRIPCIÓN DE LOS BLOQUES

3.8.4.1 DIAGRAMA DE SELECCIÓN

1.- INICIO

Se conectan todos los equipos para que estén listos para el proceso de automatización, como la ordeñadora, motor de dosificador, electroválvula, lector rfid, tablero de control, PC etc.

2.- SELECCIÓN

Se selecciona uno de los dos modos de operación manual o automático en el LOGO TD o en la plataforma de control remota

3.8.4.2 DIAGRAMA DE OPERACIÓN AUTOMÁTICO

1.- AUTOMÁTICO

Estado inicial del modo de operación automático

2.- START

Será un botón o interruptor que dará inicio al proceso de automatización, todas las variables son enceradas y los dispositivos están listos para su funcionamiento.

3.- PROCESO DE IDENTIFICACIÓN RFID

En este bloque la vaca ingresará al puesto de ordeño, el personal coloca la pezonera y hará la identificación del animal con el lector rfid, durante este proceso se produce la primera comunicación del Logo con la PC

4.- COMUNICACIÓN LOGO-PC

El dispositivo lector envía el código serial de la etiqueta RFID ubicado en el arete del animal hacia el PC, allí se realizará la identificación del animal comparando con una base de datos y luego enviando un código de 5 bits hacia el dispositivo LOGO para ser mostrado en la pantalla del LOGO TD y continuar con el siguiente bloque.

5.- IDENTIFICA

Este botón o interruptor indica que la vaca ha sido identificada y puede comenzar el proceso de ordeño mecánico.

6.- INICIO DE ORDEÑO MECÁNICO Y LLENADO

Se enciende una salida del LOGO que da lugar al ordeño mecánico; comienzan a funcionar la bomba de vacío, los pulsadores y demás componentes del ordeño; en ese instante el flujo de leche irá al recipiente donde posteriormente se realizará el pesaje.

Durante este lapso el peso de la leche descargada en el recipiente puede ser leído por el personal a través del LOGO TD

7.- FIN DE ORDEÑO

El personal termina el ordeño mecánico de la primera vaca pulsando un botón o interruptor.

8.- APAGA ORDEÑO

Se desactiva la salida en el LOGO que dio lugar al ordeño mecánico.

Se captura el valor analógico del sensor de peso y se guarda en una variable, dicho valor llamaremos x, para seguir con el proceso de automatización

9.- DESCARGA DE LECHE

Se procede a vaciar el recipiente que contiene el volumen de leche hacia el tanque de almacenamiento, esto se hace con una electroválvula ubicada en el fondo del recipiente encendiendo una salida del LOGO

10.- CIERRE DE VALVULA

En este bloque se vuelve a sensar el peso del contenido del recipiente, si este ya no tiene leche se apaga una salida del LOGO o en su defecto la electroválvula.

11.-CÁLCULO DE CANTIDAD DE BALANCEADO

Esto se hace utilizando la variable del peso de leche x , simplemente utilizaremos la expresión matemática que al dividirla para 3 se tendrá el peso a dosificar de balanceado, al cual llamaremos la variable y .

12.- DESCARGA DE BALANCEADO

Se enciende una salida de relé del LOGO, encendiendo un motor que dosifica el balanceado en un recipiente que estará sensando el peso del mismo.

13.- FIN DE DOSIFICACIÓN

Se apaga la salida de relé del LOGO, apagando el motor dando fin a la descarga, esto se realiza una vez que el peso del balanceado en AM2 sea igual a y , valor del cálculo de la cantidad de balanceado.

Guardar cantidad de leche y balanceado

Ambas variables x y y son guardadas y mostradas en el logo TD junto con el Id del animal, para luego ser enviadas al PC.

14.- COMUNICACIÓN LOGO-PC

EL dispositivo LOGO envía la información recogida al PC para que este la trate y con la aplicación web pueda ser visualizada por el usuario remoto.

15.- FUNCIÓN

Esta entrada dará lugar a que se realice una consulta al personal, si se seguirá con el siguiente animal o en su defecto ya se habrá terminado con el ordeño de todos los animales.

3.8.4.3 DIAGRAMA DE OPERACIÓN MANUAL

1.- MANUAL

Estado inicial del modo de operación manual

2.- START

Será un botón o interruptor que dará inicio al proceso de automatización, todas las variables son enceradas y los dispositivos están listos para su funcionamiento.

3.- PROCESO DE IDENTIFICACIÓN RFID

En este bloque la vaca ingresará al puesto de ordeño, el personal coloca la pezonera y hará la identificación del animal con el lector rfid, durante este proceso se produce la primera comunicación del Logo con la PC

4.- INICIALIZACIÓN DE VALORES

Aquí se podrán setear las variables con que trabajará el sistema, estas son el peso de la leche l , el peso del balanceado b , y se enceraran las banderas $F1$ y $F2$ que dan por terminado el ciclo del modo manual

5.- COMUNICACIÓN LOGO-PC

El dispositivo lector envía el código serial de la etiqueta RFID ubicado en el arete del animal hacia el PC, allí se realizará la identificación del animal comparando con una base de datos y luego enviando un código de 5 bits hacia el dispositivo LOGO para ser mostrado en la pantalla del LOGO TD y continuar con el siguiente bloque.

Además en este bloque se podrán ajustar las variables desde la plataforma de control remota

6.- INICIO DE ORDEÑO MECÁNICO Y LLENADO

Se enciende una salida del LOGO que da lugar al ordeño mecánico; comienzan a funcionar la bomba de vacío, los pulsadores y demás componentes del ordeño; en ese instante el flujo de leche irá al recipiente donde posteriormente se realizará el pesaje.

Durante este lapso el peso de la leche descargada en el recipiente puede ser leído por el personal a través del LOGO TD

7.- FIN DE ORDEÑO Y DESCARGA DE LECHE

A diferencia del modo automático el ordeño termina cuando la variable del peso de la leche ajustada en la parametrización se cumple comparando el valor de la entrada analógica uno del LOGO

8.- CIERRE DE VÁLVULA

En este bloque se vuelve a sensar el peso del contenido del recipiente, si este ya no tiene leche se apaga una salida del LOGO que es la de la electroválvula.

9.- DOSIFICACIÓN DE BALANCEADO

Se enciende una salida de relé del LOGO, encendiendo un motor que dosifica el balanceado

en un recipiente que estará sensando el peso del mismo.

10.- FIN DE DOSIFICACIÓN

Se apaga la salida de relé del LOGO, apagando el motor dando fin a la descarga, esto se realiza una vez que el peso del balanceado en AM2 sea igual a y, valor del cálculo de la cantidad de balanceado.

11.- COMPARA BANDERAS

Las variables de las banderas que cambian cuando termina cada proceso el de pesaje de leche y pesaje de balanceado son comparadas para continuar con el ordeño del siguiente animal

12.- FUNCIÓN

Esta entrada dará lugar a que se realice una consulta al personal, si se seguirá con el siguiente animal o en su defecto ya se habrá terminado con el ordeño de todos los animales.

CAPÍTULO 4

1. PRUEBAS Y RESULTADOS

A continuación se detallan las pruebas que se realizaron y los resultados que se obtuvieron.

En el caso de las pruebas de los sensores, se las realizó para obtener el margen de error en las mediciones.

Las pruebas fueron realizadas con el objetivo de precautelar y verificar el correcto funcionamiento del sistema.

La realización de pruebas se basa en los puntos siguientes:

Pruebas del circuito acondicionador de la celda de carga

Pruebas del peso de leche ordeñada

Pruebas del peso de balanceado dosificado

4.1 PRUEBAS DEL CIRCUITO ACONDICIONADOR DE LA CELDA DE CARGA

Una vez instalado la plataforma de pesaje con la celda de carga se procede a realizar las conexiones necesarias para dar inicio a la toma de pruebas. En estas pruebas se toma el número de bits que se genera la celda de carga en la entrada análogo de le PLC para luego esta señal poder ser linealizada e indicar el peso en el LOGO! TD.

Las pruebas consisten en realizar la medición de distintos pesos patrones en la plataforma de pesaje y en la estación de ordeño, para luego comparar el peso obtenido con el valor ya conocido de los pesos patrones y luego al analizar los resultados, obtener el margen de error de las mediciones.

DATO ANALÓGICO DEL SENSOR AL PLC	LECTURA DE UNA BALANZA	LECTURA DEL SENSOR	% DE ERROR
0	0	0	0.0%
110	1	1	0.0%
215	2	2.1	5.0%
328	3	3.1	3.3%
436	4	3.9	2.5%
545	5	5.1	2.0%
654	6	6.1	1.7%
763	7	7.1	1.4%
872	8	7.9	1.3%

981	9	9.1	1.1%
1090	10	10.2	2.0%
ERROR PROMEDIO			1.8%

TABLA 4.1: PRUEBAS DE AJUSTE DE CIRCUITO ACONDICIONADOR DE LA CELDA DE CARGA

4.2 PRUEBAS DEL PESO DE LECHE ORDEÑADA

Para verificar que el pesaje de leche ordeñada se ejecute de manera adecuada, es necesario realizar algunas pruebas con el objetivo de analizar los resultados y establecer el margen de error de las mediciones.

Las pruebas consisten en realizar las mediciones de distintas cantidades de leche y luego con la ayuda de una balanza se analiza el resultado de la cantidad de leche ordeñada, que a su vez debe ser lo más cercana posible al valor requerido.

PESO REQUERIDO LECHE (KG)	PESO OBTENIDO LECHE (KG)	% DE ERROR
0	0	0.0%
<u>2</u>	2	0.0%
4	4.1	2.5%
6	6	0.0%
8	7.9	1.3%
10	9.9	1.0%
11	11.1	0.9%
12	12.0	0.0%
13	12.9	0.8%
14	14.1	0.7%
15	15.2	1.3%
ERROR PROMEDIO		0.8%

TABLA 4.2: PRUEBAS DE MEDICION DE PESO DE LECHE

4.3 PRUEBAS DEL PESO DE BALANCEADO DOSIFICADO

Para verificar que el pesaje de balanceado dosificado se ejecute de manera adecuada, es necesario realizar algunas pruebas con el objetivo de analizar los resultados y establecer el margen de error de las mediciones.

Las pruebas consisten en realizar las mediciones de distintas cantidades de balanceado y luego con la ayuda de una balanza se analiza el resultado de la cantidad de balanceado dosificado, que a su vez debe ser lo más cercana posible al valor requerido.

PESO REQUERIDO BALANCEADO (KG)	PESO OBTENIDO BALANCEADO (KG)	% DE ERROR
0	0.00	0.00%
0.7	0.74	11.00%
1.3	1.34	0.50%
2.0	2.04	2.00%
2.7	2.74	2.75%
3.3	3.26	2.20%
3.7	3.66	0.18%
4.0	4.04	1.00%
4.3	4.26	1.69%
4.7	4.74	1.57%
5.0	4.96	0.80%
ERROR PROMEDIO		2.15%

TABLA 4.3: PRUEBAS DE MEDICION DE PESO DE BALANCEADO

4.4 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Se realizaron pruebas para tres diferentes situaciones:

Primer evento, pruebas de los circuitos acondicionadores de las dos celdas de carga.

Segundo evento, pruebas de medición de la celda de carga de pesaje de leche.

Tercer evento, pruebas de medición de la celda de carga de pesaje de balanceado.

El circuito acondicionador de cada celda de carga quedo operando a perfección, brindando estabilidad en la medición.

Con respecto a las pruebas realizadas con la celda de carga que se utiliza para el pesaje de leche, se puede concluir que su medición es casi exacta, el margen de error es menor al 1%, por ende la medición con este instrumento es muy confiable.

En cuanto a las pruebas realizadas con la celda de carga que se utiliza para el pesaje del balanceado a dosificar, se puede concluir que su medición es muy confiable con un margen de error menor al 3% que es un porcentaje muy aceptable para un prototipo.

CONCLUSIONES

Se lograron los siguientes avances:

1. La identificación de bovinos mediante tecnología RFID
2. El diseño de una interfaz de usuario para el sistema.
3. El desarrollo del programa incluyendo el cálculo de la ración y la dosificación del balanceado.
4. La implementación de un servidor para la aplicación del sistema.
5. Acceso remoto vía web para el telecontrol del sistema.
6. Se vincula elementos de telemática y automatización en pro del desarrollo agropecuario fomentando al cambio de la matriz productiva en aquellas pequeñas y medianas empresas dedicadas al agro.
7. Se diseñó, implementó y probó un prototipo de dosificación de balanceado para vacas lecheras.
8. Se diseñó, implementó y probó un sistema automático de pesaje de leche.
9. Se implementó una base de datos para llevar la trazabilidad de vacas lecheras.

10. Se diseñó, implementó y probó un sistema para manejo de datos utilizando herramientas tecnológicas para el control de una ganadería de producción.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda contar con un plan de mantenimiento periódico del sistema.
2. Se sugiere considerar mejoras continuas en los subsistemas del prototipo.
3. Considerar la calibración periódica de los subsistemas de pesaje.
4. Considerar un sistema SCADA general para el monitoreo y control del sistema.
5. Se debe lavar el equipo de recepción de leche periódicamente ya que el no aseo puede generar bacterias y hongos

BIBLIOGRAFÍA

[1]El Telégrafo, Producción lechera mueve \$ 700 millones al año.

<http://www.telegrafo.com.ec/economia/item/produccion-lechera-mueve-700-millones-al-ano.html>, fecha de consulta, septiembre del 2014.

[2] José Luis Molina Marticonera, Sensores,

http://www.profesormolina.com.ar/tecnologia/sens_transduct/que_es.htm, fecha de consulta, octubre del 2014

[3] Wikipedia, Actuadores, <http://es.wikipedia.org/wiki/Actuador>, fecha de consulta, noviembre del 2014

[4] Luis Gabriel Lucero Lucero, SISTEMA DE CONTROL DE PESO PARALLENADO DE SACOS DE HARINA DE 50 KG

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/1921/8/04%20MEC%20017%20TESIS.pdf>, fecha de consulta, 9 de septiembre del 2014

[5] SIEMENS, Manual del equipo Siemens LOGO!,

<http://w3.siemens.com/mcms/automation/en/pages/automation-technology.aspx>, fecha de consulta, 16 de octubre del 2014

[6] SIEMENS, Manual del equipo Siemens LOGO! TD,

<http://w3.siemens.com/mcms/automation/en/pages/automation-technology.aspx>, fecha de consulta, 20 de octubre del 2014

[7] Wikipedia, Celdas de Carga, http://es.wikipedia.org/wiki/Celda_de_carga, fecha de consulta, 22 de octubre del 2014

[8] 5Hertz.com, Celdas de Carga <http://5hertz.com/tutoriales/?p=690>, fecha de consulta, 27 de octubre del 2014

[9] Wikipedia, Aplicación web, http://es.wikipedia.org/wiki/Aplicaci%C3%B3n_web, fecha de consulta, 27 octubre del 2014

[10] Masadelante.com, Servidor web, <http://www.masadelante.com/faqs/servidor-web>, fecha de consulta, 12 de noviembre del 2014

[11] Davide Nardella, Snap7, <http://snap7.sourceforge.net/>, fecha de consulta, 11 de Septiembre del 2014

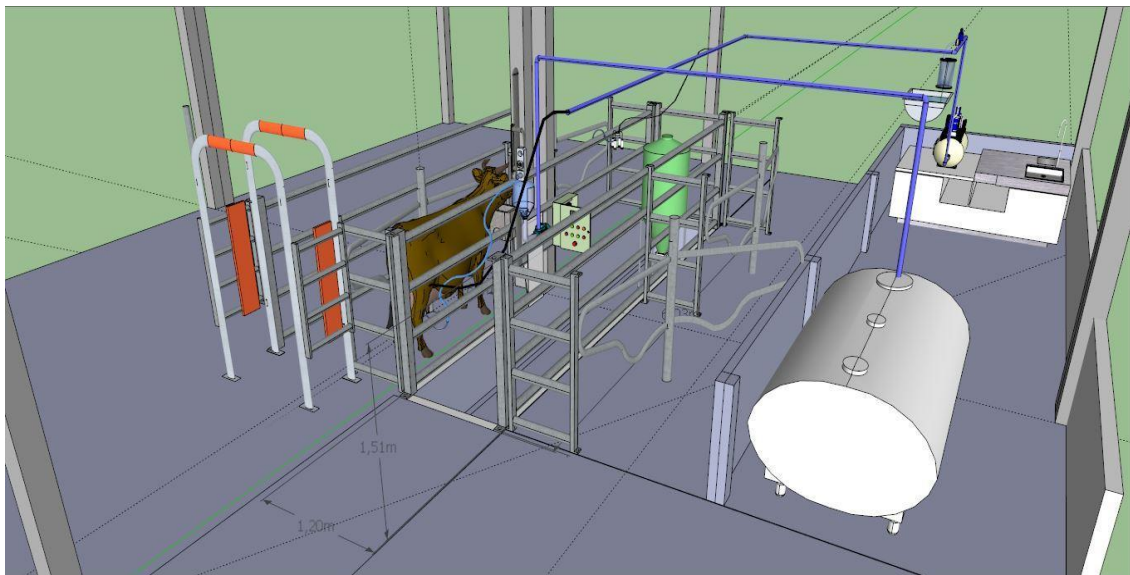
[12] Giovynet.com, Driver Giovynet, http://www.giovynet.com/giovynetDriver_es.html/, fecha de consulta, 12 de Septiembre del 2014

ANEXOS

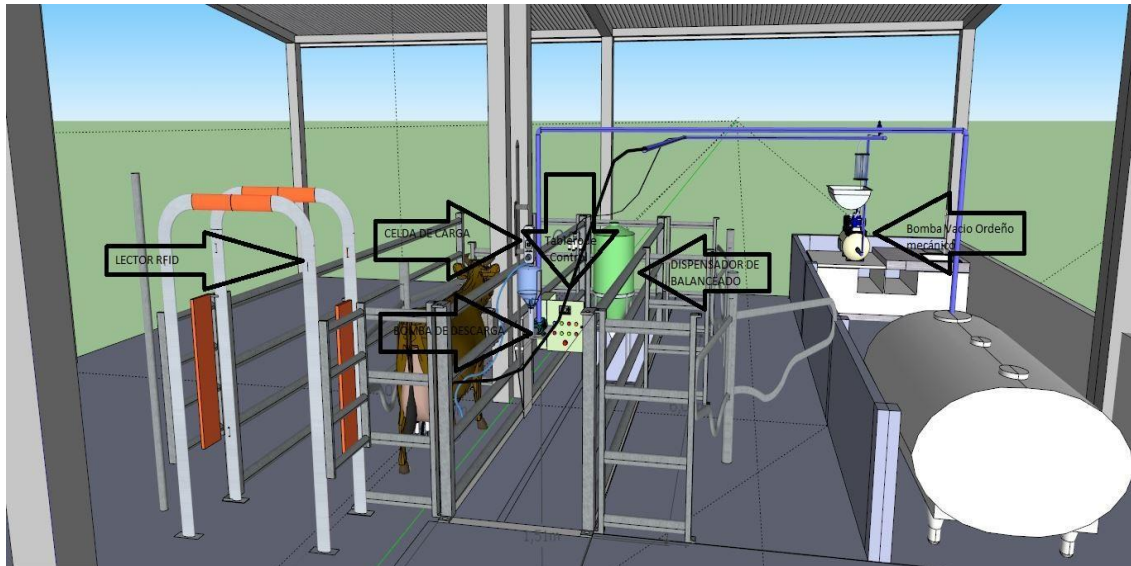
ANEXO A

Modelado en 3D Sistema Automático

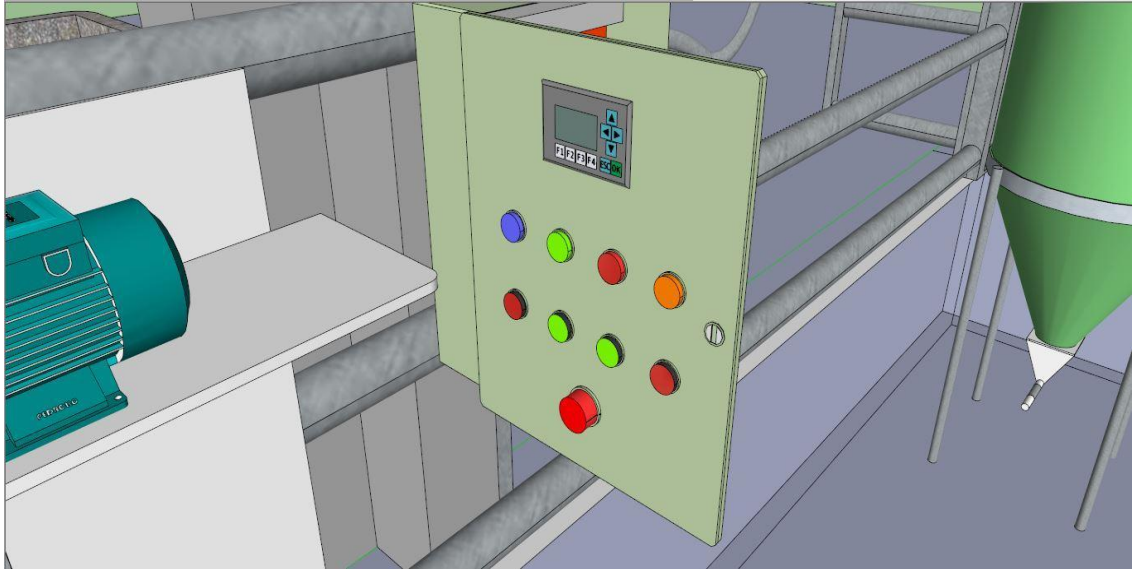
Vista panorámica en 3D de sala de ordeño instalaciones de la Hacienda. La Mira



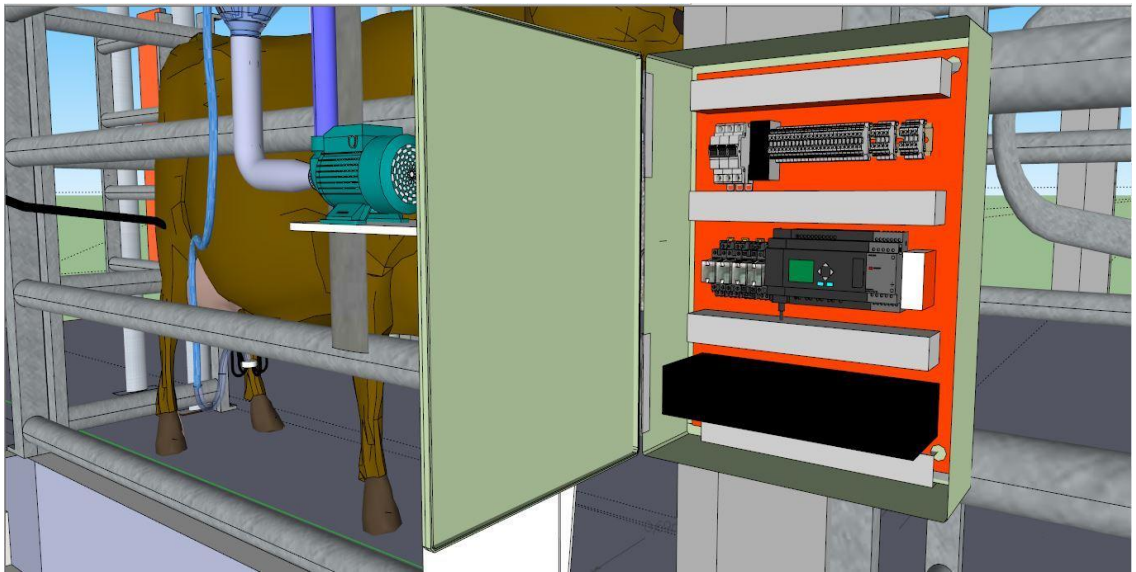
Descripción en 3D de los elementos que componen el sistema de ordeño automatizado con dosificación de balanceado



Ubicación del Tablero de control en la sala de ordeño de Hacienda. La Mira



Vista interior del tablero

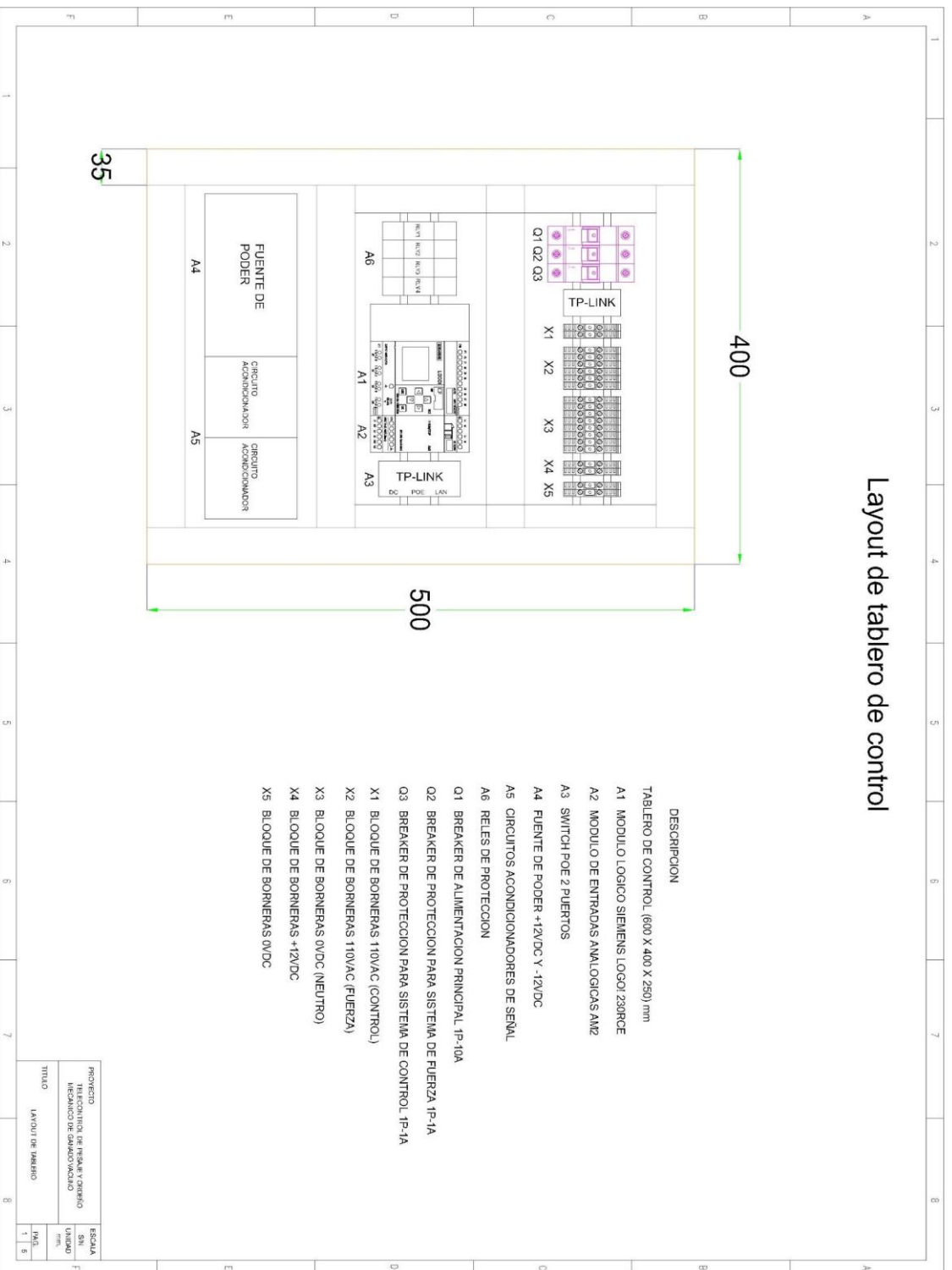


ANEXO B

PLANOS ELECTRICOS DEL TABLERO DE CONTROL

1. LAYOUT DEL TABLERO
2. PUENTE DE BORNERAS
3. DIAGRAMA UNIFILAR
4. CONEXIONES DE RELES
5. CONEXIONES DE RELES
6. CONEXIONES DE IO's

Layout de tablero de control



DESCRIPCION

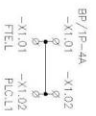
- TABLERO DE CONTROL (600 X 400 X 250) mm
 A1 MODULO LOGICO SIEMENS LOGO! 230RCE
 A2 MODULO DE ENTRADAS ANALOGICAS AN2
 A3 SWITCH POE 2 PUERTOS
 A4 FUENTE DE PODER +12VDC Y -12VDC
 A5 CIRCUITOS ACONDICIONADORES DE SENAL
 A6 RELES DE PROTECCION
 Q1 BREAKER DE ALIMENTACION PRINCIPAL IP-10A
 Q2 BREAKER DE PROTECCION PARA SISTEMA DE FUERZA IP-1A
 Q3 BREAKER DE PROTECCION PARA SISTEMA DE CONTROL IP-1A
 X1 BLOQUE DE BORNERAS 110VAC (CONTROL)
 X2 BLOQUE DE BORNERAS 110VAC (FUERZA)
 X3 BLOQUE DE BORNERAS 0VDC (NEUTRO)
 X4 BLOQUE DE BORNERAS +12VDC
 X5 BLOQUE DE BORNERAS 0VDC

PROYECTO	ESCALA
TITULO	UNIDAD
LAOUI DE TABLERO	1/1
	5

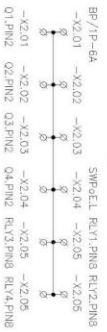
Sistema de Procesos

PUENTES DE BORNERAS

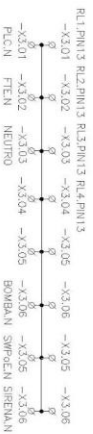
+110VAC (CONTROL)



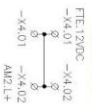
+110VAC (FUERZA)



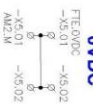
0VAC (NEUTRO)



+24VDC

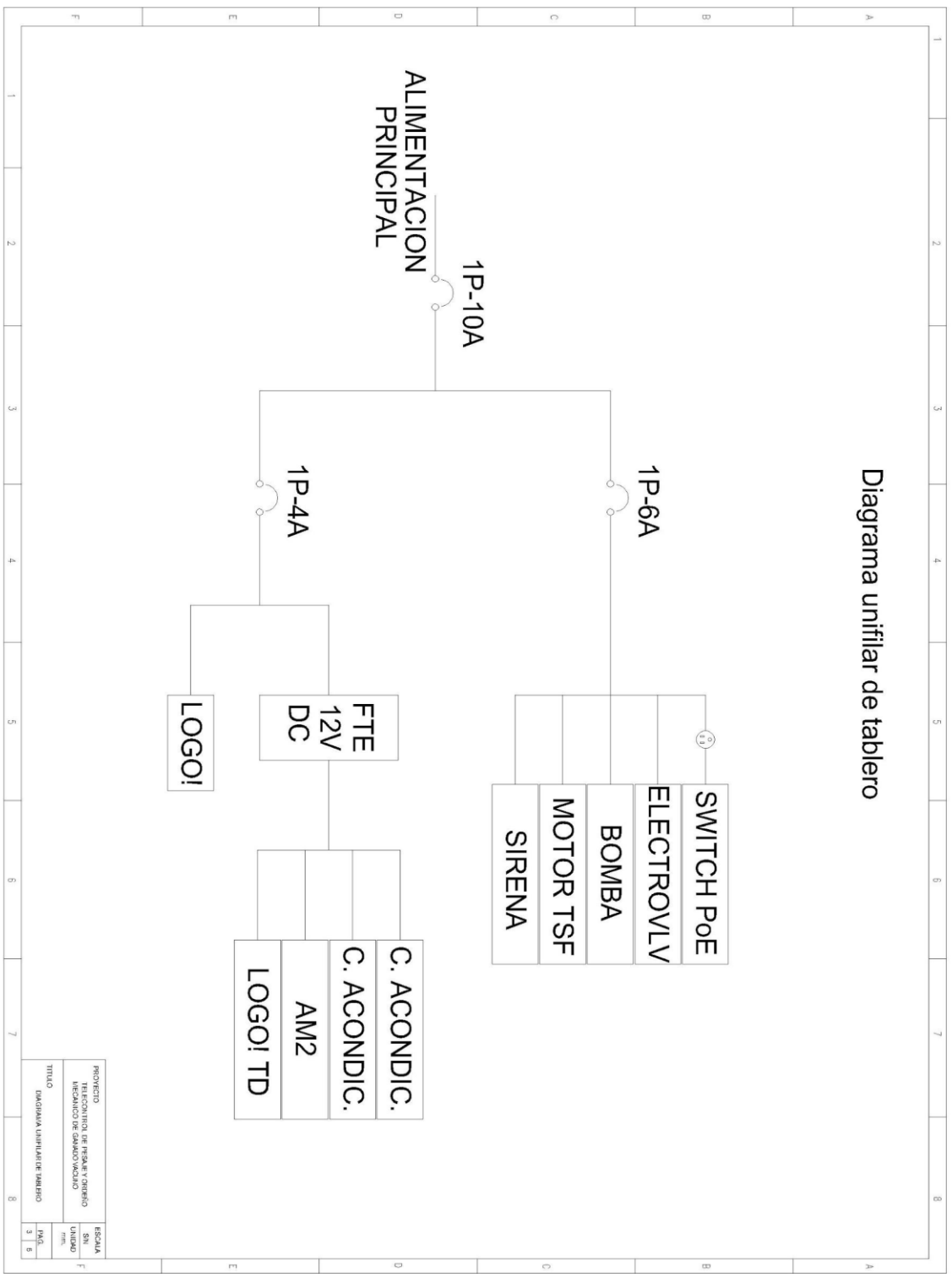


0VDC



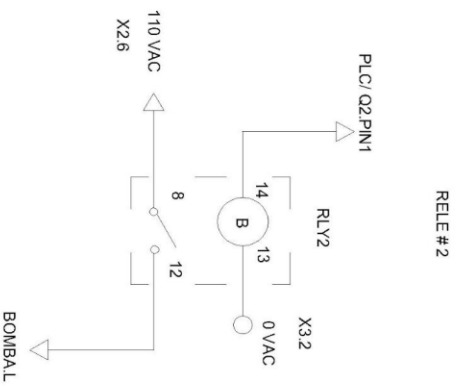
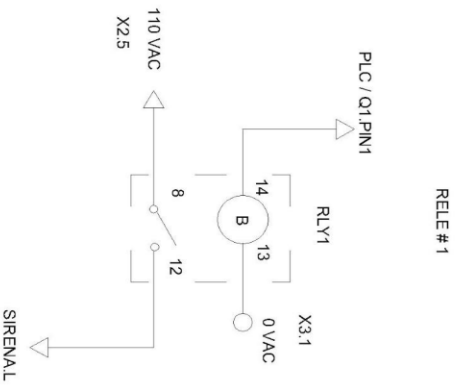
PROYECTO	ESCALA
TECNOLOGIA DE PULVERIZACION	5/11
MECANICO DE GANADO VACADO	UNIDAD
	F
TITULO	INSC
PUENTES EN COQUES DE KOPBERAS	2
	5

Diagrama unifilar de tablero



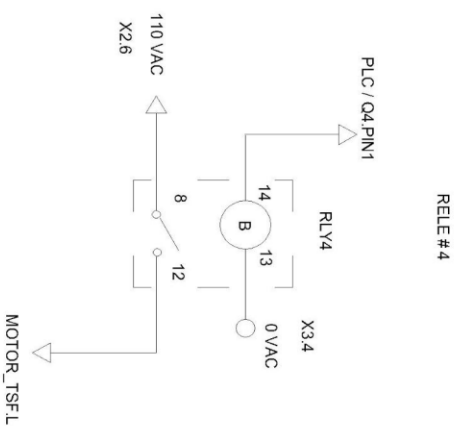
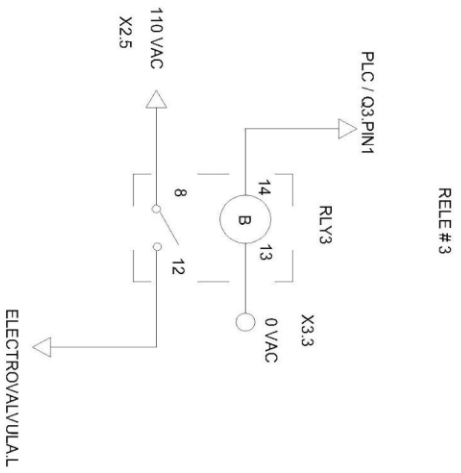
PROYECTO	ESCALA
TELEFONIA DE RESERVA Y CARRILLO	50%
MEDICION DE GANADO VACIADO	UNIDAD
	FECHA
TITULO	INIC.
DIAGRAMA UNIFILAR DE TABLERO	3
	5

Conexion de los relés



PROYECTO	ESCUELA
TÉCNICO DE REPARACIÓN	SNL
MECÁNICO DE GASOLINA	UNIDAD
TÍTULO	COMPONENTES
	DATE
	4 1 5

Conexion de los relés

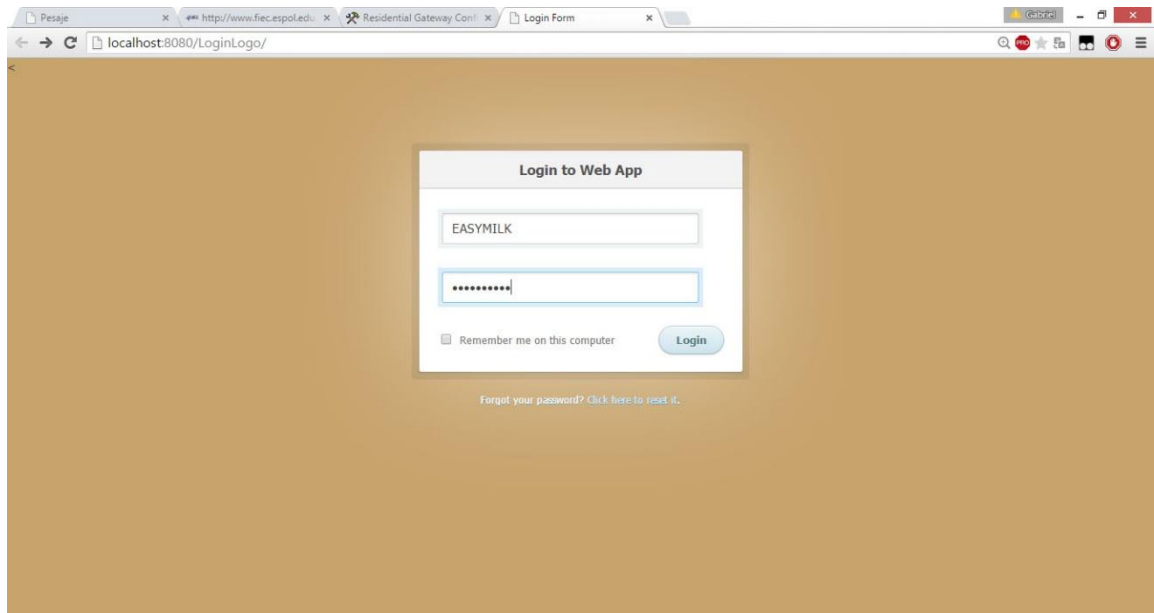


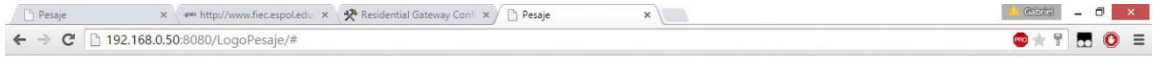
PROYECTO	PROYECTO DE INSTALACION	ESCALA
INDICACION	INDICACION DE CABLEADO	TIPO
TITULO	CONEXIONES	HOJA
		5 8

ANEXO C

PANTALLAS APLICATIVO WEB DE TELECONTROL

1. LOGIN DE USUARIO
2. APLICACIÓN WEB
3. EVENTOS DE LA PRODUCCIÓN
4. TABLA DE EVENTOS
5. PRINCIPAL
6. AYUDA





Sistema de Telecontrol de Ordeño y Dosificación de Balanceado

Panel de Control

Li: **Server** Hi: **8:01:28**
Kg: **Valor** ID: **sewert**

F1 Modo Manual
F2 Modo Automático
F3 Modo Tempo
F4 Modo Dosis

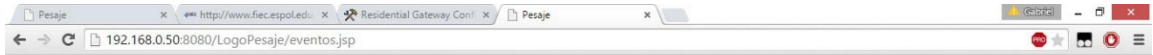
Logo Off RFID Off

Alarma Ordeño Descarga Dosis

F1 F2 F3 F4

IO FO ID FD

PE



Sistema de Telecontrol de Ordeño y Dosificación de Balanceado

Listado de Producción

ID Muestra	Codigo RFID	fecha de muestra	hora de muestra	Cantidad en litros	Buscar
ID Muestra	Codigo RFID	fecha de muestra	hora de muestra	Cantidad en kilos	Buscar

Principal Conectar Eventos Ayuda Salir

Sistema de Telecontrol de Ordeño y Dosificación de Balanceado

Listado de Producción

ID Muestra	Codigo RFID	fecha de muestra	hora de la muestra	Cantidad ml
70		2015-04-28	21:29:03	250.0
71	05001FAE12A6	2015-04-29	01:05:43	350.0
72	05001FAE12A6	2015-04-29	01:18:09	650.0
73		2015-04-29	03:11:13	700.0
74		2015-04-29	12:17:30	2250.0
75		2015-04-29	12:45:32	2950.0
76	05001D73670C	2015-04-29	12:51:10	1650.0
77	04008685B4B3	2015-04-29	13:05:15	2100.0
78		2015-05-18	17:34:57	0.0
79		2015-05-18	17:53:56	550.0
80		2015-05-18	18:09:56	1050.0
81		2015-05-18	19:05:39	0.0
82		2015-05-18	19:12:18	1200.0

DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA PANTALLA CONECTAR

En esta sección se detalla el funcionamiento de cada uno de los componentes (botones, displays, etc.) de la aplicación.

AREA DE LUCES PILOTO



La barra de luces piloto muestra el estado de las 4 luces piloto instaladas en el prototipo del tablero de control. Cada una de ellas se enciende dependiendo del estado del proceso.

- La primera luz es de color rojo e indica que el sistema se ha alarmado.
- La segunda luz es de color verde e indica que el proceso de ordeño se está ejecutando.
- La tercera luz es de color azul e indica que el proceso de descarga de leche hacia el tanque de conservación se está ejecutando.
- La cuarta luz es de color naranja e indica que el proceso de dosificación de balanceado se está ejecutando.

AREA DE MONITOREO DE DATOS



El área de monitoreo de datos muestra el valor de las variables en tiempo real. Las variables que se muestran son:

- Fecha y hora del sistema.
- Volumen en mililitros de leche ordeñada.
- Kilogramos de balanceado dosificados.

BOTONES LOGO TD



Esta área simula los botones existentes en el HMI LOGO TD. Las teclas F1, F2, F3, F4 se denominan teclas de función, y las dos restantes son teclas direccionales o de navegación. Estos todos funcionan de la siguiente manera:

- F1: Modo de operación manual.



ANEXO D

MANUAL DE USUARIO APLICACIÓN WEB

MANUAL DE USUARIO

La aplicación web del sistema de telecontrol de pesaje y ordeño mecánico de ganado vacuno se implementó con el objetivo de monitoreo, control y adquisición de datos del proceso

Esta aplicación cuenta con la ventaja de trabajar con un servidor web, el cual permite el acceso remoto a la aplicación. El servidor web que maneja la aplicación es Glassfish Server 4.1.

El diseño de la aplicación está basado en brindar una perspectiva de tablero de control, similar al que se implementó para el desarrollo del prototipo del sistema de telecontrol. La aplicación permite visualizar los botones y mensajes similares a los del LOGO TD; también, los botones y las luces piloto instaladas en el tablero de control.

El sistema cuenta con una base de datos la cual ira almacenando la información de identidad del animal, la leche producida y el balanceado provisto.

La aplicación esta implementada con la herramienta web responsive que permite el reajuste automático del tamaño de la pantalla para adaptarse a cualquier dispositivo.

Para acceder a la aplicación web, solo se necesita conocer la dirección IP del servidor e introducirla en un navegador.

DESCRIPCIÓN DE LA PANTALLA EVENTOS



En la pantalla Eventos que corresponde a la base de datos, se muestra el registro de los datos almacenados correspondientes al ordeño de leche y dosificación de balanceado, incluyendo la hora, fecha y la identificación del animal.

En esta sección se detalla el funcionamiento de cada uno de los componentes (botones, displays, etc.) de la aplicación.

AREA DE LUCES PILOTO



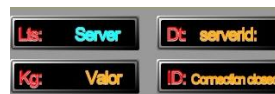
La barra de luces piloto muestra el estado de las 4 luces piloto instaladas en el prototipo del tablero de control. Cada una de ellas se enciende dependiendo del estado del proceso.

- La primera luz es de color rojo e indica que el sistema se ha alarmado.
- La segunda luz es de color verde e indica que el proceso de ordeño se está ejecutando.- La tercera luz es de color azul e indica que el proceso de

descarga de leche hacia el tanque de conservación se está ejecutando.

- La cuarta luz es de color naranja e indica que el proceso de dosificación de balanceado se está ejecutando.

AREA DE MONITOREO DE DATOS



El área de monitoreo de datos muestra el valor de las variables en tiempo real.

Las variables que se muestran son:

- Fecha y hora del sistema.
- Volumen en mililitros de leche ordeñada.
- Kilogramos de balanceado dosificados.

BOTONES LOGO TD



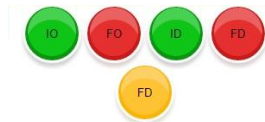
Esta área simula los botones existentes en el HMI LOGO TD.

Las teclas F1, F2, F3, F4 se denominan teclas de función, y las dos restantes son teclas direccionales o de navegación.

Esas teclas funcionan de la siguiente manera:

- F1: Modo de operación manual.
- F2: Modo de operación automático de ordeño por cantidad de litros ingresada.
- F3: Modo de operación del sistema por tiempo de ordeño ingresado.
- F4: Modo de operación del sistema por cantidad de kilos de balanceado ingresada.

BOTONES TABLERO DE CONTROL



Esta área simula los botones existentes en el tablero de control del sistema. El tablero consta de 5 botones, 4 son de operación manual y un hongo de emergencia para parar el sistema. El tablero consta de 5 botones, 4 son de operación manual y un hongo de emergencia para parar el sistema. Estos botones funcionan de la siguiente manera:

- IO: Este botón ejecuta el proceso de ordeño de leche.
- FO: Este botón finaliza el proceso de ordeño de leche y automáticamente almacena los datos en la base.

- ID: Este botón ejecuta el proceso de dosificación de balanceado.
- FD: Este botón finaliza el proceso de dosificación de balanceado y almacena los datos en la base.

BOTONES DE CONEXION



Esta área contiene los botones deslizables que establecen conexión con el LOGO y con el lector RFID.

El botón de la izquierda es el que establece la conexión con el controlador LOGO

El botón de la derecha establece conexión con el lector RFID del sistema de identificación del animal.