

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA



TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DE
TÍTULO DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

TEMA:

MÁQUINA DOSIFICADORA DE LECHE PARA LA ALIMENTACIÓN
DE TERNERAS EN LA PROVINCIA DEL CARCHI

AUTOR: ERIK MORÁN

DIRECTOR: ING. CARLOS OBANDO

IBARRA, ECUADOR

2015



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
DECLARACIÓN

Yo, MORÁN FIGUEROA ERIK FERNANDO, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, no ha sido previamente presentado para ningún trabajo de grado o calificación profesional y certifico la veracidad de las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized letters, positioned above a horizontal dashed line.

ERIK FERNANDO MORÁN FIGUEROA

040158945-2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN

Certifico que el que el presente trabajo de grado **“MÁQUINA DOSIFICADORA DE LECHE PARA LA ALIMENTACIÓN DE TERNERAS EN LA PROVINCIA DEL CARCHI”**, fue desarrollado por el egresado Morán Figueroa Erik Fernando, bajo mi supervisión, por lo cual certifico la verdad.

A handwritten signature in blue ink that reads "CARLOS OVANDO". The signature is written in a cursive style and is positioned above a horizontal dashed line.

Ing. Carlos Andrés Ovando Villareal



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1.- IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital determino la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DEL CONTACTO	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Erik Fernando Morán Figueroa
CEDULA DE IDENTIDAD:	040158945-2
DIRECCIÓN:	Ibarra, Río Blanco y Miguel Albán
E-MAIL:	erikfernandomoranfigueroa@Gmail.com
TELÉFONO MÓVIL:	0968180432

DATOS DEL PROYECTO	
TÍTULO:	MÁQUINA DOSIFICADORA DE LECHE PARA LA ALIMENTACIÓN DE TERNERAS EN LA PROVINCIA DEL CARCHI
AUTOR:	Morán Figueroa Erik Fernando
FECHA :	Ibarra,
PROGRAMA:	Pregrado
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Mecatrónica
DIRECTOR:	Ing. Carlos Andrés Obando Villareal

2.- AUTORIZACIÓN USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, ERIK FERNANDO MORÁN FIGUEROA, con cedula de identidad N° 040158945-2, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en forma digital y autorizo a la Universidad Técnica Del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad de material y como apoyo a la educación, investigación y extensión universitaria, en concordancia con la ley de educación de educación Superior, Artículo 144.



ERIK FERNANDO MORÁN FIGUEROA

CEDULA: 040158945-2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Erik Fernando Morán, con cedula de identidad N° 040158945-2, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado **“MÁQUINA DOSIFICADORA DE LECHE PARA LA ALIMENTACIÓN DE TERNERAS EN LA PROVINCIA DEL CARCHI”** que ha sido desarrollado para la obtención del título de Ingeniero en Mecatrónica en la Universidad Técnica del Norte, quedando la universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

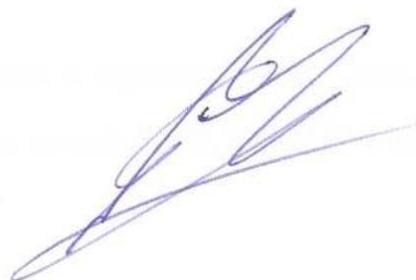
A handwritten signature in blue ink, appearing to be "Erik Fernando Morán", is written over a horizontal dashed line.

ERIK FERNANDO MORÁN FIGUEROA

CEDULA: 040158945-2

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica Del Norte por haberme acogido en sus instalaciones permitiendo ampliar mis conocimientos, A la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas y los docentes de la Carrera de Ingeniería en Mecatrónica; por haberme permitido alcanzar las metas trazadas brindándome sus conocimientos con paciencia sabiduría



Erik Fernando Morán Figueroa

DÉDICATORIA

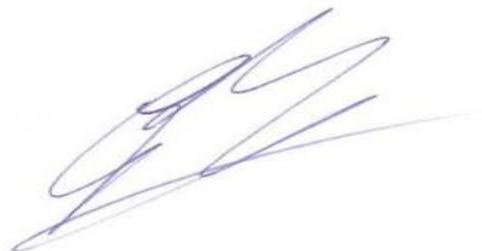
A Dios por darme la fuerza y sabiduría para poder tomar las decisiones correctas y permitirme culminar mis estudios universitarios.

A mis padres amados German y Lupita por brindarme todo su apoyo, cariño y comprensión incondicional; guiándome en mi vida personal durante todo este periodo de vida universitaria.

Agradezco a toda mi familia por motivarme a seguir adelante y haberme dado la oportunidad de tener una familia unida y apoyarme en todo momento.

Como no extender mi agradecimiento con cariño a Mireya por estar siempre a mi lado impulsándome, motivándome y estando siempre pendiente de todo.

Quiero además manifestar mi agradecimiento al ingeniero Carlos Obando por haberme guiado académicamente, durante el periodo de realización del presente trabajo de grado.



Erik Fernando Morán Figueroa

ÍNDICE GENERAL

MÁQUINA DOSIFICADORA DE LECHE PARA LA ALIMENTACIÓN DE TERNERAS EN LA PROVINCIA DEL CARCHI	i
DECLARACIÓN	ii
CERTIFICACIÓN.....	iii
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	iv
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA	viii
ÍNDICE GENERAL.....	ix
RESUMEN	xviii
SUMMARY	xix
PRESENTACIÓN.....	xx
CAPÍTULO I	1
1 MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.1.1 PROBLEMA	1
1.1.2 OBJETIVOS	2
1.1.3 ALCANCE.....	3
1.2 DEFINICIÓN DE DOSIFICADOR	4
1.2.1 DOSIFICADOR DE SÓLIDOS SECOS Y SÓLIDOS EN POLVO.	5
1.2.1.1 Dosificadores volumétricos.....	6
1.2.1.1.1 Dosificador de tornillo simple.	6
1.2.1.1.2 Dosificador de tornillo doble.....	6
1.2.1.1.3 Dosificador de compuertas rotativas.	7
1.2.1.1.4 Dosificador de banda rodante.....	8
1.2.1.2 Dosificadores gravimétricos.....	8
1.2.1.2.1 Dosificadores gravimétricos de banda.	9
1.2.1.2.2 Dosificador de pérdida de peso.....	9
1.2.2 DOSIFICADOR DE LÍQUIDOS.	10
1.2.2.1 Dosificador Por Presión.....	11

1.2.2.2	Dosificador Isobárico.....	11
1.2.2.3	Dosificador a Vacío.....	12
1.2.2.4	Dosificador de pistón.....	13
1.2.2.5	Dosificador lineal.....	14
1.3	DOSIFICADORES DE LÍQUIDOS MÁS COMUNES.....	15
1.3.1	DOSIFICADORES VOLUMÉTRICOS PARA LÍQUIDOS.....	15
1.3.2	DOSIFICADORES GRAVIMÉTRICOS PARA LÍQUIDOS.....	16
1.4	PARÁMETROS PARA LA DOSIFICACIÓN DE LECHE.....	17
1.4.1	CANTIDAD DE LECHE A DOSIFICAR POR CADA TERNERA.....	17
1.4.2	TEMPERATURA ADECUADA DE LECHE PARA LA ALIMENTACIÓN DE TERNERA.....	18
1.4.3	CALIDAD DE LA LECHE A DOSIFICAR.....	19
1.4.4	TIPO DE LECHE A DOSIFICAR.....	21
1.5	SELECCIÓN DEL DOSIFICADOR.....	21
1.6	SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN INALÁMBRICA.....	23
1.7	SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN MEDIANTE RADIO FRECUENCIA (RFID).....	24
1.7.1	CARACTERÍSTICAS DEL PROTOCOLO RFID.....	24
1.7.2	CLASIFICACIÓN DE ETIQUETAS RFID.....	25
1.7.3	LECTORES RFID.....	27
1.7.3.1	Tipos de lectores RFID.....	28
1.7.3.1.1	Lector RFID fijo.....	28
1.7.3.1.2	Lectores RFID móviles.....	29
1.7.3.1.3	Lectores RFID de mano.....	30
	CAPÍTULO II.....	31
2	DISEÑO MECÁNICO DE LA MÁQUINA.....	31
2.1	INTRODUCCIÓN.....	31
2.1.1	CONCEPTO DE DISEÑO MECÁNICO.....	31
2.1.2	PROCESO PARA EL DISEÑO MECÁNICO.....	32
2.1.3	PARÁMETROS Y CONCEPTOS DE DISEÑO.....	33
2.1.3.1	Esfuerzo.....	33
2.1.3.2	Resistencia.....	34
2.1.3.3	Factor de seguridad.....	35
2.2	CÁLCULOS Y DISEÑO DE LA TOLVA.....	35
2.2.1	CÁLCULOS Y DIMENSIONAMIENTO DE LA TOLVA.....	35

2.2.1.1	Cálculo de presión a la que va estar sometida la tolva	39
2.2.1.2	Cálculo de espesor de la lámina para la tolva	40
2.2.2	VERIFICACIÓN DE ESFUERZOS UTILIZANDO SISTEMA CAD	44
2.2.2.1	Verificación de esfuerzo de Von Mises.	45
2.2.2.2	Cálculos del factor de seguridad del diseño de la tolva como un cilindro de pared delgada. 48	
2.2.3	CÁLCULO DE ESPESOR DE LA LÁMINA PARA LA TOLVA COMO VIGA EMPOTRADA. 49	
2.2.4	SELECCIÓN DE LA LÁMINA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA TOLVA.....	56
2.3	CÁLCULOS Y DISEÑO DEL RECIPIENTE DE DOSIFICADO.....	58
2.3.1	CÁLCULO DEL VOLUMEN Y PRESIÓN DEL RECIPIENTE DE DOSIFICADO.....	58
2.3.2	CÁLCULO DE ESPESOR DE LA LÁMINA PARA EL RECIPIENTE DE DOSIFICADO	60
2.3.3	CÁLCULO DE ESPESOR DE LA LÁMINA PARA EL RECIPIENTE DE DOSIFICADO COMO VIGA EMPOTRADA.....	61
2.4	CÁLCULOS Y DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE LA MAQUINA	62
2.4.1	CARGAS A LAS QUE ESTARÁ SOMETIDA LA ESTRUCTURA	63
2.4.2	PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA.....	64
2.4.3	DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE.....	65
2.4.4	CÁLCULO DEL FACTOR DE SEGURIDAD PARA LA ESTRUCTURA	70
2.5	CÁLCULOS Y DISEÑO DEL EJE AGITADOR	70
2.6	SELECCIÓN DE ABRAZADERAS, UNIONES PARA EXPANDIR Y EMPAQUES.	73
2.6.1	SELECCIÓN DE ABRAZADERAS.....	73
2.6.2	SELECCIÓN DE UNIONES DE EXPANSIÓN (MANGUITO)	74
2.6.3	SELECCIÓN JUNTAS DE GOMA PARA LAS UNIONES (EMPAQUES).....	74
CAPÍTULO III		76
3	AUTOMATIZACIÓN DE LA MÁQUINA	76
3.1	INTRODUCCIÓN.....	76
3.2	TIPOS DE SISTEMAS AUTOMÁTICOS	76
3.2.1	SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN FIJA.....	76
3.2.2	SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN PROGRAMABLE.....	77
3.2.3	SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN FLEXIBLE.....	78
3.3	DISEÑO DEL SISTEMA CONTROLADO DE DOSIFICACIÓN.	78
3.3.1	DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA	79
3.3.2	REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL SISTEMA.....	80
3.3.2.1	Dosificado de leche	80

3.3.2.2	Temperatura de la leche	81
3.4	EQUIPOS Y ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL SISTEMA	82
3.4.1	SELECCIÓN DEL PLC	82
3.4.1.1	Características de los PLCs	83
3.4.1.2	Proceso de selección del PLC	84
3.4.2	MÓDULO ARDUINO UNO	86
3.4.2.1	Comunicación Arduino	88
3.4.2.1.1	Funciones básicas de comunicación de ARDUINO	88
3.4.2.1.2	Series de pulsos	89
3.4.3	MODULO AM2 PT 100 DE LOGO	89
3.4.4	SELECCIÓN DE LA ELECTROVÁLVULA PARA EL DOSIFICADO	91
3.4.5	SELECCIÓN DE LA RESISTENCIA ELÉCTRICA	93
3.4.6	SENSOR DE TEMPERATURA PT 100	99
3.4.7	LECTOR RFID ID-20LA	100
3.4.8	RELÉS DE POTENCIA	102
3.5	DIAGRAMA DE FLUJO DEL FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA	104
3.6	PROGRAMACIÓN PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA	106
3.6.1	PROGRAMACIÓN ARDUINO UNO	106
3.6.2	PROGRAMACIÓN PLC LOGO 12/24RC	109
CAPÍTULO IV	110
4	ENSAMBLAJE DE LA MÁQUINA Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	110
4.1	MONTAJE DE LA ESTRUCTURA MECÁNICA	110
4.2	MONTAJE DEL SISTEMA ELÉCTRICO	111
4.2.1	CONEXIONES DEL SISTEMA ELÉCTRICO	111
4.3	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	112
4.3.1	CALIBRACIÓN DEL SISTEMA DE DOSIFICADO	113
4.3.2	CALIBRACIÓN DEL SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE LECHE	116
4.3.3	PRUEBAS DE CAMPO REALIZADAS CON LAS TERNERAS	117
CAPÍTULO V	121
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	121
5.1	CONCLUSIONES	121
5.2	RECOMENDACIONES	122
BIBLIOGRAFÍA	124

ANEXOS	128
MANUAL DE USUARIO.....	128
CHECKLIST PREVIO AL ACCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA	136
MANUAL DE MANTENIMIENTO	137
MANTENIMIENTO PROGRAMADO	138
MANTENIMIENTO PREDICTIVO	138
MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	138
Anexo 1.....	140
Propiedades de los aceros inoxidables	140
Anexo 2.....	141
Catalogo Dipac	141
Anexo 3.....	142
Catalogo FAMIQ	142
Anexo 4.....	143
Catalogo Crouzet.....	143
Anexo 5.....	144
diseño de la tolva en inventor.....	144
Anexo 6.....	155
especificaciones logo.....	155
Anexo 7.....	157
CTERÍSTICAS VALVULAS SOLENOIDES 2/2 - ACCION DIRECTA	157
Anexo 8.....	158
PROGRAMACIÓN ARDUINO UNO.....	158
Anexo 9.....	163
FOTOGRAFÍAS DE LA MAQUINA.....	163
PROGRAMACIÓN LOGO 12/24 RC.....	163
PLANOS MECÁNICOS.....	163
PLANOS ELÉCTRICOS	163

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura1. 1. Esquema dosificador de tornillo	7
Figura1. 2. Esquema dosificador de paletas	7
Figura1. 3 Esquema dosificador de banda rodante.....	8
Figura1. 4. Esquema dosificador gravimétrico de banda	9
Figura1. 5. Dosificador de líquidos por pérdida de peso.....	10
Figura1. 6. Esquema dosificador de líquidos por presión	11
Figura1. 7. Dosificador de líquidos isobárico	12
Figura1. 8. Dosificador de líquidos a vacío.....	12
Figura1. 9. Dosificador de pistón (LP).....	13
Figura1. 10 Dosificador de pistón (LP-ACT)	14
Figura1. 11 Dosificador lineal.....	14
Figura1. 12 Dosificador volumétrico	16
Figura1. 13 Fases de dosificado de un dosificador gravimétrico	17
Figura1. 14 Alimentación manual de terneras.....	18
Figura1. 15 Organización de campos para protocolos de comunicación	25
Figura1. 16 Tags RFID	27
Figura1. 17 Lectores RFID estáticos.....	29
Figura1. 18 Modulo RFID Lector/ Escritor	29
Figura1. 19 Lector RFID de mano	30
Figura2. 1. Fases del proceso de diseño	32
Figura2. 2. Cubo de esfuerzos, normales de superficie y componentes de esfuerzo.....	34
Figura2. 3. Dimensiones de radio de la base y altura de la tolva	39
Figura2. 4. Presiones soportadas por la tolva.....	40
Figura2. 5. procedimiento para realizar análisis de tensión	45
Figura2. 6. Concentración de esfuerzo de Von Mises máximo y mínimo	46
Figura2. 7. Biga empotrada circular.....	50
Figura2. 8 Fuerza que actúa sobre la viga.....	51
Figura2. 9 Diagrama de fuerzas y momentos que actúan sobre la viga	52
Figura2. 10 Diagrama de fuerzas y momentos que actúan sobre la viga	52
Figura2. 11. Lamina de acero inoxidable AISI 304 de 2mm	57
Figura2. 12. Recipiente de dosificado con volumen de 4L	58
Figura2. 13. Dimensiones del recipiente de dosificado.....	59
Figura2. 14. Espesor de lámina del recipiente de dosificado	62
Figura2. 15. Estructura de la máquina.....	65
Figura2. 16. Momento flector que actúa sobre la estructura	66
Figura2. 17. Diagrama de cortes y momentos.....	67
Figura2. 18. Eje agitador	72
Figura2. 19. Abrazadera clamp 3A-MHH.....	73
Figura2. 20. Manguito clamp para expandir	74
Figura2. 21. Junta de goma clamp.....	75

Figura 3. 1. Línea de ensamblaje automático.....	77
Figura 3. 2. Máquina industrial automatizada con base en PLC.....	77
Figura 3. 3. Celda de manufactura automatizada con base en PLC.....	78
Figura 3. 4 Diagrama de bloques del sistema.....	79
Figura 3. 5 Cantidad de leche a dosificar respecto a la edad de cada ternera.....	80
Figura 3. 6 Control de temperatura ON/OFF.....	81
Figura 3. 7 Estructura de logo.....	85
Figura 3. 8.PLC SIEMENS LOGO 12/24 RC.....	86
Figura 3. 9. Componentes principales de la placa ARDUINO UNO.....	87
Figura 3. 10 Tabla de características del Arduino UNO.....	87
Figura 3. 11 Bits de transmisión de datos Arduino.....	89
Figura 3. 12 Estructura del módulo de ampliación AM2 PT100.....	90
Figura 3. 13 Características de funcionamiento de módulo AM2 PT100.....	91
Figura 3. 14. Válvula solenoides 2/2 - acción directa.....	92
Figura 3. 15 Resistencia eléctrica tubular Haceb.....	98
Figura 3. 16 Cura pt100 resistencia Ohms respecto a la temperatura en °C.....	99
Figura 3. 17 Conexión sensor pt100 de dos hilos.....	100
Figura 3. 18 tabla de comparación entre los lectores ID-2; ID-12; ID20.....	100
Figura 3. 19 Función de los pines de la ID-12 .ID20.....	101
Figura 3. 20 Diagrama del circuito de ID-12 e ID-20.....	101
Figura 3. 21 Relé sin enclavamiento montaje en zócalo 10A 24Vdc.....	104
Figura 4. 1 Estructura mecánica de la máquina.....	110
Figura 4. 2 Montaje de dispositivos sobre riel DIN.....	111
Figura 4. 3 Conexiones de las entradas del Plc.....	112
Figura 4. 4 prueba de funcionamiento primer día.....	119
Figura 4. 5 prueba de funcionamiento segundo día.....	119
Figura 4. 6 prueba de funcionamiento tercer día.....	120
Figura 4. 7 prueba de funcionamiento cuarto día.....	120

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Límites máximos para contaminantes</i>	19
Tabla 2 <i>requisitos fisicoquímicos de la leche cruda</i>	20
Tabla 3 <i>Requisitos microbiológicos de la leche tomada en hato</i>	21
Tabla 4 <i>comparación de métodos de dosificado</i>	22
Tabla 5 <i>Consideraciones de diseño</i>	33
Tabla 6 <i>Densidad de la leche en (Kg/L)</i>	36
Tabla 7 <i>Generadores de carga sobre la estructura</i>	50
Tabla 8 <i>Cargas que actúan sobre la estructura</i>	63
Tabla 9 <i>características de los PLCs</i>	83

Tabla 10 <i>Temperatura de funcionamiento máximas recomendadas para materiales de forro metálico</i>	93
Tabla 11 <i>Lista de elementos del circuito del lector RFID</i>	102
Tabla 12 <i>Tabulación 1 para el tiempo de dosificado</i>	113
Tabla 13 <i>Tabulación 2 para el tiempo de dosificado</i>	113
Tabla 14 <i>Tabulación 3 para el tiempo de dosificado</i>	113
Tabla 15 <i>Tabulación 4 para el tiempo de dosificado</i>	114
Tabla 16 <i>Tabulación 5 para el tiempo de dosificado</i>	114
Tabla 17 <i>Porcentaje de error de la máquina para 25 segundos</i>	115
Tabla 18 <i>Porcentaje de error de la máquina para 37.5 segundos</i>	115
Tabla 19 <i>Porcentaje de error de la máquina para 50 segundos</i>	116
Tabla 20 <i>prueba de reacción de las terneras primer día</i>	117
Tabla 21 <i>prueba de reacción de las terneras segundo día</i>	117
Tabla 22 <i>prueba de reacción de las terneras tercer día</i>	118
Tabla 23 <i>prueba de reacción de las terneras cuarto día</i>	118
Tabla 24 <i>Elementos fundamentales para llevar un plan de mantenimiento</i>	139

ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1 Volumen con respecto a la masa y densidad	36
ECUACIÓN 2 Volumen de un cilindro	38
ECUACIÓN 3 Altura con respecto al volumen y al radio	38
ECUACIÓN 4 Presión de un fluido	39
ECUACIÓN 5 Esfuerzo tangencial	41
ECUACIÓN 6 Esfuerzo longitudinal	41
ECUACIÓN 7 Diámetro interno de un cilindro	41
ECUACIÓN 8 Teoría del esfuerzo cortante máximo	42
ECUACIÓN 9 Esfuerzo equivalente	43
ECUACIÓN 10 Esfuerzo de Von Mises	47
ECUACIÓN 11 esfuerzo equivalente respecto a la resistencia a la fluencia y factor de seguridad	49
ECUACIÓN 12 Fuerza	50
ECUACIÓN 13 Momento Flector	52
ECUACIÓN 14 Esfuerzo Normal	53
ECUACIÓN 15 Esfuerzo normal	53
ECUACIÓN 16 Momento de inercia para tubo circular	54
ECUACIÓN 17 Esfuerzo normal con respecto al momento de inercia	54
ECUACIÓN 18 Diámetro externo	55
ECUACIÓN 19 Espesor de la lámina	55
ECUACIÓN 20 Ecuación de diseño para columnas con carga excéntrica”	65
ECUACIÓN 21 Área del tubo	67
ECUACIÓN 22 Radio del tubo	67

ECUACIÓN 23 Distancia del eje neutro de la sección transversal	68
ECUACIÓN 24 Factor de seguridad.....	70
ECUACIÓN 25 Esfuerzo Cortante	71
ECUACIÓN 26 Esfuerzo cortante máximo	71
ECUACIÓN 27 Ley de Fourier	94
ECUACIÓN 28 Área de un círculo	95
ECUACIÓN 29 Área de un cilindro	95
ECUACIÓN 30 Variación de calor.....	96
ECUACIÓN 31 Calor total transferido (Potencia)	97
ECUACIÓN 32 Ley de ohm	103

MÁQUINA DOSIFICADORA DE LECHE PARA LA ALIMENTACIÓN DE TERNERAS EN LA PROVINCIA DEL CARCHI

Autor: Erik Moran

Director: Ing. Carlos Obando

RESUMEN

El trabajo de investigación que se describe a continuación tiene como finalidad brindar un método de mejoramiento de calidad de alimentación, mediante la dosificación adecuada de leche para la crianza de terneras en la provincia del Carchi. Para esto se realizó el diseño e implementación de una máquina dosificadora de leche, la cual permite dosificar cantidades de leche adecuadas; dependiendo de la edad de cada ternera.

El equipo está constituido mediante elementos mecánicos, eléctricos y de control. Los mismos que permiten una fácil manipulación del equipo por parte del usuario, logrando así mejoras en los tiempos de dosificado, reducción de acumulación de bacterias; por cuanto la construcción del equipo está hecha en acero inoxidable.

Está conformado por un sistema de transferencia de calor, sistema de identificación mediante Radio Frecuencia y sistema de dosificación. Cada sistema trabaja en conjunto con los otros. Permitiendo de esta manera mantener la temperatura adecuada de la leche; identificar a cada ternera y dosificar la cantidad correcta a cada ternera dependiendo de la edad.

Para un fácil manejo del equipo se instaló un tablero de control el mismo que permite verificar de una manera amigable y simplificada el funcionamiento correcto de la misma.

DOSING MACHINE OF MILK FOR FEEDING CALVES IN CARCHI PROVINCE

Author: Erik Morán

Director: Ing. Carlos Obando

SUMMARY

The work of investigation that describing to continuation has as finality offer one method of improvement of quality of feeding, through to right dosing of milk for breeding calves in the Carchi Province. This was done design and made one dosing machine of milk, it is allowing the same dosing milk in appropriate quantities; depending of the age of each calf.

The machine consists of mechanical, electrical, and control elements. These elements allow an easy manipulation of machine by the user, achieving improvements in the times of dosing, reduction of accumulation of bacteria's; because the machine is manufacturing with stainless steel.

It is formed for heat transfer system; Radio Frequency Identification system and dosing system. Each system works in conjunction with the other allowing this manner to maintain the right temperature of milk; identify each calf and dispensing the correct amount depending of the age.

For one easy operation of machine, was installed a control board, which allows verifies a user-friendly and simplified proper operation of the same.

PRESENTACIÓN

El presente proyecto está estructurado de tal manera que contiene cinco capítulos, bibliografía y anexos; el capítulo uno está conformado por el marco teórico, en el segundo capítulo se indica el proceso del diseño mecánico, el capítulo tres contiene el proceso de automatización de la máquina, el capítulo cuatro contiene el ensamblaje y pruebas de funcionamiento; en el capítulo cinco se encuentran las conclusiones y recomendaciones. A continuación se detalla una breve introducción de cada capítulo.

Capítulo 1: En este capítulo se describe los diferentes sistemas y equipos utilizados para la dosificación tanto de líquidos, así como también de sólidos. Además se detalla los parámetros que se requiere para la dosificación de leche en la alimentación de terneras. También se muestra los fundamentos teóricos de los diferentes sistemas de identificación mediante radio frecuencia.

Capítulo 2: En este capítulo se presenta el análisis para el diseño y selección de todos los elementos mecánicos que constituyen la máquina. Este análisis es realizado con respecto a los parámetros especificados y a las necesidades que se tiene para un adecuado proceso de diseño.

Capítulo 3: se describe la forma de operación del sistema, también se realiza los respectivos flujogramas para realizar la programación y posterior automatización de la máquina, se detallan los dispositivos eléctricos y electrónicos, los mismos que se encuentran en el tablero de control para el correcto funcionamiento de la máquina.

Capítulo 4: en este capítulo se menciona cómo se realizó el ensamblaje de la máquina, proceso de soldadura y el procedimiento para realizar las conexiones eléctricas. También se realizaron las pruebas de funcionamiento de la máquina y las pruebas de campo, para verificar la reacción de las terneras ante la presencia de la máquina.

Capítulo 5: este capítulo está constituido por las conclusiones y recomendaciones, las mismas que permitirán identificar los resultados propuestos; con los resultados del proyecto final.

Anexos: se encuentran los manuales de usuario y de mantenimiento de la máquina así como también las características de los elementos seleccionados, datasheets y los resultados del análisis de diseño realizado en el programa INVENTOR.

CAPÍTULO I

1 MARCO TEÓRICO

1.1 ANTECEDENTES

En la actualidad el manejo y crianza de ganado bobino para el consumo humano está en aumento por lo tanto es necesario mejorar la calidad de alimentación de terneras, para lograr mejores parámetros de producción de leche y cárnicos. El primer paso para una buena alimentación en la crianza de terneras es la dosificación de leche, para esto se ha propuesto diseñar e implementar una máquina dosificadora de leche, la misma que permitirá mejorar los índices de salubridad y reducir el tiempo ocupado en la dosificación.

1.1.1 PROBLEMA

La alimentación de terneras es el paso principal para un buen manejo de la producción de leche y carne, para esto las terneras deben tener una buena alimentación durante su crecimiento, pero en la actualidad no existe un adecuado sistema de dosificación de leche en los primeros meses de crecimiento.

Cuando se realiza la dosificación de manera manual. Es decir con biberones o baldes se ocupa demasiado tiempo, esto no permite a los ganaderos el desarrollo de otras actividades. Algunas veces no se da las dosis correctas a cada ternera, porque se dosifica dos litros en la mañana y dos litros en la tarde, esto puede variar en el transcurso del tiempo dependiendo de su la edad de las terneras.

Además de una eficiente alimentación existirá una reducción de tiempo, cuando existe un elevado número de animales, la dosificación automatizada disminuirá los tiempos en la alimentación con esto tomara alrededor de tres minutos por cada ternera, también contribuirá con la reducción de enfermedades.

Con la construcción de la máquina dosificadora de leche los ganaderos lograran un mejoramiento en la alimentación de las terneras, evitando pérdidas de tiempo y mejorando la salubridad de los animales. Además los ganaderos podrán llevar un registro de la edad y cantidad de leche que se deberá dar a cada ternera.

1.1.2 OBJETIVOS

Objetivo general

Mejorar la calidad de dosificación de leche en la alimentación de terneras, mediante la implementación de una máquina dosificadora, la misma que permita una optimización en el tiempo de dosificado.

Objetivos Específicos

- a) Determinar los parámetros de un sistema de dosificación de leche para alimentación de terneras, logrando un mejoramiento en calidad y salubridad.
- b) Diseñar los elementos mecánicos de la máquina utilizando un sistema CAD el mismo que permita una visualización de cada uno de los elementos de los que estará construida la máquina.

- c) Implementar una máquina para la dosificación de leche logrando así un mejoramiento en la alimentación para la crianza de terneras, logrando mejorar los índices de salubridad en la región.
- d) Implementar un sistema con tecnología RFID para la identificación de las terneras, con lo que permitirá llevar un registro de cada animal, tanto el número, como la cantidad de leche a dosificar.
- e) Realizar calibraciones y pruebas para un correcto funcionamiento de la máquina.

1.1.3 ALCANCE

Temperatura de la leche.- para mantener una adecuada temperatura de la leche, la misma que es previamente calentada entre 30 y 37 grados Celsius que son las temperaturas más óptimas para la alimentación de terneras, se construirá un recipiente de acero inoxidable, se realizará en este material debido a que se evita la proliferación de bacterias y también permite una fácil limpieza del recipiente. La máquina estará constituida por niquelinas en la parte externa, las que permitirán un calentamiento adecuado de la leche y también permitirá tener un control automático de temperatura en los rangos adecuados para la alimentación, esto le permitirá ver al operario si la temperatura está en los niveles adecuados para proceder a dosificar la leche a cada ternera. La capacidad del recipiente será de 20 litros, con lo que se obtendrá una capacidad para alimentar diez terneras por cada hora.

Dosificación.- el proceso de dosificación se realizará de manera volumétrica ya que esto permite dosificar la cantidad adecuada de leche y la ternera puede demorarse el tiempo que sea necesario para tomar la cantidad dosificada. Para realizar el dosificado a cada ternera se implementará un sistema de identificación, utilizando tecnología RFID, este sistema ayudará a verificar la cantidad de leche que se debe dar a cada ternera, dependiendo del código de arete que esta tenga.

Este proyecto contribuirá con la optimización de recursos, tanto económicos como reducción de tiempo, para el desarrollo de actividades alternas a la ganadería.

En lo social permitirá despertar el interés de las personas que se dedican a esta actividad debido que ayuda a mejorar la salubridad en la crianza de ganado bobino, permitiendo en el futuro tener ganado que produzca leche y carne de calidad. Culturalmente contribuirá con el cambio de mentalidad de las personas incentivándolas a que produzcan animales de calidad, mediante un mejor sistema de alimentación y dejando atrás los sistemas tradicionales los mismos que no son los más adecuados e higiénicos para una buena producción de ganado bobino.

1.2 DEFINICIÓN DE DOSIFICADOR

Un sistema de dosificación es un dispositivo el mismo que permite tener un control adecuado de entrega de un producto, en cantidades adecuadas, ya sea este producto para realizar mezclas o despacho de un producto.

“Los dosificadores son utilizados para regular el despacho del producto en diferentes etapas de un proceso, están compuestos por servomotores, motores

eléctricos, electroimanes, cilindros neumáticos y reguladores”. (Garcia Torres, 2012, pág. 95)

“Para poder seleccionar un tipo de dosificador adecuado es necesario tomar en cuenta los siguientes parámetros y características” (Garcia Torres, 2012, pág. 95).

- a) Naturaleza y características de la sustancia a manipular.
- b) Precisión deseada.
- c) Despacho de los componentes.
- d) Cantidad de dosis necesaria o dinámica del despacho.
- e) Modo de servicio.

Se distinguen tres clases de dosificadores:

- a) De sólidos secos y sólidos en polvo
- b) De líquido
- c) De gas

1.2.1 DOSIFICADOR DE SÓLIDOS SECOS Y SÓLIDOS EN POLVO.

Este tipo de dosificadores están constituidos por una tolva y el sistema de dosificado; el mismo que actúa mediante un motor, una caja reductora y un tornillo sinfín los mismos que trabajan en conjunto para realizar el dosificado.

Existen dos tipos de dosificadores de sólidos secos y sólidos en polvo los mismos que se detallan a continuación:

- a) Dosificadores volumétricos
- b) Dosificadores gravimétricos

1.2.1.1 Dosificadores volumétricos.

“En principio, la dosificación volumétrica es la solución de dosificación más simple y económica disponible. El material a granel se mantiene en una tolva y se dosifica constantemente en un proceso por unidad de tiempo”. (K-TRON, 2014).

Existen tres tipos de mecanismos más comunes para ser utilizados en la dosificación volumétrica, los mismos que a continuación serán detallados:

- Dosificador de tornillo.
- Dosificador de compuertas rotativas.
- Dosificador de banda rodante.

1.2.1.1.1 Dosificador de tornillo simple.

Con este tipo de dosificador se puede manipular una amplia gama de aplicaciones entre las que se encuentran la pre dosificación, dosificación, tamaño de partículas y densidad homogénea. Este se utiliza para manipular materiales con buena fluidez, como pellets y polvo.

1.2.1.1.2 Dosificador de tornillo doble.

“Con este tipo de dosificador se maneja materiales más difíciles como pigmentos, polvos pegajosos, inconsistentes o que se desbordan, fibras y fibras de vidrio”. (K-TRON, 2014).

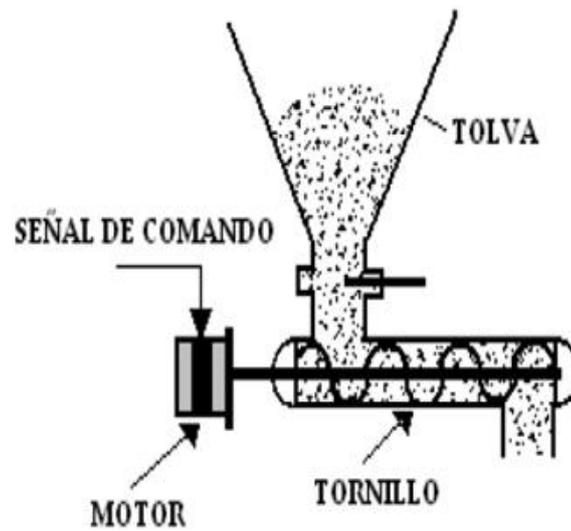


Figura1. 1. Esquema dosificador de tornillo
Fuente: <http://www.acrison.com/jet-s.htm>

1.2.1.1.3 Dosificador de compuertas rotativas.

Como se muestra en la figura 1.2 la compuerta rotativa que constituye el elemento principal de este sistema dosificador, es muy robusta, pero tiene una menor precisión que el sistema de tornillo. (Garcia Torres, 2012, pág. 97)

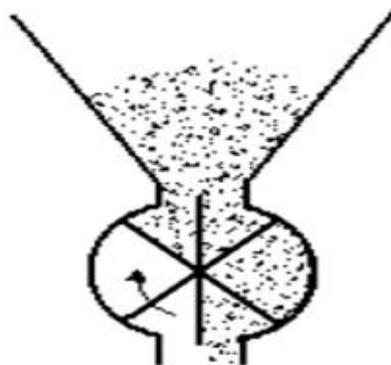


Figura1. 2. Esquema dosificador de paletas
Fuente: <http://www.acrison.com/jet-s.htm>

1.2.1.1.4 Dosificador de banda rodante.

El principio de funcionamiento de un sistema de banda rodante se muestra en la figura 1.3, en este su despacho es determinado por dos parámetros:

Primer parámetro: variar la velocidad de la banda.

Segundo parámetro: modificando la cantidad de producto que pasa a la banda por la regulación de la compuerta a la salida de la tolva. (Guerra Guaman;Aguirre Enriquez, 2013, pág. 34)

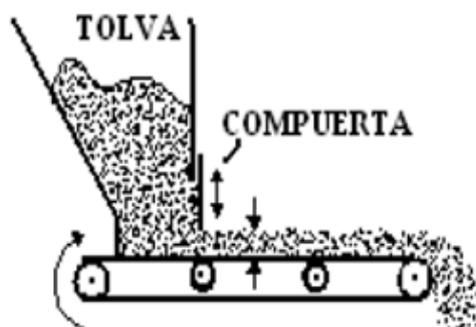


Figura1. 3 Esquema dosificador de banda rodante

Fuente: <http://www.acrison.com/jet-s.htm>

1.2.1.2 Dosificadores gravimétricos.

Estos sistemas de dosificadores gravimétricos son más precisos que los volumétricos, puesto que la variación de masa volumétrica aparentemente no influye en la dosis de despacho; los más utilizados son:

- Dosificadores gravimétricos de banda.
- Dosificadores por pérdida de peso.

(Guerra Guaman;Aguirre Enriquez, 2013, pág. 34)

1.2.1.2.1 Dosificadores gravimétricos de banda.

En la figura 1.4 se presenta el funcionamiento que es semejante a un dosificador volumétrico de banda rodante sin embargo hay un control continuo del despacho de la masa del producto, por la ponderación de la cinta transportadora al mismo tiempo. (Guerra Guaman; Aguirre Enriquez, 2013, pág. 34)

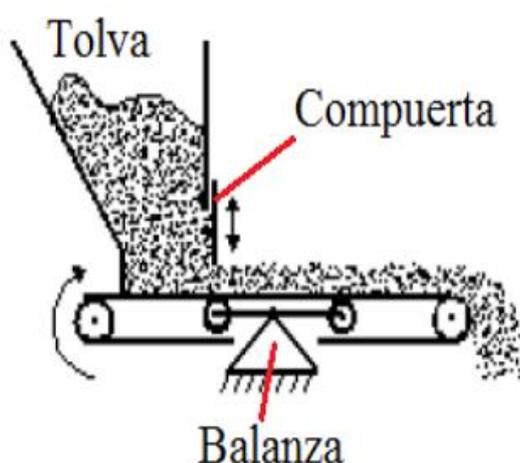


Figura1. 4. Esquema dosificador gravimétrico de banda

Fuente: <http://www.acrison.com/jet-s.htm>

1.2.1.2.2 Dosificador de pérdida de peso.

En estos sistemas de dosificación la mayoría de los dosificadores volumétricos pueden ser adaptados y transformados en dosificadores gravimétricos por pérdida de peso como se muestra en la figura 1.5

Este sistema puede dosificar material seco a granel o líquido en un proceso con un peso constante por unidad de tiempo, ya que el peso es una variable que se puede obtener con un módulo de pesado. Es posible realizar un control uniforme y una supervisión completa. El líquido o pasta que se va a dosificar se

mide con una bomba fuera del área de la báscula. La bomba de dosificación se selecciona en función de la capacidad de dosificación necesaria. (K-TRON, 2014).

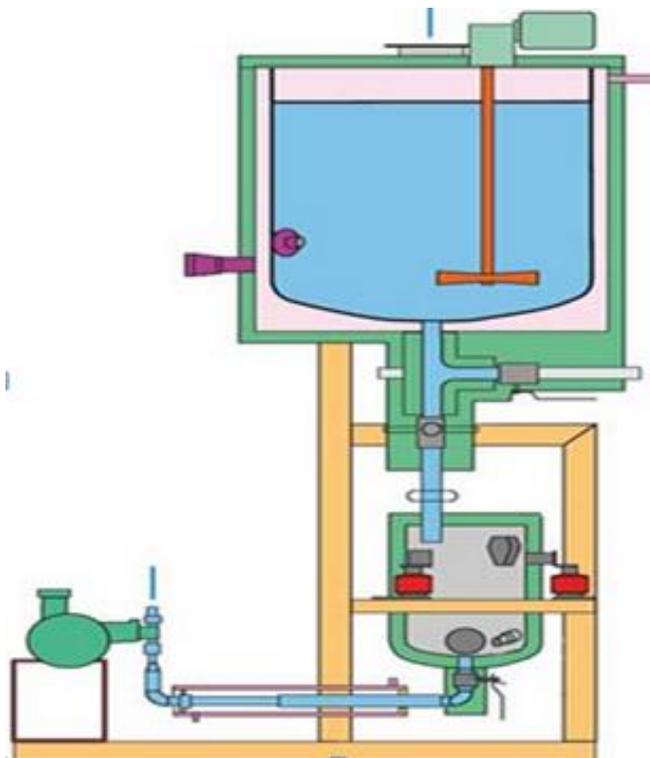


Figura1. 5. Dosificador de líquidos por pérdida de peso

Fuente: <http://www.ktron.es/process-equipment/feeders/technology/volumetric-feeders-overview.cfm>

1.2.2 DOSIFICADOR DE LÍQUIDOS.

“Dependiendo de las características del producto, se emplean diversos sistemas de dosificación, como por ejemplo: por presión, isobáricas, a vacío, por pérdida de peso, de pistón, lineal entre otras. Para productos especiales se incorpora además un sistema de inclusión de CO₂ o N₂”. (Pablo Sarzosa, 2013, pág. 7).

1.2.2.1 Dosificador Por Presión.

“Este sistema es instalado directamente en la línea de agua, el dosificador funciona sin electricidad, utilizando la presión del caudal como fuente de energía. El líquido pone en funcionamiento el sistema de rotores de polímero con escobillas de elastómero patentado. Los rotores accionan una biela manivela apoyado en un rodamiento con un mecanismo recíproco de succión”. (Dosmatic, 2014, pág. 2)

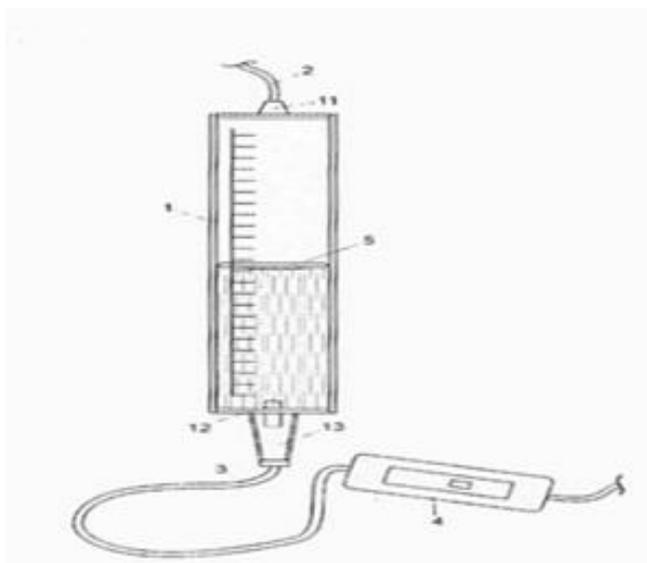


Figura1. 6. Esquema dosificador de líquidos por presión

Fuente: <http://patentados.com/img/2008/01/dosificador-por-gravedad-con-valvula-flotador-de-cierre.jpg>

1.2.2.2 Dosificador Isobárico.

“Se utiliza en envasadoras de líquidos, envasadoras de agua, envasadoras de leche, etc. El dosificador isobárico está compuesto por tanque de nivel constante y válvula de cierre. El dosificado que realiza es por tiempo”. (INGESIR, 2014)



Figura1. 7. Dosificador de líquidos isobárico
Fuente: <http://www.ingesir.com.ar/disoba.htm>

1.2.2.3 Dosificador a Vacío.

“Este tipo de dosificadores se utiliza en mayor medida en la dosificación de líquidos viscosos como por ejemplo: jabón, salsas, jarabes, aceites, etc.

Los dosificadores a vacío aseguran la higiene y eficiencia con base en productos de alta calidad. Cuentan con un largo ciclo de vida útil, facilidad de uso y resultados de higiene confiables, estos son fabricados en acero inoxidable o materiales sintéticos”. (HOVICON INTERNATIONALB.V., 2014)



Figura1. 8. Dosificador de líquidos a vacío
Fuente: <http://www.hovicon.es/dosificadores/dosificadores-de-jabon>

1.2.2.4 Dosificador de pistón.

Las llenadoras de Pistón depositan una cantidad exacta de líquido en envases rígidos (PET, PE, vidrio) o flexibles (Stand up pouch, doy pack). La dosificación volumétrica es muy flexible para llenar líquidos como agua hasta viscosos con partículas como salsas. Existen dos tipos de dosificadoras de pistón que son las LP y las LP-ACT:

Las dosificadoras tipo LP dosifican mediante válvula check para productos sin partículas.

Las dosificadoras tipo LP-ACT dosifican mediante válvula de bola sanitaria para productos con partículas y muy viscosos.

(EMPAKANDO, maquinaria de empaque, 2014)



Figura1. 9. Dosificador de pistón (LP)

Fuente: <http://www.empakando.com/index.php?sec=1002&articulo=1008>



Figura1. 10 Dosificador de pistón (LP-ACT)

Fuente: <http://www.empakando.com/index.php?sec=1002&articulo=1009>

1.2.2.5 Dosificador lineal

“Aptos para dosificar líquidos, suspensiones o jarabes de diferentes densidades, la gama dosificadora va dirigida principalmente al sector alimentario, cosmético y químico.

Estas están diseñadas en acero inoxidable, funcionan de manera neumática y eléctrica”. (Dosimur S.L, 2014, pág. 1;2)

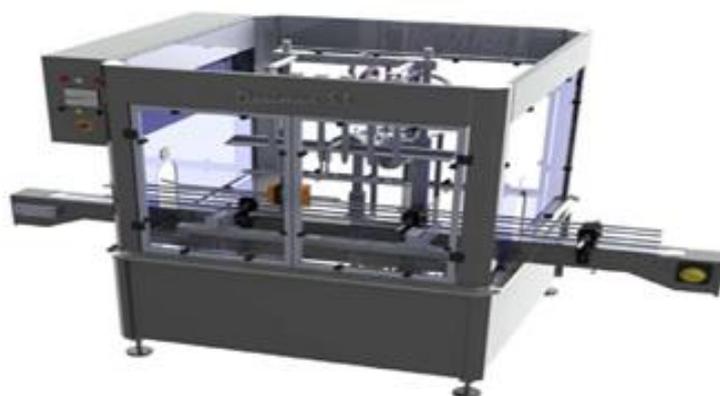


Figura1. 11 Dosificador lineal

Fuente:<http://www.dosimur.com/?menu=productos&opcion=dosificadoras&seccion=lineales>

1.3 DOSIFICADORES DE LÍQUIDOS MÁS COMUNES

Existen diferentes sistemas de dosificadores para líquidos los mismos que trabajan mediante pistones o válvulas, a diferencia de los dosificadores de sólidos; que trabajan con motores y tornillos sin fin. El uso de cualquiera de los sistemas de dosificación de líquidos depende de la densidad del material, aplicación y necesidad que tenga el usuario.

Los más comunes son:

- Dosificadores volumétricos
- Dosificadores gravimétricos

1.3.1 DOSIFICADORES VOLUMÉTRICOS PARA LÍQUIDOS.

La mayoría de los dosificadores volumétricos son utilizados para la dosificación de sólidos, pero en el caso de ser utilizado en la dosificación de líquidos este es modificado. Para realizar la modificación se le pone un pistón para que permita un adecuado dosificado por unidad de volumen.

Con esta modificación en el dosificador volumétrico se puede tener algunas aplicaciones; como puede ser en líquidos pastosos, líquidos espumosos y líquidos normales es decir, ni muy densos ni viscosos.

En los dosificadores de este tipo, el dosificado se realiza en función del volumen y el tiempo en el cual queremos dosificar una cantidad determinada. Los dosificadores volumétricos operan en función de la cantidad de material a dosificar.

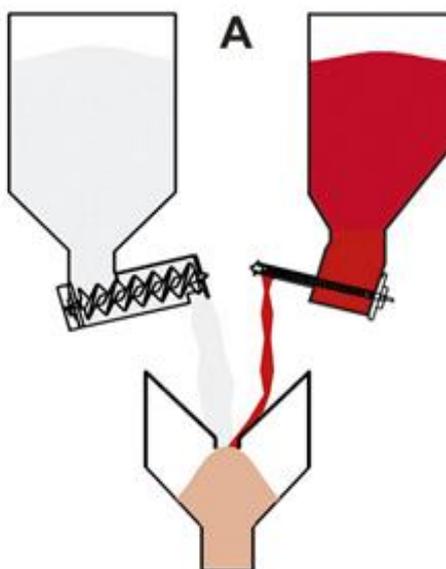


Figura1. 12 Dosificador volumétrico

Fuente: <http://www.plastico.com/temas/En-que-se-diferencian-los-sistemas-de-dosificacion-volumetricos-de-los-gravimetricos+97156?tema=3670000>

1.3.2 DOSIFICADORES GRAVIMÉTRICOS PARA LÍQUIDOS.

Este tipo de dosificador opera dependiendo de la masa del material a dosificar, estos sistemas permiten medir el peso del material y luego dosificarlo en función de la masa.

Este sistema consta de una tolva y en la parte final de esta tiene una válvula la misma que permite realizar un dosificado uniforme del contenido, esta habilita la salida del material a dosificar de una manera inmediata. Este sistema se utiliza cuando el material a dosificar es completamente líquido, esto se debe a que los líquidos no necesitan una gran presión para poder fluir y poder dosificar siempre las mismas cantidades.

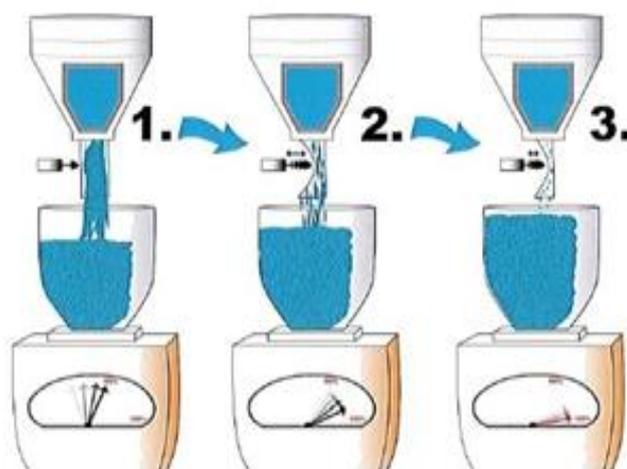


Figura1. 13 Fases de dosificado de un dosificador gravimétrico

Fuente: <http://www.interempresas.net>

1.4 PARÁMETROS PARA LA DOSIFICACIÓN DE LECHE

Existen varios parámetros para una correcta y adecuada dosificación de leche en la alimentación de terneras, los mismos que serán mencionados a continuación:

- Cantidad de leche a dosificar por cada ternera
- Temperatura adecuada de la leche para la alimentación de terneras
- Calidad de la leche a dosificar
- Tipo de leche

1.4.1 CANTIDAD DE LECHE A DOSIFICAR POR CADA TERNERA.

En la crianza de terneras la dosificación de leche es un paso muy importante, debido que esto permite un desarrollo sano del animal.

La manera más adecuada de la dosificación de leche en la alimentación de terneras, se realiza dependiendo de la edad que estas tengan. En el primer mes

de desarrollo las cantidades a dosificar son de 4 litros de leche diarios, cuando el animal está en una edad de entre dos y tres meses las cantidades a dosificar son de 3 litros y cuando está en la etapa final de la alimentación con leche, la cantidad a dosificar es de 2 litros de leche por día.

Estas cantidades de leche dosificada se dividen en dos periodos de alimentación uno en la mañana y otro en la tarde.



Figura1. 14 Alimentación manual de terneras

1.4.2 TEMPERATURA ADECUADA DE LECHE PARA LA ALIMENTACIÓN DE TERNERA

Para una adecuada alimentación en la crianza de terneras, la temperatura adecuada de la leche debe estar en un rango de entre 30 y 37 grados centígrados, estos son los rangos más óptimos, debido a que esta es la temperatura a la que la leche sale de la ubre de la vaca.

Con este parámetro se ve la importancia de la temperatura de la leche ya que esto evita enfermedades intestinales en las terneras.

1.4.3 CALIDAD DE LA LECHE A DOSIFICAR

Este parámetro al igual que los antes mencionados es de vital importancia para poder obtener una buena alimentación de las terneras.

La calidad de la leche a dosificar debe ser la misma que para el procesamiento y el consumo humano, siendo libre de suciedad y bacterias, no debe contener agua o residuos de agua, los mismos que pueden resultar dañinos para el animal.

Un leche apta y de buena calidad puede tener nutrientes o vitaminas agregadas para poder mejorar la salubridad de las terneras. A continuación se muestran las tablas de la calidad de la leche apta para el consumo humano según las normas INEN 0009.

Tabla 1 *Límites máximos para contaminantes*

Requisito	Límite Máximo (LM)	Método de ensayo
Plomo, Mg/Kg	0.02	ISO/TS 6733
Aflatoxina M1, µg/Kg	0.5	ISO 14674

Fuente: <ftp://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0009.2008.pdf>

Tabla 2 requisitos fisicoquímicos de la leche cruda

Requisitos	Unidad	Min	Max	Método de ensayo
Densidad relativa:				NTE INEN 11
A 15°C	-	1,029	1,033	
A 20°C		1,028	1,032	
Materia grasa	%(fracción de masa) (4)	3,0	-	NTE INEN 12
Acides titulable como ácido láctico	%(fracción de masa)	0,13	0,17	NTE INEN 13
Sólidos totales	%(fracción de masa)	11,2	-	NTE INEN 14
Sólidos no grasos	%(fracción de masa)	8,2	-	*
Cenizas	%(fracción de masa)	0,65	-	NTE INEN 14
Punto de congelación (punto crioscópico)**	°C	-0,536	-0,512	NTE INEN 15
	°H	-0,555	-0,530	
Proteínas	%(fracción de masa)	2,9	-	NTE INEN 16
Ensayo de reductasa (azul de metileno)***	h	3	-	NTE INEN 018
Reacción de estabilidad proteica (prueba de alcohol)	Para leche destinada a pasteurización: no se coagulara por la adición de un volumen igual de alcohol neutro 68% en peso o 70% en volumen; y para leche destinada a ultra-pasteurización: no se coagulara por la adición de un volumen igual de alcohol neutro de 71% en peso o 78% en volumen			NTE INEN 1500
Presencia de conservantes (1)	-	Negativo		NTE INEN 1500
Presencia de neutralizantes (2)	-	Negativo		NTE INEN 1500
Presencia de adulterantes (3)	-	Negativo		NTE INEN 1500
Grasas vegetales	-	Negativo		NTE INEN 1500
Suero de leche	-	Negativo		NTE INEN 2401
Prueba de brucelosis	-	Negativo		Prueba de anillo PAL (Ring Test)
RESIDUOS DE MEDICAMENTOS VETERINARIOS (5)	ug/l	----	MRL, establecidos en el CODEX Alimentarius CAC/MRL 2	Los establecidos en el compendio de métodos de análisis identificados como idóneos para respaldar los LMR del Codex(6)

* Diferencia entre el contenido de sólidos totales y el contenido de grasa.

** °C= °H · f, donde f= 0,9656

*** Aplicable a la leche cruda antes de ser sometida a enfriamiento

(1) Conservantes: formaldehído, peróxido de hidrógeno, cloro, hipocloritos, cloraminas, lactoperoxidasa adicionada y dióxido de cloro.

(2) Neutralizantes: orina, carbonatos, hidróxido de sodio, jabones.

(3) Adulterantes: Harina y almidones, soluciones azucaradas o soluciones salinas, colorantes, leche en polvo, suero de leche, grasas vegetales.

(4) "Fracción de masa de B, WB: Esta cantidad se expresa frecuentemente en por ciento, %. La notación "% (m/m)" no deberá usarse".

(5) Se refiere a aquellos medicamentos veterinarios aprobados para uso en ganado de producción lechera.

(6) Establecidos por el comité del Codex sobre residuos de medicamentos veterinarios en los alimentos

Tabla 3 *Requisitos microbiológicos de la leche tomada en hato*

Requisito	Límite Máximo (LM)	Método de ensayo
Recuento de microorganismos aerobios mesófilos REP, UFC/cm ³	1.5* 10 ⁶	NTE INEN 1529:-5
Recuento de células somáticas/cm ³	7.0* 10 ⁵	AOAC-978.6

Fuente: <ftp://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0009.2008.pdf>

1.4.4 TIPO DE LECHE A DOSIFICAR

Existen diferentes maneras y tipos de leche a dosificar en la crianza de terneras, un método de crianza; es con la dosificación de leche en polvo. Pero este sistema es más costoso y se necesita agregar una mayor cantidad de nutrientes y agua o suero para la mezcla del mismo.

Con el sistema de dosificación que se está diseñado es importante resaltar que se va a utilizar leche entera, es decir tal y como sale de la ubre de la vaca; esto para no tener inconvenientes de inconsistencia de mezclas y otros aspectos que pueden afectar al desarrollo sano de las terneras.

1.5 SELECCIÓN DEL DOSIFICADOR

Con los parámetros que se indicaron anteriormente se procede a seleccionar el sistema de dosificación adecuado para los requerimientos mencionados en la alimentación de terneras. Para esto se realizara una tabla de ponderación en la que se compara los métodos de dosificación, para de esta manera seleccionar el más adecuado.

Tabla 4 *comparación de métodos de dosificado*

SISTEMA DE DOSIFICADO DE LÍQUIDOS	CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA
Presión	Utiliza presión del caudal. Acciona un sistema biela manivela. Uso con agua.
Isobárico	Utiliza un tanque de nivel constante y válvula de cierre. Dosifica por tiempo. Uso con líquidos (agua, leche, etc.)
Vacío	Genera vacío. Uso con líquidos viscosos.
Pistón	Constituido por un pistón. Dosifica cantidades exactas en envases rígidos o flexibles. Uso con materiales líquidos y viscosos
Lineal	Accionamiento neumático. Dosifica líquidos o jarabes de distintas densidades.
Volumétrico	Constituido por un pistón. Permite el dosificado por unidad de volumen y tiempo. Uso con líquidos pastosos, espumosos y normales. Operan en función de la cantidad del material.
Gravimétrico	Consta de una tolva y una válvula en la parte final. Realiza un dosificado uniforme por gravedad. Uso con materiales completamente líquidos. Opera dependiendo de la masa del material

Teniendo además en consideración la densidad de la leche requerida para el consumo humano y por ende es apta para la alimentación de terneras; la misma que se muestra en la tabla 1.3, en la que se indica los requisitos fisicoquímicos de la leche cruda, según las normas INEN.

Se procede a seleccionar un sistema de dosificación gravimétrico ya que permite dosificar de manera uniforme, y el material que se va a dosificar tiene una densidad aproximadamente igual a la densidad del agua; además el líquido no necesita de una gran presión para que este pueda fluir a través de los conductos por donde va a circular la leche. Además este sistema permite dosificar desde un recipiente hacia otro siempre las mismas cantidades que se requiera por medio de una válvula.

1.6 SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN INALÁMBRICA

Existen variedades de sistemas de identificación inalámbrica, en la actualidad se usan en varias aplicaciones ya sea en industrias, granjas, hospitales o en el hogar. Los sistemas de identificación son utilizados mayormente en parqueaderos, puertas automáticas, identificación de animales, identificación de productos, inclusive son utilizados para brindar información acerca de personas.

Para que la comunicación entre dos entidades situadas entre puntos diferentes sea establecida se necesita definir e implementar un protocolo, y los elementos que lo conforman son dos: (1) la sintaxis, que define el formato de los datos y los niveles de señal; (2) la semántica, que incluye información de control para la coordinación y manejo de errores, y (3) la temporización, que incluye la

sincronización de velocidades y la secuenciación. Todas estas tareas se subdividen en subtareas y a todo se le da el nombre de protocolo. (Paz, 2009)

Para el caso del presente proyecto, el sistema de identificación debe ser de tal manera que permita la identificación de cada ternera, y poder dosificar las cantidades adecuadas de leche; la cantidad a dosificar depende de la edad de cada ternera.

1.7 SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN MEDIANTE RADIO FRECUENCIA (RFID).

Los sistemas de identificación por radio frecuencia permiten identificar objetos a una distancia sin necesidad de que exista contacto. Para esto es necesario tener dos dispositivos los cuales son las Tags RFID y el lector.

Las Tags están conformadas por un microchip y una antena de radio; el microchip tiene la capacidad de almacenar hasta 2 Kbytes de datos. Mientras que la antena sirve para enviar los datos almacenados en microchip hacia el lector.

Las bandas de los sistemas de frecuencia con los que trabaja la tecnología RFID son 125 o 135 KHz para baja frecuencia y para alta frecuencia 13.5 KHz. (Blázquez del Toro, 2008).

1.7.1 CARACTERÍSTICAS DEL PROTOCOLO RFID.

Se nombraran algunas características mínimas que debe cumplir todo protocolo RFID para garantizar una comunicación segura y confiable en una aplicación particular (RFID Journal, 2004) . Como lo muestra la figura 1.17 la trama está conformada por ocho campos de la siguiente manera:

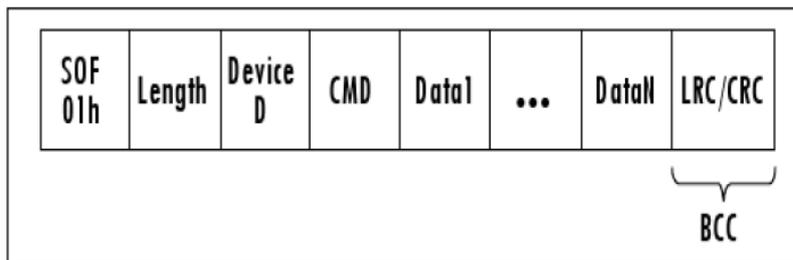


Figura1. 15 Organización de campos para protocolos de comunicación

Fuente: (RFID Journal, 2004)

- *SOF (start of frame)*: indica el inicio de la trama (1byte).
- *Length* (longitud de la trama): puede o no iniciar la trama del SOF (1byte).
- *Device ID*: es el número de identificación del módulo/tarjeta (1byte).
- *CMD (command)*: es el código del comando que indica la operación que se va a realizar (1byte).
- *Data*: estos campos van a la información deseada para la aplicación (desde 1 hasta 1000 bytes).
- *LRC/CRC*: técnicas aplicadas para el control de errores (1byte).

“Aparte de estos campos, se puede utilizar otros, que sirven para respaldar la transferencia de datos”. (Javier Bateman, 2009)

- *Preámbulo*: consiste en una cadena de 20 ceros consecutivos para lograr la sincronización; en la trama se ubica antes del campo SOF.
- *EOF (end of frame)*: para finalizar la trama.

1.7.2 CLASIFICACIÓN DE ETIQUETAS RFID.

La EPC global (2008) como ente de la estandarización de la tecnología RFID ha clasificado las etiquetas en seis tipos:

- Clase 0: lectura solamente (la EPC se codifica en el proceso de fabricación).
- Clase 1: lecturas indefinidas y escritura una sola vez (la EPC se le incorpora a la etiqueta después del proceso de fabricación).
- Clase 2: lectura y escritura
- Clase 3: escritura, y lectura más fuente de alimentación que provee una mayor área de cobertura y funciones avanzadas.
- Clase 4: posee las mismas características que la de clase 3, más comunicación activa con etiquetas activas.
- Clase 5: posee las mismas características de la clase 4, más comunicación con etiquetas pasivas.

Existe una clasificación de las etiquetas RFID más simple y de mejor entendimiento para los usuarios, las cuales son de tipo activo y pasivo, además esta clasificación viene dada por etiquetas de solo lectura o también de lectura y escritura.

Las tarjetas de tipo activo están compuestas por una fuente de alimentación propia y pueden alcanzar distancias de hasta 100m, por esta razón también tiene un gran tamaño.

Las tarjetas pasivas son las que comúnmente se encuentran en el mercado, estas no tienen fuente de alimentación, se encuentran en tamaños mucho más reducidos que las de tipo activo y operan en las frecuencias de 125 o 135Khz. (Blázquez del Toro, 2008)

Actualmente estos sistemas de identificación son usados en diversas aplicaciones como en parqueaderos, en el hogar, identificación de animales, etc. Para el proyecto que se está desarrollando se utilizará Etiquetas de clase 2 y de

tipo pasivo, debido a que la aplicación no requiere una distancia tan larga y estas pueden alcanzar distancias de hasta 6 m.



Figura1. 16 Tags RFID

Fuente: <http://www.stronglink-rfid.com/es/image/Keytags/SLK04A.jpg>

1.7.3 LECTORES RFID.

Un lector RFID o interrogador, es el elemento encargado de transmitir y recibir ondas electromagnéticas, para cumplir las funciones de detección, lectura y escritura de las etiquetas que están a su alrededor. (Butron & Rodríguez, 2010)

Algunas de las características que deben tener los lectores RFID se muestran a continuación:

- **Sensibilidad:** permite detectar señales procedentes de las etiquetas.
- **Selectividad:** debe tener la capacidad de seleccionar la señal procedente de las etiquetas dentro de una gran cantidad de señales recibidas. esto es muy importante ya que la tecnología RFID trabaja cerca de la frecuencia telefónica y puede causar interferencias.

- Alcance dinámico: debe detectar y seleccionar señales al mismo tiempo de varias etiquetas RFID.
- Operatividad en entornos densos: soportar la interferencia de otros lectores.
- Inter operatividad Multi-fabricante: debe trabajar con todas las etiquetas que trabajen a su frecuencia sin importar el fabricante.
- Trabajar bajo normativas: debe tener la selección correcta del ancho de frecuencia.

1.7.3.1 Tipos de lectores RFID

Existen diferentes tipos de lectores RFID los mismos que son utilizados dependiendo de la aplicación. Estos se clasifican en: (Butron & Rodríguez, 2010)

- Fijos
- Móviles
- De mano

1.7.3.1.1 Lector RFID fijo

Estos son los primeros en su tipo y en la actualidad siguen siendo de gran utilidad. Estos tienen tres subgrupos (Butron & Rodríguez, 2010).

- Lectores básicos, con la simple funcionalidad de envío de señal y recepción de la respuesta de las etiquetas. Para 1 o 2 antenas.
- Lectores funcionales; con funciones adicionales como regulación de la potencia de la antena, código EPC, filtrado, etc. Generalmente tiene aproximadamente 30dB de salida en el lector.

- Lectores performance; con funciones adicionales de conectividad XML, memoria flash, alta velocidad de proceso, ejecución de aplicaciones en Java, gestión de otros dispositivos.



Figura1. 17 Lectores RFID estáticos

Fuente: http://rfid.aitex.es/info_rfid/funcionamiento.php

1.7.3.1.2 Lectores RFID móviles

Son aquellos que permiten su movilización tales como las industriales, carretillas o como dispositivos de lectura manual. (Butron & Rodríguez, 2010)



Figura1. 18 Modulo RFID Lector/ Escritor

Fuente: <http://es.aliexpress.com/item/the-small-size-13-56M-RFID-module-HF-rfid-module-ISO14443A-rfid-read-write-module/1465269553.html>

1.7.1.3.1.3 Lectores RFID de mano

Existen diferentes modelos con y sin selector de barcode. Dispositivos para entornos duros, con Windows CE, bluetooth, wifi con y sin teclados, todos compatibles con RFID data suite. (Butron & Rodríguez, 2010)



Figura1. 19 Lector RFID de mano

Fuente: http://rfid.aitex.es/info_rfid/funcionamiento.php

CAPÍTULO II

2 DISEÑO MECÁNICO DE LA MÁQUINA

2.1 INTRODUCCIÓN

El presente capítulo está enfocado en el desarrollo del diseño mecánico de algunos de los elementos de la máquina y la selección de otros.

El diseño mecánico permitirá identificar las cargas y esfuerzos a los que estará sometida la máquina durante su funcionamiento, por ende se podrá determinar la resistencia para una adecuada selección del material que se va a utilizar en la manufactura de la máquina.

Para poder comprobar si el diseño realizado de manera analítica es el correcto y adecuado para la fabricación de la máquina, se utilizará el software de Inventor el mismo que permite verificar todos los parámetros adecuados para el diseño; estos parámetros pueden ser: Esfuerzos, cargas, factor de seguridad y resistencia del material como los más principales.

2.1.1 CONCEPTO DE DISEÑO MECÁNICO

“Diseñar es formular un plan para satisfacer una necesidad específica o resolver un problema.

Si el plan resulta en la creación de algo real, entonces el producto debe ser funcional, seguro, confiable, competitivo, útil, que pueda fabricarse y comercializarse”. (Richard.G Budynas, 2008)

Para poder realizar el proceso de diseño de una máquina o elemento de máquina, también es importante poner en práctica los conocimientos acerca del cuidado del medioambiente, ya que esto puede determinar un buen uso y

selección de materiales para la construcción de la máquina y siendo amigable con el medioambiente

2.1.2 PROCESO PARA EL DISEÑO MECÁNICO

Por lo general, el proceso de diseño comienza con la identificación de una necesidad y termina con la presentación final del diseño como indica la figura 2.1, además el proceso de diseño involucra varios parámetros, ya que depende de la aplicación que se va a dar a la máquina o elemento diseñado.

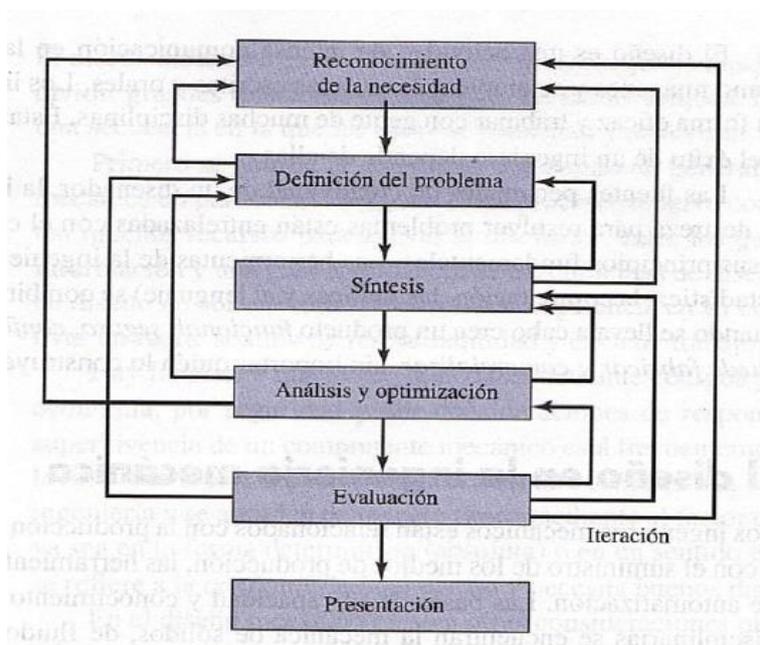


Figura 2. 1. Fases del proceso de diseño

Fuente: Richard.G Budynas, J. K. (2008). *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley*. Mexico: MacGraw-Hill.

Existen algunas variables y parámetros que pueden ser tomados de otros ejemplos de diseño, pero también existen algunos que deben ser tomados por decisión del diseñador. Tal es el caso en la selección de material de construcción,

tamaño de la máquina; todo esto depende de la necesidad que se tenga y la aplicación a la cual se va a someter la máquina.

2.1.3 PARÁMETROS Y CONCEPTOS DE DISEÑO

Para poder realizar un correcto y adecuado diseño de una máquina o elemento de máquina existen algunos parámetros y conceptos, muy importantes y necesarios, para tomar decisiones adecuadas al momento de realizar un diseño, tal es el caso de los que a continuación se mencionaran en la tabla 4.

Tabla 5 *Consideraciones de diseño*

Funcionalidad	Resistencia- Esfuerzo	Desgaste	Corrosión
Seguridad	Confiabilidad	Utilidad	Superficie
Mantenimiento	Manu factibilidad	Costo	Peso
Ruido	Forma	Control	

Fuente: Aguirre, F. V. (2013). *Dosificadora y selladora de pulpa de fruta. Para la planta productora " MI PULPITA"*. Ibarra: UTN.

2.1.3.1 Esfuerzo

“El esfuerzo se define como la fuerza por unidad de área en unidades Psi o Mpa. En un elemento sometido a ciertas fuerzas, por lo general el esfuerzo se distribuye como una función que varía constantemente dentro del continuo del

material. Cada elemento infinitesimal del material puede experimentar esfuerzos diferentes al mismo tiempo". (Norton, 2011)

En un elemento mecánico pueden existir diferentes tipos de esfuerzos dependiendo de cómo actúen las cargas en dicho elemento, existen dos tipos de esfuerzos que son los más importantes:

El esfuerzo normal y el esfuerzo cortante, el esfuerzo normal existe cuando las fuerzas o cargas se encuentran en tensión y compresión, en cambio el esfuerzo cortante se produce cuando existe una carga en torsión o flexión.

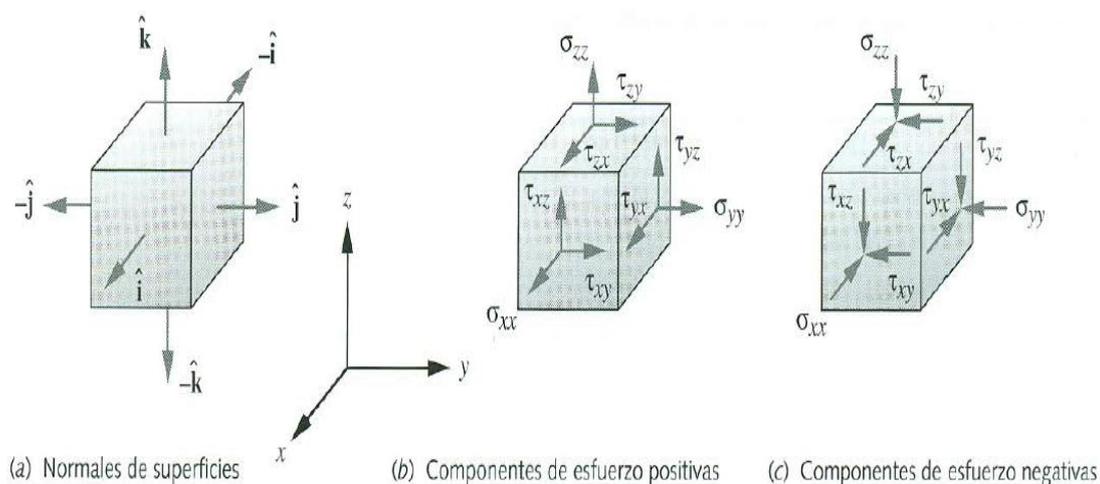


Figura 2. 2. Cubo de esfuerzos, normales de superficie y componentes de esfuerzo
Fuente: Norton, R. L. (2011). *DISEÑO DE MÁQUINAS Un enfoque integrado*. Pearson Educacion.

2.1.3.2 Resistencia

La resistencia es la propiedad de elementos mecánicos que dependen de la elección del material, el tratamiento térmico y el proceso de manufacturación.

Varios procesos de trabajo en metales y tratamiento térmico, como el forjado, el laminado y el formado en frío, cambian las propiedades de los materiales.

2.1.3.3 Factor de seguridad

El factor de seguridad permite tomar una relación entre la resistencia requerida para el funcionamiento de la máquina y la resistencia calculada, este factor debe ser igual o mayor a 1 para evitar fallas en los elementos dependiendo de las circunstancias de funcionamiento del equipo.

$$\text{Factor de seguridad } n = \frac{\text{resistencia real}}{\text{resistencia requerida}}$$

2.2 CÁLCULOS Y DISEÑO DE LA TOLVA

Los cálculos y el diseño de la tolva se realizan de acuerdo a las necesidades requeridas, es decir la cantidad de leche que se va a almacenar y las cargas que va a soportar dicho recipiente. Por cuanto se debe tomar en cuenta algunos parámetros tales como: la densidad de la leche, la masa y el volumen que va a tener la tolva. Con estos parámetros se puede determinar las dimensiones de las áreas de la tolva, para así poder construir un recipiente que pueda contener un volumen de 20 litros de leche.

2.2.1 CÁLCULOS Y DIMENSIONAMIENTO DE LA TOLVA

Las dimensiones de la tolva son realizadas tomando en cuenta que el volumen requerido de la tolva es de 20 litros.

En primer lugar se revisa la tabla 6 la misma que indica la densidad de la leche sometida a ciertas temperaturas.

Tabla 6 *Densidad de la leche en (Kg/L)*

Producto	Densidad / en relación a la temperatura			
	4.4 °C	10.0 °C	20.0 °C	38.9 °C
Leche entera	1.035	1.033	1.030	1.023
Leche homogenizada	1.033	1.032	1.029	1.022

Fuente: (Alicia Noelle Jones – 2002)

<http://hypertextbook.com/facts/2002/Alicianoellejones.shtml>.

En el caso de la máquina dosificadora de leche para alimentación de terneras se toma como referencia la densidad de la leche sometida a 38.9 °C mostrada en la tabla 5. Debido a que esta es una temperatura aproximada a la requerida para alimentación de terneras que son rangos de entre 30 y 37°C, estos datos fueron adquiridos al medir la temperatura de la leche en el momento de finalización del ordeño.

Para poder obtener el volumen del recipiente en relación a la masa y la densidad se tiene la siguiente formula del volumen tomada del libro de: (El Cid, 2014)

$$V = \frac{m}{\rho} \quad \text{ECUACIÓN 1 Volumen con respecto a la masa y densidad}$$

En donde:

V = volumen en Litros

ρ = densidad de la leche en Kg/L

m = masa de la leche en Kg

Con los datos que se tienen de la tabla 5 se procede a reemplazar quedando lo siguiente:

$$V = \frac{m}{1.023} \quad (1)$$

Como se conoce el volumen en litros del recipiente; este se lo reemplaza en la fórmula para, obtener la masa total de la leche que va a contener la tolva del dosificador.

$$20L = \frac{m}{1.023} \quad (2)$$

Luego se despeja (m) para obtener el resultado de la masa en kilogramos; del producto que contendrá el recipiente.

$$m = 20L * 1.023\text{Kg/L} \quad (3)$$

$$m = 20.46\text{Kg} \Rightarrow \text{Masa total de 20 litros de leche.} \quad (4)$$

Los datos de la masa de 20L de leche serán usados posteriormente para realizar el cálculo de presiones en el recipiente.

Debido a que se conoce el volumen que contendrá la tolva, mismo que tiene un valor de 20L, se procede a realizar la transformación a cm^3 , para poder dimensionar la altura y la base del recipiente en metros.

Entonces se tiene que:

1L contiene 1000 cm^3 por lo tanto en 20L se tiene 20000 cm^3

Considerando que la forma del recipiente es de forma cilíndrica se ha tomado la fórmula del volumen de un cilindro en relación a las bases y a la altura de tal manera que la fórmula es:

$$V = \pi r^2 * h \quad \text{ECUACIÓN 2 Volumen de un cilindro}$$

Tomada de: (Geometricos, 2004)

En donde:

V = volumen en $cm^3 = 20000$

r = radio del círculo de las bases en $cm = 12.5$

h = altura del cilindro en cm

Asumiendo el radio de los círculos de las bases y con el volumen del cilindro ya conocido se obtiene la altura del recipiente, quedando la fórmula de la siguiente manera.

$$h = \frac{V}{\pi r^2} \quad \text{ECUACIÓN 3 Altura con respecto al volumen y al radio}$$

Tomada de: (Geometricos, 2004)

Luego reemplazando los valores queda de la siguiente manera.

$$h = \frac{20000cm^3}{\pi 12.5^2} \quad (1)$$

$$h = \frac{20000cm^3}{490.875cm^2} \quad (2)$$

Entonces: $h = 40.74cm$

Para dimensionar la tolva se toma el radio de 12.5cm. La altura es necesario sobredimensionarla ya que los valores obtenidos no son realizables y además no

se encuentran en el mercado, por cuanto, se tomara un valor de la altura de 41 cm para poder tener mayor capacidad y evitar inconvenientes de que se riegue la leche por la cantidad que se contendrá en el recipiente.

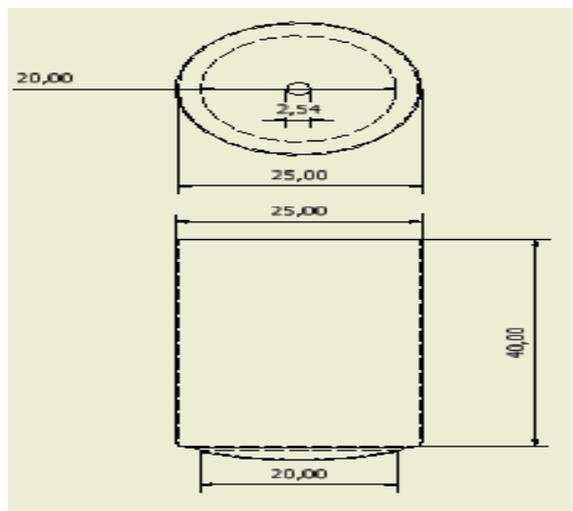


Figura2. 3. Dimensiones de radio de la base y altura de la tolva.

2.2.1.1 Cálculo de presión a la que va estar sometida la tolva

El cálculo de presiones en un cilindro se realiza para poder determinar el espesor del material del que va a estar construido. Para esto es necesario tener muy claro que la presión es el resultado de multiplicar la densidad, gravedad y altura del cilindro; quedando la fórmula de la siguiente manera:

$$P = \rho * g * h \quad \text{ECUACIÓN 4 Presión de un fluido}$$

Tomada de: (VACA CARABALÍ, 2013)

P= presión

ρ = densidad de la leche

g= gravedad

h= altura del cilindro

Teniendo en cuenta que el valor de la densidad de la leche, que se obtuvo de la tabla 6 está dado en Kg/L, a continuación realizaremos la conversión a Kg/m³.

$$\rho = 1.023\text{Kg/L} = 1023\text{Kg/m}^3 \quad (1)$$

Luego reemplazando valores en la fórmula se tiene:

$$P = 1023\text{Kg/m}^3 * 9.81\text{m/s}^2 * 0.41\text{m} \quad (2)$$

$$P = 4114.61 \text{ (Kg/m} \cdot \text{s}^2) \quad (3)$$

$$P = 4114.61 \text{ (Pa)} \quad (4)$$

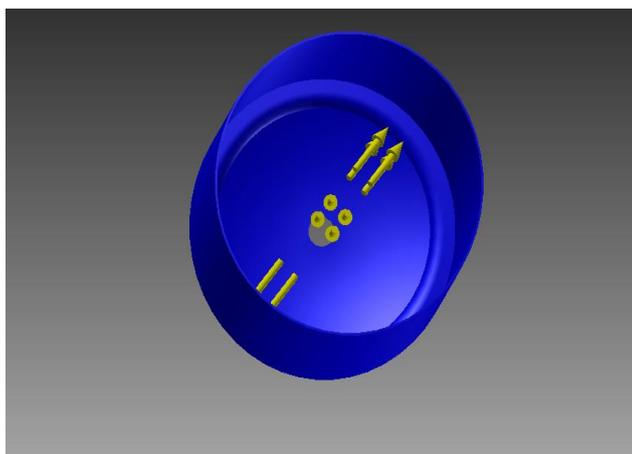


Figura2. 4. Presiones soportadas por la tolva

2.2.1.2 Cálculo de espesor de la lámina para la tolva

El espesor de la tolva se calcula por medio de la determinación de esfuerzos en cilindros de pared delgada para lo que se tiene las siguientes fórmulas tomadas del libro de “Diseño de Máquinas en Ingeniería Mecánica de Shigley. (Richard.G Budynas, 2008)” Las mismas que vienen dadas de la siguiente manera:

Esfuerzo tangencial [Pa]

$$\sigma_t = \frac{p \cdot d_i}{2t} \quad \text{ECUACIÓN 5 Esfuerzo tangencial}$$

Tomada de: (Richard.G Budynas, 2008)

Esfuerzo longitudinal [Pa]

$$\sigma_L = \frac{p \cdot d_i}{4t} \quad \text{ECUACIÓN 6 Esfuerzo longitudinal}$$

Tomada de: (Richard.G Budynas, 2008)

En donde:

p = presión [Pa]

d_i = diámetro interno [m]

t = espesor de la pared del cilindro [m]

A continuación se obtendrá el diámetro (**d_i**) partiendo de los dimensionamientos del diámetro de la de la tolva, el mismo que se puede observar en la figura 2.3.

Partiendo de la siguiente ecuación tomada de: (Juan Gabriel Cangas Herrera, 2007).

$$d_i = \frac{D+d}{2} \quad \text{ECUACIÓN 7 Diámetro interno de un cilindro}$$

Además considerando que el diseño de la tolva es cilíndrico los dos diámetros son iguales, por ende se tiene que:

$$d_i = d \quad \text{Tomado de: (Juan Gabriel Cangas Herrera, 2007)}$$

Por lo tanto

$$d_i = 0.25\text{m} \quad (1)$$

A continuación se reemplaza este valor en las ecuaciones 5 y 6 para poder obtener los esfuerzos tangencial y longitudinal en función del espesor (t) quedando las ecuaciones de la siguiente manera:

Esfuerzo tangencial

$$\sigma_t = \frac{4114.61 \text{ (Pa)} * (0.25\text{m})}{2t} \quad (1)$$

$$\sigma_t = \frac{514.3 \text{ (Pa)}}{t} \quad (2)$$

Esfuerzo longitudinal

$$\sigma_L = \frac{4114.61 \text{ (Pa)} * (0.25\text{m})}{4t} \quad (3)$$

$$\sigma_l = \frac{257.16 \text{ (Pa)}}{t} \quad (4)$$

Luego se aplica la teoría del esfuerzo cortante máximo para poder determinar el espesor del cilindro (Miroliuno, 1978).

También se debe tener en consideración que:

$$\sigma_t = \sigma_1 \quad \text{Tomada de: (Miroliuno, 1978)}$$

$$\sigma_L = \sigma_2 \quad \text{Tomada de: (Miroliuno, 1978)}$$

$$\sigma_e = \sigma_1 + \sigma_2 \leq \frac{S_y}{n} \quad \text{ECUACIÓN 8 Teoría del esfuerzo cortante máximo}$$

Tomada de: (Miroliuno, 1978)

En donde:

σ_e = Esfuerzo equivalente

σ_1 , σ_2 = esfuerzos principales

S_y = resistencia a la fluencia

n = factor de seguridad

Luego se reemplaza los valores del esfuerzo tangencial y el esfuerzo longitudinal en la ecuación 8 queda de la siguiente ecuación.

$$\sigma_e = \frac{\sigma_1(Pa)}{t} + \frac{\sigma_2(Pa)}{t} \leq \frac{S_y}{n} \quad \text{ECUACIÓN 9 Esfuerzo equivalente}$$

Tomada de: (Miroliuno, 1978)

Para tomar los valores de la resistencia a la fluencia (S_y) es necesario indicar que se seleccionara una lámina de acero inoxidable AISI 304, debido a que será utilizada en la manufactura de una tolva que contendrá leche, además este tipo de acero es apto para manejar alimentos, evitando la corrosión y por ende la acumulación de bacterias.

Tomando los valores de S_y para el acero inoxidable AISI 304 de la tabla A-12 del anexo 1 la cual indica que:

$S_y = 241\text{MPa}$; y el factor de seguridad $n=2$ ya que el libro de “Diseño de elementos de máquina de Robert. L. Mott en la sección 5.7” indica que el factor de seguridad de 2 se utiliza para el diseño de estructuras bajo cargas estáticas, para las que haya un alto grado de confianza en todos los datos del diseño.

Entonces al momento de aplicar la teoría del esfuerzo cortante máximo la ecuación 9 queda de la siguiente manera.

$$\frac{514.3(Pa)}{t(m)} + \frac{257.16(Pa)}{t(m)} \leq \frac{241\text{MPa}}{2} \quad (1)$$

Igualando la ecuación tenemos:

$$\frac{514.3(Pa)}{t(m)} + \frac{257.16(Pa)}{t(m)} = 120500000\text{Pa} \quad (2)$$

Determinar el mínimo común denominador para luego poder despejar el espesor (t).

$$\frac{514.3 (Pa)+257.16(Pa)}{t(m)} = 120500000Pa \quad (3)$$

$$\frac{771.46(Pa)}{t(m)} = 120500000Pa \quad (4)$$

Despejando (t) tenemos el espesor de la lámina de la tolva en metros

$$t = \frac{771.46(Pa)}{120500000(Pa)} \quad (5)$$

$$t = 0.0000064 \text{ (m)} \quad (6)$$

$$t = 0.0064 \text{ (mm)} \quad (7)$$

En conclusión los esfuerzos ejercidos por la presión en las paredes de la tolva son muy pequeños, y por ende el espesor de la lámina del cilindro también es muy reducido.

2.2.2 VERIFICACIÓN DE ESFUERZOS UTILIZANDO SISTEMA CAD.

Para poder verificar las fuerzas ejercidas en las tolva de la máquina se usa el simulador de inventor haciendo un análisis de tensión en la tolva, para esto en primer lugar se ubica la presión interna, que van a soportar las paredes; luego se ubican las restricciones, tipo de material del que va a ser construida y se procede a simular tal como se indica en la Figura 2.5 que se muestra a continuación.

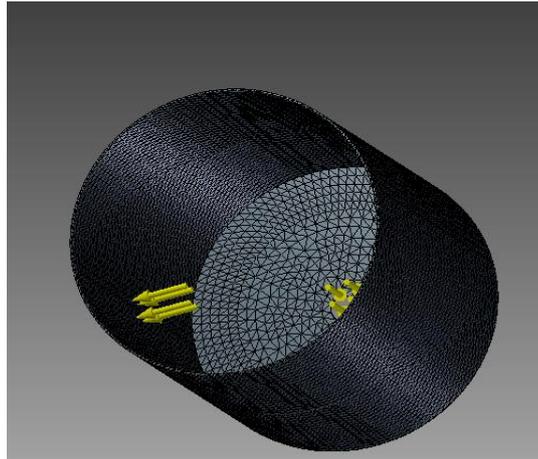


Figura2. 5.procedimiento para realizar análisis de tención

Una vez realizado este proceso se hace la simulación y verificación de los datos obtenidos en el simulador, y luego se verifica los resultados, además se puede observar los puntos más críticos de las cargas que actúan sobre el recipiente, siendo los colores fríos donde existe menor concentración de esfuerzos y los puntos de colores cálidos en donde existe una mayor concentración de esfuerzos tal como se muestra en la Figura 2.6.

2.2.2.1 Verificación de esfuerzo de Von Mises.

En la Figura 2.6 se puede observar la tensión o esfuerzo de von mises, la cual indica la sumatoria de los esfuerzos normales y cortantes ejercidos a causa de la presión interna de la tolva. El punto en donde se ejerce la mayor tención es en la base, esto se debe a que la presión que ejerce un líquido en un recipiente cilíndrico cuando está lleno se da en donde existen soldaduras o esquinas por procesos de dobladura o repujado, por lo tanto el resultado del mayor esfuerzo de Von mises es de 0.317 MPa.

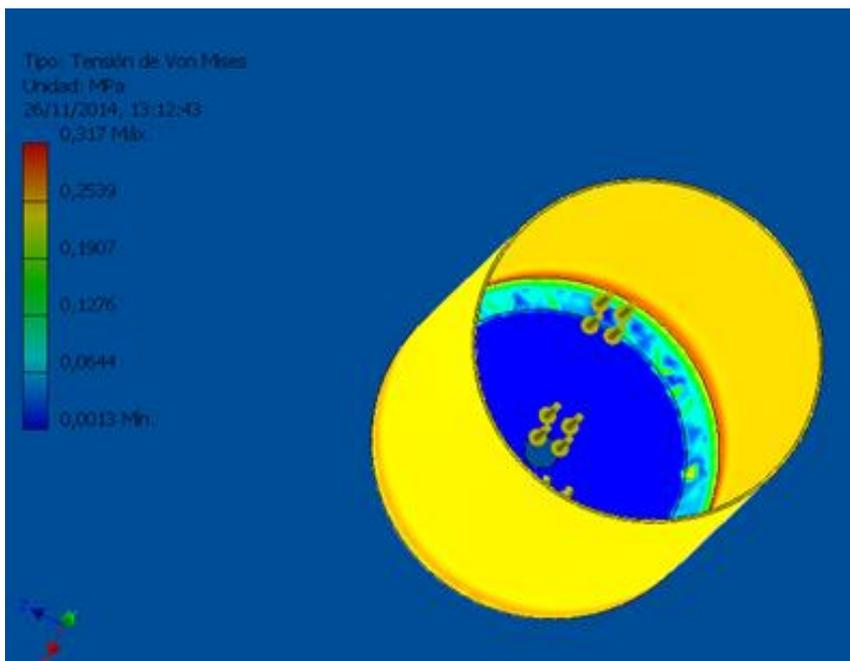


Figura2. 6. Concentraci3n de esfuerzo de Von Mises máximo y mínimo

Los esfuerzos principales máximos se muestran en el anexo 5 por lo tanto se procede a determinar los esfuerzos principales y el esfuerzo de von mises de manera anal3gica; pero asumiendo el espesor de la lámina de 2mm, de la misma manera que se lo realiz3 en el programa inventor. Se podrá demostrar que los cálculos analíticos y los realizados en el programa inventor son aproximadamente iguales.

Tomando las ecuaciones 5 y 6, y reemplazando el valor del espesor (t) se obtiene los valores de los esfuerzos principales 1 y 2

Esfuerzo tangencial

$$\sigma_t = \frac{4114.61 (Pa) * (0.25m)}{2 * 0.002m} \quad (1)$$

$$\sigma_t = \frac{1028.653(Pa)}{0.004} \quad (2)$$

$$\sigma_t = 257163.125 \quad (3)$$

$$\sigma_t = 0.257 \text{Mpa} \quad (4)$$

Esfuerzo longitudinal

$$\sigma_L = \frac{4114.61 \text{ (Pa)} * (0.25\text{m})}{4 * 0.002} \quad (1)$$

$$\sigma_l = \frac{1028.653 \text{ (Pa)}}{0.008} \quad (2)$$

$$\sigma_l = 128581.563 \text{ (Pa)} \quad (3)$$

$$\sigma_l = 0.128 \text{ (MPa)} \quad (4)$$

$$\sigma_e = \sigma_1 + \sigma_2 \leq \frac{S_y}{n}$$

Por lo tanto el esfuerzo equivalente es:

$$\sigma_e = 257163.125 \text{ Pa} + 128581.563 \text{ Pa} \quad (1)$$

$$\sigma_e = 385744.688 \text{ Pa} \quad (2)$$

$$\sigma_e = 0.385 \text{ Mpa} \quad (3)$$

Para poder determinar los cálculos del esfuerzo de von mises, se toman los esfuerzos principales y se procede a comparar los resultados obtenidos en el simulador, con los calculados de manera analítica.

Para esto es necesario tomar la ecuación del esfuerzo de Von Mises con los esfuerzos principales. (CARLOS LENIN MALLA CISNEROS, 2006)

$$(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2 = 2\sigma_{Vm}^2 \quad \text{ECUACIÓN 10 Esfuerzo de Von Mises}$$

Dónde:

σ_{Vm} = esfuerzo de Von Mises

$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ = Esfuerzos principales

$$\sigma_1 = 0.257$$

$$\sigma_2 = 0$$

$$\sigma_3 = 0.385$$

Se reemplaza los valores de los esfuerzos principales y se obtiene el esfuerzo de von mises equivalente.

$$(0.257 - 0)^2 + (0 - 0.385)^2 + (0.385 - 0.257)^2 = 2\sigma_{Vm}^2 \quad (1)$$

$$\frac{(0.25)^2 + (-0.38)^2 + (0.11)^2}{2} = \sigma_{Vm}^2 \quad (2)$$

$$\sqrt{\frac{0.21}{2}} = \sigma_{Vm} \quad (3)$$

$$\sigma_{Vm} = 0.324 \text{ Mpa} \quad (3)$$

En conclusión el esfuerzo de Von Mises calculado de manera analítica es aproximadamente igual al determinado por el programa inventor, por lo tanto se deduce que el cálculo para el diseño de la tolva con un espesor de 2mm concuerda tanto de manera analítica, como con el sistema CAD.

2.2.2.2 Cálculos del factor de seguridad del diseño de la tolva como un cilindro de pared delgada.

Para realizar el cálculo del factor de seguridad en primer lugar se toma el esfuerzo equivalente que se obtiene calculando con el espesor (t) inicial el cual es de 0.0064mm, la resistencia a la fluencia del material del cual será fabricada la tolva. Quedando la ecuación de la forma siguiente:

$$\sigma_e = \frac{S_y}{n} \quad \text{ECUACIÓN 11} \quad \text{esfuerzo equivalente respecto a la resistencia a la fluencia y factor de seguridad}$$

Tomada de: (Robert L .Mott, 2006)

Reemplazando los valores del esfuerzo y de la resistencia a la fluencia tomada del apéndice 1 se tiene lo siguiente.

$$120.54 = \frac{241}{n} \quad (1)$$

Luego se despeja el factor de seguridad n, quedando como resultado final el factor de seguridad para el diseño de la tolva con el siguiente resultado.

$$n = \frac{241}{120.54} \quad (2)$$

$$n = 1.99993 \quad (3)$$

En la simulación realizada en Autodesk inventor se obtiene un factor de seguridad de 15, por lo cual se concluye que con un espesor de lámina de 2mm para la construcción de la tolva, se tiene un excelente factor de seguridad el cual indica que puede resistir aproximadamente ocho veces más que el factor requerido para el diseño.

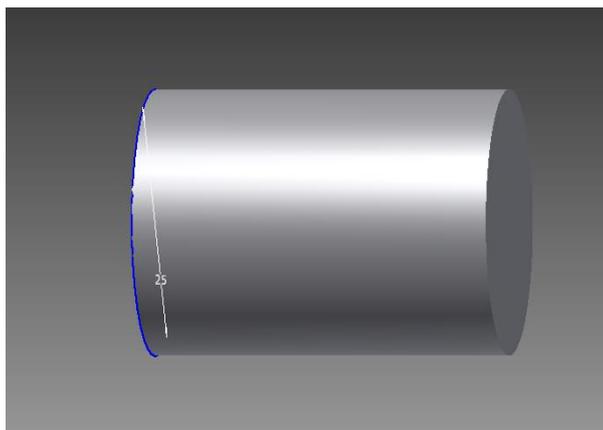
2.2.3 CÁLCULO DE ESPESOR DE LA LÁMINA PARA LA TOLVA COMO VIGA EMPOTRADA

Para realizar los cálculos del recipiente como una viga empotrada es conveniente realizar un análisis de fuerzas y momentos que posiblemente actuarían de manera perpendicular al recipiente.

Tabla 7 *Generadores de carga sobre la estructura*

Generador de carga	Carga
Masa de terneras	300kg
Imprevistas	100kg

Con los generadores de carga que se muestra en la tabla 6 se procede a calcular la fuerza que actuara sobre la viga circular.

**Figura2. 7. Viga empotrada circular**

Fuerza 1.- fuerza causada por efecto de choque de la viga con la ternera.

$$F1 = m * g \quad \text{ECUACIÓN 12 Fuerza}$$

Tomada de: (Falco, 2012)

$$F1 = 300\text{kg} * 9.81\text{m/s}^2 \quad (1)$$

$$F1 = 2943\text{N} \quad (2)$$

Fuerza 2.- fuerza imprevista por efecto de choque.

$$F2 = 100\text{kg} * 9.81\text{m/s}^2 \quad (3)$$

$$F2 = 981\text{N} \quad (4)$$

$$Ft = 3924\text{N} \quad (5)$$

Una vez determinadas las fuerzas se procede a realizar el diagrama de Fuerzas y momentos; para esto se utilizó el programa Md solids.

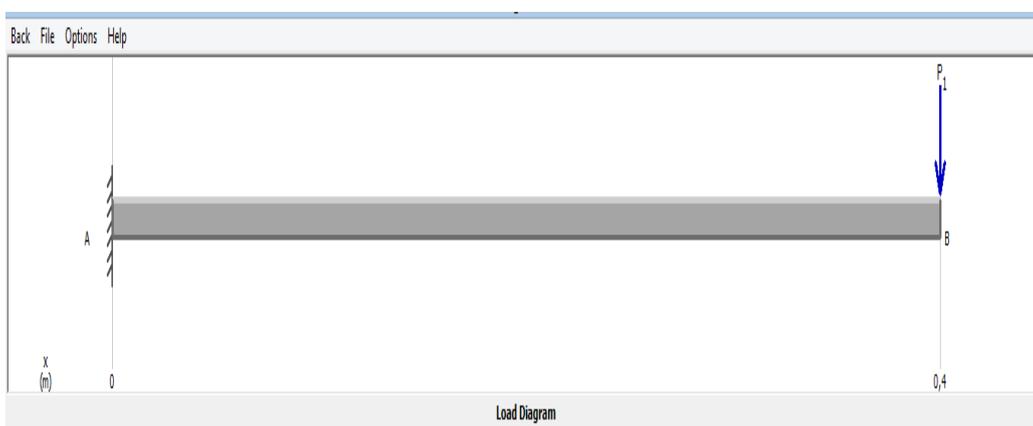


Figura2. 8 Fuerza que actúa sobre la viga

Una vez aplicada la fuerza(Ft) de 3924 N.se realiza el diagrama de cuerpo libre con las respectivas reacciones producidas por la acción de la fuerza aplicada sobre la viga y se llega a determinar el digrama de fuerzas cortantes y momento flector, como se indica en la Figura 2.7.

Dónde:

Ft = Fuerza cortante

T = Momento flector

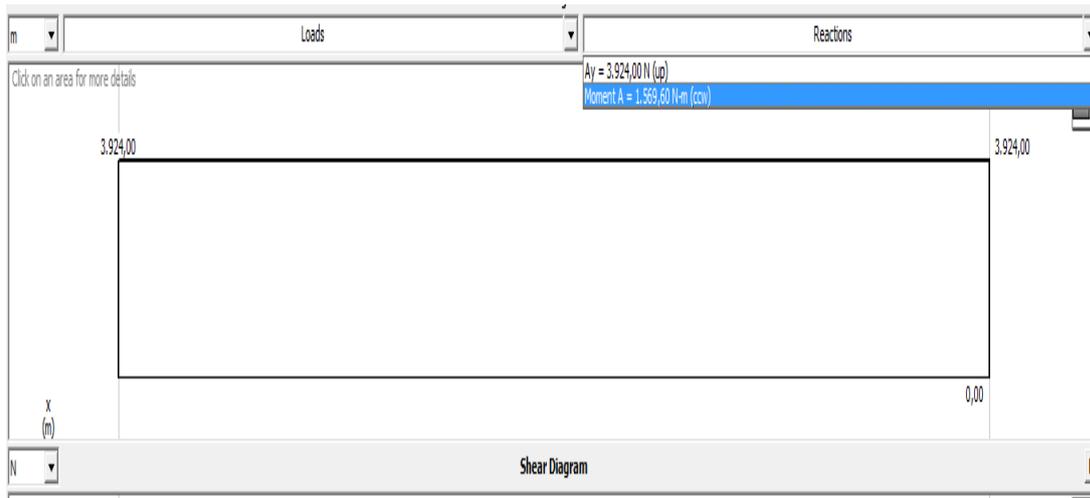


Figura2. 9 Diagrama de fuerzas y momentos que actúan sobre la viga

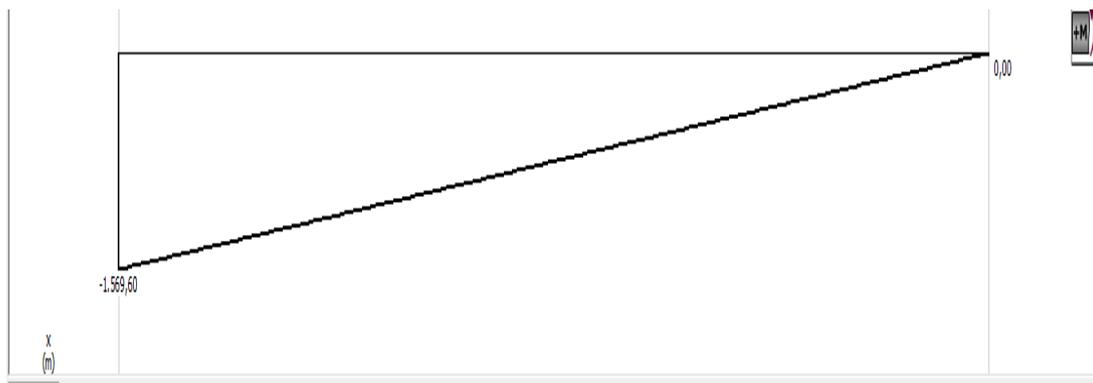


Figura2. 10 Diagrama de fuerzas y momentos que actúan sobre la viga

$$T = Ft * d \quad \text{ECUACIÓN 13 Momento Flector}$$

Tomada de: (Falco, 2012)

$$T = 3924 * 0.4\text{m} \quad (1)$$

$$T = 1569.6 \text{ N/m} \quad (2)$$

En una viga empotrada la acción de una fuerza que es perpendicular produce flexión por lo tanto produce esfuerzo normal y esfuerzo cortante, pero al ser el

esfuerzo cortante muy pequeño, para este caso no será considerado. Para esto se realizará los cálculos con la fórmula del esfuerzo normal tomada del libro de (Richard.G Budynas, 2008, pág. 18). La cual indica lo siguiente.

$$\sigma = \frac{Mc}{I} \quad \text{ECUACIÓN 14 Esfuerzo Normal}$$

Tomada de: (Richard.G Budynas, 2008)

En donde

σ = Esfuerzo normal por flexión

M = Momento flector

c = $D/2$ Distancia desde del eje neutro de la sección transversal hasta su orilla exterior.

I = Momento de inercia

Además esta fórmula es equivalente a la fórmula del esfuerzo normal con respecto a, la resistencia a la tensión y el factor de seguridad.

$$\sigma = \frac{S_y}{n} \quad \text{ECUACIÓN 15 Esfuerzo normal}$$

Tomada de: (Richard.G Budynas, 2008)

Dónde:

S_y = Resistencia a la fluencia = 241Mpa. Tomado de (Roberth L .Mott, 2006)

n = Factor de seguridad = 3 tomado de (Richard.G Budynas, 2008)

“A continuación para una viga circular hueca la fórmula del momento de inercia según (Roberth L .Mott, 2006) es:

$$I = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{64} \quad \text{ECUACIÓN 16 Momento de inercia para tubo circular}$$

Dónde:

D = Diámetro exterior

d = diámetro interior

Como ya se tienen todas las ecuaciones requeridas se procede a determinar el diámetro mínimo externo para el cilindro.

Además para este caso se toma un factor de seguridad de 3, tomado como referencia para el cálculo.

A continuación se igualan las ecuaciones del esfuerzo 14 con la ecuación 15 con lo cual queda:

$$\sigma = \frac{S_y}{n} = \frac{Mc}{I}$$

Como se conoce el diámetro interno (d) del cilindro el que es 0.248m.

A continuación se iguala las ecuaciones de los esfuerzos para poder despejar el diámetro externo (D); de la ecuación 17

$$\frac{S_y}{n} = \frac{Mc}{\frac{\pi(D^4 - d^4)}{64}} \quad \text{ECUACIÓN 17 Esfuerzo normal con respecto al momento de inercia}$$

Tomada de: (Richard.G Budynas, 2008)

$$\frac{S_y}{n} = \frac{64 * M * c}{\pi(D^4 - d^4)} \quad (1)$$

$$\pi(D^4 - d^4)s = 64Mc * n \quad (2)$$

$$(D^4 - d^4) = \frac{64Mc * n}{\pi s} \quad (3)$$

$$D^4 = \frac{64Mc*n}{\pi S y} + d^4 \quad \text{ECUACIÓN 18 Diámetro externo}$$

Tomada de: (Richard.G Budynas, 2008)

$$D = \sqrt[4]{\frac{64Mc*n}{\pi S y} + d^4} \quad (\text{Ecuación 18}) \text{ tomada de: (Richard.G Budynas, 2008)}$$

A continuación se procede a reemplazar los datos en la ecuación 17 para poder encontrar el valor del diámetro externo.

$$D = \sqrt[4]{\frac{64*1569.6*0.125*3}{\pi*241000000} + 0.248^4} \quad (1)$$

$$D = \sqrt[4]{0.00383} \quad (2)$$

$$D = 0.2488m \quad (3)$$

Con los diámetros tanto interno como externo, se calcula el espesor de la lámina que se va a utilizar para la construcción de la tolva.

$$e = (D - d) \quad \text{ECUACIÓN 19 Espesor de la lámina}$$

$$e = (248.8mm - 248mm) \quad (1)$$

$$e = 0.80mm \quad (2)$$

A continuación, se procede a calcular el esfuerzo cortante real que actuara sobre la viga; para esto se toma la ecuación 17 y luego se determina el factor de seguridad.

$$\sigma = \frac{Mc}{\frac{\pi(D^4 - d^4)}{64}} \quad (1)$$

$$\sigma = \frac{64*1569.6*0.125}{\pi(02488^4 - 0.248^4)} \quad (2)$$

$$\sigma = \frac{12556.8}{\pi(0.0383-0.0378)} \quad (3)$$

$$\sigma = 7993907.1\text{Pa} \quad (4)$$

$$\sigma = 7.99\text{Mpa} \quad (4)$$

Como se cuenta con el esfuerzo real (σ) que actuará sobre la viga, a continuación se calcula el factor de seguridad; para esto se toma la ecuación 15 y se despeja el factor de seguridad (n).

$$\sigma = \frac{S}{n}$$

$$7993907.1 = \frac{139057000}{n} \quad (1)$$

$$n = \frac{139057000}{7993907.1} \quad (2)$$

$$n = 17.39 \quad (3)$$

En conclusión al momento de verificar el factor de seguridad obtenido, mediante el cálculo del cilindro como viga empotrada, se puede observar un factor de seguridad muy alto y un espesor de lámina también muy adecuado, por lo cual el diseño del recipiente con un espesor de 2mm es muy apropiado para la construcción de este tipo de recipientes, debido a que soporta cargas muy elevadas.

2.2.4 SELECCIÓN DE LA LÁMINA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA TOLVA

Teniendo en consideración el diseño de la tolva con el cálculo de presiones se obtuvo un espesor de lámina equivalente a 0.0064milímetros.

Además, que la maquina estará sometida a fuerzas externas y efectos ambientales que pueden afectar al material, también por los malos efectos que causa la soldadura en láminas muy delgadas de acero inoxidable, se procederá a seleccionar una lámina de acero AISI 304 con un espesor de 2 milímetros mostrada en el anexo 1, ya que esto permitirá una mejor estabilidad y la maquina pueda ser más robusta, debido a que será usada en el manejo de ganado bovino.

Por el contrario cuando se realizó el diseño de la tolva como una viga empotrada se obtuvo un espesor de lámina de 1.7 milímetros, además un factor de seguridad muy alto; considerando que en el mercado no se encuentran laminas con dicho espesor, se procede a seleccionar el espesor más aproximado el cual es de 2mm.



Figura2. 11. Lamina de acero inoxidable AISI 304 de 2mm

Fuente: <http://spanish.alibaba.com/product-gs-img/a340-ss304-no-4-1-2mm-acabado-de-acero-inoxidable-del-metal-de-hoja-1468193440.html>.

2.3 CÁLCULOS Y DISEÑO DEL RECIPIENTE DE DOSIFICADO

Para realizar el diseño del recipiente de dosificado se toma las mismas ecuaciones con las cuales se realizó el diseño de la tolva, para lo que se hará los mismos cálculos pero tomando en cuenta que el recipiente (2) tendrá una capacidad de 3 litros de leche, esto se debe a que algunos ganaderos optan por dar una mayor cantidad de leche a las terneras. Para poder garantizar un adecuado diseño se tomarán los mismos parámetros de diseño de la tolva de 20 litros.

2.3.1 CÁLCULO DEL VOLUMEN Y PRESIÓN DEL RECIPIENTE DE DOSIFICADO

Para realizar el cálculo del volumen se toma la ecuación 2.

$$V = \pi r^2 * h$$

En donde se conoce el volumen (v) el mismo que equivale a 4 litros además se conoce el radio de la base del cilindro, que es de 11.5 cm.

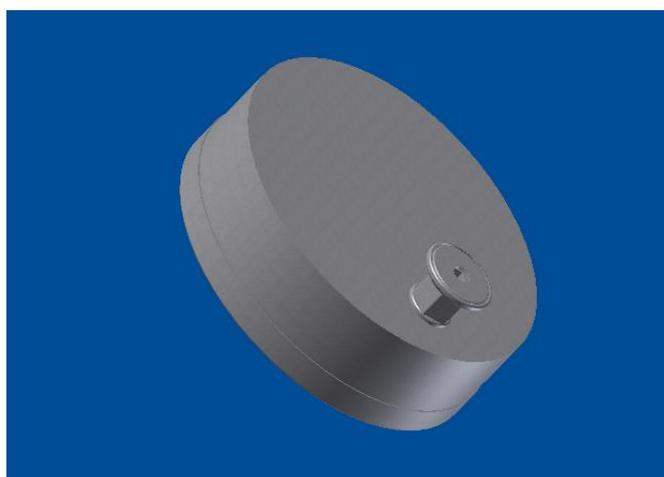


Figura2. 12. Recipiente de dosificado con volumen de 4L

A continuación se reemplaza estos valores en la ecuación y se procede a despejar la altura (h) del recipiente que se va a diseñar.

$$4000 = \pi 11.5^2 * h \quad (1)$$

$$h = \frac{4000 \text{cm}^3}{\pi 11.5^2} \quad (2)$$

$$h = 9.59 \text{cm} \quad (3)$$

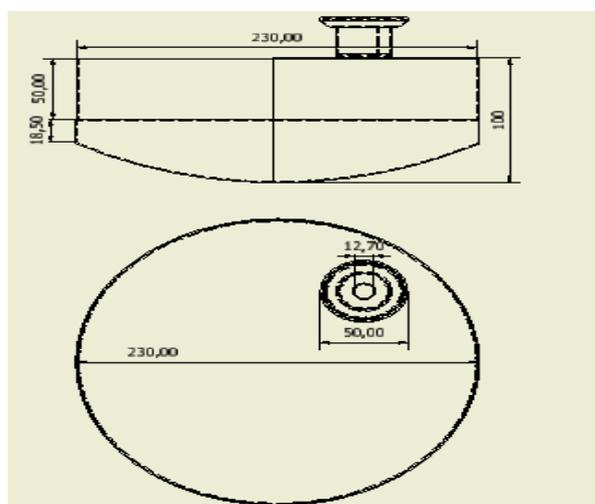


Figura2. 13. Dimensiones del recipiente de dosificado

Una vez determinado el volumen (v) del cilindro y la altura (h) se realizara los cálculos de presión que va a soportar el cilindro por efecto del peso de la leche, para esto se tomara la ecuación 4.

$$P = \rho * g * h$$

Como se conoce la densidad de la leche, la altura del recipiente y la constante de gravedad; se remplaza estos valores en la ecuación y se encuentra el valor de la presión (p).

$$P = 1023\text{kg}/\text{m}^3 * 9.81 * 0.096\text{m} \quad (1)$$

$$P = 963.42(\text{Pa}) \quad (2)$$

2.3.2 CÁLCULO DE ESPESOR DE LA LÁMINA PARA EL RECIPIENTE DE DOSIFICADO

Para realizar el cálculo del espesor de este recipiente se tomarán las mismas ecuaciones de los esfuerzos principales

Esfuerzo tangencial

$$\sigma_t = \frac{963.42 (\text{Pa}) * (0.23\text{m})}{2t} \quad (1)$$

$$\sigma_t = \frac{110.8 (\text{Pa})}{t} \quad (2)$$

Esfuerzo longitudinal

$$\sigma_L = \frac{963.42 (\text{Pa}) * (0.23\text{m})}{4t} \quad (1)$$

$$\sigma_l = \frac{55.4 (\text{Pa})}{t} \quad (2)$$

A continuación se toma la ecuación 9 para poder reemplazar los valores de los esfuerzos y despejar el espesor (t).

$$\sigma_e = \frac{110.8 (\text{Pa})}{t} + \frac{55.4 (\text{Pa})}{t} \leq \frac{241000000}{2} \quad (1)$$

$$\sigma_e = \frac{110.8 (\text{Pa})}{t} + \frac{55.4 (\text{Pa})}{t} \leq 120500000 \quad (2)$$

$$\frac{166.2 (\text{Pa})}{t} + \leq 120500000 \quad (3)$$

A continuación se despeja el espesor (t) para poder determinar cuál es el espesor adecuado para la fabricación del recipiente.

$$t = \frac{166.2(Pa)}{120500000(Pa)} \quad (1)$$

$$t = 0.0000014(m) \quad (2)$$

$$t = 0.0014mm) \quad (3)$$

2.3.3 CÁLCULO DE ESPESOR DE LA LÁMINA PARA EL RECIPIENTE DE DOSIFICADO COMO VIGA EMPOTRADA.

Tomando la ecuación 18 y poniendo los valores de la fuerza (p), que es la misma que actúa sobre la tolva, es decir 400Kg, también el diámetro interno(d) que es de 228mm se procede a calcular el diámetro externo (D) y por ende el espesor(e).

$$D = \sqrt[4]{\frac{64*1569.6*0.115*3}{\pi*241000000} + 0.228^4} \quad (1)$$

$$D = \sqrt[4]{0.00278} \quad (2)$$

$$D = 0.229m \quad (3)$$

El espesor de la lámina para el recipiente de dosificado se realiza de la misma manera que, el espesor de la lámina para la tolva.

$$e = (D - d)$$

$$e = (228mm - 229mm) \quad (1)$$

$$e = 1mm \quad (2)$$

Para determinar un espesor adecuado de la lámina con la que será construido el recipiente de dosificado, se toma en consideración que; para el diseño de la tolva se realizó un análisis de esfuerzos como una viga empotrada y se obtuvo como resultado un espesor de 1mm por ende el espesor de la lámina del recipiente 2 como viga empotrada también es de 2mm; debido que las cargas que actúan sobre los dos recipientes son las mismas.

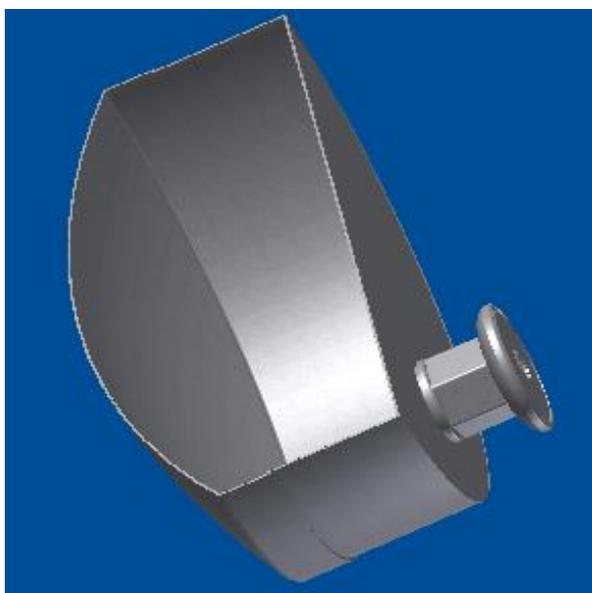


Figura2. 14. Espesor de lámina del recipiente de dosificado

2.4 CÁLCULOS Y DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE LA MAQUINA

Para realizar los cálculos y el diseño de la estructura es necesario tomar en cuenta las fuerzas que va a soportar la estructura, así como también las fuerzas imprevistas, que pueden ser causadas por eventos imprevistos, ya sea porque se coloca algún objeto extra sobre ella, o cualquier eventualidad ajena a las fuerzas

ejercidas por las partes que conforman la máquina. Estas fuerzas servirán para poder determinar la fuerza total que va a soportar la estructura de la máquina.

2.4.1 CARGAS A LAS QUE ESTARÁ SOMETIDA LA ESTRUCTURA

Existen diferentes cargas las mismas que producirán deformación en cada columna de la estructura; entre estas están las principales cargas que se muestran a continuación en la tabla 7.

Tabla 8 Cargas que actúan sobre la estructura

Generador de carga	Carga
Tolva	15kg
Peso de la leche	20.46kg
Tablero de control	3kg
Recipiente pequeño de dosificación	1kg
electroválvula	0.25kg
Acoplamientos	0.25kg
abrazaderas	0.25kg
Cargas imprevistas	30kg

Realizando una sumatoria de todas las cargas se obtiene una carga total de 70.21Kg, la cual equivale a 154.8Lbs; esta fuerza total será aplicada para cuatro columnas.

2.4.2 PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA

- Considerando que la máquina será para la dosificación de leche se realizará en acero inoxidable AISI 304.
- Para poder soportar la tolva y los elementos de control se propone realizar las columnas de la estructura con tubo redondo.
- En la parte posterior de la estructura se colocará una plancha de acero inoxidable AISI 304 de 2mm para soportar la tolva y algunos elementos para el control de la máquina.
- La altura de la estructura de la máquina será de 1m que equivalen a 39.4 pulgadas; se tomó en consideración 1 metro debido que la altura a la que se encuentra el chupón es de 75cm, cabe indicar que esta medida se realizó sacando un promedio de altura a la que se encuentran las ubres de las vacas, para poder dar mayor comodidad a las terneras durante el proceso de alimentación. Las dimensiones restantes, es decir los 25cm son para el soporte del lector Rfid y el control de temperatura.
- El diseño de las columnas será de tipo excéntrico ya que la carga aplicada ejerce flexión, además esta carga se aplica fuera del eje centroidal de la carga transversal de la columna (Roberth L .Mott, 2006).
- Los extremos son Empotrados-Libres con un factor de seguridad (K) de 2.0 para valores teóricos y de 2.1 para valores prácticos (Roberth L .Mott, 2006). Para el caso del diseño de la estructura se escogerá el valor de 2.1; por motivos de seguridad ya que las terneras pueden mover o hacer caer la máquina.

Tomando en cuenta todos estos parámetros para el diseño de la estructura, se procede a tomar la ecuación para poder determinar la carga que soportaran cada una de las columnas que conforman la estructura.

“ECUACIÓN 20 Ecuación de diseño para columnas con carga excéntrica”

(Robert L .Mott, 2006)

$$S_y = \frac{NP}{A} \left[1 + \frac{eC}{r^2} \sec \left(\frac{KL}{2r} \sqrt{\frac{NP}{AE}} \right) \right]$$

2.4.3 DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE

En el diagrama de cuerpo libre de la estructura se mostrarán las cargas a las que estará sometida la estructura que se indica en la figura 2.15.

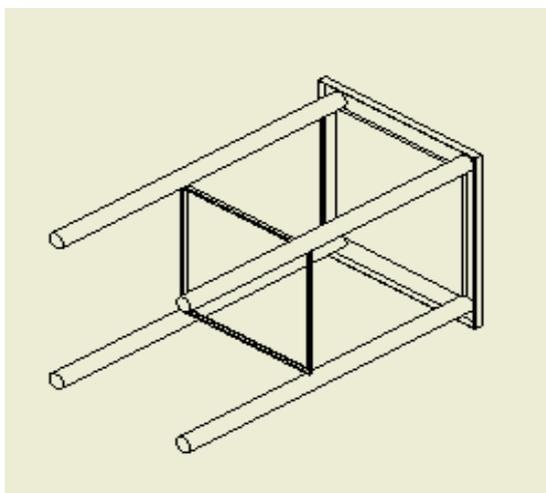


Figura2. 15.Estructura de la máquina

Para esto se procede a calcular las fuerzas y momentos. Con los datos de la tabla 7 se calcular la fuerza total y el momento flector causado por efecto de la fuerza.

$$Ft = m * g$$

$$Ft = 74.75\text{kg} * 9.81\text{m/s}^2 \quad (1)$$

$$Ft = 732.55 \text{ N} \quad (2)$$

$$M = F * d$$

$$M = 732.55\text{N} * 0.6\text{m} \quad (1)$$

$$M = 439.53 \text{ N/m} \quad (2)$$

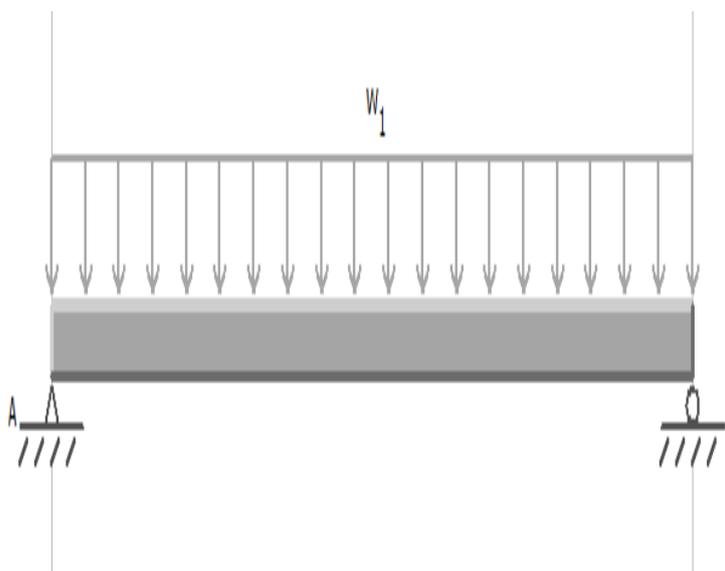


Figura2. 16. Momento flector que actúa sobre la estructura

A continuación se muestra los diagramas de cortes y momentos resultantes al aplicar la carga en la viga.

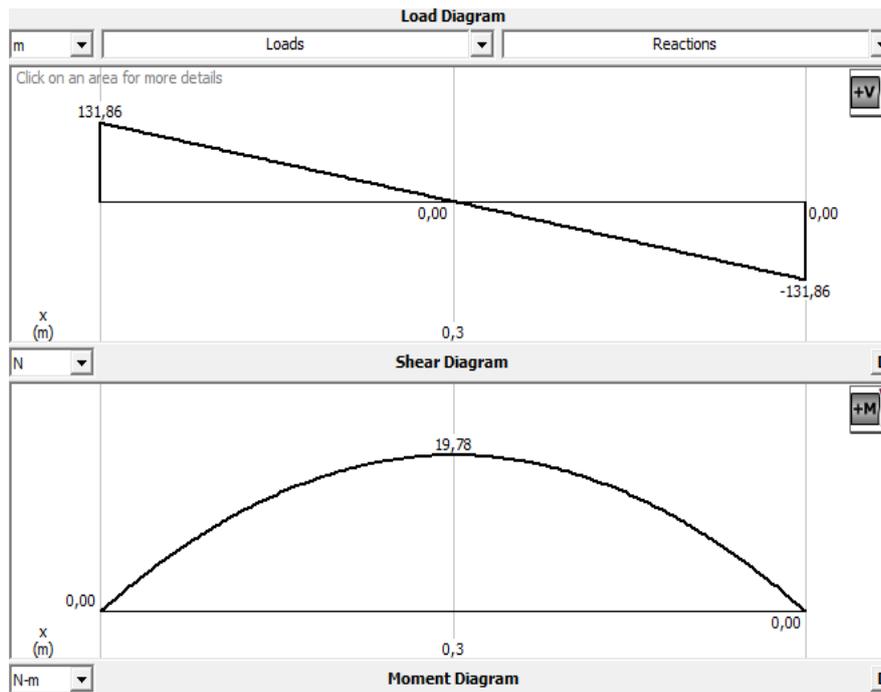


Figura2. 17. Diagrama de cortes y momentos

Tomando la ecuación 20 se realiza los cálculos respectivos, para poder determinar el tubo que se va a utilizar para hacer la estructura de la máquina.

$$S_y' = \frac{NP}{A} \left[1 + \frac{\epsilon C}{r^2} \sec \left(\frac{KL}{2r} \sqrt{\frac{NP}{AE}} \right) \right]$$

Para esto se calculara el área, el radio y la distancia del eje neutro de la sección transversal para un tubo de diámetro externo de 2 pulgadas.

$$A = \frac{\pi * D^2}{4} \quad \text{ECUACIÓN 21 Área del tubo}$$

$$A = \frac{\pi * 2^2}{4}$$

$$A = 3.1416 \text{ in}$$

$$r = \frac{D}{4} \quad \text{ECUACIÓN 22 Radio del tubo}$$

$$r = \frac{2}{4} = 0.5in$$

$$c = \frac{D}{2} \quad \text{ECUACIÓN 23 Distancia del eje neutro de la sección transversal}$$

Tomado de: (Roberth L .Mott, 2006)

$$c = \frac{2in}{2} \quad (1)$$

$$c = 1 \text{ in} \quad (2)$$

En donde

N = factor de seguridad = 3. (Roberth L .Mott, 2006, pág. 249)

P = carga aplicada a la columna = 154.8Lbs

A = área de la sección transversal = 3.1416 in, área para un tubo de diámetro externo de 2 pulgadas.

ε = excentricidad = 0.75 in. Tomada de la hoja de cálculo para análisis de columnas excéntricas. (Roberth L .Mott, 2006, pág. 256)

c = distancia del eje neutro de la sección transversal hasta su orilla exterior según el tubo seleccionado es de 1 in

r = radio de giro = 0.5 in.

K = constante de extremo fijo = 2.1 para columna empotrada libre. (Roberth L .Mott, 2006, pág. 234)

L = largo de la columna = 39.37 in.

E = elasticidad del material “Acero inoxidable” = $27.6 * 10^6 Psi$ tomado de (Richard.G Budynas, 2008, págs. 987 tabla A-5) .

Para poder determinar los demás factores que se muestran en la formula se procede a tomar los valores de tablas de catálogos así como también de los apéndices del libro de “Diseño de Elementos de Máquinas de Mott”.

El diámetro exterior (D) para un tubo de 2 pulgadas es de 60.3mm tomado del catálogo de (Cintac, 2014).

Ahora con este dato se procede a calcular el valor de (c), el que viene dado por la siguiente ecuación.

Teniendo todos los factores se procede a reemplazar en la ecuación 20 para así poder obtener el valor de (Sy'), el mismo que es un valor requerido de la resistencia a la fluencia (Sy) del material seleccionado.

$$Sy' = \frac{3*154.8}{3.1416} \left[1 + \frac{0.75*1}{0.5^2} \sec \left(\frac{2.1*39.37}{2*0.5} \sqrt{\frac{3*154.8}{3.1416*27.6*10^6}} \right) \right] \quad (1)$$

$$Sy' = \frac{464.4}{3.1416} \left[1 + 3 \sec \left(\frac{82.677}{1} \sqrt{\frac{464.4}{86707957.24}} \right) \right] \quad (2)$$

$$Sy' = \frac{464.4}{3.1416} [1 + 3\sec(0.191)] \quad (3)$$

$$Sy' = 147.82 [4] \quad (4)$$

$$Sy' = 591.29Psi \quad (5)$$

Comparando los valores de Sy' y Sy , se obtiene un valor del valor requerido de la resistencia a la fluencia (Sy') muy bajo, con referencia al valor de Sy que es

igual a 35.000Psi; por lo que se concluye que las columnas soportaran de manera eficiente a todos los elementos que conformarán la máquina, además soporta las cargas imprevistas que pueden causar las terneras.

2.4.4 CÁLCULO DEL FACTOR DE SEGURIDAD PARA LA ESTRUCTURA

El cálculo del factor de seguridad será realizado con la siguiente formula tomada del libro de (Roberth L .Mott, 2006). La cual indica que el factor de seguridad viene dado de la siguiente manera:

$$n = \frac{\textit{resistencia real}}{\textit{resistencia requerida}} \quad \text{ECUACIÓN 24 Factor de seguridad}$$

Tomada de: (Richard.G Budynas, 2008)

$$n = \frac{35000}{591.3} \quad (1)$$

$$n = 59.19 \quad (2)$$

Con este factor de seguridad, se puede observar una alta capacidad de resistencia por parte de la estructura, ya que se conoce que con un factor de seguridad mayor a 1, la maquina o elemento de máquina tiene una alta capacidad de resistir cargas y esfuerzos.

2.5 CÁLCULOS Y DISEÑO DEL EJE AGITADOR

Para poder realizar una distribución adecuada de la temperatura de la leche es necesario realizar un eje agitador. Por medio de dos paletas este eje permitirá tener una temperatura constante en todo el contenido.

El eje será de 42cm de longitud, además será movido por un motor que se dispone el mismo que tiene las siguientes características: 24v en corriente

continua, el mismo que produce un torque de 7.7Nm y una potencia de 3W; ver anexo (4)

Con los datos del motor tomados del catálogo (Crouzet, 2014), se procede a calcular el esfuerzo cortante máximo, esto se debe a la acción de una fuerza que produce y se encuentra en torsión;

$$T = 7.7Nm$$

$$L = 42cm$$

A continuación se toma la fórmula del esfuerzo cortante

$$\zeta = \frac{Ssy}{n} \quad \text{ECUACIÓN 25 Esfuerzo Cortante}$$

Tomada de: (Roberth L .Mott, 2006)

En donde

ζ = esfuerzo cortante

Ssy = resistencia a la fluencia en corte =0.577 Sy tomado de (Roberth L .Mott, 2006)

n = factor de seguridad

Además se tiene la fórmula del esfuerzo cortante máximo para un eje circular conociendo el torque.

$$\zeta_{max} = \frac{16T}{\pi D^3} \quad \text{ECUACIÓN 26 Esfuerzo cortante máximo}$$

Tomada de: (Roberth L .Mott, 2006)

A continuación se igualan las dos ecuaciones para poder determinar el diámetro del eje circular.

$$\frac{Ssy}{n} = \frac{16T}{\pi D^3} \quad . \quad (1)$$

A continuación se reemplaza los valores

$$\frac{0.577*241Mpa}{3} = \frac{16*7.7}{\pi D^3} \quad . \quad (2)$$

$$\frac{139057000pa}{3} = \frac{16*7.7}{\pi D^3} \quad (3)$$

$$46352333.3D^3 = 39.22 \quad (4)$$

$$D^3 = 0.009m = 9.45mm \quad (5)$$

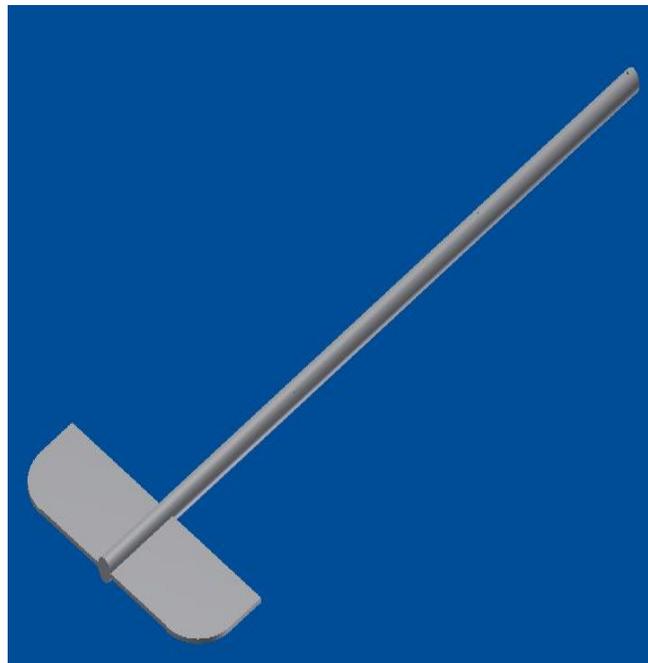


Figura2. 18. Eje agitador

2.6 SELECCIÓN DE ABRAZADERAS, UNIONES PARA EXPANDIR Y EMPAQUES.

Para realizar la unión de las cañerías que unen la electroválvula con las salidas del recipiente, se seleccionó un tipo de “abrazaderas sanitarias denominadas clamp, o también conocidas como abrazaderas de férulas” (LaserTube, 2014).

Estas son utilizadas en procesos de alimentos, ya que son fabricadas con acero inoxidable 304, además fáciles de manipular y fáciles de limpiar.

2.6.1 SELECCIÓN DE ABRAZADERAS.

Para el caso de las férulas de la maquina dosificadora de leche se tomó una abrazadera de dos pulgadas de diámetro y una área interna de 66.5mm tomada del catálogo (FAMIQ, 2014, pág. 18)



Figura2. 19. Abrazadera clamp 3A-MHH

Fuente: <http://www.famiq.com.ar/catalogo/sanitaria/abrazaderas-clamp/abrazaderas-clamp>

2.6.2 SELECCIÓN DE UNIONES DE EXPANSIÓN (MANGUITO)

Como se seleccionó una abrazadera tipo clamp, por ende las uniones de expansión también son de este tipo.

Estas uniones permitirán unir, la salida de la tolva con la entrada de la electroválvula y la salida de electroválvula con la entrada del recipiente pequeño.

Estas uniones son de rosca tipo macho de ½ pulgada; ver anexo 3.



Figura2. 20. Manguito clamp para expandir

Fuente: <http://es.aliexpress.com/item/1-2-DN15-Sanitary-Male-Threaded-Ferrule-Pipe-Fitting-Tri-Clamp-Type-Stainless-Steel-SS316/1881128928.html>

2.6.3 SELECCIÓN JUNTAS DE GOMA PARA LAS UNIONES (EMPAQUES)

Las juntas de goma impiden que se filtre la leche por las uniones, por dicha razón es muy necesario la selección de empaques de goma, para evitar derramamientos de líquido en las uniones.

Estas juntas de goma vienen dadas específicamente para uniones de tipo Clamp, son empaques sanitarios que impiden la proliferación de bacterias



Figura2. 21. Junta de goma clamp

Fuente: <http://es.aliexpress.com/item/1-2-DN15-Sanitary-Male-Threaded-Ferrule-Pipe-Fitting-Tri-Clamp-Type-Stainless-Steel-SS316/1881128928.html>

CAPÍTULO III

3 AUTOMATIZACIÓN DE LA MÁQUINA

3.1 INTRODUCCIÓN

“La automatización se refiere a un conjunto de dispositivos eléctricos, mecánicos, electrónicos o la combinación de ellos, los mismos que pueden estar interconectados entre sí para controlar un proceso”. (Saturnino, 2013)

Esto permitirá el desarrollo de una máquina la misma que permita un adecuado sistema de dosificación de leche para la alimentación de terneras; además permitirá tener un margen de error al momento de la dosificación

3.2 TIPOS DE SISTEMAS AUTOMÁTICOS

“Generalmente los sistemas automáticos son clasificados en tres tipos los cuales se detallan a continuación”. (Saturnino, 2013)

- a) Sistemas de automatización fija.
- b) Sistemas de automatización programable.
- c) Sistemas de automatización flexible.

3.2.1 SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN FIJA

Este tipo de sistemas viene adaptado para la producción en grandes cantidades y volúmenes de manufactura. (Pardo Alonso, 2012)

Este tipo de sistema tiene un costo de producción inicial muy elevado, además este sistema está enfocado a la producción de un solo producto, por lo cual su vida útil terminará cuando ya no se requiera la fabricación de dicho producto.

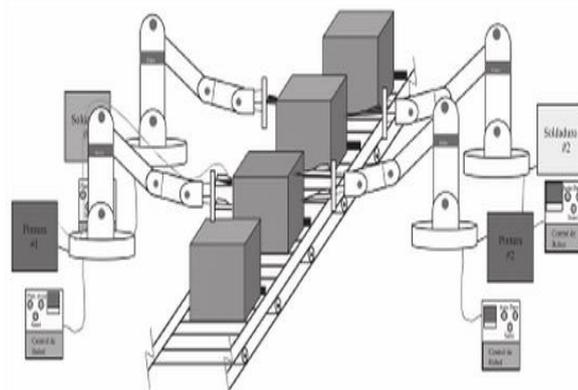


Figura 3. 1. Línea de ensamblaje automático

Fuente: Saturnino, S. T. (2013). *Sistemas automáticos industriales de eventos discretos*. México: Alfaomega Grupo Editorial.

3.2.2 SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN PROGRAMABLE

Este tipo de automatización es más empleado cuando existe un volumen de producción bajo; pero con diferentes productos, en este caso el equipo o máquina está adaptada para hacer cambios o variaciones en la configuración del producto. (Berro, 2009)

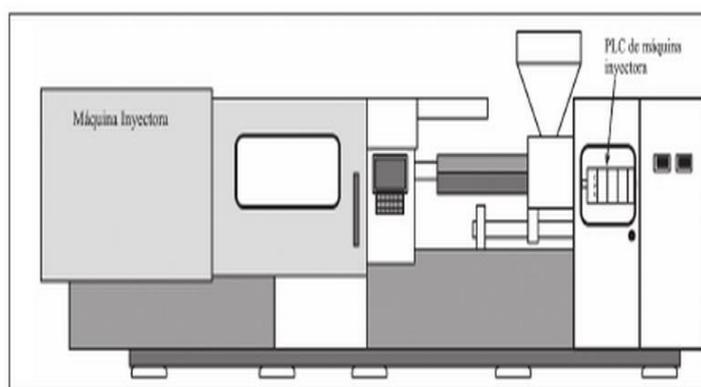


Figura 3. 2. Máquina industrial automatizada con base en PLC

Fuente: Saturnino, S. T. (2013). *Sistemas automáticos industriales de eventos discretos*. México: Alfaomega Grupo Editorial.

3.2.3 SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN FLEXIBLE

Este tipo de automatización tiene las características tanto del sistema fijo como del sistema programable, indica un rango de volumen de producción medio. (Saturnino, 2013)

Algunas de las características de este sistema de automatización son:

- i) producción continua de la mezcla
- ii) tasa de producción media
- iii) flexibilidad a las variaciones del diseño del producto.

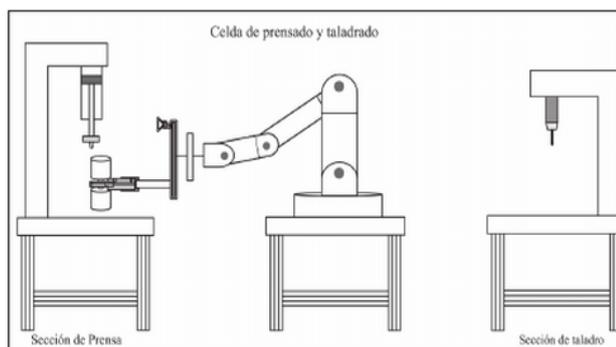


Figura 3. 3. Celda de manufactura automatizada con base en PLC

Fuente: Saturnino, S. T. (2013). *Sistemas automáticos industriales de eventos discretos*. México: Alfaomega Grupo Editorial.

3.3 DISEÑO DEL SISTEMA CONTROLADO DE DOSIFICACIÓN.

Como se conocen los diferentes conceptos de cada uno de los tipos de automatización que se pueden llevar a cabo en la construcción de una máquina; se considera que el más adecuado es el sistema de automatización programable. Debido a que permite un volumen de producción bajo.

Para el caso de la dosificación de leche para la alimentación de terneras, el volumen de producción debe ser de tal manera que permita dosificar como valor máximo la cantidad de 20 litros de leche entre diez terneras.

3.3.1 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA

En primer lugar se especificará el funcionamiento del sistema, el mismo que será empleado para dosificar una cantidad de leche a cada ternera, estas serán previamente identificadas mediante un sistema de radiofrecuencia.

Las señales de radiofrecuencia son receptadas por medio de un lector RFID, esta señal es receptada; permitiendo de esta manera activar las salidas de los relés los cuales a su vez activarán la electroválvula.

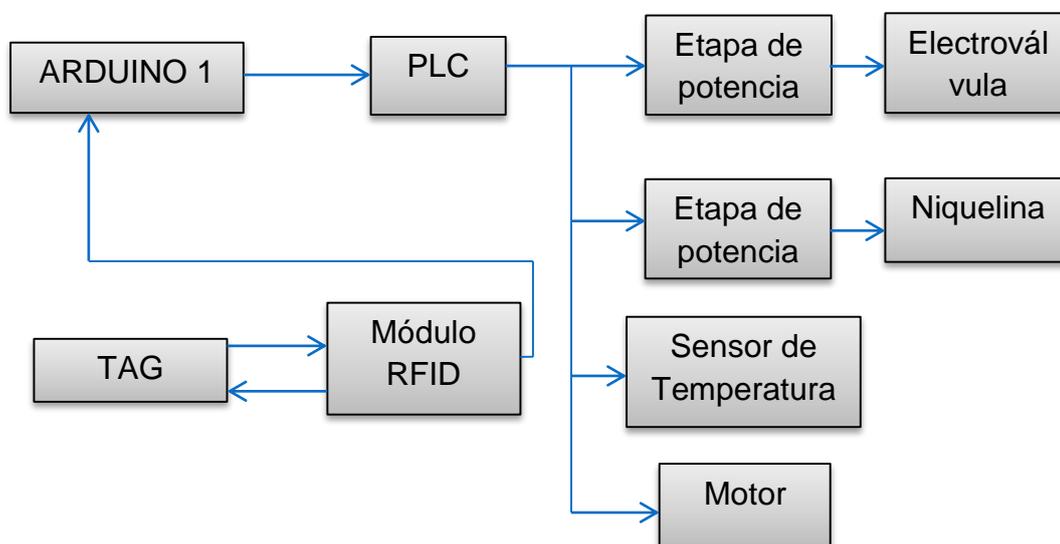


Figura 3. 4 Diagrama de bloques del sistema

3.3.2 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL SISTEMA

Para la dosificación de leche en la alimentación de ternera se debe dosificar una cantidad de leche de acuerdo a la edad de cada ternera. Además como se explicó en capítulos anteriores la leche debe mantener una temperatura adecuada, para la posterior dosificación.

3.3.2.1 Dosificado de leche

El dosificado de leche a cada ternera se realiza desde los tres días posteriores al parto hasta los 6 meses. El dosificado se va reduciendo de acuerdo a la edad de las terneras; puede variar en algunos casos ya que el ganadero puede dar una mayor cantidad de leche o puede disminuir; dependiendo del manejo que cada ganadero tenga en la finca.

A continuación se presenta la gráfica de regresión por mínimos cuadrado realizada en la herramienta Excel, para poder mostrar la relaciona de la cantidad de leche a dosificar, respecto a la edad de cada ternera.

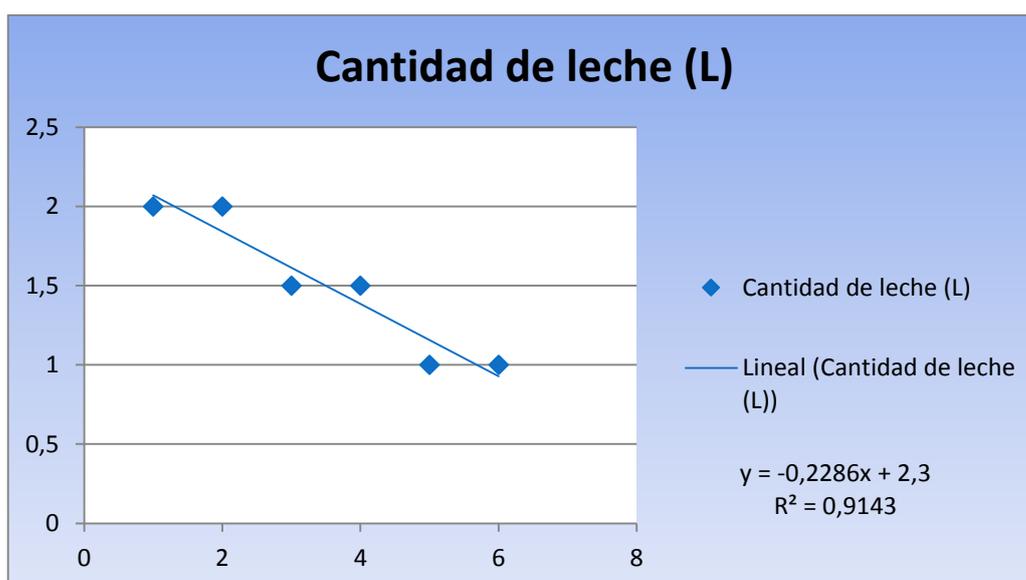


Figura 3. 5 Cantidad de leche a dosificar respecto a la edad de cada ternera

3.3.2.2 Temperatura de la leche

Como se indicó en el capítulo 1 la temperatura adecuada de la leche debe tener un rango de entre 30 y 37 °C para una adecuada alimentación. Por lo tanto para poder tener este rango de temperatura es necesario realizar un control ON/OFF.

Se determina utilizar un sistema de control ON/OFF, debido a que este es el que viene con el módulo de temperatura Pt 100 para logo, por su facilidad de manipulación, además este tipo de control es el más utilizado en sistemas de control de temperatura, teniendo en cuenta que la temperatura es una magnitud que toma tiempo para variar, también es una forma simple de realimentación, cabe mencionar que el control de temperatura que se tiene en la máquina no requiere de gran precisión.

The image shows a control interface for temperature ON/OFF control. It features a 'Valor umbral' (Threshold Value) section with two sub-sections: 'ON' and 'OFF'. The 'ON' section has a numeric input field set to '37' and a 'Referencia' button. The 'OFF' section has a numeric input field set to '30' and a 'Referencia' button. Below these, there is a 'Decimales en el texto de aviso' (Decimals in the warning text) section with a numeric input field set to '0' and a '+12345' label. At the bottom, there is a checkbox labeled 'Protección activa' (Active Protection).

Figura 3. 6 Control de temperatura ON/OFF

3.4 EQUIPOS Y ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL SISTEMA

En este punto se observará e identificará cada uno de los dispositivos que intervienen en la automatización de la máquina dosificadora de leche.

El dispositivo más importante será el PLC, con la respectiva fuente; el cual permita interactuar los demás elementos del sistema de control, también se contará con una tarjeta Arduino, la cual permitirá almacenar datos, otro dispositivo será el lector de tarjetas Rfid con las respectivas tarjetas, además se utilizará sensores de temperatura y otros dispositivos para poder encender la máquina, además contará con luces piloto que permitan identificar un correcto funcionamiento.

3.4.1 SELECCIÓN DEL PLC

Para determinar el PLC que se utilizará para la aplicación de la máquina dosificadora de leche, es importante analizar diferentes tipos de PLCs, los mismos que cumplan las necesidades requeridas.

Es necesario tener en consideración los diferentes tipos de PLCs que se han utilizado en la universidad, esto para tener menor grado de dificultad en el manejo de los mismos. También es importante comparar las características de cada PLC, para luego seleccionar el más apropiado.

A continuación se muestra una lista de los PLCs utilizados:

- Siemens logo
- Siemens s7-200
- Omron
- Twido suite

3.4.1.1 Características de los PLCs

Como se menciona los tipos de PLCs que se compararán respecto a sus características, tanto de uso como aplicación de cada uno de los equipos. Se considera necesario realizar dicha comparación para poder determinar cuál es el más adecuado para la aplicación requerida en la máquina dosificadora de leche.

Tabla 9 características de los PLCs

PLC	Características técnicas	Requisitos Ambientales	Módulos de expansión	Costo Total
Logo 12/24RC	-Fuente de alimentación 12/24 V DC. -8 x 12/24 entradas digitales V DC, de 4 que se puede utilizar en modo analógico. -Salidas de relé (de 0 a 10 V) ,4 x 10A. -Temporizador integrado. -Pueden ser interrelacionados 200 bloques de función. -Capacidad de expansión modular	-Rango de temperatura ambiente -40/-25... +70°C. -Humedad relativa 5....100% permitidos en condensación	-Módulos digitales LOGO! para 12 V DC, 24 V AC/DC y 115...240 V AC/DC con 4 entradas y 4salidas. -Módulos analógicos LOGO! para 12 V DC y 24 V DC con 2 entradas analógicas o con 2 entradas Pt100. -Módulos de comunicación (CM) LOGO! ,	-CPU 12/24RC 110 \$ -Fuente 90\$ -Módulo AM2 PT100 120\$
Omron Zen	-Voltaje 100 a 240Vac 50/60HZ. -Corriente 4.5 A máximo.	-Rango de temperatura De -20...70°C -Humedad relativa 10%...90% no condensada	no tiene módulos de expansión	-CPU 150\$ Cable 80\$

Siemens s7-200 CPU 222	-Alimentación 24 V DC.	Rango de	-Módulos de ampliación	-CPU
	-Entradas digitales 24 V DC.	temperatura	digitales de 4/4 hasta	450\$
	-Número de entradas/salidas 8 ED (DC) 8 SD (DC) 8 SD (relés).	-25...70°C	16/16 entradas/salidas.	-Cable
	-Salidas digitales 24 V DC, máx. 0,75 A, pueden conectarse en paralelo para aumentar la potencia.	Humedad relativa	-Módulos de ampliación analógicos de 4/0, 4/1 a 0/2 entradas/salidas.	100\$
	-Salidas digitales 5-30 V DC ó 5-250 V AC, máx. 2 A (relés).	5.....100%	-Módulo de memoria EEPROM.	de expansión 180\$
	kbaudios (Freeport).		-Módulo de pila.	
	-Interrupciones hardware (detección de flancos en entradas) máx. 4 entradas		-Reloj en tiempo real	
			-Potenciómetros analógicos	
Twido Suite Compacto	-Aplicaciones estándar de 10 a 100 E/S (máx. 252 E/S).	Rango de	-Módulos de expansión	-Software
	-Fuente integrada de 24Vcc	temperatura De	de E/S Máximo 4.	139\$
	- Señal de Tensión de 0...10 V	-20...70°C	- Visualizador numérico.	Visualizad
	- Señal de corriente de 4...20 MA	Humedad relativa	-Adaptador interface	or
	-Señal de entrada termopar del tipo K, J y T.	95% sin	serie RS232/485.	numérico
	Señal de entrada PTC del tipo Pt 100/1000, Ni100/1000 rango de Temperatura entre 50...150 °C.	condensación o goteo de agua	-Cartucho de reloj	200\$
				-
				CPU+cabl
				e
				450\$

3.4.1.2 Proceso de selección del PLC

Para poder realizar la automatización y control de la máquina se verificó las características de funcionamiento, Lenguaje de programación, número de entradas y salidas, módulos de expansión, costos; entre otras de cada uno de los PLCs antes mencionados.

Se ha determinado seleccionar un PLC logo 12/24 RC, el cual consta de ocho entradas digitales y cuatro salidas con relés 10 A. Este dispositivo además consta

de una fuente de voltaje de 24v/dc, puede soportar módulos de expansión, también puede soportar un módulo para sensores de temperatura pt100 el cual es muy importante, ya que se requiere de este dispositivo para el proceso de calentamiento de la leche. Se ha propuesto este tipo de PLC ya que los elementos a controlar son una niquelina, motor de 24 voltios DC para el eje agitador, electroválvula de dosificado y los elementos de encendido y luces piloto, las cuales indican el adecuado funcionamiento de la máquina.

Por lo tanto se utilizará las entradas y salidas dependiendo de la utilidad requerida, las especificaciones de este dispositivo se muestran en el anexo 6, permitiendo observar de una manera más detallada y minuciosa cada una de las características. Como son el voltaje, corriente, rangos de temperatura de funcionamiento entre otras características.

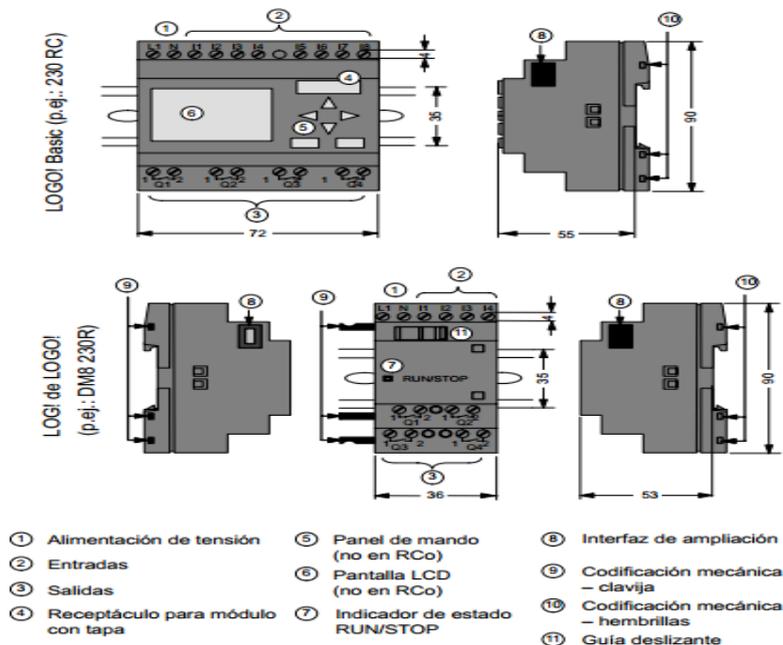


Figura 3. 7 Estructura de logo

Fuente:

https://cache.industry.siemens.com/dl/files/461/16527461/att_82567/v1/Logo_s.pdf



Figura 3. 8.PLC SIEMENS LOGO 12/24 RC

Fuente: <http://www.farnell.com/datasheets/1683990.pdf>

3.4.2 MÓDULO ARDUINO UNO

Es una placa basada en un micro controlador del tipo Atmel; AT-mega 328. Este tiene 14 pines de entrada y salida analógicas, puede conectarse cualquier dispositivo que sea capaz de transmitir o recibir señales digitales de 0 y 5 V. (ARDUINO, 2014)

Este dispositivo será utilizado en la maquina dosificadora de leche, para almacenar los datos recibidos del lector Rfid, para luego con esta señal activar la electroválvula que se va a utilizar para el dosificado.

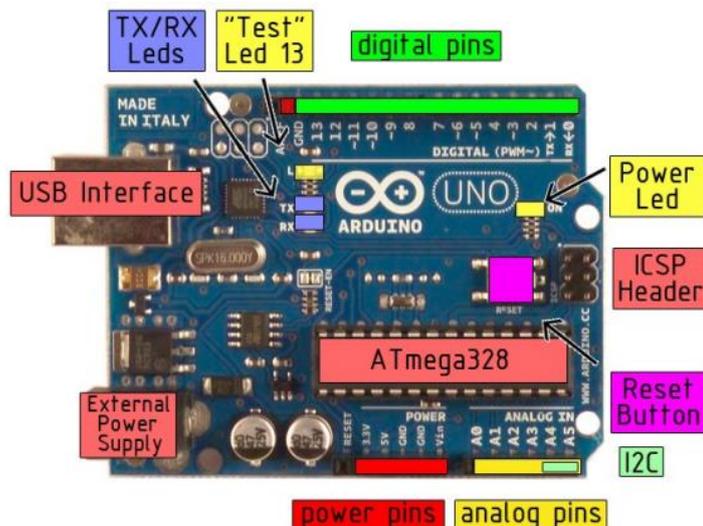


Figura 3. 9. Componentes principales de la placa ARDUINO UNO

Fuente:<http://docs-asia.electrocomponents.com/webdocs/0e8b/0900766b80e8ba21.pdf>

Las características de este dispositivo se las muestra en la tabla 3.1

Microcontrolador	Atmega328
Voltaje de operación	5V
Voltaje de entrada (Recomendado)	7 – 12V
Voltaje de entrada (Limite)	6 – 20V
Pines para entrada- salida digital.	14 (6 pueden usarse como salida de PWM)
Pines de entrada analógica.	6
Corriente continua por pin IO	40 mA
Corriente continua en el pin 3.3V	50 mA
Memoria Flash	32 KB (0,5 KB ocupados por el bootloader)
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Frecuencia de reloj	16 MHz

Figura 3. 10 Tabla de características del Arduino UNO

Fuente:<http://docs-asia.electrocomponents.com/webdocs/0e8b/0900766b80e8ba21.pdf>

3.4.2.1 Comunicación Arduino

Hoy en día la manera más común de comunicación entre dispositivos electrónicos es la comunicación serial y Arduino no es la excepción. A través de este tipo de comunicación podremos enviar datos a y desde Arduino a otros microcontroladores o a un computador corriendo alguna plataforma de medios (Processing, PD, Flash, Director, VVVV, etc.). (Ruiz Gutiérrez José, 2007)

3.4.2.1.1 Funciones básicas de comunicación de ARDUINO

Las funciones básicas de la comunicación serial de Arduino según (Ruiz Gutiérrez José, 2007) vienen dadas por la función

- **beginSerial(19200);** la misma que viene dada por defecto para Arduino al iniciar. Esta función permite verificar la velocidad de transmisión de datos. (Ruiz Gutiérrez José, 2007)
- **Serial.print(data);** Una mirada en la referencia de Arduino permitirá constatar que las funciones print y println (lo mismo que la anterior pero con salto de renglón) tienen opcionalmente un modificador que puede ser de varios tipos. (Ruiz Gutiérrez José, 2007)

Serial.print(data, DEC); // decimal en ASCII

Serial.print(data, HEX); // hexadecimal en ASCII

Serial.print(data, OCT); // octal en ASCII

Serial.print(data, BIN); // binario en ASCII

Serial.print(data, BYTE); // un Byte

3.4.2.1.2 Series de pulsos

“En el modo más sencillo y común de comunicación serial (asincrónica, 8 bits, más un bit de parada) siempre se está enviando un byte, es decir un tren de 8 pulsos de voltaje legible por la máquina como una serie de 8, 1s ó 0s”: (Ruiz Gutiérrez José, 2007)

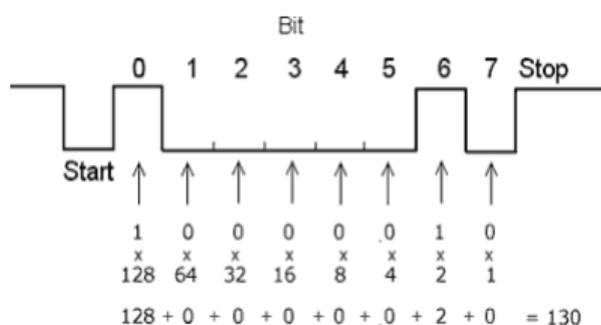


Figura 3. 11 Bits de transmisión de datos Arduino

Fuente: <http://arduinoobot.pbworks.com/f/Manual+Programacion+Arduino.pdf>

3.4.3 MODULO AM2 PT 100 DE LOGO

“El modulo analógico de amplificación AM2 PT100 presenta dos entradas, a cada una de las que se puede conectar una termoresistencia pt100”.

En este módulo se puede conectar un sensor de temperatura PT100, el rango de temperatura puede ser desde -50°C hasta $+200^{\circ}\text{C}$, permitiendo de esta manera medir la temperatura mediante un sensor PT100 de dos o tres hilos. Además este módulo es compatible con todos los dispositivos de LOGO!(a partir de 0ab3). (LOGO, 2001)

Para tener un mejor entendimiento y comprensión del módulo AM2 PT100, en la figura 3.15 se indica la estructura del módulo de ampliación AM2 PT100.

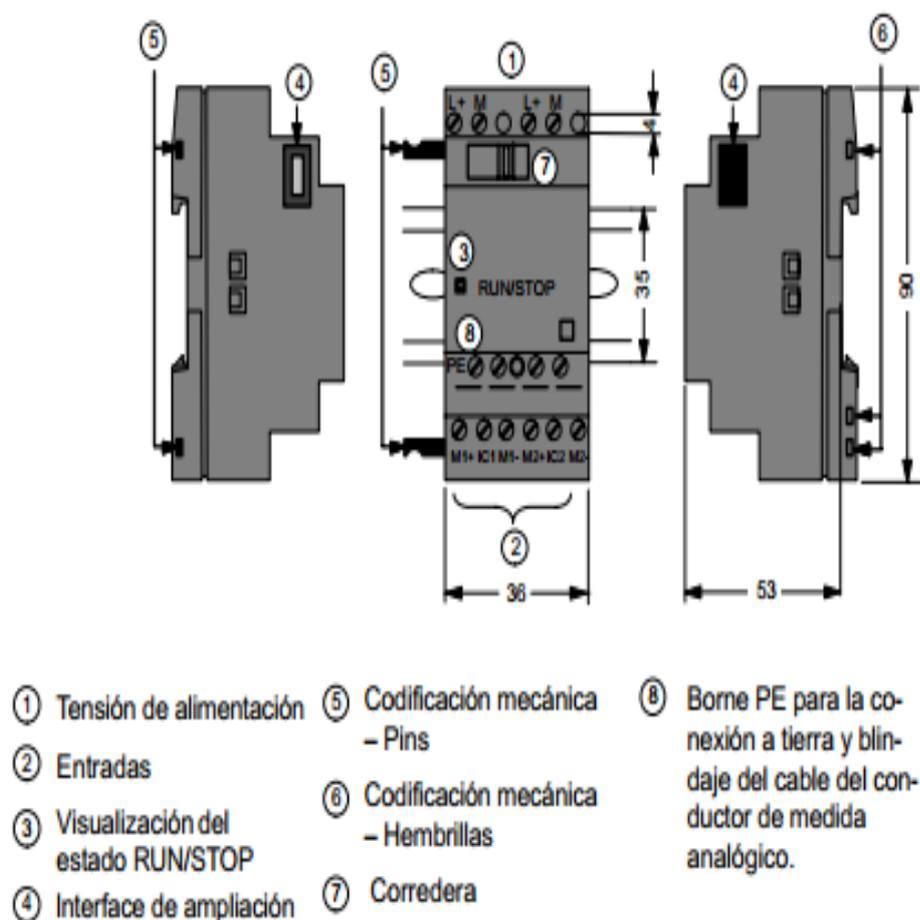


Figura 3. 12 Estructura del módulo de ampliación AM2 PT100

Fuente: http://w3.siemens.com/mcsm/industrial-automation-systems-simatic/en/manual-overview/tech-doc-controllers/documents/pt100_modul_sp.pdf

A continuación en la figura 3. 16 se muestran las características de dicho módulo de expansión; entre estas se encuentran, voltaje de funcionamiento, rango de temperatura, número de conexiones entre otras.

Tensión de alimentación	
12 V DC	Sí; 10,8 a 28,8 V DC
24 V DC	Sí; 10,8 a 28,8 V DC
Entradas analógicas	
Nº de entradas analógicas	2; Conexión a 2 ó 3 hilos
Rangos de entrada	
Termorresistencias	Sí; para sensores PT100/PT1000
CEM	
Emisión de radiointerferencias según EN 55 011	
Emisión de perturbaciones radioeléctricas según EN 55 011 (clase B)	Sí; Desparasitado según EN 55011, clase límite B
Grado de protección y clase de protección	
IP20	Sí
Normas, homologaciones, certificados	
Homologación CSA	Sí; C22.2 número 142
Homologación UL	Sí; UL 508
Homologación FM	Sí; FM-Standards No. 3611, 3600, 3810 Class I, Division 2, Group A, B, C, D
Homologaciones navales	Sí; ABS, BV, DNV, GL, LRS, Class NK
Desarrollado según IEC 61131	Sí; EN 61131-2 (IEC 1131-2)
Condiciones ambientales	
Temperatura de empleo	
mín.	0 °C
máx.	55 °C
Dimensiones	
Anchura	36 mm
Altura	90 mm
Profundidad	53 mm

Figura 3. 13 Características de funcionamiento de módulo AM2 PT100

Fuente: <http://masvoltaje.com/siemens-logo/1184-modulo-de-expansion-am2-pt100-alimentacion-12-24v-dc-2ea-pt100-50-200-grad-c-6940408100992.html>

3.4.4 SELECCIÓN DE LA ELECTROVÁLVULA PARA EL DOSIFICADO

El primer paso para seleccionar la electroválvula es el material, debido a que será utilizada con alimentos, por lo tanto se seleccionará una electroválvula de un material que sea adecuado para el uso en productos lácteos, el segundo requerimiento es el diámetro de paso, ya que dependiendo de este diámetro se

procede a determinar el tiempo que tarde en llenar el recipiente de dosificado, esto se realizará mediante la lectura del código enviado por el lector RFID.

Otros requerimientos importantes son las características eléctricas, esto para el funcionamiento adecuado y también para una fácil manipulación al momento de realizar el control de la electroválvula. Por lo antes mencionado se procede a seleccionar una válvula solenoide de acción directa normalmente cerrada de la marca E-MC; serie Sz-S2, esta es de acero inoxidable, el voltaje de operación es de 110 voltios Ac, además el diámetro de paso es de ½ pulgada, ya que este diámetro es lo suficiente amplio para dosificar la cantidad de leche requerida en un tiempo adecuado para este proceso. En el anexo número 7 se muestran las características de funcionamiento, materiales, entre otras.



Figura 3. 14. Válvula solenoides 2/2 - acción directa

Fuente: E.MC. (2012). *Solenoid Valves*.

3.4.5 SELECCIÓN DE LA RESISTENCIA ELÉCTRICA

Para realizar la selección de dicho elemento es necesario considerar la cantidad de leche que se va a calentar, como se indicó en el capítulo 1 la cantidad máxima de leche es de 20 litros la que será dividida entre 10 terneras. Por esta razón se utilizará una niquelina externa que permita transmitir temperatura hacia el interior de la tolva, logrando así calentar la leche en el rango requerido de 30 y 37°C. Existen diferentes tipos de resistencias eléctricas entre las más comunes se tiene: (Resistencias Eléctricas Narváez, 2015)

- Resistencias de cartucho
- Resistencias tubulares
- Resistencias de abrazadera o Bandas de resistencia planas

En el proceso de selección del calentador luego de haber identificado las necesidades; es importante también definir el tipo de material del forro metálico de la resistencia. A continuación se muestra la tabla 10 de materiales utilizados y la temperatura máxima de funcionamiento. (Chromalox Technical Documents, 2015)

Tabla 10 *Temperatura de funcionamiento máximas recomendadas para materiales de forro metálico*

Cobre	177°C	(350°F)
Hierro	399°C	(750°F)
Acero	399°C	(750°F)
MONEL	482°C	(900°F)
Acero cromo	648°C	(1200°F)
Inoxidable 300	648°C	(1200°F)
INCOLOY	870°C	(1600°F)
INCONEL	926°C	(1700°F)

Fuente: <http://www.chromalox.com/catalog/resources/technical-information/Heat-Loss-Calculations-and-Heater-Selection-Watt-Density-sp.pdf>

Es también necesario realizar el cálculo de transferencia de calor desde la niquelina hacia la tolva. A continuación se presentan los cálculos de transferencia de calor.

Análisis:

En primer lugar se toma la ecuación de transferencia de calor por conducción (Ley de Fourier) del libro de (Yunus A.Cengel, 2009).

$$\frac{dQ}{dt} = K A \frac{\Delta T}{\Delta X} = H = K A \frac{(T_c - T_f)}{L} \quad \text{ECUACIÓN 27 Ley de Fourier}$$

Dónde:

H= calor total transferido

K= Constante de conductividad térmica de los materiales

A= Área

T_c = Temperatura caliente

T_f = Temperatura fría

L= Longitud

Los materiales que estarán en contacto para realizar la transferencia de calor por conductividad son de cobre que se encuentra en la resistencia eléctrica y acero inoxidable 304 que es el material del que esta echa la tolva.

La resistencia eléctrica de cobre transmite 177°C como valor máximo de temperatura mostrado en la tabla 10 y se necesita que el acero inoxidable se caliente a una temperatura máxima de 37°C además los valores de K para el cobre y el acero inoxidable tomas del libro de (Termodinámica de Yunus Cengel): son de $385 \frac{W}{m^{\circ}C}$ y $16.3 \frac{W}{m^{\circ}C}$ respectivamente.

Calculo de áreas:

El área de la resistencia eléctrica será calculada teniendo como datos el diámetro de la varilla de cobre; que es 6.3mm. Con este diámetro se calcula el área de la sección transversal

$$A = \pi r^2 \text{ ECUACIÓN 28 Área de un círculo}$$

$$A = \pi 0.315^2 = 0.31 \text{ cm}^2 = 0.31 * 10^{-4} \text{ m}^2$$

También se debe calcular el área de la tolva; para eso se conoce el radio y la altura indicados en el capítulo 2 de este documento.

$$A = \pi * r * h \text{ ECUACIÓN 29 Área de un cilindro}$$

$$A = \pi * 0.125 \text{ m} * 0.407 \text{ m}$$

$$A = 0.32 \text{ m}^2$$

Con esto se procede a realizar el cálculo de la transferencia de energía en estado estacionario, es decir que el flujo de calor será el mismo en todos los elementos.

Entonces:

$$H_{\text{cobre}} = H_{\text{acero}}$$

$$\text{Como; } H = K A \frac{(T_c - T_f)}{L}$$

Entonces:

$$K A \frac{(T_c - T)}{L} = K A \frac{(T - T_f)}{L}$$

$$385 \frac{\text{W}}{\text{m}^{\circ}\text{C}} * 0.31 * 10^{-4} \text{m}^2 \frac{(177^{\circ}\text{C} - T)}{0.15\text{m}} = 16.3 \frac{\text{W}}{\text{m}^{\circ}\text{C}} * 0.32 \text{m}^2 \frac{(T - 37^{\circ}\text{C})}{0.407\text{m}}$$

$$385 * 0.00031(177 - T) = 16.3 * 0.32(T - 37)$$

$$0.119(177 - T) = 5.2(T - 37)$$

$$21.12 - 0.119T = 5.2T - 192.4$$

$$5.31T = 213.52$$

$$T = \frac{213.52}{5.31}^{\circ}\text{C}$$

$$T = 40.2^{\circ}\text{C}$$

Una vez determinada la temperatura se procede a calcular la cantidad de calor total transferido; para esto se reemplaza el valor obtenido en cualquiera de las ecuaciones. De la siguiente manera:

$$H = 385 \frac{\text{W}}{\text{m}^{\circ}\text{C}} * 0.31 * 10^{-4} \text{m}^2 \frac{(177^{\circ}\text{C} - T)}{0.15\text{m}}$$

$$H = 385 \frac{\text{W}}{\text{m}^{\circ}\text{C}} * 0.00031 \text{m}^2 \frac{(177^{\circ}\text{C} - 40.2\text{C})}{0.15\text{m}}$$

$$H = 385 \frac{\text{W}}{\text{m}^{\circ}\text{C}} * 0.00031 \text{m}^2 \frac{(177^{\circ}\text{C} - 40.2\text{C})}{0.15\text{m}}$$

$$H = \frac{16.37}{0.15} = 108.85\text{W}$$

A continuación se calcula el calor que se transmite desde la resistencia eléctrica hacia la tolva. Para esto es necesario utilizar la fórmula del calor que viene dada de la siguiente forma:

$$\Delta Q = mc \Delta T \text{ ECUACIÓN 30 Variación de calor}$$

Dónde:

Q = Calor

m = 250g Masa del material (Resistencia eléctrica), esta masa es tomada de los datos técnicos de la resistencia.

c = $0.092 \frac{\text{Cal}}{\text{g}^\circ\text{C}}$ Calor específico del material (Cobre). Tomado de (Yunus

A.Cengel, 2009)

$\Delta T = 40.2^\circ\text{C}$ Diferencia de temperaturas entre los materiales

Como se conocen los datos, se procede a reemplazar en la fórmula quedando de la siguiente manera:

$$Q = 250g * 0.092 \frac{\text{Cal}}{\text{g}^\circ\text{C}} * 40.2^\circ\text{C}$$

$$Q = 924.6\text{Cal}$$

Ahora se transforma de calorías a Joule de la siguiente manera:

$$1\text{cal} = 4.184\text{Joule} \text{ Entonces.}$$

$$Q = 924.6\text{Cal} = 3868.53\text{Joule}$$

Como se conoce la cantidad de calor transferido (H), el calor (Q); se procede a calcular el tiempo que se demora en conducir el calor. Para esto se tiene la siguiente ecuación.

$$H = \frac{Q}{\Delta t} \text{ ECUACIÓN 31 Calor total transferido (Potencia)}$$

Se reemplaza los datos en la ecuación.

$$108.85 \frac{\text{J}}{\text{S}} = \frac{3868.53 \text{ J}}{t}$$

$$t = \frac{3868.53 \text{ J}}{108.85 \frac{\text{J}}{\text{s}}}$$

$$t = 35.54\text{s}$$

Para el presente proyecto se seleccionó una resistencia eléctrica tubular de cobre, que permite calentar a bajas temperaturas 177°C como se indica en la tabla 10, el voltaje de operación es de 110VAc , Además consta de una resistencia de 8.5Ω ; esta se obtuvo de una “cocina eléctrica de la marca Haceb”.

La misma que será instalada en la parte externa de la tolva; permitiendo así calentar la leche mediante la transferencia de calor por conducción debido a la transferencia de calor entre los cuerpos que se encuentran en contacto.



Figura 3. 15 Resistencia eléctrica tubular Haceb

Fuente: <http://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/124442/Resistencia-6-pulgadas-plato-tubular>

3.4.6 SENSOR DE TEMPERATURA PT 100

Un Pt100 es un sensor de temperatura. Consiste en un alambre de platino que a 0 °C tiene 100 Ohms y que al aumentar la temperatura aumenta su resistencia eléctrica.

El incremento de la resistencia no es lineal pero si creciente y característico del platino de tal forma que mediante tablas es posible encontrar la temperatura exacta a la que corresponde. (ARIAN Control & Instrumentación, 2015)

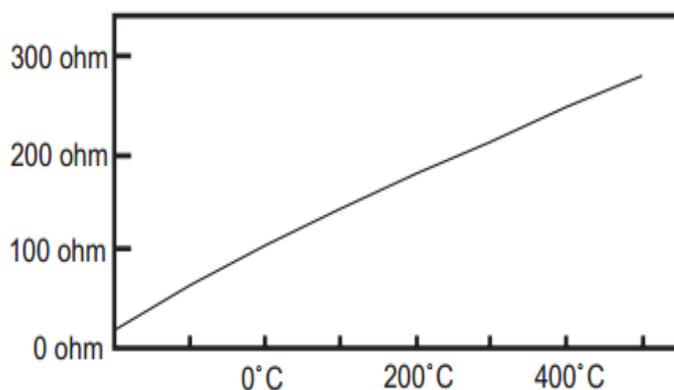


Figura 3. 16 Cura pt100 resistencia Ohms respecto a la temperatura en °C

Fuente: <http://www.arian.cl/downloads/nt-004.pdf>

Los sensores pt100 por lo general vienen encapsulados con una cubierta de acero inoxidable lo cual es muy útil para usarlo con productos destinados a la alimentación.

Estos sensores tiene tres tipos de conexiones; de dos hilos, tres hilos y cuatro hilos, esto hace que cada sensor tenga una mejor respuesta dependiendo del número de hilos; por ende también aumenta su costo. En el caso del proyecto que se está realizando se ve oportuno utilizar un sensor de dos hilos, debido a que no se requiere tanta exactitud en la respuesta del sensor.

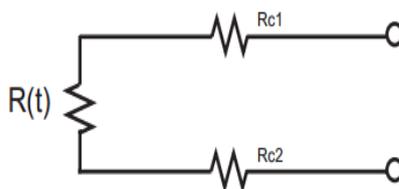


Figura 3. 17 Conexión sensor pt100 de dos hilos

FUENTE: <http://www.arian.cl/downloads/nt-004.pdf>

3.4.7 LECTOR RFID ID-20LA

Se ha determinado seleccionar este lector debido a algunas características de funcionamiento que responden a las necesidades requeridas. En primer lugar se encuentra la distancia de lectura y la frecuencia de operación.

El lector ID-20LA tiene un aproximado de distancia para la lectura de 16cm. Aunque los lectores de gama ID2, pueden alcanzar una distancia de hasta 25 cm; la frecuencia de operación de dicho dispositivo se encuentra en 125 kHz.

En la figura 3.21 se muestran las características de funcionamiento tomadas del datasheet (ID Innovations, 2013)

Parameters	ID-2	ID-12	ID-20
Read Range	N/A (no internal antenna)	12+ cm	16+ cm
Dimensions	21 mm x 19 mm x 6 mm	26 mm x 25 mm x 7 mm	40 mm x 40 mm x 9 mm
Frequency	125 kHz	125 kHz	125 kHz
Card Format	EM 4001 or compatible	EM 4001 or compatible	EM 4001 or compatible
Encoding	Manchester 64-bit, modulus 64	Manchester 64-bit, modulus 64	Manchester 64-bit, modulus 64
Power Requirement	5 VDC @ 13mA nominal	5 VDC @ 30mA nominal	5 VDC @ 65mA nominal
I/O Output Current	+/-200mA PK	-	-
Voltage Supply Range	+4.6V through +5.4V	+4.6V through +5.4V	+4.6V through +5.4V

Figura 3. 18 tabla de comparación entre los lectores ID-2; ID-12; ID20

Fuente: http://www.id-innovations.com/httpdocs/EM%20moudule%20SERIES%202007-10-9_wfinal%20v22.pdf

También es importante identificar cada uno de los pines para poder determinar que función desempeña cada uno; por lo tanto a continuación se muestra la figura 3.22 la misma que indica la función de cada pin del lector ID-20LA y en la figura 3.23 se muestra el diagrama de conexión de dicho dispositivo.

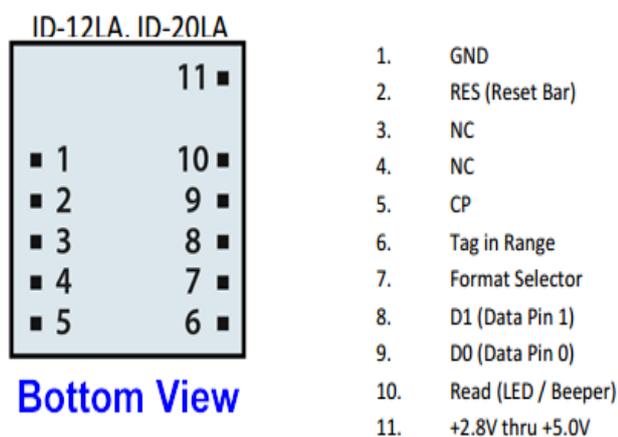


Figura 3. 19 Función de los pines de la ID-12 .ID20

Fuente: <http://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/ID/ID-2LA,%20ID-12LA,%20ID-20LA2013-4-10.pdf>

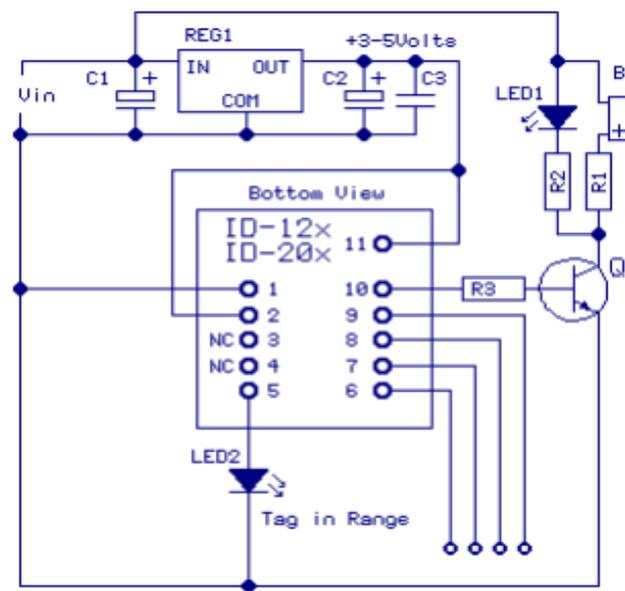


Figura 3. 20 Diagrama del circuito de ID-12 e ID-20

Fuente: <http://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/ID/ID-2LA,%20ID-12LA,%20ID-20LA2013-4-10.pdf>

La tabla que se muestra a continuación indica la descripción y valores de los elementos que se utilizan en el diagrama del circuito.

Tabla 11 *Lista de elementos del circuito del lector RFID*

Elemento	Valor
R1	100R
R2	4K7
R3	2K2
C1	10 μ F 25V Electrolítico
C2	1000 μ F 10v Electrolítico
C3	100nF
Q1	BC457 o similar
LED1	LED rojo
LED2	LED Indicador de lectura
B1	2.7khz – 3kHz 5v PKPK AC

Fuente: <http://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/ID/ID-2LA,%20ID-12LA,%20ID-20LA2013-4-10.pdf>

3.4.8 RELÉS DE POTENCIA

Los relés de potencia serán utilizados como protecciones de los circuitos que requieren una gran carga, entre estos se encuentra la electroválvula y resistencia eléctrica.

A continuación se mencionan las características de funcionamiento de los equipos antes indicados.

Resistencia eléctrica:

- Voltaje de operación 110Vac
- Resistencia eléctrica 8.5Ω

Por lo tanto aplicando la ley de ohm se obtiene la intensidad de corriente.

$$V = I * R \text{ ECUACIÓN 32 Ley de ohm}$$

De esta ecuación se despeja la intensidad de corriente.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{110V}{8.5\Omega} = 12.94A$$

Electroválvula:

- Voltaje de operación 110Vac
- Corriente 5A

Aplicando la analogía de la resistencia eléctrica también se calcula la corriente para la electroválvula

De esta ecuación se despeja la intensidad de corriente.

$$R = \frac{V}{I} = \frac{110V}{5A} = 22\Omega$$

Por lo indicado se decidió seleccionar relés de 24 voltios a 10A para usarlos como protecciones externas y evitar de esta manera que existan daños en los relés internos del PLC y por ende evitar pérdidas de alguna de las salidas; en las que estarán conectadas la electroválvula y la resistencia eléctrica para el calentamiento de la leche.



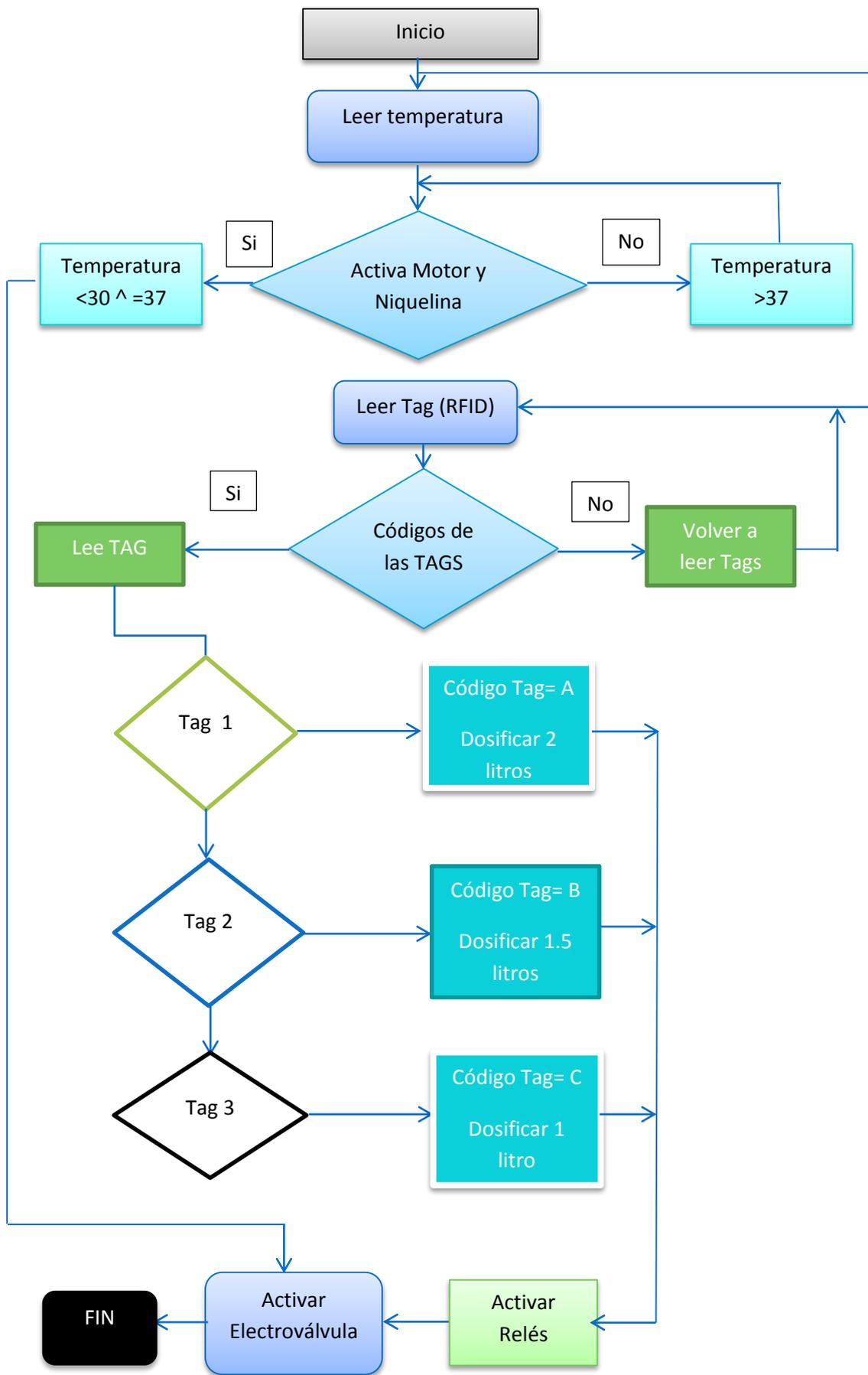
Figura 3. 21 Relé sin enclavamiento montaje en zócalo 10A 24Vdc

Fuente: <http://pt.rs-online.com/web/p/reles-sin-enclavamiento/0348784/>

3.5 DIAGRAMA DE FLUJO DEL FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA

EL diagrama de flujo se realizó de los procesos de calentamiento de la leche y del proceso de dosificado. Para el proceso de calentamiento de la leche se enciende una niquelina y el motor el cual está conectado a un eje; el mismo que realiza el agitado de la leche para distribuir la temperatura en todo el recipiente, además para el proceso de dosificado se enciende la electroválvula.

Además se realizó dependiendo de las lecturas de la temperatura que envía el sensor de temperatura y los códigos que envía el lector de RFID hacia los relés, los que a su vez activan las salidas del PLC Logo 12/24 RC; para de esta manera poder activar la electroválvula, la misma que realiza el dosificado de la leche en las cantidades correctas. Estas se realizarán dependiendo de la cantidad que necesite cada ternera dependiendo de la edad.



3.6 PROGRAMACIÓN PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA

Para realizar la programación en los dispositivos los cuales controlan el sistema de funcionamiento de la máquina, se desarrolló en el (software) de cada equipo. Los dispositivos utilizados son el “Arduino UNO” y el PLC Logo 12/24 RC.

El Arduino UNO se utilizó para realizar la programación la cual permite obtener la comunicación de las lecturas obtenidas del lector RFID, para de esta manera poder activar los relés, estos a su vez activan las tres entradas del PLC; estas entradas permiten activar a las marcas para el funcionamiento de la electroválvula en el momento del dosificado.

Por otra parte el PLC logo se utilizó también para realizar el control del resto de dispositivos y actuadores. Como son botones de encendido y apagado, paro de emergencia, luces piloto, electroválvula, sensor de temperatura, resistencia eléctrica para el calentamiento y motor para el agitado de la leche; los mismos que permiten el funcionamiento completo de la máquina.

La programación de cada dispositivo se muestra en el anexo 8, lo cual permite al lector un mejor entendimiento del diagrama de flujo.

3.6.1 PROGRAMACIÓN ARDUINO UNO

El Arduino uno permite recibir los datos enviados por el lector RFID, el mismo que dependiendo del código grabado en el TAG dosifica la cantidad necesaria de leche para cada ternera.

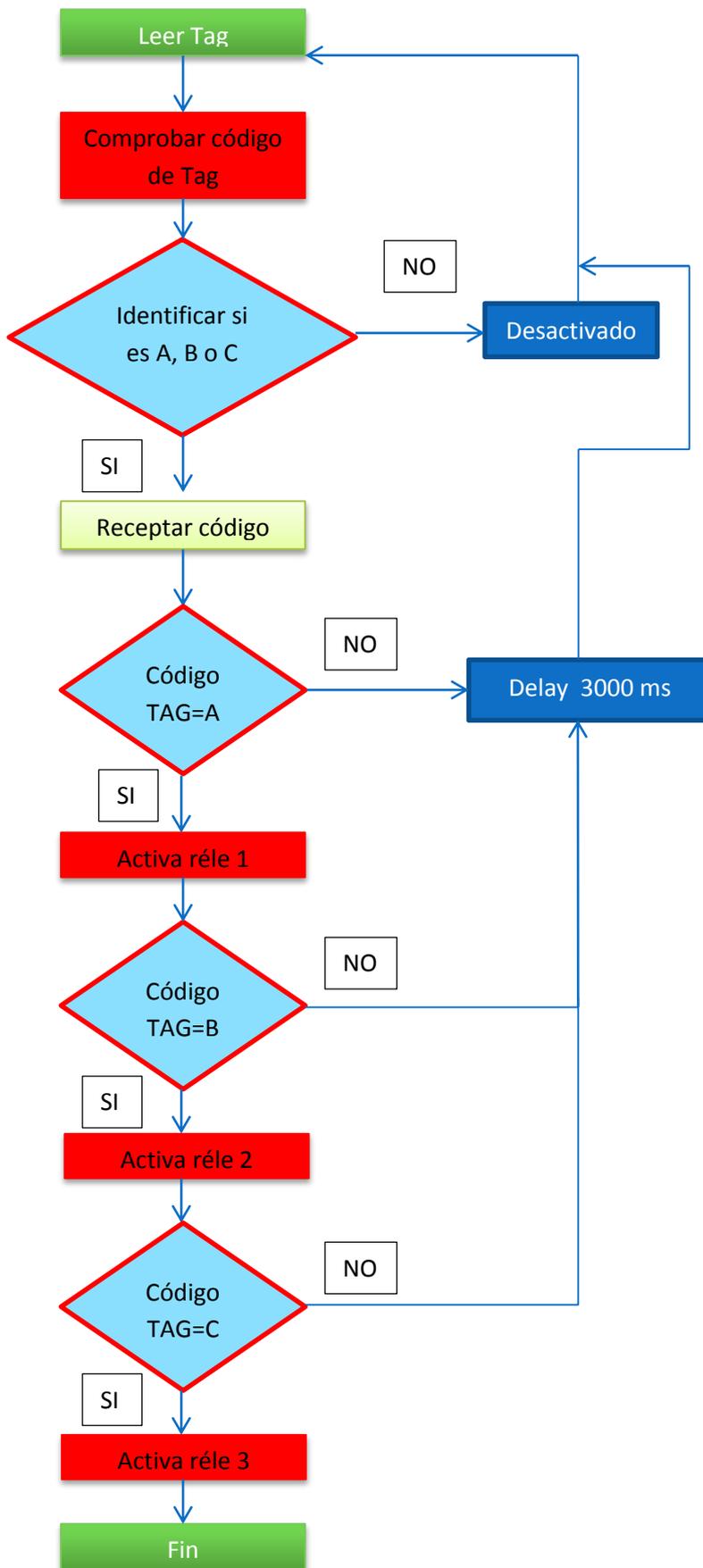
Existen tres tipos de códigos diferentes grabados en hexadecimal para cada TAG; para la dosificación de dos litros de leche el código de la TAG es A, para la dosificación de un litro y medio el código es B y para la dosificación de un litro el

código es C. Cada uno de estos códigos fue previamente grabado con un módulo de lectura y escritura de RFID.

El módulo Arduino UNO recepta cada uno de estos códigos y activa las salidas para activar los relés de 5V a 24V, los mismos que actúan para activar las entradas del PLC. En el anexo número 8 se muestra el código del programa del Arduino uno para desempeñar las instrucciones antes descritas.

A continuación se muestra el diagrama de flujo para la programación de este Modulo.

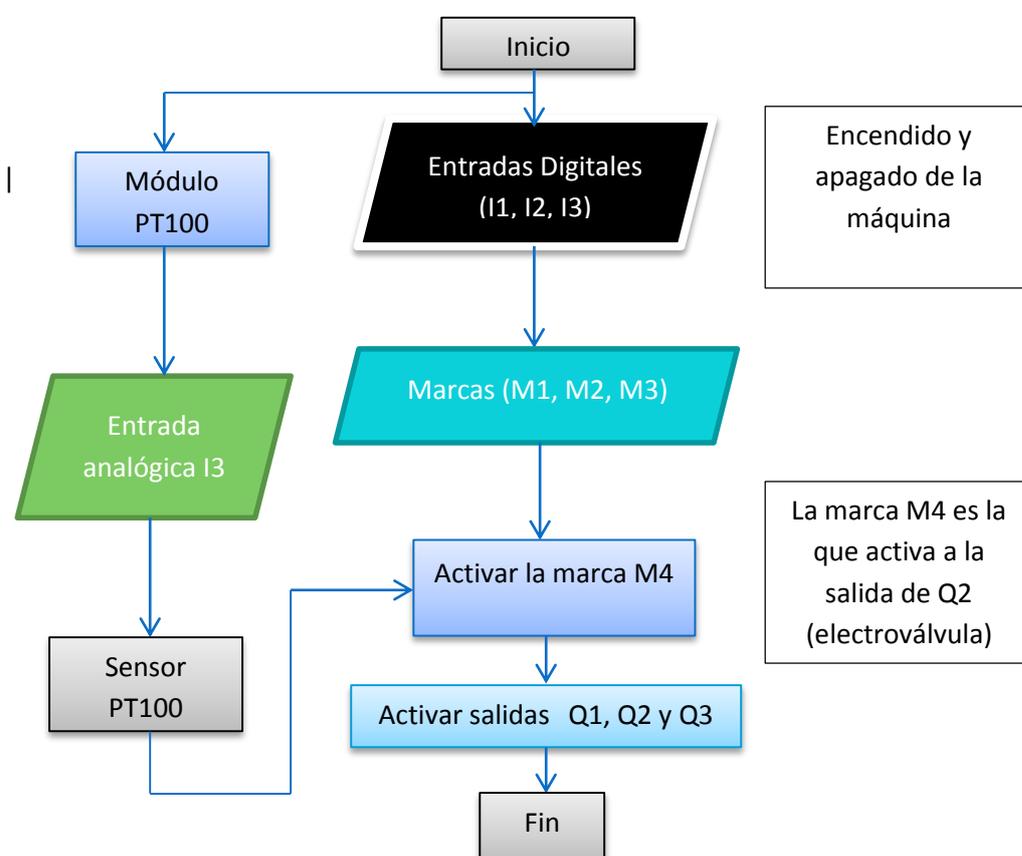
Este es realizado considerando los requerimientos antes mencionados para el funcionamiento de los relés de 5V a 24V, los mismos que activaran a las entradas del PLC.



3.6.2 PROGRAMACIÓN PLC LOGO 12/24RC

La programación en el PLC permite obtener los voltajes del Arduino, los mismos que activan a los relés de 5V a 24V, y estos a su vez activan las entradas del PLC. Estas entradas son utilizadas como marcas, que activarán la salida para la electroválvula, la misma que se activa durante un determinado tiempo dependiendo de la marca que se active. También se utilizó el módulo Pt100 para Logo; con el que se mide la temperatura de la leche, y dependiendo del valor se activan las salidas que activan al motor y a la resistencia. En el anexo 9 se muestra el código de programación del PLC, la misma que realiza todas las instrucciones indicadas.

Se muestra a continuación el diagrama de flujo para la programación del PLC, el mismo que sirve para el control y funcionamiento de



CAPÍTULO IV

4 ENSAMBLAJE DE LA MÁQUINA Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

4.1 MONTAJE DE LA ESTRUCTURA MECÁNICA

La estructura fue realizada con procesos de soldadura por arco y soldadura TIG. El proceso de soldadura por arco se realizó para unir las partes externas de la estructura mecánica, mientras que la soldadura TIG se utilizó en las partes que se encuentran en contacto directo con la leche. La soldadura TIG permite tener un acabado de alta calidad, para el manejo de alimentos, además se reduce porosidades que pueden producir corrosión en las uniones de los recipientes.



Figura 4. 1 Estructura mecánica de la máquina

4.2 MONTAJE DEL SISTEMA ELÉCTRICO

El montaje eléctrico del tablero de control se realizó de tal manera que permita al usuario una fácil manipulación del mismo, con un botón de encendido y apagado, botón de paro de emergencia, luces piloto las cuales indican el funcionamiento correcto de la máquina.

Este tablero se realizó en un gabinete de control, utilizando las respectivas normas de montaje de gabinetes de control, usando rieles DIN para el montaje de elementos sobre este tipo de riel, además se utilizó canaletas de 25cm*25cm para colocar los cables.

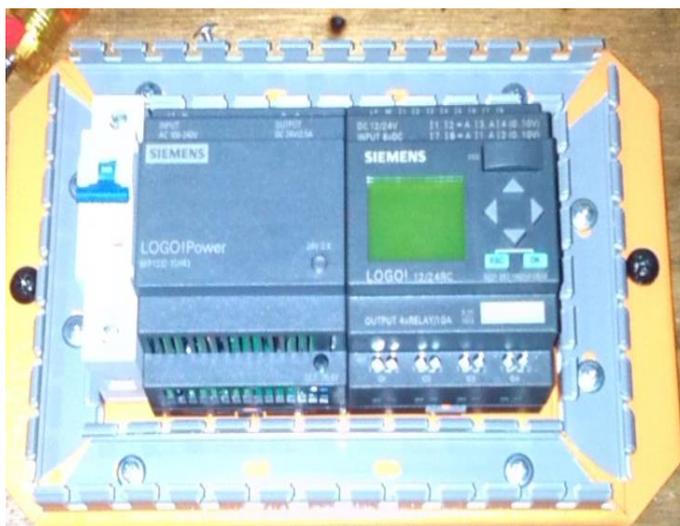


Figura 4. 2 Montaje de dispositivos sobre riel DIN

4.2.1 CONEXIONES DEL SISTEMA ELÉCTRICO

Las instalaciones del sistema eléctrico fueron hechas de tal manera que se pueda identificar las respectivas conexiones; por dicha razón se utilizó cables de tres tipos de colores diferentes, el color negro se usó para negativos, cable

blanco conexiones a positivo y el de color amarillo para para las entradas del PLC.

Cumpliendo con las normas para el montaje de un tablero de control; también se colocó terminales en los extremos de los cables y sus respectivas marcas.



Figura 4. 3 Conexiones de las entradas del PLC

4.3 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Estas pruebas fueron realizadas en el sistema de control de la máquina, permitiendo de esta manera verificar los controles del dosificado de leche y el de calentamiento.

Estas pruebas permitieron tomar los tiempos adecuados tanto para la dosificación, así como para las mediciones tomadas con el sensor de temperatura Pt100, logrando de esta manera poder mantener la temperatura en rangos adecuados para la dosificación.

4.3.1 CALIBRACIÓN DEL SISTEMA DE DOSIFICADO

Se tomaron medidas de volumen para poder determinar el tiempo que debe estar activada la electroválvula y así dosificar las cantidades de volumen en un tiempo determinado. Se muestra a continuación, las tabulaciones realizadas para poder obtener los volúmenes correctos en los tiempos requeridos para realizar una adecuada dosificación.

Tabla 12 *Tabulación 1 para el tiempo de dosificado*

TAGS	Tiempo (Seg)	Volumen (L)
1	20	0.8
2	10	0.4
3	5	0.2

Tabla 13 *Tabulación 2 para el tiempo de dosificado*

TAGS	Tiempo (Seg)	Volumen (L)
1	30	1.2
2	20	0.8
3	10	0.4

Tabla 14 *Tabulación 3 para el tiempo de dosificado*

TAGS	Tiempo (Seg)	Volumen (L)
1	40	1.6
2	30	1.2
3	20	0.8

Tabla 15 *Tabulación 4 para el tiempo de dosificado*

TAGS	Tiempo (Seg)	Volumen (L)
1	50	2
2	40	1.6
3	30	1.2

Tabla 16 *Tabulación 5 para el tiempo de dosificado*

TAGS	Tiempo (Seg)	Volumen (L)
1	50	2
2	37.5	1.5
3	25	1

Con las tabulaciones realizadas se llegó a la conclusión que los tiempos correctos para el dosificado son los que se muestran en la tabla 16, estos tiempos permiten dosificar el volumen en litros de leche para cada ternera dependiendo de la edad.

A continuación se calculara el porcentaje de error existente entre las dos variables que se mencionan en las tablas.

Tabla 17 *Porcentaje de error de la máquina para 25 segundos*

N° De prueba	Tiempo de dosificado (S)	volumen (L)
1	25	1
2	25	0,98
3	25	1,1
4	25	1,1
5	25	0,98
6	25	1
7	25	1
8	25	1,1
9	25	0,98
10	25	1
Promedio		1,024

PORCENTAJE DE ERROR	
valor exacto	valor aproximado
1	1,024
Error absoluto=	-0,024
Error relativo =	-2,4
Porcentaje de error	2,40%

Tabla 18 *Porcentaje de error de la máquina para 37.5 segundos*

N° De prueba	Tiempo de dosificado (S)	volumen (L)
1	37,5	1,5
2	37,5	1,4
3	37,5	1,3
4	37,5	1,3
5	37,5	1,6
6	37,5	1,4
7	37,5	1,5
8	37,5	1,6
9	37,5	1,6
10	37,5	1,5
Promedio		1,47

PORCENTAJE DE ERROR	
valor exacto	valor aproximado
1,5	1,47
Error absoluto=	0,03
Error relativo =	2
Porcentaje de error	2%

Tabla 19 *Porcentaje de error de la máquina para 50 segundos*

N° De prueba	Tiempo de dosificado (S)	volumen (L)
1	37,5	2,1
2	37,5	2
3	37,5	2,2
4	37,5	1,98
5	37,5	1,98
6	37,5	2
7	37,5	2,1
8	37,5	2,1
9	37,5	2
10	37,5	2
Promedio		2,046

PORCENTAJE DE ERROR	
valor exacto	valor aproximado
2	2,046
Error absoluto=	-0,046
Error relativo =	-2,3
Porcentaje de error	2,30%

Porcentaje de error total

PORCENTAJE DE ERROR TOTAL	
	2
	2,3
	2,4
Promedio =	2,233333333

4.3.2 CALIBRACIÓN DEL SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE LECHE

Las calibraciones de este sistema se realizaron utilizando un sensor de temperatura pt100 para controlar la variación de temperatura, además se utilizó diferentes tipos de resistencias eléctricas las mismas que calientan la leche a determinados rangos de temperatura.

El sensor pt100 es controlado por medio del módulo de expansión AM2 Logo, el que permite una conexión directa entre el programa en LOGO y el sensor de temperatura pt100, permitiendo de esta manera enviar una señal analógica para poder controlar la temperatura en un rango de 30°C y 37°C, y de esta manera permitir el encendido y apagado de la resistencia eléctrica.

4.3.3 PRUEBAS DE CAMPO REALIZADAS CON LAS TERNERAS

Estas pruebas fueron realizadas para determinar la reacción de las terneras ante el funcionamiento del equipo, las pruebas se realizaron tomando tres terneras. A continuación se muestran las tablas estadísticas del comportamiento de cada una de ellas.

Tabla 20 *prueba de reacción de las terneras primer día*

TERNERAS	DÍAS DE PRUEBA	ACIERTOS	ERRORES
1	1	1	4
2	1	2	3
3	1	0	5

Tabla 21 *prueba de reacción de las terneras segundo día*

TERNERAS	DÍAS DE PRUEBA	ACIERTOS	ERRORES
1	2	2	3
2	2	3	2
3	2	3	2

Tabla 22 prueba de reacción de las terneras tercer día

TERNERAS	DÍAS DE PRUEBA	ACIERTOS	ERRORES
1	3	4	1
2	3	3	2
3	3	3	2

Tabla 23 prueba de reacción de las terneras cuarto día

TERNERAS	DÍAS DE PRUEBA	ACIERTOS	ERRORES
1	4	5	0
2	4	5	0
3	4	5	0

Con estas pruebas se pudo observar que las terneras reaccionan de buena manera ante la presencia de la máquina. Esto sucede luego de que estas se adaptan al ruido que genera la máquina, esto toma de 1 a dos días. Se logró un acierto del 100% en el cuarto día de prueba, con lo que se concluyó que en cuatro días las terneras se encuentran completamente familiarizadas con el equipo y no necesitan de ayuda para que estas se acerquen a la máquina. A continuación se muestran algunas imágenes de las pruebas realizadas.



Figura 4. 4 prueba de funcionamiento primer día

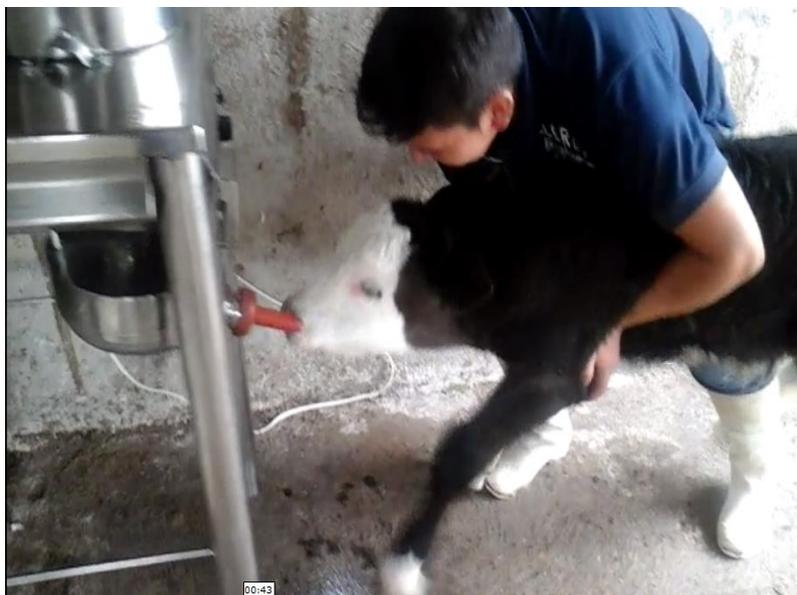


Figura 4. 5 prueba de funcionamiento segundo día



Figura 4. 6 prueba de funcionamiento tercer día



Figura 4. 7 prueba de funcionamiento cuarto día

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Con la implementación de la máquina dosificadora de leche para la alimentación de terneras se logró mejorar el manejo de la crianza de terneras, optimizando el tiempo de dosificación, por cuanto la dosificación de leche a cada ternera toma alrededor de 5 minutos; además reduciendo la contaminación de la leche, debido que el material de fabricación de la máquina es acero inoxidable.
- Los parámetros e índices de calidad, mencionados en la propuesta se mejoraron por cuanto la leche a dosificar estará en los rangos adecuados de temperatura 30 y 37°C, además evitando la acumulación de bacterias y dosificando la cantidad adecuada que debe consumir diariamente cada ternera la cual va desde 2 litros hasta 1 litro dependiendo de la edad.
- Para aplicar el diseño de los recipientes para el estudio requerido, se realizó un rediseño de estos, utilizando un análisis de tensión en el software de INVENTOR, aplicando cargas más grandes y también las oimprevistas y haciendo un análisis como viga empotrada para poder obtener un espesor de lámina más adecuado; que es de 2mm.
- La implementación del control de temperatura permite mantener la temperatura de la leche en un rango de 30°C y 37 °C, lo cual admite la dosificación a la temperatura óptima para alimentación de terneras; y de esta manera reducir enfermedades intestinales en las terneras por una inadecuada temperatura de la leche.

- El sistema de identificación con RFID permite determinar la cantidad correcta a dosificar a cada ternera, esto se realiza con tres tipos diferentes de Tags los cuales activan la electroválvula para dosificar la cantidad de leche que requiere tomar cada ternera dependiendo de su edad.
- Las pruebas y calibraciones de la máquina permiten observar un adecuado funcionamiento de la misma, esto también ayuda a realizar un manejo eficaz en la crianza de terneras; mediante este método aplicado.

5.2 RECOMENDACIONES

- Antes de poner en marcha la máquina es recomendable hacer una revisión completa de la misma, para verificar que no existan fallas en las conexiones eléctricas, fallas mecánicas o fugas de leche.
- Se debe tener precaución en el manejo del sistema de calentamiento de leche en la máquina ya que este puede causar daños en la máquina y lesiones al usuario
- Se recomienda revisar los manuales de usuario y mantenimiento para tener un adecuado mantenimiento de la máquina y evitar fallas por mala manipulación del equipo o por falta de mantenimiento rutinario que se debe realizar a diario en la máquina.
- Es recomendable llevar un plan de mantenimiento para evitar daños mayores en la máquina, se recomienda realizar el mantenimiento

rutinario y el mantenimiento preventivo, descritos en el manual de la máquina.

- Para dar una buena limpieza al equipo se recomienda utilizar agua caliente y detergente para evitar la acumulación de bacterias en las soldaduras.
- Para realizar la limpieza de la tolva es recomendable desmontarla de la estructura evitando que exista contacto de agua con las conexiones eléctricas.

BIBLIOGRAFÍA

- García Torres, E. M. (15 de junio de 2012). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO CON SISTEMA SCADA APLICADO AL CONTROL DEL MICROCLIMA Y DOSIFICACION DEL PRODUCTO ALMACENADO EN SILOS*. Obtenido de UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA REPOSITORIO DIGITAL: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/1902?mode=full>
- Aguirre, F. V. (2013). *Dosificadora y selladora de pulpa de fruta. Para la planta productora " MI PULPITA"*. Ibarra: UTN.
- ARDUINO. (4 de diciembre de 2014). *arduino uno schematic pdf*. Obtenido de i dex of arduino boards: <http://docs-asia.electrocomponents.com/webdocs/0e8b/0900766b80e8ba21.pdf>
- ARIAN Control & Instrumentación. (2015). *Pt100,su operacion, instalación y tablas*. Obtenido de <http://www.arian.cl/downloads/nt-004.pdf>
- Berro, D. (2009). *Trabajo ciencia tecnología y sociedad actual*. Argentina: El Cid Editor.
- Blázquez del Toro, L. M. (2008). *SISTEMAS DE IDENTIFICACIÓN POR RADIOFRECUENCIA*. Madrid.
- Butron, C. M., & Rodríguez, C. M. (2010). *DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE OPERACIÓN DE UN AUTOMÓVIL ALQUILADO ATRAVÉS DE RFID*. Caracas: UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO.
- Calloni, J. C. (2007). *Mantenimiento electrico y mecanico para pequeñas y medianas empresas PyMES*. Buenos Aires: nobuko.
- CARLOS LENIN MALLA CISNEROS, R. J. (2006). *APLICACIÓN DEL MÉTODO DE LOS ELEMETOS FINITOS EN PROCESOS DE ESTAMPADO UTILIZANDO EL PROGRAMA COMPUTACIONAL "STAMPACK"*. Quito: EPN.
- Chromalox Technical Documents. (Junio de 2015). *Información Técnica*. Obtenido de Guías de Selección de densidad potencia y calentador: <http://www.chromalox.com/catalog/resources/technical-information/Heat-Loss-Calculations-and-Heater-Selection-Watt-Density-sp.pdf>
- Cintac. (2014). *Tubos y Perfiles*. 2.
- Crouzet. (05 de 11 de 2014). *Micromotor Catalogue*. Obtenido de <http://www.crouzet.com/english/home.htm>
- Departamento de electrónica Universidad de Alcalá. (s.f.). *AUTOMATAS DE OMRON*. UAH.
- Dipac. (2014). *Catálogo de ACERO*. 40.

- Dosimur S.L. (08 de 04 de 2014). *FICHA TECNICA DOSIFICADORA LINEAL POR CAUDALIMETROS*.
Obtenido de FICHA TECNICA DOSIFICADORA LINEAL POR CAUDALIMETROS:
www.dosimur.com ·
- Dosmatic. (2014). Dosificadores Hidráulicos no Eléctricos Proporcionales. *Turbodos*, 4. Obtenido de Dosificadores Hidráulicos no Eléctricos Proporcionales.
- E.MC. (2012). *Solenoid Valves*. China, China.
- El Cid, E. (2014). *Densidad (Prácticas de Física General)*. Argentina: El Cid Editor.
- EMPAKANDO, maquinaria de empaque. (26 de 03 de 2014). *Llenadora de Pistón LP y LP-ACT*.
Obtenido de Llenadora de Pistón LP y LP-ACT: www.empakando.com
- Falco, A. (2012). *Introducción a la física: Una física para todos* . Argentina: Editorial Brujas.
- FAMIQ. (04 de 11 de 2014). *Aceros inoxidables*. Obtenido de
<http://www.famiq.com.ar/catalogo/sanitaria/abrazaderas-clamp/abrazaderas-clamp>
- Geometricos, C. (2004). *Cuerpos Geometricos*. Argentina: Colegio24hs.
- Guerra Guaman;Aguirre Enriquez, M. A. (2013). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MOLINO PARA PULVERIZAR CARBÓN CON UN SISTEMA DOSIFICADOR, PARA LA INDUSTRIA PIROTÉCNICA G&G FUEGOS ARTIFICIALES*. Riobamba: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO . Obtenido de DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MOLINO PARA PULVERIZAR CARBÓN CON UN SISTEMA DOSIFICADOR, PARA LA INDUSTRIA PIROTÉCNICA G&G FUEGOS ARTIFICIALES: <http://www.bibliotecasdelecuador.com/>
- HOVICON INTERNATIONALB.V. (26 de 03 de 2014). *hovicon.com*. Obtenido de [hovicon.com](http://www.hovicon.com):
<http://www.hovicon.es/dosificadores/dosificadores-de-jabon>
- ID Innovations. (11 de 04 de 2013). *ID SERIES Datasheet*. Obtenido de
<http://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/ID/ID-2LA,%20ID-12LA,%20ID-20LA2013-4-10.pdf>
- INGESIR. (26 de 03 de 2014). *Dosificador ISOBÁRICO apto para el envasado de líquidos:*. Obtenido de Dosificador ISOBÁRICO apto para el envasado de líquidos::
<http://www.ingesir.com.ar/disoba.htm>
- Instituto Schneider Electric, d. F. (2008). *Manual de formación de controladores programables TwidoSuite*. España: Scneider electric.
- interempresas. (2014). *dosificadores-gravimetricos-y-sus-molinos-y-trituradores*. Obtenido de
<http://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/22787-Wittmann-presenta-sus-nuevos-dosificadores-gravimetricos-y-sus-molinos-y-trituradores.html>
- Javier Bateman, C. C. (2009). *Diseño de un protocolo de identificación por radiofrecuencia (RFID)...*
Bogotá: ebray.

- Juan Gabriel Cargas Herrera, C. J. (2007). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA PARA EL LLENADO CON TIERRA DE BOLSAS USADAS EN VIVEROS FORESTALES*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- K-TRON, c. (2014). *Cómo seleccionar el mejor dosificador volumétrico para sus procesos*. Obtenido de coperion K-TRON: <http://www.ktron.es/process-equipment/feeders/technology/volumetric-feeders-overview.cfm>
- LaserTube. (04 de 11 de 2014). *www.diisa.net*. Obtenido de http://www.diisa.net/conexiones_clamp.html
- LOGO, S. (Julio de 2001). *Manual de logo Modulo AM2 PT100*. Obtenido de http://w3.siemens.com/mcms/industrial-automation-systems-simatic/en/manual-overview/tech-doc-controllers/documents/pt100_modul_sp.pdf
- Miroluino, I. (1978). *PROBLEMAS DE RESISTENCIA DE MATERIALES*. Moscú: Mir.
- Neumaic. (4 de diciembre de 2014). *VALVULAS 2/2 - ACCION DIRECTA*. Obtenido de <http://www.neumaic.com/>
- Norton, R. L. (2011). *DISEÑO DE MÁQUINAS Un enfoque integrado*. Pearson Educacion.
- Pablo Sarzosa. (2013). *ESTUDIO DE UN SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE LÍQUIDOS APLICABLE EN EL LABORATORIO DE SISTEMAS DE MEDICIÓN Y CONTROL INDUSTRIAL PARA CONTROLAR EL PROCESO DE LLENADO DE BOTELLAS*. Ambato: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.
- Pardo Alonso, J. L. (2012). *archa de Montaje y puesta en marcha de sistemas robóticos y sistemas de visión en bienes de equipo y maquinaria industrial (UFD461)*. España: IC Editorial.
- Paz, H. (2009). *Sistemas de comunicaciones digitales*. Bogotá: Escuela colombiana de Ingeniería Julio Garavito.
- Resistencias Eléctricas Narváez. (Junio de 2015). *Resistencias Eléctricas Narváez*. Obtenido de <http://www.resistenciaselectricasnarvaez.com/Servicios.html>
- RFID Journal. (21 de 09 de 2004). *10 questions to ask RFID vendors*. Obtenido de documento en línea: <http://www.rfidjournal.com/article/articleview/1330/1/129>
- Richard.G Budynas, J. N. (2008). *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley*. México: MacGraw- Hill.
- Roberth L .Mott, P. (2006). *DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS*. Mexico: PEARSON EDUCACIÓN.
- Ruiz Gutiérrez José, M. (agosto de 2007). *Arduino: Manual de Programación*. Obtenido de <http://arduinoobot.pbworks.com/f/Manual+Programacion+Arduino.pdf>
- Saturnino, S. T. (2013). *Sistemas automáticos industriales de eventos discretos*. México: Alfaomega Grupo Editorial.
- SIEMENS. (2007). *S7-200 Programmable Controller System Manual*. SIMATIC.

SIEMENS. (agosto de 2011). *LOGO! logic module*. Obtenido de <http://www.farnell.com/datasheets/1683990.pdf>

TECNOLOGÍA DEL PLASTICO. (2014). *En qué se diferencian los sistemas de dosificación volumétricos de los gravimétricos?* Obtenido de <http://www.plastico.com/temas/En-que-se-diferencian-los-sistemas-de-dosificacion-volumetricos-de-los-gravimetricos+97156?tema=3670000>

TECNOQUIM. (2010). *DOSIFICADOR DE GASES SERIE NXT3000. (3000 Lbs-día Cap. Max.)*. Obtenido de DOSIFICADOR DE GASES SERIE NXT3000. (3000 Lbs-día Cap. Max.): http://www.grupotecnoquim.com/productos/DOSIFICADOR_DE_GASES__SERIE_NXT3000._%283000_Lbs-d%C3%ADa_Cap._Max.%299.php

VACA CARABALÍ, J. (2013). *BANDA DOSIFICADORA DE FRUTAS PARA LA PLANTA PRODUCTORA MI PULPITA*. Ibarra: UTN.

Yunus A.Cengel, M. A. (2009). *Termodinámica*. Mexico: Mc Graw- Hill.

ANEXOS

MANUAL DE USUARIO

El presente manual tiene como finalidad presentar al usuario una guía que le permita seguir los pasos para iniciar el funcionamiento, montaje y desmontaje de la de la máquina.

COMPONENTES DE LA MÁQUINA

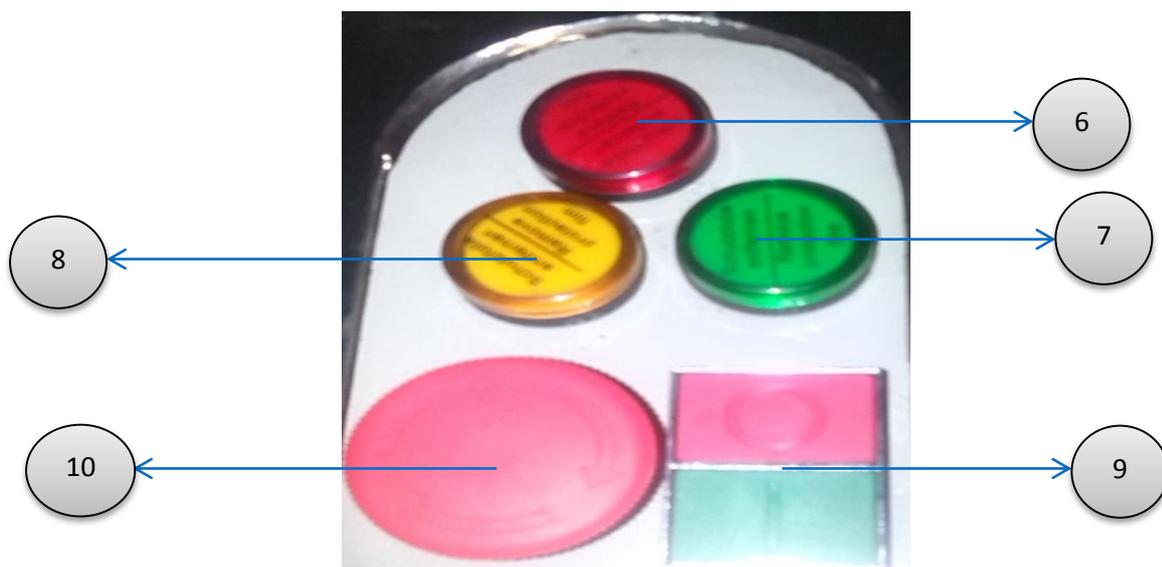
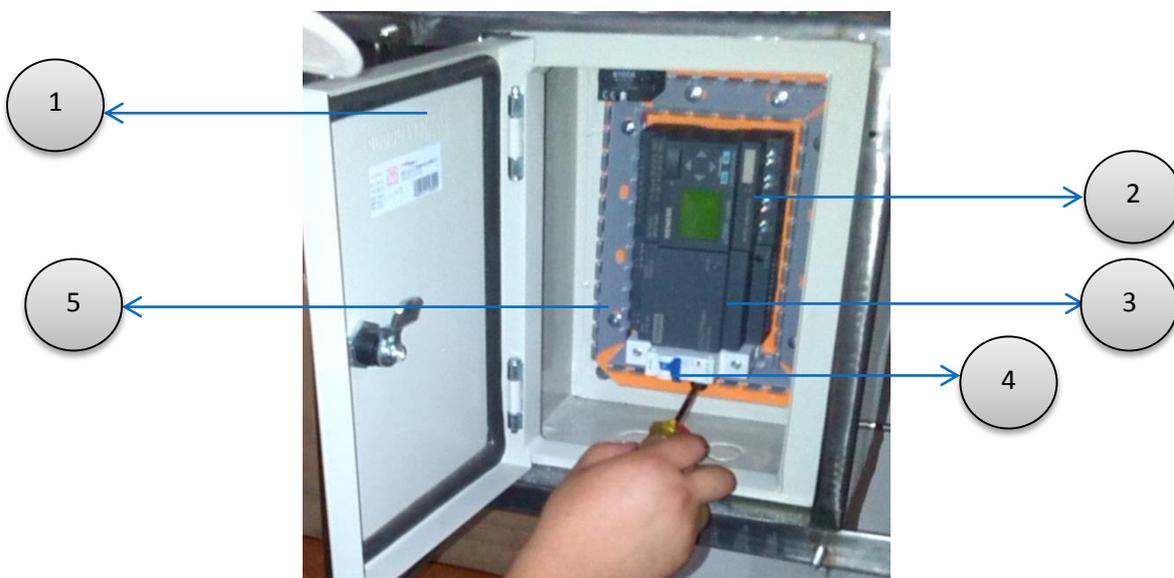
La máquina dosificadora de leche está conformada por componentes mecánicos y eléctricos, los que permiten dar a la máquina el funcionamiento requerido.

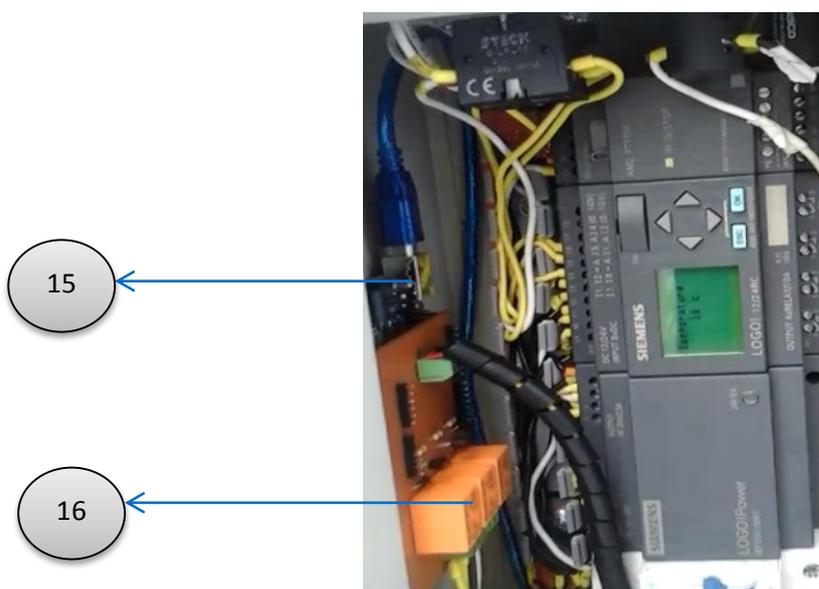
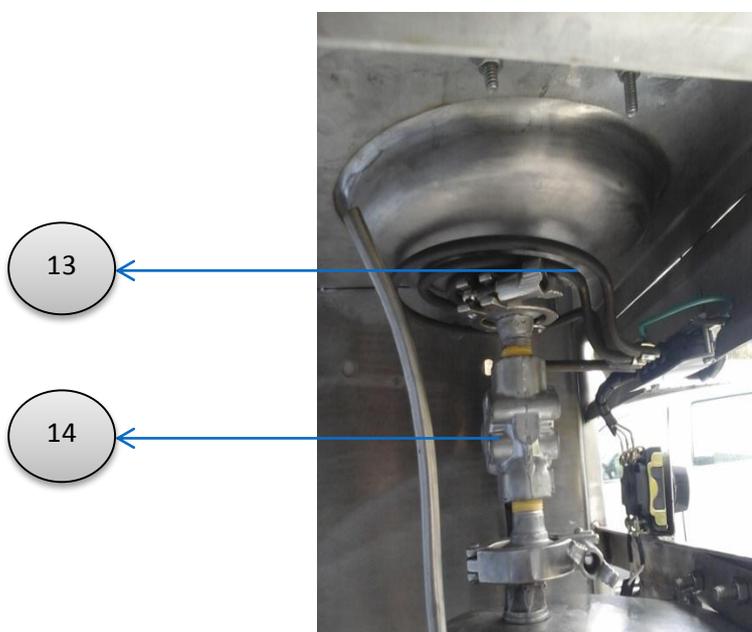
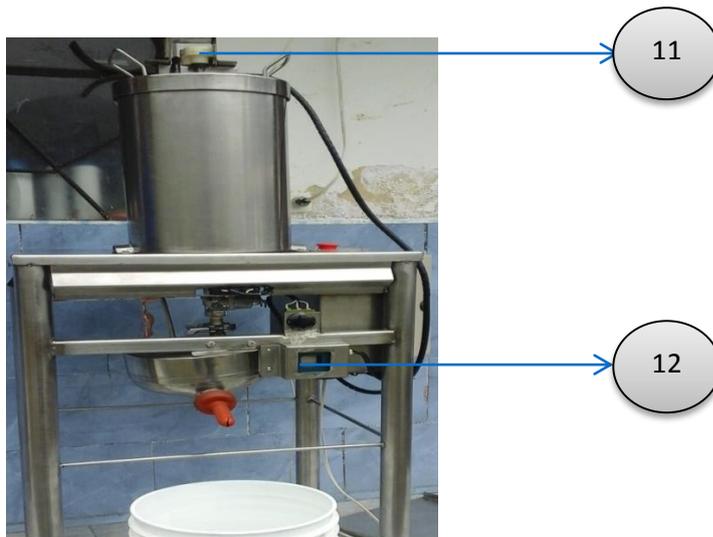
COMPONENTES MECÁNICOS



1. Eje agitador
2. Tapa
3. Tolva
4. Electroválvula
5. Recipiente de dosificado
6. Estructura
7. Chupón

COMPONENTES ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS





1. Tablero de control
2. PLC LOGO12/24 RC
3. Fuente del PLC
4. Breaker
5. Canaletas
6. Indicador del motor
7. Indicador de la electroválvula
8. Indicador de la resistencia eléctrica
9. Botón de encendido y apagado
10. Botón de paro de emergencia
11. Motor
12. Lector RFID
13. Resistencia Eléctrica
14. Electroválvula
15. Módulo Arduino
16. Relés

ENCENDIDO DE LA MÁQUINA

El inicio o encendido de la máquina se debe realizar previo a verificación de las conexiones eléctricas, revisión mecánica de la estructura, verificando que no existan fugas de leche en las uniones de las tuberías, es decir haciendo una revisión completa de la máquina.

El tablero de control está constituido por cinco elementos fundamentales que el usuario debe conocer antes de usar:

- Botón de encendido; este botón es de color verde con el cual se inicia el encendido de la maquina luego de activar el (breaker) que se encuentra en la parte interna del tablero de control.



Botón de encendido

- Botón de apagado; este botón es de color rojo e indica el paro de la máquina una vez terminado el proceso de dosificación.



Botón de apagado

- Botón de paro de emergencia; este botón es tipo hongo y sirve para parar todo el sistema en caso de que ocurrieran fallas en el sistema de control.



Botón de paro de emergencia

- Luz piloto color verde (M), esta luz indica el encendido y correcto funcionamiento del motor el cual mueve al eje agitador que se encuentra en la tapa de la tolva.



Indicador de funcionamiento del motor

- Luz piloto color naranja; esta luz indica el encendido y funcionamiento del sistema de calentamiento de la leche se activa conjuntamente con la luz roja, esto debido que; cuando se tenga encendido el sistema de calentamiento de la leche, también se encienda el motor para de esta manera poder distribuir la temperatura hacia todo el contenido del recipiente.



Indicador de funcionamiento de la resistencia

- Luz piloto color verde (E); esta luz indica el funcionamiento de la electroválvula y se activa y se desactiva dependiendo del tipo de lectura que envié la Tag, esta permanecerá encendida durante el proceso de dosificado de leche a cada ternera.



Indicador de funcionamiento de la electroválvula

LECTURA DE LAS TAGS

El usuario debe verificarla edad de las terneras para poder utilizar su respectivo Tag, para realizar el dosificado, ya que de esto depende una correcta dosificación de leche a cada ternera.

También se debe evitar que haya contacto directo entre el lector RFID y el animal ya que esto puede causar daños en el equipo.

LIMPIEZA DE LA MÁQUINA

Para realizar una adecuada limpieza es necesario desinfectar todas las partes que se encuentran en contacto directo con la leche, establecidos en la “Guía de buenas prácticas de producción lechera”.

Se debe utilizar agua tibia y detergente, este puede ser líquido o sólido, según las normas INEN 839 e INEN 852, además no deben contener elementos abrasivos, cloruros, sales, ácidos y vinagres ; para poder retirar todos los residuos de grasa que quedan acumulados en las paredes de los recipientes, cañerías y electroválvula. De ser necesario se debe desmontar cada una de los elementos

antes mencionados para poder dar una mejor limpieza a cada uno de los elementos de la máquina.

Para realizar el desmontaje se debe desatornillar todas las uniones de los recipientes, además se debe retirar las férulas que unen a la electroválvula con los dos recipientes.



Limpieza de la tolva con uso de jabón solido



Limpieza de la estructura con jabón solido

CHECKLIST PREVIO AL ACCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA

ELEMENTOS mecánicos	
Retirar la tapa de la tolva	
Revisar la tolva y recipiente de dosificado	
Revisar que la estructura se encuentre en buenas condiciones	
Revisar que no haya fugas en las juntas y empaques de la electroválvula	
Verificar que el chupón este bien colocado	
ELEMENTOS ELÉCTRICOS	
Revisar motor del eje agitador	
Revisar electroválvula	
Revisar resistencia eléctrica	
Revisar instalación eléctrica	
Revisar tablero de control	

Observaciones

MANUAL DE MANTENIMIENTO

Existen diferentes tipos de mantenimiento los cuales pueden ser aplicados en una maquina o equipo, depende del mantenimiento adecuado que se le dé a una máquina para poder aumentar su tiempo de vida útil. Por dicha razón es muy importante llevar un plan de mantenimiento.

Se pueden dar distintos tipos de mantenimiento, para lo cual existen metodologías de mantenimiento indicadas en la siguiente clasificación. (Calloni, 2007)

- Mantenimiento Rutinario
- Mantenimiento Correctivo
- Mantenimiento Programado
- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Predictivo

MANTENIMIENTO RUTINARIO

Este debe realizarse diariamente, en la limpieza de toda la máquina; haciendo limpieza de la tolva, estructura, recipiente de dosificado, y todos los elementos que se encuentran en contacto con la leche. Además se debe limpiar diariamente el lugar en donde se encuentra la máquina

MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Se debe realizar siempre y cuando exista una ruptura, desgaste, cortocircuito en alguna pieza que conforma la máquina, las partes más comunes que están propensas a daños son:

- Resistencia eléctrica

- Electroválvula
- Estructura
- Tolva

Ya sea por falla humana o por contacto con las terneras.

MANTENIMIENTO PROGRAMADO

Realizar cambios en los elementos básicos de los sistemas eléctricos de ser necesario, como son los interruptores, relés, breaker, luces indicadoras, etc.

MANTENIMIENTO PREDICTIVO

- Detección de ruido en los elementos eléctricos.
- Revisar fisuras en las soldaduras.
- Medición de temperaturas en elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos.
- Revisar si existe corrosión en algunas juntas o soldaduras de la máquina.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El plan de mantenimiento preventivo de la máquina se llevara de tal manera, que se tome en cuenta parámetros de funcionamiento de cada uno de los elementos que la conforman; para así poder llevar un historial del funcionamiento de la máquina, permitiendo además determinar los elementos mecánicos y eléctricos que serán motivo de la inspección.

Tabla 24 Elementos fundamentales para llevar un plan de mantenimiento

Elemento	Posible fallo	Tipo de mantenimiento
Estructura	Fallo por vibraciones. Corrosión en soldaduras.	Realizar mantenimiento rutinario de limpieza, además fijar de manera adecuada la máquina para que no existan vibraciones debido al movimiento.
Tolva	Incrustación de bacterias en soldaduras.	Realizar mantenimiento rutinario de limpieza.
Recipiente de dosificado	Incrustación de bacterias en soldaduras.	Realizar mantenimiento rutinario de limpieza.
Accesorios	Deterioro de empaques. Acumulación de bacterias en cañerías. Ruptura de juntas (abrazaderas).	Realizar mantenimiento preventivo y reemplazar los elementos deteriorados
Electroválvula	Deterioro del asiento de la electroválvula. Deterioro de la bobina de la electroválvula.	Realizar mantenimiento preventivo para poder reemplazar la bobina, además rectificar el asiento de la válvula o en otro caso reemplazar la electroválvula.
Tablero eléctrico	Cortocircuitos. Recalentamiento de circuitos. Final de vida útil de elementos. Cables sueltos.	Realizar mantenimiento rutinario, revisar fusibles, realizar lectura de instrumentos. Realizar mantenimiento correctivo, corregir fallas y reemplazar elementos deteriorados. Realizar mantenimiento preventivo para observar detalles del PLC y la fuente.
Sensor de temperatura, Tags RFID	Deterioro o ruptura de los Tags. Deterioro del sensor de temperatura.	Realizar mantenimiento correctivo para reemplazar las piezas.

ANEXO 1

PROPIEDADES DE LOS ACEROS INOXIDABLES

A-12

Apéndices

APÉNDICE 6 PROPIEDADES DE LOS ACEROS INOXIDABLES

Designación del material			Resistencia a la tensión		Resistencia de fluencia		Ductilidad (porcentaje de elongación en pulgadas)
Número AISI	UNS	Condición	(ksi)	(MPa)	(ksi)	(MPa)	
Aceros austeníticos							
201	S20100	Recocido	115	793	55	379	55
		1/4 duro	125	862	75	517	20
		1/2 duro	150	1030	110	758	10
		3/4 duro	175	1210	135	931	5
		Duro total	185	1280	140	966	4
301	S30100	Recocido	110	758	40	276	60
		1/4 duro	125	862	75	517	25
		1/2 duro	150	1030	110	758	15
		3/4 duro	175	1210	135	931	12
		Duro total	185	1280	140	966	8
304	S30400	Recocido	85	586	35	241	60
310	S31000	Recocido	95	655	45	310	45
316	S31600	Recocido	80	552	30	207	60
Aceros ferríticos							
405	S40500	Recocido	70	483	40	276	30
430	S43000	Recocido	75	517	40	276	30
446	S44600	Recocido	80	552	50	345	25
Aceros martensíticos							
410	S41000	Recocido	75	517	40	276	30
416	S41600	Q&T 600	180	1240	140	966	15
		Q&T 1000	145	1000	115	793	20
		Q&T 1400	90	621	60	414	30
431	S43100	Q&T 600	195	1344	150	1034	15
440A	S44002	Q&T 600	280	1930	270	1860	3
Aceros endurecidos por precipitación							
17-4PH	S17400	H 900	200	1380	185	1280	14
		H 1150	145	1000	125	862	19
17-7PH	S17700	RH 950	200	1380	175	1210	10
		TH 1050	175	1210	155	1070	12

ANEXO 2 CATALOGO DIPAC



INOXIDABLE

TUBO REDONDO EN ACERO INOXIDABLE

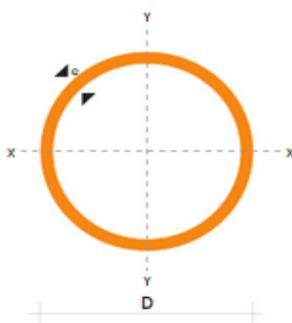
Especificaciones Generales

- Norma** AISI 304
- Largo Normal** 6 mts.
- Otros largos** previas consulta
- dimensiones** Desde 5/8" a 2 7/8"
- Espesor** Desde 0,8 mm a 2,0 mm



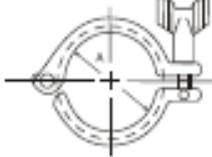
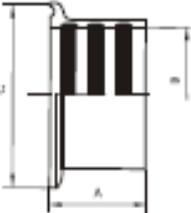
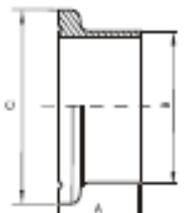
NOMENCLATURA

- A=** Area de la selección transversal del tubo, cm²
- I=** Momento de inercia de la sección, cm⁴
- W=** Módulo resistente de la sección, cm³
- i=** Radio de giro de la sección cm



DIAMETRO ESTANDARIZADO		ESPESOR	PESO		PROPIEDADES		
Pulg	mm	e mm	P kg/6m	A cm	I cm ⁴	W cm ³	i cm
5/8	15.90	0.60	1.44	0.29	0.08	0.11	0.54
		0.75	1.86	0.36	0.10	0.13	0.53
		0.95	2.28	0.44	0.12	0.15	0.51
		1.10	2.64	0.51	0.14	0.18	0.52
		1.50	3.54	0.68	0.18	0.22	0.51
3/4	19.05	0.60	1.74	0.35	0.15	0.16	0.65
		0.75	2.16	0.43	0.19	0.19	0.65
		0.95	2.70	0.54	0.22	0.23	0.64
		1.10	3.18	0.62	0.25	0.26	0.63
		1.50	4.20	0.83	0.32	0.34	0.62
7/8	22.22	0.60	2.04	0.41	0.24	0.21	0.76
		0.75	2.52	0.50	0.29	0.26	0.76
		0.95	3.18	0.63	0.36	0.32	0.75
		1.10	3.66	0.73	0.41	0.37	0.75
		1.50	4.92	0.98	0.53	0.47	0.74
1	25.40	0.60	2.28	0.47	0.36	0.28	0.88
		0.75	2.88	0.58	0.44	0.35	0.87
		0.95	3.60	0.73	0.55	0.43	0.87
		1.10	4.20	0.84	0.62	0.49	0.86
		1.50	5.64	1.13	0.81	0.64	0.85
1 1/4	31.75	0.95	4.50	0.92	1.09	0.69	1.18
		1.10	5.22	1.06	1.24	0.78	1.08
		1.50	7.08	1.43	1.63	1.03	1.07
1 1/2	38.10	0.95	5.40	1.11	1.91	1.00	1.31
		1.10	6.24	1.28	2.19	1.15	1.31
		1.50	8.46	1.72	2.89	1.52	1.30
1 3/4	44.45	0.95	6.24	1.30	3.07	1.38	1.54
		1.10	7.26	1.50	3.52	1.16	1.53
		1.50	9.84	2.02	4.67	2.10	1.52
1 7/8	47.63	0.95	6.78	1.40	3.80	1.60	1.65
		1.10	7.80	1.61	4.35	1.83	1.64
		1.50	10.26	2.17	5.79	2.43	1.63
2	50.80	0.95	7.20	1.49	4.62	1.82	1.76
		1.10	8.34	1.72	5.30	2.09	1.76
		1.50	10.80	2.32	7.06	2.78	1.74
2 3/8	60.33	1.50	13.20	2.77	12.00	3.98	2.08
2 1/2	63.50	1.50	14.04	2.92	14.05	4.42	2.19

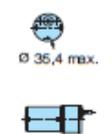
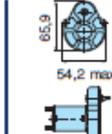
ANEXO 3 CATALOGO FAMIQ

FAMIQ <small>Acero inoxidable</small>		Uniones Unions						1
Unión Clamp Clamp Unions	Abrazadera clamp Clamp 3A - 13MHH		Pulgadas Inches	m/m	A			
			1"	25,4	53,9			
			1 1/4"	38,1	53,9			
			2"	50,8	66,5			
			2 1/2"	63,5	80,9			
			3"	76,2	94,4			
			4"	101,6	122,4			
			5"	127	145			
			6"	152,4	170			
			8"	203,3	217,7			
		Fig. 10510						
Unión Clamp Clamp Unions	Manguito clamp para expandir Expanding ferrule 3A - 148MP		Pulgadas Inches	A	B	C		
			1"	19	25,4	50,4		
			1 1/4"	20	31,7	50,4		
			1 1/2"	28,6	38,1	50,4		
			2"	28,6	50,8	64		
			2 1/2"	34,9	63,5	77,4		
			3"	36,5	76,2	91		
			4"	38,1	101,6	119		
		Fig. 10520						
Unión Clamp Clamp Unions	Manguito clamp para soldar Welding ferrule 3A - 14AM		Pulgadas Inches	B	A	C		
			3/4"	19,05	18	50,4		
			1"	25,4	28,6	50,4		
			1 1/4"	31,7	28,6	50,4		
			1 1/2"	38,1	28,6	50,4		
			2"	50,8	28,6	64		
			2 1/2"	63,5	28,6	77,4		
			3"	76,2	28,6	91		
			4"	101,6	28,6	119		
			5"	127	28,6	144		
			6"	152,4	28,6	167		
			8"	203,2	28,8	218,5		
		Fig. 10530						
Unión Clamp Clamp Unions	Tapa clamp Blank cap for clamp 3A - 16AMP		Pulgadas Inches	m/m	A	C		
			3/4"	19,05	5,5	50,4		
			1"	25,4	5,5	50,4		
			1 1/4"	31,7	5,5	50,4		
			1 1/2"	38,1	5,5	50,4		
			2"	50,8	5,5	64		
			2 1/2"	63,5	5,5	77,4		
			3"	76,2	5,5	91		
			4"	101,6	5,5	119		
			5"	127	7,9	144		
			6"	152,4	7,9	167		
			8"	203,2	11,2	218,5		
		Fig. 10540						

Tuercas hexagonales, cegas, autofrenantes y mariposa.

ANEXO 4 CATALOGO CROUZET

Guide to selecting D. C. motors

Gearbox		Max. torque (Nm)		0.5		1.2			
		Type of gearbox		81 012	81 021	81 032			
Motors direct drive (Nm)									
Usable Power (W)	Nominal torque (Nm)	Nominal speed (rpm)	Supply voltage (V)	Motor type dimensions (mm)	81 012	81 021	81 032		
3	7.7	3700	12 24	▶ p.22 82 860 0 Ø 32 	▶ p.34 82 862 1.5... 441 rpm 	▶ p.36 82 861 0.36... 430 rpm 			
8.7	41.5	2000	12	▶ p.24 82 810 0 Ø 42 			▶ p.38 82 812 20... 100 rpm 		
9.4	45	24	24						
12	45	2580	12	▶ p.26 82 810 5 Ø 42 					
13		2750	24						
15.6	75	2000	12	▶ p.24 82 800 0 Ø 42 			▶ p.38 82 802 20... 100 rpm 		
15.7		24							
20	70	2670	12	▶ p.26 82 800 5 Ø 42 					
22		3070	24						
20	70	2670	12	▶ p.28 82 800 8 Ø 42 					
22		3070	24						
27	172	1500	12	▶ p.30 82 830 0 Ø 63 					
24		24							
32.5	100	3100	12	▶ p.28 82 850 0 Ø 42 					
33.5		3200	24						
47	170	2630	12	▶ p.30 82 830 5 Ø 63 					
50		2770	24						
90	270	3200	24	▶ p.32 82 890 0 Ø 63 					
95		3360	48						

Selection of a geared motor

A geared motor is selected according to the required usable power output.

$$\text{Usable Power (W)} = \frac{2\pi}{60} C \cdot n \quad \left(\frac{\text{Nm}}{\text{rpm}} \right)$$

A geared motor must have usable power equal to or greater than the power required to rotate the load. It is selected by checking that the point corresponding to the required operating conditions (torque and speed output) is higher than the nominal torque versus speed curve of the geared motor. The required torque output of a geared motor must be within its maximum recommended torque for continuous duty.

1

ANEXO 5 DISEÑO DE LA TOLVA EN INVENTOR

Informe de análisis de tensión

Autodesk®

Archivo analizado:	tanque bien tesis .ipt
Versión de Autodesk Inventor:	2012 (Build 160160000, 160)
Fecha de creación:	26/11/2014, 14:20
Autor de la simulación:	Erik Morán
Resumen:	

Información de proyecto (iProperties)

Resumen

Autor	Erik Morán
-------	------------

Proyecto

Nº de pieza	tanque bien tesis
Diseñador	Erik Morán
Coste	\$ 0,00
Fecha de creación	18/06/2014

Estado

Estado del diseño	Trabajo en curso
-------------------	------------------

Propiedades físicas

Material	Acero inoxidable
Densidad	8,08 g/cm ³

Masa	5,89378 kg
Área	718314 mm ²
Volumen	729428 mm ³
Centro de gravedad	x=123,642 mm y=-308,43 mm z=0 mm

Nota: los valores físicos pueden ser diferentes de los valores físicos utilizados por CEF indicados a continuación.

Simulación prueba Simulación: 1

Objetivo general y configuración:

Objetivo del diseño	Punto único
Tipo de simulación	Análisis estático
Fecha de la última modificación	26/11/2014, 14:06
Detectar y eliminar modos de cuerpo rígido	No

Configuración avanzada:

Tamaño medio de elemento (fracción del diámetro del modelo)	0,1
Tamaño mínimo de elemento (fracción del tamaño medio)	0,2
Factor de modificación	1,5
Ángulo máximo de giro	60 gr
Crear elementos de malla curva	Sí

Material(es)

Nombre	Acero inoxidable	
General	Densidad de masa	8,08 g/cm ³
	Límite de elasticidad	250 MPa
	Resistencia máxima a tracción	0 MPa

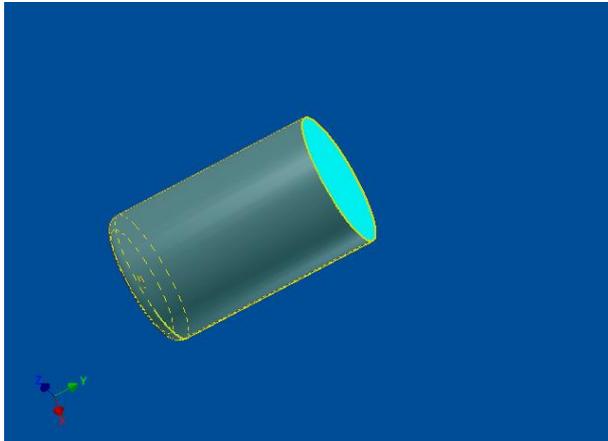
Tensión	Módulo de Young	193 GPa
	Coefficiente de Poisson	0,3 su
	Módulo cortante	0 GPa
Tensión térmica	Coefficiente de expansión	0,0000104 su/c
	Conductividad térmica	16 W/(m K)
	Calor específico	477 J/(kg c)
Nombre(s) de pieza	tanque bien tesis	

Condiciones de funcionamiento

Presión:1

Tipo de carga	Presión
Magnitud	0.004 MPa

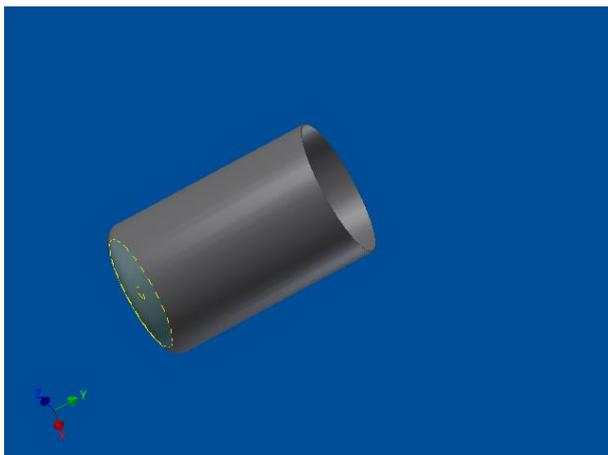
Cara(s) seleccionada(s)



Restricción fija:1

Tipo de restricción	Restricción fija
---------------------	------------------

Cara(s) seleccionada(s)



Resultados

Fuerza y pares de reacción en restricciones

Nombre de la restricción	Fuerza de reacción		Pares de reacción	
	Magnitud	Componente (X,Y,Z)	Magnitud	Componente (X,Y,Z)
Restricción fija:1	199,892 N	0 N	0 N m	0 N m
		199,892 N		0 N m
		0 N		0 N m

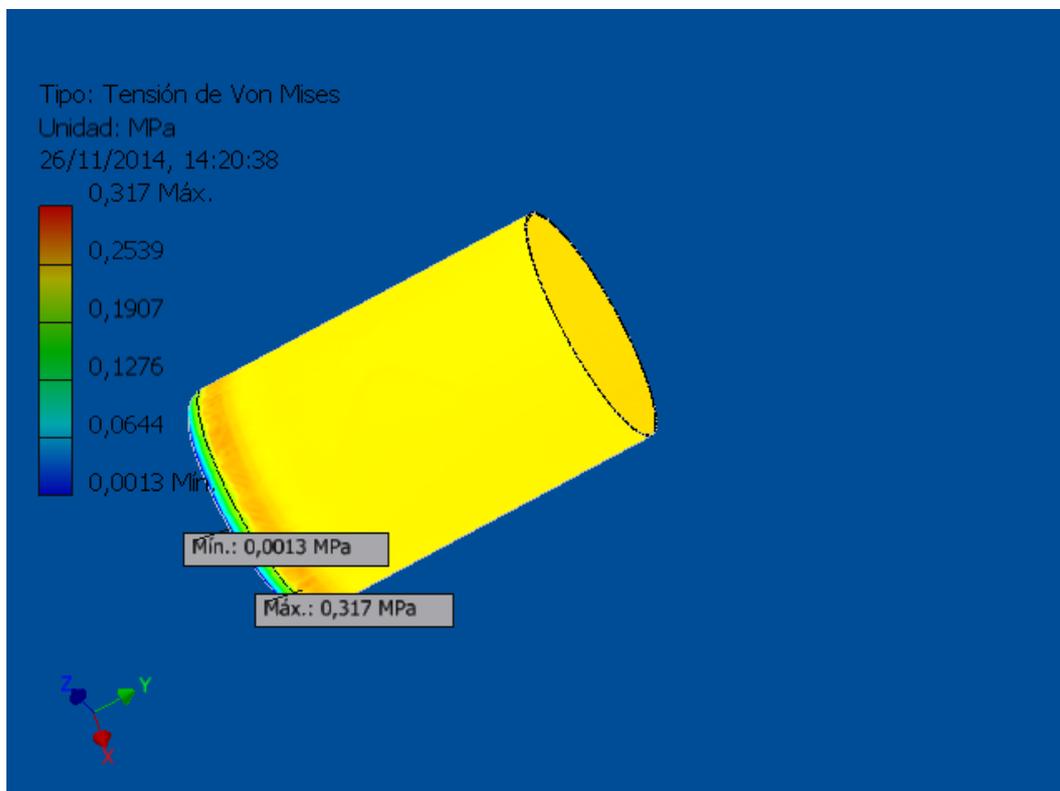
Resumen de resultados

Nombre	Mínimo	Máximo
Volumen	729428 mm ³	
Masa	5,89378 kg	
Tensión de Von Mises	0,00128411 MPa	0,316997 MPa
Primera tensión principal	-0,13794 MPa	0,394855 MPa
Tercera tensión principal	-0,405244 MPa	0,182253 MPa
Desplazamiento	0 mm	0,000370683 mm
Coefficiente de seguridad	15 su	15 su
Tensión XX	-0,394482 MPa	0,32148 MPa

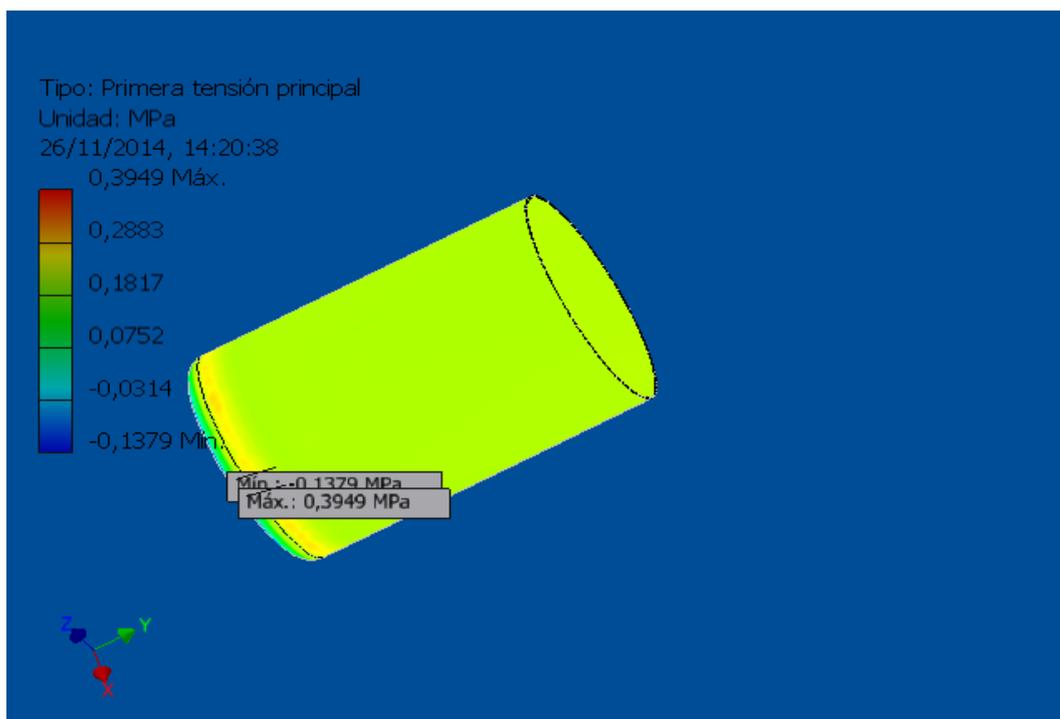
Tensión XY	-0,101897 MPa	0,112574 MPa
Tensión XZ	-0,150056 MPa	0,149766 MPa
Tensión YY	-0,225414 MPa	0,29566 MPa
Tensión YZ	-0,09574 MPa	0,0901987 MPa
Tensión ZZ	-0,356046 MPa	0,382295 MPa
Desplazamiento X	-0,000181127 mm	0,000187964 mm
Desplazamiento Y	-0,000319501 mm	0,000000757585 mm
Desplazamiento Z	-0,000181421 mm	0,000181271 mm
Deformación equivalente	0,00000000686844 su	0,00000148639 su
Primera deformación principal	-0,0000000214276 su	0,00000164756 su
Tercera deformación principal	-0,00000170584 su	0,000000127953 su
Deformación XX	-0,00000157576 su	0,00000145512 su
Deformación XY	-0,000000686351 su	0,000000758269 su
Deformación XZ	-0,00000101074 su	0,00000100878 su
Deformación YY	-0,00000088426 su	0,000000855014 su
Deformación YZ	-0,000000644881 su	0,000000607556 su
Deformación ZZ	-0,00000148651 su	0,00000156296 su

Figuras

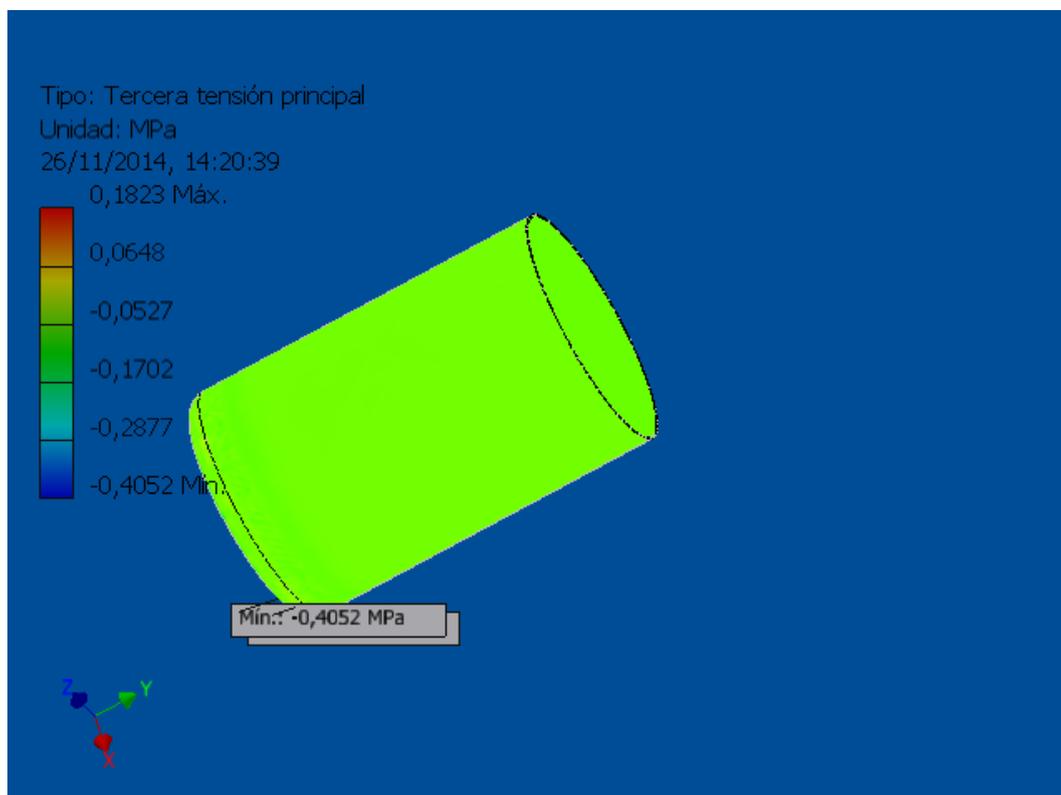
Tensión de Von Mises



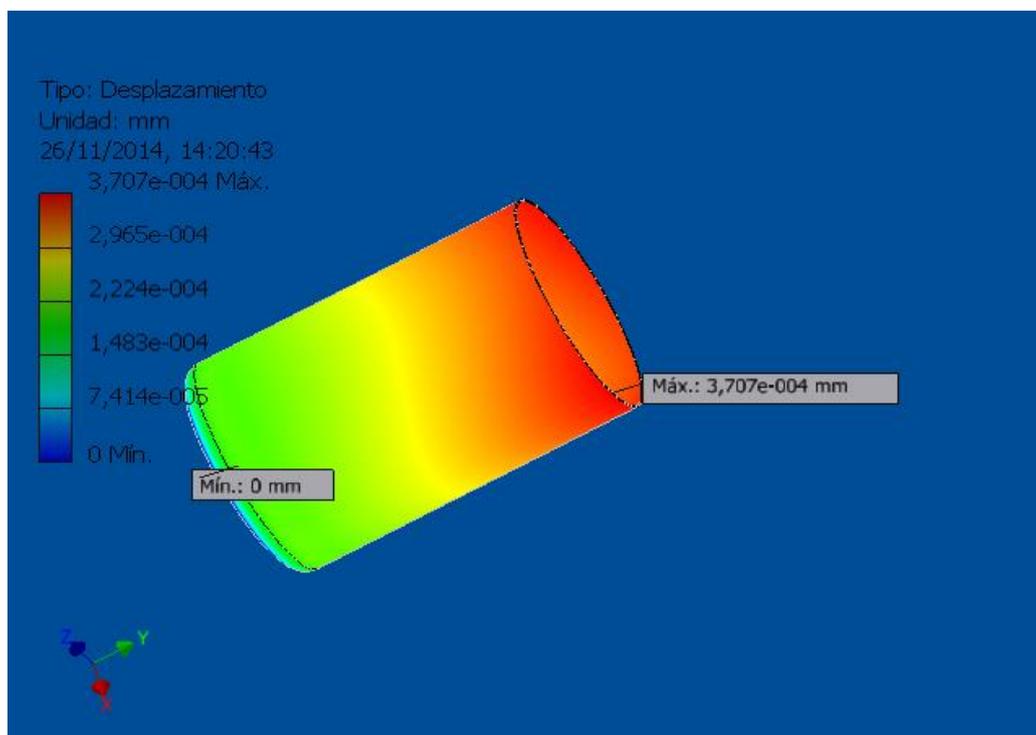
Primera tensión principal



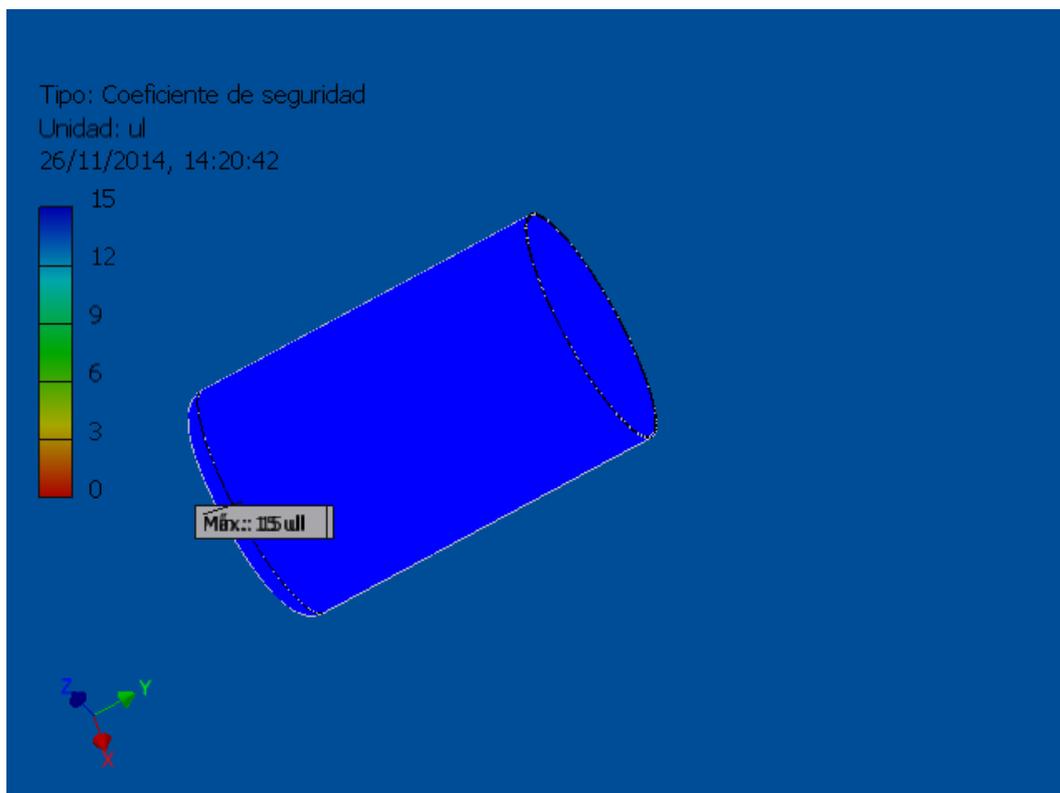
☐ Tercera tensión principal



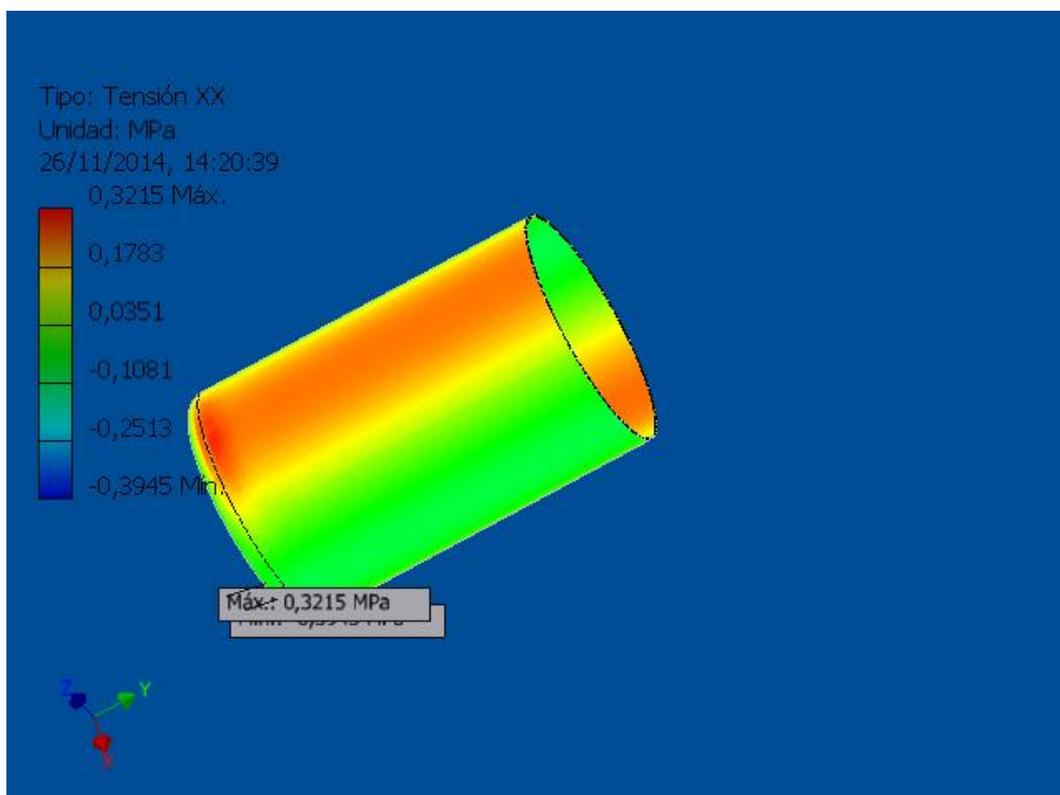
☐ Desplazamiento



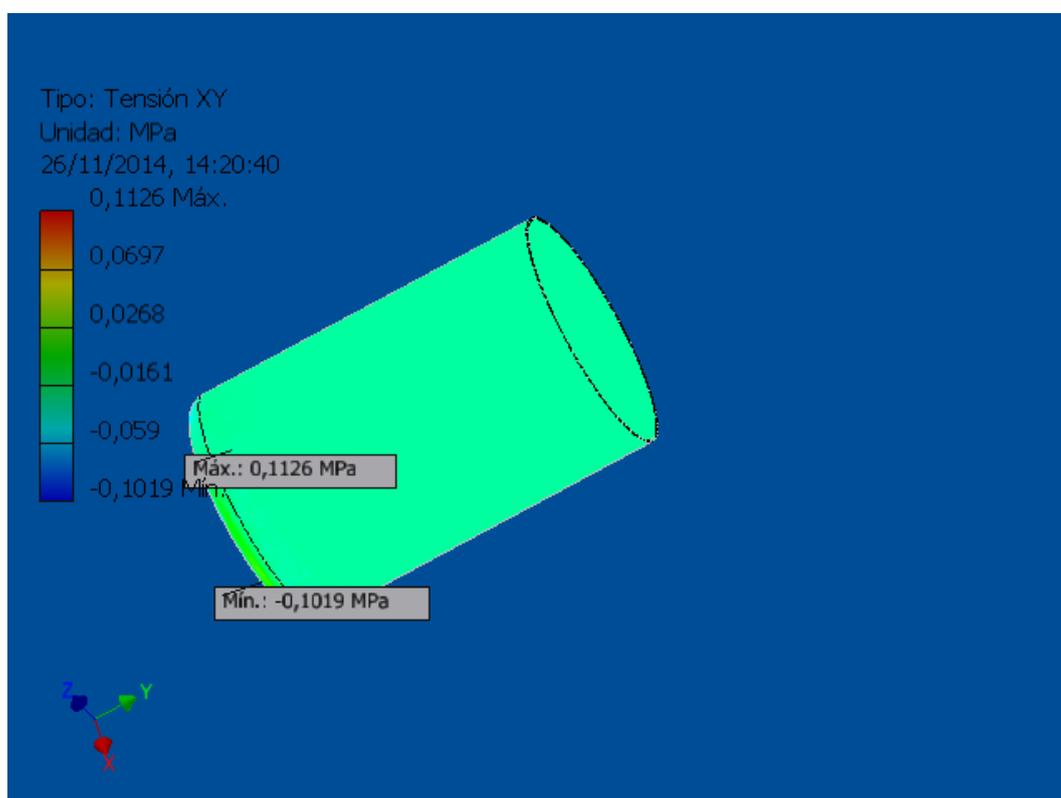
☐ Coeficiente de seguridad



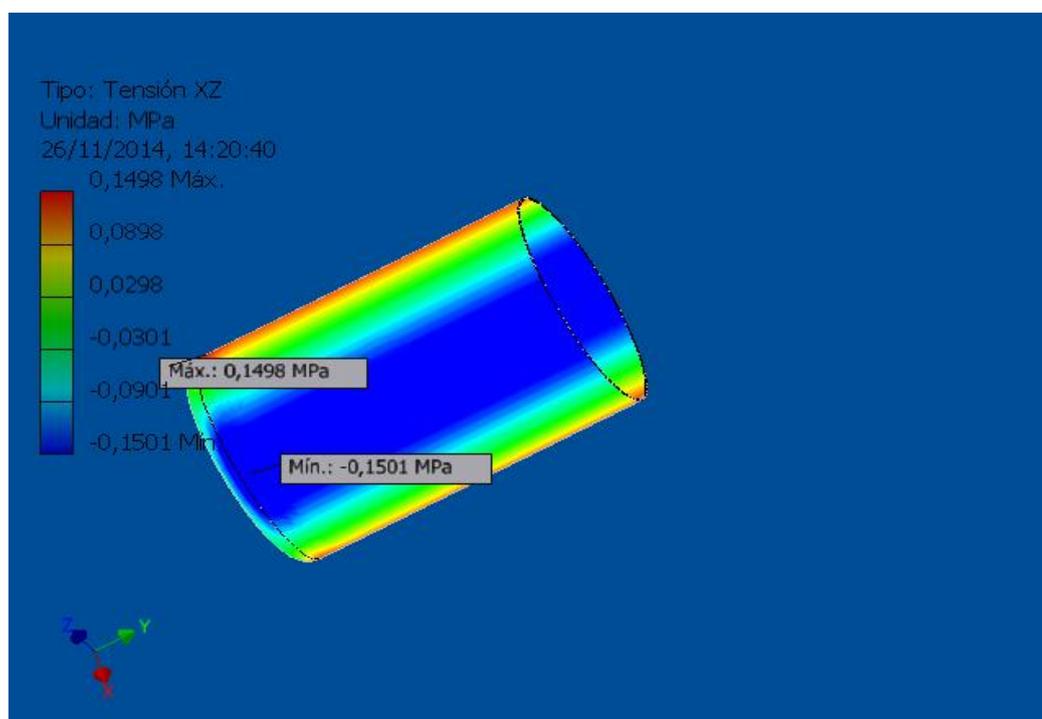
☐ Tensión XX



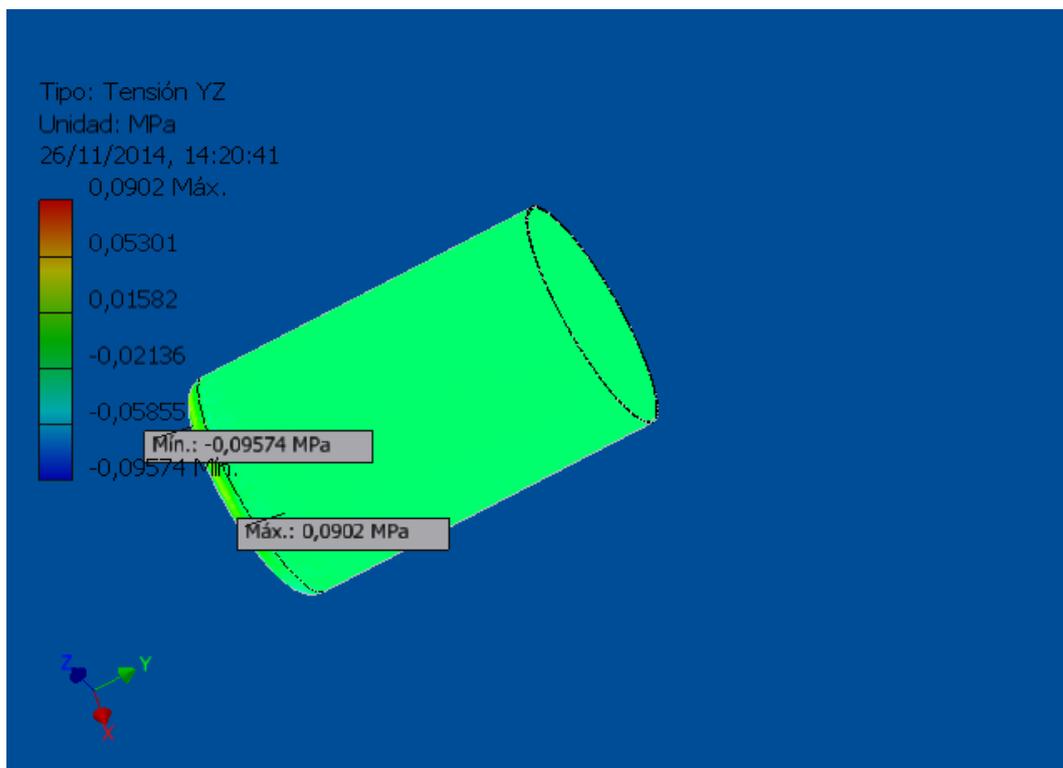
☐ Tensión XY



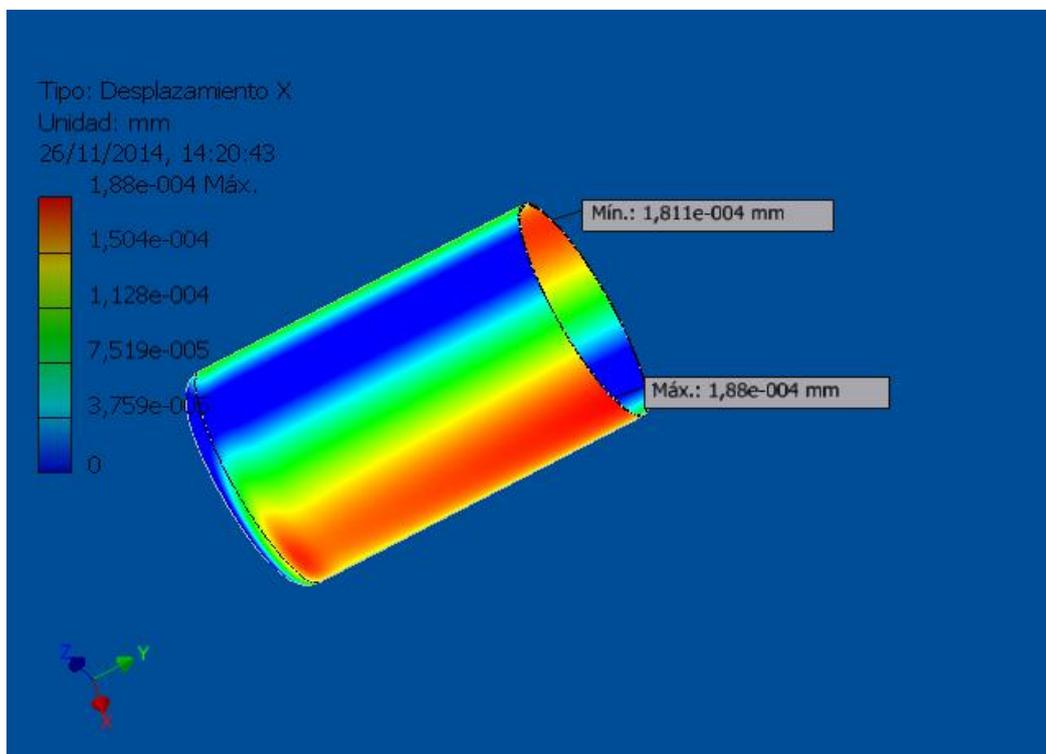
☐ Tensión XZ



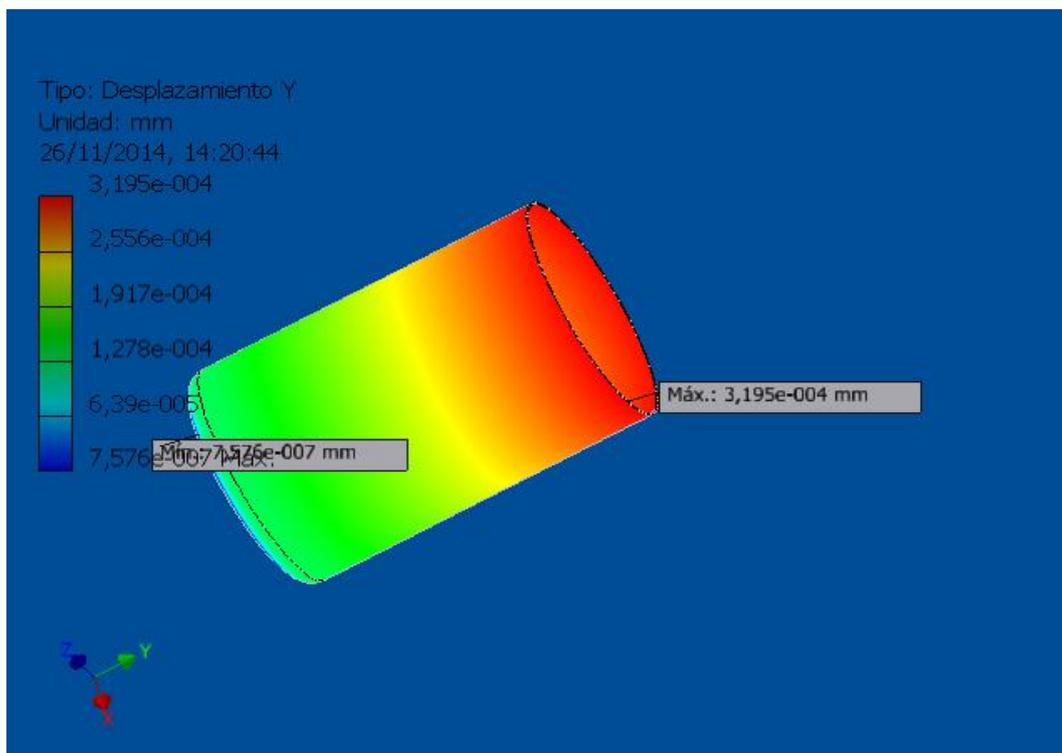
Tensión YZ



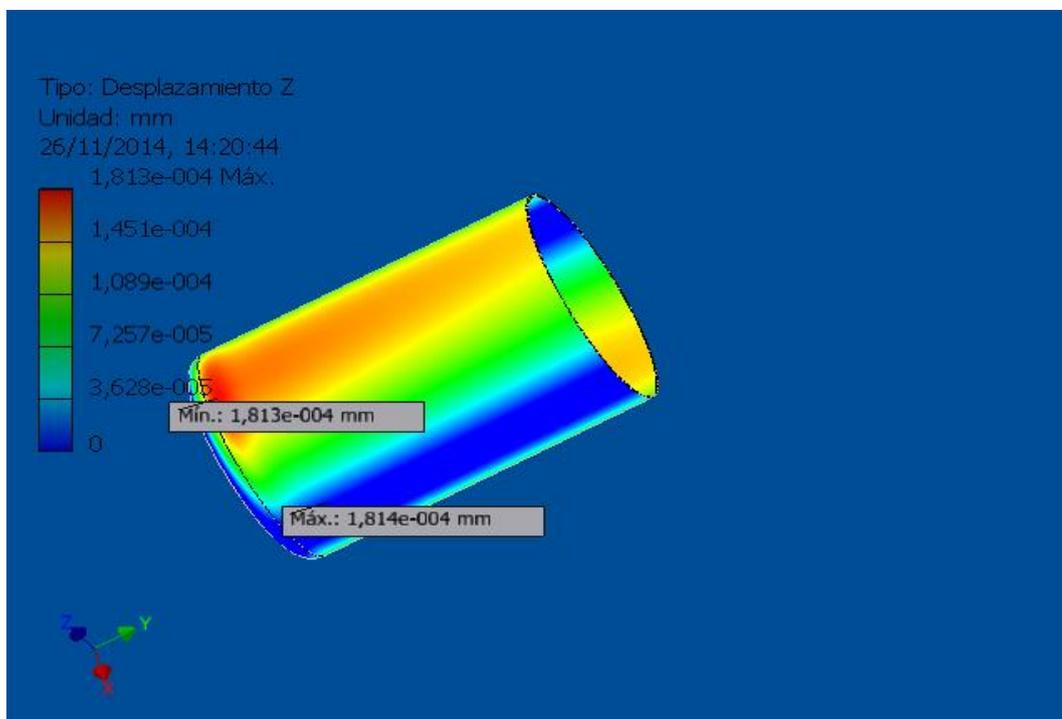
Desplazamiento X



☐ Desplazamiento Y



☐ Desplazamiento Z



ANEXO 6

ESPECIFICACIONES LOGO

© Siemens AG 2011

LOGO! logic module
LOGO! modular

LOGO! modular basic versions

Overview



- The space-saving basic versions
- Interface for the connection of expansion modules, up to 24 digital inputs, 16 digital outputs, 8 analog inputs and 2 analog outputs can be addressed
- With connection option for LOGO! TD text display (can be connected to all LOGO! 0BA6 basic versions)

Technical specifications

	6ED1 052-1CC01-0BA6	6ED1 052-1MD00-0BA6	6ED1 052-1HB00-0BA6	6ED1 052-1FB00-0BA6
Supply voltages				
Rated value		Yes		
• 12 V DC	Yes	Yes	Yes	Yes
• 24 V DC				Yes
• 115 V DC				100 V
• 230 V DC				253 V
• Permissible range, lower limit (DC)	20.4 V	10.8 V	20.4 V	
• Permissible range, upper limit (DC)	28.8 V	28.8 V	28.8 V	
• 24 V AC			Yes	
Digital outputs				
Number of digital outputs	4; Transistor	4; Relay	4; Relay	4; Relay
Short-circuit protection	Yes; electrical (1 A)	No; external fusing necessary	No; external fusing necessary	No; external fusing necessary
Output current				
• for signal "1" permissible range for 0 to 55 °C, max.	0.3 A			
Relay outputs				
Switching capacity of contacts				
• with inductive load, max.		3 A	3 A	3 A
• with resistive load, max.		10 A	10 A	10 A
EMC				
Emission of radio interference acc. to EN 55 011				
• Emission of radio interference acc. to EN 55 011 (limit value class B)	Yes; Radio interference suppression according to EN55011, limit value class B	Yes	Yes	Yes

LOGO! logic module

LOGO! modular

LOGO! modular basic versions

Technical specifications (continued)

	6ED1 052-1CC01-0BA6	6ED1 052-1MD00-0BA6	6ED1 052-1HB00-0BA6	6ED1 052-1FB00-0BA6
Environmental requirements				
Operating temperature				
• Min.	0 °C	0 °C	0 °C	0 °C
• Max.	55 °C	55 °C	55 °C	55 °C
Degree of protection				
IP20	Yes	Yes	Yes	Yes
Standards, approvals, certificates				
CSA approval	Yes	Yes	Yes	Yes
Developed according to IEC1131	Yes	Yes	Yes	Yes
FM approval	Yes	Yes	Yes	Yes
According to VDE 0631	Yes	Yes	Yes	Yes
Marine approval	Yes	Yes	Yes	Yes
UL approval	Yes	Yes	Yes	Yes
Dimensions and weight				
Dimensions				
• Mounting	on 35 mm DIN rail, 4 spacing units wide	on 35 mm DIN rail, 4 spacing units wide	on 35 mm DIN rail, 4 spacing units wide	on 35 mm DIN rail, 4 spacing units wide
• Width	72 mm	72 mm	72 mm	72 mm
• Height	90 mm	90 mm	90 mm	90 mm
• Depth	55 mm	55 mm	55 mm	55 mm

ANEXO 7

CARACTERÍSTICAS VALVULAS SOLENOIDES 2/2 - ACCION DIRECTA



ESP系列二位二通电磁阀(常闭型)
ESP Series 2/2 Solenoid Valve (Normal Close)



ZS系列二位二通电磁阀(常闭型)
ZS Series 2/2 Solenoid Valve (Normal Close)



订货举例 How to Order?

ESP -- 10 -- E2

ESP系列
ESP Series

接管口径
Port size
10: 3/8"
15: 1/2"
20: 3/4"
25: 1"
35: 1-1/4"
40: 1-1/2"

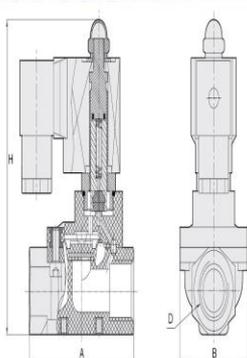
电压 Voltage
E1: AC110V E8: DC110V
E2: AC220V E9: DC24V
E3: AC380V E10: DC36V
E4: DC24V
E5: DC12V
E6: AC36V
E7: AC24V

* ESP系列, 二位二通, AC110V, 3/8"接管口径, 常闭, 型号: ESP-10E1
* ESP Series, 2 port, 2 position, AC110V, 3/8" port size, Normal Close, model ESP-10E1

产品特性 Product Features

- * 常闭电磁阀, 增强尼龙阀体, 成本更低
- * 接管口径从3/8" 到1-1/2"
- * 膜片先导式, 工作压力更低
- * Normal close, reinforced nylon body, lower cost
- * Sizes range from 3/8" to 1-1/2"
- * Diaphragm pilot solenoid valve, with lower working pressure

外形尺寸图 Main Dimensions (mm)



型号 Model	长 Length(A)	宽 Width(B)	高 Height(H)	接管口径 Port size(O)
ESP-10	74	48	109	3/8"
ESP-15	74	48	109	1/2"
ESP-20	90	85	128	3/4"
ESP-25	90	85	128	1"
ESP-35	120	110	152	1-1/4"
ESP-40	120	110	152	1-1/2"

规格 Specifications

产品型号 Model	ESP-10	ESP-15	ESP-20	ESP-25	ESP-35	ESP-40
工作介质 Working medium	空气、水、瓦斯、汽水、液体 Air, Gas, Water, Liquid					
工作型式 Acting type	先导式 Pilot acting type					
流量口径 Orifice(mm)	15	15	25	25	40	40
接管口径 Port size	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"
工作压力 Working pressure(Bar)	0.5-7					
最大工作压力 Guaranteed pressure(Bar)	9					
工作温度 Working temperature(°C)	0-65					
阀体材质 Valve body material	增强尼龙 Reinforce Nylon					
密封件材质 Seal material	NBR					

订货举例 How to Order?

ZS -- 06 -- [] -- E2 -- 3L -- S2 -- H

ZS系列
ZS series

接管口径
Port size
06: 1/8"
08: 1/4"
10: 3/8"
15: 1/2"
20: 3/4"
25: 1"
35: 1-1/4"
40: 1-1/2"
50: 2"
F: 法兰连接
Flange

密封材料
Blank: 丁腈橡胶
V: 氟橡胶
E: 乙丙橡胶
G: 挂橡胶
Seal material
Blank: NBR
V: Viton
E: EPDM
G: Silicon rubber
(Optional for the orifice smaller than Ø25mm)

电压
Voltage
E1: AC110V
E2: AC220V
E3: AC380V
E4: DC24V
E5: DC12V
E6: AC36V
E7: AC24V
E8: DC110V
E9: DC48V
E10: DC36V

流量口径
Orifice(mm)
2.5L: 2.5
3L: 3.0
4L: 4.0
5L: 5.0
6L: 6.0
7.5L: 7.5
10L: 10.0
16L: 16.0
20L: 20.0
25L: 25.0
32L: 32.0
40L: 40.0
50L: 50.0

阀体材质
Blank: 铜阀体
S1: SS316不锈钢阀体
S2: SS304不锈钢阀体
Valve body
Blank: Brass
S1: SS316
S2: SS304

控制方式
Blank: 常闭
Control style
Blank: Normal close
H: Normal open

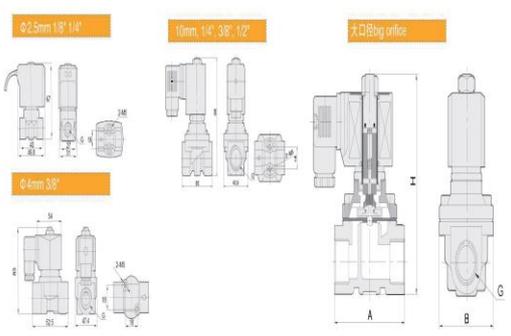
加口径与口径一致, 型号中流量标识省略
Cancel if same with port size

* ZS系列, 二位二通, 接管口径1/8", 丁腈橡胶密封件, AC110V, 流量口径 3mm, 铜阀体, 常闭, 型号: ZS06E1-3L
* ZS系列, 二位二通, 接管口径3/8", 氟橡胶密封件, AC220V, 流量口径 16mm, SS304阀体, 常开, 型号: ZS10VE2-16LS2H
* ZS series, 2 port, 2 position, 1/8" port size, NBR Seal, AC110V, orifice: 3mm, brass valve body, normal close, model: ZS06E1-3L
* ZS series, 2 port, 2 position, 3/8" port size, Viton Seal, AC220V, orifice: 16mm, SS304 valve body, normal open, model: ZS10VE2-16LS2H

产品特性 Product Features

- * 常开常闭, 阀体材质: 铜, 不锈钢304, 不锈钢316 (可定做)
- * 有多种密封件可供选择, 以适应不同的介质
- * 接管口径从1/8" 到2", 也可以法兰安装
- * 膜片先导式电磁阀, 耐压更低 (10mm为特殊流量口径)
- * Normal close/Normal open, available body: brass, SS304, SS316
- * Multiple seals are available for different medium
- * Wide size range from 1/8" to 2", with both thread and flange connection
- * Diaphragm pilot solenoid valve, with lower working pressure (10mm is special)

外形尺寸图 Main Dimensions (mm)



ANEXO 8 PROGRAMACIÓN ARDUINO UNO

```
##include <TimerOne.h>

#include <SoftwareSerial.h>

SoftwareSerial Rfid_Serial(10, 11); // RX, TX

unsigned int val=0,lectura=0;

unsigned char i,x,y,z,cont;

unsigned int codigo_rfid[10];

unsigned int codigo_tag1[10]={48,48,48,48,48,48,48,48,48,65};

unsigned int codigo_tag2[10]={48,48,48,48,48,48,48,48,48,66};

unsigned int codigo_tag3[10]={48,48,48,48,48,48,48,48,48,67};

boolean t;

int tiempo=10;//tiempo en milisegundos

#define enable 9 //rfid enable

#define salida_1 2 //rfid enable

#define salida_2 3 //rfid enable

#define salida_3 4 //rfid enable

void setup()

{

  Serial.begin(9600);

  Rfid_Serial.begin(2400);

  Serial.println("ok,Rfid lector?");

  pinMode(enable,OUTPUT);//Enable Rfid

  pinMode(salida_1,OUTPUT);//Enable Rfid

  pinMode(salida_2,OUTPUT);//Enable Rfid

  pinMode(salida_3,OUTPUT);//Enable Rfid
```

```
digitalWrite(enable,LOW);
digitalWrite(salida_1,LOW);
digitalWrite(salida_2,LOW);
digitalWrite(salida_3,LOW);
unsigned int a=0;
}
void loop()
{
while(t==0)
{
if((Rfid_Serial.available()!=0))
{
lee_tag();
verifica();
t=1;
}
}
if((t==1)&&(x==10))
{
digitalWrite(salida_1,HIGH);
delay(10);
digitalWrite(salida_1,LOW);
delay(5000);
t=0;
}
if((t==1)&&(y==10))
{
digitalWrite(salida_2,HIGH);
delay(10);
digitalWrite(salida_2,LOW);
```

```
    delay(4000);

    t=0;
}
if((t==1)&&(z==10))
{
    digitalWrite(salida_3,HIGH);
    delay(10);
    digitalWrite(salida_3,LOW);
    delay(3000);
    t=0;
}
while((Rfid_Serial.available()!=0)&&(t==0))
{
    Rfid_Serial.read();
}
}
void verifica()
{
    for(i=0;i<10;i++)
    {
        if(codigo_rfid[i]==codigo_tag1[i])
        {
            x++;
        }
        if(codigo_rfid[i]==codigo_tag2[i])
        {
            y++;
        }
        if(codigo_rfid[i]==codigo_tag3[i])
```

```
{
    z++;
}
}
}
void lee_tag()
{
    x=0;
    y=0;
    z=0;
    if((val=Rfid_Serial.read())==10)
    {
        lectura=0;
        while(lectura<10)
        {
            if(Rfid_Serial.available(>0)
            {
                val=Rfid_Serial.read();
                if((val==10))
                {
                    break;
                }
                codigo_rfid[lectura]=val;
                lectura++;
            }
        }
        if(lectura==10)
        {
            unsigned int a=0;
            Serial.print("Codigo=> ");
```

```
for(a=0;a<10;a++)
{
  Serial.print(codigo_rfid[a]);
}
}
Serial.println();
lectura=0;
digitalWrite(enable,HIGH);
delay(5);
digitalWrite(enable,LOW);
}
}
```

ANEXO 9
FOTOGRAFÍAS DE LA MAQUINA
PROGRAMACIÓN LOGO 12/24 RC
PLANOS MECÁNICOS
PLANOS ELÉCTRICOS



Foto 1 Máquina dosificadora de leche



Foto 2 Instalación Máquina dosificadora de leche



Foto 3 Tablero de control



Foto 4 Verificación de la máquina



Foto 5 Dosificación de leche



Foto 6 Limpieza de la Máquina



Foto 7 Secado de la Máquina