



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO EN MECATRÓNICA

TEMA:

**CONSTRUCCIÓN DE UNA NODRIZA PARA ALIMENTACIÓN DE
TERNEROS**

AUTOR:

DUVER HERNÁN MONTENEGRO PINZA

DIRECTOR:

MSc. DANIEL ALEJANDRO ÁLVAREZ ROBALINO

IBARRA, 2019



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	DE	0401713318	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Y	Montenegro Pinza Duver Hernán	
DIRECCIÓN:		Ibarra	
EMAIL:		dhmontenegrop@utn.edu.ec	
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0985078882

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	CONSTRUCCIÓN DE UNA NODRIZA PARA ALIMENTACIÓN DE TERNEROS
AUTOR (ES):	Montenegro Pinza Duver Hernán
FECHA: DD/MM/AAAA	29/07/2019
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Mecatrónica
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Daniel Alejandro Álvarez Robalino

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 29 días del mes de Julio de 2019

EL AUTOR:

(Firma).....

Nombre: Duver Hernán Montenegro Pinza

Cedula:040171331-8



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN

En calidad de director del trabajo de grado “CONSTRUCCIÓN DE UNA NODRIZA PARA ALIMENTACIÓN DE TERNEROS”, presentado por el egresado Duver Hernán Montenegro Pinza, para optar por el título de Ingeniero en Mecatrónica, certifico que el mencionado proyecto fue realizado bajo mi dirección.

Ibarra, julio de 2019

Ing. Daniel Alejandro Álvarez Robalino

DIRECTOR DE TESIS

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la vida, a mis padres por brindarme su apoyo incondicional a lo largo de todos estos años de estudio.

A la Universidad Técnica del Norte, pilar fundamental en mí como profesional y persona.

Al personal docente y administrativo de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, en especial al Ing. Daniel Álvarez por sus conocimientos compartidos, además del apoyo brindado durante el desarrollo del proyecto.

Duver Hernán.

DEDICATORIA

A mis padres Hernán Montenegro y Enid Pinza, por su apoyo incondicional, su cariño, su confianza depositada en mí, por sus consejos, motivación y palabras de aliento brindadas, siempre estuvieron a mi lado en los buenos y malos momentos.

A mi amada esposa Laura, compañera de vida a lo largo de toda mi formación superior, mi hermana Cynthia, por estar siempre conmigo ayudándome y apoyándome en todo momento, a mi hijo Sebastián que es mi fuente de inspiración día a día, a toda mi familia y amigos que siempre están a mi lado.

Duver Hernán.

CONSTRUCCIÓN DE UNA NODRIZA PARA ALIMENTACIÓN DE TERNEROS

Autor: Duver Montenegro

RESUMEN

La nodriza para terneros es una máquina que sustituye el proceso natural de amamantamiento a terneros eliminando su crianza natural junto a las vacas mediante un proceso de crianza artificial, la nodriza realiza la dosificación de dos litros de sustituto de leche, mediante varios procesos, dosificación de agua, calentamiento de agua, dosificación de harina lactoreemplazante, homogenización de agua con lactoreemplazante, dosificación del sustituto de leche, además cuenta con un sensor de identificación para dosificación de sustituto de leche de forma automática, se realiza el diseño mecánico de contenedores de agua, tornillo sinfín, tolva de almacenamiento, con la recopilación de información de diferentes tipos de dosificadores que existen para todos los procesos de la nodriza sistemas de dosificación de líquidos, sistemas de dosificación de sólidos, sistemas de homogenización del lactoreemplazante, dosificación del lactoreemplazante.

Mediante tablas de selección se comparan los diferentes tipos y sistemas existentes para cada proceso, se selecciona los mejores y accesibles en el mercado nacional e internacional, se tiene en consideración puntos fundamentales cómo tiempo de llegada, costo, vida útil, inocuidad.

La nodriza automática permite reducir los costos de crianza de terneros de manera artificial ya que le valor de un litro de leche de lactoreemplazante es menor que el de un litro de leche natural, además la nodriza automática permite tener una temperatura ideal y mezcla homogénea del agua con harina lactoreemplazante, con la mejora de estos parámetros disminuye el índice de enfermedades en la crianza de terneros, y buen estado de ubre de las vacas.

CONSTRUCTION OF A NURSER FOR FOOD SUPPLY

ABSTRACT

AUTHOR: Duver Montenegro

The nurse for calves is a machine that replaces the natural process of breastfeeding calves eliminating their natural breeding next to the cows through an artificial breeding process, the nurse carries out the dosing of two liters to two and a half liters of milk substitute, by various processes, water dosing, water heating, dosing of milk replacer, homogenization of water with milk replacer, and dosing of the milk substitute, the mechanical design of water containers, screw, storage hopper is performed, the collection is carried out of information with the different types of dispensers that exist for all the processes of the nurse, liquid dosing systems, solids dosing systems, homogenization systems of the lacto-replacement, dosing of the lacto-replacement.

By means of selection tables, the different types and systems existing for each process are compared, the best and accessible in the national and international market are selected, and fundamental points are taken into account such as time of arrival, cost, useful life, and safety.

The automatic nurse allows to reduce the costs of raising calves artificially since the value of a liter of milk replacer milk is less than that of a liter of natural milk, in addition the automatic nurse allows to have an ideal temperature and homogeneous mixing of water with milk replacer, with the improvement of these parameters decreases the rate of diseases in the raising of calves, and good udder of the cows.

ÍNDICE GENERAL

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA	i
CERTIFICACIÓN	iii
DECLARACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE TABLAS	xvii
ÍNDICE DE ECUACIONES	xviii
INTRODUCCIÓN	1
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	1
OBJETIVO GENERAL	2
OBJETIVOS ESPECIFICOS	2
ANTECEDENTES	2
JUSTIFICACIÓN	3
ALCANCE	4
LIMITACIÓN	4
CAPITULO I	5
1. MARCO TEÓRICO	5

1.1	Definición de nodriza.....	5
1.2	Sistema automático de suministro se leche.....	5
1.3	Parámetros para la realización del sustituto se leche.....	6
1.4	Dosificación de agua.....	7
1.5	Calentamiento del agua.....	9
1.6	Dosificación de lactoreemplazante.....	10
1.7	Homogenización del lactoreemplazante en el agua.....	13
1.8	Selección del material para la nodriza.....	16
1.9	Elementos electrónicos y eléctricos a utilizar.....	16
CAPITULO II.....		28
2	DISEÑO DE LA NODRIZA AUTOMÁTICA.....	28
2.1	Requerimientos mínimos de diseño.....	28
2.1.2	Diagrama de flujo.....	29
2.2	Parámetros de diseño.....	29
2.3	Selección de materiales.....	30
2.3.1	Parámetros de selección de componentes mecánicos, electrónicos.....	30
2.4	Modelado del diseño mecánico.....	31
2.4.1	Esfuerzo.....	31
2.4.2	Resistencia.....	31
2.4.3	Factor de seguridad.....	31
2.5	Diseño sistema de dosificación de agua.....	32
2.5.1	Selección dosificadora de agua.....	32

2.5.2	Diseño mecánico y cálculos del sistema de dosificación de agua.	37
2.6	Diseño control calentamiento del agua.	45
2.6.1	Selección de Niquelina o resistencias eléctricas.....	46
2.6.2	Cálculo para determinar la potencia del sistema de calentamiento.	47
2.6.3	Selección de la resistencia eléctrica.....	47
2.6.4	Etapas de potencia para la niquelina.	48
2.7	Diseño dosificación de lactoreemplazante.....	49
2.7.1	Selección de dosificador de lactoreemplazante.	49
2.7.2	Selección tipo de motor dosificador.	50
2.7.3	Diseño mecánico de la tolva.....	51
2.7.4	Diseño del tornillo sinfín.	57
2.7.5	Diseño control movimiento del tornillo sinfín.	63
2.8	Diseño del sistema de homogenización del lactoreemplazante.	64
2.8.1	Selección motor mezclador.	64
2.8.2	Selección aspas de licuadora.	65
2.8.3	Selección motor paso a paso.....	65
2.9	Diseño Sistema de control.	66
2.9.1	Selección controladora del sistema.....	66
2.9.2	Selección de la fuente de alimentación.....	67
2.9.3	Programación.....	67
2.9.4	Diseño diagrama electrónico.	71
2.10	Diseño interfaz HMI.....	72

2.10.1	Selección interfaz hombre máquina.	72
2.10.2	Selección tamaño y recursos de pantalla.	73
2.10.3	Botones de interfaz humano máquina.	74
2.10.4	Pantallas de la interfaz.	79
2.11	Cálculo para determinar el consumo del sistema.	86
2.11.1	Consumo sistema de control.	86
2.11.2	Consumo de driver motores.	86
2.11.3	Consumo del sensor Rfid.	87
2.11.4	Consumo niquelina.	87
2.11.5	Consumo total.	87
CAPITULO III		88
3	PRUEBAS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS	88
3.1	Diseño Mecánico.	88
3.2	Material.	88
3.3	Manufactura.	88
3.4	Pruebas de funcionamiento.	89
3.4.1	Funcionamiento sistemas de dosificación de líquido.	89
3.4.2	Funcionamiento calentamiento de agua.	90
3.4.3	Funcionamiento sistema de dosificación de lactoreemplazante.	91
3.4.4	Funcionamiento sistema de homogenización.	91
3.4.5	Funcionamiento sensor de terneros.	92
3.4.6	Pruebas de funcionamiento de la nodriza automática.	93

3.4.7	Evaluación de funcionamiento de la nodriza automática.....	94
3.5	Materiales y Costos.....	95
CAPITULO IV		96
4	CONCLOCUSIONES Y RECOMENDACIONES	96
	Conclusiones.....	96
	Recomendaciones.....	96
CAPITULO V		97
5	ANEXOS.....	101
	Anexo 1: ASTM 304/304L.....	101
	Anexo 2: LACTOREEMPLAZANTE	102
	Anexo 3: MANUAL DE USUARIO.....	103
	Anexo 4: MANUAL DE MANTENIMIENTO	117
	Anexo 5: Motor NEMA23.....	124
	Anexo 6: TB6560 Motor Driver	125
	Anexo 7: Sensor RFID	131
	Anexo 8: TB6600 Stepper Motor Driver User Guide	132
	Anexo 9: Diagramas de Circuito Eléctrico.....	140
	Anexo 10: Diagramas de circuito electrónico.	142
	Anexo 11: Modulo de control.....	143
CAPITULO VI.....		97
6	Bibliografía.....	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estructura de una nodriza automática Fuente: (Montero, 2014).	5
Figura 2: Dosificador Isobárico De Líquidos. Fuente: (INGESIR, 2018)	8
Figura 3: Fases De Un Dosificador Gravimétrico. Fuente (MORÁN, 2015)	9
Figura 4: Ciclo De Convección En Líquidos. Fuente: (CHROMALOX, 2018).....	10
Figura 5: Esquema Dosificador De Tornillo. Fuente: (MORÁN, 2015)	11
Figura 6: Esquema Dosificador De Compuertas Rotativas. Fuente: (MORÁN, 2015)	12
Figura 7: Esquema Dosificador De Banda Rodante. Fuente: (MORÁN, 2015).....	12
Figura 8: Agitadores Verticales. Fuente: https://www.agitadoresfluidmix.com/agitadores-verticales/	13
Figura 9: Agitador Horizontal. Fuente: https://www.agitadoresfluidmix.com/agitadores-horizontales/	14
Figura 10: Cuchilla 6 Aspas Hoster. Fuente: (OSTER, 2019).....	14
Figura 11: Agitadores Sumergibles. Fuente: https://www.agitadoresfluidmix.com/agitadores-sumergibles/	15
Figura 12: Agitador Estático Tubular. Fuente: https://www.agitadoresfluidmix.com/agitadores-estaticos/	15
Figura 13: Microcontrolador Atmega 164p Encapsulado PDIP. Fuente: (ATMEL, 2015)17	17
Figura 14: Placa Base Para Microcontrolador Atmega 164p. Fuente: (TEXTQOL, 2017)18	18
Figura 15: Pantalla Nextion NX4827T043. Fuente: (NEXTION, 2017).....	19
Figura 16: Curva característica Pt100 ohms respecto a graos centígrados. Fuente: (ARIAN, Control & Instrumentación, 2018)	19
Figura 17: Fuente de alimentación o poder. Fuente: (VICHAUNTER, 2018)	20
Figura 18: Relé Electromecánico de 4 canales a 5 voltios. Fuente: (ETOLOKCA, 2017) 20	20

Figura 19: Módulo relé de estado sólido 1 canal a 5 voltios. Fuente: (ETOLOKCA, 2017)	
.....	21
Figura 20: Módulo RFID-NP532. Fuente: (Trujillo, 2017)	22
Figura 21: Resistencias eléctricas sumergibles. Fuente: (ELECTRICFOR, 2017)	23
Figura 22: Electroválvula normalmente cerrada de acción directa. Fuente: (ALTEC, 2018)	
.....	23
Figura 23: Electroválvula normalmente abierta de acción directa. Fuente: (ALTEC, 2018)	
.....	24
Figura 24: Electroválvula de acción indirecta. Fuente: (ALTEC, 2018)	24
Figura 25: Electroválvula de acción mixta. Fuente: (ALTEC, 2018)	25
Figura 26: Relé de Estado Sólido D2425. Fuente: (MECHATRONICS, s.f.)	25
Figura 27: Motor Paso a Paso. Fuente: (MECAFENIX, 2018)	27
Figura 28: Diagrama de Flujo Proceso de Alimentación Terneros de Forma Artificial. ...	29
Figura 29: Esfuerzos de von Mises Máximo y Mínimo	44
Figura 30: Niquelina de Inmersión. Fuente: (EQUA-RESISTENCIAS, 2002)	48
Figura 31: Esquema Dosificador de Tornillo Sin Fin Estándar. Fuente: (Rodríguez Galbarro, 2018)	50
Figura 32: Fuente de alimentación 24V-10A	67
Figura 33: Diagrama de flujo de dosificación de agua	68
Figura 34: Diagrama de flujo calentamiento de agua	69
Figura 35: Diagrama de flujo dosificación harina	69
Figura 36: Diagrama de flujo homogenización del sustituto	70
Figura 37: Diagrama de flujo identificación del ternero/a	71
Figura 38: Diagrama para el controlador	71
Figura 39: Diagrama conversión datos	72

Figura 40: Interfaz HMI	74
Figura 41: Botón siguiente	75
Figura 42: Botón Atrás	75
Figura 43: Pantalla de seguridad	75
Figura 44: Reinicio contraseña.....	75
Figura 45: Botón encender	76
Figura 46: Botón apagar	76
Figura 47: Botón dosificar	76
Figura 48: Botón terneros.....	77
Figura 49: Botón borrar terneros	77
Figura 50: Botón encender máquina	77
Figura 51: Botón apagar	77
Figura 52: Botón dosificar	78
Figura 53: Configurar tomas de terneros	78
Figura 54: Borrar terneros	79
Figura 55: Botones de mantenimiento	79
Figura 56: Presentación de HMI	80
Figura 57: Pantalla 2	80
Figura 58: Pantalla 3	81
Figura 59: Pantalla 4	81
Figura 60: Pantalla 5	82
Figura 61: Pantalla 6	82
Figura 62: Pantalla 7	83
Figura 63: Pantalla 8	83
Figura 64: Pantalla 9	84

Figura 65: Pantalla 10	84
Figura 66: Pantalla 11	85
Figura 67: Pantalla 12	85
Figura 68: Sistema de dosificación de agua	90
Figure 69: Sistema de calentamiento de agua	90
Figure 70: Sistema de dosificación lactoreemplazante	91
Figura 71: Sistema Homogeneizador	91
Figura 72: Producto Homogenizado	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Análisis de Criterios Para Selección del Tipo de Dosificador de Agua.....	32
Tabla 2: Análisis de criterios para selección de primer electroválvula.....	34
Tabla 3: Análisis de Criterios Para Selección de Segunda Electroválvula.....	35
Tabla 4: Análisis de Criterios Para Selección de Segunda Electroválvula.....	36
Tabla 5: Datos de Temperatura del Agua.....	37
Tabla 6: Densidad del Agua Respecto a la Variación de Temperatura.....	38
Tabla 7: Análisis de Criterios Para Selección de la niquelina.....	46
Tabla 8: Análisis de Criterios Para Selección del Tipo de Dosificador de Lactoreemplazante.....	49
Tabla 9: Análisis de Criterios Para Selección del Motor.....	51
Tabla 10: Análisis de criterios para selección del motor.....	65
Tabla 11: Análisis de criterios para selección del controlador de la máquina.....	66
Tabla 12: Análisis de criterios para selección de interfaz hombre-máquina.....	73
Tabla 13: Procesos de manufactura de la máquina.....	89
Tabla 14: Pruebas de Funcionamiento.....	93
Tabla 15: Funcionamiento 2da toma.....	93
Tabla 16: Funcionamiento 3ra toma.....	94
Tabla 17: Costos.....	95

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Volumen del agua.....	38
Ecuación 2: Volumen Total de los contenedores	39
Ecuación 3: Presión del agua.....	40
Ecuación 4: Esfuerzo circunferencial o anular	40
Ecuación 5: Esfuerzo longitudinal	41
Ecuación 6: Esfuerzo longitudinal	41
Ecuación 7: Esfuerzo de Von Mises.....	43
Ecuación 8: Factor de seguridad de diseño	45
Ecuación 9: Cantidad de Calor	47
Ecuación 10: Para volúmenes de conos.....	52
Ecuación 11: Cálculo de diámetro mayor	53
Ecuación 12: Esfuerzo tangencial para geometría cónica.	54
Ecuación 13: Esfuerzo longitudinal para geometría cónica	54
Ecuación 14: Volumen Helicoidal	59
Ecuación 15: Rendimiento Volumétrico	60
Ecuación 16: Rendimiento Volumétrico	61
Ecuación 17: Potencia del Motor	61
Ecuación 18: Desplazamiento del material	61
Ecuación 19: Potencia de giro	62
Ecuación 20: Potencia para vencer resistencias debidas a la inclinación.....	62
Ecuación 21: Velocidad Angular Nominal	62
Ecuación 22: Par motor o torque requerido.....	63
Ecuación 23: Consumo total de potencia	87

INTRODUCCIÓN

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Hace algunos años los terneros eran criados de forma natural partiendo de la vaca su crianza siendo esta quien daba de amamantar al ternero una o más veces al día dependiendo del estilo que maneje el ganadero a su rebaño, era así como el ternero al cumplir unos seis a ocho meses de vida tiene el destete, se convertía en rumiante, su posterior levante y engorde se decidía si dependiendo si era hembra o macho, si era hembra se convertiría luego de tres años aproximadamente en una futura vaca si era macho sería criado y engordado hasta los tres años aproximadamente dependiendo de su raza sería vendido para su posterior consumo o se convertirá en el futuro toro del rebaño, al pasar los años se ha ido cambiando este sistema al quitarle a la vaca el ternero al segundo día de haber nacido y ser amamantado de manera manual por medio de tetero dos veces al día con leche de las vacas o sustitutos de leche para abaratar costos en este proceso se lo realiza entre los cinco a seis meses de edad del ternero dependiendo de las condiciones higiénicas, la forma en la que se haya mantenido su alimentación y cuidado sin embargo el tiempo diario que conlleve este tipo de crianza es elevado debido a la carga que conllevan los ganaderos por tal razón no siempre se cumple a cabalidad.

Esta forma de crianza natural siempre es útil se la ha utilizado durante muchos años, pero actualmente debido a la mejora de procesos y la necesidad de ser más competitivos se ha hecho una transformación total de esta industria haciendo uso de las nuevas tecnologías de la automatización desde la crianza de los terneros hasta su producción lechera o carne.

Las nodrizas de terneros se utilizan para dar leche a los terneros reemplazando a la vaca en su proceso natural de crianza y de manera manual, se entrega la cantidad de leche necesaria por día a la temperatura ideal y altura necesaria para mantener un estricto control de consumo ganancia y sanidad del ternero durante los cuatro primeros meses de vida del mismo hasta lograr el destete y se convertía en rumiante, en este proceso se acelera el metabolismo del mismo por lo

tanto el ternero ya no será amamantado con leche hasta los seis a ocho meses de edad sino serán de tres y medio a cuatro meses se obtiene ganancias tanto en tamaño, peso al comparar con la crianza natural junto a la vaca.

Con la implementación de una nodriza para terneros se logra optimizar la tasa de producción ya que nos permite criar terneros en menos espacio siendo este proceso semiestabulado o estabulado.

El objetivo de este proyecto es el diseño y construcción de una nodriza para terneros completamente automática, la cuál debe ser accesible desde el punto de vista económico a pequeños y medianos ganaderos.

OBJETIVO GENERAL

Construir una nodriza automática para alimentación de terneros.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar los parámetros y requisitos de funcionamiento de la nodriza.
- Diseñar los sistemas de control para las variables de temperatura del sustituto de leche y cantidad del mismo.
- Validar el funcionamiento y ajustes pertinentes.
- Realizar un manual de mantenimiento y de detección de fallas.

ANTECEDENTES

El uso de nodrizas es muy común en los países que están situados en los trópicos y círculos polares debido a que cuentan con sistemas avanzados de crianza de terneros mismos que de una u otra manera se han ido implementando a nivel global.

En la Universidad Técnica del Norte no existe a la fecha tesis sobre nodrizas automáticas para terneros.

De la tesis “Máquina dosificadora de leche para alimentación de terneras en la provincia del Carchi” presentada por Erik Moran se puede evidenciar la necesidad de contar con una nodriza que realice la mezcla de sustitutos de leche y no solo con la dosificación de la misma, debido a que solo se controla la cantidad de leche que deberá tomar el ternero.

En Ecuador no se cuenta con estos sistemas y aún se adopta la crianza natural y manual.

De la tesis “Estudio técnico económico para establecer la rentabilidad de la actividad ganadera lechera del cantón Sucumbíos provincia de Sucumbíos” presentada por Narváez Getial Veridiana Adeita se ha podido evidenciar la gran importancia de poder contar con un registro técnico en toda la infraestructura de una finca ganadera ya que los productores de crianza levante producción de leche y carne lo realizan de forma empírica, siendo de gran importancia diseñar y construir una nodriza para terneros y poder llevar a cabo dichos registros y mejorar la infraestructura ganadera.

JUSTIFICACIÓN

Las nodrizas superan por mucho la forma de crianza de nuestro país debido a que la vaca ya no tiene lesiones en sus tetas y glándulas mamarias por el contacto de lactancia directa con el ternero, esto nos permite mejorar la salubridad de la vaca y del ternero este cambio nos permite mejorar la producción de las fincas ganaderas tanto en leche y crianza de terneros.

En economía se tiene ganancia tanto en peso, tamaño, duración de lactancia, espacio para mantención de los mismos y salubridad esto se debe a que el ternero realiza la toma de leche a las horas preestablecidas y la cantidad necesaria por día, el lacto remplazante es de menor precio comparado con la leche de la vaca variando entre un cuarenta por ciento menos.

La elaboración de este proyecto abarca varios conocimientos que se fueron adquiriendo a lo largo de la estancia en la Universidad, cabe recalcar que no influye, deteriora o contamina el medio ambiente y constará de dispositivos disponibles en el mercado.

El diseño y construcción de la nodriza automática, ayudará a los ganaderos a la crianza de forma eficiente de terneros que son de vital importancia en la cadena alimenticia de los seres humanos, esta nodriza ayudará a impulsar a pequeños y medianos productores en la industria ganadera ya que estará enfocada a ser construida a un bajo costo para estar al alcance de los emprendedores en esta área.

ALCANCE

Construcción de la nodriza que permitirá la alimentación de terneros de manera automática.

La nodriza estará compuesta por un sensor de nivel de líquido para controlar la cantidad de sustituto de leche que será suministrado al ternero.

La nodriza tendrá un sensor de temperatura que permitirá controlar la temperatura de la mezcla de sustituto de leche parámetro necesario para que los terneros simulen la temperatura ideal a la misma que sería administrado de manera natural.

Se utilizará motores para realizar la mezcla del sustituto de leche y la entrega de la leche hasta el biberón.

El diseño de la nodriza será realizado de tal manera que ésta permita el montaje y desmontaje del elemento final para permitir un correcto mantenimiento de sus partes y para un mayor tiempo de vida.

LIMITACIÓN

Falta de Materiales en el País

En el Ecuador no existen empresas que se dediquen a la elaboración de componentes electrónicos mismos que se deben importar de tal manera que afectan tanto en tiempo de entrega y en costos ya que al requerir de un componente en específico se debe importar de forma directa algunos de ellos que utilizaremos en la construcción de la nodriza para alimentación de terneros.

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Definición de nodriza.

“Máquinas amamantadoras que sustituyen a las madres” [1]

Las nodrizas automáticas para terneros reemplazan a las vacas en su proceso natural de lactancia y de forma automática, es un proceso de lactancia artificial, las nodrizas deben dar de lactar a los terneros la cantidad de sustituto de leche todos los días durante su etapa de lactancia a partir de haber tomado el calostro de las vacas en las primeras horas de vida.

1.2 Sistema automático de suministro se leche.

En las explotaciones de vacuno y ovino primero y luego en las de caprino con ordeño intensivo, se necesitan nodrizas amamantadoras para las crías, a las que, si son recién nacidas, se les suministraran los calostros y luego la leche maternizada hasta que, a distintas edades, sean destetadas. Las nodrizas facilitan el consumo a libre disposición de leche recién constituida a la temperatura óptima y protegida de la contaminación ambiental. También permiten criar huérfanos o a los procedentes de partos múltiples, una nodriza automática se muestra en la **figura 1**. [1].



Figura 1: Estructura de una nodriza automática Fuente: [1].

Las nodrizas automáticas para terneros realizan la dosificación de lactoreemplazante en polvo y dosificación de agua para la mezcla del mismo, hasta obtener una mezcla homogénea de sustituto de leche a una temperatura adecuada para el consumo del ternero y un horario dependiendo del manejo del ganadero.

1.3 Parámetros para la realización del sustituto se leche.

Los parámetros necesarios para una correcta elaboración de lactoreemplazante son: cantidad de lactoreemplazante, calidad de agua, cantidad de agua, temperatura del agua, homogenización entre el agua y el lactoreemplazante.

Estos parámetros son los más importantes para la realización del sustituto de leche además se debe tomar en cuenta el horario con el cuál es administrado el sustituto de leche cada día y dependiendo de la edad del ternero misma que es muy propia de cada ganadero siendo este el registro de lactancia del ternero algunos ganaderos refuerzan a al sistema de crianza artificial mediante calostros de las vacas que recién dan cría, suero de la elaboración de quesos y balanceados para ayudar y acelerar el crecimiento de las crías en el modo artificial.

1.3.1 Cantidad de lactoreemplazante.

La cantidad de lactoreemplazante varía de acuerdo a la semana de vida que tenga el ternero mismo que va desde las cero semanas hasta las catorce o quince semanas, la cantidad mínima por litro de lactoreemplazante varía entre los ochenta a ciento treinta gramos por cada litro de agua y el cuál puede variar dependiendo de la forma que el ganadero maneje a su ato, debido a que la cantidad de lactoreemplazante es pequeño con respecto a la cantidad de agua con el que se realiza la cantidad de lactoreemplazante no afecta la cantidad de sustituto de leche.

“Diluir 80 a 130 gr de producto por cada litro de agua potable según la tabla de alimentación. Prácticamente, se utiliza 1 Kg de Aurimilk y completando con 9 litros de agua potable para obtener 10 litros de sustituto.” [2]

1.3.2 Calidad de agua.

El agua con la cual se va a realizar el sustituto de leche debe ser potable ya que con la misma garantizamos la salubridad del consumo de la misma.

1.3.3 Cantidad de agua.

Se realiza una toma de 2L de sustituto de leche por cada 12h o se puede realizar tomas de 1L por cada 6h algunos ganaderos consideran prudente la entrega de suero de la elaboración de quesos en vez de agua para reforzar la calidad del sustituto de leche si se llegara a superar la cantidad de 4L de sustituto de leche por cada 24h se puede afectar el sistema digestivo de la cría llegando a tener infecciones y daños severos en el tracto digestivo del mismo.

1.3.4 Temperatura del agua.

La temperatura ideal de consumo de leche en su forma natural es de 38/40°C y de forma artificial es “la temperatura ideal para ofrecer el producto a los terneros es de 37/39°C”. [2]

1.3.5 Homogenización agua y lactoreemplazante.

La mezcla del lactoreemplazante debe ser homogénea y lo más cerca a ser entregada al ternero así reduciremos el asentamiento del lactoreemplazante en el agua.

1.3.6 Registro de lactancia.

El registro de lactancia de cada ternero es necesario para conocer el día en que se encuentra de lactancia dependiendo del mismo se le suministra la cantidad de sustituto de leche.

1.4 Dosificación de agua.

Para la dosificación de agua se utiliza los dosificadores de líquidos que son sistemas que permiten mediante un dispositivo controlar adecuadamente la entrega de materia en estado líquido sea para despacho de producto o para realizar mezclas, existen varios tipos de dosificadores para líquidos mismos que varían dependiendo la aplicación, cantidad a dosificar,

tiempo de dosificación, densidad del líquido y tiempo entre cada dosificación, para dosificación de agua los más comunes son los siguientes:

- Dosificadores Isobáricos.
- Dosificadores Gravimétricos.

1.4.1 Dosificador isobárico para líquidos.

“Se utilizan 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.” [3], un dosificador isobárico se muestra en la **figura 2**.



Figura 2: Dosificador Isobárico De Líquidos. Fuente: [3]

1.4.2 Dosificador gravimétrico para líquidos.

Se los conoce también como dosificadores por pérdida de peso debido a que disponen de un sistema de pesaje mismo que activa o apaga sea una válvula una bomba o cualquier sistema de entrega de líquido, las fases de un dosificador gravimétrico se muestra en la **figura 3**.

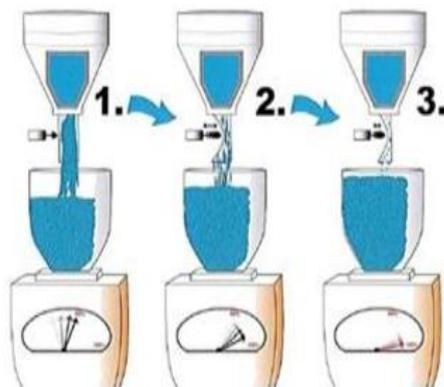


Figura 3: Fases De Un Dosificador Gravimétrico. Fuente [4]

1.5 Calentamiento del agua.

Debido a que la temperatura del agua que ingresa a la nodriza es menor a la temperatura deseada se requiere del calentamiento de la misma para lo cual tenemos la transferencia de calor, mismos principios que son muy conocidos mismos que se detallan a continuación:

- Conducción.
- Convección.
- Radiación.

El método más utilizado para el calentamiento de fluidos y gases es el de la convección ya que la misma permite transmitir la energía calorífica mediante la circulación y difusión del medio calentado.

1.5.1 Convección en líquidos.

La convección en líquidos está dada por inmersión, el líquido se calienta por conducción lo que provoca que este se expanda, este líquido expandido es más ligero que el de su ambiente y tiende a subir y como este sube el material más frío tiende a bajar por efecto de gravedad y así se repite el ciclo, mediante este patrón se distribuye uniformemente la energía calorífica por todo el contenedor, en la **figura 4** se observa las fases de convección de líquidos.

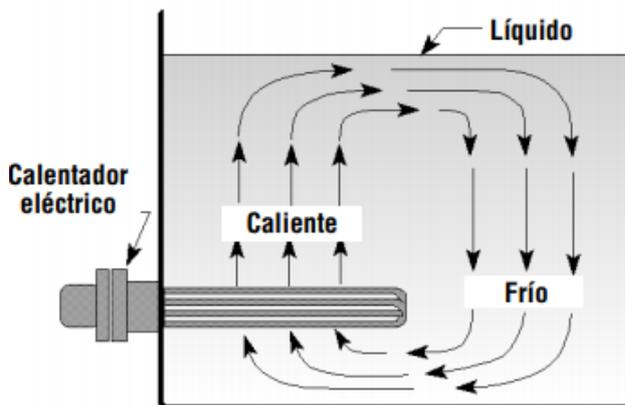


Figura 4: Ciclo De Convección En Líquidos. Fuente: [5]

1.6 Dosificación de lactoreemplazante.

Para la dosificación de lactoreemplazante es necesario la utilización de dosificadores de sólidos secos y sólidos en polvo debido a que el material a dosificar es leche en polvo los dosificadores de sólidos secos y sólidos en polvo están constituidos por una tolva en la que se almacena el material a dosificar, y un sistema de dosificado, existen dos tipos de dosificadores para sólidos secos y sólidos en polvo que se detallan a continuación.

- Dosificador volumétrico.
- Dosificador gravimétrico.

Los dosificadores volumétricos son menos precisos a los dosificadores gravimétricos mismos que son utilizados en procesos que se requiera un mínimo porcentaje de error para este caso en la dosificación del lactoreemplazante no se requiere de tanta precisión.

1.6.1 Dosificador volumétrico.

La dosificación volumétrica para sólidos secos y sólidos en polvo es una dosificación que representa menor complejidad y menor costo que la dosificación gravimétrica, se lo puede realizar mediante tres mecanismos mismos que se los detalla a continuación.

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

1.6.1.1 Dosificador de tornillo.

Este tipo de dosificador hace girar un tornillo sin fin en la base de tolva mismo que transporta el material afuera de la tolva se lo realiza por unidad de tiempo existen dos tipos de dosificadores por tornillos dosificador de tornillo simple y dosificador de tornillo doble el dosificador de tornillo doble se utiliza en materiales más difíciles cómo polvos pegajosos, el esquema de tornillo sin fin se muestra en la **figura 5**.

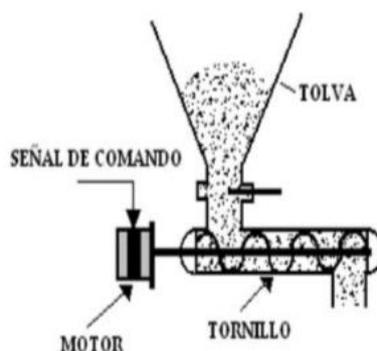


Figura 5: Esquema Dosificador De Tornillo. Fuente: [4]

1.6.1.2 Dosificador de compuertas rotativas.

La dosificación de sólidos secos y sólidos en polvo por compuertas rotativas tiene menor precisión que la dosificación de sólidos secos y sólidos en polvo por tornillo, este sistema de dosificación es más robusto, y libera el material en forma perpendicular a la tolva, el esquema de dosificador de compuertas rotativas se muestra en la **figura 6**.

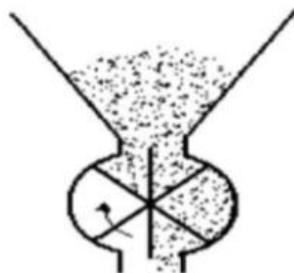


Figura 6: Esquema Dosificador De Compuertas Rotativas. Fuente: [4]

1.6.1.3 Dosificador de banda rodante.

Este sistema es más complejo que los dos anteriores ya que depende de la velocidad en que se haga girar una banda situada en la base de la tolva y de altura que contenga una compuerta que deja pasar el material a dosificar este sistema de dosificado se lo utiliza para movilizar materiales a mayores alturas, el esquema de dosificador de banda rodante se muestra en la **figura 7**.

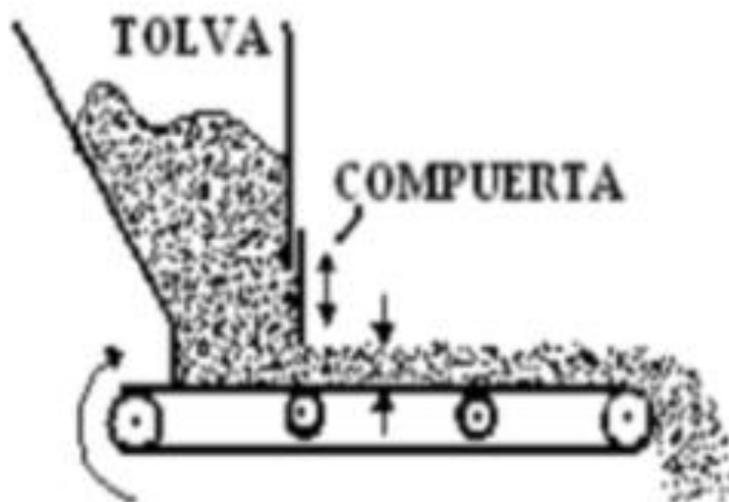


Figura 7: Esquema Dosificador De Banda Rodante. Fuente: [4]

1.7 Homogenización del lactoreemplazante en el agua.

El lactoreemplazante al ponerse en contacto con el agua se disuelve, el tiempo que tarda en disolverse depende de la temperatura del agua y cantidad de las dos sustancias lo que se requiere en este caso es acelerar este proceso por lo tanto es necesario un agitador.

Los agitadores tienen como objetivo principal el de homogeneizar varias sustancias a través de un sistema de movimiento en el cual entran en contacto dentro de un contenedor, mediante este procedimiento se puede obtener productos como la pintura, los detergentes, productos farmacéuticos, entre otras, existen diferentes tipos agitadores los cuales se detallan a continuación:

- Agitadores Verticales.
- Agitadores Horizontales.
- Agitadores Sumergibles.
- Agitadores Para Reactores.
- Agitadores Estáticos.

1.7.1 Agitadores verticales.

“Los agitadores verticales son equipos que disponen de un eje que llega cerca del fondo del depósito y mediante uno o varios móviles realizan gran parte de los procesos de la industria en general: mezcla, dispersión, homogenización, suspensión, etc.” [6], Los agitadores verticales se muestra en la **figura 8**.



Figura 8: Agitadores Verticales. Fuente: <https://www.agitadoresfluidmix.com/agitadores-verticales/>

1.7.2 *Agitadores horizontales.*

“Los agitadores horizontales de montaje lateral son ideales para aplicaciones de procesos que implican mezclado continuo, transferencia de calor, transferencia de masa o suspensión de sólidos.” [6], en la **figura 9** se muestra un agitador horizontal.



Figura 9: Agitador Horizontal. Fuente: <https://www.agitadoresfluidmix.com/agitadores-horizontales/>

1.7.3 *Agitador horizontal de licuadora.*

Las aspas de licuadora tienen diferentes usos el principal es el de extraer el sumo de las frutas y vegetales que tienen en su interior existen licuadoras industriales picahielos, pica pastas, humos, cocteles entre otros la licuadora horizontal tiene principal función de homogenizar mezclas de sólidos y líquidos, en la **figura 10** se muestra una chuchilla de 6 aspas.



Figura 10: Cuchilla 6 Aspas oster. Fuente: [7]

1.7.4 Agitadores sumergibles.

“Los agitadores sumergibles se utilizan en estaciones de bombeo para evitar o agitar deposiciones de sólidos, así como para evitar las películas superficiales en las plantas de tratamiento de aguas residuales.” [6], en la **figura 11** se muestra el esquema de agitador sumergible.



Figura 11: Agitadores Sumergibles. Fuente: <https://www.agitadoresfluidmix.com/agitadores-sumergibles/>

1.7.5 Agitadores para reactores.

Son agitadores que se distinguen debido a la reacción que emiten algunas sustancias al entrar en contacto, aquí se debe tener un sistema de unión del agitador con el contenedor adecuado.

1.7.6 Agitadores estáticos.

Son agitadores de mayor tamaño a los mencionados anteriormente se los utiliza para homogenización de sustancias miscibles y no miscibles, gases y líquidos, sólo gases, en la **figura 12** se muestra el esquema de un agitador estático.



Figura 12: Agitador Estático Tubular. Fuente: <https://www.agitadoresfluidmix.com/agitadores-estaticos/>

1.8 Selección del material para la nodriza.

“Las nodrizas serán de acero inoxidable” [1]

El acero inoxidable es un material que posee una elevada resistencia a la corrosión ideal para no correr riesgos de proliferación de hongos y bacterias, es un material muy fácil de limpiar se lo utiliza en la industria médica, de alimentos, electrodomésticos, petróleo, joyas, autos, etc.

1.9 Elementos electrónicos y eléctricos a utilizar.

Se escoge los elementos electrónicos y eléctricos en el caso de los materiales que existen diferentes tipos y características se realiza tablas de comparación para determinar el indicado.

1.9.1 Microcontrolador atmega 164p.

El microcontrolador atmega 164p de 8bits arquitectura RISC avanzada desarrollado por la empresa ATMEL compuesto de 40 pines dispuestos en cuatro puertos puerto A, puerto B, puerto C, puerto D de 8 líneas más conectores de reset, vcc, Aref, gnd, avcc, xtal1, xtal2, entre sus características más importantes tenemos en la **figura 13** se muestra el encapsulado del avr 164p.

- 16 Kbytes de memoria flash para el programa.
- 1280 bytes de memoria RAM estática (SRAM) para datos.
- 512 bytes de memoria EEPROM.
- 32 registros de propósito general.
- 64 registros de entradas/salidas.
- Contador de tiempo real.
- Oscilador RC calibrado interno hasta 8MHz.
- Ahorro de energía, trabaja entre 2,7 – 5,5 voltios DC.
- Interfaz JTAG.
- Comunicación serial, I2C.
- 8 canales para conversión analógica digital (ADC) de 10 bits.
- 6 canales para PWM.

- Retención de datos de 20 años a 85°C/ 100 años a 25°C, entre otras.

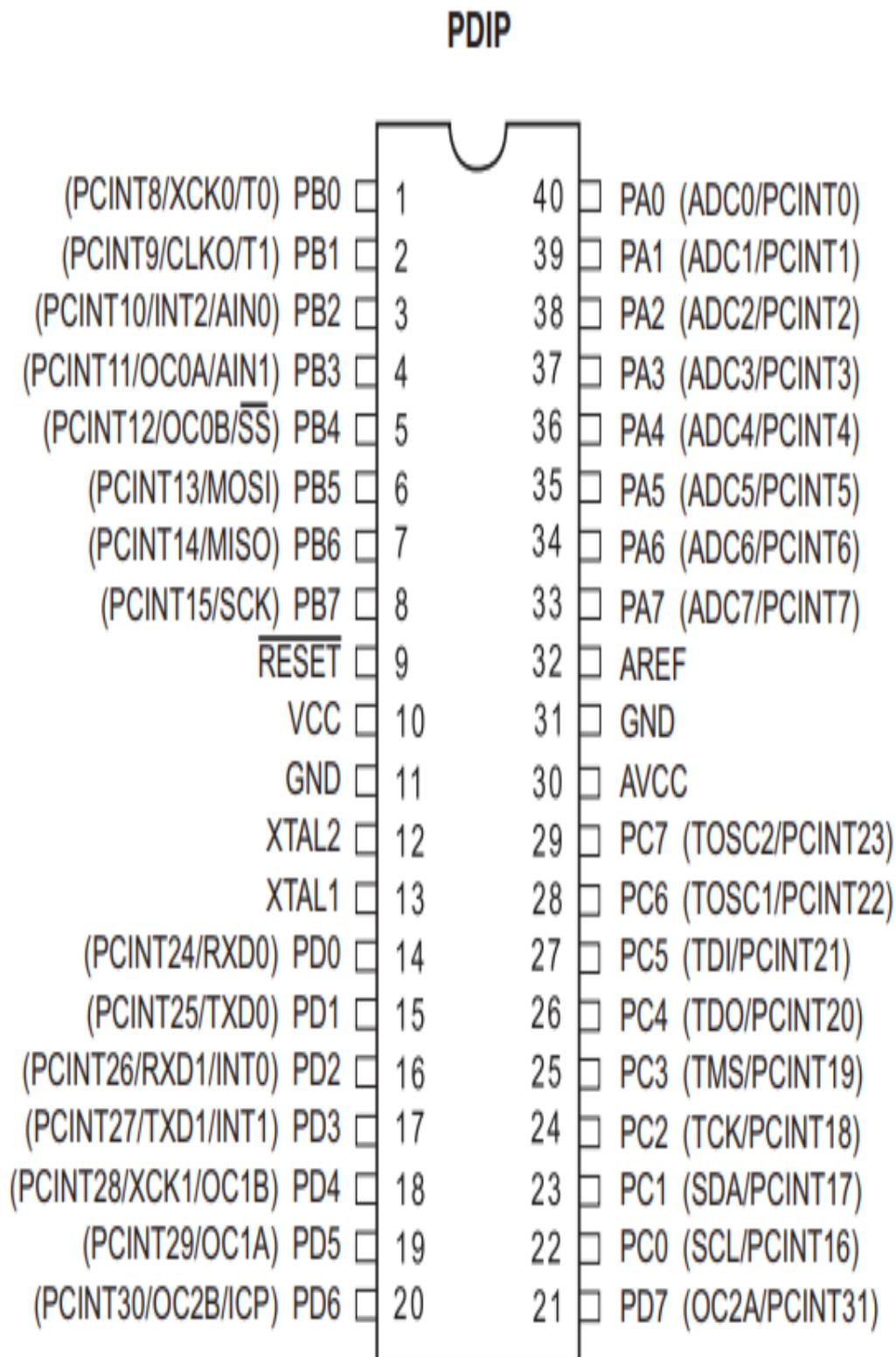


Figura 13: Microcontrolador Atmega 164p Encapsulado PDIP. Fuente: [25]

1.9.2 Placa base para atmega 164p.

La placa base para el atmega 164p está compuesta por una entrada de 5voltios DC para alimentación, conexión mediante protocolo de comunicación SPI para grabar, pines de entradas/salidas de sus cuatro puertos pulsador para reset, conexión y fácil recambio de oscilador externo (opcional), conectores de salida de voltaje y tierra, pulsador de trabajo normalmente cerrado y grabación normalmente abierto, en la **figura 14** se muestra la placa base para el atmega 164p.



Figura 14: Placa Base Para Microcontrolador Atmega 164p.
Fuente: [26]

1.9.3 Pantalla nextion NX4827T043

La pantalla inteligente táctil LCD 4,3” Nextion NX4827T043 proporciona una interfaz gráfica con el usuario de panel táctil resistivo con 16 MB de Flash, 2 KBytes de memoria RAM, más de 65 mil colores en la **figura 15** se muestra la pantalla Nextion.

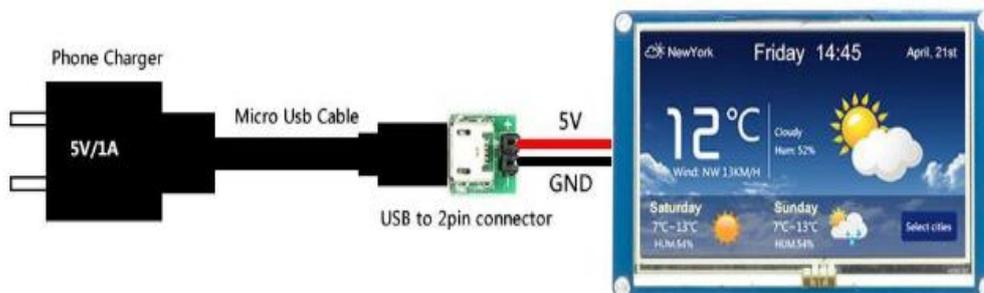


Figura 15: Pantalla Nextion NX4827T043. Fuente: [8]

1.9.4 Sensor de temperatura pt100.

El sensor de temperatura Pt100 es un termo resistencia la cual incrementa el valor de la resistencia cuando incrementa la temperatura el material más común que se fabrica es el platino aunque también se lo realiza en cobre y níquel, pt100 viene dado pt de platino y 100 que nos da 100Ω a 0°C , el incremento de la resistencia no es lineal pero si característico del platino de tal forma que es fácil determinar la temperatura, en la **figura 16** se muestra la respuesta de resistencia con respecto a la temperatura.

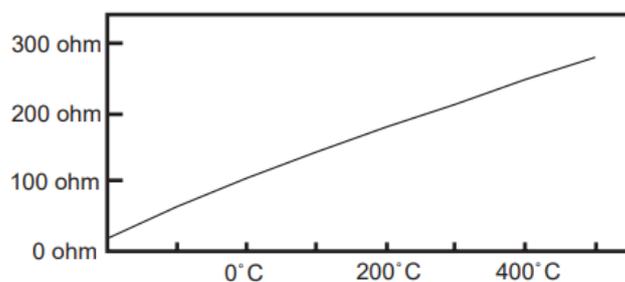


Figura 16: Curva característica Pt100 ohms respecto a graos centígrados. Fuente: [9]

1.9.5 Fuente de alimentación o poder.

La Fuente de alimentación o poder es el dispositivo que convierte la corriente alterna en una o varias corrientes continuas para alimentar los sistemas electrónicos en la **figura 17** se muestra la fuente de alimentación.



Figura 17: Fuente de alimentación o poder. Fuente: [10]

1.9.6 Módulo relé electromecánico.

El Módulo de relé electromecánico dispone de un contacto que puede estar normalmente abierto (NA) o normalmente cerrado (NC) dependiendo de fuerzas electromagnéticas, mismo que puede ser activado o desactivado mediante una señal digital TTL (3,3V – 5V), el accionamiento y desactivación del contacto tiende a generar arco eléctrico y desgaste, dispone de aislamiento eléctrico por optoacoplador, led indicador de estado, borneras de entrada y salida, potencia de 10A a 240V AC – 30V DC en (NA) y 5A a 240 V AC – 30V DC (NC), en la **figura 18** se muestra el esquema del módulo de relé mecánico.



Figura 18: Relé Electromecánico de 4 canales a 5 voltios. Fuente: [11]

1.9.7 Módulo relé de estado sólido G3MB – 202P – 5V DC.

El módulo relé de estado sólido no dispone de contacto móvil al igual que el relé electromecánico puede estar normalmente abierto (NA) y normalmente cerrado (NC) usa una señal eléctrica de baja potencia para generar una señal de semiconductor óptico puede ser un led que activa un fotodiodo o fototransistor que transmite y energiza la señal de salida de un tiristor, accionamiento mediante señal digital TTL (3,3V-5V) los módulos relé de estado sólido tiene menor tiempo de respuesta que un relé electromecánico entre otras dispone de borneras de entrada y salida maneja potencias de hasta 2A máximo a 240VAC en (NA) y (NC) en la **figura 19** se muestra el esquema del módulo relé de estado sólido.



Figura 19: Módulo relé de estado sólido 1 canal a 5 voltios. Fuente: [11]

1.9.8 Identificador mediante radio frecuencia.

Los sistemas de identificación mediante radio frecuencia permite identificar un receptor llamado Tags RFID desde un lector RFID, el lector RFID es el encargado de transmitir y recibir ondas electromagnéticas estos sistemas de identificación son comúnmente utilizados en parqueaderos en garajes identificación de animales entre otros, las tarjetas pasivas son las que comúnmente se encuentran en el mercado mismas que tienen un alcance de hasta 6 metros mismos que operan entre los 125 a 135 kHz.

1.9.8.1 Módulo RFID-125khz CF-RL152.

El módulo RFID 125khz CF-RL152 utiliza como voltaje de alimentación 12 voltios y se controla mediante protocolo de comunicación SPI como protocolo de comunicación UART por lo que es compatible con casi todos los microcontroladores, en la **figura 20** se muestra el módulo RFID CF-RL152.



Figura 20: Módulo RFID-CF-RL152 Fuente: [12]

1.9.9 Resistencia eléctrica para termostato.

Las resistencias eléctricas para termostato se las utiliza para suministros de agua caliente este tipo de resistencia eléctrica son sumergibles su forma varía dependiendo de la necesidad y lugar que se desee instalar tienen temperatura operativa de entre 300 y 400°C, en la **figura 21** se muestra resistencias sumergibles de diferentes potencias.



Figura 21: Resistencias eléctricas sumergibles. Fuente: [13]

1.9.10 Electroválvulas solenoides de líquidos.

Este tipo de electroválvulas son utilizadas para abrir y cerrar el paso de líquidos, estas válvulas pueden ser de dos hasta cinco vías, pueden estar echas en latón, acero inoxidable o pvc dependiendo del fluido que se vaya a utilizar, se dispone de tres tipos de accionamiento acción directa, indirecta y acción mixta.

1.9.10.1 Acción directa.

Se acciona directamente mediante un comando eléctrico realiza la apertura o cierre de la válvula mediante un embolo se dispone en válvula normalmente abierta (NA) y normalmente cerrada (NC), la diferencia entre éstas es que cuando la válvula NC no está energizada el embolo permanece en posición de bloqueo impidiendo el paso del fluido, la válvula NA cuando no está energizado el embolo permanece abierta mediante un resorte permitiendo que fluya el fluido, en la **figura 22** se muestra la electroválvula NC de acción directa, en la **figura 23** se muestra la electroválvula NA de acción directa.

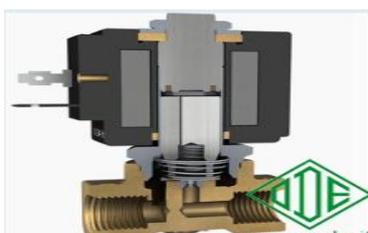


Figura 22: Electroválvula normalmente cerrada de acción directa. Fuente: [14]



Figura 23: *Electroválvula normalmente abierta de acción directa. Fuente: [14]*

1.9.10.2 Acción indirecta.

Este tipo de válvulas necesita una presión mínima para poder funcionar es de manera indirecta debido a que cuando se recibe el comando eléctrico el émbolo se acciona el cual permite como acción indirecta que el diafragma principal se abra o se cierre se dispone en normalmente abiertas y normalmente cerradas en la **figura 24** se muestra la electroválvula de acción indirecta.



Figura 24: *Electroválvula de acción indirecta. Fuente: [14]*

1.9.10.3 Acción mixta.

Este tipo de válvulas no requieren de una presión mínima y funcionan al igual que las de acción indirecta de igual manera las encontramos en normalmente abiertas y cerradas, en la **figura 25** se muestra la electroválvula de acción mixta.

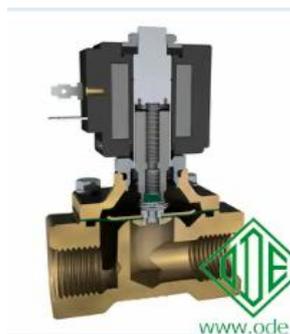


Figura 25: Electroválvula de acción mixta. Fuente: [14]

1.9.11 Relé de estado sólido.

El relé de estado sólido se diferencia en el encapsulamiento del módulo de relé G3MB - 202P ya que este puede ser conectado directamente a su entrada digital misma que puede variar en un rango de 3 – 32 V DC de la misma forma a su salida que puede soportar corrientes de hasta 150 amperios con sus respectivos disipadores de calor, en la **figura 26** se muestra el esquema del relé de estado sólido.

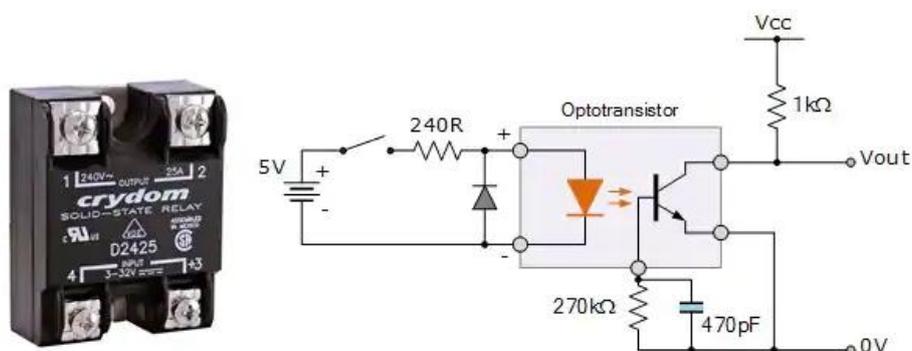


Figura 26: Relé de Estado Sólido D2425. Fuente: [15]

1.9.12 Motor paso a paso.

Los motores paso a paso son motores ideales para mecanismos en los que se requiera de movimientos muy precisos se los utiliza en robótica, telecomunicaciones, automatización

industrial entre otras, sus características principales es que pueden mover un paso a la vez por pulsos que se les aplique estos pueden variar de 90 a 1,8 grados es decir a 90 grados necesitaríamos de 4 pasos para dar un giro completo y a 1,8 grados de 200 pasos para dar un giro completo, se clasifican en tres tipos los de reluctancia variable de imanes permanentes e híbridos los motores paso a paso de imanes permanentes son los más utilizados.

1.9.12.1 Motor paso a paso de imanes permanentes unipolar.

Este tipo de motores suelen tener 5 o 6 cables de control esto depende de su conexión interna por 4 de los cables se indica la secuencia y duración de los pasos y los restantes sirven como alimentación del motor este tipo de motores tienen tres secuencias de manejo:

- Secuencia normal
- Secuencia wave drive
- Secuencia medio paso

En la secuencia normal el motor avanza un paso por vez debido a que siempre existen dos bobinas activadas, en la secuencia wave drive se activa solo una bobina por vez esto brinda un funcionamiento más suave, pero en caso contrario el torque es menor, en la secuencia medio paso se realiza una combinación de las dos anteriores lo que nos permite girar medio paso ya que se activan la primera vez dos bobinas y luego solo una.

1.9.12.2 Motor pasó a paso bipolar de imanes permanentes.

Este tipo de motores tienen 4 cables de control por lo general es decir poseen dos bobinas mismas que requieren cambiar el flujo de corriente para lo cual se utiliza dos puentes H una por cada bobina del motor si fuese un motor bipolar de 4 bobinas se utiliza 4 puentes H o drivers que componen las secuencias de pulsos para ser manejados, en la **figura 27** se muestra el motor paso a paso bipolar.



Figura 27: Motor Paso a Paso. Fuente: [16]

1.9.13 Driver para motor paso a paso.

Los drivers para motores paso a paso permiten controlar a los motores paso a paso mediante señales digitales, varían dependiendo de las características del tipo de motor paso a paso a controlar el funcionamiento de los mismo no es igual para todos los motores paso a paso el objetivo del driver es controlar al motor paso a paso y amplificar la corriente de salida desde otro controlador es un controlador que responde a otro controlador las características principales de estos controladores son las siguientes:

- Amplificador de corriente.
- Resolución de paso.
- Protección al controlador principal por calentamiento térmico, baja tensión, sobre picos de corriente.
- Alimentación y regulador de voltaje.

CAPITULO II

2 DISEÑO DE LA NODRIZA AUTOMÁTICA

2.1 Requerimientos mínimos de diseño.

En este capítulo se enfoca el diseño de la máquina, se realiza la distribución de cada uno de los procesos que realiza la máquina para la elaboración del sustituto de leche, mismos que se detalla a continuación.

- Sistema de Dosificación de Agua.
- Sistema de Calentamiento del Agua.
- Sistema de Dosificación de Lactoreemplazante
- Sistema de Homogenización de Harina Lactoreemplazante y Agua.
- Entrega del Sustituto de Leche.
- Módulo de Control.

Se realiza la dosificación de 2 litros de agua mediante el sistema de dosificación de Agua mediante dos electroválvulas una de entrada de agua y una segunda de salida, se transfiere temperatura hasta los 40°C en el sistema de calentamiento de agua mediante una niquelina de inmersión de 700 vatios de potencia, se dosifica 0,130kg de lactoreemplazante mediante el sistema de dosificación de harina con dosificador de tornillo sinfín con un motor paso a paso que gira 2300 pasos a 22 revoluciones por minuto en cada dosificación, se realiza la homogenización del sustituto de leche, con un agitador horizontal de licuadora que gira mediante un motor paso a paso que gira 8100 a 180 revoluciones por minuto, se realiza el sistema de entrega de sustituto de leche mediante una electroválvula, se realiza el diseño de control mediante un microcontrolador Atmega164P, se realiza la interfaz HMI mediante pantalla táctil Nextion de 4,3 pulgadas, se realiza la etapa de potencia mediante módulo de relés de estado sólido para electroválvulas y niquelina de calentamiento.

2.1.2 Diagrama de flujo.

En el diagrama de flujo de la **figura 28** se muestra el proceso completo de la realización del sustituto de leche, lectura de los terneros y comunicación del HMI con el controlador.

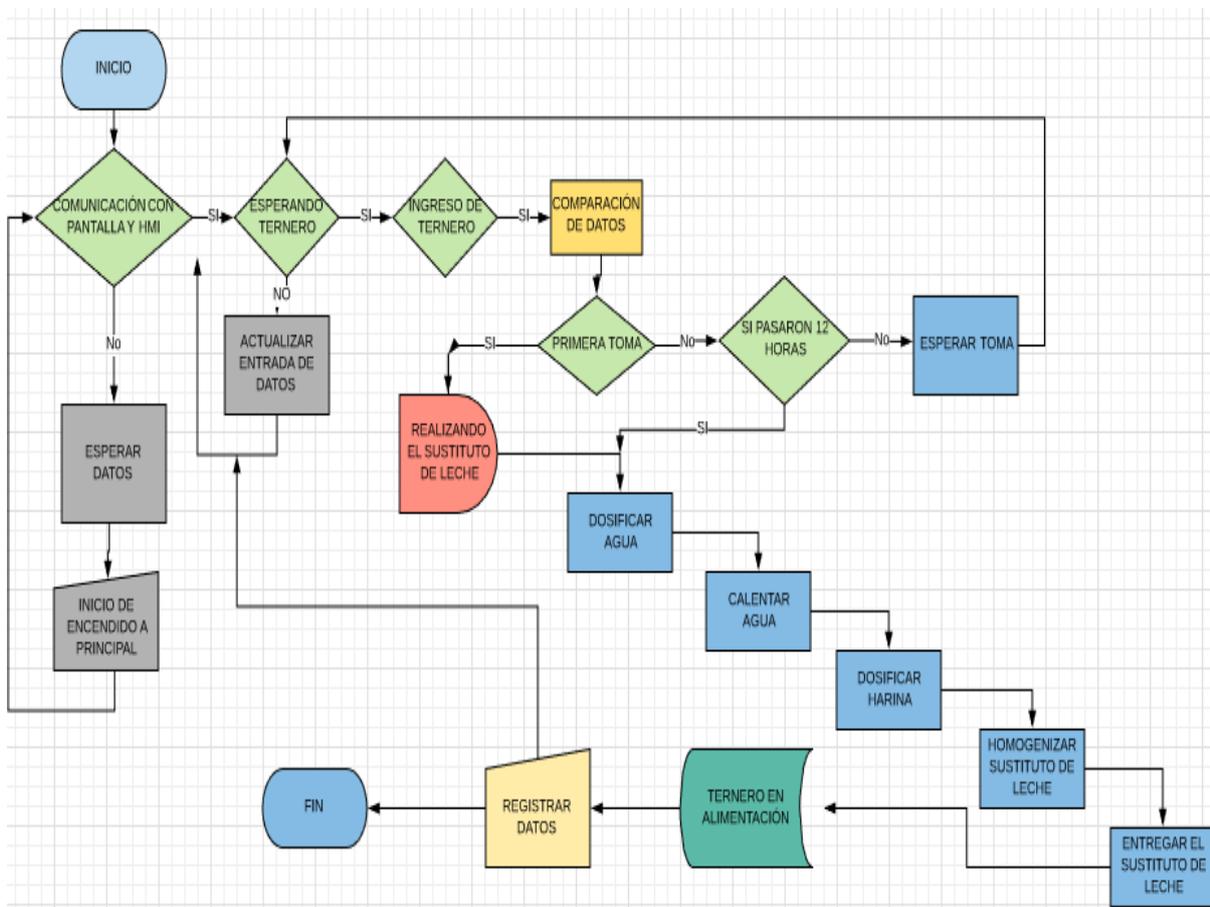


Figura 28: Diagrama de Flujo Proceso de Alimentación Terneros de Forma Artificial.

2.2 Parámetros de diseño.

El diseño que se escoge para la nodriza es manual y automático mismo que permite suministrar de forma artificial sustituto de leche a las crías de vaca desde el tercer día de vida hasta su destete.

2.3 Selección de materiales.

La selección de los materiales se lo realiza en base a parámetros de la investigación los cuales corresponden a la disponibilidad dentro del mercado ecuatoriano o zonal, haciendo una comparación de las características de los elementos respecto al costo.

2.3.1 Parámetros de selección de componentes mecánicos, electrónicos.

La Nodriz Automática está orientada al sector ganadero de producción tanto lechera cómo de carne orientada a la industria de baja y mediana producción por tal los costos son un tema importante ya que los mismos no disponen de capitales altos para obtener este sistema dentro de sus industrias ganaderas para analizar los diferentes tipos de materiales se toma en cuenta parámetros que son evaluados del (1 al 10) mismos que se describen a continuación, se realiza mediante tablas de ponderación la comparación de los componentes en cada una de los procesos de diseño.

Sistema de control. - para la evaluación de este parámetro se da una puntuación mayor al componente con el cuál podamos obtener mayor control de movimiento y posición.

Potencia. - para la evaluación de este parámetro se les califica la fuerza que poseen los motores a determinadas velocidades de acuerdo a la necesidad que haya en el proyecto con respecto al costo se da mayor puntuación al componente que cumpla con los requerimientos de potencia y tenga menor costo, en el caso de transferencia de calor se da la mayor puntuación al componente que transfiera la mayor cantidad de calor con el menor costo.

Confiabilidad. - para la evaluación de este parámetro se da mayor puntuación al componente que maneje menor margen de error.

Capacidad. - para la evaluación de este parámetro se da mayor puntuación al componente que mantenga mayor capacidad de las variables a manejar en comparación al costo.

Mantenimiento. - para la evaluación de este parámetro se da mayor puntuación al componente que tenga menor degradación al pasar el tiempo.

Costos. - para evaluar este parámetro se da mayor puntuación al componente que tenga menor valor en su adquisición conservando las características de calidad y confiabilidad.

Inocuidad. -para la evaluación de este parámetro se da mayor puntuación al componente que tenga mayor control a los productos asociados a destino alimenticio.

2.4 Modelado del diseño mecánico.

Para realizar el correcto y adecuado diseño mecánico de la máquina o elementos de la misma se cumple los requerimientos mínimos de diseño tenemos parámetros a tomar en cuenta como lo son:

- Esfuerzo
- Resistencia
- Factor de seguridad

2.4.1 Esfuerzo.

En el diseño de máquinas se considera el dimensionamiento apropiado de un elemento de máquina para que éste soporte con seguridad la flexión, torsión, carga axiales y transversales.

2.4.2 Resistencia.

Es la capacidad que tiene los elementos mecánicos o máquinas ante los esfuerzos a los que se ha sometido se puede cambiar la resistencia de los materiales mediante tratamientos térmicos, laminados, forjados, forjados, formados en frío entre otros.

2.4.3 Factor de seguridad.

El factor de seguridad permite determinar la relación entre la resistencia que se requiere de los elementos o de la máquina y la resistencia que se calcula este valor debe ser mayor o igual que 1 que indica la capacidad en exceso sobre los requerimientos.

$$FS = \frac{\text{Resistencia real}}{\text{Resistencia requerida}}$$

2.5 Diseño sistema de dosificación de agua.

El sistema de dosificación de agua requiere medir dos litros a dos litros y medio de agua y dosificarla, de acuerdo a los requerimientos se realiza el diseño un sistema de dosificación de líquidos isobárico mismo que cuenta de dos contenedores los cuales tienen las mismas características sin necesidad de realizar dos diseños diferentes.

Debido a que no se requiere una exactitud elevada se sustituye el sistema de presión constante mediante un sistema de medida por sensor de nivel de líquido.

2.5.1 Selección dosificador de agua.

La nodriza automática requiere dosificar dos litros de agua el cual es alimentado de la red pública de agua potable en un primer compartimiento y en el mismo elevar su temperatura hasta los 43°C y luego dosificarla hasta un segundo compartimiento, en la **tabla 1** se realiza la ponderación de los sistemas de dosificación de agua.

Tabla 1: Análisis de Criterios Para Selección del Tipo de Dosificador de Agua.

Componente	Dosificador Isobárico	Dosificador Gravimétrico
Mantenimiento	9	8
Disponibilidad	9	9
Inocuidad	9	9
Costo	9	7
Total	36	33

Se comparan los dosificadores de líquidos y se escoge al sistema de dosificación isobárico debido a que el costo del mismo es menor al del dosificador gravimétrico que requiere sistemas adicionales de pesaje mientras el isobárico lo realiza mediante sensores y electroválvulas, y es el que más se adapta a la nodriza automática.

2.5.1.1 Selección sensor digital.

Para la selección del sensor de nivel de líquido se toma en cuenta la disposición del mismo, por lo tanto se utiliza el sensor digital de nivel flotador en acero inoxidable, en el **anexo 14** se muestra el sensor digital de nivel que se utiliza.

2.5.1.2 Selección de electroválvulas.

En el diseño de la nodriza automática se tiene dos electroválvulas, la primer electroválvula está en la entrada principal del sistema por la misma ingresa agua potable, la segunda electroválvula está situada en el paso del compartimiento del dosificado de agua y calentamiento al compartimiento de dosificado de lactoreemplazante y homogenización del sustituto de leche, debido a que las dos están trabajando en lugares distintos y manejan agua a diferentes temperaturas y tienen diferentes contactos con el sustituto de leche se realiza el análisis diferente para cada una de ellas.

2.5.1.2.1 Primera electroválvula.

Esta electroválvula abre y cierra el paso de agua en la entrada al primer compartimiento de dosificado de agua por lo tanto se elige entre las electroválvulas de 2 vías, en la **tabla 2** se realiza la ponderación para la primera electroválvula.

Tabla 2: Análisis de criterios para selección de primer electroválvula

Componente			
Nombre	Electrovalvula en acero inoxidable.	Electrovalvula en plástico.	Electrovalvula en bronce.
Sistema de control	9	9	9
Disponibilidad	8	9	9
Inocuidad	9	7	8
Costo	6	9	7
Total	32	34	33

Se comparan los diferentes tipos de electroválvula y se escoge la electroválvula de plástico de ½ pulgada de diámetro ya que el costo en comparación a la de acero inoxidable y de bronce es casi la mitad prestándonos los mismos servicios y al manejar agua su uso es apto ya que no está en contacto directo con el sustituto de leche y en ella solo hay flujo de agua.

2.5.1.2.2 Segunda electroválvula.

Esta electroválvula abre y cierra el paso de agua caliente desde el primer compartimiento de dosificación de agua al segundo compartimiento de dosificación de lactoreemplazante y homogenización del sustituto de leche se elige entre las electroválvulas de 2 vías, en la **tabla 3** se realiza la ponderación para la segunda electroválvula.

Tabla 3: Análisis de Criterios Para Selección de Segunda Electroválvula.

Componente			
Nombre	Electrovalvula en acero inoxidable.	Electrovalvula en plástico.	Electrovalvula en bronce.
Sistema de control	9	9	9
Disponibilidad	8	9	9
Inocuidad	9	4	6
Costo	8	8	8
Total	34	30	32

Se comparan los diferentes tipos de electroválvula y se escoge la electroválvula de acero inoxidable de 1/4 de pulgada de diámetro debido a que la misma está en contacto con el sustituto de leche mismo que requiere de inocuidad y salubridad que nos brinda este material ante propagación de bacterias.

2.5.1.2.3 Tercera electroválvula.

Esta electroválvula abre y cierra el paso de sustituto de leche desde el segundo compartimiento a la bandeja de lactancia se elige entre las electroválvulas de 2 vías, en la **tabla 4** se realiza la ponderación para la tercera electroválvula.

Tabla 4: Análisis de Criterios Para Selección de Segunda Electroválvula.

Componente			
Nombre	Electroválvula en acero inoxidable.	Electroválvula en plástico.	Electroválvula en bronce.
Sistema de control	9	9	9
Disponibilidad	8	9	9
Inocuidad	9	4	6
Costo	8	8	8
Total	34	30	32

Se comparan los diferentes tipos de electroválvula y se escoge la electroválvula de acero inoxidable de 1/2 pulgada de diámetro debido a que la misma está en contacto con el sustituto de leche mismo que requiere de inocuidad y salubridad que nos brinda este material ante propagación de bacterias.

2.5.1.3 Etapa de potencia para electroválvulas.

Debido a que la interfaz semi-industrial de gama baja no cuenta con etapa de potencia es necesario realizar un acoplamiento de las salidas de control de cada uno de los elementos que no se pueden controlar de manera directa las electroválvulas, motor a paso a paso, niquelina.

A partir de la etapa de control se realiza una semi-etapa de potencia para salvaguardar la etapa de control mediante un módulo de relé de estado sólido mismo que nos permite amplificar la señal de las salidas de control de 20mA TTL hasta 2A máximo hasta 240VAC permitiéndonos

controlar las electroválvulas desde este módulo ya que las mismas consumen 300mA a 120VAC.

2.5.2 Diseño mecánico y cálculos del sistema de dosificación de agua.

Los cálculos se realizan de acuerdo a la necesidad requerida que son dos litros a dos litros y medio de agua por lo cual se toma en cuenta los siguientes parámetros como: la densidad del agua, la masa y el volumen que tienen los contenedores, el volumen del sensor, el volumen de la niquelina dentro del contenedor, la variación de densidad del agua respecto al cambio de temperatura. Con estos parámetros se determina las dimensiones de las áreas del contenedor.

2.5.2.1 Selección de material para los contenedores del líquido.

De acuerdo a la información obtenida en el libro Pastoreo De Ganado de Germán Montero escrito en el año 2014 las nodrizas son construidas en acero inoxidable tanto por inocuidad y salubridad.

2.5.2.2 Cálculos contenedores de líquido.

Se realiza una recopilación de datos durante 3 días para saber la variación de la temperatura en los límites de la provincia del Carchi y Sucumbíos lugar que se la pondrá en marcha la nodriza automática para determinar la temperatura mínima a la cual se encuentra el agua de ingreso, en la **tabla 5** se muestra la recopilación de datos.

Tabla 5: Datos de Temperatura del Agua.

Horario	7am/°C	11am/°C	18pm/°C	23pm/°C	3am/°C
Día 1	12	14	12	11	9
Día 2	11	14	13	10	7
Día 3	11	18	14	11	8
Mínima	11	14	12	10	7

Nota: se concluye que la temperatura mínima es de 7°C.

Por lo tanto, se realiza el cambio de densidad del agua con respecto a la temperatura mínima y máxima.

En la tabla 6 se muestra las densidades del agua a varias temperaturas.

Tabla 6: Densidad del Agua Respecto a la Variación de Temperatura

Temperatura °C	0	4	7	25	43	100
Densidad Kg/m ³	999,82	1000,00	999,96	997,13	991,05	958,05

Nota: la densidad del agua a la temperatura máxima es de 0,99105Kg/L y a la temperatura mínima es de 0,99996 Kg/L.

Fuente: [17]

Para obtener la masa del agua utilizamos la ecuación 1 tomada del libro de: [18]

Ecuación 1: Volumen del agua

$$V = \frac{m}{\rho}$$

En donde:

V= volumen del agua [L]

p= densidad del agua [kg/L] se toma el valor mayor por variación de temperatura

m=masa del agua [kg]

Con los datos obtenidos de la **Tabla 12** tomando en cuenta el valor de mayor densidad del agua por su variación de temperatura y la cantidad inicial de agua se tiene:

$$2L = \frac{m}{0,99996 \frac{kg}{L}} \quad (1)$$

Despejando m se tiene:

$$m = 2L * 0,99996 \frac{kg}{L} \quad (2)$$

$$m=1,99992kg \quad (3)$$

$$m=1,99992kg \rightarrow \text{masa de 2 litros de agua a } 7^{\circ}\text{C} \quad (4)$$

La masa de agua en el recipiente se lo utiliza en el cálculo de presiones.

Se considera forma cilíndrica para los compartimientos mismos que van de manera horizontal, se determina el volumen total de los contenedores con la fórmula tomada de: [19]

Ecuación 2: Volumen Total de los contenedores

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

Donde:

V2= volumen del agua = 2litros + volumen de niquelina

r= radio del cilindro asumido = 5cm

h= altura del cilindro [cm]

El volumen de la niquelina se asume respecto a las niquelinas de inmersión que es de 80cm de largo y 0,25 cm de radio reemplazando en la ecuación 2 se tiene.

$$v1 = \pi * (0,40cm)^2 * 74cm \quad (1)$$

$$v1 = 37,1966cm^3 \rightarrow \text{Volumen de la niquelina (2)}$$

Se suman los volúmenes de la niquelina y el agua para calcular el volumen del contenedor, volumen del agua se considera 2litros =2000cm³.

$$v2 = v1 + \text{volumen de agua} \quad (3)$$

$$v2 = 37,1966cm^3 + 2000cm^3 \quad (4)$$

$$v2 = 2037,1966cm^3 \rightarrow \text{Volumen del contenedor (5)}$$

Reemplazamos los datos en la ecuación 2 para encontrar la altura del cilindro para este caso la altura representa la distancia del mismo considerando un radio de 5cm.

$$2037,1966cm^3 = \pi * (5cm)^2 * h \quad (6)$$

$$h = 25,9384\text{cm} \rightarrow \text{largo del contenedor se asume } 26\text{cm} \quad (7)$$

Con las dimensiones del contenedor se procede a realizar los cálculos de la presión a la que es sometido el contenedor para determinar el espesor de la lámina de acero inoxidable.

Para obtener la presión del agua dentro del contenedor se utiliza la siguiente ecuación tomada de: [18]

Ecuación 3: Presión del agua

$$P = p * g * h$$

Dónde:

P= presión de un fluido [Pa]

p= densidad del agua [kg/m^3] $\rightarrow p = 999,96 \text{ kg}/\text{m}^3$ a $T = 7^\circ\text{C}$

g= gravedad $\rightarrow 9,81\text{m}/\text{s}^2$

h= altura del cilindro $\rightarrow 0,26\text{m}$

Reemplazando los valores en la ecuación 3 se tiene:

$$P = 999,96 \text{ kg}/\text{m}^3 * 9,81\text{m}/\text{s}^2 * 0,26\text{m} \quad (1)$$

$$P = 2550,4980 \text{ Pa} \quad (2)$$

Para determinar los esfuerzos circunferencial o también conocido como esfuerzo perpendicular al eje del contenedor y esfuerzo longitudinal mismo que es paralelo al eje del contenedor, en cilindros de pared delgada se tiene las siguientes fórmulas tomadas de: [20].

Ecuación 4: Esfuerzo circunferencial o anular

$$\sigma_t = \frac{P * d_i}{2t}$$

Ecuación 5: Esfuerzo longitudinal

$$\sigma_L = \frac{P * d_i}{4t}$$

Donde:

P = presión [Pa]

d_i = diámetro interno del cilindro [m] → r = 5cm → d_i = 0,1m

t = espesor de la pared del cilindro [m]

Con los datos se reemplaza en las ecuaciones 4 y 5.

Esfuerzo Circunferencial Tangencial o Anular:

$$\sigma_t = \frac{2550,4980 \text{ Pa} * 0,1 \text{ m}}{2t} \quad (1)$$

$$\sigma_t = \frac{127,5249 \text{ Pa m}}{t} \quad (2)$$

Esfuerzo Longitudinal:

$$\sigma_l = \frac{2550,4980 \text{ Pa} * 0,1 \text{ m}}{4t} \quad (3)$$

$$\sigma_l = \frac{63,76245 \text{ Pa m}}{t} \quad (4)$$

Se aplica el Teorema de Esfuerzo cortante máximo para determinar el esfuerzo equivalente mediante la ecuación tomada de: [21].

Ecuación 6: Esfuerzo longitudinal

$$\sigma_e = \sigma_t + \sigma_L \leq \frac{S_y}{n}$$

σ_e = esfuerzo equivalente [Pa]

S_y = resistencia a la fluencia del material [MPa]

n = factor de seguridad

Se toma en cuenta que el material seleccionado para la nodriza es el acero inoxidable AISI 304 por lo cual el valor de S_y tomado del **Anexo 1** es $S_y = 206 MP$ y para $n = 2$ debido a que es una carga estática y con alto grado de confianza en todos los datos del diseño sustituyendo datos en la **Ecuación 6** se tiene:

$$\frac{127,5249 Pa.m}{t} + \frac{63,7624 Pa.m}{t} \leq \frac{206MPa}{2} \quad (1)$$

Igualando la ecuación se tiene:

$$\frac{127,5249 Pa.m}{t} + \frac{63,7624 Pa.m}{t} = 103000000 Pa \quad (2)$$

Determinando factor común mínimo el espesor de la lámina t y despejando se tiene:

$$t = \frac{127,5249 Pa.m + 63,7624 Pa.m}{103000000 Pa} \quad (3)$$

$$t = \frac{191,2873 Pa.m}{103000000 Pa} \quad (4)$$

$$t = 0,00000185745m \quad (5)$$

$$t = 0,00185745 mm \quad (6)$$

Los esfuerzos que ejerce el agua sobre el contenedor son bajos de este el espesor de la lámina bajo, con los datos obtenidos se procede a encontrar el esfuerzo de von mises mismo que indica los esfuerzos normales y cortantes ejercidos a causa de la presión interna en el contenedor, se encuentra el esfuerzo de von mises mediante la ecuación tomada de: [18].

Ecuación 7: Esfuerzo de Von Mises

$$(\sigma')^2 = \left[\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}{2} \right]$$

Donde:

σ' = esfuerzo de von Mises

$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ = esfuerzos principales; $\sigma_1 = \sigma_t$, $\sigma_2 = \sigma_r$, $\sigma_3 = \sigma_l$

Se determina el esfuerzo tangencial y longitudinal reemplazando los valores en las ecuaciones 4 y 5 el esfuerzo₂ o esfuerzo radial es igual a cero debido a que los esfuerzos tangencial y longitudinal son mayores por tal razón se desprecia el mismo y se lo considera cero se determina el espesor de la lámina de 1mm.

$$\sigma_t = \frac{127,5249 \text{ Pa m}}{0.001\text{m}} \quad (1)$$

$$\sigma_t = 0,128\text{MPa} \rightarrow 128000 \text{ Pa} \quad (2)$$

$$\sigma_l = \frac{63,76245 \text{ Pa m}}{0,001\text{m}} \quad (3)$$

$$\sigma_l = 0,064\text{Mpa} \rightarrow 64000 \text{ Pa} \quad (4)$$

Se determina el esfuerzo de von Mises aplicando el criterio de plasticidad reemplazando los valores obtenidos de los esfuerzos principales en la **Ecuación 7**.

$$(\sigma')^2 = \left[\frac{(0,128 - 0)^2 + (0 - 0,064)^2 + (0,064 - 0,128)^2}{2} \right] \quad (7)$$

$$(\sigma')^2 = 0,0123\text{Mpa} \quad (8)$$

$$\sigma' = 0,11\text{Mpa} \quad (9)$$

2.5.2.3 Verificación de esfuerzos utilizando el sistema CAD.

Para realizar esta verificación se lo realiza mediante el simulador del programa SolidWorks para lo cual se ubica las restricciones de sujeción luego la presión interna que van a soportar las paredes del contenedor, tipo del material acero inoxidable AISI 304, y se realiza el mallado del mismo como una sola pieza, se realiza la simulación y se obtiene los siguientes datos.

2.5.2.3.1 Simulación de Esfuerzo Aplicado al Diseño del Contenedor.

Se realiza la aplicación de esfuerzos en la pared circular del contenedor y se obtiene un esfuerzo de von Mises mínimo de $0,0009 \text{ MPa}$ y valor máximo de $0,15 \text{ MPa}$ como se muestra en la **figura29**.

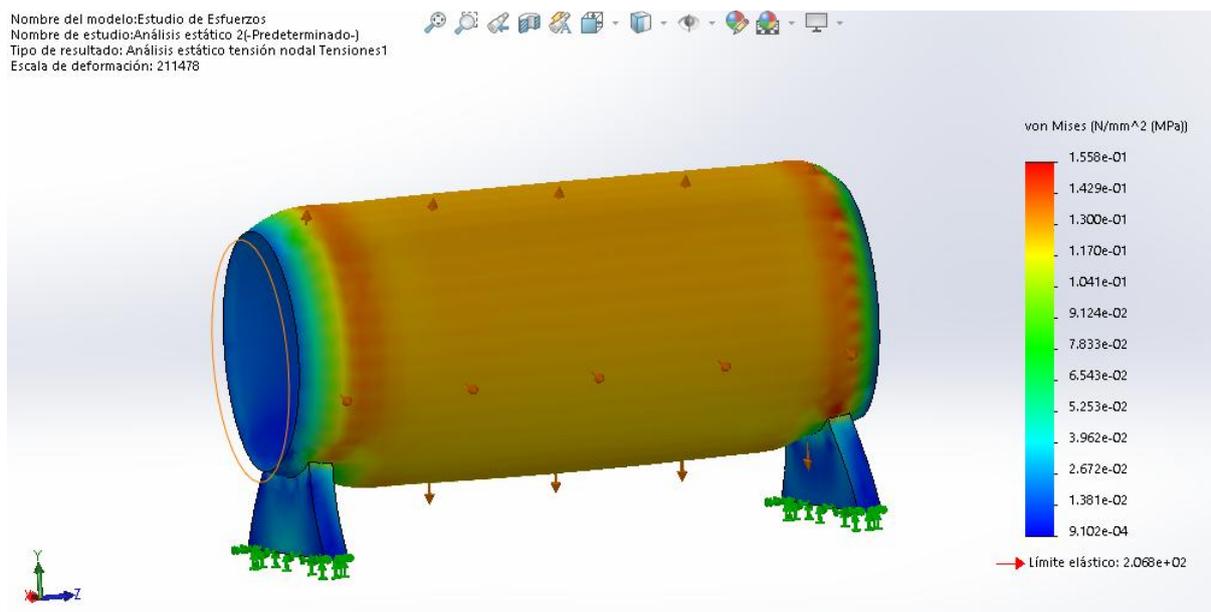


Figura 29: Esfuerzos de von Mises Máximo y Mínimo

El valor obtenido de manera analítica es aproximado al valor que se obtiene en SolidWorks por lo tanto se deduce que los cálculos son correctos.

2.5.2.3.2 Cálculo del Factor de Seguridad en el Contenedor Como Recipiente de Pared Delgada.

Para determinar el factor de seguridad del diseño se procede a comparar el esfuerzo de von Mises con la resistencia a la fluencia del material para esto se aplica la ecuación de factor de seguridad tomada de: [18]

Ecuación 8: Factor de seguridad de diseño

$$n = \frac{sy}{\sigma'}$$

Se reemplaza los valores obtenidos en la Ecuación 8 con el valor de von Mises determinado por Solid Works debido a que es mayor al cálculo analítico por lo tanto se tiene:

$$n = \frac{206MPa}{0,15MPa}$$

$$n = 1373$$

Se obtiene un factor de seguridad elevado debido a que el contenedor es pequeño y no dispone de esfuerzos altos no se requiere disminuir el espesor de la lámina ya que no representa un precio alto debido a que el contenedor es pequeño, no se realiza análisis de esfuerzos térmicos debido a que no hay variación de presión considerable por variación de temperatura.

2.6 Diseño control calentamiento del agua.

El calentamiento de agua se realiza mediante un control ON-OFF en una salida digital del Atmega164p, el control ON-OFF realiza el encendido y apagado de la niquelina de inmersión misma que transfiere temperatura por convección a el agua del contenedor1, la temperatura tiene un rango amplio en el que puede variar para la dosificación del lactoreemplazante a la cría por tal razón no es necesario de un control de mayor precisión, la variación de temperatura está dado por un sensor de temperatura RTD más conocido como pt100, el cuál es de platino y varía resistencia eléctrica de 100 ohmios a una temperatura de 0 °C.

2.6.1 Selección de Niquelina o resistencias eléctricas.

La niquelina es la encargada de la transferencia de energía calorífica mediante la conversión de energía eléctrica a energía calórica al agua del primer compartimiento, en la **tabla 7** se realiza la ponderación para la selección de la niquelina a utilizar.

Tabla 7: Análisis de Criterios Para Selección de la niquelina.

Componente			
Nombre	Niquelina de convección	Niquelina de Viento	Niquelina de conducción
Sistema de control	9	9	9
Capacidad	9	1	6
Potencia	9	3	7
Costo	7	6	7
Total	34	19	32

Se escoge las niquelinas de convección en acero inoxidable debido a que las niquelinas de viento con el mismo costo de las de convección y conducción tardan demasiado en calentar el agua, no se escoge las niquelinas de conducción debido a que hay mayores pérdidas de energía calórica por transferencia de calor.

2.6.2 Cálculo para determinar la potencia del sistema de calentamiento.

2.6.2.1 Datos necesarios para cálculos

Considerando los principios de la termodinámica se tiene que la transferencia de calor se da por diferencia de temperatura, como se demuestra en la siguiente fórmula:

Ecuación 9: Cantidad de Calor

$$Q = m * c * \Delta$$

Donde:

Q= cantidad de calor transferida

m= masa del cuerpo = 0,4kg

c= calor específico del material = $0,092 \frac{KJ}{Kg * ^\circ C}$

ΔT = diferencia de temperatura = $28^\circ C$

Volumen del líquido = 2000 cm³

$$Q = 400g * 0,092 \frac{KJ}{Kg * ^\circ C} * (28^\circ C)$$

$$Q = 1030Cal$$

2.6.3 Selección de la resistencia eléctrica.

El parámetro principal para la selección de la misma es el tiempo de calentamiento de la temperatura ambiente del agua en el lugar de la ubicación de la máquina que puede variar de

los 12°C y se requiere de 37°C a 40°C, el tiempo de calentamiento que se establece por diseño es de 3 minutos, ya que es una resistencia de inmersión es de acero inoxidable.

Para el presente proyecto se selecciona una resistencia eléctrica de inmersión que permite calentar a bajas temperaturas, el voltaje de operación de la misma es de 120VAC, cuenta con una resistencia de 6 Ω , misma que es instalada en la parte interna del primer contenedor de agua, la cual permite calentar 3L de agua desde 10°C a 50°C en 3 minutos, cumpliendo con los requerimientos de diseño, está niquelina tiene un consumo de 700 vatios, la niquelina seleccionada se muestra en la **figura 30**.



Figura 30: Niquelina de Inmersión. Fuente: [22]

2.6.4 Etapa de potencia para la niquelina.

Dado que la transferencia de calor tiene gran consumo de potencia se requiere un amplificador que soporte la capacidad muy superior a la nominal evaluando este parámetro de manera directa para cargas resistivas y no repetitivas en este caso los más aptos son los relés de estado sólido mismos que pueden darnos mayor tiempo de vida útil que un contactor y no hacen ruido.

2.6.4.1 Selección amplificadora de potencia niquelina.

El amplificador de potencia desde el Atmega164P hasta la niquelina de inmersión es un relé de estado sólido mismo que no requiere de ninguna protección adicional y se lo puede conectar de forma directa a la salida del microcontrolador el SSR que se selecciona es el SSR de 25 amperios mismo que activa y desactiva el encendido de la niquelina.

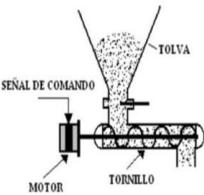
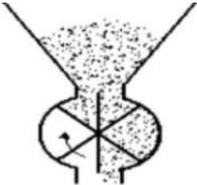
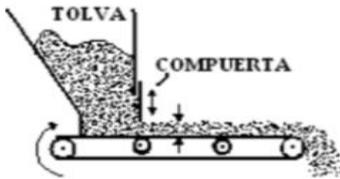
2.7 Diseño dosificación de lactoreemplazante.

El sistema de dosificación de lactoreemplazante es un dosificador de sólidos y secos se ha seleccionado un dosificador de tornillo por lo tanto su diseño se divide en la tolva que contiene la harina y el tornillo sinfín.

2.7.1 Selección de dosificador de lactoreemplazante.

La nodriza automática requiere dosificar de 0,080kg a 0,130kg de lactoreemplazante por cada toma de sustituto de leche que realicen las crías, en la **tabla 8** se realiza la ponderación para la selección del dosificador de lactoreemplazante.

Tabla 8: Análisis de Criterios Para Selección del Tipo de Dosificador de Lactoreemplazante.

Componente			
Nombre	Dosificador de Tornillo	Dosificador de Compuertas	Dosificador de banda
Mantenimiento	9	8	8
Disponibilidad	9	9	8
Inocuidad	9	9	7
Costo	9	8	7
Total	36	34	30

Se comparan los diferentes tipos de dosificadores de tornillo y escoge al sistema de dosificación de tornillo debido a que tiene mayor inocuidad que el dosificador de banda y menor costo de mantenimiento y realización al sistema de dosificación por compuertas rotativas.

Se selecciona un tornillo transportador de paso estándar debido a que este tipo de transportador dispone del paso igual al diámetro del tornillo ya que se los utiliza para materiales que son transportados de forma horizontal o un máximo de 30° respecto al piso, en la **figura 31** se muestra el esquema del dosificador de tornillo sin fin.

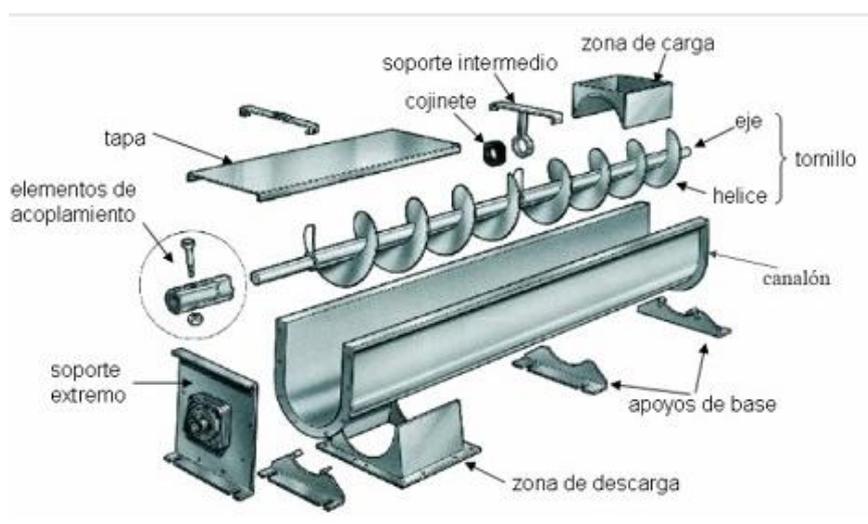


Figura 31: Esquema Dosificador de Tornillo Sin Fin Estándar. Fuente: [23]

2.7.2 Selección tipo de motor dosificador.

El motor hace girar un tornillo sin fin mismo que en el giro dosifica el lactoreemplazante desde la tolva al segundo compartimiento de la nodriza automática, en la **tabla 9** se realiza la ponderación para la selección del tipo de motor a utilizar en el sistema de dosificación de harina lactoreemplazante.

Tabla 9: Análisis de Criterios Para Selección del Motor.

Componente			
Nombre	Motor paso a paso	Motor dc	Servomotor
Sistema de control	9	6	3
Disponibilidad	9	9	9
Potencia	9	7	9
Costo	7	9	10
Total	34	31	31

Se compara los diferentes motores y se escoge el motor paso a paso ya que el mismo dispone del sistema de control adecuado para hacer girar el tornillo sin fin mientras que el motor dc no dispone de un control exacto de movimiento y el servomotor con encoder para movimiento continuo es de un valor más elevado que los otros dos.

2.7.3 Diseño mecánico de la tolva.

El diseño de la tolva almacena 10kg de harina y su diseño tiene forma cónica.

Como se aprecia en el **Anexo 2** el fabricante del lactoreemplazante no estipula la densidad de la harina por lo tanto se requiere realizar mediciones de la misma para determinar su densidad.

Se procede a realizar la prueba en un recipiente de 334cm^3 , obteniendo una masa de 192 gramos.

2.7.3.1 Cálculos para la tolva.

Con los valores obtenidos procedemos a reemplazar en la ecuación 1 para determinar la densidad de la harina.

$$\rho = \frac{170g}{334cm^3} \quad (1)$$

$$\rho = 0,51 \frac{g}{cm^3} \quad (2)$$

Con la densidad de la harina procedemos a encontrar el volumen para los 10000g de harina reemplazando en la *Ecuación 1*.

$$v = \frac{10000g}{0,51 g/cm^3} \quad (3)$$

$$v = 19607 cm^3 \quad (4)$$

Se escoge una tolva de cono truncado y circular debido a que las tolvas cuadradas ejercen compresiones poco uniformes con los datos obtenidos se procede a calcular la altura de la tolva mediante la *Ecuación 10* de volumen de un cono tomada de: [19]

Ecuación 10: Para volúmenes de conos

$$v = \frac{\pi}{12} * h (D^2 + (d * D) + d^2)$$

Dónde:

v: Volumen de la tolva → $v = 19607 cm^3$

h: Altura de la tolva [cm]

d: Diámetro menor de la tolva → 5cm

D: Diámetro mayor de la tolva [cm]

Se asume un ángulo $\alpha = 30^\circ$ para la desviación de la tolva con el mismo se procede a determinar el diámetro mayor mediante la ecuación 10 tomada de: [19]

Ecuación 11: Cálculo de diámetro mayor

$$h = \frac{D - d}{2 \tan \alpha}$$

Despejando la altura de la **Ecuación 10** se tiene:

$$h = \frac{v}{\frac{\pi}{12}(D^2 + (d * D) + d^2)} \quad (1)$$

Igualando las ecuaciones se tiene:

$$\frac{v}{\frac{\pi}{12}(D^2 + (d * D) + d^2)} = \frac{D - d}{2 \tan \alpha} \quad (2)$$

Reemplazando valores y despejando se tiene:

$$D^3 = \frac{19607 \text{ cm}^3 * 2 \tan 30}{\frac{\pi}{12}} + 125 \text{ cm}^3 \quad (3)$$

$$D = 44 \text{ cm} \quad (4)$$

$$h = \frac{44 \text{ cm} - 5 \text{ cm}}{2 \tan 30} \quad (5)$$

$$h = 34 \text{ cm} \quad (6)$$

Debido a que no se requiere de una tolva que se llene en su totalidad y se requiere de un margen sobrante para que no haya desborde de material se procede a dar la altura de diseño a 45cm, se procede a calcular la presión de la harina en la tolva mediante la **Ecuación 3**.

$$P = 510 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 0.34 \text{ m} \quad (1)$$

$$P = 1702\text{Pa} \quad (2)$$

Para calcular el espesor de lámina de la tolva se procede a calcular los esfuerzos que ejerce la harina dependiendo de su geometría cónica mediante la **Ecuación 4** y **Ecuación 5** se toma como diámetro interno el diámetro mayor ya que se ejerce mayor esfuerzo.

Ecuación 12: Esfuerzo tangencial para geometría cónica.

$$\sigma_t = \frac{P * d_i}{2t \cos\alpha} \quad (1)$$

Ecuación 13: Esfuerzo longitudinal para geometría cónica

$$\sigma_L = \frac{P * d_i}{4t \cos\alpha} \quad (2)$$

Reemplazando valores en las ecuaciones anteriores se tiene:

$$\sigma_t = \frac{1702\text{Pa} * 0,34\text{m}}{2t \cos 30} \quad (3)$$

$$\sigma_L = \frac{1702\text{Pa} * 0,34\text{m}}{4t \cos 30} \quad (4)$$

Resolviendo se tiene:

$$\sigma_t = \frac{334\text{Pa m}}{t} \quad (5)$$

$$\sigma_L = \frac{167\text{Pa m}}{t} \quad (6)$$

Se toma en cuenta que el material seleccionado para la nodriza es el acero inoxidable AISI 304 por lo cual el valor de S_y tomado del **Anexo 1** es $S_y = 206\text{MPa}$ y $n = 2$ para debido a que es una carga estática y con alto grado de confianza en todos los datos del diseño sustituyendo datos en la **Ecuación 6** se tiene:

$$\frac{334 \text{ Pa} \cdot \text{m}}{t} + \frac{167 \text{ Pa} \cdot \text{m}}{t} \leq \frac{206 \text{ MPa}}{2} \quad (1)$$

Igualando la ecuación se tiene:

$$\frac{334 \text{ Pa} \cdot \text{m}}{t} + \frac{167 \text{ Pa} \cdot \text{m}}{t} = \frac{206000000 \text{ Pa}}{2} \quad (2)$$

Se saca factor común, se despeja el espesor y resolviendo se tiene:

$$t = \frac{1002 \text{ Pa} \cdot \text{m}}{206000000 \text{ Pa}} \quad (3)$$

$$t = 0,00000415\text{m} \quad \rightarrow 0,0049\text{mm} \quad (4)$$

Los esfuerzos que ejerce la harina en la tolva son bajos de este el espesor de la lámina bajo, con los datos obtenidos se procede a encontrar el esfuerzo de von mises mismo que indica los esfuerzos normales y cortantes ejercidos a causa de la presión interna en la tolva, se encuentra el esfuerzo de von Mises.

Se determina el esfuerzo tangencial y longitudinal reemplazando los valores en las **Ecuación 4** y **Ecuación 5** el esfuerzo² o esfuerzo radial es igual a cero debido a que los esfuerzos tangencial y longitudinal son mayores por tal razón se desprecia el mismo, se determina el espesor de lámina de 1mm.

$$\sigma_t = \frac{334 \text{ Pa} \cdot \text{m}}{0.001\text{m}} \quad (1)$$

$$\sigma_t = 0,334\text{MPa} \rightarrow 334000 \text{ Pa} \quad (2)$$

$$\sigma_l = \frac{167 \text{ Pa} \cdot \text{m}}{0,001\text{m}} \quad (3)$$

$$\sigma_l = 0,167\text{Mpa} \rightarrow 167000 \text{ Pa} \quad (4)$$

Se determina el esfuerzo de von Mises aplicando el criterio de plasticidad reemplazando los valores obtenidos de los esfuerzos principales en la **Ecuación 7**.

$$(\sigma')^2 = \left[\frac{(0,334 - 0)^2 + (0 - 0,167)^2 + (0,167 - 0,334)^2}{2} \right] \quad (1)$$

$$(\sigma')^2 = 0,083 \text{ Mpa} \quad (2)$$

$$\sigma' = 0,29 \text{ Mpa} \quad (3)$$

2.7.3.1.1 Verificación de esfuerzos utilizando el sistema CAD.

Para realizar esta verificación se lo realiza mediante el simulador del programa SolidWorks para lo cual se ubica las restricciones de sujeción luego la presión interna que van a soportar las paredes de la tolva, tipo del material acero inoxidable AISI 304, y se realiza el mallado de la tolva, se realiza la simulación y se obtiene los siguientes datos en la simulación de esfuerzo.

Se realiza la aplicación de esfuerzos en la pared cónica de la tolva y se obtiene un esfuerzo de von Mises mínimo de 0,000050MPa y valor máximo de 1,74MPa como se muestra en la **Figura 32**.

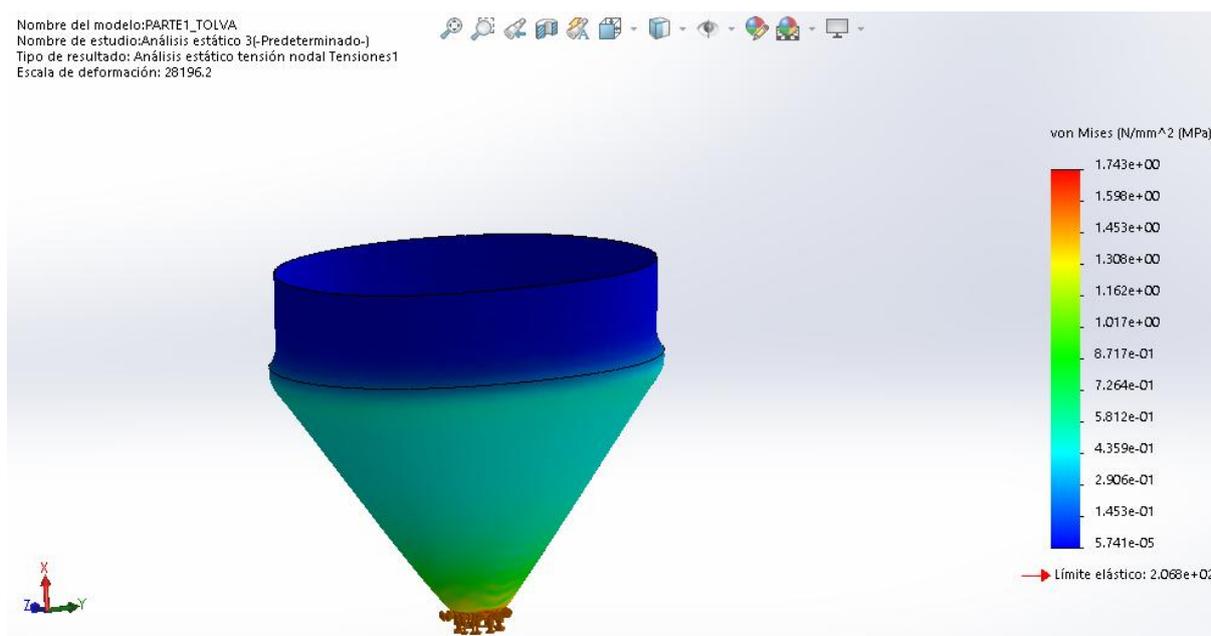


Figura 32: Calculo de esfuerzo de Von Mises

Se concluye que el esfuerzo máximo de von Mises determinado en SolidWorks es menor al esfuerzo de von Mises calculado de manera analítica debido a que se considera la base del cono como parte de sujeción fija mismo que es necesario en el diseño real, de igual manera el esfuerzo de von Mises máximo es de 1,74MPa por lo tanto se concluye que los valores calculados de manera analítica son correctos.

2.7.3.1.2 Cálculo del factor de seguridad en la tolva como recipiente de pared delgada.

Para determinar el factor de seguridad del diseño se procede a comparar el esfuerzo de von Mises con la resistencia a la fluencia del material para esto se aplica la ecuación 8 de factor de seguridad.

Se reemplaza los valores obtenidos en la **Ecuación 8** con el valor de von Mises determinado de manera analítica debido a que es mayor al calculado de SolidWorks por lo tanto se tiene:

$$n = \frac{206MPa}{0,29MPa}$$

$$n = 710$$

Se obtiene un factor de seguridad elevado y menor al de los contenedores de agua debido a que en la tolva hay mayor concentración de esfuerzo debido a la forma de cono, no se requiere disminuir el espesor de la tolva debido a que no representa una variación de costo elevado ya que la tolva es pequeña.

2.7.4 Diseño del tornillo sinfín.

Los sistemas de dosificación de tornillo sinfín permiten trasladar material a lo largo de un canal el diseño se construye de acuerdo a las normas CEMA (Conveyor Equipment Manufacture Association), mismas que rigen el diseño a partir de las 4 pulgadas de diámetro hasta las 24 pulgadas, en este caso el mismo no se encuentra dentro de este rango por lo tal no se puede utilizar los cálculos estandarizados por CEMA y se lo considera caso especial por lo cual es

necesario realizar el diseño de las partes más importantes que son el canalón, eje del tronillo, la hélice y zona de carga – descarga, se recalca que la máquina dosifica la harina de manera aleatoria no lo hace de manera corrida por lo tanto el diseño y cálculos del mismo no se profundiza ya que la mayoría de cálculos se los realiza para transportadores que trabajan de forma permanente y es necesario regirse a las normas CEMA.

2.7.4.1 Zona de carga y descarga.

La zona de carga es la tolva quien entrega el producto de manera directa al canalón del sinfín tiene un diámetro de 5cm por lo tanto la zona de carga del canalón es de 5cm de diámetro no se requiere de un menor tamaño debido a que habría desperdicio de material en la parte restante de la tolva y si es de mayor tamaño el tornillo sinfín se sobredimensiona, la zona de descarga se encuentra al final del canalón mismo que debe satisfacer la cantidad de 80 a 130 gramos de harina que se realiza por despacho mediante la *Ecuación 1* procedemos a calcular el volumen máximo que ocupan 130g de harina lactoreemplazante mediante la densidad que se obtuve de la prueba:

$$\rho = \frac{170g}{334cm^3} \quad (1)$$

Mediante una regla de tres simples se procede a calcular el volumen a 130g.

$$\frac{130}{va} = \frac{170g}{334cm^3} \quad (2)$$

$$va = 255cm^3 \quad \rightarrow \text{volumen máximo de harina a dosificar} \quad (3)$$

Volumen máximo que entrega el dosificador en cada una de las tomas, debido a que no trabaja continuamente no es necesario una salida igual a la de entrada por tal razón se elige una salida directa a 1cm del final del sinfín.

2.7.4.2 Diseño del canalón.

Se requiere dosificar de 80g a 130g de harina por lo tanto no se considera el tamaño máximo de grano de harina ya que el mismo es de un volumen mínimo, la zona de carga es de 5cm de diámetro por el diseño de tolva, por tal razón se elige un paso de 46mm por lo tanto al ser un transportador de paso estándar el diámetro del tornillo sinfín es igual a 46mm, ya que entre el tornillo y el canalón se requiere de un espacio muerto para no tener rozamiento el diámetro del canalón es el diámetro del tornillo más el espacio muerto dando un espacio muerto de 4mm, la longitud del transportador es de 320mm ya que a esta distancia entrega la harina al segundo contenedor de agua, el canalón no está en contacto directo con la tolva por lo que no es necesario realizar el cálculo de esfuerzos y se determina un espesor de lámina de 1mm misma que se utiliza en la tolva.

2.7.4.3 Diseño del tornillo.

Con los datos de paso del tornillo y el diámetro del mismo procedemos a encontrar el llenado de un plano helicoidal de un tornillo sin fin al dar una vuelta completa mediante la *Ecuación 14* tomada de: [24]

Ecuación 14: Volumen Helicoidal

$$V_h = \frac{\pi * D^2 * S}{4}$$

Donde:

V_h: Volumen helicoidal

D: diámetro del tornillo → 0,046m

S: paso del tornillo → 0,046m

Se procede a reemplazar los valores:

$$Vh = \frac{\pi * (0,046m)^2 * 0,046m}{4}. \quad (1)$$

$$vh = 0,000076 m^3 \quad \rightarrow 76cm^3 \quad (2)$$

Con los datos obtenidos procedemos a calcular el número de vueltas que debe realizar el tornillo para entregar la dosificación máxima, dividiendo el volumen máximo para el volumen que entrega el tronillo al dar una vuelta completa.

$$n = \frac{vmax}{vh} \quad (1)$$

$$n = \frac{255 cm^3}{76cm^3} \quad (2)$$

$$n = 3,4 \text{ vueltas} \quad (3)$$

El número de vueltas que se da para entregar el volumen máximo es de 3,4 vueltas mismo que no se lo realiza de manera seguida sino cada vez que sea necesario dosificar la harina a la cría.

Se calcula el rendimiento volumétrico por una hora de trabajo seguido mediante la **Ecuación 15** tomadas de: [24]

Ecuación 15: Rendimiento Volumétrico

$$Qv = 15\pi * D^2 * S * n$$

Donde:

Qv = rendimiento volumétrico por una hora de dosificación

n = revoluciones por minuto a las que gira el tornillo $\rightarrow 240 rpm$

Debido a que el motor que se selecciono es un motor paso a paso se puede controlar la velocidad y número de vueltas se toma una referencia de 240 rpm ya que no se requiere mayor velocidad.

Se reemplaza los datos en la ecuación:

$$Qv = 15\pi * (0,046m)^2 * 0,046m * 240rpm \quad (1)$$

$$Qv = \frac{1,10m^3}{h} \quad (2)$$

Determinado el rendimiento volumétrico por hora se determina el rendimiento teórico del tornillo helicoidal mediante la **Ecuación 16** tomada de: [24]

Ecuación 16: Rendimiento Volumétrico

$$Qm = 15\pi * D^2 * S * \delta$$

Donde:

δ = densidad de la harina $\rightarrow 510 \text{ kg/m}^3$

Reemplazando los valores en la ecuación se tiene

$$Qm = 15\pi * 0,046m^2 * 0,046m * 510 \frac{kg}{m^3} \quad (1)$$

$$Qm = 2,34 \text{ kg/h} \quad (2)$$

Con los datos obtenidos se procede a calcular la potencia del motor PT mediante la ecuación 14 misma que es necesario sumar la potencia para el desplazamiento del material PH, la potencia para girar el tornillo en vacío PN, y la potencia para vencer resistencias debidas a la inclinación Pst mediante las **Ecuación 17**, **Ecuación 18**, **Ecuación 19**, y **Ecuación 20**.

Ecuación 17: Potencia del Motor

$$PT = Ph + Pn + Pst$$

Ecuación 18: Desplazamiento del material

$$PH = 1.2 \frac{Qm * L * g}{3600 s}$$

Ecuación 19: Potencia de giro

$$PN = \delta \frac{Qv * D * g}{S}$$

Ecuación 20: Potencia para vencer resistencias debidas a la inclinación

$$Pst = \frac{Qm * H * g}{3600}$$

Pst → sólo para transportadores con inclinación para este caso es igual a cero.

Donde:

L: longitud del transportador → 0,32m

g: gravedad → 9.81 m/s²

Reemplazando los valores obtenidos y sumando se tiene:

$$PT = 1.2 \frac{1h * (2,34kg/h) * 0,32m * 9,81 \frac{m}{s^2}}{3600 s} + \frac{1h * \frac{1,3m^3}{h} * 9,81 \frac{m}{s^2}}{3600s * 0,046m} \quad (1)$$

$$PT = 0,079W \rightarrow 0,06HP \quad (2)$$

Con la potencia obtenida se procede a calcular la velocidad angular del motor a la que se requiere la dosificación a una velocidad mínima de 240 rpm, la velocidad angular nominal viene dada mediante la **Ecuación 21** tomada de: [20]

Ecuación 21: Velocidad Angular Nominal

$$w = \frac{2 * \pi * n}{60}$$

Donde:

n = revoluciones por minuto [rpm]

Con los datos se procede a reemplazar en la **Ecuación 21**:

$$w = \frac{2 * \pi * 240rpm}{60} \quad (1)$$

$$w = 25,13 \frac{rad}{s} \quad (2)$$

Con la velocidad angular nominal procedemos a calcular el par motor o torque que se requiere en el eje mediante la **Ecuación 22** tomada de: [20]

Ecuación 22: Par motor o torque requerido

$$P = T * w$$

Donde:

T = par motor o torque requerido [N.m]

Con los datos obtenidos se procede a reemplazar y despejar T se tiene:

$$T = \frac{0,079 W}{25,13 \frac{rad}{s}} \quad (1)$$

$$T = 0,0314 N.m \rightarrow 3,14 N.cm \quad (2)$$

El diseño del tornillo sinfín se muestra en el **anexo13**.

2.7.5 Diseño control movimiento del tornillo sinfín.

El tornillo sinfín se sienta sobre chumaceras de banco para que las mismas sean quien soporte el peso del tornillo y la presión ejercida de la harina.

El sistema de control de movimiento del tornillo sinfín mediante motores paso a paso se lo realiza mediante drivers que son los encargados de generar los pulsos para activar las bobinas del motor paso a paso de forma que el mismo pueda rotar en una dirección o en otra, el mismo driver no puede funcionar por sí sólo, debe ser controlado por el microcontrolador Atmega164P,

el mismo que controla la dirección la velocidad y pasos que da el motor paso a paso para cada dosificación.

El motor paso a paso que se selecciona es el motor paso a paso de 1.34 N.m de torque mismo que puede hacer girar el tornillo sinfín de manera continua, ya que el sistema no va a trabajar de manera continua el mismo no será exigido al máximo de trabajo sin que el mismo requiera de un sistema de refrigeración, si el número de crías que debe dosificar el motor es de manera continua no afectara con la programación de la cantidad de crías que la máquina pueda alimentar.

El driver que controla el motor paso a paso es el driver TB6600 ya que el mismo soporta la cantidad de corriente que requiere el motor paso a paso de 4 amperios y 24 voltios DC.

2.8 Diseño del sistema de homogenización del lactoreemplazante.

La homogenización del lactoreemplazante con el agua se la realiza mediante un sistema de agitador horizontal mediante aspas, el sistema está controlado su velocidad y número de vueltas mediante un motor paso a paso con el cuál se regula la velocidad de homogenización y el número de vueltas del mismo de 50 vueltas para los dos litros de agua.

Para que la homogenización sea eficaz el fluido debe ser capaz de llegar hasta las partes más alejadas del contenedor.

2.8.1 Selección motor mezclador.

El motor hace girar el aspa de homogenización de forma horizontal mismo que no requiere de mucha velocidad sino de contar el número de vueltas para tener una homogenización correcta siempre, en la **tabla 10** se realiza la ponderación para selección del tipo de motor que utiliza el sistema de homogenización del producto.

Tabla 10: Análisis de criterios para selección del motor.

Componente			
Nombre	Motor paso a paso	Motor dc	Servomotor
Sistema de control	9	6	3
Disponibilidad	9	9	9
Potencia	9	7	9
Costo	7	9	10
Total	34	31	31

Se compara los diferentes motores y se escoge el motor paso a paso ya que el mismo dispone del sistema de control adecuado para hacer girar el aspa sin mucha velocidad, pero con mayor precisión mientras que el motor dc no dispone de un control exacto de movimiento y el servomotor con encoder para movimiento continuo es de un valor más elevado que los otros dos.

2.8.2 Selección aspas de licuadora.

Se realiza la selección del aspa oster de 4 puntas misma que permite de manera directa homogenizar el sustituto de leche con un mínimo de 50 vueltas para 2 litros.

2.8.3 Selección motor paso a paso.

El motor paso a paso que se selecciona es el motor paso a paso de 0,8 *N.m* de torque, con su respectivo acople de movimiento de 6mm el cual se conecta al acople de entrada de aspas de licuadora de manera horizontal.

2.9 Diseño Sistema de control.

El sistema de control es el encargado de realizar las órdenes grabadas dentro de su memoria programada para el correcto funcionamiento de la máquina, el mismo controla el sistema de potencia accionamiento del sistema mecánico desde la comunicación con el sensor de identificación de los terneros pasando por la comparación de datos en su memoria hasta la entrega del sustituto de leche.

2.9.1 Selección controladora del sistema.

El controlador del sistema debe soportar las temperaturas del ambiente y almacenar por lo menos 10 terneros dentro de su memoria EEPROM, debe poseer comunicación serial mínima para dos dispositivos, en la **tabla 11** se efectúa la ponderación para el controlador de la máquina.

Tabla 11: Análisis de criterios para selección del controlador de la máquina.

Componente		
Nombre	Microcontrolador	PLC
Mantenimiento	9	9
Disponibilidad	10	9
Memoria EEPROM	8	9
Costo	9	2
Total	36	29

Para el sistema de control se selecciona el microcontrolador atmega164P ya que dispone de un puerto de comunicación serial por hardware para la comunicación con el HMI, se puede añadir

una o varias comunicaciones por software para la comunicación del sensor RFID, dispone de memoria EEPROM para almacenamiento de tomas del ternero suficiente para 255 datos de tipo byte, cumple con los parámetros de control y parámetros de funcionamiento, como son temperatura, humedad del ambiente presentes en el lugar de funcionamiento.

2.9.2 Selección de la fuente de alimentación.

Se selecciona una fuente de alimentación de 24 voltios y 10 amperios para manejo de todos los componentes además se incluye un convertor de voltaje para el sensor y el microcontrolador Atmega164P y para abastecer el consumo del sistema de control y drivers, en la **figura 32** se identifica la fuente de 24 voltios 10 amperios DC.



Figura 32: Fuente de alimentación 24V-10A

2.9.3 Programación.

La nodriza automática consta de un microcontrolador Atmega164P mismo que lee el sensor y comandos de visualización en la pantalla Nextion es decir el microcontrolador espera los datos del sensor y los transmite hacia la pantalla para su visualización, es necesario la activación de

un nuevo puerto para esta operación, el sistema consta de un sistema manual para la dosificación del sustituto de leche y el automático que lo realiza mediante las tarjetas de identificación del ternero, el microcontrolador es el encargado de activar los motores paso a paso para la dosificación de la harina lactoreemplazante y la homogenización del sustituto de leche además el mismo controla la temperatura, administra las dosificaciones, mediante el uso de uno de sus timer realiza un conteo de registro y tiempo para los tiempos de lactancia.

Se detalla el funcionamiento de la nodriza automática en los siguientes diagramas de flujo.

2.9.3.1 Diagrama de flujo dosificación de agua.

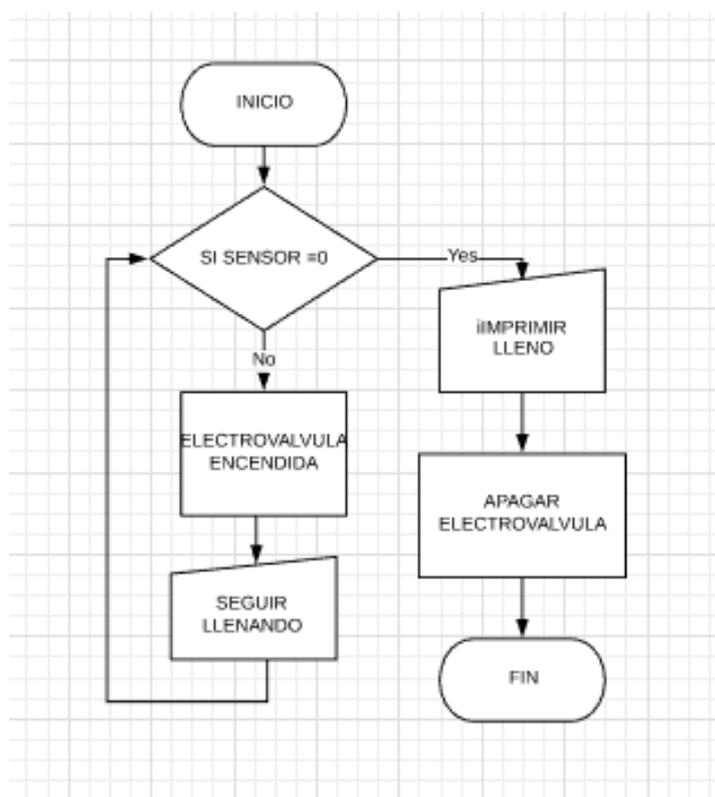


Figura 33: Diagrama de flujo de dosificación de agua

En la **figura 33** se identifica el diagrama de dosificación de agua se puede evidenciar la dosificación de agua hasta que el sensor realice el aviso de llenado mismo que se efectúa mediante una electroválvula de media pulgada.

2.9.3.2 Diagrama de flujo calentamiento de agua.

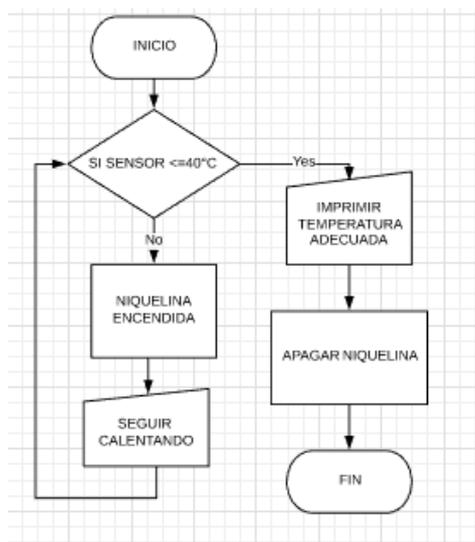


Figura 34: Diagrama de flujo calentamiento de agua.

En la **figura 34** se identifica el diagrama de flujo de calentamiento de agua se puede mirar el encendido y apagado de la niquelina al no alcanzar la temperatura adecuada para la dosificación del agua para el ternero.

2.9.3.3 Diagrama de flujo dosificación harina.

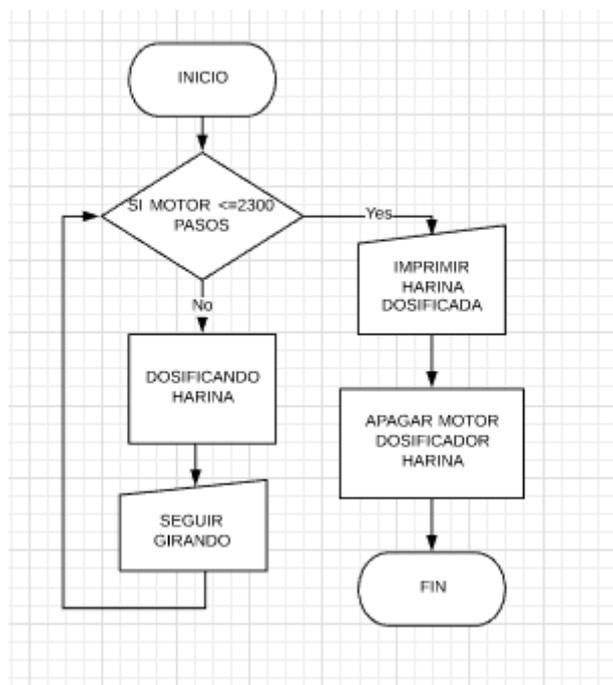


Figura 35: Diagrama de flujo dosificación harina

En la **figura 35** se identifica el diagrama de flujo de la dosificación de harina se puede evidenciar que mientras el motor paso a paso no realice los 2300 pasos de dosificación el mismo debe seguir girando hasta terminar el proceso de dosificación de harina, una vez que realiza el proceso se enviará el mensaje a la pantalla nextion y se sui con el siguiente proceso.

2.9.3.4 Diagrama de flujo homogenización del sustituto.

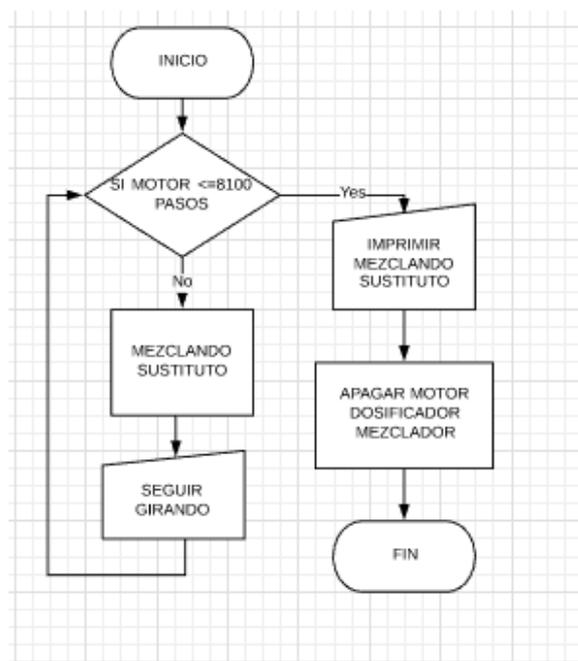


Figura 36: Diagrama de flujo homogenización del sustituto

En la **figura 36** se identifica el diagrama de flujo de homogenización se puede evidenciar que mientras el motor paso a paso no termine de dar las revoluciones de homogenización seguirá en el mismo proceso, una vez realice los pasos adecuados imprime en la pantalla nextion Mezclado Sustituto y pasa a apagar el motor.

2.9.3.5 Diagrama de flujo identificación del ternero/a.

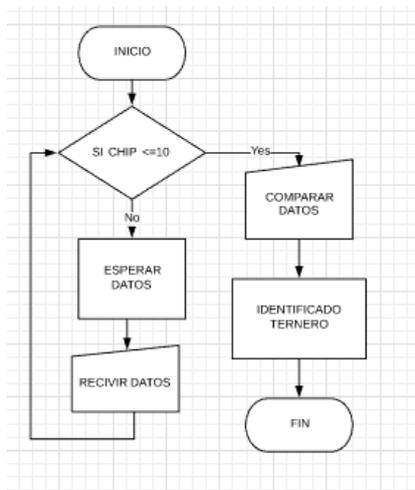


Figura 37: Diagrama de flujo identificación del ternero/a

En la **figura 37** se identifica el diagrama de flujo se puede evidenciar la identificación mediante el sensor de los chips de los terneros mismo que se comparan para ver si ya es posible realizar la dosificación del sustituto, si el mismo ya cumple los requisitos de dosificación pasa a ser dosificado.

2.9.4 Diseño diagrama electrónico.

El diagrama electrónico se lo realiza en el editor de Eagle mismo que dispone de la base para el controlador en el mismo se dispone las salidas y entradas de los sensores y el HMI, en la **figura 38** se muestra el diagrama electrónico de la máquina.

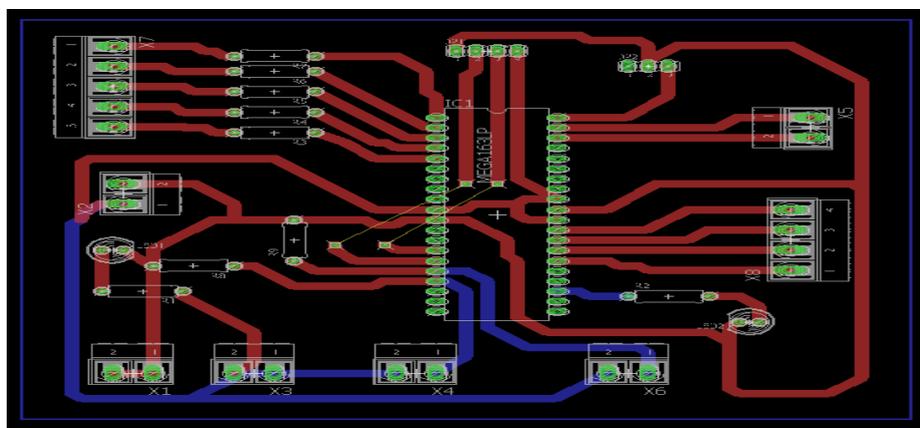


Figura 38: Diagrama para el controlador

Para la conversión de datos se diseñó un diagrama electrónico para la conversión de datos rs232 a datos TTL para comunicación al controlador, en la **figura 39** se muestra el diagrama electrónico para la conversión de datos.

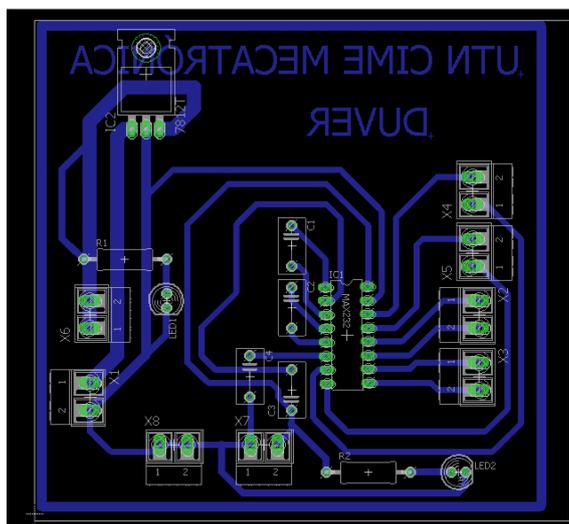


Figura 39: Diagrama conversión datos

2.10 Diseño interfaz HMI

El interfaz hombre máquina permite la visualización del proceso en el que se encuentra la máquina, permite el encendido y apagado de la misma, realiza la comunicación de botones y acciones entre el controlador y la pantalla.

2.10.1 Selección interfaz hombre máquina.

Es la principal herramienta para el operario de la nodriza automática por la cual se puede controlar y visualizar el proceso de la misma debido a la cantidad de marcas y alternativas a nivel global resulta difícil elegir la HMI para un proyecto en particular por lo cual se limita a las pantallas que se puede encontrar dentro del país en principio se reduce aún más debido a que desde la partida del proyecto para ahorro de botones y luces pilotas se requiere de una pantalla táctil, en la **tabla 12** se realiza la ponderación para la selección de pantalla táctil a utilizar en la máquina.

Tabla 12: Análisis de criterios para selección de interfaz hombre-máquina.

Componente			
Nombre	Pantalla Semi-industrial de gama media	Pantalla Industrial gama alta	Pantalla Semi-Industrial gama baja
Sistema de control	9	10	7
Disponibilidad	9	9	9
Confiabilidad	9	7	6
Costo	3	1	9
Total	30	27	31

Se escoge la pantalla semi-industrial gama baja debido a que el costo comparado a los requerimientos del proyecto los cumple de manera satisfactoria.

Debido a que este tipo de HMI no dispone de etapa de control es necesario adicionarle la etapa de control y de potencia, para el control se lo puede realizar mediante microcontroladores que dispongan de comunicación serial indispensable para la comunicación.

2.10.2 Selección tamaño y recursos de pantalla.

El interfaz humano máquina de la nodriza automática se lo realiza mediante una pantalla táctil de 4,3 multicolor aplicando la normativa para interfaz ISA101, la programación y diseño de gráficos se lo realiza en “Nextion Editor” software libre con el cuál se arrastra y modifica botones barras, gráficas y comunicación serial hacia el microcontrolador mismos que se comunican por el puerto serial de hardware del microcontrolador mediante comandos ASCII,

la pantalla tienen sus propios recursos de memoria RAM EEPROM, en la **imagen 40** se muestra la interfaz del programa de Nextion editor.

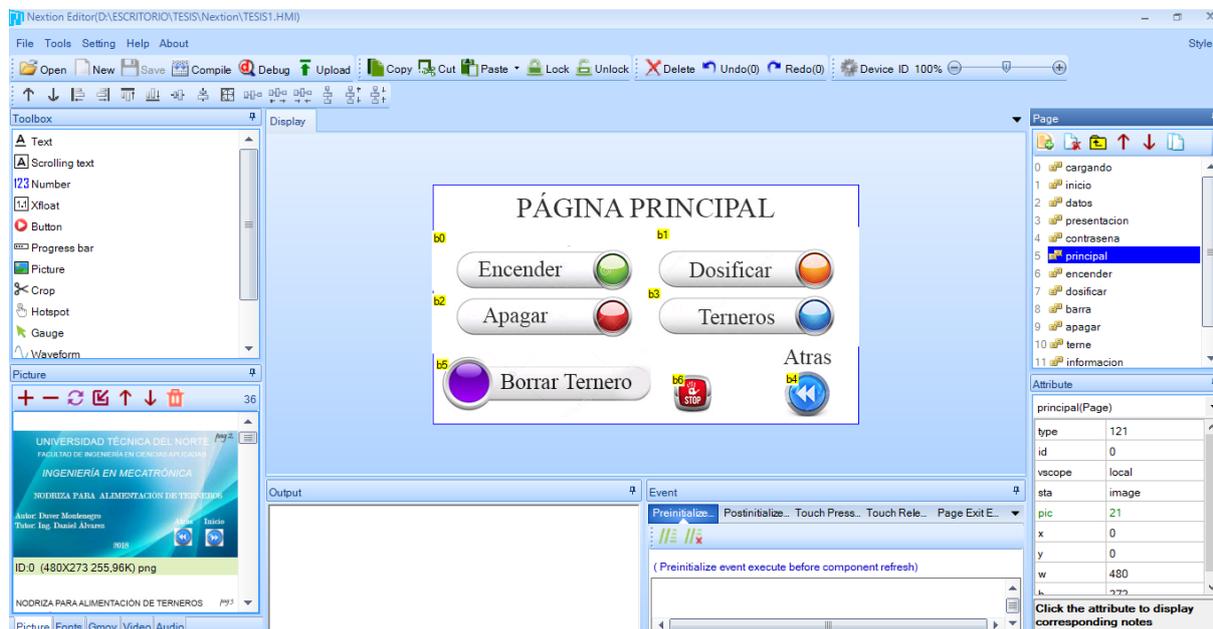


Figura 40: Interfaz HMI

En el mismo se realiza la identificación de las pantallas principales secundarias y varias funcionalidades de comunicación.

2.10.3 Botones de interfaz humano máquina.

Los botones de la interfaz permiten el avance o retroceso de pantallas, ingreso de caracteres al controlador de la pantalla, envío de datos al controlador de la máquina, los botones realizan su funcionalidad al momento de dar click y soltarlos.

2.10.3.1 Botón avanzar pantalla.

El botón avanzar pantalla de la **figura 41** permite avanzar de la pantalla actual a la pantalla siguiente mediante configuración en el editor de nextion.



Figura 41: Botón siguiente

2.10.3.2 Botón regresar pantalla.

El botón regresar pantalla de la **figura 42** permite regresar de la pantalla actual a la pantalla anterior mediante configuración en el editor de nextion.



Figura 42: Botón Atrás

2.10.3.3 Botones ingreso de contraseña.

Los botones para ingresar contraseña de la **figura 43** permiten ingresar datos al controlador de la pantalla mismo que los almacena para su posterior evaluación.

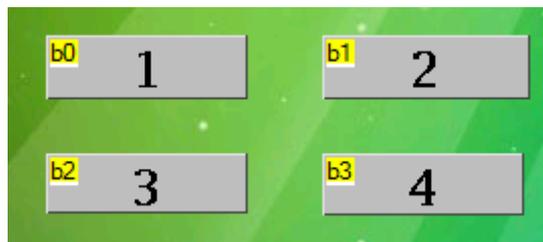


Figura 43: Pantalla de seguridad

2.10.3.4 Botón reinicio contraseña.

El botón reinicio de contraseña de la **figura 44** permite borrar los datos almacenados en el controlador de la pantalla.



Figura 44: Reinicio contraseña

2.10.3.5 *Botón encender.*

El botón encender de la **figura 45** realiza un avance de pantalla al botón de encendido de la máquina.



Figura 45: Botón encender

2.10.3.6 *Botón apagar.*

El botón apagar de la **figura 46** realiza un avance de pantalla al botón de apagado de la máquina.



Figura 46: Botón apagar

2.10.3.7 *Botón dosificar.*

El botón dosificar de la **figura 47** realiza un avance a la pantalla de dosificación de la máquina.



Figura 47: Botón dosificar

2.10.3.8 *Botón terneros.*

El botón terneros de la **figura 48** realiza un avance a la pantalla de identificación de los terneros.



Figura 48: Botón terneros

2.10.3.9 Botón borrar terneros.

El botón borrar terneros de la **figura 49** realiza un avance a la pantalla de borrar datos de los terneros.



Figura 49: Botón borrar terneros

2.10.3.10 Botón encender la máquina.

El botón encendido de la máquina de la **figura 50** realiza la transmisión de un carácter ASCII 70 el cual el controlador recibe y con el mismo enciende de la máquina.



Figura 50: Botón encender máquina

2.10.3.11 Botón apagar la máquina.

El botón apagar la máquina de la **figura 51** realiza la transmisión de un carácter ASCII 71 el cual el controlador recibe y con el mismo apaga de la máquina.



Figura 51: Botón apagar

2.10.3.12 Botón dosificar sustituto de leche.

El botón dosificar sustituto de leche de la **figura 52** realiza la transmisión de un carácter ASCII 72 el cual el controlador recibe y con el mismo dosifica el sustituto de leche.



Figura 52: Botón dosificar

2.10.3.13 Botones visualización de tomas de terneros.

Los botones visualización de tomas de ternero de la **figura 53** avanzan a la pantalla de visualizar tomas de ternero dependiendo el ternero seleccionado.



Figura 53: Configurar tomas de terneros

2.10.3.14 Botones borrar terneros.

Los botones borrar terneros de la **figura 54** borran los datos almacenado en la EEPROM del controlador de la máquina dependiendo del ternero seleccionado.



Figura 54: Borrrar terneros

2.10.3.15 Botones de mantenimiento.

Los botones de mantenimiento de la **figura 55** permiten accionar los componentes individuales de la máquina.



Figura 55: Botones de mantenimiento

2.10.4 Pantallas de la interfaz.

La interfaz gráfica consta de 12 pantallas para el funcionamiento completo de la máquina mismas que se describen a continuación.

2.10.4.1 Pantalla 1.

En la pantalla1 de la **figura 56** se muestra la imagen de un balón de fuego con un contador mismo que realiza un decremento del conteo para actualización del controlador, este decremento es automático en la pantalla mediante la configuración de un temporizador interno.



Figura 56: Presentación de HMI

2.10.4.2 Pantalla 2.

En la pantalla 2 de la **figura 57** se muestra el logo de la Universidad Técnica del Norte, está pantalla cuenta con un botón en la parte inferior derecha mismo que permite avanzar a la siguiente pantalla.



Figura 57: Pantalla 2

2.10.4.3 Pantalla 3.

En la pantalla 3 de la **figura 58** se muestra datos informativos, en la parte inferior cuenta con dos botones el primero permite regresar a la pantalla 2 y el otro permite avanzar a la pantalla 4 es fácil identificar los mismos ya que cuentan con imágenes de adelante y atrás.



Figura 58: Pantalla 3

2.10.4.4 Pantalla 4.

En la pantalla 4 de la **figura 59** se muestra el logo de la carrera en mecatrónica, con la imagen de un ternero mismo que representa la funcionalidad de la máquina, cuenta con dos botones en la parte inferior derecha el primero para regresar a la pantalla 3, el segundo para continuar a la pantalla 5, se los identifica por las flechas que tienen cómo imagen de los mismos.



Figura 59: Pantalla 4

2.10.4.5 Pantalla 5.

En la pantalla 5 de la **figura 60** se tiene una contraseña de usuario misma que cuenta con 4 botones para ingreso de datos, un botón para borrar los datos, un contador para el número de ingresos de datos, y una barra de visualización de datos ingresados

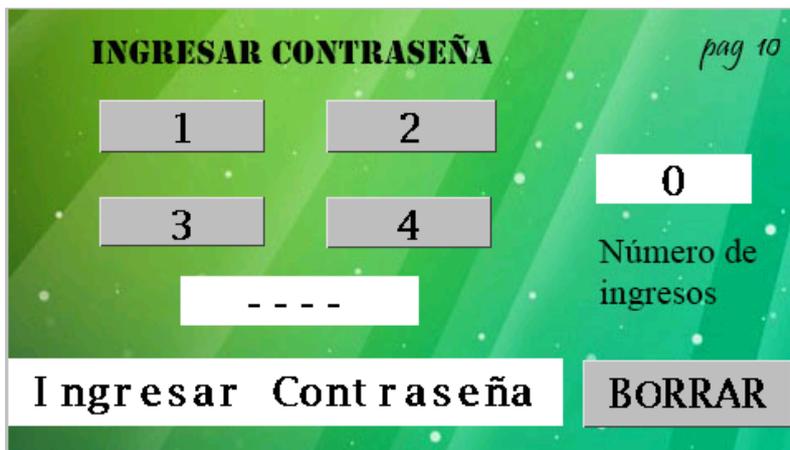


Figura 60: Pantalla 5

2.10.4.6 Pantalla 6.

En la pantalla 6 de la **figura 61** se tiene los botones de avance a encender la máquina, botón de avance a apagar la máquina, botón de avance a dosificar terneros, botón de avance a registro de los terneros, botón de avance a borrar terneros.

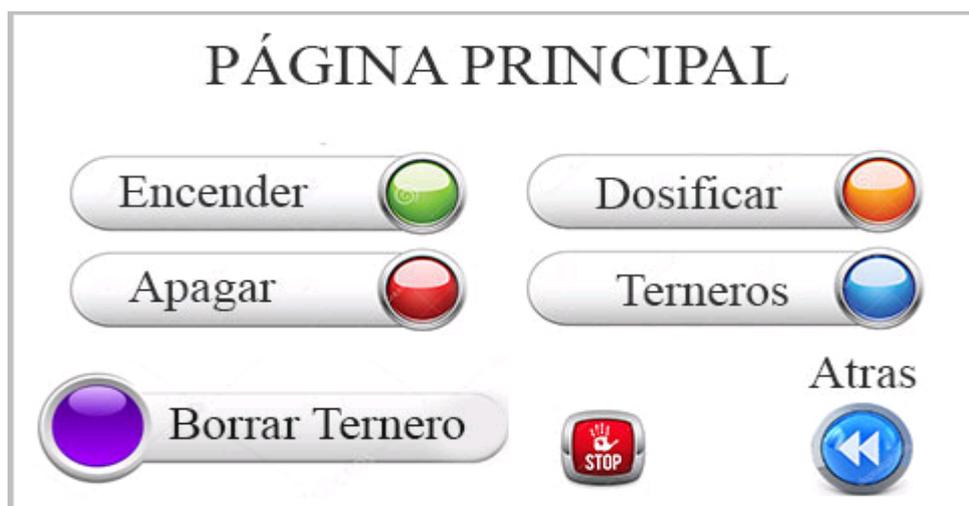


Figura 61: Pantalla 6

2.10.4.7 *Pantalla 7.*

La pantalla 7 de la **figura 62** contiene el botón de encendido de la máquina.



Figura 62: Pantalla 7

2.10.4.8 *Pantalla 8.*

La pantalla 8 de la **figura 63** contiene el botón de apagado de la máquina.



Figura 63: Pantalla 8

2.10.4.9 Pantalla 9.

La pantalla 9 de la **figura 64** contiene el botón que realiza la dosificación de sustituto de leche de forma manual.



Figura 64: Pantalla 9

2.10.4.10 Pantalla 10.

La pantalla 10 de la **figura 65** contiene los botones que permiten realizar la visualización de los terneros y borrar terneros dependiendo del dato anterior de entrada en la pantalla 6.



Figura 65: Pantalla 10

2.10.4.11 Pantalla 11.

La pantalla 11 de la **figura 66** se muestra automáticamente cuando del sensor envía el dato de ternero que se acerca a la máquina, contiene una identificadora variable que indica que ternero es el identificado.



Figura 66: Pantalla 11

2.10.4.12 Pantalla 12.

La pantalla 12 de la **figura 67** muestra el proceso de realización del sustituto de leche mediante una barra de progreso, bloques de números, y una barra de palabras.

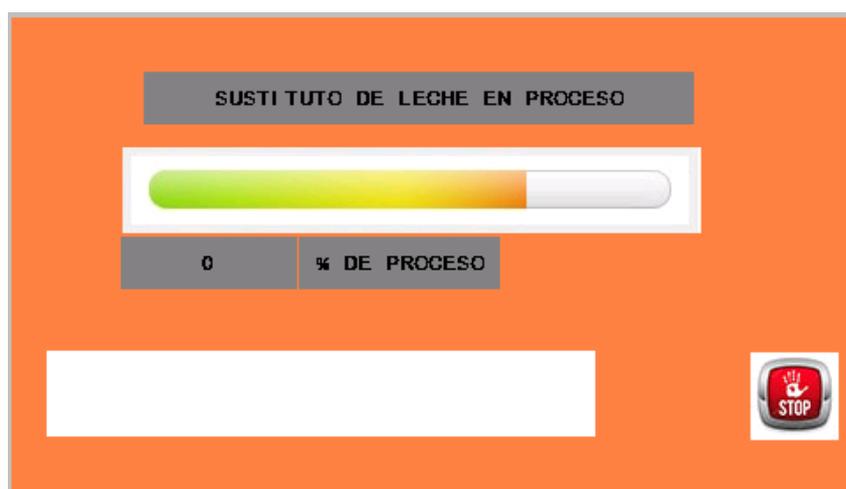


Figura 67: Pantalla 12

2.11 Cálculo para determinar el consumo del sistema.

El cálculo del sistema se divide en varias etapas, sistema de control el sistema de alimentación drivers, sistema de alimentación de niquelina, sistema HMI.

2.11.1 Consumo sistema de control.

El sistema de control consta del microcontrolador AVR y todos sus elementos mismos que consumen una potencia de:

$$P1 = 0,0100 W$$

Consumo de electroválvulas encendidas

2.11.1.1 *Electroválvula1*

El consumo de la electroválvula1 es de:

$$P2 = 12 W$$

2.11.1.2 *Electroválvula2*

El consumo de la electroválvula2 es de:

$$P3 = 8 W$$

2.11.1.3 *Electroválvula3*

El consumo de la electroválvula3 es de:

$$P4 = 7 W$$

2.11.2 Consumo de driver motores.

El consumo deriva en los dos drivers mismos que son capaces de suministrar la corriente y voltaje necesarios para accionamiento de los mismos.

2.11.2.1 *Driver1.*

El driver1 realiza la dosificación del lactoreemplazante mismo que tiene un consumo de:

$$P5 = 80 W$$

2.11.2.2 Driver2.

El driver2 realiza la homogenización del lactoreemplazante mismo que tiene un consumo de:

$$P6 = 60 W$$

2.11.3 Consumo del sensor Rfid.

El sensor Rfid tiene un consumo de:

$$P7 = 0,100 W$$

2.11.4 Consumo niquelina.

La niquelina tiene un consumo de:

$$P8 = 700 W$$

2.11.5 Consumo total.

El consumo total del sistema es de:

Ecuación 23: Consumo total de potencia

$$PT = P1 + P2 + P3 + P4 + P5 + P6 + P7 + P8$$

$$PT = 0,0100 W + 12 W + 8 W + 7W + 80 W + 60 W + 0,100 W + 700 W$$

$$PT = 867,1 W$$

CAPITULO III

3 PRUEBAS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS

3.1 Diseño Mecánico.

El diseño mecánico de la nodriza se hizo mediante las especificaciones planteadas en el proyecto de investigación.

Para el sistema de dosificación de agua se realiza mediante un sistema de llenado por electroválvula y cierre o apertura por un sensor digital de nivel, el sistema cumple con los requerimientos del sistema y la dosificación de 2 litros de agua.

Para el sistema de dosificación de harina se lo realiza mediante un tornillo sinfín los cuáles constan de una tolva de alimentación de harina y su rompedor de fuerza dosificando así de 80 a 130 gramos de lactoreemplazante.

Para el sistema de homogenización del sustituto de leche se lo realiza mediante movimiento suave en el segundo contenedor mismo que efectúa la homogenización correcta del sustituto de leche.

3.2 Material.

EL material empleado para la estructura es el acero inoxidable 304, cumple con todas las especificaciones requeridas en el diseño, resistentes a la corrosión debido a las capas de níquel, cromo y molibdeno.

3.3 Manufactura.

Se realiza los diferentes procesos de manufactura de los sistemas de la máquina en la **tabla 13** se muestra los diferentes procesos de fabricación y ensamblaje de la máquina, se realiza el proceso de la tolva, contenedores.

Tabla 13: *Procesos de manufactura de la máquina*

Componente	Proceso de Fabricación	Imagen
Tolva	La tolva se la realiza mediante un sistema de formación cónica en acero inoxidable de 1mm de espesor a partir de planchas mediante la norma eurocódigo apartado 1.	
Contenedores	Los contenedores se realizan mediante tubo de acero inoxidable de 2mm de espesor y tapas del mismo espesor.	
Ensamblaje Total	El ensamblaje es muy fácil ya que es atornillable, cómo se muestra en la figura se puede ensamblar los componentes directamente desde las niquelinas hasta la tolva.	

3.4 Pruebas de funcionamiento.

Se realiza las pruebas de funcionamiento de la máquina mediante pruebas manuales y automáticas para cada uno de los sistemas.

3.4.1 Funcionamiento sistemas de dosificación de líquido.

La dosificación de líquido se realiza mediante electroválvula de agua de media pulgada misma que tarda de 10 a 12 segundos en llenar el contenedor con los dos a dos litros y medio de agua,

mediante el sensor digital de líquidos el control realiza el comando de apertura o cierre de la misma, la segunda electroválvula realiza el cierre de apertura hacia el segundo contenedor de homogenización, el sistema de dosificación se muestra en la **figura 68**.

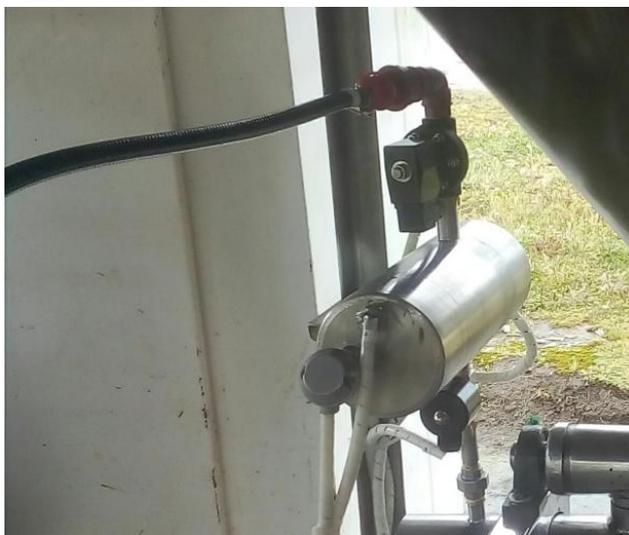


Figura 68: Sistema de dosificación de agua.

3.4.2 Funcionamiento calentamiento de agua.

El sistema de calentamiento de Agua lo realiza la niquelina de inmersión dentro del primer contenedor una vez dosificado los dos litros de agua, el calentamiento es regulado mediante el controlador con el sensor pt100 una vez llega a los 40°C la niquelina se apaga y se abre la segunda electroválvula pasando el agua caliente al segundo contenedor, el sistema de calentamiento se muestra en la **figura 69**.



Figure 69: Sistema de calentamiento de agua

3.4.3 Funcionamiento sistema de dosificación de lactoreemplazante.

La dosificación del lactoreemplazante se lo realiza mediante un tornillo sinfín mismo que gira en sentido horario durante 2300 pasos con lo cual se dosifica de 90 a 120 gramos de lactoreemplazante por cada litro de agua cumpliendo los requerimientos de diseño, el sistema de lactoreemplazante está compuesto por la tolva, el tornillo sinfín, el sistema de dosificación de lactoreemplazante se muestra en la **figura 70**.



Figure 70: Sistema de dosificación lactoreemplazante

3.4.4 Funcionamiento sistema de homogenización.

La homogenización se realiza mediante el aspa de licuadora de forma horizontal mediante 8100 pasos con lo cual la mezcla no se puede diferenciar el agua o harina de tal forma que la mezcla es homogénea, en la **figura 71** se muestra el proceso de homogeneizador del sustituto de leche.



Figura 71: Sistema Homogeneizador

En la **figura 72** se muestra el resultado de la mezcla del sustituto de leche, el mismo es homogéneo ya que no se logra evidenciar en harina en el agua.



Figura 72: Producto Homogenizado

3.4.5 Funcionamiento sensor de terneros.

El sensor detecta a los terneros a una distancia de 30cm a 100cm con lo cual se obtiene un rango considerable de lectura y menor falla, en la **figura 73** se observa el rango de distancia.



Figura 73: Rango de distancia lectura sensor RFID

3.4.6 Pruebas de funcionamiento de la nodriza automática.

La nodriza automática realiza el sustituto de leche de 2 litros exactos de leche y mezcla homogénea a los terneros con lo cual no se tiene que efectuar cambios adicionales o mejoras al sistema.

3.4.6.1 Prueba de funcionamiento1.

Se realiza el proceso completo de dosificación de sustituto de leche y se obtiene los siguientes resultados, en la **tabla 14** se muestra los resultados de la prueba de funcionamiento1.

Tabla 14: Pruebas de Funcionamiento

Cantidad en Litros	Homogenización	Temperatura
2 Litros	Correcta	38°C
		

3.4.6.2 Prueba de funcionamiento2.

Se realiza el proceso completo de dosificación de sustituto de leche por segunda vez y se obtiene los siguientes resultados, en la **tabla 15** se muestra los resultados de la prueba de funcionamiento2.

Tabla 15: Funcionamiento 2da toma

Cantidad en Litros	Homogenización	Temperatura
--------------------	----------------	-------------

2 Litros



Correcta



38°C



3.4.6.3 Prueba de funcionamiento 3.

Se realiza el proceso completo de dosificación de sustituto de leche por tercera vez y se obtiene los siguientes resultados, en la **tabla 16** se muestra los resultados de la prueba de funcionamiento 1

Tabla 16: Funcionamiento 3ra toma

Cantidad en Litros	Homogenización	Temperatura
2 Litros	Correcta	38°C
		

3.4.7 Evaluación de funcionamiento de la nodriza automática.

Se realiza una evaluación de resultados y comparación de datos de la cantidad de sustituto de leche en las diferentes pruebas de funcionamiento se obtiene 2 litros de sustituto por lo tanto no

se requiere de cambios en el sistema de dosificación de líquido, la mezcla es homogénea por lo tanto no se requiere de cambios en el sistema de dosificación de lactoreemplazante, la temperatura es la correcta de 38°C de igual manera no se requiere de cambios en los sistemas tanto de dosificación de agua, calentamiento de agua, dosificación de lactoreemplazante y entrega del sustituto de leche.

3.5 Materiales y Costos.

En la tabla 17 se muestra los costos para la realización de la máquina.

Tabla 17: Costos

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	1	Sensor pt100	24,00	\$ 24,00
2	1	Sensor nivel de agua	7,00	\$ 7,00
3	2	Motor paso a paso	80,00	\$ 160,00
4	3	Relé de estado sólido	14,00	\$ 42,00
5	1	Bandeja de suministro	25,00	\$ 25,00
6	1	Driver 9560	40,00	\$ 40,00
7	1	Driver 9600	40,00	\$ 40,00
8	1	Pantalla Nextion 4,3''	70,00	\$70,00
9	1	Paro de emergencia	3,50	\$ 3,50
10	1	Niquelina 700W	25,50	\$ 25,00
11	1	Fuente de poder 300W	15,50	\$15,50
12	1	Estructura Acero Inox	180,00	\$ 180,00
13	20	Cable #22(mts.)	0,55	\$ 11,00
14	3	Electroválvulas	25,00	\$ 75,00
15	2	Contenedores	40,00	\$ 80,00
16	1	Sensor RFID	150,00	\$ 150,00
17	1	Placa base	12,00	\$ 12,00
18	1	Extras	100,00	\$ 50,00
			TOTAL	\$ 1010

CAPITULO IV

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones.

- La nodriza automática para alimentación de terneros realiza la dosificación de 2 litros de agua, 0,130kg de harina lactoreemplazante por cada litro de agua, homogenización del sustituto de leche con 140 giros del agitador horizontal, realiza la lectura de terneros mediante sensor RFID a una distancia máxima de 1m, registra en la memoria EEPROM variables tipo byte en el microcontrolador de las tomas realizadas por los terneros para su nueva toma.
- El sistema de dosificación de líquido entrega con la electroválvula de entrada de agua la dosificación de 2L de agua en un máximo de 12s, el calentamiento del agua se lo realizó con una niquelina de inmersión misma que calienta el agua a 40°C en 2 minutos, dosifica lactoreemplazante con un motor paso a paso que gira 2300 pasos, homogeniza el sustituto de leche con un motor paso a paso que gira 8100 pasos.
- La nodriza puede alimentar un máximo de 10 terneros siendo este el máximo número de tarjetas que puede almacenar el microcontrolador en la EEPROM.
- Los parámetros de funcionamiento se cumplen de tal forma que no se tiene error de porcentaje en la dosificación del sustituto de leche.

Recomendaciones.

- Continuar la línea de máquinas para servicio del sistema ganadero en el sector norte del país ya que ello conlleva a una industrialización y mejoras en la crianza de terneros, terneras y mejoramiento genético de los mismos.
- Efectuar el mantenimiento de la máquina en base a su manual de mantenimiento.
- Realizar un sistema de acople de entrada de líquidos y sea seleccionable mediante un sistema de control para ingresar agua, leche, suero, entre otros.
- Es necesario realizar un sistema de dosificación a la tolva automático para que la tolva permanezca siempre llena de lactoreemplazante.
- Añadir un sistema de aviso al no tener lactoreemplazante en la tolva.

CAPITULO V

5 Bibliografía.

- [1] G. M. B. Montero, Pastoreo de Ganado, Málaga: IC Editorial, 2014.
- [2] Provimi, «Engormix,» 2017. [En línea]. Available:
https://www.engormix.com/provimi/aurimilk-lactoreemplazante-crianza-artificial-terneros-sh15051_pr32320.htm.
- [3] INGESIR, «INGESIR ENVASADORAS,» 08 1 2018. [En línea]. Available:
<http://www.ingesir.com.ar/disoba.htm>.
- [4] E. MORÁN, Artist, *MÁQUINA DOSIFICADORA DE LECHE PARA PARA LA ALIMENTACIÓN DE TERNERAS EN LA PROVINCIA DEL CARCHI*. [Art].
Universidad Técnica Del Norte, 2015.
- [5] CHROMALOX, «chromalox Thecnical Documents,» 2018. [En línea]. Available:
<http://www.chromalox.com/catalog/resources/technical-information/heat-loss-calculations-and-heater-selection-fundamentals-and-thermodynamics-sp.pdf>.
- [6] FLUIDMIX, «FluidMix Efective Mixxes,» 2018. [En línea]. Available:
<https://www.agitadoresfluidmix.com/agitadores-verticales/>.
- [7] OSTER, «<https://www.osterlatinamerica.com/cuchilla-picahielo-6-aspas-licuadora-reversible-oster/p>,» 2019. [En línea].
- [8] NEXTION, «NEXTION,» 2017. [En línea]. Available:
<http://www.nextionec.com/pantallas-nextion.html>.

- [9] ARIAN, «Control & Instrumentación,» 2018. [En línea]. Available:
<http://www.arian.cl/downloads/nt-004.pdf>.
- [10] VICHANUNTER, «Vichaunter,» 2018. [En línea]. Available:
<https://www.vichaunter.org/informatica/que-es-una-fuente-de-alimentacion-y-como-funciona>.
- [11] ETOLOKCA, «EL PROFE ETOLOKCA,» 2017. [En línea]. Available:
<http://www.profetolocka.com.ar/2015/05/09/modulo-de-4-reles-para-arduino/>.
- [12] I. Trujillo, «NYLAM MECHATRONICS,» 2017. [En línea]. Available:
https://naylorlammechatronics.com/blog/22_Tutorial-Lector-RFID-RC522.html.
- [13] «ELECTRICFOR,» 2017. [En línea]. Available:
<http://www.electricfor.es/es/43377/Resistencias-para-inmersion/Con-tapon-acoplamiento-vaina-para-termostato.htm>.
- [14] ALTEC, «Alta Tecnología de vanguardia S.A de C.V,» 2018. [En línea]. Available:
<http://www.altecdust.com/blog/item/32-como-funcionan-las-electrovalvulas-o-valvulas-solenoides-de-uso-general>.
- [15] N. MECHATRONICS, «ARROWCLOUD,» [En línea]. Available:
<https://www.arrow.com/es-mx/research-and-events/articles/crydom-solid-state-relays-vs-electromechanical-relays>.
- [16] I. MECAFENIX, «INGENIERÍA MECAFENIX,» 1 3 2018. [En línea]. Available:
<http://www.ingmecafenix.com/electricidad-industrial/motor-paso-a-paso/>.

- [17] A. N. LLONES, «VAXASOFTWARE,» 2017. [En línea]. Available:
http://www.vaxasoftware.com/doc_edu/qui/denh2o.pdf.
- [18] Y. CENGEL y M. BOLES , TERMODINÁMICA, INTERAMERICA, 2012.
- [19] CIDEAD, «recursostic,» 2018. [En línea]. Available:
http://recursostic.educacion.es/descartes/web/materiales_didacticos/EDAD_2eso_areas_cuerpos_geometricos/2esoquincena9.pdf.
- [20] R. G. BUDYNAS y K. J. NISBETT, Diseño en Ingeniería Mecánica de Shingley, México: Macwrall Hill, 2008.
- [21] A. MIRIOLUVOB, Problemas de Resistencias de Materiales, Mir Editorial, 1990.
- [22] ECUA-RESISTENCIAS,
«<https://www.resistenciaselectricasquito.com/productos#&gid=1974606309&pid=1>,»
2002. [En línea].
- [23] H. Rodríguez Galbarro, «IngeMecánica,» 03 2018. [En línea]. Available:
<https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn143.html>.
- [24] A. Gómez, Artist, “*DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA MEZCLADORA (80 kg/semana) Y DOSIFICADORA (1 kg) DE POLVOS FINOS (café, cacao, azúcar, leche, etc.), Y CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO*. [Art]. Escuela Politécnica del Ejercito, 2006.
- [25] ATMEL, «MSELEC,» 09 2015. [En línea]. Available:
https://www.mcselec.com/atmelpdf/atmega164p_324p_644p.pdf.

- [26] TEXTQOL, «Electrónicos Caldas,» 2017. [En línea]. Available: http://www.electronicoscaldas.com/127_textqol.
- [27] PANAMAHITEK, 2017. [En línea]. Available: <http://panamahitek.com/el-modulo-ds3231-un-reloj-para-arduino/>.
- [28] ARIAN, «Arian,» [En línea]. Available: <http://www.arian.cl/downloads/nt-004.pdf>.
- [29] PROVIMI, «ENGORMIX,» 2018. [En línea]. Available: https://www.engormix.com/provimi/aurimilk-lactoreemplazante-crianza-artificial-terneros-sh15051_pr32320.htm.

CAPITULO VI

6 ANEXOS

Anexo 1: ASTM 304/304L

Designación nominal TBH:

Designaciones Internacionales	Designación TBH
ASTM, AISI, SAE, NMX	304/304L
Código de Color TBH	Amarillo-Blanco

Composición Química Nominal:

Acero	C (%)	Mn (%)	Si (%)	P (%)	S (%)	Fe (%)	Cr (%)	Ni (%)	Ni (%)
304/304L	.08 máx	2 máx	1 máx	.045 máx	.03 min	BALANCE	18 a 20	8 a 10.5	

Propiedades Mecánicas:

Grado	Resistencia a la Tracción Mpa. (RT)	RT (kgf/mm ²)	RT (ksi)	Límite de Fluencia Mpa. (LF)	LF (kgf/mm ²)	LF (ksi)	Alargamiento en 2"	Reducción de Área %	Relación de Maquinabilidad 1212 Ef = 100%
304	510	52	74	206	21	30	40	50	45
304L	481	49	70	176	18	26	40	50	45

Tratamientos Térmicos:

Forjado	Solubilizado para Bajar Dureza	Solubilizado para Regenerar	Dureza Brinell Barras Recocidas	Temple
1150 a 1200 °C forjar abajo de 900 °C	1010 a 1120 °C enfriar al aire	Enfriar rápidamente hasta temperatura ambiente	160	Endurecible sólo por trabajo mecánico

Usos Industriales:

Se utiliza en la industria química, alimenticia, textil y petrolera para piezas varias y partes que requieran ser soldadas para fabricar flechas, tuercas, birlos, tornillos, partes para válvulas, cuchillería, artículos domésticos entre otros.

Anexo 2: LACTOREEMPLAZANTE

AURIMILK®

TERNEROS LACTOREEMPLAZANTE

03-06-01-14

Lactoreemplazante de leche de vaca apto para la crianza artificial de terneros.

Composición nutricional (BASE SECA):

Proteína bruta (mínimo)	25%
Extracto etéreo (mínimo)	15%
Lactosa (mínimo)	39%
Cenizas (máximo)	9%
Calcio	1 %
Fósforo	0.6%
Hierro	100 ppm
Zinc	40 ppm
Cobre	10 ppm
Vitamina A	24000 UI/Kg
Vitamina D	4800 UI/Kg
Vitamina E	45 UI/Kg

Ingredientes:

Leche en polvo descremada, suero de queso en polvo, dextrosa, suero reengrasado, concentrado de proteína de suero, soja micronizada, suplemento vitamínico mineral terneros, saborizante, colorante, óxido de magnesio, sal entrefina, carbonato de calcio.

Modo de uso:

Aurimilk lactoreemplazante terneros, se ofrece a los terneros desde el "calostrado" (primeros 4 a 7 días de vida), en adelante hasta completar la etapa de recría.

Preparación:

Diluir 80 a 130 gr de producto por cada litro de agua potable según tabla de alimentación.

Prácticamente, se utiliza 1 kg de **Aurimilk** y completando con 9 litros de agua potable para obtener 10 litros de sustituto de leche.

Importante:

Para una mejor dilución se recomienda calentar el 60% del agua 50-55 °C, agregarle el 100% del producto y completar con el total del agua.

La temperatura ideal para ofrecer el sustituto a los terneros es 37-39 °C.

Es muy aconsejable seguir las buenas prácticas de manejo en lo concerniente a la crianza de terneros.

Respetar la temperatura de entrega y los horarios de la misma diariamente. Se recomienda alimentar a los terneros al menos 2 veces al día.

Ante cualquier alteración en la digestión de los animales suspender la provisión de **Aurimilk** y consultar al médico veterinario.

Precaución:

Protéjase este producto de la humedad y de la luz solar directa.

Almacénese en lugares higiénicos, con los envases cerrados.

Temperatura de conservación: 0- 25 °C

Presentación del producto:

Envases de 25 Kg.

Anexo 3: MANUAL DE USUARIO

MANUAL DE USUARIO

NODRIZA PARA ALIMENTACIÓN DE TERNEROS

En este manual se va a indicar los pasos de como operar correctamente la interfaz gráfica de usuario de la máquina nodriza para alimentación de terneros.

La nodriza realiza la alimentación de terneros de forma artificial de los siguientes procesos, dosificación de agua, calentamiento de agua, dosificación de lactoreemplazante, homogenización de la mezcla y entrega del sustituto de leche.

Antes de encender la máquina se debe revisar:

- La entrada principal de conexión de agua esté conectada y disponga del fluido es necesario que esta conexión se la realice a una conexión de agua potable con presión no mayor a 5 bares, sino está conectada debe conectarse.
- La conexión de entrada principal de electricidad se conecta a toma de corriente de 120VAC o 220 VAC.
- Revisar que la tolva contenga harina lactoreemplazante, en caso de no tener llenar la tolva con harina lactoreemplazante.

Una vez revisado los parámetros anteriores se procede a al módulo de control para empezar el manejo de la máquina.

Paso 1.

Encender la máquina, el encendido de la máquina se lo realiza mediante la pantalla táctil de 4,3 pulgadas localizada en el módulo de control misma que al ser conectada la máquina no activa el proceso de dosificación de terneros y se lo hace mediante esta interfaz, los botones que se utilizan para el manejo de la misma se detallan a continuación.

3.1 Botón avanzar pantalla.

El botón avanzar pantalla de la **figura 41** permite avanzar de la pantalla actual a la pantalla siguiente mediante configuración en el editor de nextion.



Figura 73: Botón siguiente

3.2 Botón regresar pantalla.

El botón regresar pantalla de la **figura 42** permite regresar de la pantalla actual a la pantalla anterior mediante configuración en el editor de nextion.



Figura 74: Botón Atrás

3.3 Botones ingreso de contraseña.

Los botones para ingresar contraseña de la **figura 43** permiten ingresar datos al controlador de la pantalla mismo que los almacena para su posterior evaluación.

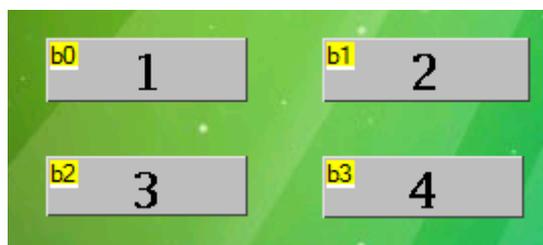


Figura 75: Pantalla de seguridad

3.4 Botón reinicio contraseña.

El botón reinicio de contraseña de la **figura 44** permite borrar los datos almacenados en el controlador de la pantalla.



Figura 76: Reinicio contraseña

3.5 Botón encender.

El botón encender de la **figura 45** realiza un avance de pantalla al botón de encendido de la máquina.



Figura 77: Botón encender

3.6 Botón apagar.

El botón apagar de la **figura 46** realiza un avance de pantalla al botón de apagado de la máquina.



Figura 78: Botón apagar

3.7 Botón dosificar.

El botón dosificar de la **figura 47** realiza un avance a la pantalla de dosificación de la máquina.



Figura 79: Botón dosificar

3.8 Botón terneros.

El botón terneros de la **figura 48** realiza un avance a la pantalla de identificación de los terneros.



Figura 80: Botón terneros

3.9 Botón borrar terneros.

El botón borrar terneros de la **figura 49** realiza un avance a la pantalla de borrar datos de los terneros.



Figura 81: Botón borrar terneros

3.10 Botón encender la máquina.

El botón encendido de la máquina de la **figura 50** realiza la transmisión de un carácter ASCII 70 el cual el controlador recibe y con el mismo realiza el encendido de la máquina.



Figura 82: Botón encender máquina

3.11 Botón apagar la máquina.

El botón apagar la máquina de la **figura 51** realiza la transmisión de un carácter ASCII 71 el cual el controlador recibe y con el mismo realiza el apagado de la máquina.



Figura 83: Botón apagar

3.12 Botón dosificar sustituto de leche.

El botón dosificar sustituto de leche de la **figura 52** realiza la transmisión de un carácter ASCII 72 el cual el controlador recibe y con el mismo realiza una dosificación de sustituto de leche.



Figura 84: Botón dosificar

3.13 Botones visualización de tomas de terneros.

Los botones visualización de tomas de ternero de la **figura 53** avanzan a la pantalla de visualizar tomas de ternero dependiendo el ternero seleccionado.



Figura 85: Configurar tomas de terneros

3.14 Botones borrar terneros.

Los botones borrar terneros de la **figura 54** borran los datos almacenado en la EEPROM del controlador de la máquina dependiendo del ternero seleccionado.



Figura 86: Borrar terneros

3.16 Botones de mantenimiento.

Los botones de mantenimiento de la **figura 55** permiten accionar los componentes individuales de la máquina.



Figura 87: Botones de mantenimiento

Con los botones detallados anteriormente se procede al manejo de la interfaz misma que cuenta con 12 pantallas.

Pantalla 1.

En la pantalla1 de la **figura 56** se muestra la imagen de un balón de fuego con un contador mismo que realiza un decremento del conteo para actualización del controlador, este decremento es automático lo realiza la pantalla mediante la configuración de un temporizador interno.



Figura 88: Presentación de HMI

Pantalla 2.

En la pantalla 2 de la **figura 57** se muestra el logo de la Universidad Técnica del Norte, está pantalla cuenta con un botón en la parte inferior derecha mismo que permite avanzar a la siguiente pantalla.



Figura 89: Pantalla 2

Pantalla 3.

En la pantalla 3 de la **figura 58** se muestra datos informativos, en la parte inferior cuenta con dos botones el primero permite regresar a la pantalla 2 y el otro permite avanzar a la pantalla 4 es fácil identificar los mismos ya que cuentan con imágenes de adelante y atrás.



Figura 90: Pantalla 3

Pantalla 4.

En la pantalla 4 de la **figura 59** se muestra el logo de la carrera en mecatrónica, con la imagen de un ternero mismo que representa la funcionalidad de la máquina, cuenta con dos botones en la parte inferior derecha el primero para regresar a la pantalla 3, el segundo para continuar a la pantalla 5, se los identifica por las flechas que tienen como imagen de los mismos.



Figura 91: Pantalla 4

Pantalla 5.

En la pantalla 5 de la **figura 60** se tiene una contraseña de usuario misma que cuenta con 4 botones para ingreso de datos, un botón para borrar los datos, un contador para el número de ingresos de datos, y una barra de visualización de datos ingresados



Figura 92: Pantalla 5

Pantalla 6.

En la pantalla 6 de la **figura 61** se tiene los botones de avance a encender la máquina, botón de avance a apagar la máquina, botón de avance a dosificar terneros, botón de avance a registro de los terneros, botón de avance a borrar terneros.

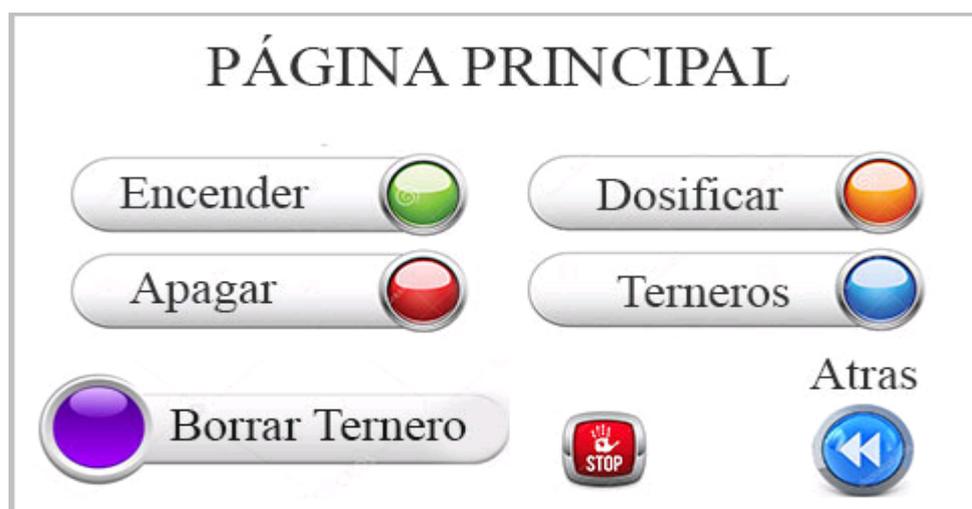


Figura 93: Pantalla 6

Pantalla 7.

La pantalla 7 de la **figura 62** contiene el botón de encendido de la máquina, al dar click sobre el botón de encendido de la máquina la misma activa la dosificación a los terneros de forma manual mediante el comando de dosificar lactoreemplazante o con la lectura de la tarjeta RFID de identificación.



Figura 94: Pantalla 7

Pantalla 8.

La pantalla 8 de la **figura 63** contiene el botón de apagado de la máquina.



Figura 95: Pantalla 8

Pantalla 9.

La pantalla 9 de la **figura 64** contiene el botón que realiza la dosificación de sustituto de leche de forma manual.



Figura 96: Pantalla 9

Pantalla 10.

La pantalla 10 de la **figura 65** contiene los botones que permiten realizar la visualización de los terneros y borrar terneros dependiendo del dato anterior de entrada en la pantalla 6.



Figura 97: Pantalla 10

Pantalla 11.

La pantalla 11 de la **figura 66** se muestra automáticamente cuando del sensor envía el dato de ternero que se acerca a la máquina, contiene una identificadora variable que indica que ternero es el identificado.



Figura 98: Pantalla 11

Pantalla 12.

La pantalla 12 de la **figura 67** muestra el proceso de realización del sustituto de leche mediante una barra de progreso, bloques de números, y una barra de palabras.

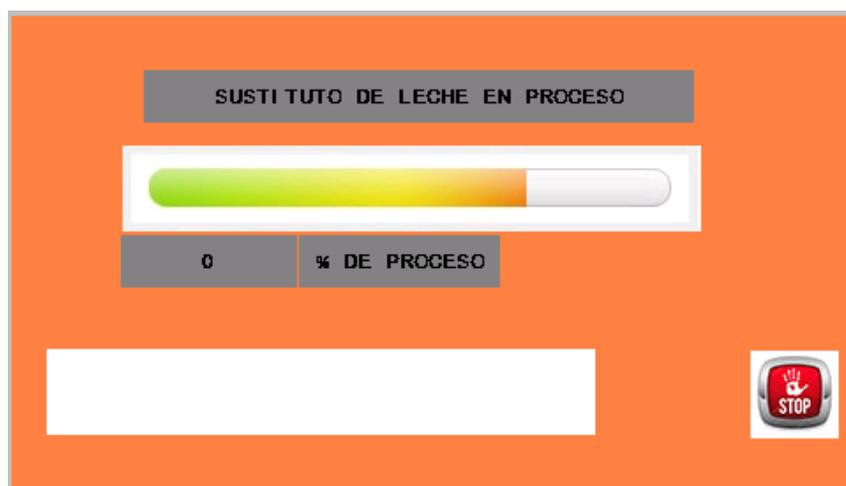


Figura 99: Pantalla 12

Paso 2.

Colocar la tarjeta de identificación al ternero en la parte lateral del lado izquierdo del ternero cómo se muestra en la **figura 64**.



Figura 64 : Colocación tarjeta en el ternero.

Paso 3.

Si el ternero no tiene costumbre en llegar sólo a la máquina se le debe ayudar hasta que el tenga la intuición de llegar sólo cómo se muestra en la **figura 65**, si el ternero llega sólo a la máquina la máquina lo reconoce y le realiza el sustituto de leche.



Figura 65 : Ayuda a ternero.

Paso 4.

Una vez concluida la etapa de lactancia del ternero de 3 meses aproximados se procede a retirar la tarjeta de identificación del ternero y borrar las tomas del ternero en la pantalla 10 terminando el proceso de lactancia del ternero.

Anexo 4: MANUAL DE MANTENIMIENTO

OPERACIÓN DE LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO

Las operaciones de mantenimiento, reparación, limpieza y las intervenciones sobre la maquina deberán efectuarse con la maquina totalmente desconectada de sus fuentes de alimentación.



ATENCIÓN: Si no está seguro de cómo realizar alguno de los pasos que se detalla a continuación, absténgase de iniciar el procedimiento y contacte con el servicio técnico.

LIMPIEZA:

Para las tareas de limpieza de este equipo no se necesitan productos de limpieza especiales, pero no se podrán utilizar productos de limpieza agresivos ni tóxicos.

Para la maquina a excepción del recipiente de leche la limpieza se debe hacer 15 días como máximo.

La limpieza del recipiente de leche se realiza cada 3 días.

MANTENIMIENTO:

Es imprescindible que se realice el mantenimiento y las revisiones necesarias de los equipos de trabajo, así como que se registren documentales los resultados de estas actividades en un libro de mantenimiento.

Para un buen funcionamiento y rendimiento de la máquina de trabajo se realizará un mantenimiento preventivo o si ya pasa una avería o desajuste de algún componente se realizará un mantenimiento correctivo.

ENGRASE DE CHUMACERAS:

Para el buen funcionamiento y rendimiento del equipo de trabajo, se recomienda engrasar cada semana los engrasadores de que disponen estos equipos.

TAREAS A REALIZAR PARA UN CORRECTO MANTIMIENTO:

PARA LLEVAR A CABO TODAS ESTAS TAREAS DE MANTENIMIENTO, SE DEBERA DE TENER UNA FICHA DE MANTENIMIENTO DONDE SE TOME NOTA DE TODAS LAS ACCIONES REALIZADAS.

Revisar las diferentes soldaduras de elementos del equipo.

Existencia de deformaciones, sobre todo en las zonas de unión de los componentes.

Correcto estado de los pasadores y elementos de unión.

TAREAS PARA REALIZAR UN CORRECTO MANTENIMIENTO:

Inspección diaria.

- Pulsadores de parada de emergencia
- Cables y conexiones eléctricas
- Escape o fuga hidráulica en la instalación

Comprobar periódicamente los elementos de fijación de la máquina, en caso de deterioro se deberá cambiar.

Sustituya cualquier pegatina indicativa que se encuentre deteriorada o se haya extraviado.

Si tuviera que desmontar las protecciones para realizar cualquier operación de mantenimiento, no olvide volver a colocarles.

Revisar que no existen fugas hidráulicas en la entrada de la conexión de agua a la primera electroválvula, en la salida del primer contenedor al segundo contenedor en la entrada del segundo contenedor, en la salida del segundo contenedor hasta la bandeja de suministro del lactoreemplazante.

Comprobación de holguras en partes mecánicas.

Mantenimiento de electroválvulas.

Limpiar correctamente la tubería donde la válvula va a ser instalada, esta debe estar libre de particular remanentes de óxido, escorias, gotas de soldadura, polvo y suciedad en que se encuentre en su interior.

Abrir el sistema de sellado de la válvula.

Injectar la cantidad requerida de lubricante a baja presión hasta llenar el mismo.

Realizar el ciclo de apertura a cierre. Es posible que realice esta tarea varias veces hasta estar seguro que el sellador se expanda completamente.

Examine en la válvula signos de corrosión o dalo en la pintura o la capa.

Algunos de los trabajos de mantenimiento más importantes podrían ser: El cambio de aceite hidráulico, la limpieza de los componentes, el reemplazo de elementos hidráulicos, la sustitución de los filtros, etc.

AVJ3220-TFK58ES



Manual de instalación y mantenimiento

Electroválvula de 2 vías

AVJ3220-5DO-02-X112



1 Normas de seguridad

- Este manual contiene información esencial para la protección de usuarios y otros contra posibles lesiones y daños al equipo.
- Lea este manual antes de utilizar el producto para asegurarse un correcto manejo del mismo, y lea los manuales de los aparatos correspondientes antes de utilizarlos.
- Guarde este manual en un lugar seguro para futuras consultas.
- Estas normas indican el nivel de riesgo potencial a través de las etiquetas "Precaución", "Advertencia" o "Peligro", seguidas de información de seguridad importante que debe leerse detenidamente.
- Para garantizar la seguridad del personal y del equipo, deberán observarse las normas de seguridad de este manual y del catálogo de producto, junto con otras prácticas de seguridad relevantes.

 Precaución	Si no se siguen estas instrucciones, hay posibilidad de lesiones o daños al equipo.
 Advertencia	Si no se siguen estas instrucciones, hay posibilidad de lesiones graves o accidentes mortales.
 Peligro	En condiciones extremas, pueden producirse lesiones graves o incluso la muerte.

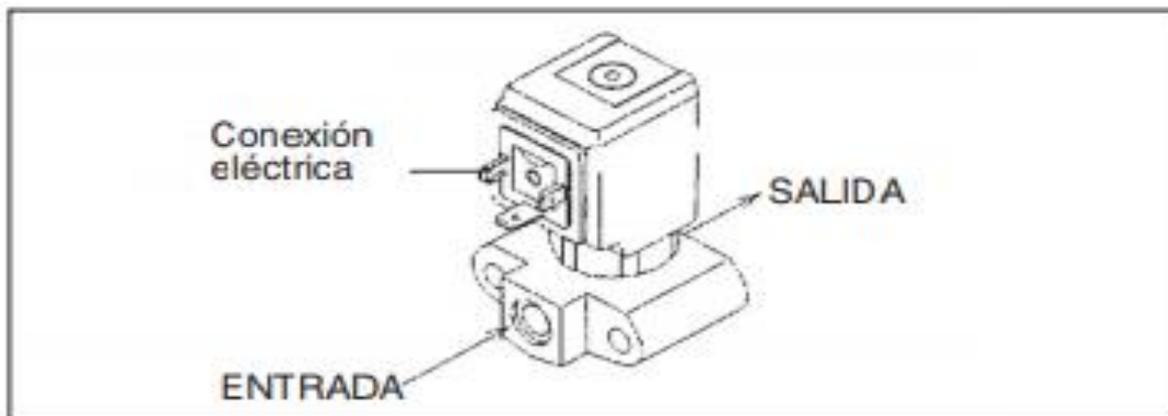
Advertencia

- La compatibilidad de un equipo neumático es responsabilidad de la persona que diseña el sistema neumático o decide sus especificaciones. Puesto que los productos aquí especificados pueden ser utilizados en diferentes condiciones de funcionamiento, su compatibilidad para un sistema neumático determinado ha de basarse en especificaciones o en la realización de pruebas para confirmar la viabilidad del equipo bajo las condiciones de operación.
- **Sólo el personal cualificado podrá operar con máquinas o equipos neumáticos.**
El aire comprimido puede ser peligroso para el personal no acostumbrado a su uso. El montaje, manejo o reparación de los sistemas neumáticos debe ser realizado por personal cualificado y experimentado.
- **No realice trabajos de mantenimiento en máquinas y equipos ni intente cambiar componentes sin tomar las medidas de seguridad correspondientes.**
 - 1) La inspección y mantenimiento del equipo no se ha de efectuar sin confirmar que todos los elementos de la instalación están en posiciones seguras.
 - 2) A la hora de sustituir componentes, confirme las especificaciones de seguridad del punto anterior. Corte el suministro eléctrico y la alimentación neumática y extraiga todo el aire comprimido residual del sistema.
 - 3) Antes de reiniciar la operación, tome las medidas oportunas para evitar movimientos repentinos de cilindros, etc. (Suministre aire al sistema de forma gradual para crear contrapresión integrando, por ejemplo, una válvula de arranque progresivo).
- **No utilice el producto fuera de las especificaciones. Consulte con SMC si se prevé el uso del producto en alguna de las siguientes condiciones:**
 - 1) Condiciones de operación y ambientes por encima del valor reflejado en las especificaciones o en uso a la intemperie.
 - 2) Instalación en equipos relacionados con energía nuclear, ferrocarriles, aviación, automoción, instrumentación médica, alimentación, aparatos recreativos, circuitos de parada de emergencia, aplicaciones de prensado y equipos de seguridad.
 - 3) Aplicaciones que puedan causar efectos negativos en personas, animales o propiedades, requiriendo evaluaciones de seguridad especiales.

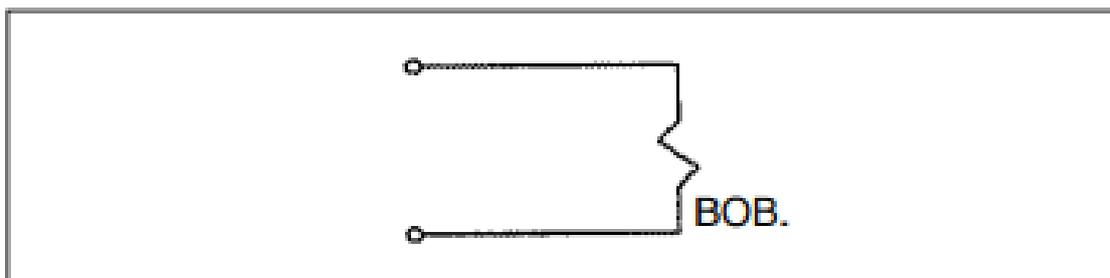
Precaución

- Asegúrese de que el sistema de suministro de aire esté filtrado a 5 micras.

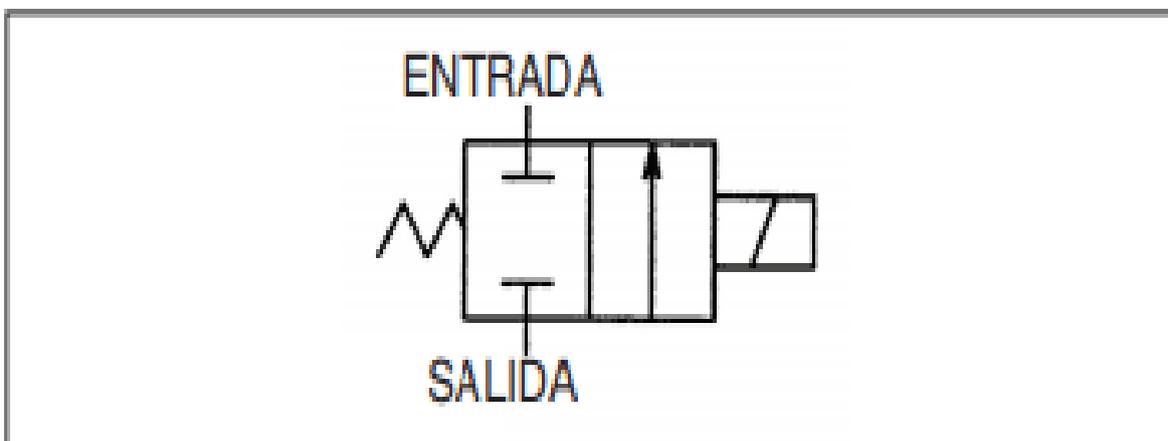
CONEXIÓN:



- La bobina del modelo AVJ3220-5D0-X112 ha sido diseñada para obtener un rápido tiempo de respuesta, por lo que no puede mantenerse activada de forma continuada.



SÍMBOLO:



4 Mantenimiento

4.1 Mantenimiento general

Precaución

- El incumplimiento de los procedimientos de mantenimiento apropiados podría causar un funcionamiento defectuoso del producto, produciendo daños al equipo.
- El aire comprimido puede resultar peligroso si se maneja de manera inadecuada. El mantenimiento de los sistemas neumáticos deberá ser realizado únicamente por personal cualificado.
- Antes de empezar cualquier tarea de mantenimiento, asegúrese de cortar la presión de alimentación y de eliminar la presión residual del sistema.
- Tras el mantenimiento, conecte el suministro eléctrico y de presión al equipo y compruebe que funciona correctamente y que no existen posibles fugas de aire. Si el funcionamiento es incorrecto, verifique los parámetros de ajuste del producto.
- No realice ninguna modificación del producto.
- No desmonte el producto a menos que se indique en las instrucciones de instalación o mantenimiento.

Consulte el manual de mantenimiento del modelo AVJ3220-5D0-02-X112.

Nº documento: K33-MMH0001.

Anexo 5: Motor NEMA23



date 06/26/2008

page 1 of 7

SERIES: NEMA23-AMT112S | **DESCRIPTION:** STEPPER SERVO MOTOR
FEATURES

- CUI AMT112S encoder + LIN Engineering stepper motor
- stepper motor with encoder for closed-loop mode when paired with a controller
- small, compact NEMA 23 frame size
- up to 270 oz-in (1.90 N-m) holding torque
- patented capacitive encoder ASIC technology
- incremental resolutions up to 4096 PPR
- resolutions programmable with AMT Viewpoint™ PC software
- digitally set zero position



IN PARTNERSHIP WITH



MODEL	step angle	current/phase	resistance/phase	inductance/phase	max holding torque	max optimal speed	body length
	(°)	(A)	typ (0s,10%)	typ (min,20%)	(oz-in)	(RPM)	max (inch)
NEMA23-17-15SD-AMT112S	1.8	2.10	1.2	2.18	85.0	13	1.74
NEMA23-17-15PD-AMT112S	1.8	4.20	0.3	0.39	85.0	24	1.74
NEMA23-17-01SD-AMT112S	1.8	1.40	2.8	4.1	85.0	6	1.74
NEMA23-17-01PD-AMT112S	1.8	2.80	0.7	1.15	85.0	11	1.74
NEMA23-22-02SD-AMT112S	1.8	2.10	1.8	4.8	170.0	3	2.22
NEMA23-22-02PD-AMT112S	1.8	4.20	0.5	1.2	170.0	9	2.22
NEMA23-31-01SD-AMT112S	1.8	1.40	4.5	12.76	270.0	2	3.1
NEMA23-31-01PD-AMT112S	1.8	2.80	1.1	3.82	270.0	5	3.1

Anexo 6: TB6560 Motor Driver

Datasheet-TB6560 3Axis Stepper Motor Driver



1. Introduction

The TB6560-3 Axis Stepper Motor Driver is an excellent microstepping driver that uses the TOSHIBA TB6560 Chip, based on pure-sine current control technology. Owing to the above technology and the self-adjustment technology (self-adjust current control parameters) according to different motors, the driven motors can run with smaller noise, lower heating, smoother movement and have better performances at higher speed than most of the drives in the markets. It is suitable for driving 2-phase and 4-phase hybrid stepping motors.

2.Features

- Low cost and good high-speed torque
- Supply voltage up to +32 VDC
- Output current up to 3.0A
- Pulse frequency up to 20 KHz
- Suitable for 2-phase and 4-phase motors
- Over-voltage and short-circuit protection
- 7 output current choices, max 3200 steps/rev
- Automatic idle-current reduction
- Slim size (96x61x37mm)

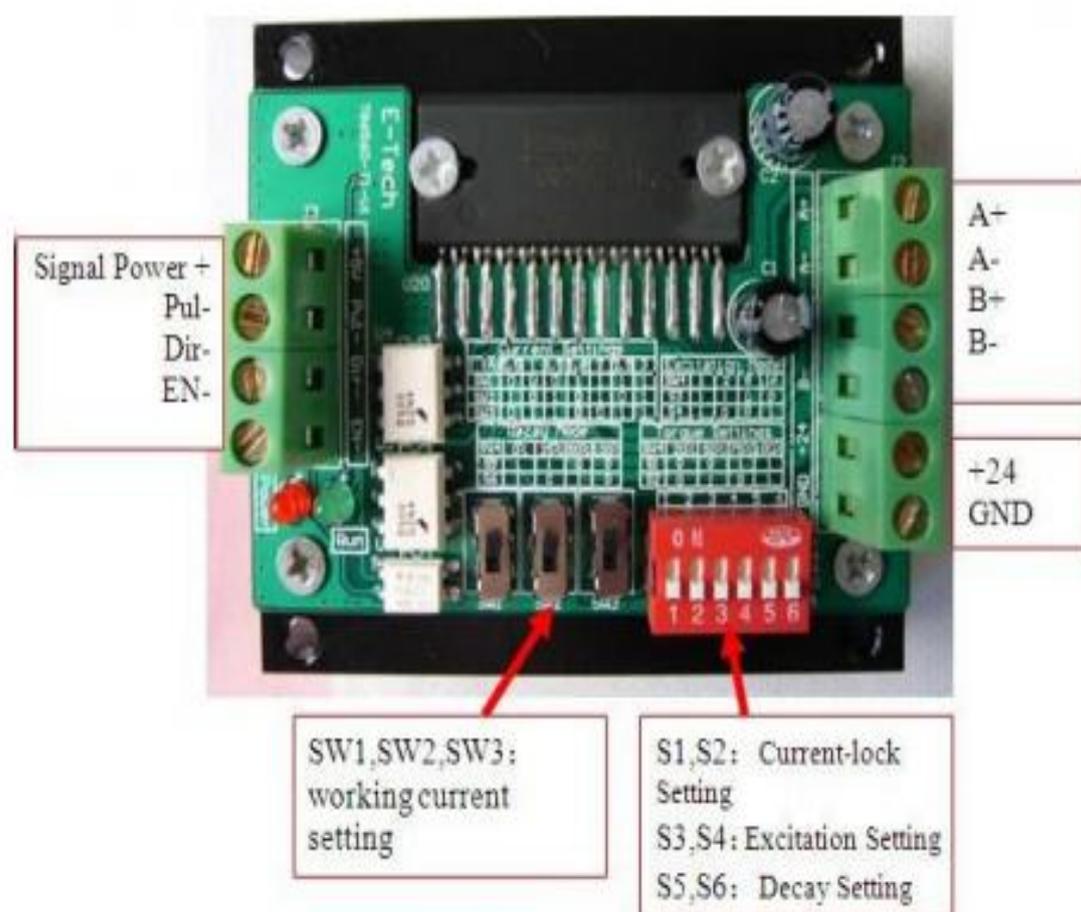
3.Applications

Applications

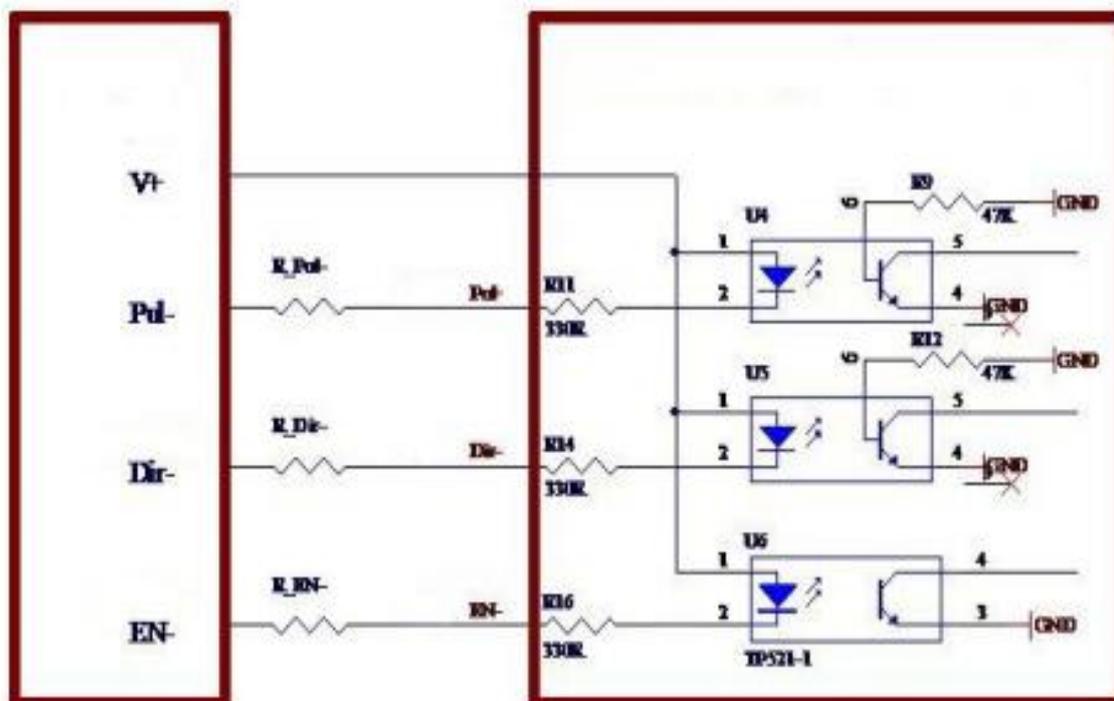
Suitable for a wide range of stepping motors from NEMA size 17 to 23. It can be used in various kinds of machines, such as X-Y-Z tables, labeling machines, laser cutters, engraving machines, pick-place devices, and so on. Particularly adapt to the applications desired with low vibration, high speed and high precision.

Electrical Specifications($T_J=25^{\circ}\text{C}$)

Parameters	TB6560-3AXIS				
	Min	Typical	Max	Unit	
Output current	0.6	-	3	A	
Input voltage	7	24	32	VDC	
Inner Frequency	640		20000	Hz	
Outer Input frequency	0	-	16000	Hz	
Connector Voltage	H	4.5	5	5.5	VDC
	L	0	0	0.5	VDC

TB6560-3Axis Interface Definition

TB6560-3Axis Wiring Diagram



$$\begin{aligned}
 5V & : R_{Pul-} = R_{Dir-} = R_{EN-} = 0 \Omega \\
 12V & : R_{Pul-} = R_{Dir-} = R_{EN-} = 1K \Omega \\
 24V & : R_{Pul-} = R_{Dir-} = R_{EN-} = 2.7K \Omega
 \end{aligned}$$

Controller interface voltage=5V, no resistance;

Controller interface voltage=12V, series connect a 1K resistance;

Controller interface voltage=24V, series connect a 2.7K resistance

Ps:

EN- inputs high level or being hanged, optocoupler U6 light off, step motor=working

EN- inputs low level, optocoupler U6 light on, step motor= not working

TB6560-3Axis Working Current Setting

Attention: Please ensure the motor power off during setting!

Current Setting							
I(A)	0.5	1	1.5	1.8	2	2.5	3
SW1	0	0	0	1	1	1	1
SW2	1	0	1	0	1	0	1
SW3	0	1	1	0	0	1	1
Resistance Ω	1	0.51	0.34	0.33	0.25	0.2	0.167

TB6560-3Axis Excitation Setting:

Excitation Mode Setting				
SW4	1	2	8	16
S3/M2	1	1	0	0
S4/M1	1	0	0	1

TB6560-3Axis Decay Setting:

Decay Mode Setting				
SW4	0%	25%	50%	100%
S5/DY2	1	1	0	0
S6/DY1	1	0	1	0

It is can lower the noises and increase the stability by decay mode setting.

TB6560-3Axis Semi-Current Lock Torque Setting:

Semi-current Torque Setting				
SW4	20%	50%	75%	100%
S1/TQ2	0	0	1	1
S2/TQ1	0	1	0	1

Anexo 7: Sensor RFID

125 KHz RS232 de largo alcance pasivo RFID lector soporte em4200 tarjeta y tk4100 tarjeta utilizada para el sistema de gestión de aparcamiento automatizado



Descripción del producto

Product technical parameter

Model number description		
Model number	Output Byte	Output format
CF-RL151	3	Weigand26
CF-RL152	4	RS232
Technical parameter		
Frequency	125KHz	
Support	EM4200/TK4100	
Work mode	Read only	
Read range	1~50cm (depends on tag)	
Interface	Weigand26, RS232(optional)	
Read Card speed	<0.2/s	
Operating Humidity	10-90%	
Working voltage	DC 12V	
Working Current	70mA	
Reader size	235*240*35mm	
Weight	1.5kg	
Reader colour	Black	
Embedded speakers	Buzzer	
Service Temperature	-25°C ~ +75°C	
Application	Personal identification, Production Access control etc.	

Anexo 8: TB6600 Stepper Motor Driver User Guide

TB6600 Stepper Motor Driver User Guide



1. Introduction

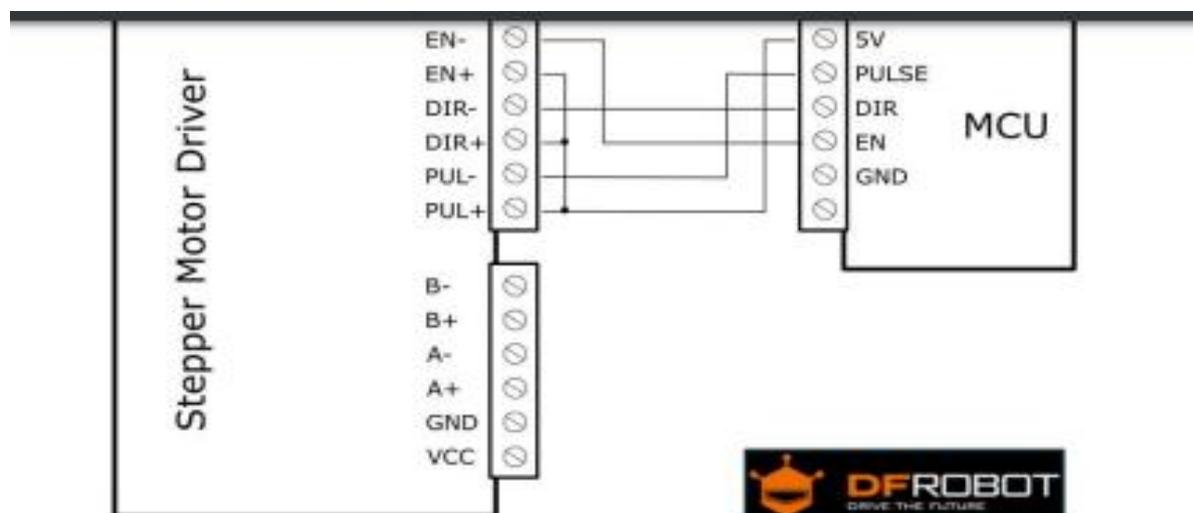
This is a professional two-phase stepper motor driver. It supports speed and direction control. You can set its micro step and output current with 6 DIP switch. There are 7 kinds of micro steps (1, 2 / A, 2 / B, 4, 8, 16, 32) and 8 kinds of current control (0.5A, 1A, 1.5A, 2A, 2.5A, 2.8A, 3.0A, 3.5A) in all. And all signal terminals adopt high-speed optocoupler isolation, enhancing its anti-high-frequency interference ability.

Features:

- ※ Support 8 kinds of current control
- ※ Support 7 kinds of micro steps adjustable
- ※ The interfaces adopt high-speed optocoupler isolation
- ※ Automatic semi-flow to reduce heat
- ※ Large area heat sink
- ※ Anti-high-frequency interference ability
- ※ Input anti-reverse protection
- ※ Overheat, over current and short circuit protection

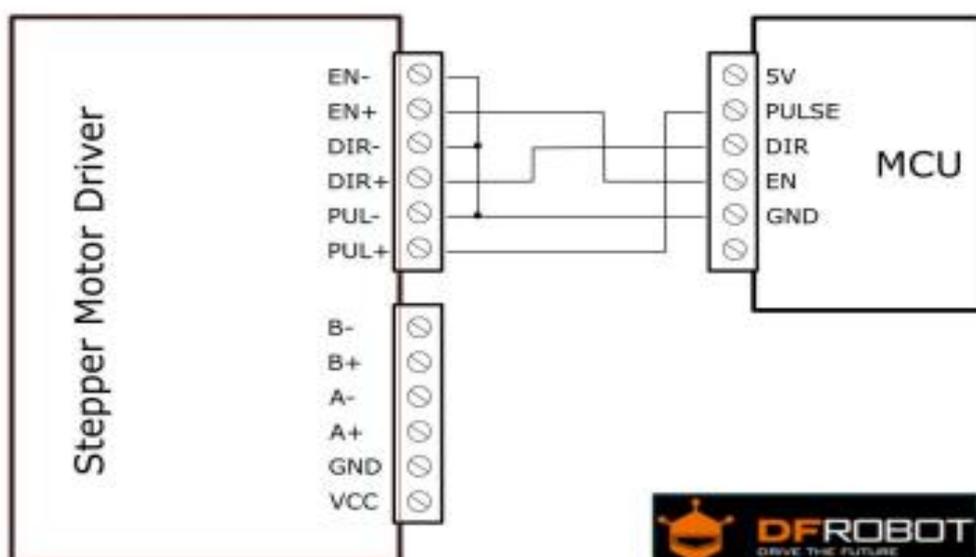
Electrical Specification:

Input Current	0~5.0A
Output Current	0.5-4.0A
Power (MAX)	160W
Micro Step	1, 2/A, 2/B, 4, 8, 16, 32
Temperature	-10 ~ 45°C
Humidity	No Condensation
Weight	0.2 kg
Dimension	96*56*33 mm



Common-Cathode Connection:

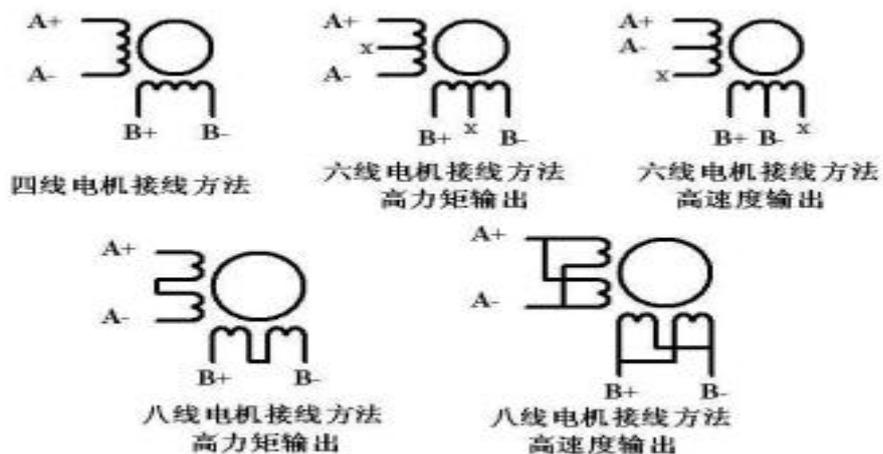
Connect PUL -, DIR - and EN - to the ground terminal of the control system. Pulse signal connects to PUL-; direction signal connects to Dir- ; Enable signal connects to EN-. As shown below:



Note: When "EN" is in the valid state, the motor is in a free states (Off-line mode). In this mode, you can adjust the motor shaft position manually. When "EN" is in the invalid state, the motor will be in an automatic control mode.
connects to EN-. As shown below:

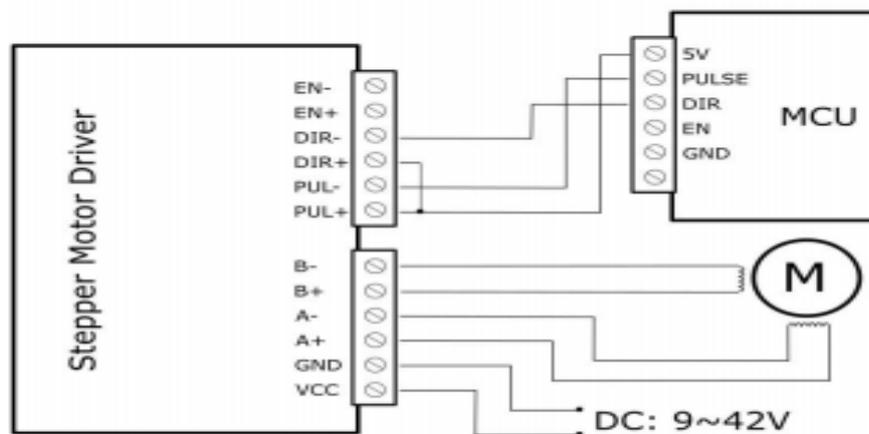
2. Stepper Motor Wiring:

Two-phase 4-wire, 6-wire, 8-wire motor wiring, as shown below:



3. Microcontroller Connection Diagram:

This is an example for the common-anode connection. ("EN" not connected)



Note: Please cut off the power when you connect the system, and ensure the power polar is correct. Or it will damage the controller.

4. DIP Switch

Micro Step Setting

The follow tablet shows the driver Micro step. You can set the motor micro step via the first three DIP switch.

Step Angle = Motor Step Angle / Micro Step

E.g. An stepper motor with 1.8° step angle , the finial step angle under "Micro step 4" will be $1.8^\circ/4=0.45^\circ$

Micro Step	Pulse/Rev	S1	S2	S3
NC	NC	ON	ON	ON
1	200	ON	ON	OFF
2/A	400	ON	OFF	ON
2/B	400	OFF	ON	ON
4	800	ON	OFF	OFF
8	1600	OFF	ON	OFF
16	3200	OFF	OFF	ON
32	6400	OFF	OFF	OFF

Current Control Setting

Current (A)	S4	S5	S6
0.5	ON	ON	ON
1.0	ON	OFF	ON
1.5	ON	ON	OFF
2.0	ON	OFF	OFF
2.5	OFF	ON	ON
2.8	OFF	OFF	ON
3.0	OFF	ON	OFF
3.5	OFF	OFF	OFF

5. Off-line Function (EN Terminal):

If you turn on the Off-line function, the motor will enter a free state. You can adjust the motor shaft freely, and the pulse signal will be no response. If you turn it off, it will be back into automatic control mode

Note: Generally, EN terminal is not connected.

6. FAQ

1. Q: If the control signal is higher than 5V, how do I connect?

A: You need add a resistor in series

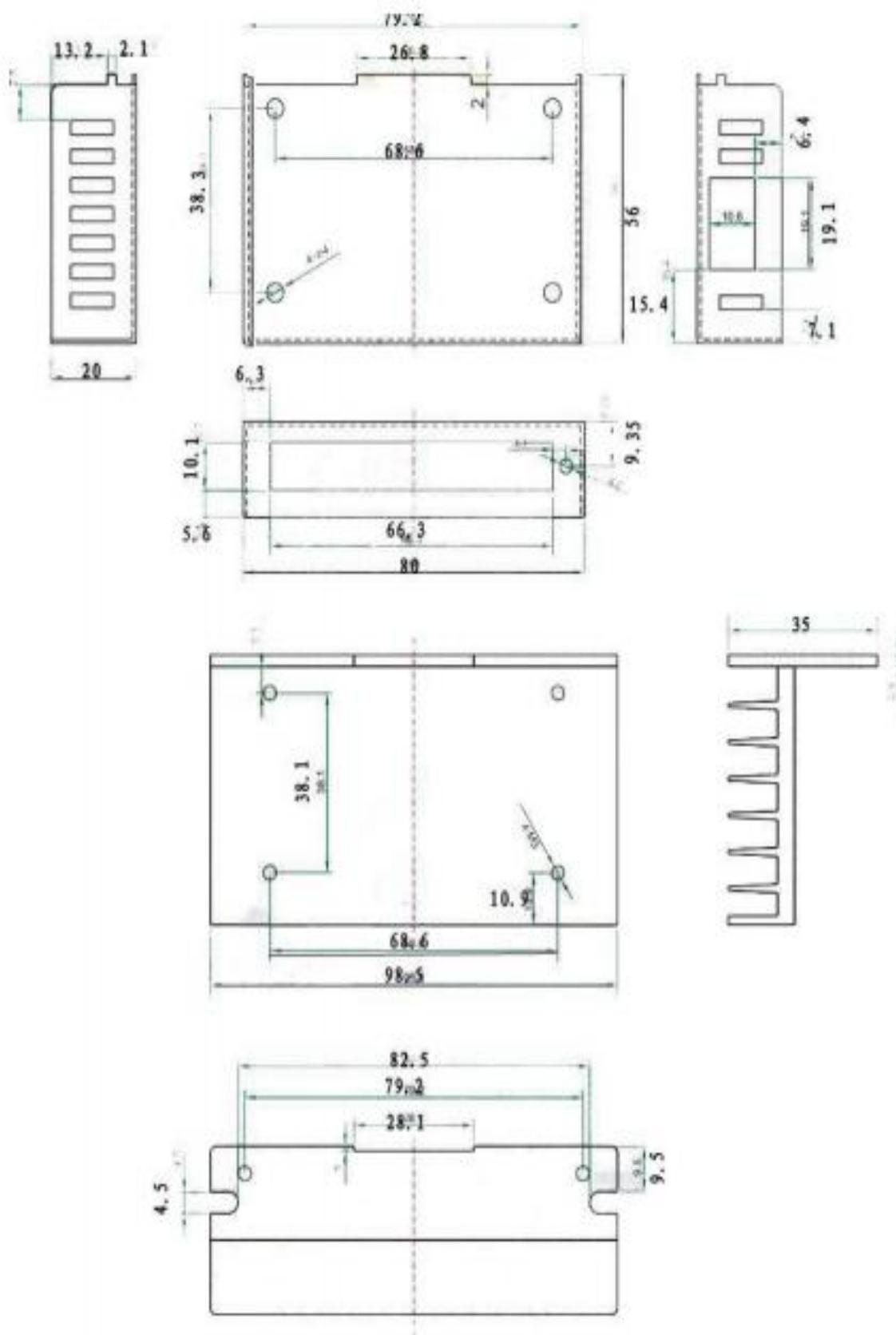
2. Q: After connected the power, why the motor doesn' t work? The PWR Led has been ON.

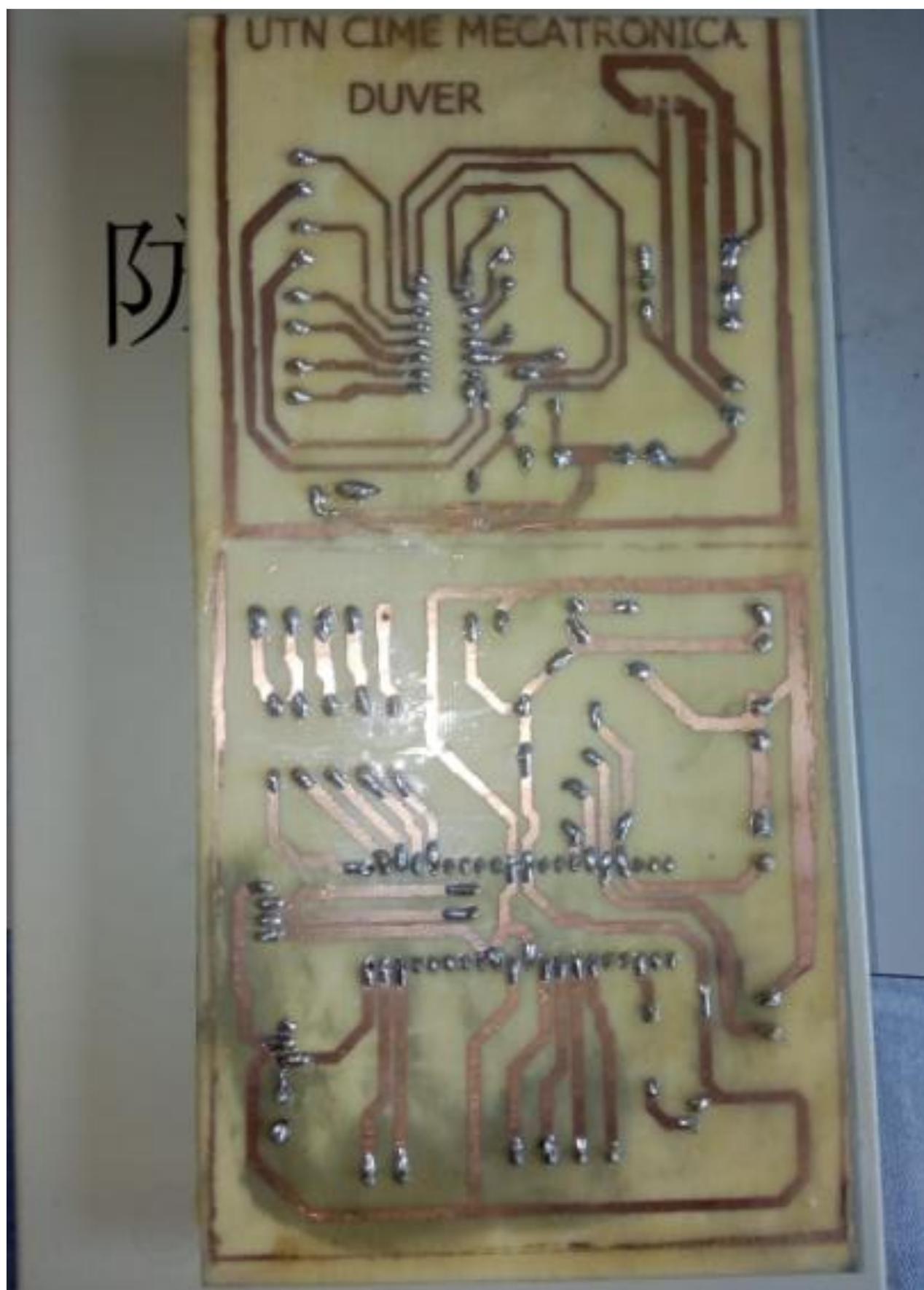
A: Please check the power supply, it must higher than 9V. And make sure the I/O limited current is higher than 5mA

3. Q: How do we know the right order of the stepper motor?

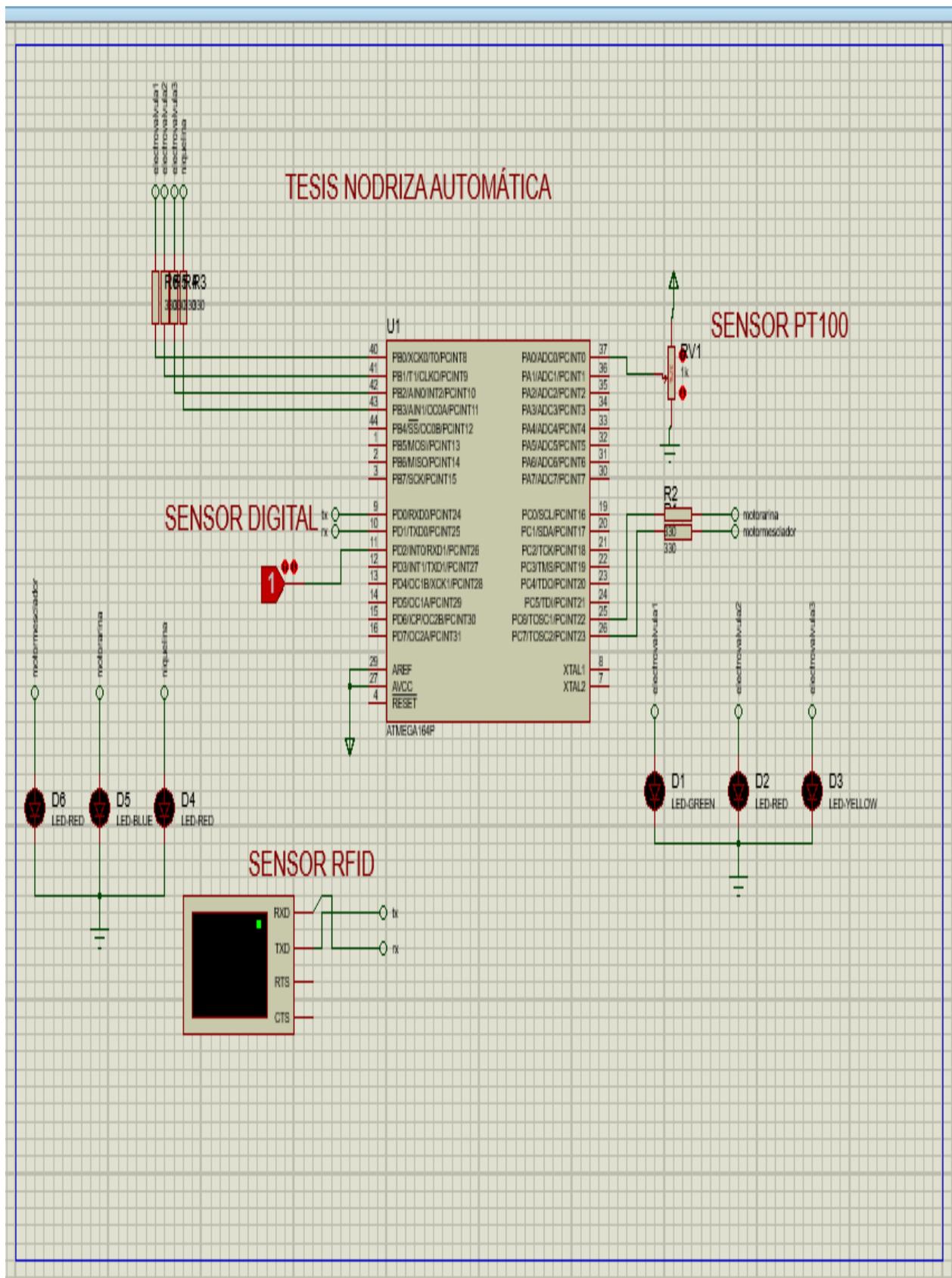
A: Please check the motor specification, it show you the right order. Or you can measure it with a multimeter.

7. Dimension (96*56*33)

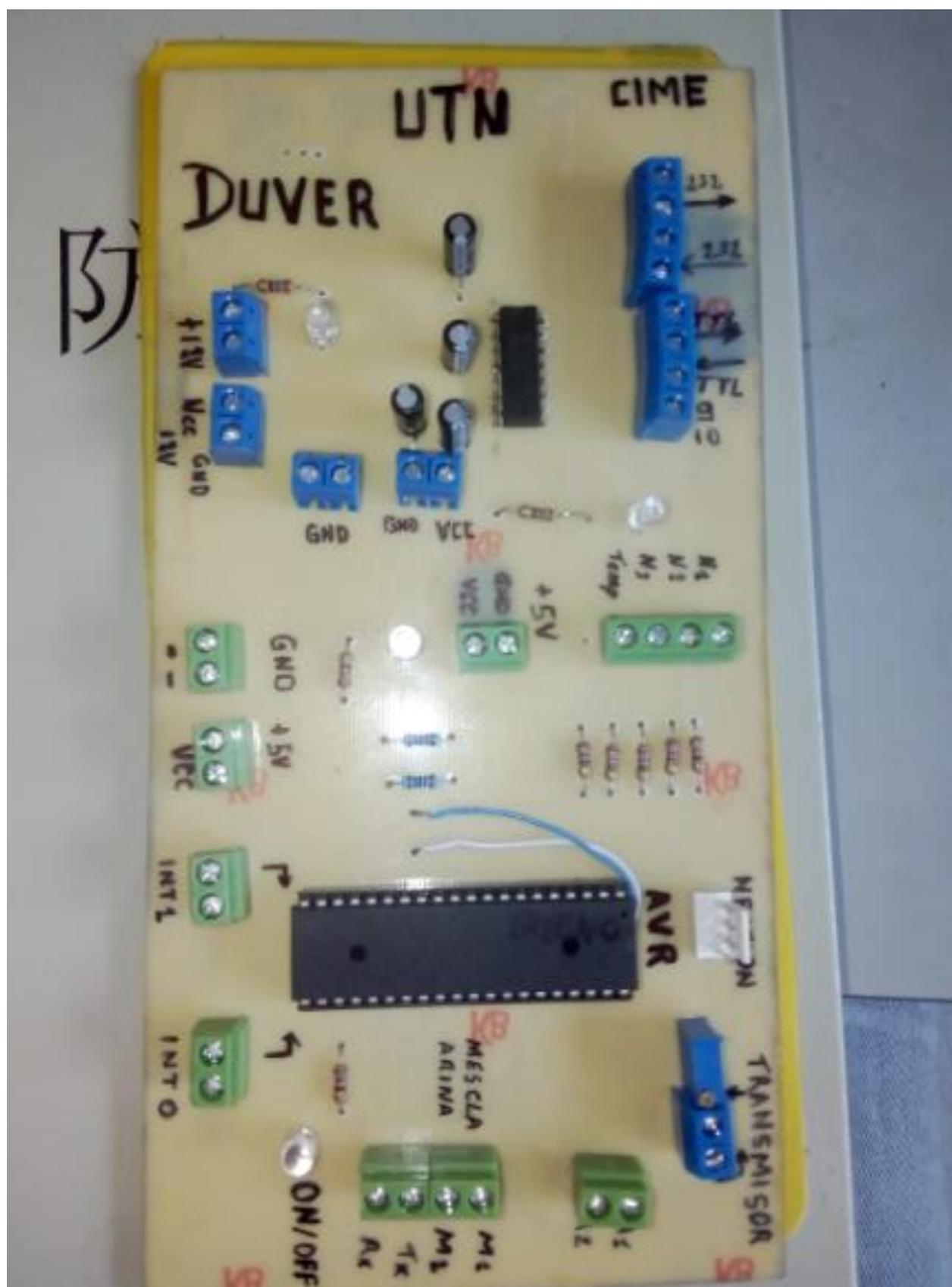


Anexo 9: Diagramas de Circuito Eléctrico.

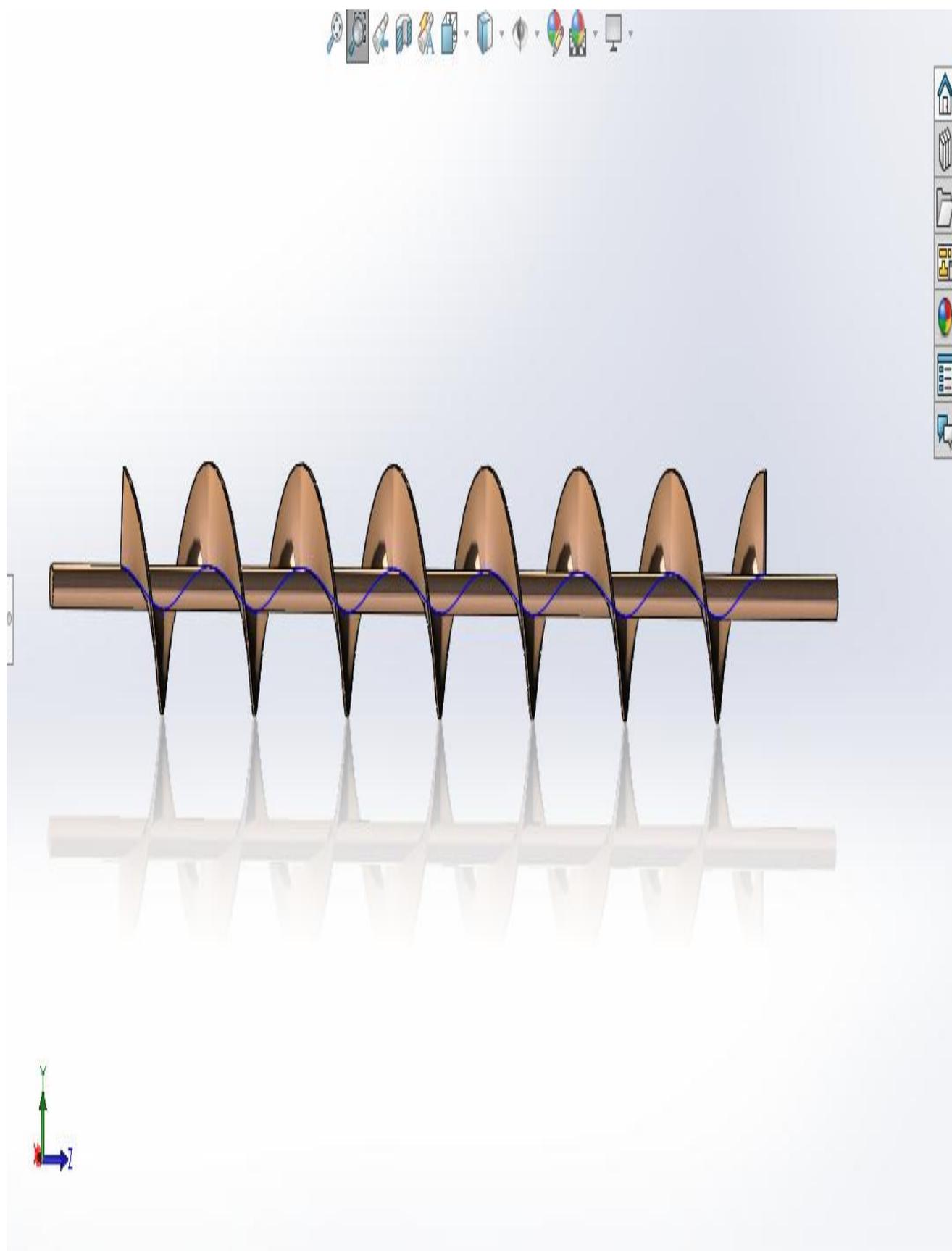
Anexo 10: Diagramas de Circuito Eléctrico.



Anexo 11: Diagramas de circuito electrónico.



Anexo 12: Modulo de control.

Anexo 13: Diseño Tornillo Sinfín.

Anexo 14: Sensor Nivel Flotador de Líquido.



color:plata

Material: acero inoxidable SUS

máximo nominal de los contactos: 50w

tensión de conmutación max: 220v dc

corriente máxima de conmutación: 1.5a

max tensión de ruptura: 300 V dc

max llevar actual: 3.0a

resistencia de contacto max: 100m y omega;

Temperatura máxima: -30 "f - + 125Â"f

diámetro de rosca (aprox): 21 mm, 1/2 "pt

longitud de la rosca: 15 mm / 0.59"

cambiar longitud total: 115mm / 4.5"

longitud del cable: 38cm / 15 "40cm / 15.7"

Anexo 15: Programa en Bascom AVR

****PROGRAMA NODRIZA PARA ALIMETAR DE TERNEROS EN BASCOM
AVR+++++++

‘EN ESTE PROGRAMA SE REALIZA LA COMUNICACIÓN DE DATOS

‘CON EL HMI (PANTALLA TACTIL), COMUNICACIÓN CON EL SENSOR DE DATOS

‘ALMACENAMIENTO DE DATOS EN LA EEPROM

‘CADA PROCESO VA SEPARADO POR SUBROUTINAS CONSTA DE LOS SIGUIENTES

‘PROCESOS: *** DOSIFICACIÓN DE AGUA CON SENSOR DIGITAL DE NIVEL,

‘CALENTAMIENTO DE AGUA CON SENSOR DE TEMPERATURA ANALOGICO

‘DOSIFICACIÓN DE HARINA CON MOTOR PASO A PASO

‘HOMOGENIZACIÓN DE LACTOREEMPLAZANTE CON MOTOR PASO A PASO

‘ENTREGA DE LÍQUIDO CON ELECTROVÁLVULAS

‘REGISTRO DE DATOS EN LA MEMORIA EEPROM

***** CONFIGURACIÓN MICROCONTROLADOR AVR *****

\$regfile = "m164pdef.dat"

***** CONFIGURACIÓN CRISTAL Y PARÁMETROS DE LECTURA DE CÓDIGO

\$crystal = 8000000

\$hwstack = 40

\$swstack = 16

\$framesize = 32

***** CONFIGURACIÓN Y HABILITACIÓN DE ENTRADA ANÁLOGA *****

Config Adc = Single , Prescaler = Auto

***** CONFIGURACIÓN TIMER1 COMO TEMPORIZADOR A UN SEGUNDO *****

Config Timer1 = Timer , Prescale = 1024

On Ovf1 Tim1_isr

Load Timer1 , 7812

***** ACTIVACIÓN DEL TIMER *****

Enable Timer1

Enable Interrupts

***** CONFIGURACIÓN DE TIPO DE VARIABLES PARA ALMACENAMIENTO DE DATOS *****

Dim Contadorniquelina As Byte

Dim Temperatura As Word

Dim Contadorpasos As Word

Dim Contador_mesclador As Word

Dim Revuelve As Byte

Dim Contadoringreso As Byte

Dim Contraseña As Byte

Dim Dato_codigo As Byte

Dim Dato_sensor As Byte

Dim Inputstring As String * 10

Dim Encendido As Byte

Dim Contadortimer As Byte

Dim Segundos As Byte

Dim Minutos As Byte

Dim Horas As Byte

'ACTUALIZACION DE DATO EN VARIABLE HORAS PARA ARRANCAR LA EEPROM

Horas = 1

Writeeprom Horas , 2

'CONFIGURACIÓN TIPO DE VARIABLES PARA EEPROM

Dim Dias As Byte

Dim Vaciador As Byte

Dim Adelantoarina As Byte

Dim Datonextion As Byte

Dim Valor As Byte

Wait 1

Dim Contadortomasternero1 As Byte

Dim Ternero1 As Byte

Dim Contadortomasternero2 As Byte

Dim Ternero2 As Byte

Dim Contadortomasternero3 As Byte

Dim Ternero3 As Byte

Dim Contadortomasternero4 As Byte

Dim Ternero4 As Byte

Dim Contadortomasternero5 As Byte

Dim Ternero5 As Byte

Dim Contadortomasternero6 As Byte

Dim Ternero6 As Byte

Dim Contadortomasternero7 As Byte

Dim Ternero7 As Byte

Dim Contadortomasternero8 As Byte

Dim Ternero8 As Byte

Dim Contadortomasternero9 As Byte

Dim Ternero9 As Byte

Dim Contadortomasternero10 As Byte

Dim Ternero10 As Byte

***** VARIBALES INICIALES A CERO *****

Encendido = 0

Vaciador = 0

Adelantoarina = 0

***** CONFIGURACIÓN DE NUEVO PUERTO SERIAL POR SOFTWARE *****

'Abrir un canal Rx TTL de entrada

Open "comc.4:9600,8,n,1" For Input As #2

***** ENCENDIDO DE LA ENTRADA ANALOGA *****

Start Adc

'CONFIGURACION DE ENTRADAS PARA SENSOR DIGITAL

Config Pind.2 = Input

Config Pind.3 = Input

'CONFIGURACIÓN SALIDAS DIGITALES PARA ELECTROVÁLVULAS, MOTORES Y
NIQUELINA

Config Portc.5 = Output

Config Portb.0 = Output

Config Portb.1 = Output

Config Portb.3 = Output

Config Portb.2 = Output

Config Portb.4 = Output

Config Portc.1 = Output

Config Portc.6 = Output

Config Portc.7 = Output

'encendido del microcontrolador,

Portc.1 = 0

'configuración de cambio de nombre entradas'

Sensordenivel Alias Pind.2

'Sensortemperatura Alias Pina.0

'Sensordenivel2 Alias Pinb.1

'configuración cambio de nombre salidas'

Electrovalvula1 Alias Portb.0

Electrovalvula2 Alias Portb.1

Electrovalvula3 Alias Portb.2

Niquelina Alias Portb.3

Motorarina Alias Portc.6

Motormesclador Alias Portc.7

Motorespasos Alias Portc.5

SALIDA ENTRADA DE AGUA

***** CONFIGURACIÓN DE SALIDAS INACTIVAS *****

Contadorniquelina = 0

Electrovalvula1 = 1

Electrovalvula2 = 1

Electrovalvula3 = 1

Niquelina = 0

Motorarina = 0

Motormesclador = 0

Encendido = 0

Motorespasos = 1

Valor = 0

Contador_mesclador = 0

Revuelve = 0

***** PROGRAMA PRINCIPAL RUTINA DE LAZO CERRADO *****

Do

' REALIZA LA ACTUALIZACIÓN DE DATOS CON SALTOS A SUBRUTINAS

Goto Principal

Loop

' *** PROGRAMA PRINCIPAL ESPERA DE DATOS POR PUERTOS SERIALES

***** TANTO POR SOFTWARE Y HARDWARE

Principal:

*** ESPERA DE DATOS PARA SENSOR EN EL PUERTO 2

Dato_sensor = Inkey(#2)

```
*** COMPARACIÓN DE DATOS CORRECTOS DE LECTURA DE TARJETA  
ELECTRONICA
```

```
If Dato_sensor = 2 Then
```

```
*** BUQULE SECUENCIAL PARA ALMACENAR DATOS DE 10 BITS EN UNA SOLA  
VARIABLE
```

```
Dato_codigo = Waitkey(#2)
```

```
Inputstring = Inputstring + Chr(dato_codigo)
```

```
Dato_codigo = Waitkey(#2)
```

```
Inputstring = Inputstring + Chr(dato_codigo)
```

```
Dato_codigo = Waitkey(#2)
```

```
Inputstring = Inputstring + Chr(dato_codigo)
```

```
Dato_codigo = Waitkey(#2)
```

```
Inputstring = Inputstring + Chr(dato_codigo)
```

```
Dato_codigo = Waitkey(#2)
```

```
Inputstring = Inputstring + Chr(dato_codigo)
```

```
Dato_codigo = Waitkey(#2)
```

```
Inputstring = Inputstring + Chr(dato_codigo)
```

```
Dato_codigo = Waitkey(#2)
```

```
Inputstring = Inputstring + Chr(dato_codigo)
```

```
Dato_codigo = Waitkey(#2)
```

Inputstring = Inputstring + Chr(dato_codigo)

Dato_codigo = Waitkey(#2)

Inputstring = Inputstring + Chr(dato_codigo)

Dato_codigo = Waitkey(#2)

Inputstring = Inputstring + Chr(dato_codigo)

'+++ CONDICIÓN DE ENCENDIDO DE LA MÁQUINA

If Encendido = 1 Then

'SI LA MÁQUINA ESTÁ ENCENDIDA ÍR A SUBROUTINA COMPARADOR

Goto Comparador

End If

' SI LA MÁQUINA ESTÁ PAGADA ENVIAR MENSAJE A EL HMI DE ENCENDER

If Encendido = 0 Then

'ENVÍO DE DATOS REQUERIDO PARA COMUNICAR EL HMI

Print "page encender";

'ENVIO DE DATOS FINAL DE TEXTOS PARA HMI

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Waitms 20

'BRRAR DATOS DE LA VARIABLE DE 10 BITS

```
Inputstring = ""
```

```
Waitms 20
```

```
End If
```

```
End If
```

```
'ESPERA DE DATOS EN EL PUERTO SERIAL 1 POR HARDWARE
```

```
Datonextion = Inkey()
```

```
' COMPARACIÓN DE DATOS DE ENTRADA EN EL PUERTO SERIAL 1
```

```
If Datonextion > 0 Then
```

```
'CONDICION PARA SELECCIÓN DE PÁGINA AL HMI
```

```
If Datonextion = "A" Then
```

```
'CONDICIÓN DE ENCENDIDO DE LA MÁQUINA
```

```
If Encendido = 1 Then
```

```
Print "page encendida";
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
End If
```

```
'CONDICION APAGADO DE LA MÁQUINA
```

```
If Encendido = 0 Then
```

```
Print "page encender";
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
End If
```

```
End If
```

```
'CONDICIÓN DOSIFICACIÓN DE LACTOREEMPLAZANTE
```

```
  If Datonextion = 66 Then
```

```
    Print "page dosificar";
```

```
    Print Chr(255) ;
```

```
    Print Chr(255) ;
```

```
    Print Chr(255) ;
```

```
  End If
```

```
'CONDICIÓN MENSAJE DE APAGADO AL HMI
```

```
  If Datonextion = 67 Then
```

```
    If Encendido = 0 Then
```

```
      Print "page apagada";
```

```
      Print Chr(255) ;
```

```
      Print Chr(255) ;
```

```
      Print Chr(255) ;
```

```
    End If
```

'CONDICION MENSAJE DE ENCENDIDO AL HMI

If Encendido = 1 Then

Print "page apagar";

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

End If

End If

'CONDICION PANTALLA DE TERNEROS AL HMI

If Datonextion = 68 Then

Print "page terne";

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

End If

'CONDICION PANTALLA DE BORRAR TERNEROS AL HMI

If Datonextion = 69 Then

Print "page borrar";

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

```
Print Chr(255) ;
```

```
End If
```

```
' CONDICION PATALLA MENSAJE ENCENDIDO AL HMI
```

```
If Datonextion = 70 Then
```

```
Encendido = 1
```

```
Portc.1 = 1
```

```
Print "page encendida";
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
End If
```

```
' CONDICION PANTALLA MENSAJE APAGADO AL HMI
```

```
If Datonextion = 71 Then
```

```
Encendido = 0
```

```
Portc.1 = 0
```

```
Print "page apagada";
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
End If
```

'CONDICIÓN DOSIFICACIÓN DE SUSTITUTO DE LECHE AL MHI

If Datonextion = 72 Then

If Encendido = 1 Then

Gosub Alimentar

End If

'CONDICION PANTALLA MENSAJE APAGADO AL HMI

If Encendido = 0 Then

Print "page apagada";

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

End If

End If

"CONDICION PANTALLA MENSAJE ENCENDIDO AL HMI

If Datonextion = 120 Then

If Encendido = 1 Then

If Sensordenivel = 1 Then

Niquelina = 1

Wait 120

Niquelina = 0

End If

End If

' CONDICION PANTALLA MENSAJE APAGADO AL HMI

If Encendido = 0 Then

Print "page apagada";

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Goto Principal

End If

' CONDICION PANTALLA PRINCIPAL AL HMI

If Sensordenivel = 0 Then

Print "page principal";

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

End If

End If

' CONDICION PANTALLA MENSAJE APAGADO AL HMI DE ELECTROVALVULAS

If Datonextion = 121 Then

Niquelina = 0

Electrovalvula1 = 1

Electrovalvula2 = 1

Electrovalvula3 = 1

Motorespasos = 1

If Encendido = 0 Then

Print "page apagada";

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

End If

End If

' CONDICION PANTALLA MENSAJE APAGADO AL HMI DE MOTORES

If Datonextion = 122 Then

If Encendido = 1 Then

Motorespasos = 0

Gosub Motorprueba

Contadorpasos = 0

Motorespasos = 1

End If

```
If Encendido = 0 Then
```

```
Print "page apagada";
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
End If
```

```
End If
```

```
' CONDICION PANTALLA MENSAJE APAGADO AL HMI DE MOTORES EN CURSO
```

```
If Datonextion = 123 Then
```

```
  If Encendido = 1 Then
```

```
    Motorespasos = 0
```

```
    Gosub Motorprueba2
```

```
    Contador_mesclador = 0
```

```
    Revuelve = 0
```

```
    Motorespasos = 1
```

```
  End If
```

```
  If Encendido = 0 Then
```

```
    Print "page apagada";
```

```
    Print Chr(255) ;
```

```
    Print Chr(255) ;
```

Print Chr(255) ;

End If

End If

' CONDICION PANTALLA MENSAJE APAGADO AL HMI DE SENSOR DE NIVEL

If Datonextion = 124 Then

If Encendido = 1 Then

If Sensordenivel = 0 Then

Electrovalvula1 = 0

Wait 1

Electrovalvula1 = 1

End If

End If

If Encendido = 0 Then

Print "page apagada";

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

End If

End If

' CONDICION PANTALLA MENSAJE APAGADO AL HMI DE ELECTROVÁLVULA 1

If Datonextion = 125 Then

If Encendido = 1 Then

Electrovalvula2 = 0

Wait 20

Electrovalvula2 = 1

End If

If Encendido = 0 Then

Print "page apagada";

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

End If

End If

' CONDICION PANTALLA MENSAJE APAGADO AL HMI DE ELECTROVÁLVULA3

If Datonextion = 126 Then

If Encendido = 1 Then

Electrovalvula3 = 0

Wait 5

Electrovalvula3 = 1

End If

If Encendido = 0 Then

Print "page apagada";

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

End If

End If

' CONDICION PANTALLA MENSAJE INFORMACIÓN AL HMI DEL TERNERO 1

If Datonextion = 73 Then

Print "page informacion";

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Wait 1

Readeeprom Contadortomasternero1 , 13

Readeeprom Ternero1 , 3

Print "codigo=";

Print Chr(34);

Print "TERNERO1";

Print Chr(34);

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Waitms 10
```

```
Print "total=";
```

```
Print Contadortomasternero1;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255);
```

```
Waitms 10
```

```
Print "ultima=";
```

```
Print Ternero1;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255);
```

```
End If
```

```
' CONDICION PANTALLA MENSAJE INFORMACIÓN AL HMI DEL TERNERO 2
```

```
  If Datonextion = 74 Then
```

```
    Print "page informacion";
```

```
  Print Chr(255) ;
```

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Wait 1

Readeeprom Contadortomasternero2 , 14

Readeeprom Ternero2 , 4

Print "codigo=";

Print Chr(34);

Print "TERNERO2";

Print Chr(34);

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Waitms 10

Print "total=";

Print Contadortomasternero2;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255);

Waitms 10

Print "utima=";

Print Ternero2;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255);

End If

' CONDICION PANTALLA MENSAJE INFORMACIÓN AL HMI DEL TERNERO 3

If Datonextion = 75 Then

Print "page informacion";

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Wait 1

Readeeprom Contadortomasternero3 , 15

Readeeprom Ternero3 , 5

Print "codigo=";

Print Chr(34);

Print "TERNERO3";

Print Chr(34);

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

```
Print Chr(255) ;
```

```
Waitms 10
```

```
Print "total=";
```

```
Print Contadortomasternero3;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255);
```

```
Waitms 10
```

```
Print "ultima=";
```

```
Print Ternero3;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255);
```

```
End If
```

```
' CONDICION PANTALLA MENSAJE INFORMACIÓN AL HMI DEL TERNERO 4
```

```
  If Datonextion = 76 Then
```

```
    Print "page informacion";
```

```
    Print Chr(255) ;
```

```
    Print Chr(255) ;
```

```
    Print Chr(255) ;
```

Wait 1

Readeeprom Contadortomasternero4 , 16

Readeeprom Ternero4 , 6

Print "codigo=";

Print Chr(34);

Print "TERNERO4";

Print Chr(34);

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Waitms 10

Print "total=";

Print Contadortomasternero4;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255);

Waitms 10

Print "utima=";

Print Ternero4;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255);

End If

' CONDICION PANTALLA MENSAJE INFORMACIÓN AL HMI DEL TERNERO 5

If Datonextion = 77 Then

Print "page informacion";

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Wait 1

Readeeprom Contadortomasternero5 , 17

Readeeprom Ternero5 , 7

Print "codigo=";

Print Chr(34);

Print "TERNERO5";

Print Chr(34);

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Waitms 10

```
Print "total=";
```

```
Print Contadortomasternero5;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255);
```

```
Waitms 10
```

```
Print "ultima=";
```

```
Print Ternero5;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255);
```

```
End If
```

```
' CONDICION PANTALLA MENSAJE INFORMACIÓN AL HMI DEL TERNERO 6 A 8
```

```
If Datonextion = 78 Then
```

```
Print "page informacion";
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Wait 1
```

```
Readeeprom Contadortomasternero6 , 18
```

Readeeprom Ternero6 , 8

Print "codigo=";

Print Chr(34);

Print "TERNERO6";

Print Chr(34);

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Waitms 10

Print "total=";

Print Contadortomasternero6;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255);

Waitms 10

Print "utima=";

Print Ternero6;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255);

End If

' CONDICION PANTALLA MENSAJE INFORMACIÓN AL HMI DEL TERNERO 9 Y 10

If Datonextion = 79 Then

Print "page informacion";

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Wait 1

Readeeprom Contadortomasternero7 , 19

Readeeprom Ternero7 , 9

Print "codigo=";

Print Chr(34);

Print "TERNERO7";

Print Chr(34);

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Waitms 10

Print "total=";

Print Contadortomasternero7;

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255);
```

```
Waitms 10
```

```
Print "ultima=";
```

```
Print Ternero7;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255);
```

```
End If
```

```
*****
```

```
"+++++ BORRADO DE TERNEROS *****
```

```
' *****
```

```
' CONDICION PANTALLA MENSAJE BORRADO AL HMI DEL TERNERO 1
```

```
  If Datonextion = 80 Then
```

```
    Print "page eliminador";
```

```
    Print Chr(255) ;
```

```
    Print Chr(255) ;
```

```
    Print Chr(255) ;
```

```
    Contadortomasternero1 = 0
```

```
Writeeprom Contadortomasternero1 , 13
```

```
Ternero1 = 0
```

```
Writeeprom Ternero1 , 3
```

```
End If
```

```
' CONDICION PANTALLA MENSAJE BORRADO AL HMI DEL TERNERO 2
```

```
  If Datonextion = 81 Then
```

```
    Print "page eliminador";
```

```
    Print Chr(255) ;
```

```
    Print Chr(255) ;
```

```
    Print Chr(255) ;
```

```
    Contadortomasternero2 = 0
```

```
    Writeeprom Contadortomasternero2 , 14
```

```
    Ternero2 = 0
```

```
    Writeeprom Ternero2 , 4
```

```
  End If
```

```
' CONDICION PANTALLA MENSAJE BORRADO AL HMI DEL TERNERO 3
```

```
  If Datonextion = 82 Then
```

```
    Print "page eliminador";
```

```
    Print Chr(255) ;
```

```
    Print Chr(255) ;
```

Print Chr(255) ;

Contadortomasternero3 = 0

Writeeprom Contadortomasternero3 , 15

Ternero3 = 0

Writeeprom Ternero3 , 5

End If

' CONDICION PANTALLA MENSAJE BORRADO AL HMI DEL TERNERO 4

If Datonextion = 83 Then

Print "page eliminador";

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Contadortomasternero4 = 0

Writeeprom Contadortomasternero4 , 16

Ternero4 = 0

Writeeprom Ternero4 , 6

End If

' CONDICION PANTALLA MENSAJE BORRADO AL HMI DEL TERNERO 5

If Datonextion = 84 Then

Print "page eliminador";

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Contadortomasternero5 = 0

Writeeprom Contadortomasternero5 , 17

Ternero5 = 0

Writeeprom Ternero5 , 7

End If

' CONDICION PANTALLA MENSAJE BORRADO AL HMI DEL TERNERO 6 A 8

 If Datonextion = 85 Then

 Print "page eliminador";

 Print Chr(255) ;

 Print Chr(255) ;

 Print Chr(255) ;

 Contadortomasternero6 = 0

 Writeeprom Contadortomasternero6 , 18

 Ternero6 = 0

 Writeeprom Ternero6 , 8

 End If

' CONDICION PANTALLA MENSAJE BORRADO AL HMI DEL TERNERO 9 Y 10

If Datonextion = 86 Then

Print "page eliminador";

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Contadortomasternero7 = 0

Writeeprom Contadortomasternero7 , 19

Ternero7 = 0

Writeeprom Ternero7 , 9

End If

End If

Goto Principal

*****SUBROUTINA COMPARAR*****

Comparador:

"" BUQLE DE CONDICIÓN PARA IDENTIFICAR TERNEROS*****

If Inputstring = "0111004469" Then

'+** AVANCE DE SUBROUTINAS DEPENDIENDO EL TERNERO CON GOTO

Goto Tiempoternero1

End If

If Inputstring = "0111004467" Then

Goto Tiempoternero2

End If

If Inputstring = "011100446A" Then

Goto Tiempoternero3

End If

If Inputstring = "011100446F" Then

Goto Tiempoternero4

End If

If Inputstring = "0111003A38" Then

Goto Tiempoternero5

End If

If Inputstring = "0111004466" Then

Goto Tiempoternero6

End If

If Inputstring = "011100446C" Then

Goto Tiempoternero7

End If

If Inputstring = "011100446D" Then

Goto Tiempoternero8

End If

If Inputstring = "011100446B" Then

Goto Tiempoternero9

End If

If Inputstring = "0111004468" Then

Goto Tiempoternero10

End If

Waitms 20

'BORRAR DATOS DE LA VARIABLE DE 10 BITS

Inputstring = ""

Waitms 20

Return

***** SUBROUTINA PRINCIPAL DE PROCESO *****

Alimentar:

```
***** AVANCE DE PANTALLA DE PROCESO AL HMI
```

```
Print "page barra";
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Waitms 20
```

```
Inputstring = ""
```

```
Waitms 20
```

```
' AVNCE DE SUBROUTINA A DOSIFICAR AGUA
```

```
    Gosub Dosificaragua
```

```
' ACTUALIZACIÓN DE DATOS DE LA MÁQUINA AL CONTROL
```

```
    If Sensordenivel = 0 Then
```

```
        Electrovalvula1 = 0
```

```
        Electrovalvula2 = 1
```

```
        Electrovalvula3 = 1
```

```
    ' AVNCE DE SUBROUTINA A DOSIFICAR AGUA
```

```
        Goto Dosificaragua
```

```
    End If
```

```
' AVNCE DE SUBROUTINA A CALENTAR AGUA
```

```
    Gosub Calentar
```

' AVNCE DE SUBROUTINA A DOSIFICAR ARINA

Gosub Dosificararina

Wait 5

' AVNCE DE SUBROUTINA A MEZCLA

Gosub Mezcla

' AVNCE DE SUBROUTINA A ENTREGA

Gosub Entrega

Wait 1

Print "page principal";

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Wait 1

Goto Principal

***** SUBROUTINA DOSIFICAR AGUA *****

Dosificaragua:

*** ACTUALIZACIÓN DE DATOS AL HMI

Valor = Valor + 1

```
Print "t2.txt=";
```

```
Print Chr(34);
```

```
Print "DOSIFICANDO AGUA";
```

```
Print Chr(34);
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print "j0.val=";
```

```
Print Valor;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print "n0.val=";
```

```
Print Valor;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255);
```

```
' ACTULIAR VARIABLE DE BARRA PARA EL HMI
```

```
If Valor >= 15 Then
```

Valor = 15

End If

' CONDICIÓN DE DOSIFICACION DE AGUA SI EL SENSOR NO SE ACTIVA

If Sensordenivel = 0 Then

Electrovalvula1 = 0

Electrovalvula2 = 1

Electrovalvula3 = 1

Print "j0.val=";

Print Valor;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print "n0.val=";

Print Valor;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255);

Goto Dosificaragua

End If

If Sensordenivel = 1 Then

```
Electrovalvula1 = 1
```

```
End If
```

```
Print "t2.txt=";
```

```
Print Chr(34);
```

```
Print " SE DOSIFICO EL AGUA";
```

```
Print Chr(34)
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Valor = Valor + 1
```

```
Wait 3
```

```
If Valor <= 15 Then
```

```
Valor == 15
```

```
End If
```

```
Print "j0.val=";
```

```
Print 20;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print "n0.val=";
```

Print Valor;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255);

Waitms 20

' VERIFICACION DE CONDICION DE DOSIFICACION DE AGUA SI EL SENSOR NO
SE ACTIVA

' DEBIDO A PERTURBACIONES

If Sensordenivel = 0 Then

Electrovalvula1 = 0

Electrovalvula2 = 1

Electrovalvula3 = 1

Goto Dosificaragua

End If

Waitms 10

If Sensordenivel = 0 Then

Electrovalvula1 = 0

Electrovalvula2 = 1

Electrovalvula3 = 1

Goto Dosificaragua

If Sensordenivel = 1 Then

Electrovalvula1 = 1

End If

End If

Wait 1

If Sensordenivel = 0 Then

Electrovalvula1 = 0

Electrovalvula2 = 1

Electrovalvula3 = 1

Goto Dosificaragua

If Sensordenivel = 1 Then

Electrovalvula1 = 1

End If

End If

Return

***** SUBROUTINA CALENTAR AGUA

Calentar:

' CONTADOR DE EMERGENCIA POR SOBRECALENTAMIENTO O FALLO DEL
SENSOR

Wait 1

Contadorniquelina = Contadorniquelina + 1

Niquelina = 1

Valor = Valor + 1

'ACTUALIZACIÓN DEL HMI

Print "t2.txt=";

Print Chr(34);

Print "CALENTANDO AGUA";

Print Chr(34);

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print "j0.val=";

Print Valor;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print "n0.val=";

Print Valor;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255);

' ACTUALIZACIÓN DE BARRA DEL HMI

 If Valor >= 30 Then

 Valor == 30

 End If

 *** 40 grados

' CALENTAMIENTO DEL AGUA A 40° CON DETECCIÓN DE FALLA

 If Contadorniquelina > 70 Then

 Electrovalvula2 = 0

 End If

 If Contadorniquelina <= 117 Then

 Goto Calentar

' LECTURA DEL SENSOR

 Temperatura = Getadc(0)

 If Temperatura <= 210 Then

 Waitms 500

' ACTUALIZACIÓN DEL HMI

```
Print "t2.txt=";
```

```
Print Chr(34);
```

```
Print "SE CALENTO EL AGUA";
```

```
Print Chr(34);
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Valor = Valor + 1
```

```
If Valor <= 30 Then
```

```
Valor == 30
```

```
End If
```

```
Niquelina = 0
```

```
Wait 1
```

```
Print "j0.val=";
```

```
Print Valor;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print "n0.val=";
```

```
Print Valor;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255);
```

```
Waitms 50
```

```
Niquelina = 0
```

```
Wait 10
```

```
Return
```

```
*****
```

```
***** DOSIFICAR ARINA *****
```

```
*****
```

```
Dosificararina:
```

```
' ACTUALIZACIÓN DEL HMI
```

```
Electrovalvula2 = 0
```

```
Valor = Valor + 2
```

```
Print "t2.txt=";
```

```
Print Chr(34);
```

```
Print "DOSIFICANDO ARINA";
```

```
Print Chr(34);
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
'ACTUALIZACIÓN DE LA BARRA DE PROGRESO
```

```
Print "j0.val=";
```

```
Print Valor;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print "n0.val=";
```

```
Print Valor;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255);
```

```
Valor = Valor + 1
```

```
Motorespasos = 0
```

```
Wait 1
```

```
' AVANZE DE SUB_SUBROUTINA DE MOVIMIENTO DEL MOTOR
```

```
Goto Motorpasosouno
```

```
Return
```

```
*****
```

```
***** MEZCLAR ARINA *****
```

Mezcla:

Valor = Valor + 1

Print "t2.txt=";

Print Chr(34);

Print "MESCLANDO EL SUSTITUTO";

Print Chr(34);

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

‘ACTUALIZACIÓN DE LA BARRA DEL HMI

Print "j0.val=";

Print Valor;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print "n0.val=";

Print Valor;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

```
Print Chr(255);
```

```
Motorespasos = 0
```

```
' AVANZE DE SUB_SUBROUTINA DE MOVIMIENTO DEL MOTOR 2
```

```
Goto Motorpasopasodos
```

```
Return
```

```
*****
```

```
***** ENTREGANDO LECHE *****
```

```
*****
```

```
Entrega:
```

```
' APAGADO DE ELECTROVÁLVULAS
```

```
Electrovalvula3 = 0
```

```
Electrovalvula2 = 0
```

```
Electrovalvula1 = 1
```

```
Wait 1
```

```
'ACTUALIZACIÓN DEL HMI
```

```
Print "t2.txt=";
```

```
Print Chr(34);
```

```
Print "ENTREGANDO LECHE";
```

```
Print Chr(34);
```

```
Print Chr(255) ;
```

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print "j0.val=";

Print Valor;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print "n0.val=";

Print Valor;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255);

Wait 60

 If Valor < 100 Then

 Valor = 100

 End If

Waitms 200

Print "t2.txt=";

Print Chr(34);

Print "PROCESO TERMINADO";

```
Print Chr(34);
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
'ACTUALIZACIÓN BARRA DEL HMI
```

```
Print "j0.val=";
```

```
Print 100;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print "n0.val=";
```

```
Print Valor;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255);
```

```
' ESPERA MIENTRAS EL TERNERO TOMA EL SUSTITUTO
```

```
Wait 10
```

```
Valor = 0
```

```
Print "j0.val=";
```

```
Print 0;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print "n0.val=";
```

```
Print Valor;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255);
```

```
Wait 1'ESPERO UN SEGUNDO PARA ACTUALIZAR
```

```
' ACTUALIZACIÓN DE PANTALLA DEL HMI
```

```
Print "page principal";
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Electrovalvula3 = 1
```

```
Electrovalvula2 = 1
```

```
Adelantoarina = 0
```

```
Return
```

```
*****
```

```
*****MOTOR PASO PASO ARINA*****+**
```

Motorpasopasouno:

'CONDICION DE PASOS PARA MOTOR DE HARINA

If Contadorpasos < 1000 Then

Motorarina = 1

Waitms 40

Motorarina = 0

Waitms 40

Contadorpasos = Contadorpasos + 1

Goto Motorpasopasouno

End If

Valor = Valor + 1

Contadorpasos = 0

Motorespasos = 1

If Valor <= 45 Then

Valor == 45

End If

Print "t2.txt=";

Print Chr(34);

Print "ARINA DOSIFICADA";

```
Print Chr(34);
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Wait 3
```

```
Valor = Valor + 1
```

```
Print "j0.val=";
```

```
Print Valor;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print "n0.val=";
```

```
Print Valor;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255);
```

```
If Valor <= 50 Then
```

```
Valor == 50
```

```
End If
```

Return

***** MOTORES PASO PASO HOMOGENIZAR *****

Motorpasopasodos:

'CONDICION DE PASOS PARA MOTOR MEEZCLADOR

If Revuelve < 100 Then

If Contador_mesclador < 1400 Then

Motormesclador = 1

Waitus 300

Motormesclador = 0

Waitus 300

Contador_mesclador = Contador_mesclador + 1

Goto Motorpasopasodos

End If

Revuelve = Revuelve + 1

Contador_mesclador = 0

'SI LA CONDIDICON DE PASO NO SE CUMPLE REGRESAR

Goto Motorpasopasodos

End If

Contador_mesclador = 0

Revuelve = 0

Motorespasos = 1

Valor = Valor + 1

Print "t2.txt=";

Print Chr(34);

Print "SE A MESCLADO EL SUSTITUTO";

Print Chr(34);

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Wait 3

If Valor <= 78 Then

Valor == 78

End If

Waitms 10

Print "j0.val=";

Print Valor;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print "n0.val=";

Print Valor;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255);

Waitms 100

Valor = Valor + 1

Return

‘SUBROUTINA DE MOTOR PRUEBA PARA ACCIÓN MANUAL

Motorprueba:

‘CONDICION DE MOTOR HARINA MANUAL POR HMI

If Contadorpasos < 1200 Then

Motorarina = 1

Motormesclador = 1

Waitms 10

Motorarina = 0

Motormesclador = 0

Waitms 10

Contadorpasos = Contadorpasos + 1

Goto Motorprueba

End If

Return

‘SUBROUTINA DE MOTOR HOMOGENIZADOR

Motorprueba2:

‘CONDICION DE MOTOR HOMOGENIZADOR POR HMI 2

If Revuelve < 40 Then

If Contador_mesclador < 1200 Then

Motormesclador = 1

Waitus 500

Motormesclador = 0

Waitus 500

Contador_mesclador = Contador_mesclador + 1

Goto Motorprueba2

End If

Revuelve = Revuelve + 1

Contador_mesclador = 0

Goto Motorprueba2

End If

Return

```
*****
```

```
*****                                TEMPORIZADOR                                A                                1
```

```
SEGUNDO*****
```

```
*****
```

Tim1_isr:

```
Load Timer1 , 7812
```

```
Segundos = Segundos + 1
```

```
'Print Segundos
```

```
If Segundos = 60 Then
```

```
Readeeprom Minutos , 1
```

```
Minutos = Minutos + 1
```

```
Segundos = 0
```

```
Writeeprom Minutos , 1
```

```
'CONDICION DE CONTADOR MINUTOS
```

```
If Minutos = 60 Then
```

```
'LECTURA DE LA MEMORIA EEPROM PARA ATUALIZAR DATOS
```

```
Readeeprom Horas , 2
```

```
Horas = Horas + 1
```

```
'ESCRITURA A LA MEMORIA EEPROM PARA INICIALIZAR DATOS
```

Writeeprom Horas , 2

Readeeprom Ternero1 , 3

Ternero1 = Ternero1 + 1

Writeeprom Ternero1 , 3

Readeeprom Ternero2 , 4

Ternero2 = Ternero2 + 1

Writeeprom Ternero2 , 4

Readeeprom Ternero3 , 5

Ternero3 = Ternero3 + 1

Writeeprom Ternero3 , 5

Readeeprom Ternero4 , 6

Ternero4 = Ternero4 + 1

Writeeprom Ternero4 , 6

Readeeprom Ternero5 , 7

Ternero5 = Ternero5 + 1

Writeeprom Ternero5 , 7

Readeeprom Ternero6 , 8

Ternero6 = Ternero6 + 1

Writeeprom Ternero6 , 8

Readeprom Ternero7 , 9

Ternero7 = Ternero7 + 1

Writeeprom Ternero7 , 9

Readeprom Ternero8 , 10

Ternero8 = Ternero8 + 1

Writeeprom Ternero8 , 10

Readeprom Ternero9 , 11

Ternero9 = Ternero9 + 1

Writeeprom Ternero9 , 11

Readeprom Ternero10 , 12

Ternero10 = Ternero10 + 1

Writeeprom Ternero10 , 12

Minutos = 0

Writeeprom Minutos , 1

End If

'CONDICIÓN CONTADOR HORAS

If Horas = 24 Then

Dias = Dias + 1

Horas = 0

Writeeprom Horas , 2

End If

End If

Return

*****COMPARACIÓN TIEMPOS TERNERO PARA DOSIFICAR

'BUQUE DE CONDICION PARA TERNERO 1 DE 10 HORAS

Tiempoternero1:

Waitms 20

Inputstring = ""

Waitms 20

Print "page identificado";

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print "n0.val=";

Print 1;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255);

Wait 3

Readeeprom Contadortomasternero1 , 13

If Contadortomasternero1 = 0 Then

Contadortomasternero1 = Contadortomasternero1 + 1

Writeeprom Contadortomasternero1 , 13

Tenero1 = 0

Writeeprom Tenero1 , 3

Goto Alimentar

'RETORNAR A SUB RUTINA PRINCIPAL DE DOSIFICACIÓN

End If

Readeeprom Tenero1 , 3

If Tenero1 >= 10 Then

Tenero1 = 0

Writeeprom Tenero1 , 3

Contadortomasternero1 = Contadortomasternero1 + 1

Writeeprom Contadortomasternero1 , 13

Goto Alimentar

'RETORNAR A SUB RUTINA PRINCIPAL DE DOSIFICACIÓN

End If

Readeeprom Ternero1 , 3

If Ternero1 <= 9 Then

Print "page esperar";

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Waitms 20

Inputstring = ""

Waitms 20

Goto Principal

End If

Goto Principal

'BUQULE DE CONDICION PARA TERNERO 2 DE 10 HORAS

Tiempoternero2:

Waitms 20

Inputstring = ""

Waitms 20

Print "page identificado";

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print "n0.val=";

Print 2;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255);

Wait 3

Readeeprom Contadortomasternero2 , 14

If Contadortomasternero2 = 0 Then

Contadortomasternero2 = Contadortomasternero2 + 1

Ternero2 = 0

Writeeprom Contadortomasternero2 , 14

Writeeprom Ternero2 , 4

Goto Alimentar

'RETORNAR A SUB RUTINA PRINCIPAL DE DOSIFICACIÓN

End If

Readeeprom Ternero2 , 4

If Ternero2 >= 10 Then

Ternero2 = 0

Contadortomasternero2 = Contadortomasternero2 + 1

Writeeprom Contadortomasternero2 , 14

Writeeprom Ternero2 , 4

Goto Alimentar

End If

Readeeprom Ternero2 , 4

If Ternero2 <= 9 Then

Print "page esperar";

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Waitms 20

Inputstring = ""

Waitms 20

Goto Principal

End If

Goto Principal

'BUQULE DE CONDICION PARA TERNERO 3 DE 10 HORAS

Tiempoternero3:

Waitms 20

Inputstring = ""

Waitms 20

Print "page identificado";

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print "n0.val=";

Print 3;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255);

Wait 3

Readeeprom Contadortomasternero3 , 15

If Contadortomasternero3 = 0 Then

Contadortomasternero3 = Contadortomasternero3 + 1

Ternero3 = 0

Writeeprom Contadortomasternero3 , 15

Writeeprom Ternero3 , 5

Goto Alimentar

End If

Readeeprom Ternero3 , 5

If Ternero3 >= 10 Then

Ternero3 = 0

Contadortomasternero3 = Contadortomasternero3 + 1

Writeeprom Contadortomasternero3 , 15

Writeeprom Ternero3 , 5

Goto Alimentar

'RETORNAR A SUB RUTINA PRINCIPAL DE DOSIFICACIÓN

End If

Readeeprom Ternero3 , 5

If Ternero10 <= 9 Then

Print "page esperar";

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Waitms 20

Inputstring = ""

Waitms 20

Goto Principal

End If

Goto Principal

'BUQULE DE CONDICION PARA TERNERO 4 DE 10 HORAS

Tiempoternero4:

Waitms 20

Inputstring = ""

Waitms 20

Print "page identificado";

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print "n0.val=";

Print 4;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255);

Wait 3

Readeeprom Contadortomasternero4 , 16

If Contadortomasternero4 = 0 Then

Contadortomasternero4 = Contadortomasternero4 + 1

Ternero4 = 0

Writeeprom Contadortomasternero4 , 16

Writeeprom Ternero4 , 6

Goto Alimentar

'RETORNAR A SUB RUTINA PRINCIPAL DE DOSIFICACIÓN

End If

Readeeprom Ternero4 , 6

If Ternero4 >= 10 Then

Ternero4 = 0

Contadortomasternero4 = Contadortomasternero4 + 1

Writeeprom Contadortomasternero4 , 16

Writeeprom Ternero4 , 6

Goto Alimentar

'RETORNAR A SUB RUTINA PRINCIPAL DE DOSIFICACIÓN

End If

Readeeprom Ternero4 , 6

If Ternero4 <= 9 Then

Print "page esperar";

Print Chr(255) ;

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Waitms 20
```

```
Inputstring = ""
```

```
Waitms 20
```

```
Goto Principal
```

```
End If
```

```
Goto Principal
```

```
'BUQLE DE CONDICION PARA TERNERO 5 DE 10 HORAS
```

```
Tiempoternero5:
```

```
Waitms 20
```

```
Inputstring = ""
```

```
Waitms 20
```

```
Print "page identificado";
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print Chr(255) ;
```

```
Print "n0.val=";
```

```
Print 5;
```

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255);

Wait 3

Readeeprom Contadortomasternero5 , 17

If Contadortomasternero5 = 0 Then

Contadortomasternero5 = Contadortomasternero5 + 1

Ternero5 = 0

Writeeprom Contadortomasternero5 , 17

Writeeprom Ternero5 , 7

Goto Alimentar

'RETORNAR A SUB RUTINA PRINCIPAL DE DOSIFICACIÓN

End If

Readeeprom Ternero5 , 7

If Ternero5 >= 10 Then

Ternero5 = 0

Contadortomasternero5 = Contadortomasternero5 + 1

Writeeprom Contadortomasternero5 , 17

Writeeprom Ternero5 , 7

Goto Alimentar

End If

 Readeeprom Ternero5 , 7

If Ternero5 <= 9 Then

 Print "page esperar";

 Print Chr(255) ;

 Print Chr(255) ;

 Print Chr(255) ;

 Waitms 20

 Inputstring = ""

 Waitms 20

 Goto Principal

End If

Goto Principal

'BUQULE DE CONDICION PARA TERNERO 6 DE 10 HORAS

Tiempoternero6:

Waitms 20

Inputstring = ""

Waitms 20

Print "page identificado";

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print "n0.val=";

Print 6;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255);

Wait 3

Readeeprom Contadortomasternero6 , 18

If Contadortomasternero6 = 0 Then

Contadortomasternero6 = Contadortomasternero6 + 1

Ternero6 = 0

Writeeprom Contadortomasternero6 , 18

Writeeprom Ternero6 , 8

Goto Alimentar

'RETORNAR A SUB RUTINA PRINCIPAL DE DOSIFICACIÓN

End If

Readeeprom Ternero6 , 8

If Ternero6 >= 10 Then

Ternero6 = 0

Contadortomasternero6 = Contadortomasternero6 + 1

Writeeprom Contadortomasternero6 , 18

Writeeprom Ternero6 , 8

Goto Alimentar

End If

Readeeprom Ternero6 , 8

If Ternero6 <= 9 Then

Print "page esperar";

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Waitms 20

Inputstring = ""

Waitms 20

Goto Principal

End If

Goto Principal

'BUQULE DE CONDICION PARA TERNERO 7 DE 10 HORAS

Tiempoternero7:

Waitms 20

```
Inputstring = ""  
  
Waitms 20  
  
Print "page identificado";  
  
Print Chr(255) ;  
  
Print Chr(255) ;  
  
Print Chr(255) ;  
  
Print "n0.val=";  
  
Print 7;  
  
Print Chr(255) ;  
  
Print Chr(255) ;  
  
Print Chr(255);  
  
Wait 3  
  
Readeeprom Contadortomasternero7 , 19  
  
If Contadortomasternero7 = 0 Then  
  
Contadortomasternero7 = Contadortomasternero7 + 1  
  
Ternero7 = 0  
  
Writeeprom Contadortomasternero7 , 19  
  
Writeeprom Ternero7 , 9  
  
Goto Alimentar  
  
End If
```

Readeeprom Ternero7 , 9

If Ternero7 >= 10 Then

Ternero7 = 0

Contadortomasternero7 = Contadortomasternero7 + 1

Writeeprom Contadortomasternero7 , 19

Writeeprom Ternero7 , 9

Goto Alimentar

End If

Readeeprom Ternero7 , 9

If Ternero7 <= 9 Then

Print "page esperar";

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Waitms 20

Inputstring = ""

Waitms 20

Goto Principal

End If

Goto Principal

'BUQULE DE CONDICION PARA TERNERO 8 DE 10 HORAS

Tiempoternero8:

Waitms 20

Inputstring = ""

Waitms 20

Print "page identificado";

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print "n0.val=";

Print 8;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255);

Wait 3

Readeeprom Contadortomasternero8 , 20

If Contadortomasternero8 = 0 Then

Contadortomasternero8 = Contadortomasternero8 + 1

Ternero8 = 0

Writeeprom Contadortomasternero8 , 20

Writeeprom Ternero8 , 10

Goto Alimentar

'RETORNAR A SUB RUTINA PRINCIPAL DE DOSIFICACIÓN

End If

Readeeprom Ternero8 , 10

If Ternero8 >= 10 Then

Ternero8 = 0

Contadortomasternero8 = Contadortomasternero8 + 1

Writeeprom Contadortomasternero8 , 20

Writeeprom Ternero8 , 10

Goto Alimentar

End If

Readeeprom Ternero8 , 10

If Ternero8 <= 9 Then

Print "page esperar";

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Waitms 20

Inputstring = ""

Waitms 20

Goto Principal

End If

Goto Principal

'BUQULE DE CONDICION PARA TERNERO 9 DE 10 HORAS

Tiempoternero9:

Waitms 20

Inputstring = ""

Waitms 20

Print "page identificado";

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print "n0.val=";

Print 9;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255);

Wait 3

Readeeprom Contadortomasternero9 , 21

Readeeprom Ternero9 , 11

If Contadortomasternero9 = 0 Then

Contadortomasternero9 = Contadortomasternero9 + 1

Ternero9 = 0

Writeeprom Contadortomasternero9 , 21

Writeeprom Ternero9 , 11

Goto Alimentar

'RETORNAR A SUB RUTINA PRINCIPAL DE DOSIFICACIÓN

End If

Readeeprom Ternero9 , 11

If Ternero9 >= 10 Then

Ternero9 = 0

Contadortomasternero9 = Contadortomasternero9 + 1

Writeeprom Contadortomasternero9 , 21

Writeeprom Ternero9 , 11

Goto Alimentar

'RETORNAR A SUB RUTINA PRINCIPAL DE DOSIFICACIÓN

End If

Readeeprom Ternero9 , 11

If Ternero9 <= 9 Then

```
Print "page esperar";

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Waitms 20

Inputstring = ""

Waitms 20

Goto Principal

End If

Goto Principal

'BUCLE DE CONDICION PARA TERNERO 10 DE 10 HORAS

Tiempoternero10:

Waitms 20

Inputstring = ""

Waitms 20

Print "page identificado";

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print "n0.val=";
```

Print 10;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255);

Wait 3

‘ALMACENAMIENTO DE DATOS EN LA EEPROM

Readeeprom Contadortomasternero10 , 22

If Contadortomasternero10 = 0 Then

Contadortomasternero10 = Contadortomasternero10 + 1

Writeeprom Contadortomasternero10 , 22

Ternero10 = 0

Writeeprom Ternero10 , 12

Goto Alimentar

‘RETORNAR A SUB RUTINA PRINCIPAL DE DOSIFICACIÓN

End If

Readeeprom Ternero10 , 12

If Ternero10 >= 10 Then

Ternero10 = 0

Contadortomasternero10 = Contadortomasternero10 + 1

Writeeprom Contadortomasternero10 , 22

Writeeprom Ternero10 , 12

Goto Alimentar

'RETORNAR A SUB RUTINA PRINCIPAL DE DOSIFICACIÓN

End If

Readeeprom Ternero10 , 12

If Ternero10 <= 9 Then

Print "page esperar";

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Print Chr(255) ;

Waitms 20

Inputstring = ""

Waitms 20

Goto Principal

'ACTUALIZAR SUBRUTINAS EN PRINCIPAL

End If

Goto Principal

Return

' RETORNO DE SUB_SUBRUTINA A PRINCIPAL

'FIN DEL PROGRAMA''

" PARA MAYOR INFORMACIÓN DE BASIC DEL PROGRAMA SE RECOMIENDA

' LEER EL MANUAL DE BASCOM AVR Y MICRONCONTROLADORES AVR EN EL
SIGUIENTE LINK

'https://www.mcselec.com/index.php?id=14&option=com_content&task=view

Anexo 16: Planos.