



Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

FACULTAD DE MECÁNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

“DISEÑO CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS DE UNA MÁQUINA
RODADORA DE MASA DE CAMELO PARA LA MICRO EMPRESA
MI CHULLA - SAN JUAN QUITO”

Jhonny Marcelo Orozco Ramos

Juan Carlos Vallejo Erazo

TESIS DE GRADO

PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO MECÁNICO

Riobamba – Ecuador

2009

EsPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

CONSEJO DIRECTIVO

Diciembre 07 del 2009

Fecha

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

JHONNY MARCELO OROZCO RAMOS

Titulada:

**“DISEÑO CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS DE UNA MÁQUINA
RODADORA DE MASA DE CAMELO PARA LA MICRO EMPRESA
MI CHULLA - SAN JUAN QUITO”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO MECÁNICO

f) Decano de la Facultad de Mecánica

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

f) Director de tesis

f) Asesor de Tesis

Espoch

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

CONSEJO DIRECTIVO

Diciembre 07 del 2009

Fecha

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

JUAN CARLOS VALLEJO ERAZO

Titulada:

**“DISEÑO CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS DE UNA MÁQUINA
RODADORA DE MASA DE CAMELO PARA LA MICRO EMPRESA
MI CHULLA - SAN JUAN QUITO”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO MECÁNICO

f) Decano de la Facultad de Mecánica

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

f) Director de tesis

f) Asesor de Tesis

Espoch

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: JHONNY MARCELO OROZCO RAMOS

TÍTULO DE LA TESIS: “DISEÑO CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS DE UNA MÁQUINA RODADORA DE MASA DE CAMELO PARA LA MICRO EMPRESA MI CHULLA - SAN JUAN QUITO”

Fecha de Examinación:

Diciembre 07 del 2009

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

| COMITÉ DE EXAMINACIÓN | APRUEBA | NO APRUEBA | FIRMA |
|---------------------------|---------|---------------|-------|
| ING. EDUARDO VILLOTA M. | | | |
| ING. WASHINGTON RUALES P. | | | |
| ING. GILBERTO ZABALA N. | | | |

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal quien certifica al Consejo Directivo que las condiciones de la defensa se han cumplido.

f) Presidente del Tribunal

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: JUAN CARLOS VALLEJO ERAZO

TÍTULO DE LA TESIS: “DISEÑO CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS DE UNA MÁQUINA RODADORA DE MASA DE CAMELO PARA LA MICRO EMPRESA MI CHULLA - SAN JUAN QUITO”

Fecha de Examinación:

Diciembre 07 del 2009

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

| COMITÉ DE EXAMINACIÓN | APRUEBA | NO APRUEBA | FIRMA |
|---------------------------|---------|---------------|-------|
| ING. EDUARDO VILLOTA M. | | | |
| ING. WASHINGTON RUALES P. | | | |
| ING. GILBERTO ZABALA N. | | | |

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal quien certifica al Consejo Directivo que las condiciones de la defensa se han cumplido.

f) Presidente del Tribunal

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Jhonny Marcelo Orozco Ramos

Juan Carlos Vallejo Erazo

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Diosito y al mejor regalo que él me ha dado mi papi César Orozco Naranjo y a mi mami María Ramos Guaraca junto con mis hermanos Henry y Alex, por todos estos años de buenos consejos, ánimos, y esperanzas de salir adelante luchando por todos mis sueños y anhelos planteados en mi vida.

J.M.O.R.

A la Facultad de Mecánica de la ESPOCH en especial a los docentes que con sus conocimientos impartidos se pudo lograr este trabajo, y a todas las personas que supieron aconsejar de una u otra manera para el impulso de tan anhelado sueño.

J.C.V.E.

DEDICATORIA

Dedico a mis padres, hermanos, amigos, amigas y profesores que durante todos estos años vinieron siendo mi pilar fundamental para conseguir mi meta planteada y mostrándome que en la vida todo se puede con esfuerzo, dedicación y más que todo con un sueño.

J.M.O.R

Dios te agradezco por tener personas valiosas a mí alrededor

Nadie puede estar más orgulloso de tener una madre como la mía

Eres lo mas importante en mi vida te quiero mucho mamacita

Esta tesis está dedicada a los dos pilares fundamentales del trípode mi madre **Doris Nelly**

Erazo y a mi hermana **Taty Vallejo**.

J.C.V.E.

TABLA DE CONTENIDOS

| <u>CAPÍTULO</u> | <u>PÁGINA</u> |
|--|---------------|
| 1. GENERALIDADES | 1 |
| 1.1 Introducción. | 1 |
| 1.2 Justificación..... | 1 |
| 1.3 Objetivos. | 2 |
| 1.3.1 Objetivo general. | 2 |
| 1.3.2 Objetivos específicos..... | 2 |
| 2. ESTUDIO DE MERCADO. | 3 |
| 2.1 Estudio de mercado del consumo de la barrita de caramelo. | 3 |
| 2.2 Estudio de producción a los requerimientos de la barrita de caramelo. | 4 |
| 3. MÁQUINAS RODADORAS..... | 5 |
| 3.1 Definiciones. | 5 |
| 3.2 Rodadoras manuales..... | 5 |
| 3.3 Rodadoras semiautomáticas. | 6 |
| 3.4 Rodadoras automáticas..... | 6 |
| 3.5 Ventajas y desventajas de los diferentes tipos de rodadoras. | 7 |
| 3.5.1 Ventajas..... | 7 |
| 3.5.2 Desventajas | 7 |
| 4. ESTUDIO Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS | 8 |
| 4.1 Parámetros de diseño..... | 8 |
| 4.1.1 Caramelo | 8 |
| 4.1.2 Origen de los caramelos | 8 |
| 4.1.2.1 Elaboración..... | 10 |
| 4.2 Análisis de alternativas..... | 11 |
| 4.2.1 Metodología de diseño | 11 |
| 4.2.1.1 Funciones | 11 |
| 4.2.1.2 Energía | 12 |

| | |
|---|-----------|
| 4.2.1.3 Seguridad..... | 12 |
| 4.2.1.4 Ergonomía..... | 12 |
| 4.2.1.5 Fabricación..... | 13 |
| 4.2.1.6 Señales..... | 13 |
| 4.2.1.7 Control..... | 14 |
| 4.2.1.8 Funcionamiento..... | 14 |
| 4.2.1.9 Mantenimiento | 14 |
| 4.2.2 Estructura de funciones | 14 |
| 4.2.2.1 Entradas..... | 15 |
| 4.2.2.2 Salidas | 15 |
| 4.2.3 Aplicaciones de los sistemas técnicos y sus limitaciones | 15 |
| 4.2.4 Matriz morfológica..... | 17 |
| 4.2.5 Concepto óptimo | 18 |
| 4.2.5.1 Bosquejo y descripción de propuestas | 18 |
| 4.2.6 Evaluación técnica económica de propuestas | 20 |
| 4.2.7 Evaluación de propuestas..... | 22 |
| 4.2.8 Selección de la mejor alternativa. | 22 |
| 5. DISEÑO, CÁLCULO Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS MECÁNICOS DE LA | |
| RODADORA Y TREFILADORA..... | 25 |
| 5.1 Movimientos dinámicos en la máquina..... | 26 |
| 5.1.1 Movimiento dinámico en el piñón. | 26 |
| 5.1.2 Movimiento dinámico en el eje..... | 27 |
| 5.1.3 Movimiento dinámico de la banda..... | 27 |
| 5.1.4 Movimiento dinámico en el rodillo tensor | 28 |
| 5.2 Diseño de los elementos de la máquina rodadora y trefiladora de masa de caramelo..... | 30 |
| 5.2.1 Sistema de alimentación y dosificación de la masa de caramelo | 30 |
| 5.2.2 Bastidor de la máquina(Análisis de la estructura principal)..... | 30 |
| 5.2.3 Diseño de los ejes que sostienen a la banda rodadora | 35 |

| | |
|--|----|
| 5.2.4 Selección de chaveta y chavetero | 38 |
| 5.2.5 Selección del motor reductor..... | 39 |
| 5.3 Sistema de transmisión de la rodadora de masa de caramelo..... | 41 |
| 5.3.1 Cadena..... | 41 |
| 5.3.2 Banda plana..... | 43 |
| 5.3.3 Rodillo tensor..... | 44 |
| 5.3.4 Vistas de la máquina rodadora y trefiladora de masa de caramelo | 45 |
| 5.3.5 Sistema de transmisión de la trefiladora de masa de caramelo | 48 |
| 5.3.5.1 Engranajes rectos..... | 48 |
| 5.3.5.2 Cilindros de extrusión | 52 |
| 5.3.6 Engranajes cónicos rectos | 52 |
| 5.3.6.1 Momento resistente de la sección rectangular..... | 55 |
| 5.3.6.2 Momento torsor..... | 56 |
| 5.4 Sistema de calentamiento..... | 56 |
| 5.4.1 Instalación de la flauta de gas en la máquina rodadora de masa de caramelo..... | 56 |
| 5.4.2 Válvula de gas | 57 |
| 5.4.2.1 Diagramas de rotación de la válvula | 57 |
| 5.4.2.2 Medidas de la válvula..... | 58 |
| 5.4.2.3 Características de la construcción | 58 |
| 5.4.2.4 Características de funcionamiento..... | 58 |
| 5.4.2.5 Características en la conexión | 59 |
| 5.4.2.6 Características de la instalación | 59 |
| 5.4.3 Transformador..... | 59 |
| 5.4.4 Perilla reguladora de gas | 60 |
| 5.4.5 Manguera que une la válvula de gas con la reguladora y controlador de temperatura..... | 60 |
| 5.4.6 Regulador de oxígeno y entrada del gas..... | 61 |
| 5.4.7 Cubierta acumuladora de calor de la máquina rodadora de masa de caramelo..... | 62 |
| 5.4.7.1 Diseño del acumulador de calor..... | 62 |

| | |
|---|-----------|
| 5.4.7.2 Cálculo del calor necesario para mantener estable la masa de caramelo. | 62 |
| 5.4.7.3 Cálculo del calor sensible o específico..... | 62 |
| 5.4.7.4 Cálculo del calor latente..... | 63 |
| 5.4.7.5 Calor total..... | 63 |
| 5.4.7.6 Calor entregado por el combustible. | 63 |
| 5.4.7.7 Cálculo de la masa de combustible | 64 |
| 5.4.7.8 Cálculo de la masa de gas. | 65 |
| 5.4.7.9 Cálculo del calor específico. | 65 |
| 5.4.7.10 Cálculo de LMTD. | 66 |
| 5.4.7.11 Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor (U). | 66 |
| 5.4.7.12 Cálculo del área total aproximada de transferencia de calor..... | 67 |
| 5.4.8 Modelación en programas CAD - CAM. | 67 |
| 5.5 Sistema eléctrico o de potencia. | 71 |
| 5.5.1 Regulador de frecuencia..... | 71 |
| 5.5.2 Cajas para materiales eléctricos | 74 |
| 5.5.3 Indicador de corriente y pulsador..... | 74 |
| 5.5.4 Perilla reguladora de velocidad | 76 |
| 6. SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN Y DE CONTROL | 77 |
| 6.1 Sistema eléctrico y electrónico de la máquina | 77 |
| 6.2 Alternativas de automatización | 77 |
| 6.2.1 Micro controlador..... | 77 |
| 6.2.2 PLC | 79 |
| 6.2.3 Regulador de frecuencia..... | 80 |
| 6.3 Selección del control | 81 |
| 6.4Diseño circuitos electrónicos | 82 |
| 7. CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO, COSTOS Y MANTENIMIENTO..... | 89 |
| 7.1 Curso grama sinóptico de la construcción..... | 89 |
| 7.2 Máquinas, herramientas y equipo a utilizar..... | 89 |

| | |
|--|------------|
| 7.3 Descripción del proceso de construcción..... | 90 |
| 7.4 Operaciones tecnológicas a realizar..... | 92 |
| 7.5 Cursograma sinóptico de la construcción..... | 96 |
| 7.6 Análisis de costos..... | 98 |
| 7.6.1 Costos de inversión..... | 98 |
| 7.6.2 Costos directos..... | 98 |
| 7.6.3 Análisis de costos por materiales..... | 99 |
| 7.6.4 Análisis de costos por construcción..... | 101 |
| 7.6.5 Análisis de costos por estudio..... | 102 |
| 7.6.6 Análisis de costos por operación y mantenimiento..... | 103 |
| 7.6.7 Salvamento de las máquinas..... | 103 |
| 7.6.8 Depreciación de la máquina..... | 104 |
| 7.6.9 Viabilidad del proyecto..... | 105 |
| 7.6.9.1 VAN..... | 105 |
| 7.6.9.2 TIR..... | 105 |
| 7.6.9.3 Análisis del VAN y TIR..... | 106 |
| 7.6.9.4 Análisis del punto de equilibrio..... | 109 |
| 7.6.9.4.1 Método analítico..... | 109 |
| 7.6.9.4.2 Método gráfico..... | 110 |
| 7.6.9.5 Periodo de recuperación..... | 111 |
| 8. PRUEBAS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA MÁQUINA RODADORA DE MASA DE CAMELO..... | 112 |
| 8.1 Operación y mantenimiento de la máquina..... | 112 |
| 8.1.1 Problemas y soluciones..... | 112 |
| 8.1.2 Guía de montaje y desmontaje..... | 112 |
| 8.1.2.1 Máquina rodadora de masa de caramelo..... | 113 |
| 8.1.2.2 Trefiladora de masa de caramelo..... | 113 |
| 8.2 Manual de operación..... | 114 |

| | |
|--|------------|
| 8.3 Manual de mantenimiento..... | 115 |
| 8.4 Plan de pruebas..... | 115 |
| 8.4.1 Temperatura en la cámara de la máquina rodadora de masa de caramelo..... | 116 |
| 8.4.2 Tiempo de calentamiento de la masa de caramelo..... | 117 |
| 8.5 Determinación de la fiabilidad de la máquina..... | 119 |
| 8.5.1 Estimación del régimen de trabajo..... | 119 |
| 8.5.2 Fiabilidad de la máquina..... | 121 |
| 8.6 Análisis de resultados..... | 121 |
| 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 123 |
| 9.1 Conclusiones..... | 123 |
| 9.2 Recomendaciones..... | 124 |

REFERENCIAS BIBLOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

LINKOGRAFÍA

ANEXOS

PLANOS

LISTA DE TABLAS

| <u>TABLA</u> | | <u>PÁGINA</u> |
|---------------------|---|----------------------|
| I | Producción del caramelo | 3 |
| II | Mano de obra por día | 3 |
| III | Costos por transporte | 3 |
| IV | Matriz morfológica | 17 |
| V | Evaluación económica | 21 |
| VI | Evaluación técnica | 21 |
| VII | Grafica técnico económico | 22 |
| VIII | Movimiento dinámico de la rodadora de masa de caramelo | 29 |
| IX | Diseño de los ejes principales | 37 |
| X | Características de corriente eléctrica | 77 |
| XI | Partes constitutivas de la máquina rodadora y trefiladora de masa de caramelo | 90 |
| | Operaciones tecnológicas ejecutadas en la construcción de la máquina rodadora | |
| XII | y trefiladora de masa de caramelo | 93 |
| | Lista de materiales y costos generales utilizados en las máquinas rodadora, y | |
| XIII | trefiladora | 99 |
| XIV | Lista de materiales y costos de la trefiladora | 99 |
| XV | Lista de materiales y costos de la rodadora | 100 |
| XVI | Instalación eléctrica costos y materiales | 101 |
| XVII | Instalación de gas | 101 |
| XVIII | Costos en instalaciones primarias y acabados | 101 |
| XIX | Costos por mano de obra | 101 |
| XX | Costos de equipos y herramientas | 102 |
| XXI | Costos por transporte | 102 |
| XXII | Costos directos | 102 |
| XXIII | Costos Indirectos | 103 |

| | | |
|--------|--|-----|
| XXIV | Depreciación anual y acumulada | 104 |
| XXV | Producción del caramelo | 106 |
| XXVI | Mano de obra por día | 106 |
| XXVII | Costos por transporte | 106 |
| XXVIII | Flujo de caja | 107 |
| XXIX | Interés compuesto | 108 |
| XXX | Punto de equilibrio | 110 |
| XXXI | Problemas frecuentes y posibles soluciones | 112 |
| XXXII | Efectos de la temperatura | 116 |
| XXXIII | Tiempo de calentamiento de la masa de caramelo | 117 |
| XXXIV | Tiempo de vaciado de la masa de caramelo | 118 |
| XXXV | Rangos de valores para régimen de trabajo | 120 |
| XXXVI | Producción de la rodadora y trefiladora de la masa de caramelo | 122 |

LISTA DE FIGURAS

| <u>FIGURA</u> | | <u>PÁGINA</u> |
|----------------------|---|----------------------|
| 3.1 | Masa de caramelo | 5 |
| 3.2 | Barras de caramelo hechas manualmente | 5 |
| 3.3 | Rodadora semiautomática | 6 |
| 3.4 | Rodadora automática | 6 |
| 4.1 | Orígenes del caramelo (Masa y selección del caramelo) | 8 |
| 4.2 | Barritas, gomas y chicles de caramelo | 9 |
| 4.3 | Caramelos de frutas | 10 |
| 4.4 | Abstracción de caja negra | 14 |
| 4.5 | Propuesta de estructuras de función | 16 |
| 4.6 | Prototipo 1 | 18 |
| 4.7 | Esquema cinemático prototipo 1 | 18 |
| 4.8 | Prototipo 2 | 19 |
| 4.9 | Prototipo 3, rodadora de masa de caramelo | 20 |
| 4.10 | Esquema cinemático de la rodadora de masa de caramelo | 20 |
| 4.11 | Evaluación de propuestas de la tabla VII | 22 |
| 4.12 | Máquina rodadora de masa de caramelo | 23 |
| 4.13 | Esquema cinemático de la trefiladora de masa de caramelo | 24 |
| 5.1 | Sistema de transmisión de la máquina rodadora de masa de caramelo | 25 |
| 5.2 | Gráfica de fuerzas dinámicas en el piñón | 26 |
| 5.3 | Gráfica de aceleraciones en el piñón | 26 |
| 5.4 | Partes de transmisión con la banda | 27 |
| 5.5 | Partes de transmisión con la banda en 3 dimensiones | 28 |
| 5.6 | Masa de caramelo | 30 |
| 5.7 | Bastidor | 30 |
| 5.8 | Diseño de bancada mediante el SAP 2000 versión 10 | 31 |

| | | |
|------|--|----|
| 5.9 | Vista de la bancada mediante el SAP 2000 versión 10 | 31 |
| 5.10 | Datos de la sección | 32 |
| 5.11 | Propiedades del tubo estructural 40x40x2 | 32 |
| 5.12 | Asignación de sección | 33 |
| 5.13 | Asignación de cargas | 33 |
| 5.14 | Cargas en la bancada | 34 |
| 5.15 | Análisis de resultados | 34 |
| 5.16 | Rango de aceptabilidad mediante código de colores | 35 |
| 5.17 | Eje | 35 |
| 5.18 | Diagramas de comportamiento de los ejes | 37 |
| 5.19 | Chaveta | 38 |
| 5.20 | Motor reductor | 39 |
| 5.21 | Despiece del motor | 39 |
| 5.22 | Mecanismo dentro del reductor | 40 |
| 5.23 | Sistema de transmisión | 41 |
| 5.24 | Cadena | 41 |
| 5.25 | Cadena simple | 43 |
| 5.26 | Banda de PVC | 44 |
| 5.27 | Rodillo tensor | 44 |
| 5.28 | Vistas de la transmisión rodadora de masa de caramelo | 45 |
| 5.29 | Vistas de la transmisión trefiladora de masa de caramelo | 47 |
| 5.30 | Transmisión de la trefiladora de masa de caramelo | 48 |
| 5.31 | Partes de los engranajes rectos | 48 |
| 5.32 | Cilindros de extrusión | 52 |
| 5.33 | Engranajes cónicos rectos | 52 |
| 5.34 | Partes del sistema de calentamiento | 56 |
| 5.35 | Flauta de gas | 57 |

| | | |
|------|---|----|
| 5.36 | Válvula de gas | 57 |
| 5.37 | Giro de la válvula de gas | 57 |
| 5.38 | Detalle de la válvula de gas | 58 |
| 5.39 | Transformador | 60 |
| 5.40 | Perilla de encendido | 60 |
| 5.41 | Manguera de gas | 61 |
| 5.42 | Reguladora de oxígeno | 61 |
| 5.43 | Cubierta de gas | 62 |
| 5.44 | Modelación de la máquina rodadora de masa de caramelo | 68 |
| 5.45 | Modelación y ensamblaje total | 69 |
| 5.46 | Determinación de las propiedades físicas | 69 |
| 5.47 | Velocidad, aceleración y desplazamiento angular. | 70 |
| 5.48 | Aceleraciones y velocidades | 70 |
| 5.49 | Caja de control | 71 |
| 5.50 | Partes del control del regulador de frecuencia | 72 |
| 5.51 | Esquema del regulador de frecuencia | 73 |
| 5.52 | Caja de plástico | 74 |
| 5.53 | Pulsadores y pilotos | 75 |
| 5.54 | Partes de un pulsador | 75 |
| 5.55 | Perilla reguladora de velocidad | 76 |
| 6.1 | Estructura básica de un micro controlador | 78 |
| 6.2 | Estructura del PLC | 79 |
| 6.3 | Variadores con disipador frecuencia de 0 a 200 Hz | 81 |
| 6.4 | Funcionamiento del regulador de frecuencia | 82 |
| 6.5 | Formas de conectar un motor | 82 |
| 6.6 | Circulación de la información | 83 |
| 6.7 | Sistema de lazo cerrado | 83 |

| | | |
|------|--|-----|
| 6.8 | Estructura general de un variador de velocidad | 84 |
| 6.9 | Protección de los elementos eléctricos | 84 |
| 6.10 | Principios de un motor | 85 |
| 6.11 | Esquema y curvas de un convertidor de frecuencia | 85 |
| 6.12 | Circuito de potencia | 86 |
| 6.13 | Circuito de mando | 87 |
| 6.14 | Conexiones dadas en el regulador de frecuencia | 88 |
| 7.1 | Diagrama de evaluación financiera. | 107 |
| 7.2 | Punto de equilibrio | 110 |
| 8.1 | Estabilización de la temperatura | 118 |
| 8.2 | Tiempo de vaciado | 119 |

SIMBOLOGÍA

| | |
|-------------------|---|
| ➤ g (m/s^2) | Aceleración de la gravedad |
| ➤ H (m) | Altura de referencia |
| ➤ | Sumatoria de momentos ubicando un punto |
| ➤ | Sumatoria de fuerzas ubicadas en el cuerpo |
| ➤ RA, RB | Reacciones en los apoyos |
| ➤ $M1, M2, M3$ | Momentos en la viga producidos por las fuerzas |
| ➤ A | Área |
| ➤ I | Inercia |
| ➤ w | Momento polar de sección |
| ➤ c | Radio de giro |
| ➤ | Esfuerzo máximo de flexión |
| ➤ | Esfuerzo cortante |
| ➤ | Esfuerzo máximo equivalente |
| ➤ Se | Límite de resistencia a la fatiga del elemento mecánico |
| ➤ Se' | Límite de resistencia a la fatiga de la muestra de viga rotatoria |
| ➤ Ki | Factor de corrección |
| ➤ Ka | Factor de superficie |
| ➤ Kb | Factor de tamaño |
| ➤ Kc | Factor de confiabilidad |
| ➤ Kd | Factor de temperatura |
| ➤ Kg | Factor por efectos de corrosión |
| ➤ Ke | Factor de modificación por concentración del esfuerzo |
| ➤ N | Número de revoluciones del motriz |
| ➤ n | Número de revoluciones del conducido |
| ➤ Z | Número de dientes del motriz |
| ➤ z | Número de dientes del conducido |

- L Longitud de cadena
- Q Carga admisible que soporta la cadena
- Momento resistente de la sección rectangular
- Momento torsor
- G Diámetro con la chaveta puesta
- F Diámetro interior de la chaveta y chavetero
- Presión que debe soportar el diente del engranaje cónico recto
- Poder calorífico
- Calor sensible
- Flujo másico
- Calor total
- Entalpia
- Relación aire combustible
- Coeficiente global de transferencia de calor
- Diferencia de temperatura media logarítmica
- Producción mínima
- CF Costo fijo
- CV Costo variable
- Recuperación del capital invertido
- FEN Flujo de efectivo neto

LISTA DE ABREVIACIONES

| | |
|------|--|
| ANSI | Instituto Nacional Americano Estándar (American National Estándar Institute) |
| ASME | Sociedad americana de Ingenieros Mecánicos |
| AWS | Sociedad Americana de Soldadura (American Welding Society) |
| TIG | Suelda de Tungsteno Inerte Gas |
| MIG | Suelda de manganeso Inerte Gas |
| AISI | (American Iron and Steel Institute) Instituto Americano de la Siderurgia |
| FAG | Equipos y Servicios de Montaje y Mantenimiento para Rodamientos. |
| DIN | (Deutsche Institute für Normung) Instituto de Estándares de Alemania |
| ASTM | Sociedad Americana para Pruebas y Materiales |
| TIR | Tasa Interna de Retorno |
| VAN | Valor Actual Neto |
| VAI | Valor Actual de Ingresos |
| VAE | Valor Actual de Egresos |
| FEN | Flujo Efectivo Neto |
| ACME | A Company that Makes Everything (Una compañía que hace de todo) |
| SAE | Sociedad American de Ingenieros (Society American Engener) |
| INEN | Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización |

LISTA DE ANEXOS

- ANEXO 1:** Tubería de retorno y llenado de vapores
- ANEXO 2:** Caídas de presión para tubería de cobre de temple rígido “L”(CR-L) y temple flexible
- ANEXO 3:** Simbología para planos de instalaciones de gas
- ANEXO 4:** Tablas de válvulas de gas
- ANEXO 5:** Sistemas de transporte
- ANEXO 6:** Representación de los elementos electrónicos
- ANEXO 7:** Máquinas eléctricas giratorias
- ANEXO 8:** Principales funciones de los arrancadores y variadores de velocidad electrónicos.
- ANEXO 9:** Convertidor de frecuencia para motor asíncrono
- ANEXO 10:** Tubo estructural cuadrado DIPAC
- ANEXO 11:** Catálogo NOVOINOX
- ANEXO 12:** Catálogo Telemecanique, variador de frecuencia
- ANEXO 13:** Fotografías

RESUMEN

Se ha diseñado una máquina para elaborar una barra cilíndrica de masa de caramelo con la mezcla de dos o más sabores, con la finalidad de incrementar la producción, disminuir los tiempos del proceso y mano de obra.

Se utilizó un sistema de transmisión que consta de un motor reductor, piñones y ejes principales donde se coloca la banda encargada del proceso de rodado, seleccionando el acero inoxidable AISI 304 y la banda de Poli cloruro de Vinilo, materiales óptimos para trabajar con productos alimenticios. Se construyó un sistema de inyección de Gas con una válvula, una reguladora de oxígeno, una flauta y un sistema de encendido eléctrico automático.

La máquina es semiautomática por medio de un variador de frecuencia y dispositivos electrónicos, alcanzando una producción de 18000 unidades/hora de una longitud de 20 cm. Además de lograr un diámetro estándar por medio del proceso siguiente de trefilado consiguiendo duplicar la producción, a más de mejorar los estándares de calidad del mismo. La velocidad de la banda y el diámetro de los discos de trefilado son regulables .

Se recomienda integrar al proceso de producción de las barras de caramelo, un sistema de corte y empaquetado del producto para mejorar, su calidad, los tiempos de producción y aprovechar de mejor manera la capacidad de trabajo de la rodadora.

SUMMARY

A machine elaborate a cylindrical bar of sweet mass with a two flavor mixture has been designed to increase production, diminish the process times and labor. A transmission system consisting of a reducer motor, pinions and main axes where the rolling process band is placed, is used, selecting the stainless steel AISI 304 and the vinyl polycloride band, optimum materials to work with food products. A one – valve gas injection system, and oxygen regulating device, a flute and an automatic electric ignition system were built. The machine is semi-automatic, through a frequency changer and electronic devices, reaching 18000 units per hour production with a 20 cm length. Besides attaining a standard diameter through the shaping process, it was possible to, double production together with improving avality standards. The band speed and the shaping disc diameters are adjustable. It is recommended to integrate to the sweet bar production process, a product cutting and packing system to improve its quality and production times so as to take andvantages of the working capacity of the rolling device.

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1 Introducción

En el proceso de diseño de máquinas de índole alimenticio el punto inicial y fundamental es satisfacer la necesidad, ya que en el país son pocos los adelantos que se tienen, mucho más en el ámbito caramelero.

El proceso de estudio que nos concierne es el arrollamiento de masa de caramelo que no es otra cosa que dar una forma cilíndrica a la masa previamente elaborada y en un estado pastoso, empleado por pequeños y medianos artesanos quienes buscan aumentar la producción y mejorar las técnicas en el proceso mencionado, ganando con esto crecer hasta consolidarse como empresa.

Una vez que tenemos claro la necesidad se describen exigencias con las que deberá cumplir nuestro diseño, así mismo deseos con los que podrá cumplir la máquina con la intención de clarificar el objetivo de nuestro trabajo.

1.2 Justificación

Los datos obtenidos de temperatura, volumen y pesos fueron obtenidos en la micro empresa “Mi Chulla” en el barrio de San Juan en la ciudad de Quito, artesano dedicado principalmente a la actividad confitera entre ellas las barritas de caramelo.

La demanda alta de producción de barritas hace indispensable buscar una solución para satisfacer a los consumidores mejorando cantidades y sobre todo eficiencia en la elaboración del producto, consiguiendo un impacto positivo en el desarrollo de esta actividad.

El arrollado de la masa de caramelo es de suma importancia para obtener las barras de caramelo además que eficientemente se ha mejorado tiempos, calidad y aumento de producción.

La máquina rodadora de masa de caramelo tendrá las siguientes fases:

- Estudio y selección de alternativas de la máquina rodadora de masa de caramelo.
- Cálculo y diseño mecánico de los sistemas de la máquina.
- Elaboración de planos de construcción y montaje de la máquina rodadora de masa de caramelo.
- Diseño de circuitos de control y de potencia del sistema de control.
- Construcción y pruebas de funcionamiento.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General.

- Diseñar, construir y validar una máquina rodadora de masa de caramelo para la micro empresa MI CHULLA ubicado en el barrio San Juan de la ciudad de Quito.

1.3.2 Objetivos Específicos.

- Conocer los tipos de máquinas rodadoras de masa de caramelo y realizar la selección óptima de acuerdo a los requerimientos establecidos.
- Realizar el cálculo y diseño mecánico de los mecanismos de la máquina aplicando conocimientos y técnicas ingenieriles.
- Diseñar el control electromecánico de la máquina.
- Elaborar los planos de fabricación previa la construcción de la máquina
- Construir y validar el funcionamiento del equipo.

CAPÍTULO II

2. ESTUDIO DE MERCADO.

2.1 Estudio de mercado del consumo de la barra de caramelo.

El estudio de mercado depende del crecimiento que ha venido teniendo la población a través del tiempo ya que de esta manera la obtención del producto aumenta y por ende la producción, además depende de la temporada en la que se analice como por ejemplo la venta de la barra de caramelo en los meses de octubre noviembre y diciembre son los más altas en el mercado.

En la producción de las barras de caramelo se tiene una gran variedad de gastos en la producción como lo mostramos en la tabla siguiente:

TABLA I Producción del caramelo

| Cantidad | Especificaciones | Valor Unitario | Valor Total |
|-------------------------|------------------|----------------|-------------|
| 30 lb | Azúcar | 0,3 | 9 |
| 30 lb | Glucosa | 0,47 | 14,1 |
| 10 lt | Agua | 1,7 | 1,7 |
| 0.4 lt | Esencia | 2 | 2 |
| 0.12 lt | Acido | 1 | 1 |
| 50 gr | Color | 0,5 | 0,5 |
| TOTAL EN DÓLARES | | | 28,3 |

Cabe mencionar que el valor dado en la tabla anterior corresponde a una parada y como en el día se realizan seis paradas entonces multiplico el valor por seis obteniendo un valor de **169,80** dólares por día.

TABLA II Mano de obra por día

| Operario | Trabajo a realizar | Tiempo (h) | Valor Unitario | Valor Total |
|-------------------------|--------------------------------|------------|----------------|-------------|
| 1 | Para dar la forma del caramelo | 6 | 2,5 | 15 |
| TOTAL EN DÓLARES | | | | 15 |

TABLA III Costos por transporte

| | | |
|---|---|-------------------|
| 1 | Camioneta de compra de materiales y entrega | 20 dólares |
|---|---|-------------------|

Tenemos un total de gastos por día de 204,80 dólares como se labora 5 días y teniendo en cuenta que el mes tiene cuatro semanas tenemos un total de 4096 dólares mensuales y anuales un gasto de 49152 dólares.

Considerando que en cada parada tenemos 150 paquetes de caramelos de 24 unidades vendiendo a 0,60 centavos tenemos 90 dólares por parada como tenemos seis paradas por día tenemos 540 dólares y si proyectamos para un año considerando el precio actual tenemos 129600 dólares.

2.2 Estudio de producción a los requerimientos de la barra de caramelo.

Cabe mencionar que la micro empresa nació con una entrega mínima de barra de caramelos llegando actualmente a la necesidad de tener una maquinaria para incrementar la producción y de esta manera ser más competitivos.

Anteriormente se explico el número de paquetes que se hace actualmente en la empresa manualmente, con la máquina rodadora de masa de caramelo se proyecta un aumento en la producción paulatinamente hasta llegar a abastecer el mercado del caramelo.

Considerando que en cada parada tenemos un aumento de 150 a 300 paquetes de caramelos de 24 unidades vendiendo a 0,60 centavos tenemos 180 dólares por parada como tenemos seis paradas por día tenemos 1080 dólares y si proyectamos para un año considerando el precio actual tenemos 259200 dólares.

Teniendo en cuenta que la máquina rodadora de masa de caramelo debe abaratar los costos de producción para llegar a ser más competitivos en el mercado nacional.

CAPÍTULO III

3. MÁQUINAS RODADORAS.

3.1 Definiciones

Las máquinas rodadoras son las que nos permiten obtener las vueltas necesarias para que salga una masa de caramelo en una determinada forma, tamaño y dimensión de acuerdo a los requerimientos del propietario.



Figura 3.1 Masa de caramelo

3.2 Rodadoras manuales

Las rodadoras manuales son consideradas artesanales por la poca tecnología y la facilidad que presta tanto en su adquisición como en su uso por tal razón no son comunes en su uso ya que se prefiere realizar a mano de esta manera se garantiza el diámetro y la mezcla completa de los dos sabores de caramelos.



Figura 3.2 Barras de caramelo hechas manualmente

3.3 Rodadoras semiautomáticas

Las rodadoras semiautomáticas a diferencia de la anterior esta ya constan de un motor que da las vueltas necesarias para la mezcla de los sabores de caramelos pero sin poder controlar su diámetro lo que dificulta su uso de tal manera no son tan apetecidas en el mercado.



Figura 3.3 Rodadora semiautomática

3.4 Rodadoras automáticas

A diferencia de las anteriores este tipo de rodadoras ya constan de un panel de control que me permite regular el numero de vueltas que necesito si bien es cierto son muy útiles para los fines requeridos, su alto costo y la falta de comercialización de estas máquinas hacen que se encarezcan y se vean obligados a encontrar nuevas soluciones.



Figura 3.4 Rodadora automática

3.5 Ventajas y desventajas de los diferentes tipos de rodadoras

3.5.1 Ventajas

Dentro de las ventajas entre los diferentes tipos de rodadoras señalamos las siguientes:

- Todas las rodadoras fueron creadas para la facilidad del hombre en cuanto a la producción del caramelo se refiere.
- La rodadora manual y semiautomática tiene unos costos accesibles al consumidor.
- La rodadora automática evita el trabajo de los obreros dando como resultado un producto terminado.
- La rodadora automática puede trabajar unas horas indefinidas sin tener hambre, cansancio dando más eficiencia a la empresa que la posea.
- Las rodadoras son una gran ayuda para la creación en serie del caramelo y se evita el contrato de la mano de obra por tal motivo el producto puede tener menor costo y ser más competitivo en el mercado nacional.

3.5.2 Desventajas

Dentro de las desventajas de las rodadoras en si vamos a mencionar las siguientes:

- Las rodadoras manuales no sirven de mucha ayuda por lo que no son necesarias y se optan por seguir realizándolo artesanalmente.
- En las rodadoras semiautomáticas no se puede controlar el grosos necesario del caramelo por lo que dificulta la obtención del producto.
- Las rodadoras automáticas por su alto costo no es posible que se encuentre al alcance de todos los que necesiten.
- Para el uso de las rodadoras pese a su sencilla forma de manipular debe estar alguien que tenga un conocimiento en mantenimiento y pueda controlar los circuitos y conexiones además de su correcto funcionamiento.

CAPÍTULO IV

4. ESTUDIO Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

4.1 Parámetros de diseño

Dentro de los parámetros de diseño debemos tener en cuenta muchos aspectos principalmente la materia prima que se va a utilizar en la máquina la misma que es la masa de caramelo para lo cual pondremos los componentes y la manera de realizarlo para luego continuar con el proceso de arrollado de los cuales partimos para realizar todo el cálculo pertinente.

4.1.1 Caramelo

Un caramelo o dulce es un alimento preparado generalmente a base de azúcar. El caramelo se consigue mediante la cocción de azúcares. Éste puede consumirse tanto líquido, tal es el caso del caramelo que se añade por encima del flan, como sólido. El caramelo solidificado se consume habitualmente dejándolo deshacer en la boca. A éste se le suelen añadir sabores de frutas, hierbas u otros aromas. También existen caramelos sin azúcar, que gracias a los edulcorantes consiguen un sabor dulce, sin producir obesidad ni dañar la dentadura. Estos últimos están especialmente elaborados para personas en régimen (como por ejemplo los diabéticos) [1].

4.1.2 Origen de los caramelos

Los caramelos nacen a raíz de la necesidad del hombre por encontrar un alimento ligero que sirviese de sustento para los viajes. Los primeros dulces, creados con pulpa de fruta, cereales y miel, servían a los viajantes y mercaderes para soportar los largos trayectos y proveerse de energía rápidamente. Ya los egipcios los elaboraban con miel y fruta.



Figura 4.1 Orígenes del caramelo (Masa y selección del caramelo)

La utilización de azúcar para elaborar caramelos procede de La India, donde comenzaron a elaborar azúcar sólido a raíz del zumo de caña. Gracias a este ingrediente, se desarrollaron nuevas y mejores técnicas de repostería, aunque durante siglos fue un producto de lujo difícilmente alcanzable.

Del siglo XVI proceden los antecesores de los caramelos actuales: frutos secos, pasas y crocantes, cubiertos de azúcares, miel, y chocolate. Los aromas de fruta o violeta les daban el toque de distinción que hacía de estos productos algo exquisito y muy caro. A mediados del siglo XIX comienzan en Estados Unidos los procesos industriales de producción de caramelos, que se irían extendiendo al resto del mundo.

4.1.3 Algunas curiosidades

¿Sabías que en España consumen menos caramelos que la media europea? Unos tres kilos de este tipo de dulces al año por persona. Una cifra baja en comparación a países como Alemania, Dinamarca y Reino Unido, y similar a las de Portugal y Austria.



Figura 4.2 Barritas, gomas y chicles de caramelo

Los caramelos no son sólo una delicia para los niños, también los adultos son muy golosos, sin embargo las preferencias entre personas de edades diferentes varían mucho. Mientras que los más pequeños disfrutan más de las típicas chucherías de kiosco, tales como gominolas, regalices y gelatinas, los mayores recurren con más frecuencia a caramelos balsámicos, tofees y los chicles sin azúcar.

Respecto a estos últimos, cada vez están más de moda entre la población. Mientras que hace años, comer chicle era considerado de mala educación, hoy constituye la mejor opción para proteger

los dientes y fomentar la salivación, sobre todo cuando es imposible cepillarse los dientes después de comer. La aplicación de sustancias como el xylitol y el sorbitol permite aportar al chicle una sensación de frescor que muchos consumidores agradecen.

4.1.4 Caramelos de miel

Ingredientes:

- 200 gr. de miel,
- 100 gr. de azúcar,
- 1 cucharadas de glucosa,
- manteca,
- agua.

4.1.2.1 Elaboración

Poner a hervir en una olla la miel, el azúcar y la glucosa. Cuando hayamos obtenido el punto de bola, probamos para ver si está hecha la mezcla. Echamos un poco de la pasta en agua fría y, si está lista, debería endurecerse. Ponemos un poco de manteca sobre una placa metálica y volcamos la mezcla hirviendo. Mientras que se va endureciendo, hacemos cuadrados con un cuchillo untado en manteca para darle la forma a los caramelos.

4.1.5 Caramelos de fruta



Figura 4.3 Caramelos de frutas

Ingredientes:

- 180 gr. de azúcar,
- 100 gr. de ciruelas secas
- 100 gr. de dátiles sin hueso

- 100 gr. de higos secos
- 100 gr. de uva
- cáscara de naranja
- nueces
- agua

Elaboración

Ponemos al baño maría tres cucharadas de agua y el azúcar, dejando que se vaya caramelizando. A continuación, con palillos, se pinchan las frutas, se introducen en el caramelo y se dejan enfriar sobre una superficie aislante.

4.2 Análisis de alternativas

Las investigaciones y recolección de datos fueron obtenidas en San Juan un barrio de Quito que cuenta con una micro empresa en crecimiento y miras a futuro llamado “MI CHULLA” la misma que realiza la creación de muchas golosinas en general, teniendo como principal producto en el mercado las barras de caramelo.

Conociendo la importancia que se le da a este tipo de producto se vio la necesidad de aumentar la producción y tecnificar el trabajo manual que se lo ha venido realizando en la micro empresa. Por tal motivo la máquina que se va a diseñar deberá dar una barra de caramelo de forma continua mezclando dos sabores, teniendo una masa de 30 a 60 libras como rango mínimo.

4.2.1 METODOLOGÍA DE DISEÑO

Lista de Características (C) y exigencias (E)

4.2.1.1 FUNCIONES

| | |
|---|-----|
| La máquina debe dar una barra de caramelo de 8 mm de diámetro aproximadamente | (E) |
| La máquina debe rodar de 30 a 60 libras de masa de caramelo por ciclo | (E) |
| La máquina deberá ir provista de un sistema eficaz de rodado, extrusión y alargamiento. | (E) |

| | |
|--|-----|
| La máquina debe realizar la mezcla de dos sabores de caramelo en forma continua. | (C) |
|--|-----|

4.2.1.2 ENERGÍA

| | |
|---|-----|
| La energía requerida en el proceso será producida por un regulador de frecuencia. | (E) |
| Requerir de una persona para la alimentación de la máquina. | (C) |
| Minimizar la pérdida de energía por fricción. | (C) |

4.2.1.3 SEGURIDAD

| | |
|---|-----|
| La máquina irá acompañada de las correspondientes instrucciones de montaje, uso y mantenimiento, así como de las medidas preventivas de accidentes. | (E) |
| La máquina tendrá un nivel de seguridad suficiente, a fin de preservar a las personas y a los bienes de los riesgos derivados de la instalación, funcionamiento, mantenimiento y reparación de la rodadora de caramelo. | (C) |
| Evitar el ingreso de elementos perjudiciales y manchosos en las bandas donde se coloca la masa de caramelo. | (E) |
| Cuando existan partes de la máquina cuya pérdida de sujeción pueda dar lugar a peligros, deberán tomarse precauciones adicionales para evitar que dichas partes puedan incidir en las personas. | (E) |

4.2.1.4 ERGONOMÍA

| | |
|--|-----|
| La transferencia de energía hombre – máquina no debe causar fatiga extrema en el operador. | (E) |
| Los movimientos exigidos por el proceso de rodado de la masa de caramelo no deben producir lesión alguna en la persona. | (E) |
| El acceso a los distintos elementos de la máquina deberá ser cómodo para las operaciones de mantenimiento, montaje y desmontaje | (E) |
| La posición del equipo, controles y banco de trabajo deben permitir una postura satisfactoria y un control correcto mediante los pies y las manos. | (C) |

| | |
|--|-----|
| El periodo de entrenamiento para el uso adecuado de la rodadora de masa de caramelo debe ser mínimo. | (C) |
| El trabajador puede ser sustituido total o parcialmente por otra persona. | (C) |
| No tener efecto contaminante sobre el medio ambiente. | (E) |

4.2.1.5 FABRICACIÓN

| | |
|---|-----|
| La máquina rodadora de masa de caramelo deberá ser de fácil ensamblaje y anclaje | (E) |
| Las piezas que forman parte de la rodadora serán de forma sencilla y de fácil manufactura. | (C) |
| Para evitar la pérdida de estabilidad de la máquina especialmente en su funcionamiento normal se deberá tomar las precauciones técnicas adecuadas. | (E) |
| Los materiales utilizados en la rodadora deben encontrarse disponibles en el mercado nacional | (C) |
| Los componentes de la máquina rodadora de masa de caramelo deben permitir un embalaje en espacio reducido. | (C) |
| Los materiales se seleccionaran de acuerdo a las exigencias de resistencia y calidad. | (E) |
| La rodadora de masa de caramelo deberá tener buena estabilidad y rigidez. | (E) |
| Los elementos móviles de la máquina rodadora de masa de caramelo y de los aparatos utilizados para la transmisión de energía o movimiento deben conseguirse, construirse y protegerse de forma que prevenga todo peligro de contacto que pueda originar accidentes. | (C) |
| Los elementos de la rodadora de masa de caramelo deben resistir los diversos esfuerzos que se presenta durante el proceso. | (E) |
| La transmisión de la fuerza se realizara mediante procesos mecánicos. | (E) |

4.2.1.6 SEÑALES

| | |
|--|-----|
| La rodadora de masa de caramelo deberá contar con señales sonoras y/o visibles para explicar la ausencia del caramelo. | (C) |
| La rodadora de masa de caramelo deberá contar con señales sonoras y/o visibles para indicar | (C) |

| | |
|--|--|
| que la máquina se encuentra funcionando. | |
|--|--|

4.2.1.7 CONTROL

| | |
|--|-----|
| Se deberá verificar la calidad del material utilizado para la fabricación de los elementos de la máquina rodadora de masa de caramelo. | (E) |
| Los niveles de ruido producidos por la rodadora no serán muy elevados | (C) |

4.2.1.8 FUNCIONAMIENTO

| | |
|--|-----|
| La puesta en marcha de la máquina rodadora de masa de caramelo solo será posible cuando estén garantizadas las condiciones de seguridad para las personas que operen la máquina. | (E) |
| No generar ruidos molestos para el operador | (E) |

4.2.1.9 MANTENIMIENTO

| | |
|---|-----|
| La máquina rodadora de masa de caramelo deberá ser diseñada para que las operaciones de verificación, reglaje, regulación, engrase y limpieza se puedan efectuar desde lugares fácilmente accesibles y sin necesidad de eliminar los sistemas de protección | (C) |
| Los elementos deberán contar con un sistema de lubricación adecuada. | (E) |
| Las piezas deben ser fácilmente remplazadas y deben encontrarse en stock en el mercado nacional | (E) |
| Contar con un programa de mantenimiento preventivo. | (C) |

4.2.2 Estructura de funciones



Figura. 4.4 Abstracción de caja negra

4.2.2.1 ENTRADAS

Materia: Ingreso de la masa de caramelo de 30 a 60 libras.

Energía: Eléctrica que da el inicio del rodado y extrusión de la masa de caramelo.

Señales: Activada al dar inicio al funcionamiento de la máquina rodadora de masa de caramelo.

4.2.2.2 SALIDAS

Materia: La barrita de caramelo.

Energía: Mecánica, Vibraciones y calor.

Señales: Que indiquen que la máquina rodadora de masa de caramelo está funcionando.

La secuencia de operaciones empezara con posicionar en la máquina una masa de caramelo comprendida entre 30 a 60 libras por ciclo, luego se iniciara el funcionamiento de la máquina rodadora de masa de caramelo y se conseguirá la salida ordenada de la barrita de caramelo hacia la extrusión para dar el diámetro necesario de la barra de caramelo y finalmente se guiara hacia una mesa para realizar el corte.

Los procesos técnicos necesarios serán de preparación de la barra de caramelo con la ejecución de la máquina que cumpla con los deseos y exigencias planteadas, hasta la culminación del trabajo para finalmente verificar la calidad de las barritas realizadas.

4.2.3 Aplicaciones de los sistemas técnicos y sus limitaciones

Para realizar la elaboración de la barra de caramelo se le va a rodar y a estirar de tal manera que debemos tener en cuenta que partimos de la utilización de la energía humana tomando en cuenta que para conseguir nuestro objetivo emplearemos mecanismos los mismos que serán evaluados para seleccionar el más apropiado para el cumplimiento de dicho fin.

Desde el punto de vista energético, la fuente que se tiene prevista para la máquina es bastante ínfima es por esto la necesidad de emplear mecanismos de transmisión bastante eficientes pues se debe aprovechar de sobre manera la energía entregada.

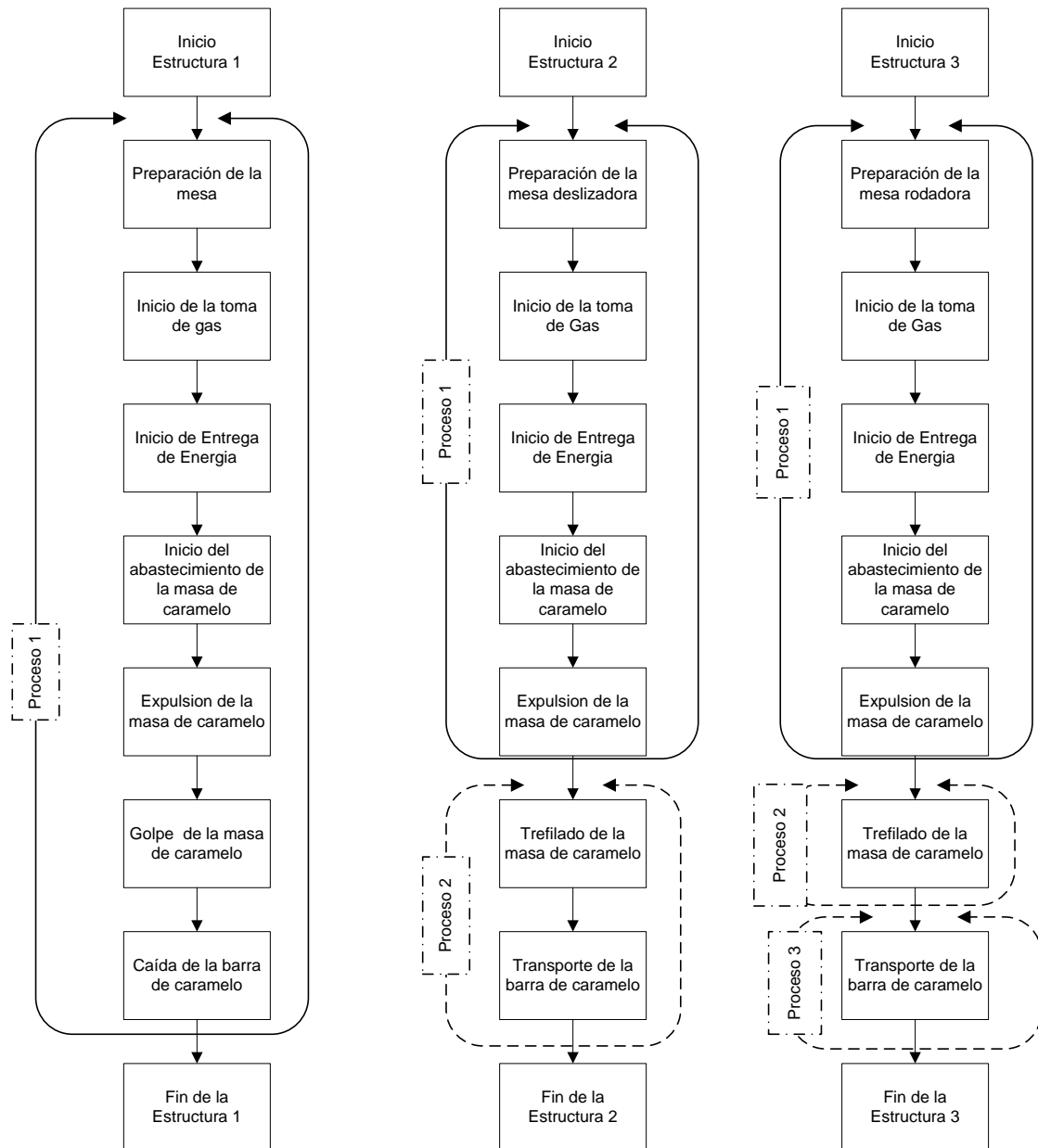


Figura. 4.5 Propuesta de estructuras de función

4.2.4 Matriz morfológica

| | | | | | |
|-----|--|----------------------|-----------------|-------------|------------|
| 1 | Sistema de Alimentación | | | | |
| 1.1 | Entrega de la masa de caramelo | Manual | Automático | Gravedad | |
| 1.2 | Introducción de la masa a la trefiladora | Manual | Automático | Gravedad | |
| 1.3 | Introducción de la barra de caramelo a la mesa cortadora | Manual | Automático | Gravedad | |
| 2 | Sistema de impulsión | | | | |
| 2.1 | Energía Motriz | Humana | Eléctrica | Eólica | Hidráulica |
| 2.2 | Mecanismo Motriz | Palanca | Pedales | Manivela | Automática |
| 2.3 | Mecanismo de transmisión | Faja | Bandas | Engranajes | Cadena |
| 3 | Sistema de Gas | | | | |
| 3.1 | Conexiones | Directas | Indirectas | Automáticas | |
| 3.2 | Encendido | Manual | Automático | | |
| 3.3 | Distribución | Continua | Intermitente | Pausada | |
| 4 | Sistema de transporte | | | | |
| 4.1 | Impulsor del producto | Neumático | Mecánico | Gravedad | Hidráulico |
| 4.2 | Descarga al exterior | Banda transportadora | Mesa deslizante | Caída libre | |

| | | |
|--------------|--------------|--------------|
| Estructura 3 | Estructura 2 | Estructura 1 |
|--------------|--------------|--------------|

Tabla IV Matriz morfológica

4.2.5 Concepto óptimo

4.2.5.1 Bosquejo y descripción de propuestas

Una vez hecha la abstracción con los supuestos casos de máquinas se elaboran los bosquejos de las propuestas dadas y de esta manera realizar una evaluación precisa del alcance de cada uno de estos.

Prototipo 1

La alimentación se lo realizará manualmente colocando la masa de caramelo en un reservorio diseñado de tal manera que me permita la salida de la materia prima continuamente y del diámetro adecuado el mismo que tendrá unas resistencias eléctricas que mantendrá en un punto óptimo la masa de caramelo de esta manera controlaremos que no se cristalice ni tampoco se derrita para que posteriormente caiga en una tubería donde unos cilindros le darán la forma adecuada a la barra de caramelo.

Gracias al paquete computacional Solid Works se puede tener una idea de la parte importante de la máquina.



Figura 4.6 Prototipo 1

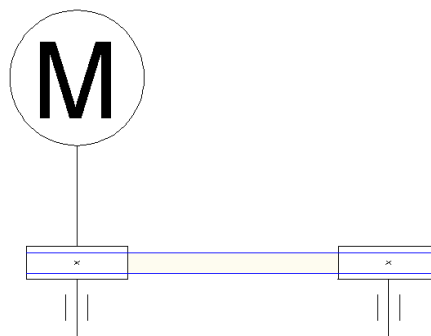


Figura 4.7 Esquema cinemático prototipo 1

Prototipo 2

La masa de caramelo se colocara manualmente en una mesa que tiene una flauta de gas para que se mantenga el producto en optimas condiciones, luego la masa será empujada a unos rodillos que reducirá su diámetro consiguiendo un producto terminado, para luego ser trasladadas por una banda transportadora hacia una mesa para proceder al corte.

Para tener una mayor referencia se uso Solid Works para ver los cilindros de extrusión y como serian manejados manualmente por medio de una manivela.

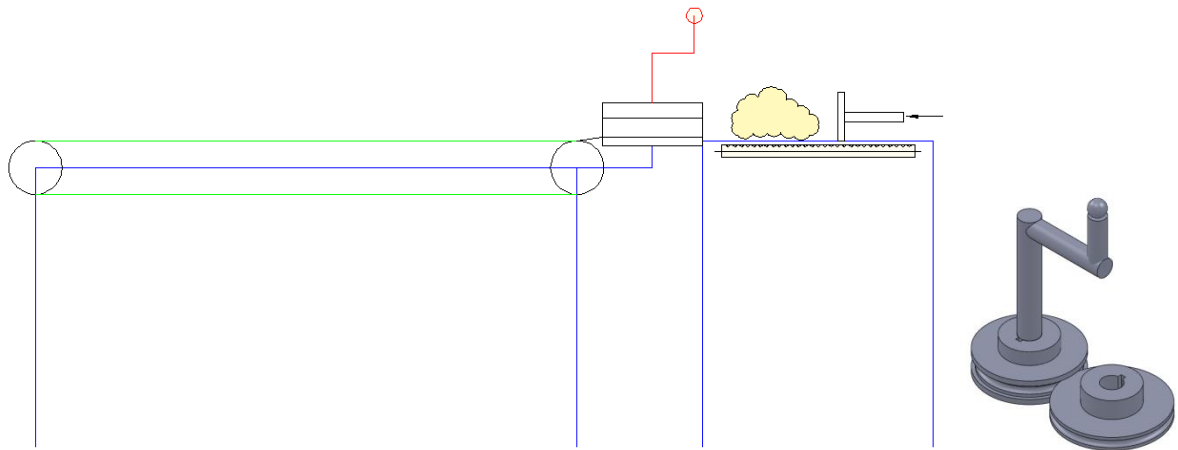


Figura 4.8 Prototipo 2

Prototipo 3

Tiene como principal impulsor un motor reductor que es la base fundamental de la transmisión para el rodado de la masa de caramelo, constando de un sistema de gas para el control de la temperatura, un acumulador de calor para el control del estado de la masa y una banda que me permite rodar y sacar la barra de caramelo, la misma que tiene que ser de un material óptimo que no cause daño en la salud de los consumidores.

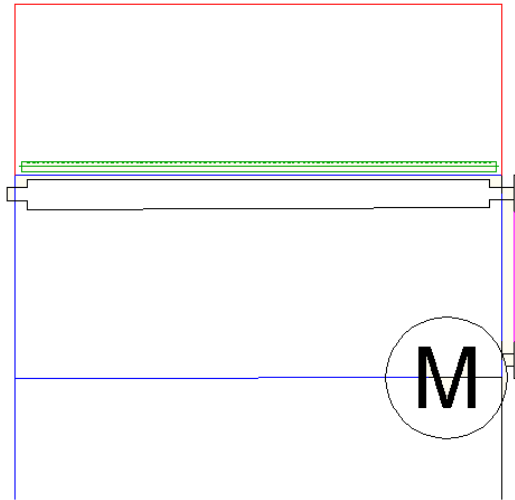


Figura 4.9 Prototipo 3, rodadora de masa de caramelo

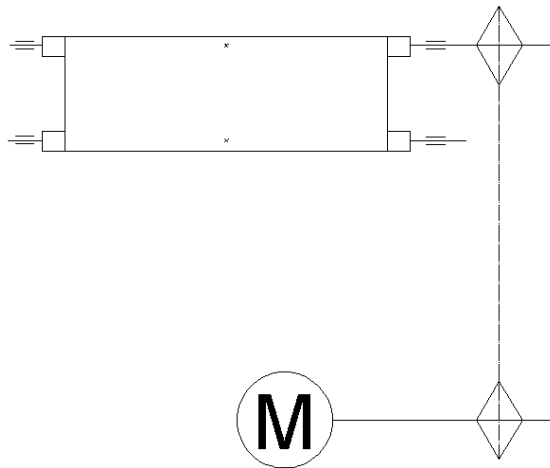


Figura 4.10 Esquema cinemático de la rodadora de masa de caramelo

4.2.6 Evaluación técnica – económica de propuestas

Teniendo claras las propuestas planteadas, estas serán sometidas a una evaluación desde el punto de vista técnico económico.

Se indicaran diferentes puntos de comparación, donde a cada propuesta se le asignara un valor de (1 a 5) dependiendo de cómo satisfaga la propuesta al punto en mención siendo 1 malo y 5 excelente.

TABLA V Evaluación económica

| Puntos de evaluación | | Factor de importancia Fi | Puntaje Pi | | | Proyecto Ideal |
|---|---------------|--------------------------|------------|----------|----------|----------------|
| | | | Opción 1 | Opción 2 | Opción 3 | |
| 1 | Materiales | 3 | 4 | 3 | 5 | 5 |
| 2 | Fabricación | 3 | 4 | 3 | 5 | 5 |
| 3 | Operación | 2 | 4 | 3 | 4 | 5 |
| 4 | Mantenimiento | 2 | 4 | 2 | 4 | 5 |
| 5 | Producción | 3 | 5 | 4 | 3 | 5 |
| Total = $\Sigma(Fi \times Pi)$ | | | 55 | 40 | 55 | 65 |
| Coeficiente Económico = P total/Puntaje ideal % | | | 85 | 62 | 85 | 100 |

A los puntos de comparación también se les asignara un peso de (1 a 3) dependiendo de cuanta trascendencia tengan con el desarrollo del proyecto, este peso será denominado como el factor de influencia siendo 1 importante, 2 muy importante y 3 imprescindible.

Tabla VI Evaluación técnica

| Puntos de evaluación | | Factor de importancia Fi | Puntaje (Pi) | | | Proyecto Ideal |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------|----------|----------|----------------|
| | | | Opción 1 | Opción 2 | Opción 3 | |
| 1 | Seguridad | 3 | 3 | 5 | 4 | 5 |
| 2 | Rendimiento | 3 | 5 | 5 | 4 | 5 |
| 3 | Costo de energía | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 4 | Facilidad de fabricación | 2 | 4 | 3 | 5 | 5 |
| 5 | Ergonomía | 2 | 4 | 4 | 3 | 5 |
| 6 | Accesorios | 2 | 4 | 3 | 4 | 5 |
| 7 | Facilidad de manejo | 1 | 4 | 4 | 3 | 5 |
| 8 | Facilidad de montaje | 1 | 4 | 2 | 5 | 5 |
| 9 | Lubricación | 1 | 4 | 4 | 4 | 5 |
| 10 | Mantenimiento | 1 | 4 | 3 | 4 | 5 |
| 11 | Ruido | 1 | 3 | 4 | 4 | 5 |
| Total = $\Sigma(Fi \times Pi)$ | | | 82 | 82 | 84 | 100 |
| Coeficiente Económico = P total/Puntaje ideal % | | | 82 | 82 | 84 | 100 |

Para efectos de la gráfica y mayor entendimiento colocaremos en el eje X el coeficiente económico y en el eje de las Y el coeficiente técnico.

Tabla VII Gráfica técnico económico

| | OP1 | Op2 | Op3 | Ideal |
|-----------------------|-----|-----|-----|-------|
| Coefficiente técnico | 82 | 82 | 84 | 100 |
| coeficiente económico | 85 | 62 | 85 | 100 |

4.2.7 EVALUACIÓN DE PROPUESTAS

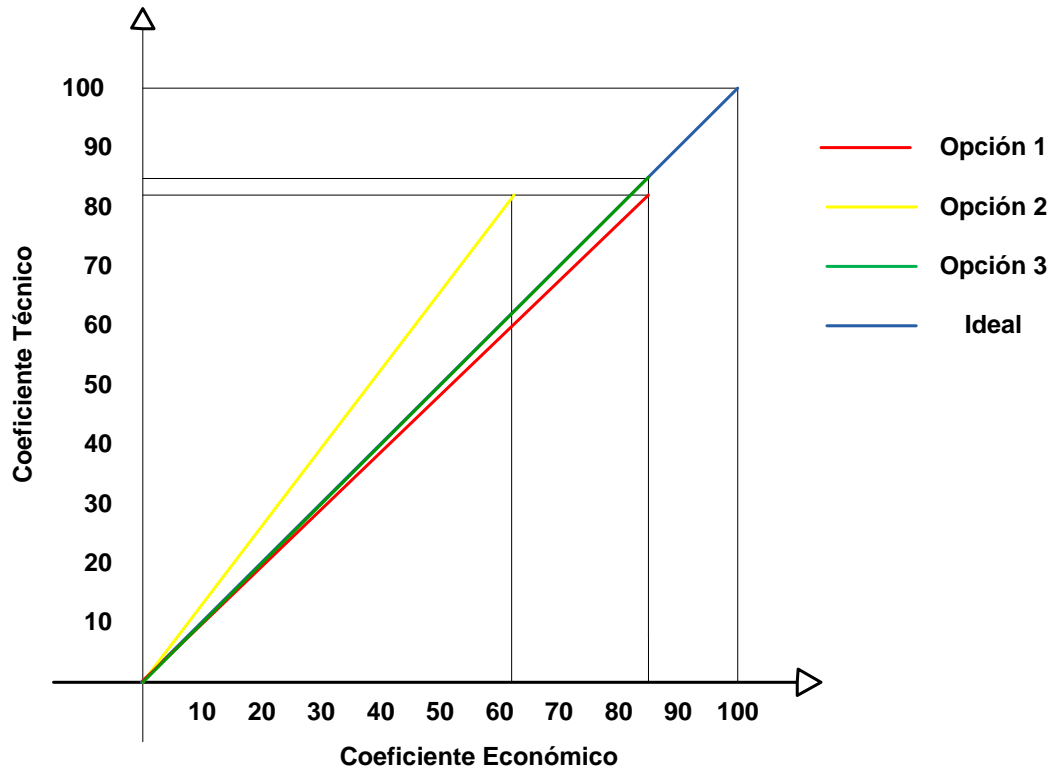


Figura 4.11 Evaluación de propuestas de la tabla VII

Dentro de las evaluaciones técnico económicas y analizando la gráfica observamos que la mejor opción es el prototipo tres por que se encuentra cercade los parametros ideales y con esto nos quiere decir que es una opción optima para la construcción de la máquina.

4.2.8 Selección de la mejor alternativa.

Como podemos observar en los prototipos anteriores y analizando de manera general la Matriz morfológica y la Evaluación técnico Económica.

Encontramos que el prototipo tres es la mejor alternativa para empezar a construir las máquinas que serán de gran ayuda para la elaboración de barras de caramelo.

A continuación redactaremos lo más importante y de manera general lo que se necesita para la construcción de la máquina rodadora de masa de caramelo tomando en cuenta el prototipo 3 como mejor opción anteriormente demostrada.

- Colocar para la estructura de las máquinas un tubo cuadrado que posteriormente sabremos su espesor y medidas tanto para la cubierta como para la mesa en sí.
- Analizando las diferentes formas de transmisión a utilizar en la máquina:
- Chumaceras que serán colocadas dependiendo la necesidad.
- Ejes que nos servirán para dar movimiento a la masa de caramelo
- Motor reductor para poder controlar el giro de la banda utilizada
- Transmisión por cadena
- Utilizaremos engranajes rectos como parte de transmisión ya que son muy necesarios.
- Una instalación de gas para que la masa de caramelo no se enfríe sin antes dar el diámetro necesario.

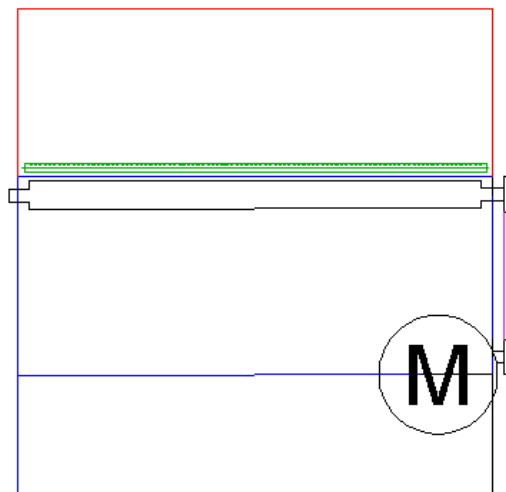


Figura 4.12 Máquina rodadora de masa de caramelo

La masa de caramelo se deberá poner manualmente sobre la banda de la rodadora, la misma que gira a una velocidad que será calculada posteriormente por unos cilindros motrices cuyo giro es dado por un motor reductor mezclándose dos sabores de caramelo.

CAPÍTULO V

5. DISEÑO, CÁLCULO Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS MECÁNICOS DE LA RODADORA Y TREFILADORA.

Los elementos mecánicos se han calculado diseñado o seleccionado con paquetes computacionales de dibujo como es Auto Cad, Solid Works, SAP 2000 y catálogos obtenidos, es así que a continuación mostraremos esquemas más visibles del sistema de transmisión de la máquina rodadora de masa de caramelo y la inyección de gas.

Los movimientos dinámicos constan de:

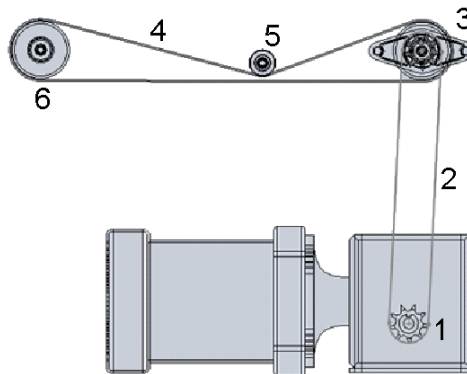


Figura 5.1 Sistema de transmisión de la máquina rodadora de masa de caramelo

- 1 = Piñón
- 2 = Cadena
- 3 = Piñón
- 4 = Banda
- 5 = rodillo tensor
- 6 = Eje de la banda

5.1 Movimientos dinámicos en la máquina

5.1.1 Movimiento dinámico en el piñón.

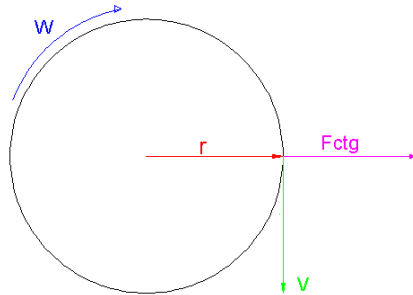


Figura 5.2 Gráfica de fuerzas dinámicas en el piñón

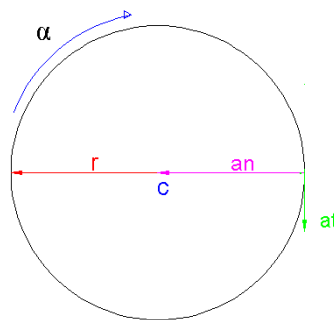


Figura 5.3 Gráfica de aceleraciones en el piñón

C es el centro del engranaje o el centro de movimiento.

Piñón 2

Por tener una relación de transmisión de 1:1 tenemos que las velocidades al igual que las aceleraciones son iguales en los piñones [2].

$$W = 170 \quad = 1068,144 \quad = 17,8 \quad (1)$$

$$V = 0,6 \quad (2)$$

$$= 1,2 \text{ N} \quad (3)$$

$$= 35,6 \quad (4)$$

$$= 1,17 \tag{5}$$

$$= 10,91 \tag{6}$$

5.1.2 Movimiento dinámico en el eje

Diámetro del Eje = 65,4 mm = 6,54 cm = 0,0654m

Como el movimiento viene desde el motor entonces tenemos

$$W = 170 \quad = 1068,144 \quad = 17,8 \tag{7}$$

Además tenemos una fuerza centrífuga

$$\tag{8}$$

$$m = 30 \text{ libras} = 13,64 \text{ kg} \tag{9}$$

$$0,0654 \text{ m} \tag{10}$$

$$= 282,64 \text{ N} \tag{11}$$

5.1.3 Movimiento dinámico de la banda



Figura 5.4 Partes de transmisión con la banda

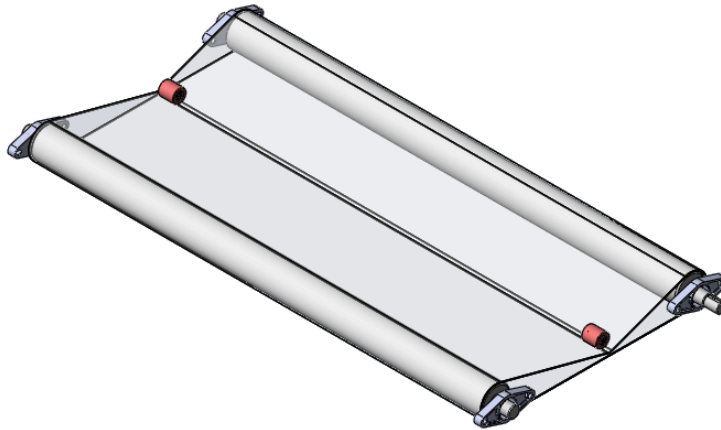


Figura 5.5 Partes de transmisión con la banda en 3 dimensiones

Para las velocidades y las aceleraciones dadas en la banda tenemos que usar la relación de transmisión

(12)

Radio del eje = 65,4 mm

Radio de la banda = 250 mm

(13)

$$i = 3,82$$

Despejando de la formula anterior tenemos la velocidad angular (ω) de la banda

$$= 44,47 \text{ rpm} = 4,66 \quad (14)$$

Además tenemos una fuerza centrífuga

(15)

$$m = 8 \text{ libras} = 3,6 \text{ kg} \quad (16)$$

$$0,25 \text{ m} \quad (17)$$

$$= 19,54 \text{ N} \quad (18)$$

5.1.4 Movimiento dinámico en el rodillo tensor

Las velocidades y aceleraciones dadas en la banda se dan por la relación de transmisión:

(19)

Diámetro del rodillo tensor = 30 mm

Diámetro de la banda = 500 mm

(20)

$$i = 16,7$$

Despejando de la formula anterior obtenemos la velocidad angular (W) de la banda

$$= 77,7 \quad (21)$$

Además tenemos una fuerza centrífuga

(22)

$$m = 1 \text{ libras} = 0,45 \text{ kg} \quad (23)$$

$$0,015 \text{ m} \quad (24)$$

$$= 40,75 \text{ N} \quad (25)$$

En la tabla siguiente se muestran los valores del movimiento dinámico en la rodadora de masa de caramelo.

Tabla VIII Movimiento dinámico de la rodadora de masa de caramelo

| | Ecuaciones | Piñón 1 | Piñón 2 | Eje de la banda | Banda | Rodillo tensor |
|-------------------------|-----------------|---------|---------|-----------------|-------|----------------|
| Velocidad angular (rpm) | W | 170 | 170 | 170 | 44,47 | 77,7 |
| Velocidad Lineal (m/s) | $V = W * r$ | 0,6 | 0,6 | 1,2 | 1,2 | 1,2 |
| Fuerza centrífuga En N | | 1,2 | 1,2 | 282,64 | 19,54 | 40,75 |
| Aceleración Angular (| | 35,6 | 35,6 | 35,6 | 9,32 | 155,4 |
| Aceleración Tangencial | $a_t = r\alpha$ | 1,17 | 1,17 | 2,33 | 2,33 | 2,33 |
| Aceleración Normal | $a_n = v^2 / r$ | 10,91 | 10,91 | 22,02 | 5,76 | 96 |

5.2 Diseño estático de los elementos mecánicos de la máquina rodadora y trefiladora de masa de caramelo.

5.2.1 Sistema de alimentación y dosificación de la masa de caramelo

La alimentación se lo hace manualmente ya que la forma de preparación se lo tiene que hacer a mano de ahí tenemos una masa que oscila entre los 30 y 60 libras las mismas que entran en la rodadora de masa de caramelo para ser procesada según las necesidades del propietario.



Figura 5.6 Masa de caramelo

5.2.2 Bastidor de la máquina

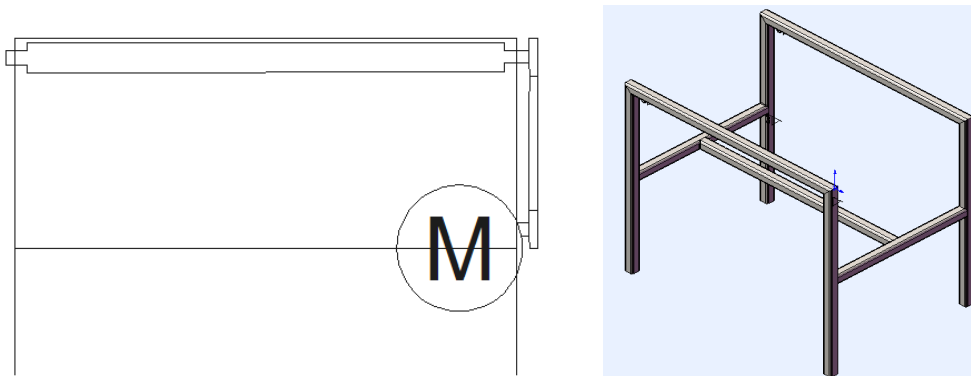


Figura 5.7 Bastidor

El análisis del bastidor por ser una estructura lo realizaremos en el SAP 2000 versión 10 que nos proporciona datos reales del comportamiento de la bancada.

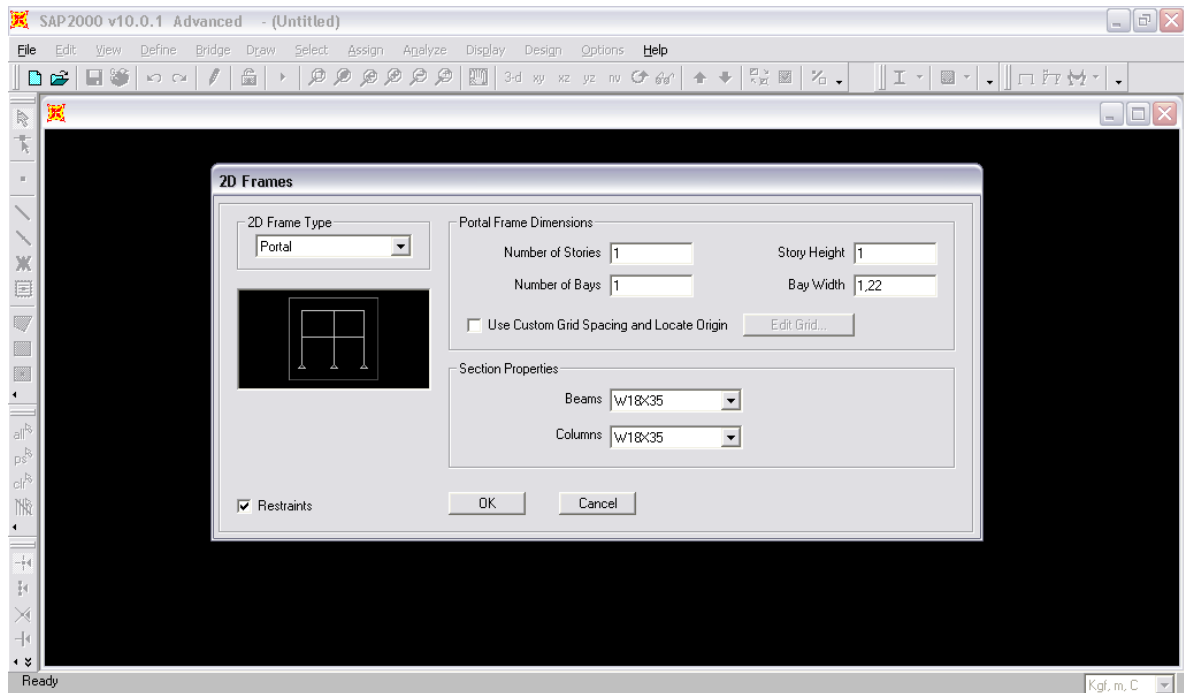


Figura 5.8 Diseño de bancada mediante el SAP 2000 versión 10

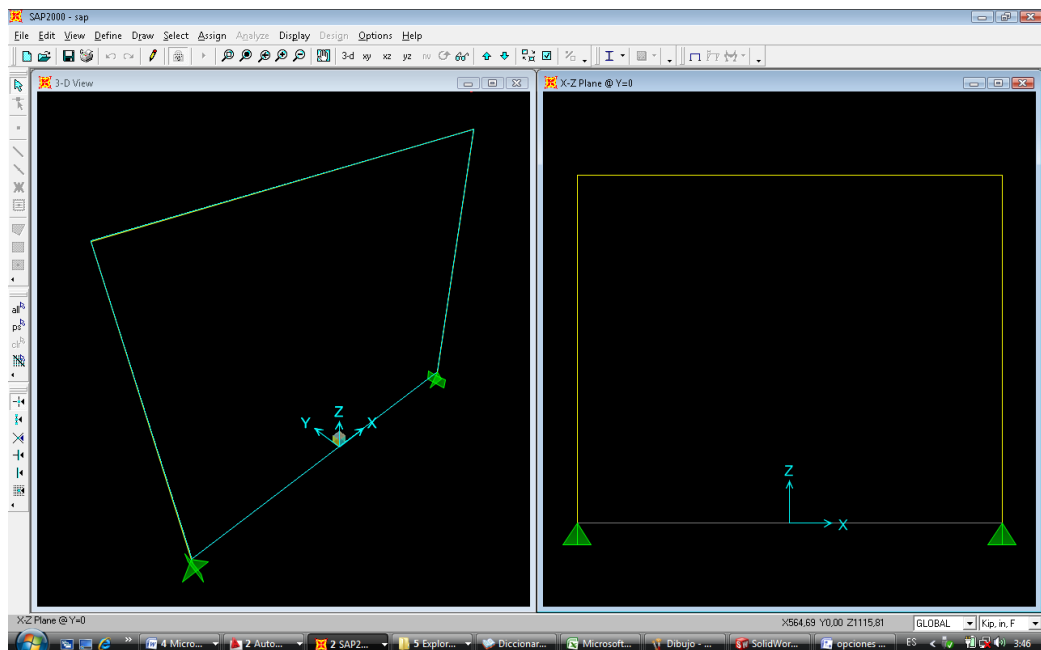


Figura 5.9 Vista de la bancada mediante el SAP 2000 versión 10

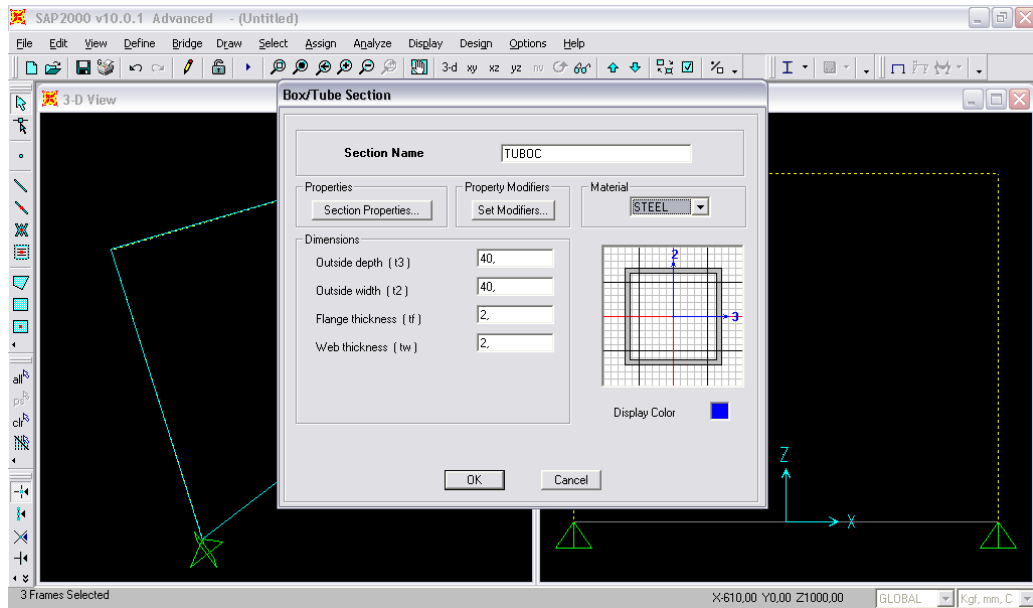


Figura 5.10 Datos de la sección

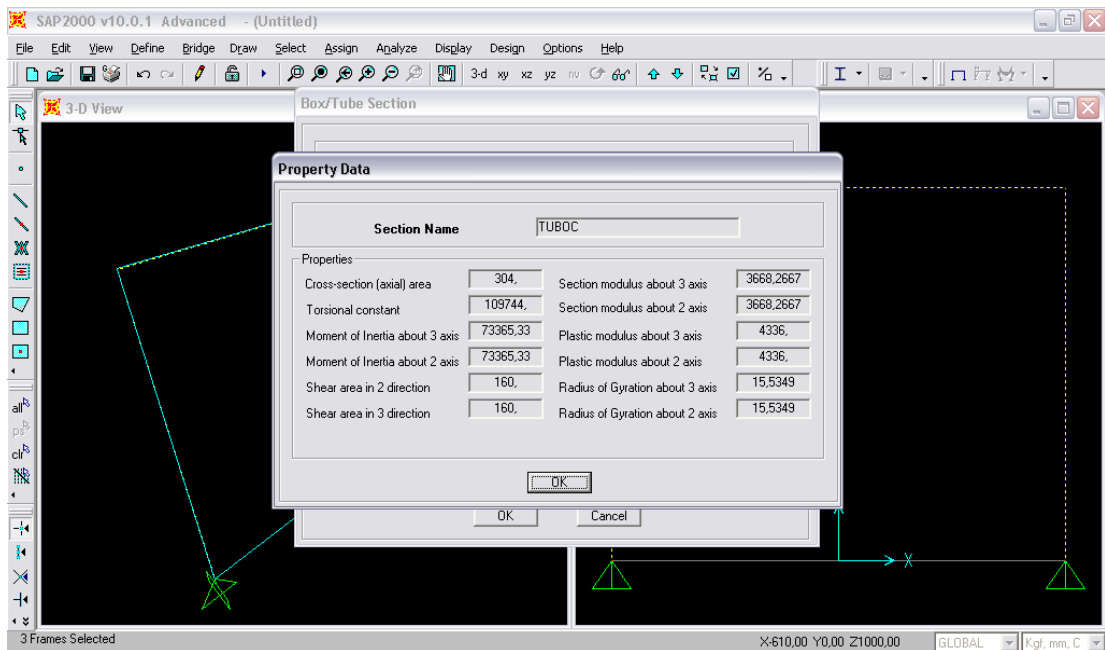


Figura 5.11 Propiedades del tubo estructural 40x40x2

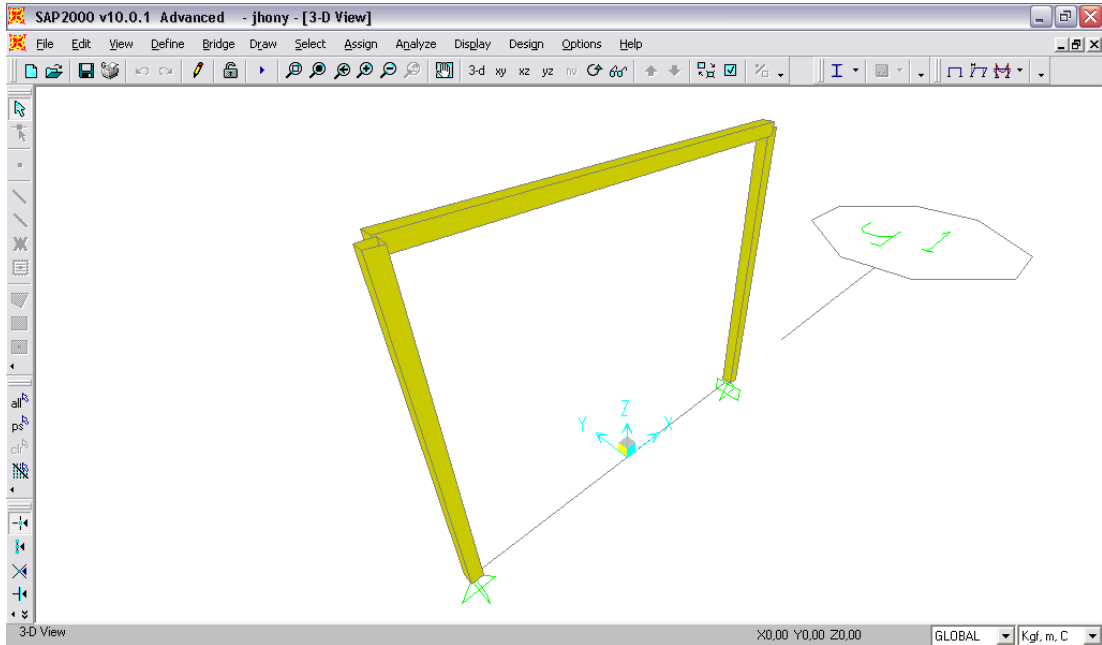


Figura 5.12 Asignación de sección

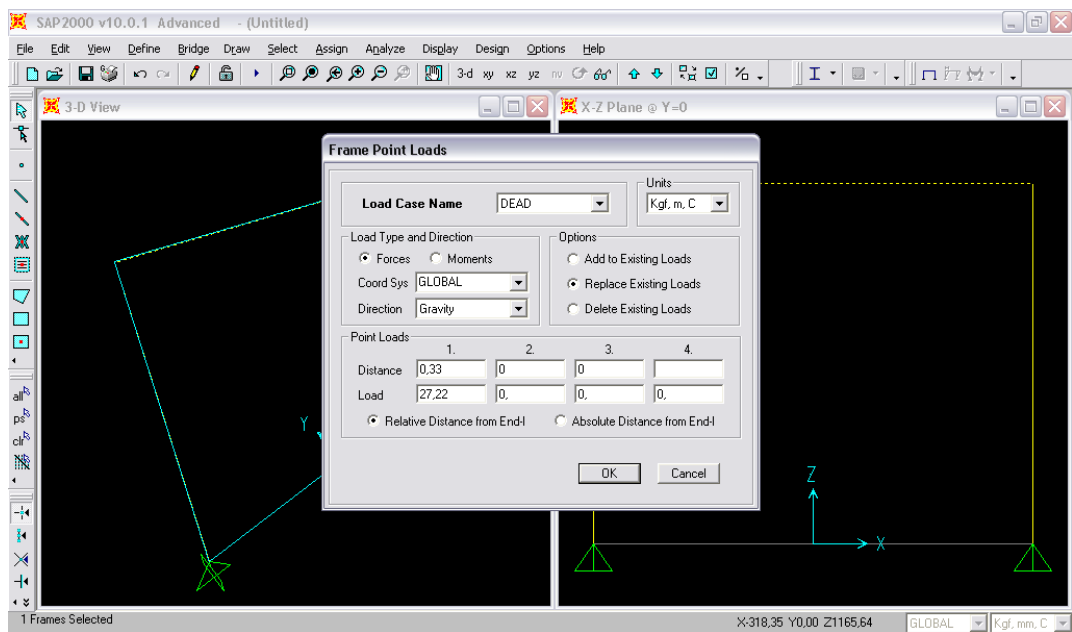


Figura 5.13 Asignación de cargas

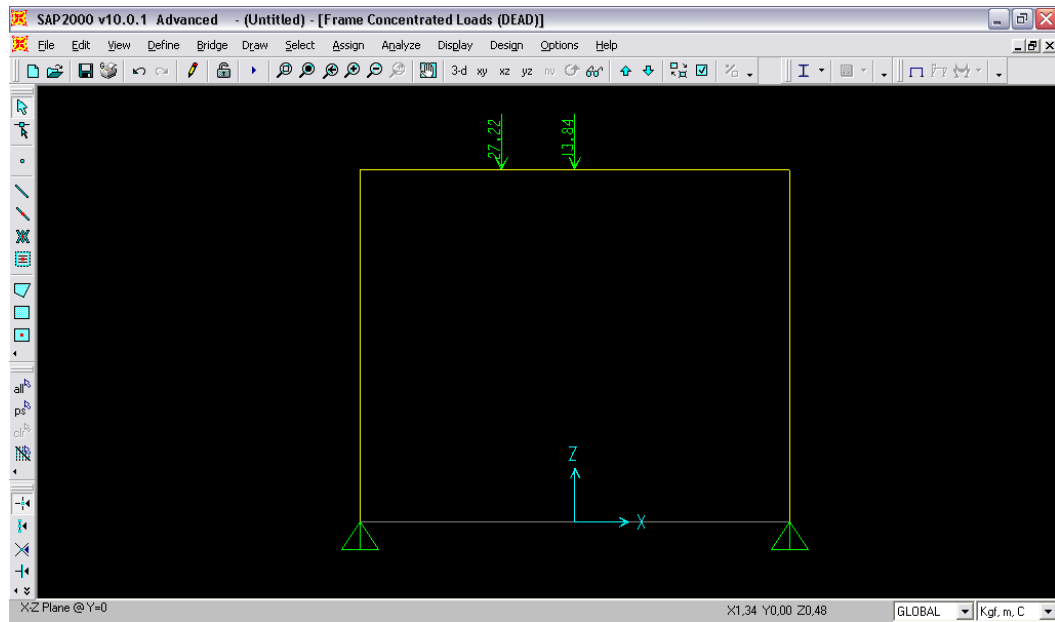


Figura 5.14 Cargas en la bancada

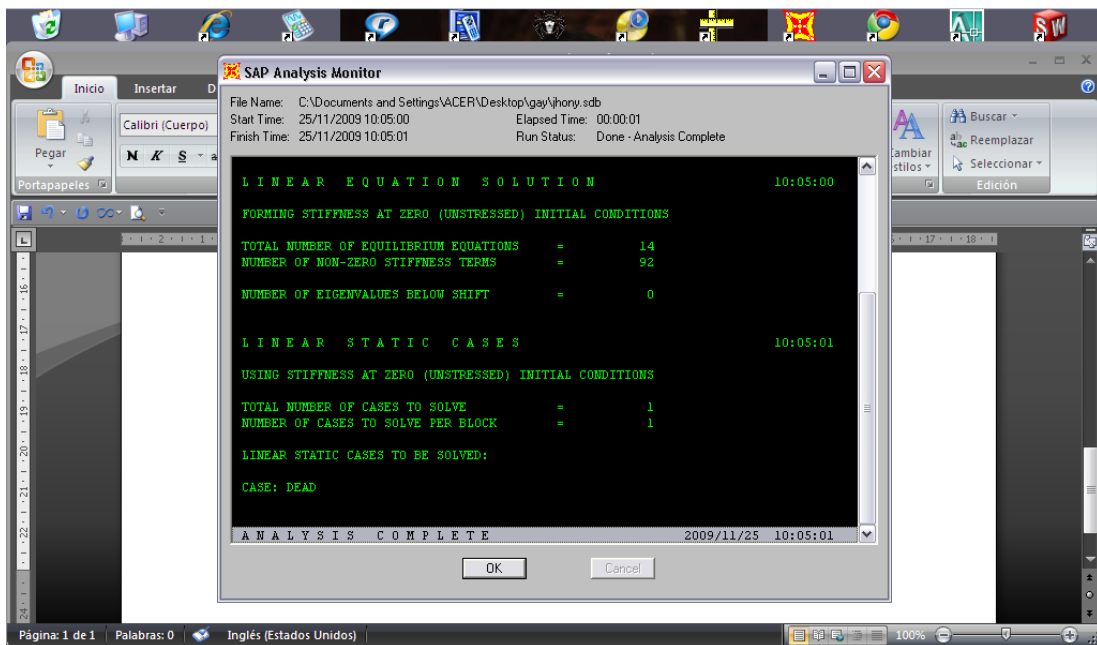


Figura 5.15 Análisis de resultados

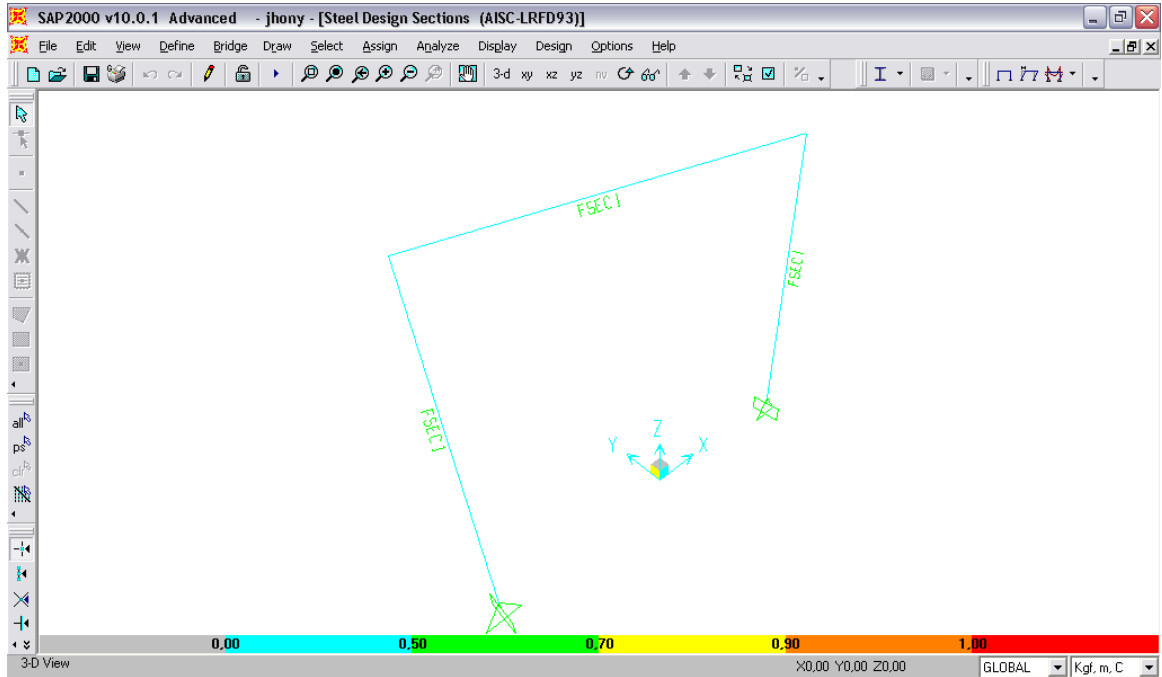


Figura 5.16 Rango de aceptabilidad mediante código de colores

La gráfica muestra que la estructura de la Bancada es segura puesto que no llega a los límites de falla ubicados desde los colores tomate a rojo.

5.2.3 Diseño de los ejes que sostienen a la banda rodadora

Los ejes que se encuentran en el mercado son huecos de un diámetro exterior de 6,54 cm y un diámetro interior de 5 cm con una longitud de 115 cm, con estos datos se procede al cálculo [3].

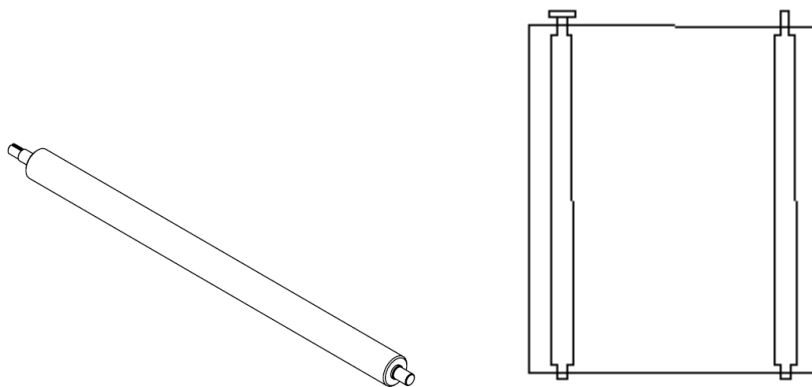
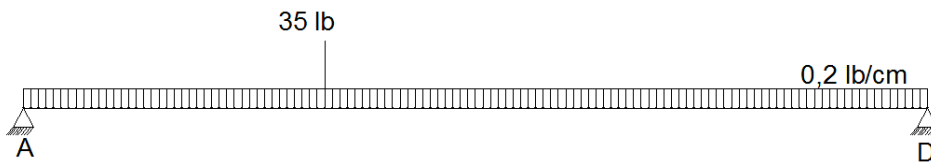


Figura 5.17 Eje

Los cilindros de la máquina rodadora de masa de caramelo se encuentra a las siguientes cargas:



Las cargas están sujetas al peso equivalente de la carga distribuida que en este caso viene a ser el peso de la banda:

$$W_{eq} =$$

$$W_{eq} = 23 \text{ lb}$$

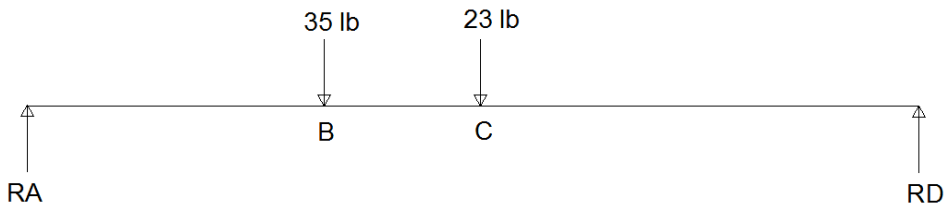


Diagrama cortante

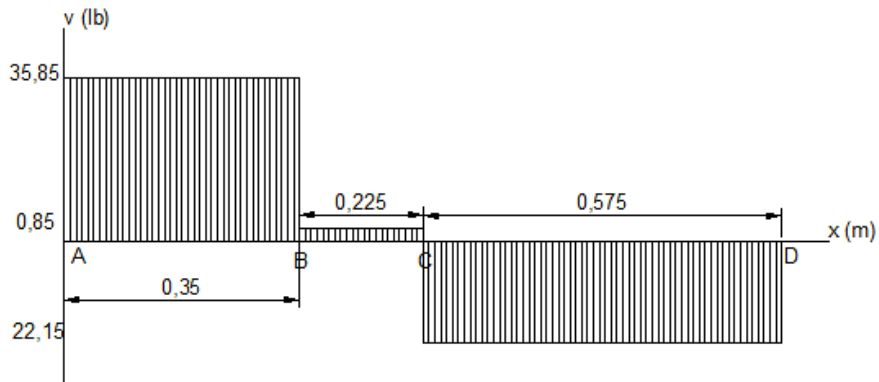
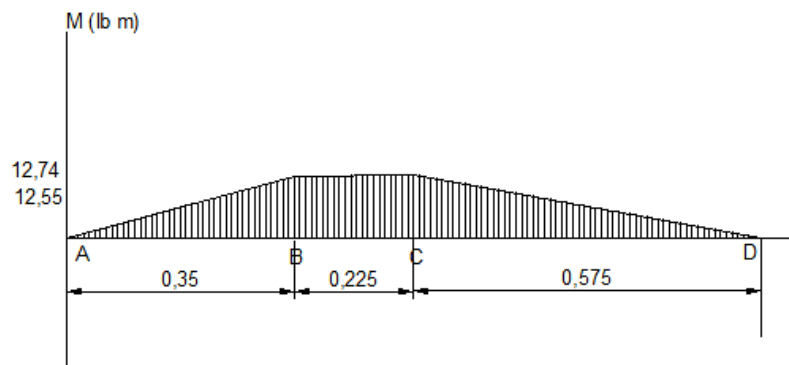


Diagrama de momentos



Fluctuación de esfuerzos

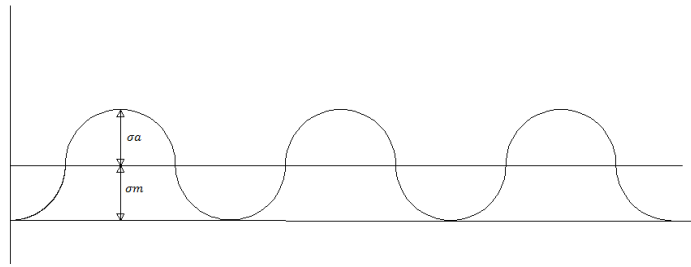


Figura 5.18 Diagramas de comportamiento de los ejes

| TABLA IX Diseño de los ejes principales | | | | |
|---|---------------------------|-----------------|----------------------------------|---------|
| Denominación | Nombre | Símbolo | Ecuaciones | Valores |
| Cargas | Carga Aplicada (lb) | W | Puntual | 35 |
| | Carga Distribuida (lb) | W _{eq} | W _{eq} = | 23 |
| | Reacción A (lb) | RA | | 35,85 |
| | Reacción D (lb) | RD | | 22,15 |
| Momentos | Momento de A – B (lb * m) | M1 | Área del Diagrama Cortante | 12,55 |
| | Momento de B - C (lb * m) | M2 | Área del Diagrama Cortante | 0,19 |
| | Momento de C - D (lb * m) | M3 | Área del Diagrama Cortante | 12,74 |
| Acero 1020 | Esfuerzo flector () | S _y | Tablas de materiales | 2877,55 |
| | Esfuerzo de rotura () | S _{ut} | Tablas de materiales | 3877,55 |
| Esfuerzos | Esfuerzo Máximo | | | 70,5 |
| | Esfuerzo Mínimo | | | 0 |
| | Torsión | | | |
| | Esfuerzo a | | | 227,42 |
| | Esfuerzo equivalente | | | 269,86 |
| Factores de | Acabado Superficial | K _a | S _{ut} ^b / A | 0,9 |

| | | | | |
|---------------|----------------------------|----------|----------------|-------------|
| Corrección Ki | Tamaño | Kb | 1,189 | 0,79 |
| | Confiabilidad | Kc | Con un R = 0,9 | 0,897 |
| | Temperatura | Kd | Parámetros | 1 |
| | Concentración de Tensiones | Ke | Parámetros | 1 |
| | Efectos de corrosión | Kg | Parámetros | 1 |
| Limites | Limite de Fatiga | Se´ | 0,5 Sut | 27518,05 |
| | Limite Real de Fatiga | Se | Ki* Se´ | 17611,55 |
| Según Goodman | Factor de Seguridad | N | | 23,4 |

Al parecer se encuentra sobre diseñado pero cabe mencionar que en el mercado existe de esta medida con estas especificaciones para la creación de la máquina, si nos ponemos analizar los costos solo por hacer dos de estos cilindros que a nosotros nos sirve como motrices nos sale elevado y no rentable.

5.2.4 Selección de chaveta y chavetero

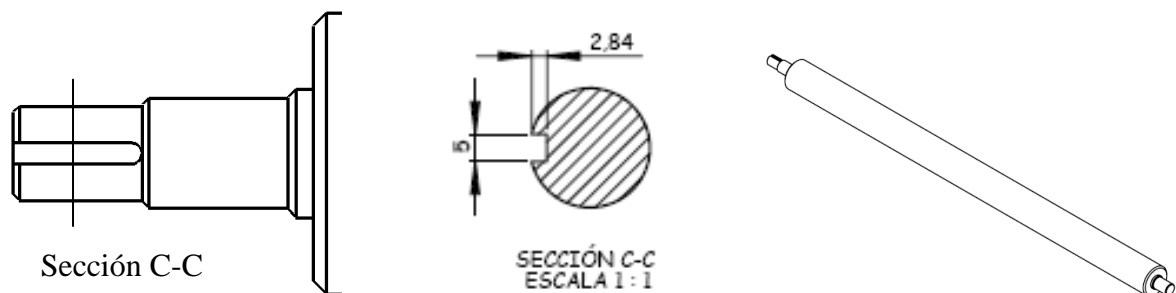


Figura 5.19 Chaveta

El Diámetro en el cual se va a realizar la chaveta y el chavetero es de 25,25 mm según la tabla 6.2 de anexos tenemos [4]:

Para un diámetro de 22 a 30 mm una chaveta de 8 x 7 mm y para el chavetero tenemos un diámetro interior (F) de:

$$F = D - 4$$

(26)

$$F = 22,25 \text{ mm} - 4 \text{ mm}$$

$$F = 18,25 \text{ mm}$$

Para el diámetro con la chaveta puesta tenemos:

$$G = D + 3,3 \quad (27)$$

$$G = 22,25 \text{ mm} + 3,3 \text{ mm}$$

$$G = 25,55 \text{ mm}$$

Cabe mencionar que tiene una tolerancia de $\pm 0,2$ tanto en la chaveta como en el chavetero.

5.2.5 Selección del motor reductor

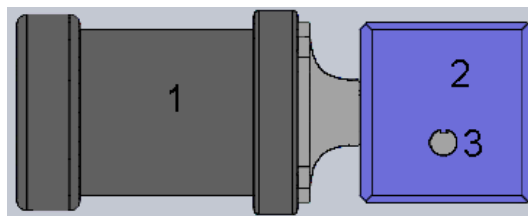


Figura 5.20 Motor reductor

1 = Motor

2 = Reductor

3 = Eje donde va el piñón para la transmisión

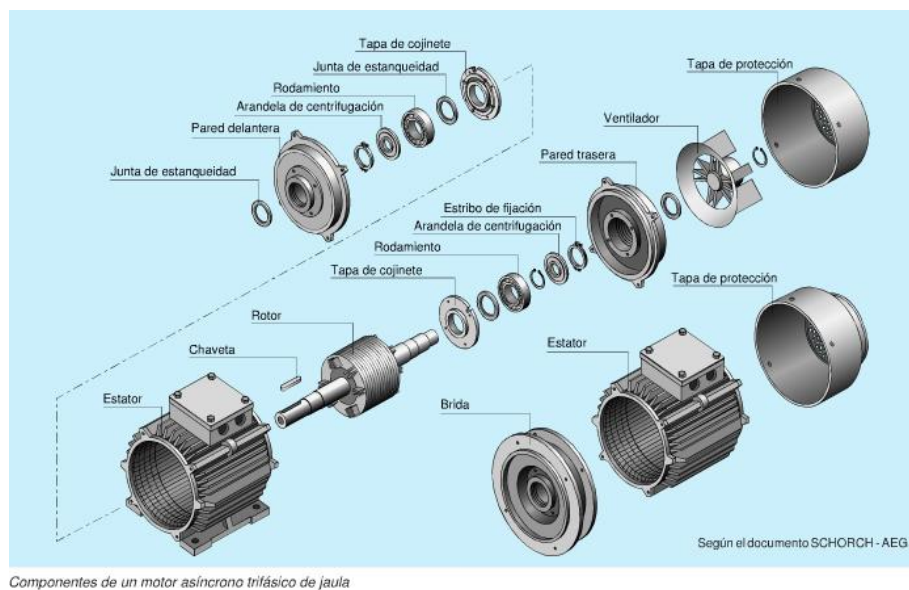


Figura 5.21 Despiece del motor

Tornillo sin fin - corona

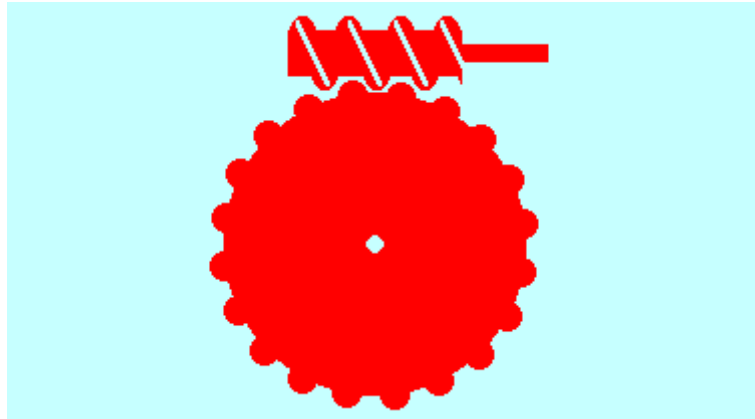


Figura 5.22 Mecanismo dentro del reductor

Este mecanismo permite transmitir el movimiento entre árboles que se cruzan. El eje propulsor coincide siempre con el tornillo sin fin, que comunica el movimiento de giro a la rueda dentada que engrana con él, llamada corona. Una vuelta completa del tornillo provoca el avance de un diente de la corona. Puede observarse un tornillo sin fin en el interior de muchos contadores mecánicos [5].

Para la máquina rodadora de masa de caramelo no seleccionamos el motor sino que partimos de motores que se tiene en el mercado por tal motivo escogemos motores desde 1/15 de HP hasta 1/6 HP por ser moto reductores y usar un regulador de frecuencia podemos manejar la velocidad del motor.

En la máquina rodadora de masa de caramelo utilizamos los siguientes motores:

- Motor de corriente continua de 170 rpm, 1/15 HP, 40 A
- Motor Trifásico de 1/6 HP de 1725rpm 230V, 86A

5.3 Sistema de transmisión de la rodadora de masa de caramelo

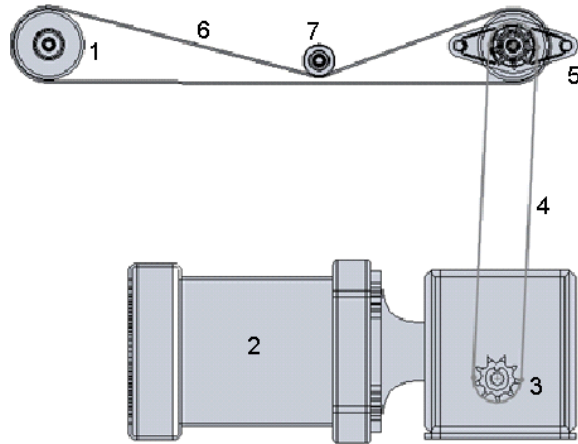


Figura 5.23 Sistema de transmisión

- 1 = Eje
- 2 = Moto reductor
- 3 = Piñón
- 4 = Cadena
- 5 = Chumacera
- 6 = Banda de PVC
- 7 = Rodillo Tensor

5.3.1 Cadena

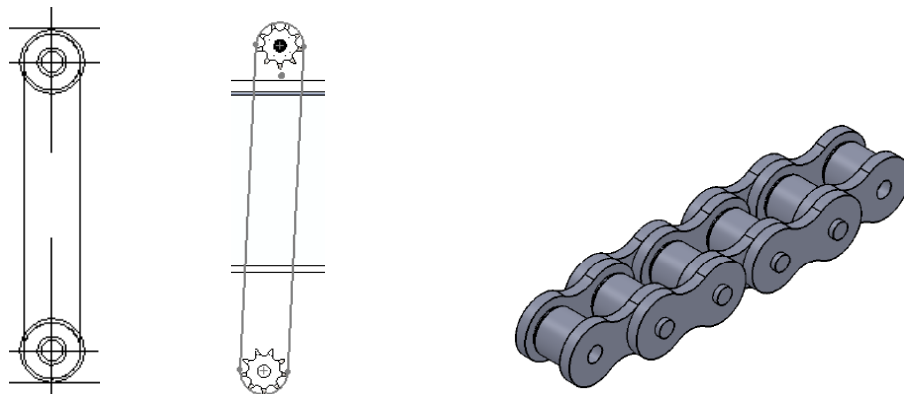


Figura 5.24 Cadena

$$L = \quad + \quad (28)$$

$$L = \quad + \quad (29)$$

Donde:

L = longitud de la cadena, en pasos

Z = Numero de dientes de la rueda 32

Z = Numero de dientes del piñón 32

E = Distancia entre ejes de centros, en mm 369mm

P = Paso de la cadena, en mm 10 mm

R = Factor variable

$$L = \quad + \quad (30)$$

$$L = \quad +$$

$$L = 32 + 73,8 + 2,81$$

$$L = 108,61 \text{ pasos}$$

$$L * P \quad (31)$$

Donde

= Longitud de la cadena en mm

$$= 108,61 * 10$$

$$= 1086,1 \text{ mm}$$

Para la carga que soporta la cadena tenemos:

$$Q = 6,16 * d \quad (32)$$

Donde:

d es el diámetro del rodillo de la cadena en mm

Q = Carga admisible sobre la cadena en daN

$$Q = 6,16 * d$$

$$Q = 6,16 * 2$$

$$Q = 12,32 \text{ da N}$$

La transmisión es 1:1 por tener piñones iguales [6].

Con los datos anteriores escogimos la cadena simple que mostramos a continuación.

Cadena Simple

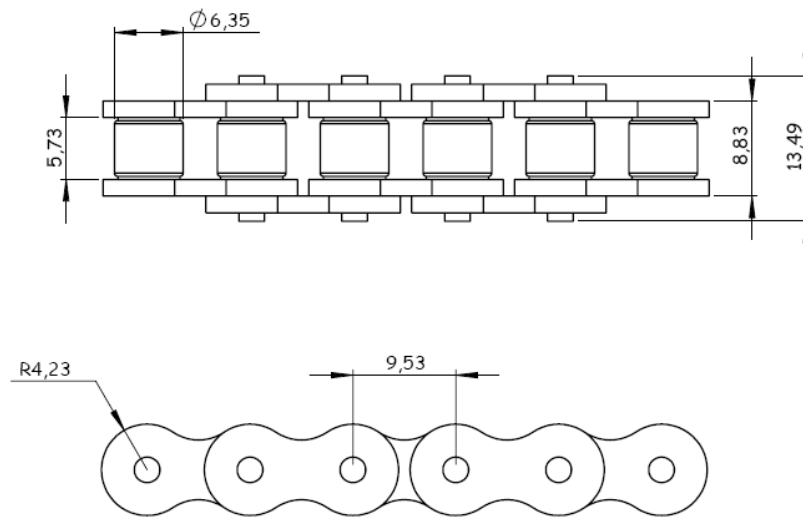
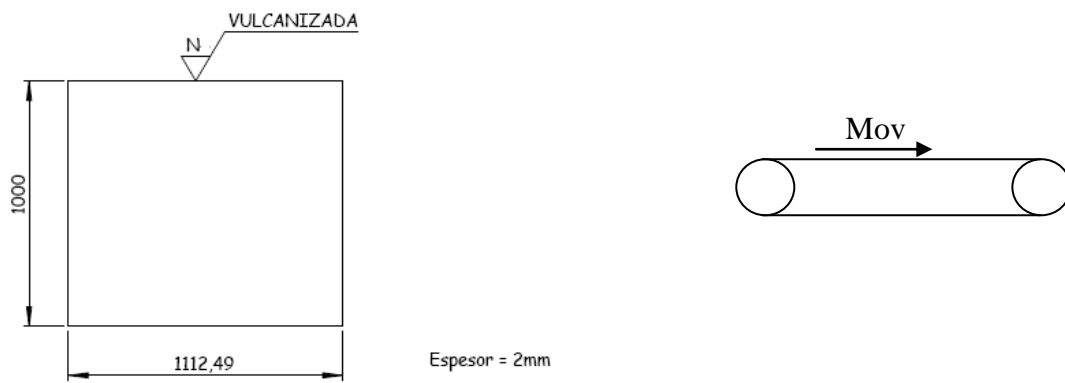


Figura 5.25 Cadena simple

5.3.2 Banda plana



Espesor = 2mm

o SE VULCANIZARA AL LADO MAS LARGO 10 mm POR LADO

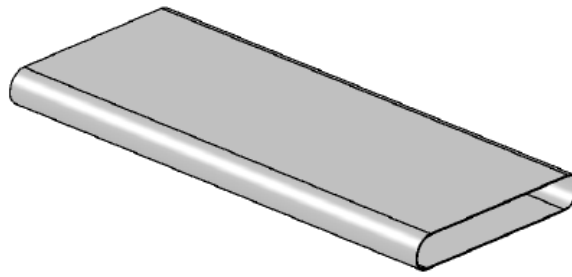


Figura 5.26 Banda de PVC

La transmisión por correa por lo general se lo hace de 1 a 1 por que tanto el eje motor como el eje receptor del movimiento son iguales para los dos casos en la banda de la máquina rodadora de masa de caramelo como en la trefiladora solo transmite el movimiento rotacional a lineal.

Las bandas según las medidas necesitadas en la máquina son de las siguientes especificaciones:

- Una banda de 120 cm x 111,42 cm vulcanizada de caucho
- Dos bandas de 150cm x 5 cm vulcanizada de caucho

Las mismas que serán vulcanizadas según nuestra necesidad, las bandas de PVC serán utilizadas porque no se pega la masa de caramelo y es utilizada en alimentos.

5.3.3 Rodillo tensor

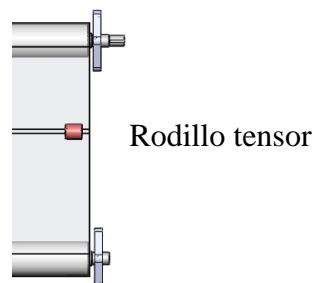


Figura 5.27 Rodillo tensor

El Rodillo tensor ya viene diseñado para nuestro caso escogimos el de 3 cm de diámetro y 3 cm de largo, para que no cree conflicto con la masa de caramelo ni tampoco tienda a pegarse ni rasparle a la banda rodadora de la masa de caramelo escogimos el de caucho y no es más que un tubo hueco dos rodamientos pequeños, un eje roscado para sujetarle a la mesa y encauchado exteriormente.

5.3.4 Vistas de la máquina rodadora y trefiladora de masa de caramelo

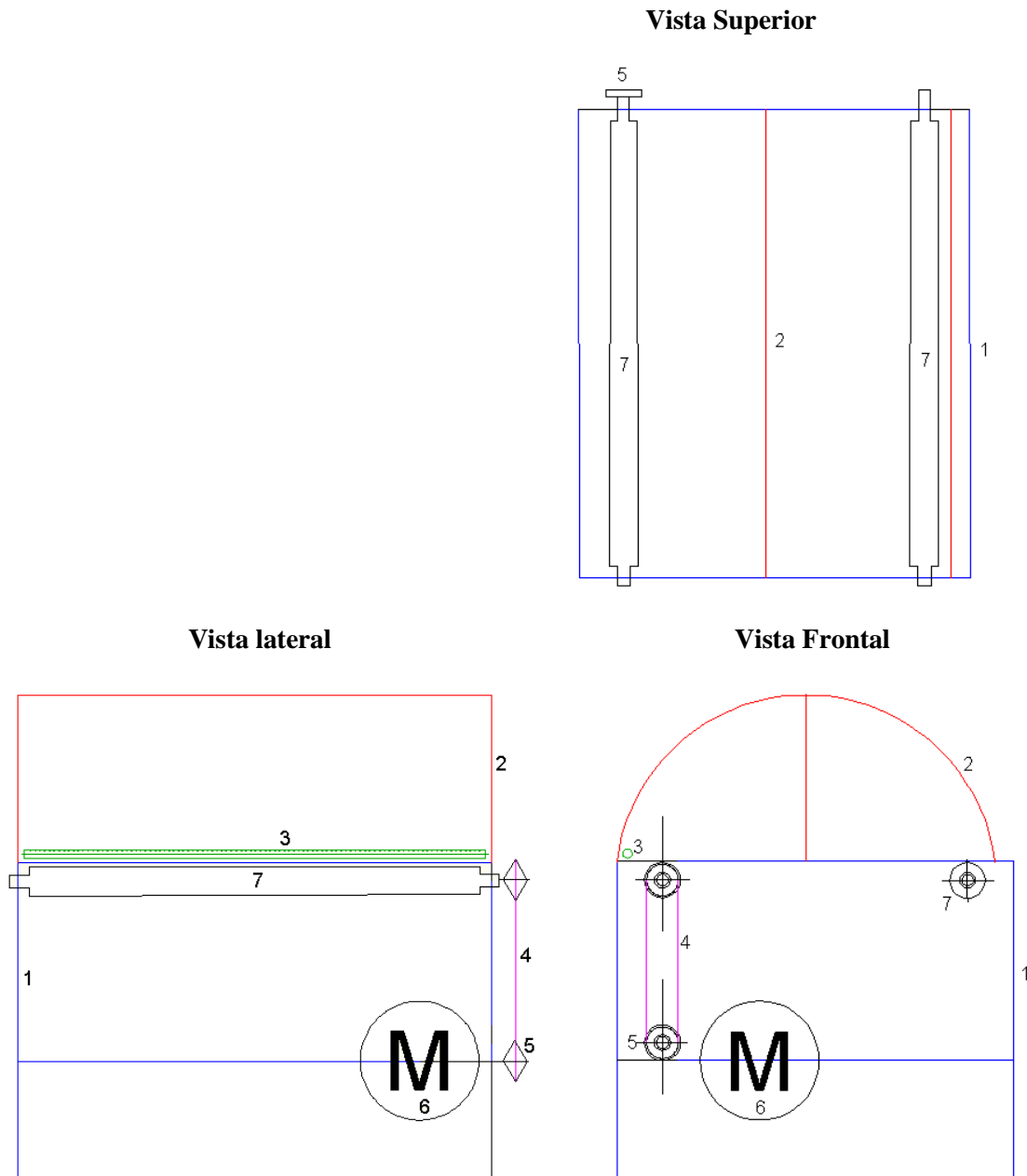


Figura. 5.28 Vistas de la transmisión de la rodadora de masa de caramelo

1= Estructura principal donde se coloca los elementos principales de la máquina rodadora de masa de caramelo.

2 = Estructura donde se acumulara el calor.

3 = Flauta de gas.

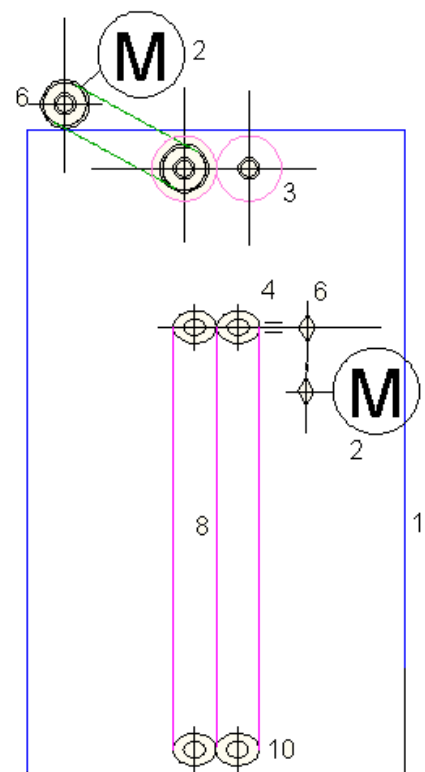
4 = Cadena.

5 = Piñón.

6 = Moto reductor.

7 = Ejes o cilindros donde se coloca la banda que dará el giro a la masa de caramelo.

Vista superior



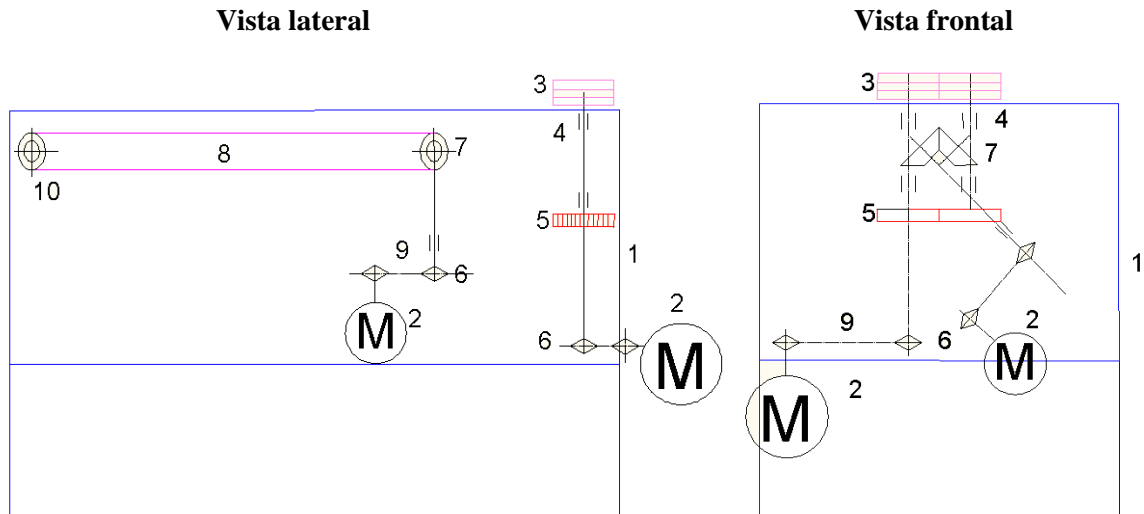


Figura. 5.29 Vistas de la transmisión de la trefiladora de masa de caramelo

- 1= Estructura principal.
- 2 = Motor reductores.
- 3 = Cilindros de extrusión.
- 4 = Rodamientos
- 5 = Engranajes rectos
- 6 = Piñón.
- 7 = Engranajes cónicos rectos
- 8 = Banda Transportadora
- 9 = Cadena
- 10 = Cilindros de caucho.

5.3.5 Sistema de transmisión de la trefiladora de masa de caramelo

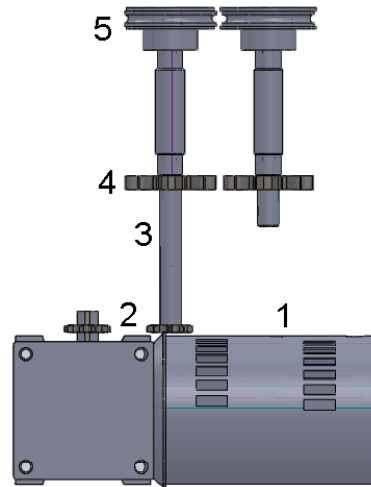


Figura 5.30 Transmisión de la trefiladora de masa de caramelo

Las partes fundamentales en el sistema de extrusión son las siguientes:

- 1 = Motor reductor
- 2 = Piñones
- 3 = Eje
- 4 = Engranaje
- 5 = Cilindros de Extrusión

5.3.5.1 Engranajes rectos

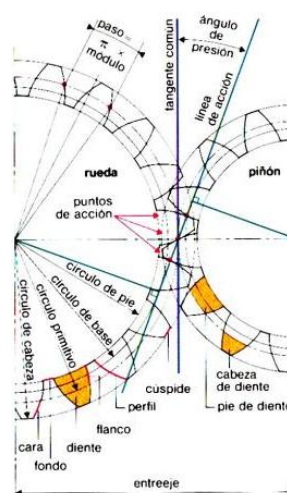


Figura 5.31 Partes de los engranajes rectos

Dimensionamiento

Asumir dientes de la motriz $Z_1=62$ dientes y diámetro primitivo de 67 mm

Escogemos Material [7]

ASSAB 705 con los siguientes datos:

$$S_y = 7000 \quad = 99570 \text{ psi} \quad (33)$$

$$S_{ut} = 9000 \quad = 128010 \text{ psi} \quad (34)$$

$$HB = 335 \text{ Brinell}$$

Diametral Pitch

$$P = \quad (35)$$

$$P =$$

$$P = 0,92 \quad = 23,37$$

Cálculo del Diámetro del conducido

Como queremos el mismo torque por ser el movimiento para los cilindros de extrusión los valores de Z y el diámetro es el mismo por lo que tenemos dos engranajes iguales.

$$Z_2 = 62$$

$$D_{p2} = 67 \text{ mm}$$

Distancia entre centros

$$I = (D_{p1} + D_{p2}) / 2 \quad (36)$$

$$I = (67 \text{ mm} + 67 \text{ mm}) / 2$$

$$I = 67 \text{ mm}$$

Cálculo de la Velocidad en la Línea de Paso

$$V = \quad (37)$$

$$V =$$

$$V = 312,22 \quad = 61,46$$

Carga de trabajo

Por lo general los dientes son fresados (común)

$$k_v = \quad (38)$$

$$k_v =$$

$$k_v = 0,95$$

Carga Transmitida

$$W_t = \quad (39)$$

$$W_t = 89,49 \text{ lbf}$$

Ancho de cara

$$(40)$$

Donde:

J = Factor de concentración de tensiones 0,34 en la tabla 13, 4 – 13,7 de Shigley

S_y = psi

n = 6 Factor de seguridad

F = 0,38 in = 9,7 mm como no encontramos en el mercado esta medida le ponemos de 15 mm el ancho = 0,59 in.

Paso Circunferencial

$$p = \quad (41)$$

$$p =$$

$$p = 3,4$$

$$3p \quad F \quad 5p$$

10,2 15 17 Se encuentra dentro de lo permitido

Resistencia a la Fatiga

$$S_e = k_a * k_b * k_c * k_d * k_e * k_f * S_e' \quad (42)$$

$K_a = 0,7$ Factor de acabado superficial tabla 11 en Shigley

$K_b = 1$ por ser $P < 12$ Factor de tamaño

$K_c = 0,868$ Coeficiente de confiabilidad con $R = 95\%$

$K_d = 1$ Factor de temperatura $T < 450$ °C

$$K_e = 1$$

$$K_f = 1,33$$

$$S_e = 0,7 * 1 * 0,868 * 1 * 1 * 1,33 * 64005 \text{ psi}$$

$$S_e = 51722,95 \text{ psi}$$

12 Factor de seguridad

$$n_g = k_o * k_m * n \quad (43)$$

$K_o = 1$ Factor de corrección por sobrecarga

$k_m = 1,3$ Factor de distribución de carga

$$n_g = \quad (44)$$

$$(45)$$

$$= 10660,79 \text{ psi}$$

$$n_g = \quad (46)$$

$$n_g = 5,3$$

$$n = \quad (47)$$

$$n =$$

$$n = 4,1 \text{ ok}$$

En el cálculo de los engranajes rectos se encuentra un buen coeficiente de seguridad por lo que vamos a utilizar con las características calculadas ya que lo normal es de 1,5 a 2.

5.3.5.2 Cilindros de extrusión

Los cilindros de extrusión no necesitan un cálculo específico ya que el caramelo ingresa en estado pastoso, lo más importante para la construcción es el diámetro de la barra de caramelo que es de 10 cm.

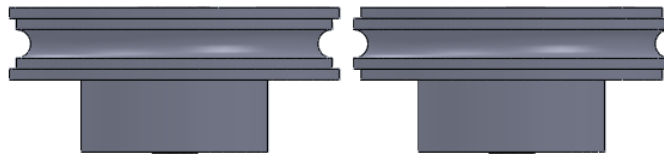


Figura 5.32 Cilindros de extrusión

5.3.6 Engranajes cónicos rectos

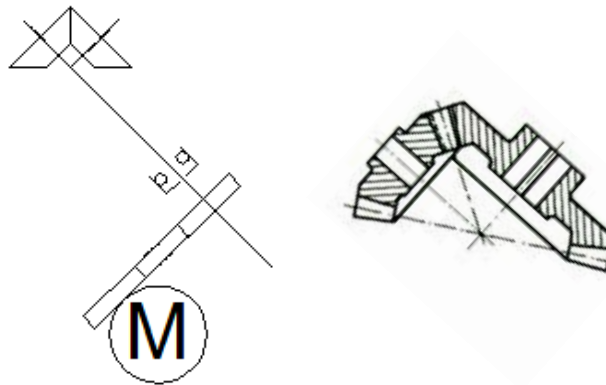


Figura 5.33 Engranajes cónicos rectos

Dimensionamiento [8]

Teniendo en cuenta una relación de transmisión 1:1 se tendrá dos ruedas dentadas iguales

Paso Diametral de 8,04

$Z = 27$

Ancho de cara $F = 1.1$ pulg

Diámetro en el extremo exterior

$$d = \quad (48)$$

$$d = 3,36 \text{ pulg} = 60 \text{ mm}$$

Diámetro medio

$$= d - F \text{ sen} \quad (49)$$

Sabiendo que en un engranaje cónico $= 45^\circ$

$$= 3,36 - F \text{ sen}$$

$$= 3,36 - 0,78$$

$$= 2,58 \text{ pulg}$$

Velocidad en Línea de Paso

$$V = \quad (50)$$

$$V =$$

$$V = 149,54$$

Factor de velocidad

$$K_v = \quad (51)$$

$$K_v =$$

$$K_v = 0,86$$

Esfuerzo a flexión

$$(52)$$

Donde:

$j = 0,21$ en shigley para el factor geométrico

$$= \text{psi}$$

Limite de Fatiga

$$S_e = k_a * k_b * k_c * k_d * k_e * k_f * S_e' \quad (53)$$

$K_a = 0,7$ Factor de acabado superficial tabla 11 en Shigley

$K_b = 1$ Factor de tamaño

$$K_c = 0,897$$

$K_d = 1$ Factor de temperatura $T = 160^\circ\text{F}$

$$K_e = 1$$

$$K_f = 1,4$$

$$S_e = 0,7 * 1 * 0,897 * 1 * 1 * 1,4 * 64005 \text{ psi}$$

$$S_e = 56264,24 \text{ psi}$$

Factor de seguridad

$$n_g = k_o * k_m * n$$

Considerando un factor de seguridad $n = 1,8$ tenemos:

$K_o = 1,5$ de la tabla 13-2 de shigley

$k_m = 1,4$ tabla 14-9 de shigley

$$= k_o * k_m * n \quad (54)$$

$$= 1,5 * 1,4 * 1,8$$

$$= 3,78$$

(55)

$$= 3,78 *$$

$$= 152,98 \text{ Wt psi}$$

$$W_t =$$

$$W_t =$$

$$W_t = 367,79 \text{ lbf}$$

Como se puede observar la carga transmitida es muy superior a la que va a tener en la máquina rodadora de masa de caramelo por lo que podemos tener unos engranajes más pequeños o de diferente material pero por efectos de tamaño y uso en la máquina y más que todo comodidad utilizaremos los calculados anteriormente considerando que el costo es bajo en el mercado.

Carga transmitida en la máquina rodadora de masa de caramelo

$$W_t = \quad (56)$$

$$W_t =$$

$$W_t = 14,71 \text{ lbf}$$

Presión o esfuerzo que debe soportar el diente de un engranaje en una transmisión.

(57)

Donde:

= presión o esfuerzo en kg

P = Potencia en CV de 0,0676CV

= velocidad lineal en m/s 0,712 m/s

$$= 7,12 \text{ kg}$$

5.3.6.1 Momento resistente de la sección rectangular

(58)

Donde

a = grosor del diente

b = Longitud del diente

$$W = 0,104$$

5.3.6.2 Momento torsor

(59)

$$M_t = 28,48 \text{ daN cm}$$

5.4 Sistema de calentamiento

En el sistema de calentamiento consideramos lo siguiente



Figura 5.34 Partes del sistema de calentamiento

- 1 = Flauta de gas y llama
- 2 = Electrodo de encendido
- 3 = Perilla de paso de gas
- 4 = Válvula de gas
- 5 = Reguladora de oxígeno

5.4.1 Instalación de la flauta de gas en la máquina rodadora de masa de caramelo

La instalación de la flauta en la máquina rodadora de masa de caramelo se selecciono luego de elegir la válvula de gas ya que esta válvula me da ciertas especificaciones en el diámetro de la entrada de gas la que viene hacer para nosotros la flauta que toma una medida de un tubo de $\frac{3}{4}$ de pulgada por un metro de longitud y para el mechero que se encuentra con el numero 2 designamos según la capacidad del transformador, teniendo varios modelos.



Figura 5.35 Flauta de gas

5.4.2 Válvula de gas



Figura 5.36 Válvula de gas

La válvula de gas puesta en la máquina rodadora de masa de caramelo se la selecciono por las facilidades y especificaciones que tiene tanto en el manejo como en el rendimiento y prestaciones que tiene en distribuir el gas [9].

5.4.2.1 Diagramas de rotación de la válvula

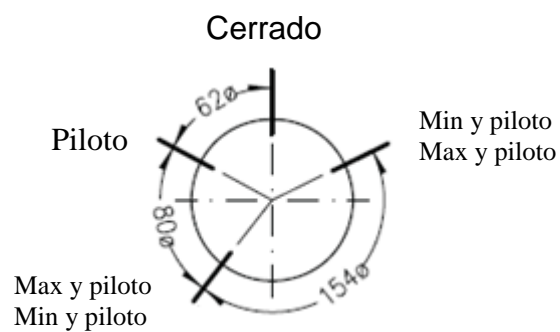


Figura 5.37 Giro de la válvula de gas

5.4.2.2 Medidas de la válvula

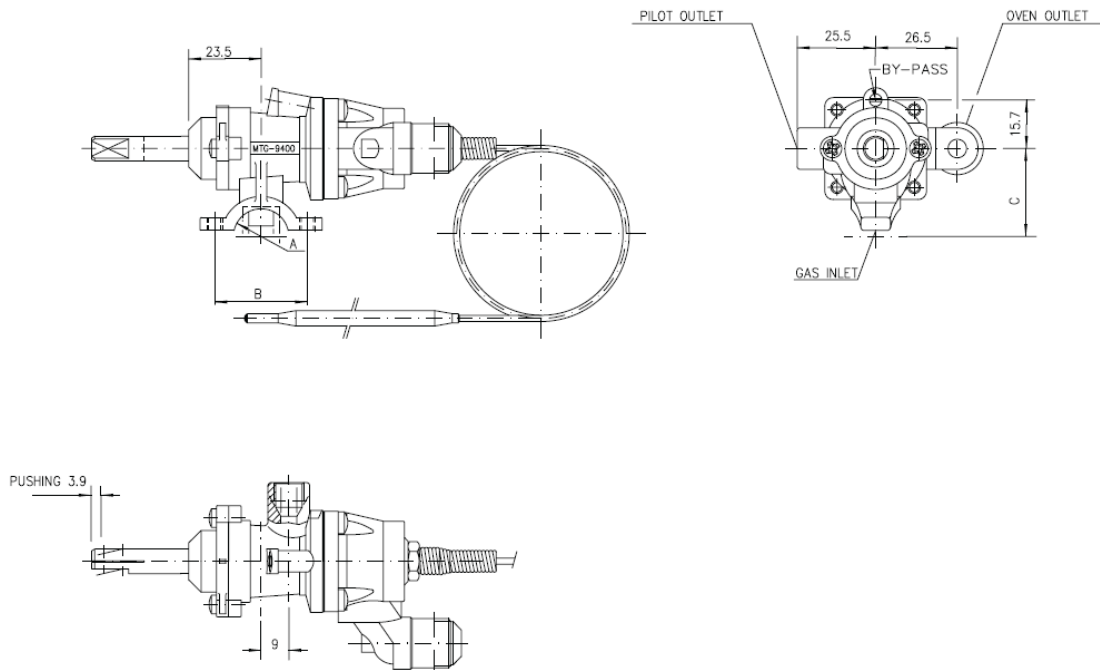


Figura 5.38 Detalle de la válvula de gas

Pilot outlet: toma de corriente del piloto

Oven outlet: toma de corriente del horno

Gas inlet: Entrada del gas

By pass: Por paso

5.4.2.3 Características de la construcción

- Cuerpo mecánico: sensor de latón
- Cono macho: obstrucción hecha de latón
- Huso: Se logra la obstrucción de latón
- Tapa: Aluminio

5.4.2.4 Características de funcionamiento

- Temperatura máxima de C
- Temperatura máxima de la bombilla de C

- El ajuste del termostato es según la conveniencia en el uso.
- El flujo máximo viene limitado por el termostato el inyector del horno.
- El flujo mínimo viene limitado por el paso del termostato considerando que el paso se regula según el gas que se utilice.
- Presión máxima del gas: 65 mbar.

5.4.2.5 Características en la conexión

Según el tipo de entrada

- Para las barras que se encuentran en un diámetro de 16 mm de diámetro y según la salida se le puede regular según las necesidades del cliente.
- Se puede utilizar en barras cuadradas
- En cuanto al uso de corriente y el uso es según las necesidades del cliente.

5.4.2.6 Características de la Instalación

El tornillo de la pestana resiste un torque máximo de:

- 2 Tornillos : 3 N m
- 1 Tornillo : 2 N m
- Máximo torque para la toma de corriente encaja en 8 N m en la oscuridad y de 15 N m señalando a la luz.
- Para tuberías dobladas un diámetro mínimo de 15 mm en la cañería.

5.4.3 Transformador

Además esta válvula me permitió seleccionar un transformador que me sirvió para dar la chispa que encenderá al gas y de esta manera se convierta en llama.



Figura 39 Transformador

Este transformador lo pusimos en la parte de atrás de la máquina para que no moleste en el momento de realizar el caramelo y el chispero en el segundo hueco de la flauta el mismo que se enciende y se apaga automáticamente.

5.4.4 Perilla reguladora de gas

El control de la válvula es similar a las perillas de cocina como lo pueden observar a continuación.

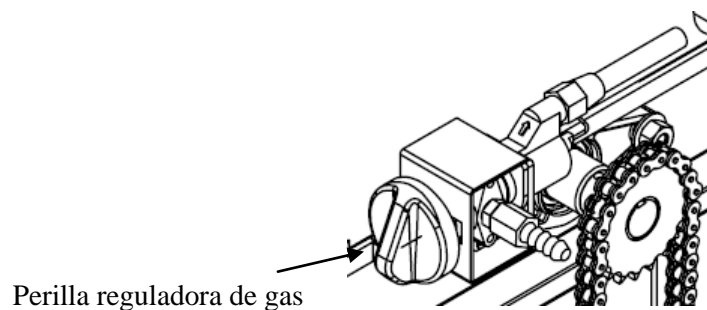


Figura 5.40 Perilla de encendido

5.4.5 Manguera que une la válvula de gas con la reguladora y controlador de temperatura.

Como pueden observar la manguera utilizada en la conexión de gas de la máquina rodadora de masa de caramelo es la de uso común tanto en la conexión de la válvula a la entrada de la flauta como del cilindro de gas a la válvula.

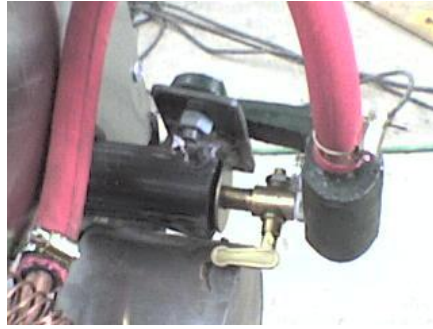


Figura 5.41 Manguera de gas

5.4.6 Regulador de oxígeno y entrada del gas

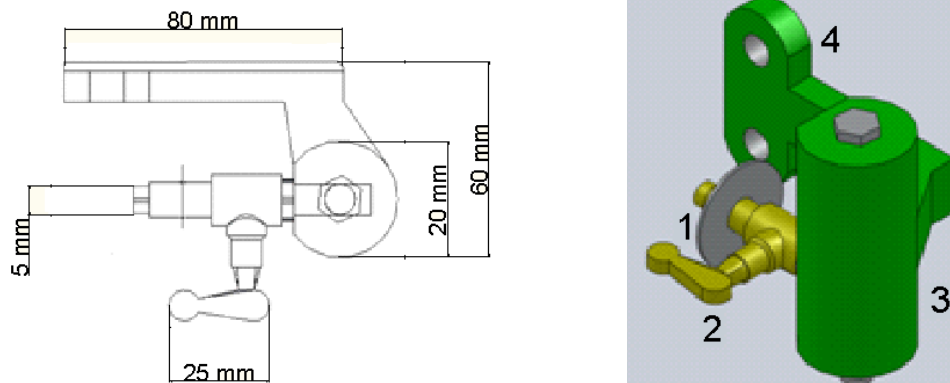


Figura 5.42 Reguladora de oxígeno

La reguladora de oxígeno es de una dimensión de 6 cm por 10 cm a manera general como ya vienen seleccionada.

Dentro de la reguladora de oxígeno viene:

1 = Reguladora de oxígeno a la flauta

2= llave de abertura o cierre de la entrada de gas por medio de la boquilla

3 = Recolector de Gas

4 = Aseguradora de la reguladora de oxígeno

Con todo lo que tiene me asegura una llama limpia y nosotros podemos regular el paso del oxígeno abierto o cerrando la reguladora de oxígeno cabe mencionar que para la selección lo hicimos

dependiendo de la flauta ya seleccionada que nos dio la reguladora de oxígeno de $\frac{3}{4}$ y con eso lo demás viene ya tabulado.

5.4.7 Cubierta acumuladora de calor de la máquina rodadora de masa de caramelo.

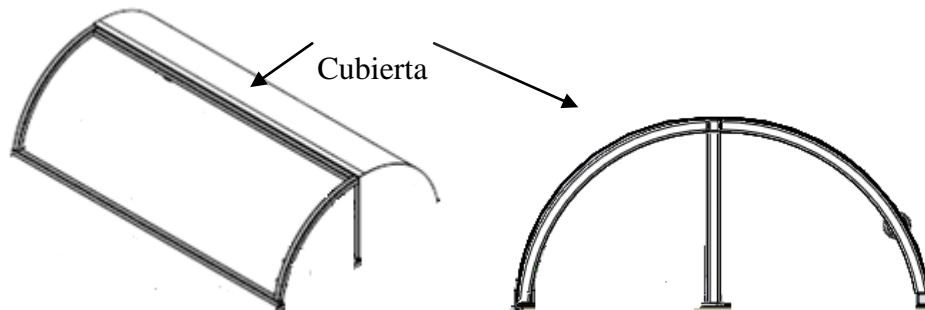


Figura 5.43 Cubierta de gas

Para la cubierta nuestra idea es hacerla en forma circular por cuestiones de estética y para poder guardar de la mejor manera posible las dimensiones que necesite saldrán luego de su respectivo cálculo pero de manera inicial ponemos un tubo cuadrado de 20x20x2 para cubrirlo con plancha de acero inoxidable de 0.7 mm [10].

5.4.7.1 DISEÑO DEL ACUMULADOR DE CALOR.

5.4.7.2 Cálculo del calor necesario para mantener estable la masa de caramelo.

- Masa del caramelo $m = 60 \text{ lb} = 27.273 \text{ kg}$
- Temperatura inicial de la masa de caramelo °C
- Temperatura que debe alcanzar la masa de caramelo °C

5.4.7.3 Cálculo del calor sensible o específico.

(61)

°C (62)

5.4.7.4 Cálculo del calor latente.

Como no vamos hacer cambio de fase solo elevar a una temperatura que me permita la maleabilidad de la masa el calor latente no existe.

5.4.7.5 Calor total.

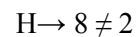
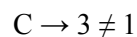
(63)

5.4.7.6 Calor entregado por el combustible.

El combustible empleado es el gas licuado de petróleo (GLP), que contiene un 90 % de propano y un 10 % de butano, pero para el cálculo consideramos al propano, cuya fórmula es C_3H_8 .

Balanceo de la ecuación para una combustión teórica:

(64)

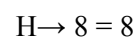
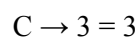


$O \rightarrow 2 \neq 3$, balanceando la ecuación tenemos:

(65)

Balanceo de la ecuación para una combustión con exceso de aire:

Exceso de aire de un 5%.



O → 10 ≠ 11, balanceando la ecuación tenemos:

(66)

(67)

Donde:

n = número de moles.

h = entalpia de formación.

A temperatura ambiente 298 °K

Cálculo de la entalpia de los productos a una temperatura de 1225 °K asumido:

(68)

(69)

5.4.7.7 Cálculo de la masa de combustible.

(70)

Donde:

M = masa molar del combustible.

M =

5.4.7.8 Cálculo de la masa de gas.

La relación aire combustible es:

(71)

Cálculo del aire necesario para quemar 0.30 Kg de combustible.

Donde:

5.4.7.9 Cálculo del calor específico.

Numero de moles.

Moles

(72)

5.4.7.10 Cálculo del LMTD.

Calor ganado por la masa de caramelo es igual al calor perdido por los gases de combustión.

(73)

(74)

5.4.7.11 Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor (U).

(75)

Asumimos un medio cilindro de acero inoxidable de 0.7 mm de espesor.

Datos del cilindro:

Longitud del medio cilindro de acero inoxidable es de 104 cm asumido.

5.4.7.12 Cálculo del área total aproximada de transferencia de calor.

(76)

Se considera un $F = 1$ por ser un evaporador.

(77)

(78)

$$= 0.206 \text{ m}$$

El radio de transferencia de calor es de 20.6 cm

5.4.8 Modelación en programas CAD - CAM.

Gracias a los avances tecnológicos hoy en día contamos con paquetes computacionales que nos sirve para el diseño de maquinaria de una manera virtual y muy pegada a la realidad lo que nos sirvió para la máquina rodadora de masa de caramelo.

Usando el paquete SOLID WORKS 2009 se pudieron realizar los siguientes puntos:

- Selección de elementos que se encuentran ya estandarizados en la galería del programa como es el caso de pernos, tuercas, arandelas, binchas, rodamientos, etc.
- Se pudo especificar soldaduras y taladrados en la máquina rodadora de masa de caramelo.
- Dimensionamiento y modelación en tres dimensiones de cada parte de la máquina.
- Se logro un ensamblaje virtual de todos los sistemas de la máquina.

- Cálculo de las propiedades físicas y mecánicas que fueron de gran utilidad para el análisis estático y dinámico de las partes correspondientes de la máquina rodadora de masas de caramelo.
- Además de una gran ayuda para los planos y especificaciones de cada pieza como son medidas y cortes según la necesidad.

Cabe mencionar que en el programa computacional SOLID WORKS se puede apreciar cómo queda la máquina en la realidad y un cálculo de pesos, velocidades y aceleraciones de los movimientos que tienen los sistemas de la máquina.

El programa me permitió realizar algunas modelaciones que vamos a mostrar en las figuras siguientes.

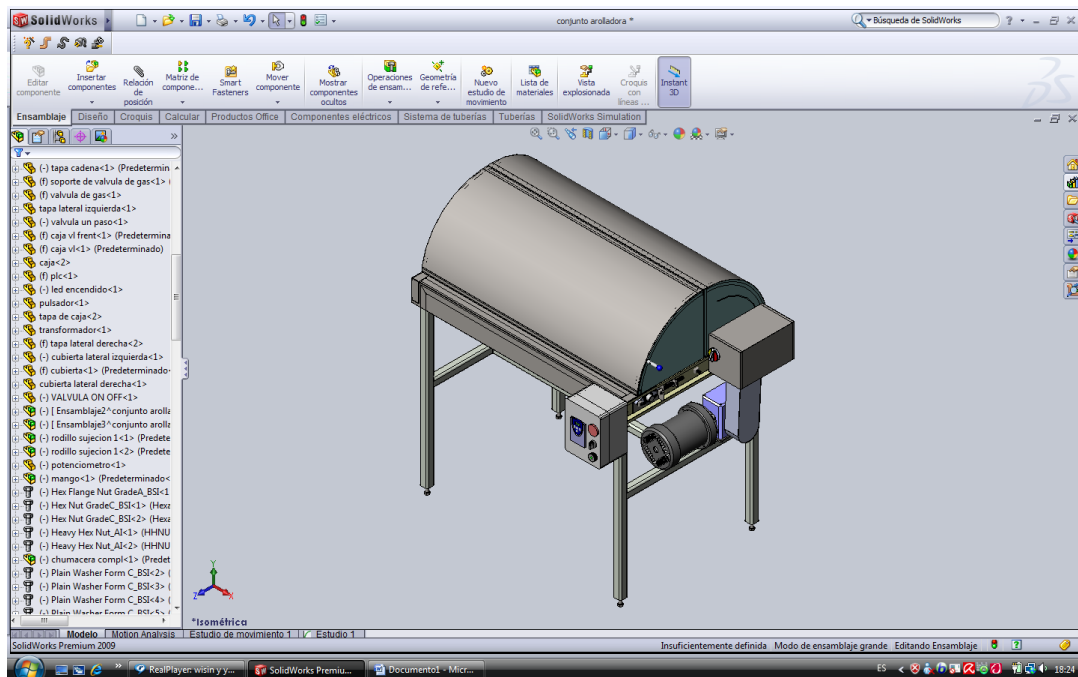


Figura 5.44 Modelación de la máquina rodadora de masa de caramelo

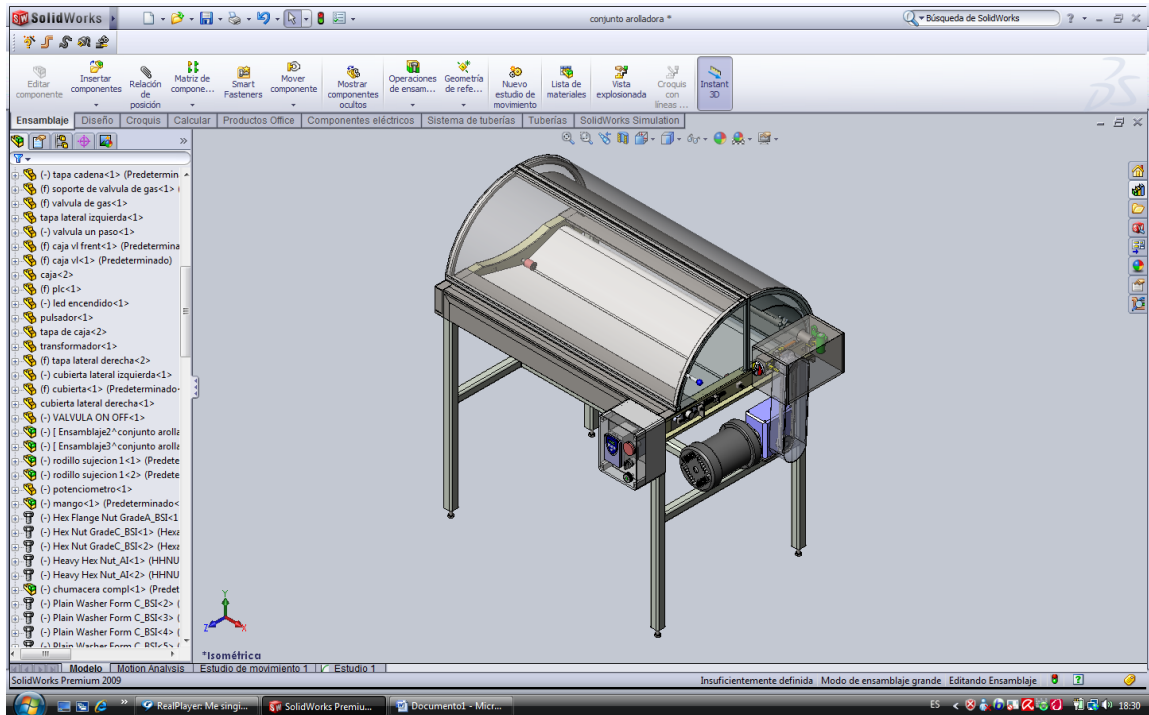


Figura 5.45 Modelación y ensamblaje total

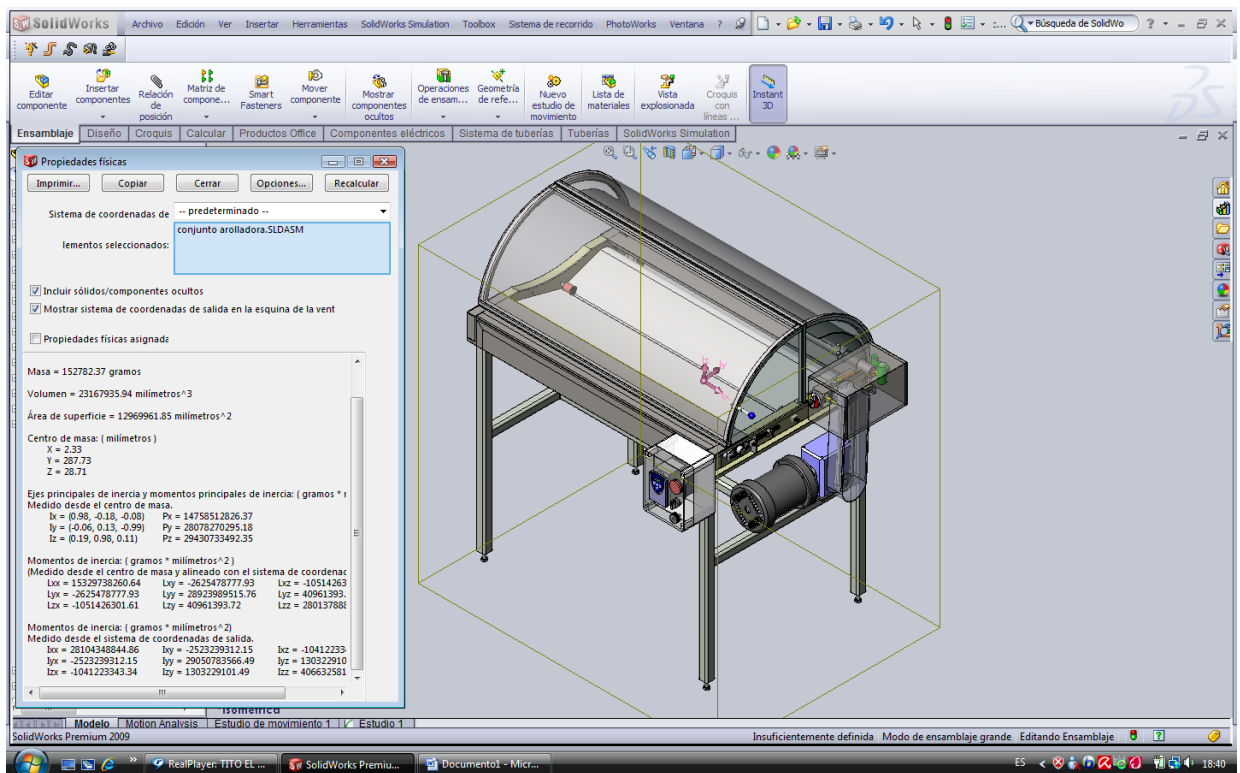


Figura 5.46 Determinación de las propiedades físicas

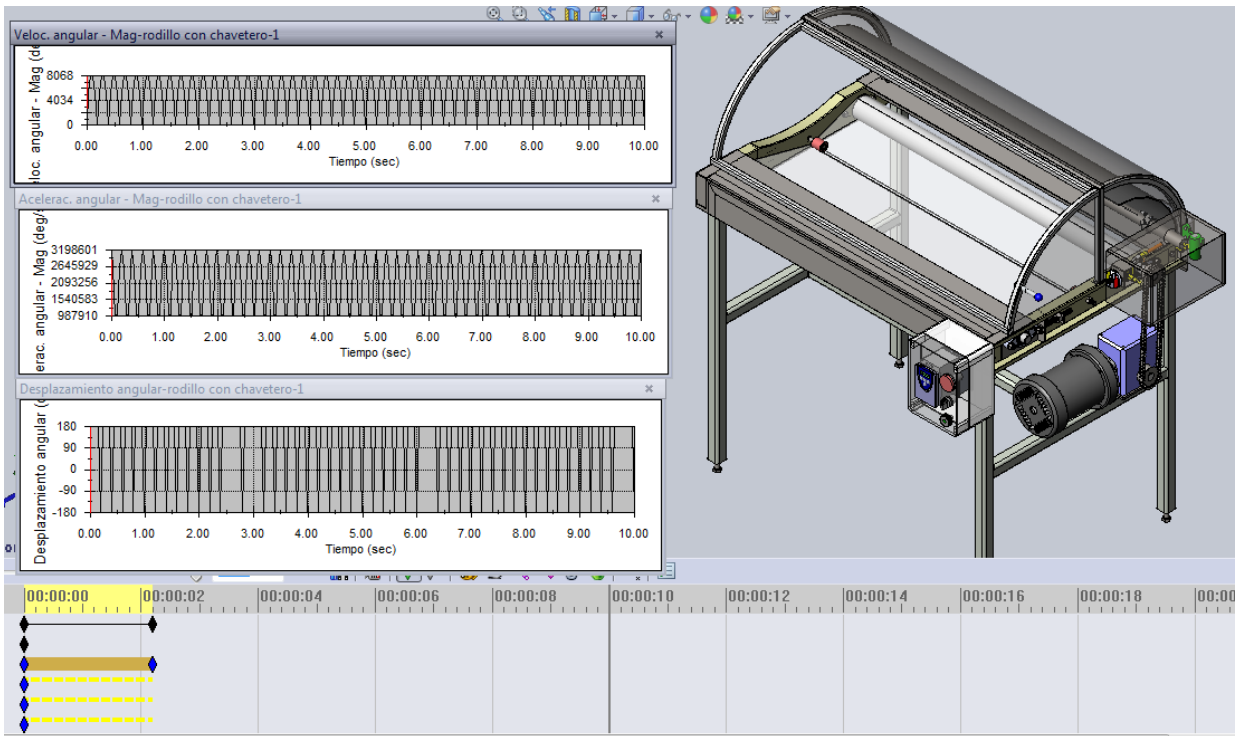


Figura 5.47 Velocidad, aceleración y desplazamiento angular.

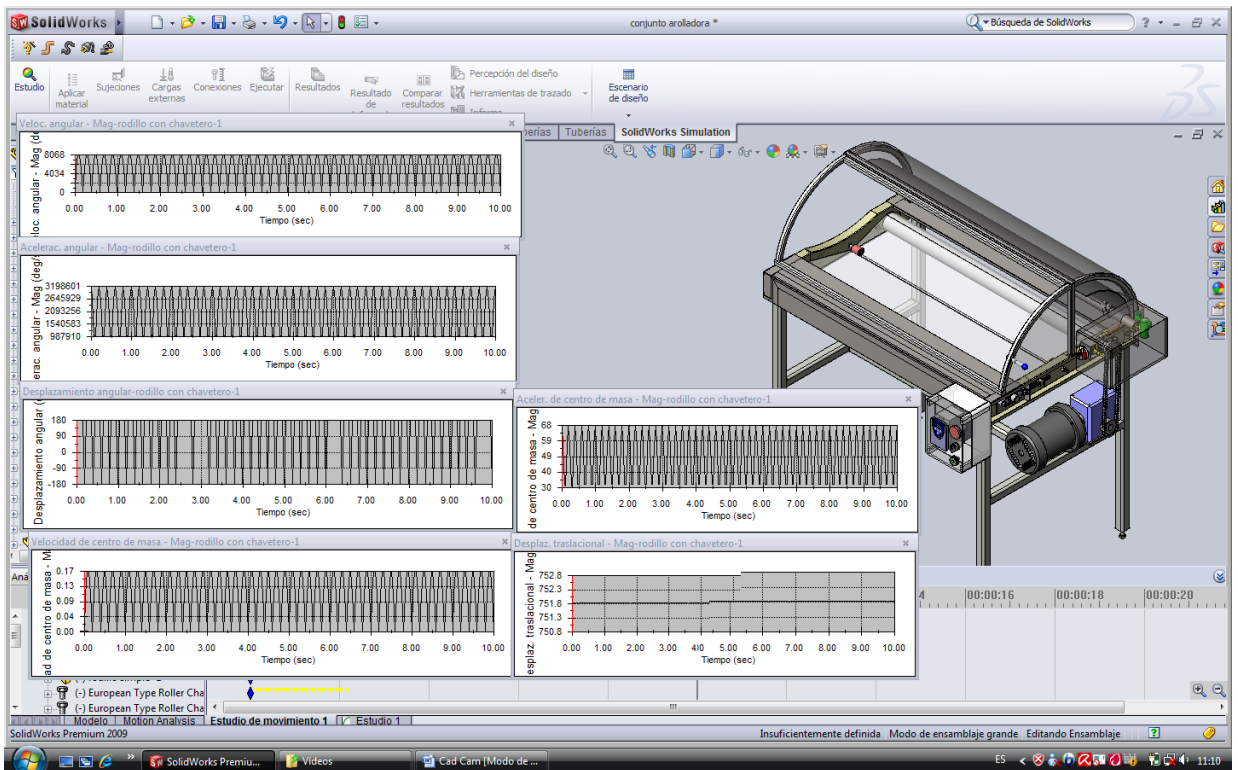


Figura 5.48 Aceleraciones y velocidades

5.5 Sistema eléctrico o de potencia

Dentro del sistema eléctrico o de potencia usamos los siguientes materiales:

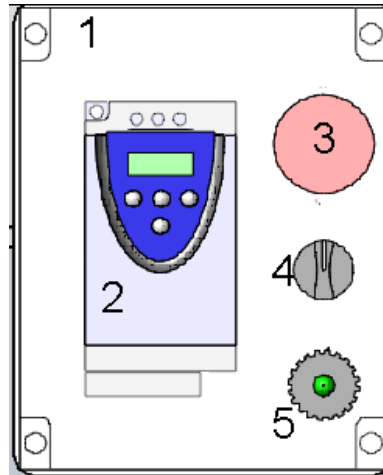


Figura 5.49 Caja de control

1 = Caja de Plástico para ubicar los elementos de control de la máquina rodadora y trefiladora de masa de caramelo cabe mencionar que en las dos máquinas es la misma caja.

2 = Regulador de frecuencia

3 = Leed o foco indicador que existe corriente para el control.

4 = Pulsador de encendido.

5 = Perilla Reguladora de velocidad.

5.5.1 Regulador de frecuencia

- Un regulador de frecuencia es un Mecanismo eléctrico que sirve para ordenar o normalizar el movimiento o los efectos de una máquina o de alguno de los órganos o piezas conectados a la misma.
- Un regulador de frecuencia el mismo que viene a convertirse el controlador de toda la máquina rodadora de masa de caramelo por que a este regulador va conectado el motor reductor el encendido, el indicador de corriente y un regulador del movimiento del motor que me permite controlar el giro del motor.

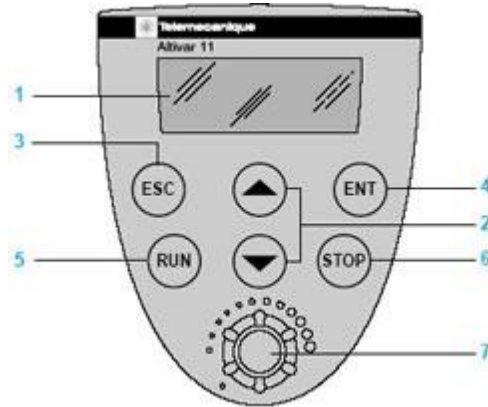


Figura 5.50 Partes del control del regulador de frecuencia

- 1 La visualización se realiza en forma de códigos o de valores con reglas de Visualización a través de 3 visualizadores de "7 segmentos".
- 2 Teclas de desplazamiento en los menús o de modificación de los valores.
- 3 "ESC": pulsador para salir de los menús (sin acción de validación).
- 4 "ENT": pulsador de validación para entrar en un menú o validar el nuevo valor elegido.
- b Únicamente en la gama A:
- 5 "RUN": Control local de marcha del motor.
- 6 "STOP": Control local de parada del motor.
- 7 Potenciómetro de consigna de velocidad.

Cabe mencionar que el regulador que utilizamos para la máquina rodadora de masa de caramelo es la más sencilla y más económica por lo que no cuenta con run y stop para compensar esta deficiencia utilizamos un regulador de giro [11].

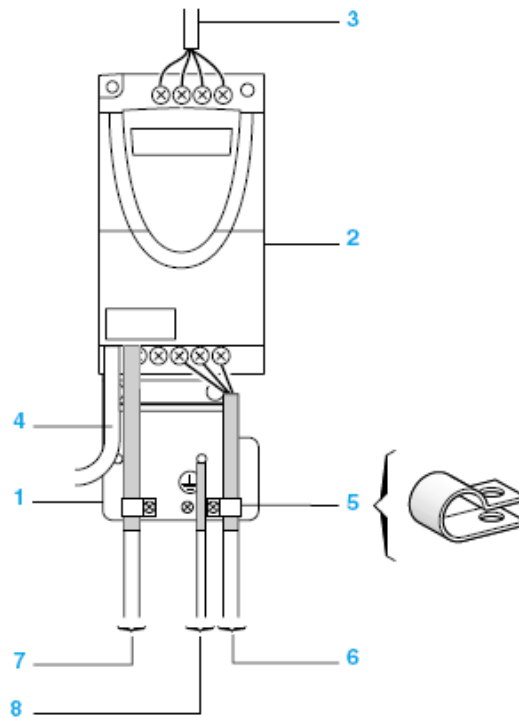


Figura 5.51 Esquema del regulador de frecuencia

1 Brida VW3 A11831 para montar en el variador.

2 Activar 11

3 Cable de alimentación no apantallado.

4 Cable sin apantallar para la salida de los contactos del relé de fallo.

5 Fijación y conexión a tierra de las pantallas de los cables 6 y 7 lo más cerca posible del variador:

- Pelar los cables apantallados,
- Fijar la malla del cable a la chapa, sujetando con collarines de tamaño apropiado
- Los segmentos pelados.- para establecer un buen contacto, la malla del cable debe estar bastante apretada contra la chapa. Tipo de collarines: metálicos inoxidables.

6 Cable apantallado (1) para conectar el motor.

7 Cable apantallado (1) para conectar el control. En las aplicaciones que requieran gran número de conductores, los cables deberán ser de sección pequeña. (0,5 mm²).

8 Cable PE.

(1) La malla de los cables (6, 7 y 8) debe conectarse a la masa en los dos extremos.

Dicha malla debe ser continua y, en caso de que existan borneros intermedios, deberán estar en una caja metálica blindada CEM.

5.5.2 Cajas para materiales eléctricos

Existen cajas metálicas y de plástico como nuestro uso era externo y no se encuentra expuesto al calor seleccionamos la caja de plástico de esta manera se podría ver la conexión. Para colocar el indicador de corriente el encendido y el regulador de giro del motor realizamos los huecos según como se vea conveniente o viendo la estética de la caja para que quede presentable.



Figura 5.52 Caja de plástico

5.5.3 Indicador de corriente y pulsador

Indicador de corriente que no es más que un foco o leed y el encendido que es un pulsador de conexión a circuitos y es como una perilla que tiene un on de encendido y off de apagado.

Y siguiendo la norma EN 60204-1 establece un código de colores para los visualizadores y los pilotes por ejemplo.

Piloto rojo : Emergencia es una condición peligrosa que requiere una acción inmediata como por ejemplo una presión fuera de los límites, sobre recorridos o alguna rotura dentro de una máquina.

Piloto Amarillo: Anormal es la que da precaución y puede llevar a una situación peligrosa y por lo general es cuando se activa un dispositivo de protección.

Piloto Blanco: Neutro nos da la información general como la presencia de tensiones.

Pulsador Rojo: Solo se pulsa en caso de emergencia

Pulsador Amarillo: Se lo pulsa en caso de condiciones anormales o para verificar si el sistema está yendo bien o se encuentra interrumpido.

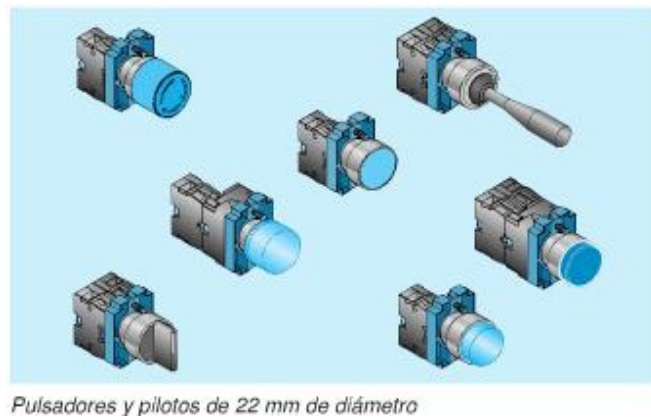


Figura 5.53 Pulsadores y pilotos

Las partes de un pulsador son las siguientes:

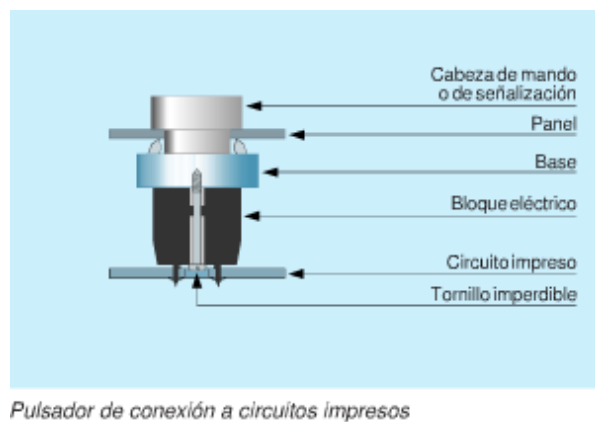


Figura 5.54 Partes de un pulsador

Cabeza de mando o de señalización: Es la que movemos para poner en marcha el sistema de transmisión.

Panel y base: las dos en conjunto me permiten dar estabilidad o agarre en el lugar que se le coloque en este caso la caja de control.

Bloque eléctrico y circuito eléctrico: Me da la señal además que se encuentra los cables de conexión que van sujetos al regulador de frecuencia.

Tornillo imperdible: Me da mayor estabilidad o agarre a la caja de control.

5.5.4 Perilla reguladora de velocidad

La perilla reguladora de velocidad no es más que una perilla que me permite controlar la velocidad a la que girará el motor.

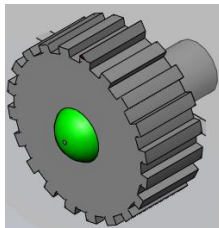


Figura 5.55 Perilla regulador de velocidad

CAPÍTULO VI

6. SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN Y DE CONTROL

6.1 Sistema eléctrico y electrónico de la máquina

Para el control de la máquina rodadora de masa de caramelo tuvimos que analizar varias alternativas que posteriormente se indicaran hasta encontrar la mejor alternativa tanto por los servicios que presten tomando en cuenta que no necesitamos tanta complejidad en el sistema eléctrico de la máquina para lo cual debemos tener en cuenta las características de la corriente que vienen dadas en la tabla siguiente.

TABLA X Características de corriente eléctrica

| | |
|-----------------------|---|
| Tipo de Corriente | Corriente Alterna 60 Hz 3 fases + Neutro |
| Voltaje fase - fase | 220 V |
| Voltaje fase – Neutro | 127 V |

Luego de ver los parámetros de la corriente que tenemos debemos analizar los elementos que vamos a utilizar y encontrar reguladores para los elementos que necesiten baja electricidad.

6.2 Alternativas de automatización

Dentro de las alternativas para la automatización de la máquina rodadora de masa de caramelo tenemos los micro controlador, plc y por ultimo encontramos la utilización de reguladores de frecuencia

6.2.1 Micro controlador

Un micro controlador es de hecho una computadora completa situada en un único chip, que contiene todos los elementos del microprocesador básico además de otras funciones especializadas.

Un micro controlador que llega de fabrica no realiza ninguna función por que le falta la parte de la programación que el usuario le da, para esto hay que considerar el modelo y las utilidades que se necesite logrando de esta manera desde una programación básica de ceros y unos hasta una compleja programación que es utilizada en robótica o para el control de varios sistemas como es el caso de

puertas eléctricas en los carros los sistemas ABS y EPS, controles en maquinarias, termómetros digitales y en un sinnúmero de utilidades.

Lo que le hace atractivo para su uso a los micro controladores es el bajo costo que tiene comparado con otros sistemas de control, su tamaño que es accesible en lugares pequeños y las diferentes marcas y prestaciones que tiene [12].

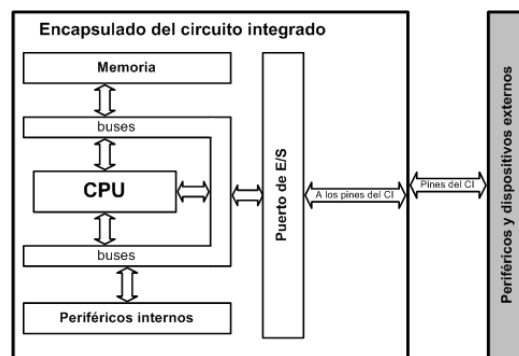


Figura 6.1 Estructura básica de un micro controlador

En esta figura, vemos al micro controlador metido dentro de un encapsulado de circuito integrado, con su procesador (CPU), buses, memoria, periféricos y puertos de entrada salida. Fuera del encapsulado se ubican otros circuitos para completar periféricos internos y dispositivos que pueden conectarse a los pines de entrada/salida. También se conectarán a los pines del encapsulado la alimentación, masa, circuito de completamiento del oscilador y otros circuitos necesarios para que el micro controlador pueda trabajar.

Un micro controlador consta de las siguientes partes:

- Procesador o UCP (Unidad Central de procesos).
- Memoria RAM para contener los datos.
- Memoria para el programa tipo EPROM / ROM / PROM.
- Línea de entrada y salida para comunicar con el exterior.

- Dentro de las funciones especializadas tenemos diversos módulos para de control de periféricos (Puertas serie y paralelo, CAD: Conversores Analógico/Digital CDA, Conversores digital/analógico, temporizadores, etc.).
- Generado de impulsos de reloj que sincronizan el funcionamiento de todo el sistema.

Los micros controladores se emplean en videojuegos, reproductores de vídeo, automóviles y otras máquinas por lo que tiene mayor control sobre determinados programas y da mayor rapidez y mejor manejo gracias a su sencillez y debido a su tamaño me permite que no ocupe mucho espacio y sea más fácil su cambio.

Dentro de las familias de micro controladores tenemos ATMEL, AVR, MICROCHIP, FREESCALE, INTEL dentro de los más importantes y más comunes en el mercado cabe mencionar que dentro de estos micro controladores algunos vienen con una función específica y otros para programarle según las necesidades del usuario dentro de los programas que tenemos para los micro controladores esta el BASCOM para la familia ATMEL.

6.2.2 PLC

PLC se le denomina en ingles porque son las siglas de Programable Logic Controler que traducido significa “Controlador Lógico Programable” es un equipo electrónico programable capaz de controlar procesos secuenciales en tiempo real su estructura la detallamos a continuación:

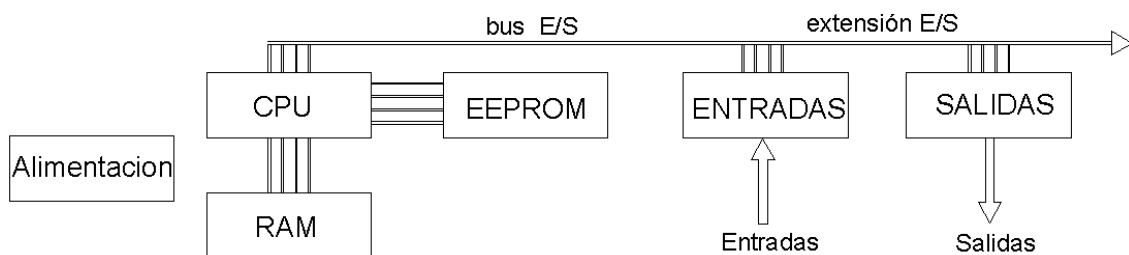


Figura 6.2 Estructura del PLC

Microprocesador, circuito electrónico que actúa como unidad central de proceso de un ordenador, proporcionando el control de las operaciones de cálculo. Los microprocesadores también se utilizan en otros sistemas informáticos avanzados, como impresoras, automóviles o aviones.

Las utilidades anteriores se pueden realizar gracias a que el PLC ocupa un espacio reducido, el proceso programado puede ser cambiado, tiene procesos secuenciales considerando instalaciones amplias y por último tenemos su bajo costo tanto en mano de obra como en instalación.

Dentro de las funciones principales que tiene un PLC podemos citar las siguientes:

- Detección: Es la lectura de la señal por medio de los captadores distribuidos por el sistema base de fabricación.
- Mando: Se encarga de elaborar y enviar las órdenes al sistema mediante los accionadores y preaccionadores.
- Dialogo hombre máquina: Mantiene un dialogo con los operarios de producción obedeciendo su programación y dando un reporte del estado del proceso.
- Programación: Es la función importante del PLC que me permite introducir, elaborar y cambiar los programas puestos en el autómata, considerando que el dialogo de programación me debe permitir cambiar incluso cuando se encuentre en marcha la máquina controlada.

Los lenguajes de programación más usados para un PLC son:

- Diagramas Lógicos
- Listado de instrucciones (mnemónico)
- Escalera (ladder)
- Lenguajes de alto nivel (grafcet)

6.2.3 Regulador de frecuencia

Frecuencia, término empleado en física para indicar el número de veces que se repite en un segundo cualquier fenómeno periódico. La frecuencia es muy importante en muchas áreas de la física, como la mecánica o el estudio de las ondas de sonido.

Para mejor entendimiento tenemos la tabla para seleccionar el regulador de frecuencia según la corriente que necesitamos.

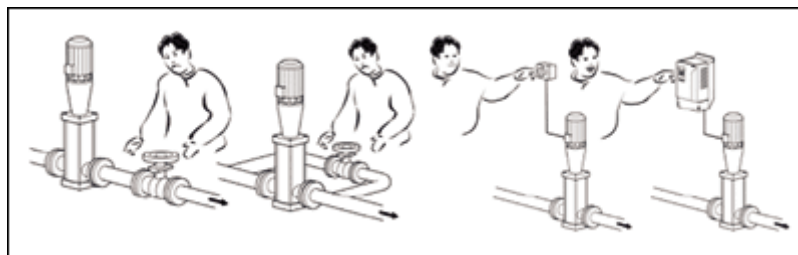
| Variadores con disipador (gama de frecuencias de 0 a 200 Hz) | | | | | | |
|--|--|---------------------------|----------------------------|-----------------------------------|----------------------|-------|
| Motor | Red (1) | Altivar 11 | | | | |
| Potencia indicada sobre la placa | Corr. de línea max. para lcc presunta 1 kA | Corr. de salida perm. (2) | Corr. transitoria max. (3) | Potencia disipada a carga nominal | Referencia (4) | Peso |
| kW | A | A | A | W | | kg |
| Tensión de alimentación monofásica : 200...240 V 50/60 Hz | | | | | | |
| 0,18 | 2,9 | 1,1 | 1,6 | 12 | ATV 11HU05M2E | 0,900 |
| 0,37 | 5,3 | 2,1 | 3,1 | 20,5 | ATV 11HU09M2E | 1,000 |
| 0,55 | 6,3 | 3 | 4,5 | 29 | ATV 11HU12M2E | 1,100 |
| 0,75 | 8,6 | 3,6 | 5,4 | 37 | ATV 11HU18M2E | 1,100 |
| 1,5 | 14,8 | 6,8 | 10,2 | 72 | ATV 11HU29M2E (5) | 1,800 |
| 2,2 | 20,8 | 9,6 | 14,4 | 96 | ATV 11HU41M2E (5) | 1,800 |

Figura 6.3 Variadores con disipador frecuencia de 0 a 200 Hz

6.3 Selección del control

Luego de haber analizado las diferentes propuestas de control escogemos al regulador de frecuencia por su bajo costo en comparación a un plc y por su tecnología más avanzada que un micro controlador además que necesitamos para manejar los motores el encendido y conexiones es más que suficiente.

Una vez escogido procedemos analizar su funcionamiento como lo ponemos a continuación:



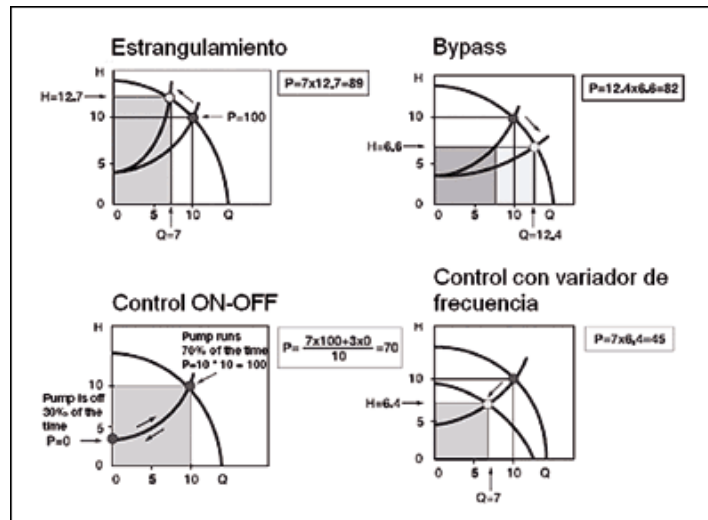


Figura 6.4 Funcionamiento del regulador de frecuencia

Dentro del regulador de frecuencia tenemos unos comandos que nos da gran ayuda en el momento de la conexión al regulador.

- Maneras de conectar un motor

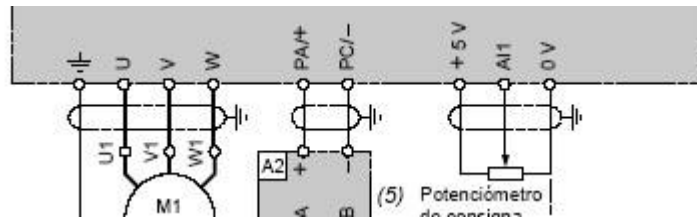


Figura 6.5 Formas de conectar un motor

6.4 Diseño circuitos electrónicos

Antes de empezar a dar la descripción del circuito debemos dar a conocer ciertos parámetros que son de mucha utilidad en el entendimiento de los reguladores de frecuencia utilizados, la información que va desde el usuario hasta la máquina nos damos cuenta que cumple con un ciclo por ejemplo el usuario o la persona encargada de usar la máquina tiene que dar una señal para que empiece a funcionar con los parámetros ya dados entonces llega a funcionar el regulador dando la orden al sistema y este a su vez cumple las funciones encomendadas hasta que una persona apague o desconecte la máquina

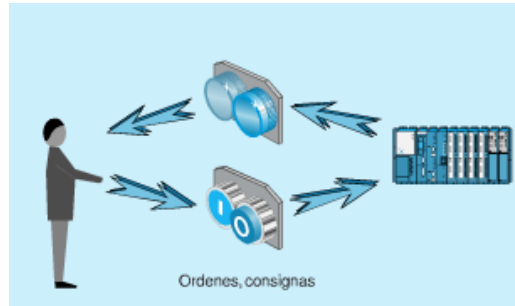


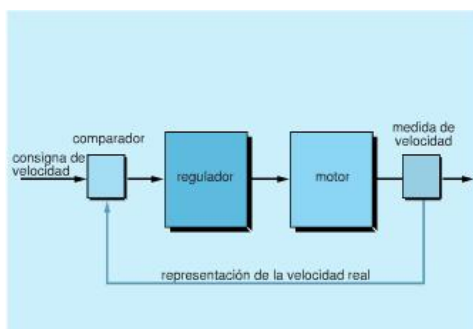
Figura 6.6 Circulación de la información

Un regulador de velocidad es un variador con seguimiento de velocidad que dispone de un sistema de control con amplificación de potencia y bucle de retorno al mismo que se le denomina sistema en lazo cerrado.

La velocidad del motor queda determinada por una consigna cuyo valor se compara permanentemente a una señal de retorno que representa la velocidad generalmente la señal precede de un generador tacométrico o de un generador de impulsos montado en el extremo del eje.

Por otra parte los variadores especialmente los reguladores y convertidores de frecuencia suelen incluir protección contra:

- Cortocircuito entre fases y entre fase y tierra.
- Sobretensiones y caídas de tensión.
- Desequilibrio de fases.
- Sobrecargas.

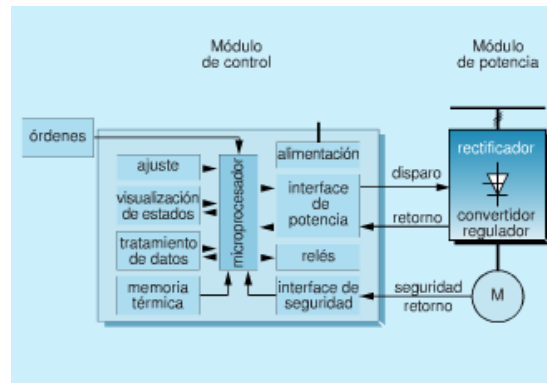


Principio de la regulación de velocidad



Cadena de embotellado controlada con variadores de velocidad Altivar

Figura 6.7 Sistema de lazo cerrado



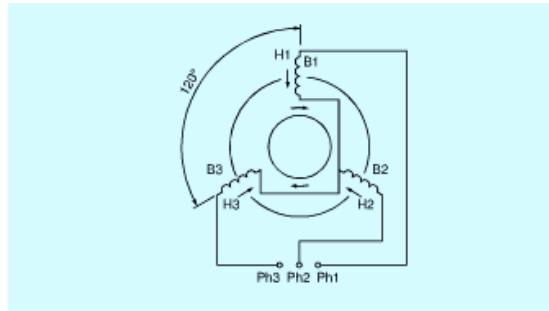
Estructura general de un variador de velocidad

Figura 6.8 Estructura general de un variador de velocidad

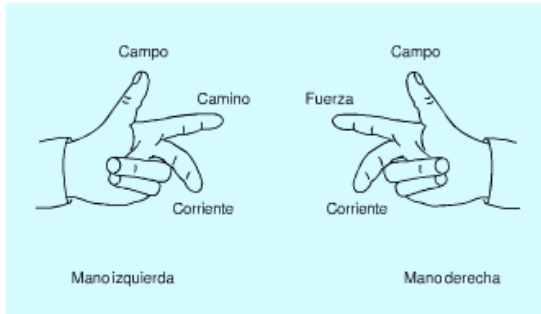
| Dispositivos de protección | Protección contra las sobrecargas | | Protección contra los cortocircuitos | Protección del personal, aislamiento | Protección contra el funcionamiento monofásico | Protección de motores de gran inercia |
|--|-----------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|
| | Línea | Receptor | | | | |
| Fusibles gG | Sí | No | Sí | Sí | No | No |
| Fusibles aM | No | Sí | Sí | Sí | No | No |
| Seccionadores* | No | No | No | Sí | No | No |
| Seccionadores portafusibles gG* | Sí | No | Sí | Sí | Sí ** | No |
| Seccionadores portafusibles aM* | No | Sí | Sí | Sí | Sí ** | No |
| Interruptores-seccionadores | No | No | No | Sí | No | No |
| Disyuntores magnetotérmicos GB2 | Sí | No | Sí | Sí | No | No |
| Relés térmicos | Sí | Sí protección indirecta | No | No | Sí | No salvo TC saturables |
| Dispositivos de sondas | No | Sí protección directa | No | No | Sí | Sí |
| Relés magnéticos RMI | Sí *** fuertes sobrecargas | Sí *** fuertes sobrecargas | Sí *** | No | No | No |
| Disyuntores-motores | Sí | Sí protección indirecta | Sí | Sí en determinadas condiciones | Sí magneto-térmicos | No |

Figura 6.9 Protección de los elementos eléctricos

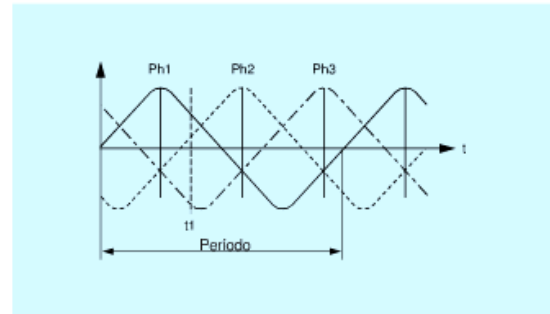
El comportamiento de los motores tanto en corriente, campo y fuerza o camino viene dada por la regla de los tres dedos y de esta manera sabemos hacia donde se dirige la energía además que si tenemos una red trifásica que al final de la red se llama periodo que no es más que un ciclo cumplido la gráfica es la que presentamos a continuación.



Principio de un motor asíncrono trifásico

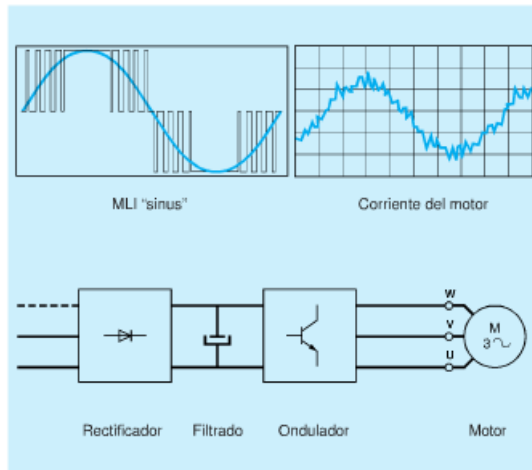


Reglas de los tres dedos

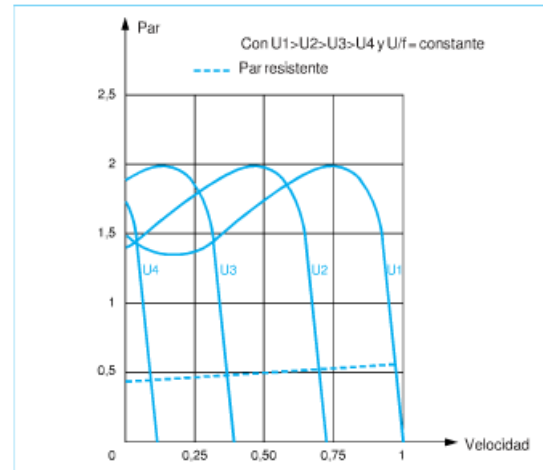


Red trifásica alterna

Figura 6.10 Principios de un motor



Esquema de base de un convertidor de frecuencia



Curva de par/velocidad del arranque con convertidor de frecuencia

Figura 6.11 Esquema y curvas de un convertidor de frecuencia

Circuitos de Potencia

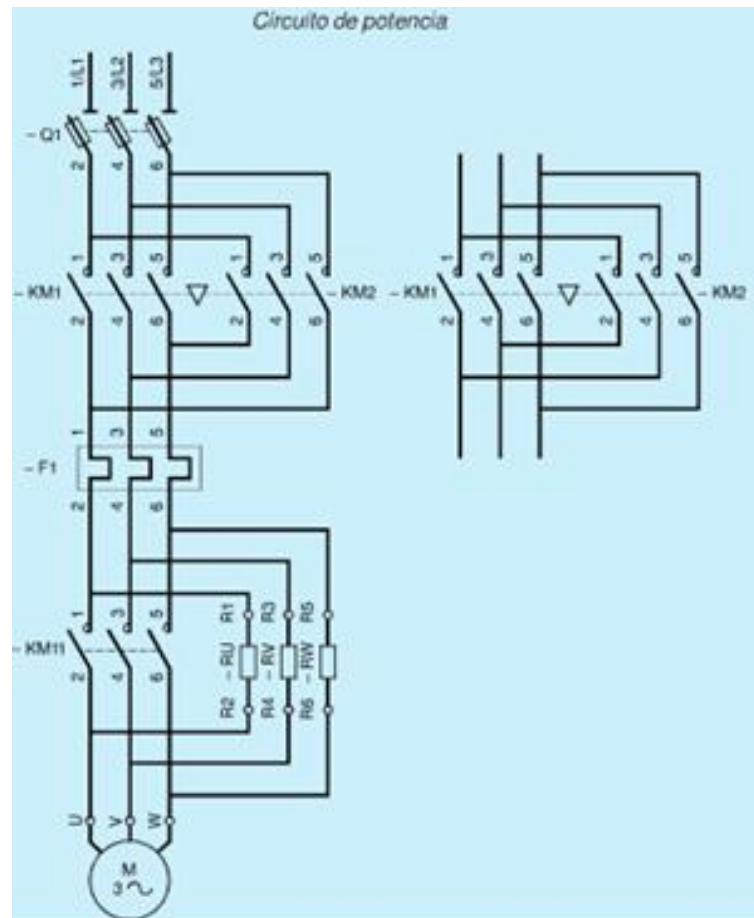


Figura 6.12 Circuito de potencia

Como podemos observar en el circuito de potencia el diagrama viene dado por primera instancia con un seccionador con fusibles incorporados esto me permite conectar y desconectar circuitos es por eso que observamos en of al inicio, después observamos un contactor donde esta KM que es un interruptor accionado por medio de un electroimán y que puede ser accionado desde uno o varios puntos externos el mismo que puede conectar y desconectar circuitos en carga.

Seguimos bajando por el circuito y nos encontramos en una parte donde está la f que significa un Relé térmico que es un elemento de protección que unido al contactor constituye el guarda motor además que protege al circuito contra corrientes de sobrecarga, alrededor del 20% en más.

Y por ultimo llegamos a un contactor y a un grupo de resistencias que nos sirve para variar el numero de revoluciones que va a dar el motor o si no entra en función el contactor y me da el máximo giro por que no tiene un impedimento con las resistencias teniendo un paso de voltaje y corriente directa [13].

Circuitos de mando

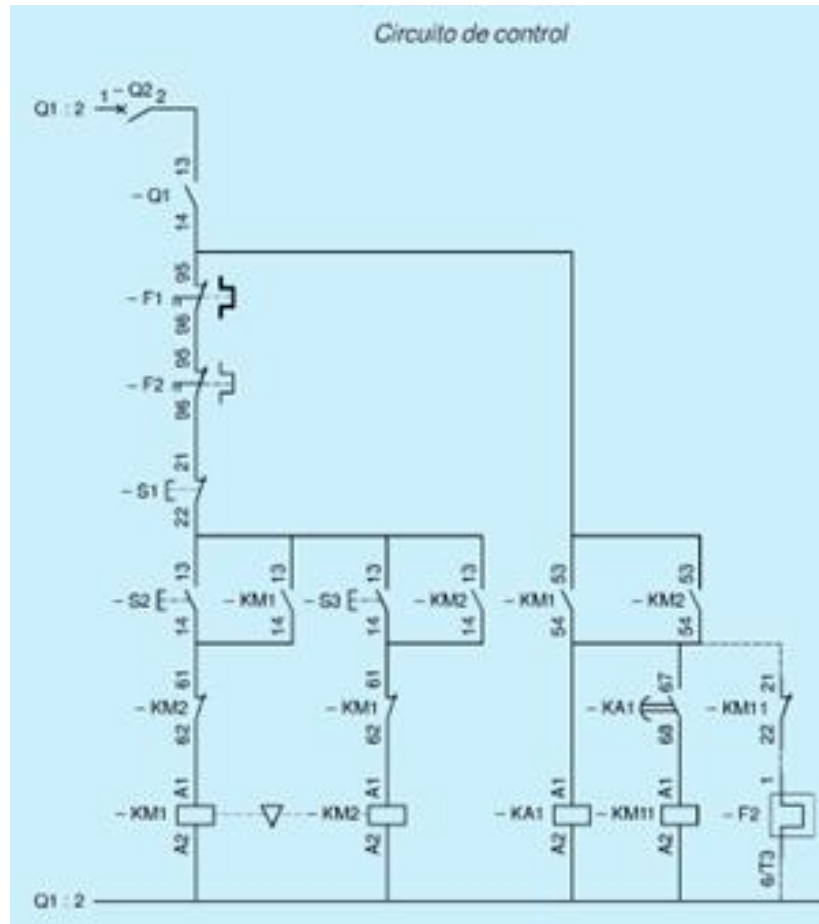


Figura 6.13 Circuito de mando

Luego de observar el circuito de control procedo a describirle para que todos puedan entender cómo funciona teniendo en primera instancia Q1 y Q2 que son contactos que me permiten la circulación de energía para el funcionamiento de todo el circuito existen dos por precaución por que puede activarse el uno pero el otro no está de esta manera no funciona pero si se conectan los dos entonces sigue al siguiente paso que se encuentran F1, F2, S1 que son pulsadores de paro que quiere

decir que si uno los pulsa se desconectan pero si no se los pulsa entonces entran a lo que viene en el circuito donde se encuentran S2 y S3 que son pulsadores de marcha con un giro determinado o giro a derechas más abajo se encuentran KM1 y KM2 que son contactores cerrados y por ultimo tenemos un triangulo invertido que es un enclavamiento mecánico entre los contactores y por el otro lado del circuito en cambio tenemos el mismo funcionamiento explicado solo con la diferencia de F2 que es un guarda motor o también llamado un relé térmico que protege al motor en corrientes de sobrecarga principalmente cuando sobrepasa el 20% de la corriente normal.

Además de los circuitos ya explicados anteriormente el mismo regulador de frecuencia tiene en la parte inferior conexiones que son de gran ayuda para hacer el cableado y las conexiones pertinentes como por ejemplo podemos observar la conexión del motor y encendidos, etc.

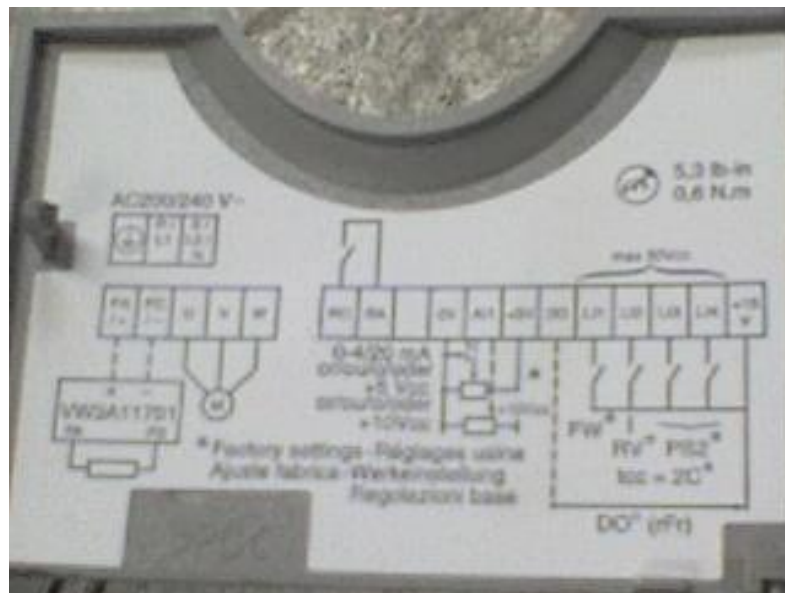
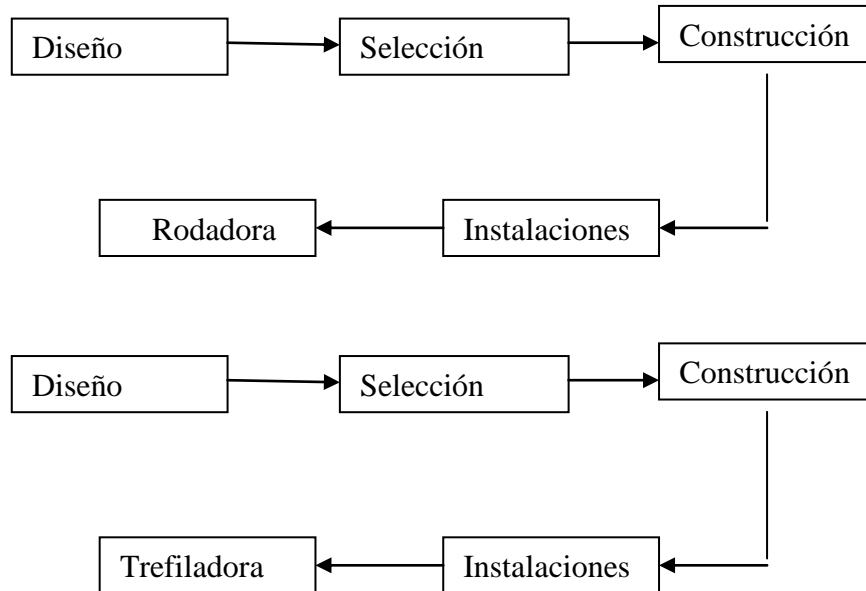


Figura 6.14 Conexiones dadas en el regulador de frecuencia

CAPÍTULO VII

7. CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO, COSTOS Y MANTENIMIENTO.

7.1 Curso grama sinóptico de la construcción



7.2 Máquinas, herramientas y equipo a utilizar

Dentro de las máquinas, herramientas y equipos utilizados en la construcción de la máquina rodadora de caramelos mencionamos los siguientes:

- Dobladora
- Cortadora
- Torno
- Taladros
- Prensa
- Soldas TIG Y MIG
- Llaves 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 19
- Martillos
- Llaves hexagonales
- Playos de presión.
- Arco de Sierra

- Cautín
- Calibrador pie de rey
- Brocas y Machuelos
- Tijeras
- Multímetro
- Maquinaria para pintura electroestática
- Esmeril
- Cizalla

7.3 Descripción del proceso de construcción

Luego de haber realizado los respectivos cálculos y bosquejos de la máquina se procedió a realizar la misma en real.

Los elementos como ejes, planchas, soportes son de materiales como el acero dulce, aceros de transmisión, aceros aleados los mismos que son pintados al horno o pintura electroestática que se lo llama esto nos da una protección ante la corrosión y me asegura una larga vida de la pintura.

Las formas y dimensiones de cada pieza de las dos máquinas están detalladas en los planos correspondientes cabe mencionar que son dos mesas por lo que la descripción lo haremos de la siguiente manera:

TABLA XI Partes constitutivas de la máquina rodadora y trefiladora de masa de caramelo

| Sistema | Elemento | Cantidad | Material |
|---|-----------------------------------|-----------------|--------------------------------|
| Cubierta | Mesa principal | 4 | Tubo Estructural de 40x40x2 |
| | Cubierta | 2 | Tubo Estructural de 20x20x2 |
| | Recubrimiento total | 1 | Plancha de Inoxidable de 0.7mm |
| | Tornillos Autoperforantes de 1/8" | 50 | Acero Inoxidable SAE 8 |
| | Prisioneros de 1/4 x 5/8 | 10 | Acero Inoxidable SAE 8 |
| | Prisioneros de 1/4 x 3/4 | 10 | Acero Inoxidable SAE 8 |
| Máquina rodadora de masa de caramelo | | | |

| Sistema | Elemento | Cantidad | Especificaciones |
|--------------------------------|--|------------------------|-----------------------------|
| Sistema de transmisión | Pernos de 1/2 x 2 | 4 | Acero Inoxidable SAE 8 |
| | Soporte del moto reductor | 1 | Placa de acero negro de 6mm |
| | Ejes grandes | 2 | Acero Cromado |
| | Perfiles G de acero inoxidable | 2 | Acero Inoxidable AISI 304 |
| | chumaceras de pared de 1" | 4 | FAG |
| | Placas para chumaceras | 2 | Acero |
| | Tornillos sin fin de 1/2 x 8" | 2 | Acero Inoxidable SAE 8 |
| | Tuercas de 1/2" | 2 | Acero Inoxidable SAE 8 |
| | Pernos de 5/16 x 2 1/2" | 12 | Acero Inoxidable SAE 8 |
| | Rodajas de 5/16" | 8 | Acero Inoxidable DIN 125 |
| | Cadena de 60 cm | 1 | Kana simple |
| | Chavetas M5x5x100 | 2 | Acero DIN 6885 |
| | Motor reductor | 1 | 1/4 HP |
| | Piñones cadena N.40 1/2" NK-40B17T | 2 | Kana simple |
| | Candado sencillo N.40 | 1 | Kana simple |
| | Medios candados para cadena sencillo | 1 | Kana simple |
| Rodillo templador | 2 | Berkol | |
| Trefiladora de Caramelo | | | |
| Sistema | Elemento | Cantidad | Especificaciones |
| Sistema de Transmisión | Placa de rodillos | 1 | Acero |
| | Ejes de rodillos de acero de transmisión | 2 | Acero de transmisión |
| | Ejes de Banda de Acero de transmisión | 2 | Acero de transmisión |
| | Chumaceras | 2 | FAG |
| | Piñones cadena N.40 1/2" NK-40B17T | 4 | Kana simple |
| | Ruedas dentadas Z=62 | 2 | Fundición |
| | Rodamientos de d=20mm | 4 | FAG |
| | Porta ejes de rodillos | 2 | Acero |
| | Chumacera de piso 3/4" 204-12 TW NBR | 1 | FAG |
| | Placa de chumacera | 1 | Acero |
| | Cadenas de 40cm | 2 | Kana simple |
| | Candado sencillo N.40 | 2 | Kana simple |
| | Medios candados para cadena sencillo | 2 | Kana simple |
| | chavetas de 3/16 | 5 | Acero DIN 6885 |
| | chaveta de 1/4 | 1 | Acero DIN 6885 |
| | Placas de Acero negro de 4mm | 2 | Acero |
| | Ruedas dentadas cónicas | 2 | Fundición |
| | Rodamientos de d=11mm | 8 | FAG |
| | Ruedas de caucho | 4 | Berkol |
| | Tuercas de 3/4' | 4 | Acero Inoxidable SAE 8 |
| | Pernos de 1/4x2" | 2 | Acero Inoxidable SAE 8 |
| Pernos de 3/4x2" | 2 | Acero Inoxidable SAE 8 | |
| Perno de 1/4 x 3/4" | 1 | Acero Inoxidable SAE 8 | |

| | | | |
|------------------------------------|--------------------------------------|-----------------|---------------------------------|
| | Tuerca de 1/4" | 1 | Acero Inoxidable SAE 8 |
| | Pernos 5/16 x 1" | 8 | Acero Inoxidable SAE 8 |
| | Pernos de 1/4x3" | 4 | Acero Inoxidable SAE 8 |
| | Placas para sostener los motores | 2 | Acero |
| | Placas de chumaceras | 4 | Acero |
| | Sujetadores | 6 | Acero |
| | Pernos de 1/2x1" | 4 | Acero Inoxidable SAE 8 |
| | Bandas | 2 | PVC |
| | Motor reductor | 1 | 1/15 HP |
| | Motor reductor | 1 | 1/6 HP |
| Sistema | Elemento | Cantidad | Material |
| Sistema Eléctrico o control | Reguladores de frecuencia | 2 | Telemecanique |
| | Potenciómetros | 2 | Camsco |
| | Encendidos SWITCH | 3 | Camsco |
| | Indicadores de energía LED | 2 | Camsco |
| | Conector de CC | 1 | Varios |
| | Conductores eléctricos | | Varios |
| | Variador de velocidad | 1 | Altivar 11 HU18M2E |
| | Borneras de 12 (600v-15 A) | 15 | TB 1512 |
| Caja | 1 | PVC | |
| Sistema | Elemento | Cantidad | Especificaciones |
| Sistema de Gas | Válvula de Gas | 1 | Copreci |
| | Distribuidor de Gas | 1 | Acero RHPS |
| | Manguera en metros | 1 | PVC |
| | Tuvo de 3/4 para distribución de gas | 1 | AISI 304 |
| | Gas | 1 | Acero |
| | Electrodo | 1 | Cerámica Nolder |
| | Transformador | 1 | S. Light 75VA/115V-3500V - 18mA |
| | Soporte para la Flauta | 1 | ASTM A-513 |
| | Refractario | 1 | ASTM A-569 |

7.4 Operaciones tecnológicas a realizar.

- Dentro de las operaciones instaladas en la máquina están los sistemas de transporte que hemos utilizado para sacar el caramelo.
- El sistema de control de los motores tanto los de continua como los trifásicos que vienen a constituir la parte importante en la tesis ya que son las que dan el movimiento a todo el sistema.
- El tablero de control.

Tabla XII Operaciones tecnológicas ejecutadas en la construcción de la máquina rodadora y trefiladora de caramelo

| SISTEMA | ELEMENTO | N ° | OPERACIÓN TECNOLÓGICA | TIEMPO |
|--|------------------------------------|------------|------------------------------|---------------|
| Bancada de la Máquina Rodadora | Bancada principal | 1 | Trazado | 1 |
| | | 2 | Corte (Sierra eléctrica) | 0,5 |
| | | 3 | Soldado | 0,5 |
| | | 4 | Pulido | 0,5 |
| | | 5 | Pintura Electroestática | 1 |
| | Cubierta | 6 | Trazado | 1 |
| | | 7 | Corte (Sierra eléctrica) | 0,5 |
| | | 8 | Soldado | 0,5 |
| | | 9 | Pulido | 0,5 |
| | | 10 | Pintura Electroestática | 1 |
| | Cubierta G | 11 | Trazado | 1 |
| | | 12 | Corte (Sierra eléctrica) | 0,5 |
| | | 13 | Doblado | 1 |
| | | 14 | Taladrado | 0,5 |
| | Recubrimiento con acero inoxidable | 15 | Trazado | 1 |
| | | 16 | Corte (cortadora y cizalla) | 0,5 |
| | | 17 | Doblado | 1 |
| | | 18 | Taladrado | 0,5 |
| SISTEMA | ELEMENTO | N ° | OPERACIÓN TECNOLÓGICA | TIEMPO |
| Bancada de la Trefiladora | Bancada principal | 19 | Trazado | 1 |
| | | 20 | Corte (Sierra eléctrica) | 0,5 |
| | | 21 | Soldado | 0,5 |
| | | 22 | Pulido | 0,5 |
| | | 23 | Pintura Electroestática | 1 |
| | Recubrimiento con acero inoxidable | 24 | Trazado | 1 |
| | | 25 | Corte (cortadora y cizalla) | 0,5 |
| | | 26 | Doblado | 1 |
| 27 | Taladrado | 0,5 | | |
| SISTEMA | ELEMENTO | N ° | OPERACIÓN TECNOLÓGICA | TIEMPO |
| Sistema de transmisión Máquina Rodadora | Base Motor reductor | 28 | Trazado | 1 |
| | | 29 | Corte (Cortadora) | 0,5 |
| | | 30 | Soldado | 0,5 |
| | Motor reductor | 31 | Selección | 1 |
| | | 32 | Colocación | 0,5 |
| | Cadena | 33 | Selección | 1 |
| | | 34 | Medición | 0,25 |
| 35 | | Colocación | 0,5 | |

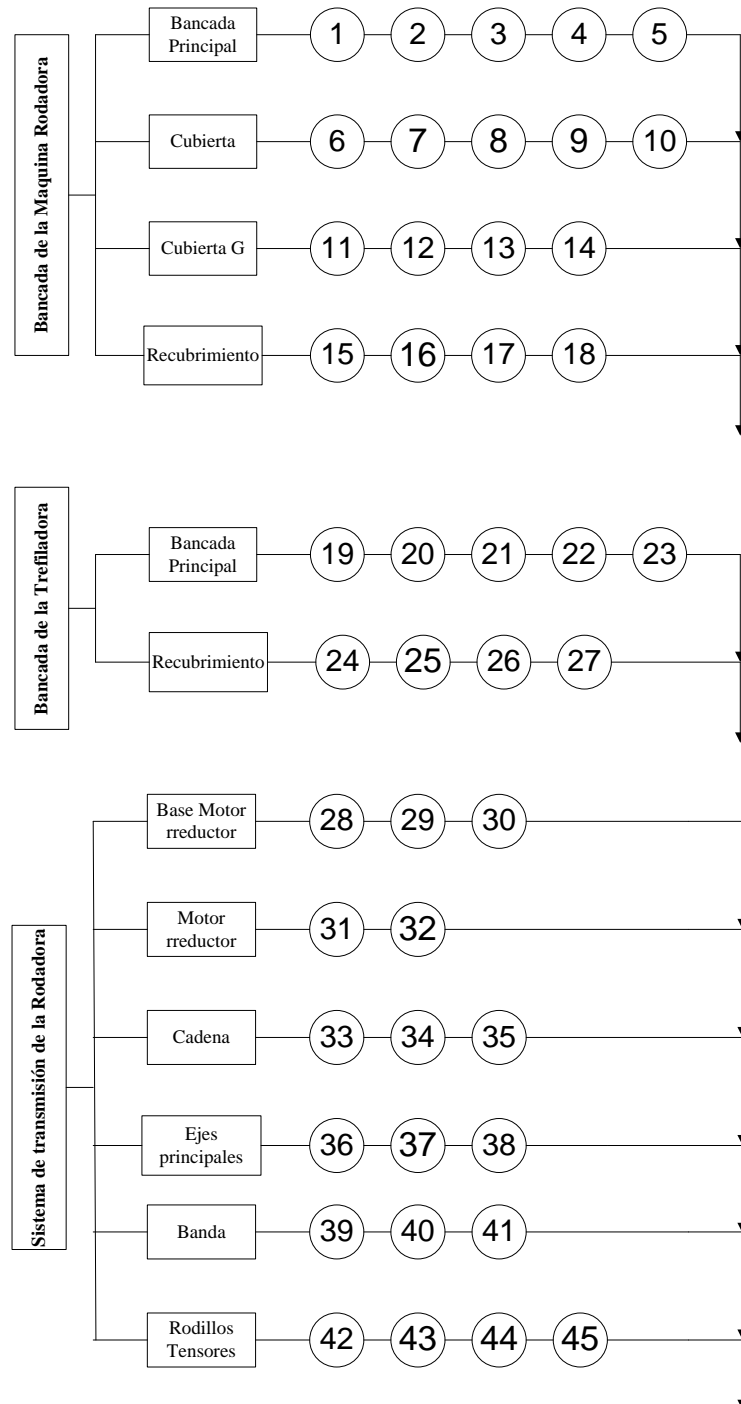
| | | | | |
|---|---------------------------|--------------------|------------------------------|---------------|
| | Ejes Principales | 36 | Selección | 2 |
| | | 37 | Cromado | 1 |
| | | 38 | Colocación | 1 |
| | Banda | 39 | Selección | 1 |
| | | 40 | Vulcanizado | 1 |
| | | 41 | Colocación | 0,5 |
| | Rodillos tensores | 42 | Selección | 1 |
| | | 43 | Encauchado | 1 |
| | | 44 | Roscado | 0,5 |
| | | 45 | Empernado | 0,5 |
| SISTEMA | ELEMENTO | N ° | OPERACIÓN TECNOLÓGICA | TIEMPO |
| Sistema de transmisión Máquina Trefiladora | Base Motor reductor | 46 | Trazado | 1 |
| | | 47 | Corte (Cortadora) | 0,5 |
| | | 48 | Soldado | 0,5 |
| | Motor reductor | 49 | Selección | 1 |
| | | 50 | Colocación | 0,5 |
| | Cadena | 51 | Selección | 1 |
| | | 52 | Medición | 0,25 |
| | | 53 | Colocación | 0,5 |
| | Ejes Trefilado | 54 | Trazado | 1 |
| | | 55 | Corte (Sierra) | 0,5 |
| | | 56 | Colocación | 0,5 |
| | | 57 | Hacer Chaveta | 1 |
| | | 58 | Colocar Chavetero | 0,5 |
| | Ejes Conductores | 59 | Trazado | 1 |
| | | 60 | Corte (Sierra) | 0,5 |
| | | 61 | Colocación | 0,5 |
| | | 62 | Hacer Chaveta | 1 |
| | | 63 | Colocar Chavetero | 0,5 |
| | Engranajes Rectos | 64 | Medición | 0,5 |
| | | 65 | Selección | 2 |
| | | 66 | Colocación | 1 |
| | Engranajes Cónicos rectos | 67 | Medición | 0,5 |
| | | 68 | Selección | 2 |
| | | 69 | Colocación | 1 |
| | Banda | 70 | Selección | 2 |
| | | 71 | Vulcanizado | 1 |
| | | 72 | Colocación | 1 |
| Rodillos para la banda | 73 | Selección | 2 | |
| | 74 | Encauchado | 1 | |
| | 75 | Taladrado | 0,5 | |
| | 76 | Colocado | 1 | |
| Rodillos de extrusión | 77 | Selección material | 2 | |

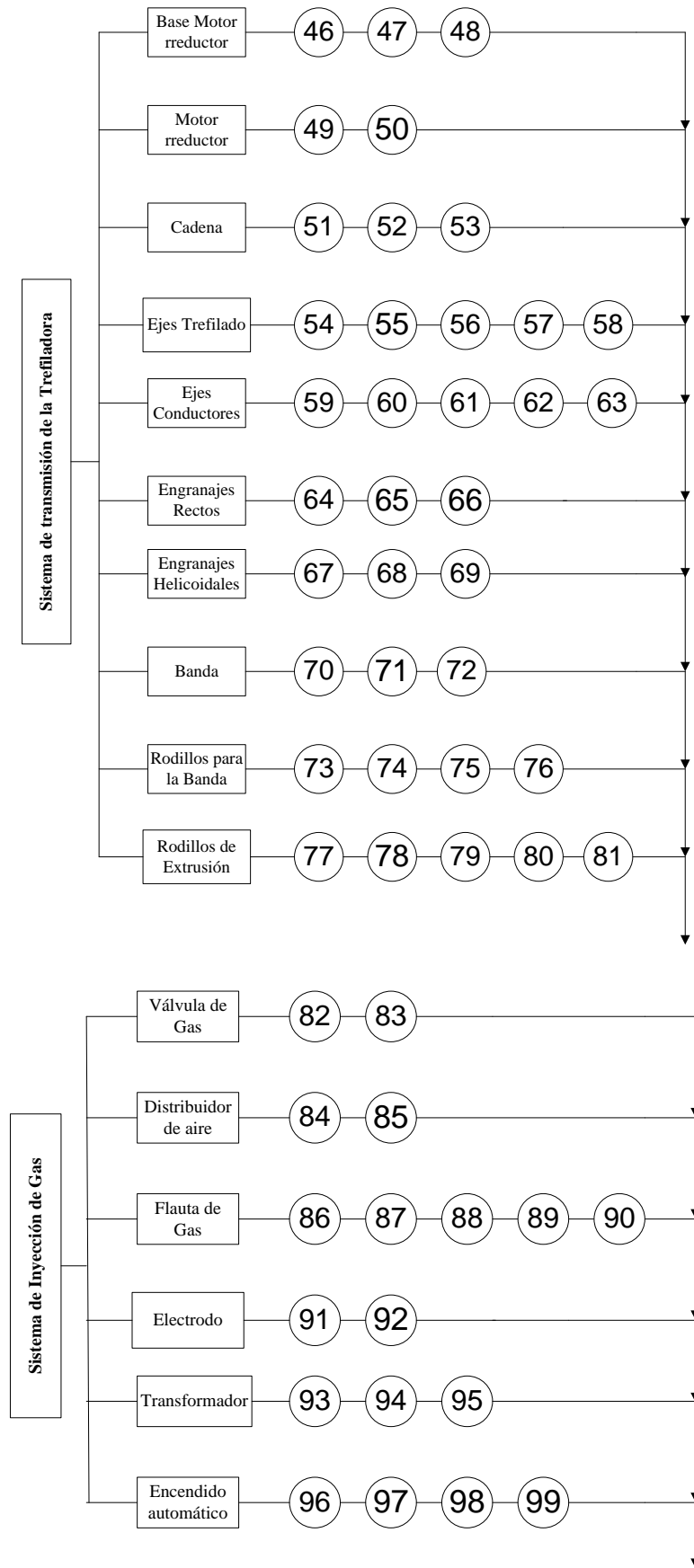
| | | | | |
|-----------------------------------|---|------------|------------------------------|---------------|
| | | 78 | Corte | 1 |
| | | 79 | Torneado | 2 |
| | | 80 | Enroscado | 1 |
| | | 81 | Colocado | 0,5 |
| SISTEMA | ELEMENTO | N ° | OPERACIÓN TECNOLÓGICA | TIEMPO |
| Sistema de Inyección a Gas | Válvula de Gas | 82 | Selección | 1 |
| | | 83 | Colocación | 1 |
| | Distribuidor de aire | 84 | Selección | 1 |
| | | 85 | Colocación | 1 |
| | Flauta de Gas | 86 | Trazado | 0,5 |
| | | 87 | Corte (Sierra eléctrica) | 0,5 |
| | | 88 | Taladrado | 1 |
| | | 89 | Soldado | 0,5 |
| | Electrodo | 90 | Sujetado | 1 |
| | | 91 | Selección | 1 |
| | Transformador | 92 | Colocación | 1 |
| | | 93 | Selección | 2 |
| | | 94 | Taladrado | 1 |
| | Conexión automática de encendido de gas | 95 | Colocación | 0,5 |
| 96 | | Selección | 2 | |
| 97 | | Taladrado | 1 | |
| 98 | | Colocado | 1 | |
| 99 | | Conexiones | 1 | |
| SISTEMA | ELEMENTO | N ° | OPERACIÓN TECNOLÓGICA | TIEMPO |
| Sistema Eléctrico | Caja | 100 | Selección | 1 |
| | | 101 | Corte para los elementos | 1 |
| | | 102 | Taladrado | 1 |
| | Regulador de Frecuencia | 103 | Selección | 2 |
| | | 104 | Aislado | 1 |
| | | 105 | Taladrado | 1 |
| | Leed | 106 | Selección | 1 |
| | | 107 | Colocación | 0,5 |
| | Switch | 108 | Selección | 1 |
| | | 109 | Colocación | 0,5 |
| | Regulador de Velocidad | 110 | Selección | 1 |
| 111 | | Colocación | 0,5 | |
| TOTAL | | | | 98 |

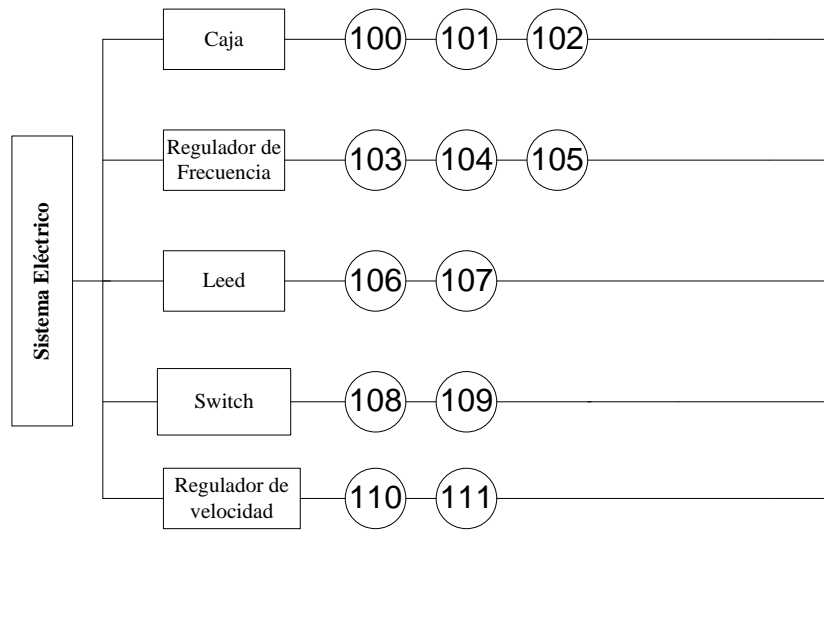
Los tiempos mencionados anteriormente vienen dados por días y cabe mencionar que a estos tiempos no se les considero los tiempos muertos que son los que ocasionan demora en la construcción

de la máquina rodadora y la máquina trefiladora de masa de caramelo al igual que todas las máquinas que necesitan su construcción.

7.5 Curso grama sinóptico de la construcción







7.6 ANÁLISIS DE COSTOS

7.6.1 Costos de inversión

Los costos de inversión son todos los gastos que se ha venido realizando en la construcción de la máquina rodadora de masa de caramelo incluyéndose los costos directos, indirectos y totales.

Estos costos se obtienen mediante la sumatoria de todos los materiales utilizados, así como los parámetros utilizados en la construcción de la máquina rodadora de masa de caramelo como son los pagos de mano de obra, transporte, combustible, materiales y equipos utilizados.

Para la determinación de la viabilidad del proyecto se comparara los gastos producidos en la máquina rodadora de masa de caramelo con los costos de mano de obra en la elaboración de la barrita de caramelo.

7.6.2 Costos directos

Son los costos que se pueden asignarse y medir de una manera razonable a una elaboración o trabajo específico.

Dentro de los costos directos tenemos que considerar todos los costos que afectan directamente al proyecto como lo son los materiales, mano de obra, la utilización de los equipos y herramientas, transporte y combustibles.

7.6.3 Análisis de costos por materiales.

El costo de los materiales viene especificado en la tabla que presentamos a continuación.

TABLA XIII Lista de materiales y costos generales utilizados en las máquinas rodadora, y trefiladora

| Cantidad | Especificaciones | Valor Unitario | Valor Total |
|----------|------------------------------------|----------------|---------------|
| 4 | Tubos de 40x40x2 | 12,65 | 50,6 |
| 2 | Tubo de 20x20x2 | 7,8 | 15,6 |
| 1 | Plancha de inoxidable de 0.7mm | 60 | 60 |
| 50 | Tornillos Auto perforantes de 1/8" | 0,05 | 2,5 |
| 10 | Prisioneros de 1/4 x 5/8 | 0,5 | 5 |
| 10 | Prisioneros de 1/4 x 3/4 | 0,45 | 4,5 |
| | TOTAL en dólares | | 138,20 |

TABLA XIV Lista de materiales y costos de la trefiladora

| Cantidad | Especificaciones | Valor Unitario | Valor Total |
|----------|--|----------------|-------------|
| 1 | Placa de rodillos | 3 | 3 |
| 2 | Ejes de rodillos de acero de transmisión | 6 | 12 |
| 2 | Ejes de Banda de Acero de transmisión | 3 | 6 |
| 2 | Chumaceras | 2,6 | 5,2 |
| 4 | Piñones cadena N.40 1/2" NK-40B17T | 6,7 | 26,8 |
| 2 | Ruedas dentadas Z=62 | 20 | 40 |
| 4 | Rodamientos de d=20mm | 4,8 | 19,2 |
| 2 | Porta ejes de rodillos | 10 | 20 |
| 1 | Chumacera de piso 3/4" 204-12 TW NBR | 3,35 | 3,35 |
| 1 | Placa de chumacera | 3,4 | 3,4 |
| 2 | Cadenas de 40cm | 4 | 8 |
| 2 | Candado sencillo N.40 | 0,73 | 1,46 |
| 2 | Medios candados para cadena sencillo | 1,18 | 2,36 |
| 5 | chavetas de 3/16 | 2 | 10 |
| 1 | chaveta de 1/4 | 2,5 | 2,5 |
| 2 | Placas de Acero negro de 4mm | 2,5 | 5 |
| 2 | Ruedas dentadas cónicas | 12,6 | 25,2 |
| 8 | Rodamientos de d=11mm | 1,5 | 12 |
| 4 | Ruedas de caucho | 17 | 68 |
| 4 | Tuercas de 3/4' | 0,1 | 0,4 |

| | | | |
|---|---|--------|----------------|
| 2 | Pernos de 1/4x2' | 0,12 | 0,24 |
| 2 | Pernos de 3/4x2" | 0,5 | 1 |
| 1 | Perno de 1/4 x 3/4" | 0,0982 | 0,0982 |
| 1 | Tuerca de 1/4" | 0,12 | 0,12 |
| 8 | Pernos 5/16 x 1" | 0,21 | 1,68 |
| 4 | Pernos de 1/4x3" | 0,3 | 1,2 |
| 2 | Placas para sostener los motores | 2 | 4 |
| 4 | Placas de chumaceras | 1 | 4 |
| 6 | Sujetadores | 0,56 | 3,36 |
| 4 | Pernos de 1/2x1" | 0,5357 | 2,1428 |
| 2 | Bandas | 15 | 30 |
| 1 | Motor de corriente continua de 170 rpm, 1/15 HP, 40 A | 350 | 350 |
| 1 | Motor Trifásico de 1/6 HP de 1725rpm 230V, 86 ^a | 350 | 350 |
| | TOTAL en dólares | | 1021,71 |

| TABLA XV Lista de materiales y costos de la rodadora | | | |
|---|--------------------------------------|----------------|---------------|
| Cantidad | Especificaciones | Valor Unitario | Valor Total |
| 4 | Pernos de 1/2 x 2 | 0,63 | 2,52 |
| 1 | Placa de acero negro de 6mm | 3 | 3 |
| 1 | Tubo de 1 1/4" para el gas | 13 | 13 |
| 2 | Ejes grandes | 50 | 100 |
| 2 | Perfiles G de acero inoxidable | 25 | 50 |
| 4 | chumaceras de pared de 1" | 5 | 20 |
| 2 | Placas para chumaceras | 4,5 | 9 |
| 2 | Tornillos sin fin de 1/2 x 8" | 3,5 | 7 |
| 2 | Tuercas de 1/2" | 0,12 | 0,24 |
| 12 | Pernos de 5/16 x 2 1/2" | 0,25 | 3 |
| 8 | Rodelas de 5/16" | 0,65 | 5,2 |
| 1 | Cadena de 60 cm | 5 | 5 |
| 2 | Chavetas COD E23BT M5x5x100 | 2 | 4 |
| 2 | Bisagras | 1,9 | 3,8 |
| 2 | soportes para el tubo de gas | 1 | 2 |
| 4 | binchas de d=19mm | 0,36 | 1,44 |
| 1 | Motor reductor | 500 | 500 |
| 2 | Piñones cadena N.40 1/2" NK-40B17T | 6,7 | 13,4 |
| 1 | Candado sencillo N.40 | 0,73 | 0,73 |
| 1 | Medios candados para cadena sencillo | 1,18 | 1,18 |
| | TOTAL en dólares | | 744,51 |

Valor total en materiales mecánicos en dólares 1904,42

TABLA XVI Instalación eléctrica costos y materiales

| Cantidad | Especificaciones | Valor Unitario | Valor Total |
|----------|---------------------------|----------------|---------------|
| 2 | Reguladores de frecuencia | 280 | 560 |
| 2 | Potenciómetros | 0,75 | 1,5 |
| 3 | Encendidos | 1 | 3 |
| 2 | Indicadores de energía | 2 | 4 |
| 1 | conector de CC | 1 | 1 |
| 4 | Cables 4 en 1 en metros | 1 | 4 |
| 4 | Cables 3 en 1 en metros | 0,75 | 3 |
| 4 | Cables 2 en 1 en metros | 0,5 | 2 |
| 3 | Cableado interno | 0,25 | 0,75 |
| | TOTAL en dólares | | 579,25 |

TABLA XVII Instalación de gas costos y materiales

| Cantidad | Especificaciones | Valor Unitario | Valor Total |
|----------|--------------------------------------|----------------|-------------|
| 1 | Válvula de Gas | 11 | 11 |
| 1 | Distribuidor de Gas | 15 | 15 |
| 1 | Manguera en metros | 2 | 2 |
| 1 | Tubo de 3/4 para distribución de gas | 12 | 12 |
| | TOTAL | | 40 |

TABLA XVIII Costos en instalaciones primarias y acabados

| Denominación | Valor Total |
|-------------------------|---------------|
| Instalación de Gas | 40,0 |
| Pintura y Galvanizado | 200,0 |
| Instalación Eléctrica | 579,3 |
| TOTAL en dólares | 819,25 |

7.6.4 Análisis de costos por construcción.

En la construcción de la máquina rodadora de masa de caramelo se han contratado según el tiempo del operador y dentro de las herramientas y equipos utilizados se considera el tiempo de usos demostrados en la tabla siguiente:

TABLA XIX Costos por mano de obra

| Operario | Trabajo a realizar | Tiempo (h) | Valor Unitario | Valor Total |
|----------|-------------------------|------------|----------------|----------------|
| 1 | Soldador | 10 | 5 | 50 |
| 2 | Ayudantes | 640 | 1,2 | 1536 |
| 1 | Eléctrico | 30 | 2 | 60 |
| 1 | Tornero | 12 | 3 | 36 |
| 1 | Conector de Gas | 5 | 1,5 | 7,5 |
| | TOTAL en dólares | | | 1689,50 |

TABLA XX Costos de equipos y herramientas

| Cantidad | Especificaciones | Tiempo (h) | V. Unitario | Valor Total |
|----------|-------------------------|------------|-------------|---------------|
| 1 | Torno | 10 | 15,6 | 15,6 |
| 5 | Terrajas | 12 | 2,4 | 12 |
| 1 | SoldadoraTIG | 20 | 1 | 20 |
| 2 | Pulidoras | 25 | 1,5 | 37,5 |
| 1 | Cortadora | 7 | 2 | 14 |
| 1 | Dobladora | 15 | 3 | 45 |
| 2 | Taladro | 12 | 1 | 12 |
| 1 | Soldadora MIG | 10 | 1,3 | 13 |
| 6 | Llaves de toda medida | 300 | 0,5 | 150 |
| | TOTAL en dólares | | | 319,10 |

TABLA XXI Costos por transporte

| | | |
|---|---|------------|
| 1 | Camioneta de compra de materiales | 200 |
| 1 | Camioneta para la entrega de la máquina | 50 |
| | TOTAL en dólares | 250 |

7.6.5 Análisis de costos por estudio.

Los costos por estudio son aquellos difíciles de dar de forma directa por un trabajo determinado. Son los que representan los costos por ingeniería, dirección técnica, imprevistos, gastos administrativos y costos por utilidades en si son también llamados costos indirectos obteniéndoles por un porcentaje del total.

Se han considerado un 31% del total de los costos directos dados en el resumen económico.

TABLA XII Costos directos

| | |
|-------------------------|----------------|
| Materiales | 2723,67 |
| Equipos y herramientas | 319,10 |
| Mano de Obra | 1689,50 |
| Transporte | 250,00 |
| TOTAL en dólares | 4982,27 |

TABLA XXIII Costos indirectos

| | |
|-------------------------|----------------|
| Dirección Técnica | 349,11 |
| Costos de Ingeniería | 600,00 |
| Imprevistos | 346,98 |
| Gastos Administrativos | 249,48 |
| Utilidades | 0 |
| TOTAL en dólares | 1545,57 |

| | |
|---|------------------------|
| Costos Totales en la máquina realizada | 6527,84 dólares |
|---|------------------------|

7.6.6 Análisis de costos por operación y mantenimiento.

Teniendo en cuenta que la máquina rodadora de masa de caramelo no necesita mayor operación ni mantenimiento solo el caso que se desee hacer un cambio de los rodamientos y engranajes según el tiempo de vida que tiene de un año solo ahí se tendrá un gasto de 130 a 150 dólares dependiendo el valor actual de los rodamientos y engranajes.

7.6.7 Salvamento de las máquinas

En el instante en que las máquinas tanto la rodadora como la trefiladora de masa de caramelo lleguen al final de su vida útil o contable tendrá un valor de salvamento.

Se estima un valor de salvamento del 20 % de la inversión considerando que tanto los motores como los circuitos electrónicos seguirán funcionando normalmente luego de su vida contable por lo tanto se tiene:

Inversión $P = 6527,84$ dólares

Salvamento de las máquinas:

$$S = 20\% * P \quad (79)$$

$$S = 0,2 * 6527,84 \text{ dólares}$$

$$S = 1305,57 \text{ dólares}$$

7.6.8 Depreciación de la máquina

La depreciación es la disminución del valor o precio de los activos fijos según el uso que le someta y su función productora de renta considerando los años de uso el valor sigue bajando.

Los activos fijos se les consideran desde el momento en que la máquina es comprada y explotada económicamente hasta la fecha que cumpla su depreciación total o tiempo de vida.

Las leyes tributarias de nuestro país consideran un tiempo de vida útil de las maquinarias de diez años.

Considerando que el método más utilizado para hallar esta variable es la depreciación en línea recta y con esto suponemos que los activos se utilizan con la misma intensidad año tras año hasta que termine su vida útil por lo que la depreciación periódica será la misma considerando esto tenemos:

Inversión $P = 6527,84$ dólares

Salvamento de las máquinas: 1305,57 dólares

Valor útil contable $n = 10$ años

Depreciación anual:

(80)

$D_a = 522,23$ dólares

La Depreciación anual y la acumulada anualmente se lo detallan en la siguiente tabla:

TABLA XXIV Depreciación anual y acumulada

| Años | Depreciación anual (usd) | Depreciación Acumulada (usd) |
|------|--------------------------|------------------------------|
| 0 | 0 | 0 |
| 1 | 522,23 | 522,23 |
| 2 | 522,23 | 1044,46 |
| 3 | 522,23 | 1566,69 |
| 4 | 522,23 | 2088,92 |
| 5 | 522,23 | 2611,15 |
| 6 | 522,23 | 3133,38 |
| 7 | 522,23 | 3655,61 |

| | | |
|----|--------|---------|
| 8 | 522,23 | 4177,84 |
| 9 | 522,23 | 4700,07 |
| 10 | 522,23 | 5222,30 |

7.6.9 VIABILIDAD DEL PROYECTO

Para verificar si el proyecto es rentable analizamos la tasa interna de retorno o llamado comúnmente TIR y el valor actual neto VAN.

7.6.9.1 VAN

Se llama Valor actual neto a la diferencia entre los ingresos (VAI) con los egresos (VAE) siendo los ingresos todos los valores positivos que nos da la máquina como se la producción y a los egresos a todos los valores negativos entre estos se encuentra el costo de la máquina rodadora de masa de caramelo teniendo en cuenta tres posibles soluciones:

- Si el VAN es positivo la máquina rodadora de masa de caramelo es rentable.
- Si el VAN es nulo la máquina rodadora de masa de caramelo se considera indiferente hacerla o no hacerla.
- Si el VAN es negativo la máquina rodadora de masa de caramelo no es rentable.

(81)

7.6.9.2 TIR

La tasa interna de retorno o rendimiento es una medida de la rentabilidad de una inversión que está íntimamente relacionada con el valor actual neto (VAN).

La TIR de una inversión es aquella tasa de rendimiento que, cuando se usa para descontar los flujos de efectivos futuros de una inversión hacen que el VAN de esa inversión sea cero. En otras palabras, cuando se encuentran los flujos de efectivos futuros de inversión usando la TIR, su valor actual será exactamente igual al monto inicial de esa inversión. Por lo tanto la TIR es una cantidad en extremo útil de conocer cuando se está evaluando un proyecto potencial de inversión.

Para ver si la construcción de la máquina rodadora de masa de caramelo se tiene que comparar con el interés teniendo las siguientes reglas:

- Tasa interna de retorno i si se realiza la máquina rodadora de masa de caramelo.
- Tasa interna de retorno i si el interesado de la máquina deberá analizar si se hace o no la máquina rodadora de masa de caramelo.
- Tasa interna de retorno i si no se realiza la máquina rodadora de masa de caramelo.

7.6.9.3 Análisis del VAN y TIR

Cálculo del TIR a un VAN=0

En la producción de las barras de caramelo se tiene una gran variedad de gastos en la producción como lo mostramos en la tabla siguiente:

TABLA XXV Producción del caramelo

| Cantidad | Especificaciones | Valor Unitario | Valor Total |
|-------------------------|------------------|----------------|--------------|
| 30 lb | Azúcar | 0,3 | 9 |
| 30 lb | Glucosa | 0,47 | 14,1 |
| 10 lt | Agua | 1,7 | 1,7 |
| 0.4 lt | Esencia | 2 | 2 |
| 0.12 lt | Acido | 1 | 0,97 |
| 50 gr | Color | 0,5 | 0,5 |
| TOTAL EN DÓLARES | | | 28,27 |

Cabe mencionar que el valor dado en la tabla anterior corresponde a una parada y como en el día se realizan seis paradas entonces multiplico el valor por seis obteniendo un valor de **169,62** dólares por día.

TABLA XXVI Mano de obra por día

| Operario | Trabajo a realizar | Tiempo (h) | Valor Unitario | Valor Total |
|-------------------------|--------------------------------|------------|----------------|-------------|
| 1 | Para dar la forma del caramelo | 6 | 2,5 | 15 |
| TOTAL EN DÓLARES | | | | 15 |

TABLA XXVII Costos por transporte

| | | |
|---|---|-------------------|
| 1 | Camioneta de compra de materiales y entrega | 18 dólares |
|---|---|-------------------|

Tenemos un total de gastos por día de 202,62 dólares como se labora 5 días y teniendo en cuenta que el mes tiene cuatro semanas tenemos un total de 4052,4 dólares mensuales y anuales un gasto de 48628,8 dólares.

Considerando que en cada parada tenemos 150 paquetes de caramelos de 24 unidades vendiendo a 0,60 centavos tenemos 90 dólares por parada como tenemos seis paradas por día tenemos 540 dólares y si proyectamos para un año considerando el precio actual tenemos 129600 dólares.

Teniendo al final de los cinco años un valor de salvamento de la máquina rodadora de masa de caramelo de **1305,57** dólares.

TABLA XXVIII Flujo de caja

| | |
|---|---------|
| Costo de construcción | 6527,84 |
| Flujo de efectivo anual | 129600 |
| Costo de producción anual y depreciación | 49152 |
| Costo de reparación y mantenimiento anual | 150 |
| Valor de Salvamento | 1305,57 |
| vida, años | 5 |

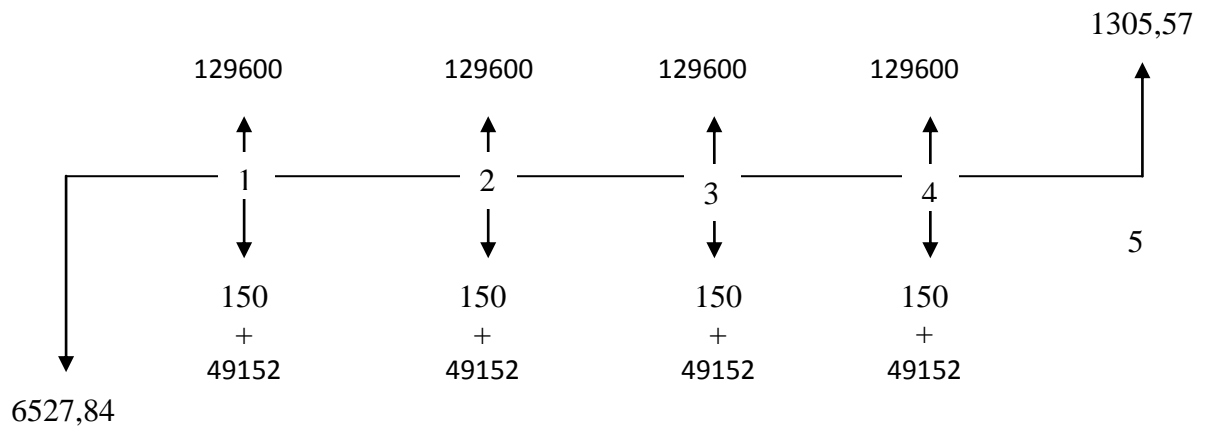


Figura 7.1 Diagrama de evaluación financiera.

$$\text{Valor anual de ingresos VAI} = 129600(P/A, i\%, 5) + 1305,57(P/F, i\%, 5)$$

$$\text{Valor anual de egresos VAE} = 6527,84 + (150 + 49152) (P/A, i\%, 5)$$

TABLA XXIX Interés compuesto

| i% | P/A | P/F | VAI | VAE | VAN |
|----|--------|--------|-----------|-----------|-----------|
| 0 | 5 | 1 | 649305,57 | 253037,84 | 396267,73 |
| 5 | 4,3295 | 0,7835 | 129803,88 | 129604,33 | 199,55 |
| 10 | 3,7908 | 0,6209 | 190947,16 | 49155,79 | 141791,37 |
| 15 | 3,3522 | 0,4972 | 24516,31 | 153,35 | 24362,95 |
| 20 | 2,9906 | 0,4019 | 3,39 | 1308,56 | -1305,17 |
| 25 | 2,6893 | 0,3277 | 3,02 | 7,69 | -4,67 |

En la tabla observamos los resultados y para el cálculo del TIR escojo un valor positivo y un valor negativo del VAN en este caso de 15 y 20%

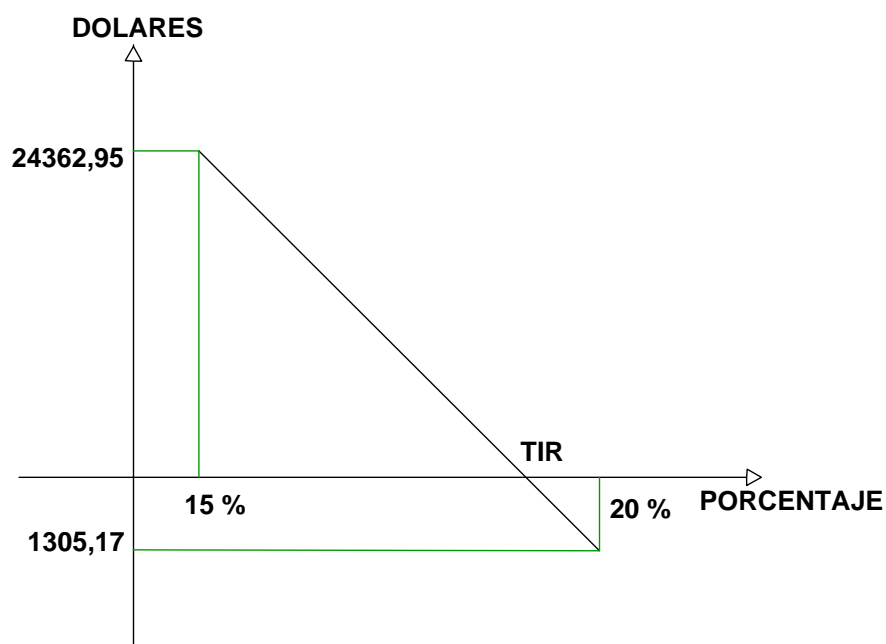
Con los datos obtenidos tenemos un TIR igual a:

(82)

$$\text{TIR} = 19,75\%$$

Se toma como referencia la tasa de interés de nuestro país que en estos momentos se encuentra en el 12% teniendo:

$19,75\% > 12\%$ por lo tanto el proyecto es factible.



7.6.9.4 Análisis del punto de equilibrio

El análisis del punto de equilibrio () nos da la determinación de una variable que nos permita igualar dos elementos que para nuestro caso van hacer los ingresos y los costos.

El análisis del punto de equilibrio se vale de estimaciones consideradas ciertas por lo que nos da un valor directo, si queremos tener variaciones que influyan en el resultado tenemos que hacer el análisis de un nuevo punto de equilibrio con diferentes cálculos.

7.6.9.4.1 Método analítico

Si realizamos por este método tenemos los siguientes valores para luego reemplazar en la ecuación:

Costos fijos $CF = 169,80 \text{ USD}$

Costos variables $CV = 50 \text{ USD}$

Costo variable por paquete $v = 0,25 \text{ USD}$

Ingreso por paquete $r = 0,60 \text{ USD}$

Nos planteamos las ecuaciones pertinentes para el cálculo teniendo las siguientes:

$$R = r \cdot Q \quad (83)$$

Donde Q es la cantidad que se debe tener de producción:

$$R = 0,6 Q$$

$$CV = v \cdot Q$$

$$CV = 0,25 Q$$

$$CT = CF + CV \quad (84)$$

$$CT = 169,80 + 0,25 Q$$

Igualo las ecuaciones y despejo Q

$$R = CT$$

$$r Q = CF + v Q$$

= 485,14 paquetes

Analizando los valores obtenidos tenemos una producción mínima de 485,14 paquetes diarios para no tener pérdidas.

7.6.9.4.2 Método gráfico

TABLA XXX Punto de equilibrio

| AÑOS | COSTOS FIJOS | COSTOS VARIABLES | COSTOS TOTALES | VENTAS TOTALES |
|------|--------------|------------------|----------------|----------------|
| 1 | \$40.752,00 | \$12.000,00 | \$52.752,00 | \$129.600,00 |
| 2 | \$40.752,00 | \$13.440,00 | \$54.192,00 | \$155.520,00 |
| 3 | \$40.752,00 | \$14.880,00 | \$55.632,00 | \$181.440,00 |
| 4 | \$40.752,00 | \$16.320,00 | \$57.072,00 | \$207.360,00 |
| 5 | \$40.752,00 | \$17.760,00 | \$58.512,00 | \$233.280,00 |

Esta tabla está hecha el análisis anualmente por lo que tenemos una producción mínima anual de 116433,6 paquetes.

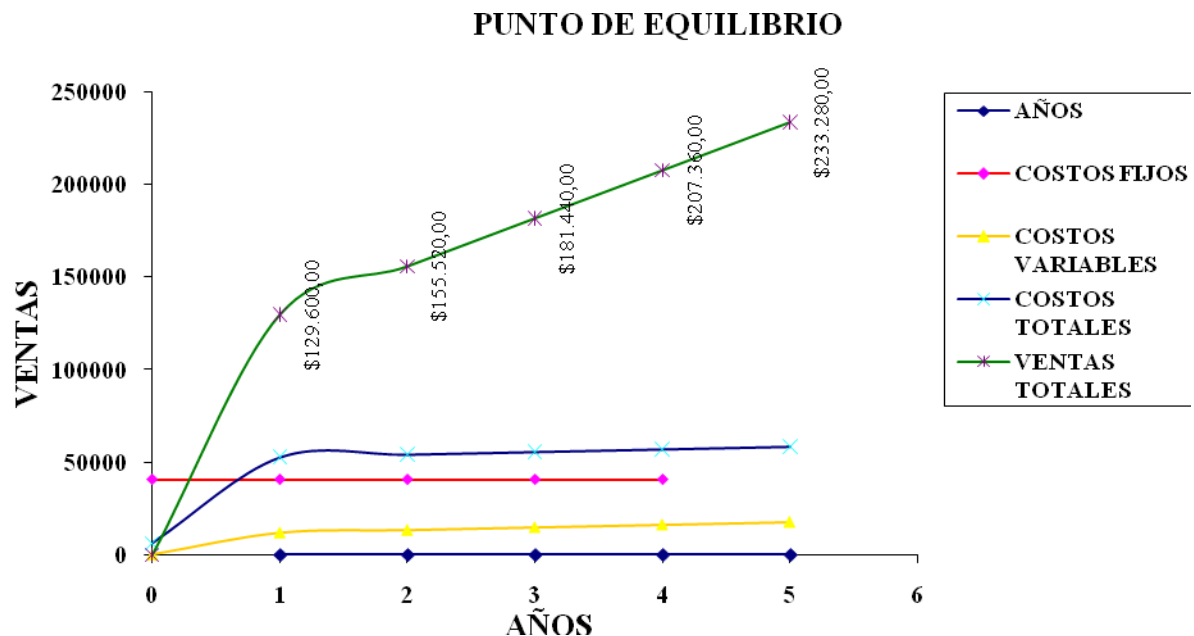


Figura 7.2 Punto de equilibrio

7.6.9.5 Periodo de recuperación

Para encontrar el periodo de recuperación de la máquina rodadora de masa de caramelo utilizaremos el método de liquidación simple o también llamado método del periodo de reembolso el mismo que nos indica la liquidez del proyecto más su rentabilidad.

El método de liquidación simple nos da un balance entre los flujos de entrada de efectivo y los flujos de salida de efectivo en años el mismo que es el periodo de recuperación del capital invertido.

La ecuación del método de reembolso es la siguiente:

(85)

Donde:

P = Inversión inicial o primer costo

FEN = Flujo de efectivo

= Recuperación del capital invertido.

$$FEN = \text{Ingresos} - \text{Desembolsos (Anualmente)} \quad (86)$$

$$FEN = 129600 - 49152 - 150$$

$$FEN = 80298 \text{ Dólares}$$

Reemplazo en la ecuación los valores

$$= 0,081 \text{ años}$$

El resultado cambiándolo a meses nos da un resultado de 0,972 que es prácticamente en un mes la recuperación del capital.

CAPÍTULO VIII

8. PRUEBAS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA MÁQUINA RODADORA DE MASA DE CAMELO.

8.1 Operación y mantenimiento de la máquina

Dentro de las operaciones y mantenimiento de la máquina tenemos que señalar los siguientes puntos que a continuación serán redactados y ampliados para mejor entendimiento.

8.1.1 Problemas y soluciones

TABLA XXXI Problemas frecuentes y posibles soluciones

| Problema | Causa | Posibles soluciones |
|---|--|---|
| Motor no funciona | Fusibles quemados Variador descalibrado Mal funcionamiento | Cambiar Fusibles Ver Manual de variador Revisar el aceite |
| Máquina no acciona | Interruptor no funciona Ausencia de electricidad Ausencia de Gas | Revisar o cambiar interruptor Revisar Conexiones eléctricas Revisar Salida de Gas |
| Eje no Gira | Chumacera dañada Piñón no bien sujeto | Cambiar chumacera Revisar chavetero |
| Llama Color Amarillento | Reguladora de oxígeno mal regulada. | Mover la perilla de entrada de aire. |
| Encendido automático de Gas no funciona | Transformador en mal estado. Conexión eléctrica en mal estado o suelto. | Verificar o Cambiar el transformador. Conectar bien o cambiar los cables de conexión. |
| Trefiladora no funciona | Separación en exceso. Ejes descentrados. Chavetero salido. Tornillos sujetos mal puestos. | Calibrar bien la separación. Ubicar bien los ejes. Revisar si esta el chavetero. Sujetar y apretar bien los tornillos. |
| Salida de caramelo no funciona | Engranajes cónicos rectos mal puestos. Se sale la banda. | Centrar correctamente los engranajes cónicos rectos. Equilibrar de la mejor manera los rodillos encauchados. |
| Leed no funciona | No se prende | Cambiar el Leed. Verificar la conexión eléctrica. |

8.1.2 Guía de montaje y desmontaje.

Cabe mencionar que toda la máquina es desarmable por efectos de mantenimiento y cambio de piezas cabe mencionar que aquí expresaremos en forma general y entendible el montaje y desmontaje.

La máquina rodadora y trefiladora de masa de caramelo viene especificada de una manera gráfica y más entendible en los planos tanto en dos y tres dimensiones con sus cortes respectivos y sistemas ubicados correctamente.

8.1.2.1 Máquina rodadora de masa de caramelo

- Coloco las tapas donde van los ejes la una primero aseguro bien no la otra para poder poner los ejes.
- Coloco los ejes en las chumaceras de la primera tapa.
- Coloco la banda entre los ejes.
- Coloco la segunda tapa de esta manera encajan los ejes en las chumaceras y puedo asegurar la tapa en la mesa.
- Una vez colocada las tapas procedo a poner la cubierta junto con el recubrimiento que tiene ya que algunos encajan en los huecos junto a la estructura.
- Coloco el motor en la estructura junto con sus transmisiones correspondientes.
- Colocamos la plancha que nos sirve de refractario junto con la distribución de gas.
- Coloco la instalación de gas.
- Una vez instalado lo anterior verifico el circuito eléctrico y pongo en funcionamiento la máquina.

8.1.2.2 Trefiladora de masa de caramelo

- Pongo en el eje los rodamientos correspondientes previos el chequeo de los mismos.
- Una vez puestos en los ejes se coloca los dos ejes en un soporte el mismo que sirve para que no se mueva del movimiento que se le va a dar.
- Coloco unos cilindros que sirven de troqueladora para darme el espesor necesario del caramelo.
- Ubico la primera transmisión que viene dada por engranajes rectos $Z=62$
- Coloco la bincha para que los engranajes no se salgan
- Ubico los piñones tanto del motor como del eje el mismo que tendrá el movimiento.

- Coloco los otros dos ejes en las chumaceras correspondientes las mismas que sirven para dar el movimiento de transporte que necesitamos.
- Luego de las chumaceras coloco las ruedas de caucho.
- Una vez puestas las ruedas pongo los engranajes cónicos que me da la transmisión deseada.
- Coloco el piñón en uno de los ejes al igual que en el motor de continua el mismo que me va a dar el movimiento a las bandas transportadoras.
- Coloco el recubrimiento en la mesa
- Pongo las bandas transportadoras.
- Coloco en el otro lado una placa la misma que vine diseñada para la transportadora.
- Coloco las otras ruedas de caucho.
- Coloco las bandas en las ruedas de caucho.
- Una vez instalado todo esto verifico las conexiones y pongo a correr la máquina.

8.2 Manual de operación

En esta parte vamos a señalar que el manejo de esta máquina es muy sencillo al igual que el ensamblaje como se podrá ver en los capítulos anteriores.

- Verificar que todos los componentes se encuentren en su sitio
- Verificar si la conexión eléctrica se encuentra en buen estado.
- Encender el panel para que empiece el funcionamiento.
- Regular la velocidad en la banda por medio del potenciómetro puesto en el panel de control.
- Encender el sistema de gas para que se caliente la cámara donde se va a colocar el caramelo.
- Introduzca la masa de caramelo en la máquina rodadora de masa de caramelo.
- Cierre la tapa o pase abierta según la facilidad del operador.
- Estirar la masa de caramelo hasta colocar en la otra máquina y esta a su vez le dé el diámetro correspondiente a la barra de caramelo.
- Una vez que sea transportado por la banda colocar en una mesa para luego proceder a cortar según la medida deseada.

8.3 Manual de mantenimiento

El mantenimiento de la máquina rodadora de masa de caramelo es muy sencillo.

- Gracias al uso de materiales de primera la máquina rodadora de masa de caramelo necesitará de un cambio en sus rodamientos como en sus motores al cabo de unos dos o tres años dependiendo del uso y cuidado que se le ponga.
- Por lo general dentro del mantenimiento está la limpieza de las bandas donde se coloca el caramelo pese a que la masa de caramelo no se pega pero se debe tener sumo cuidado con la limpieza ya que es un producto de consumo humano.
- Revisar la instalación correcta de gas entre válvulas y conexiones caso contrario cambiar alguna pieza que haga falta.
- Por último la revisión general de las partes de la máquina rodadora de masa de caramelo.

8.4 Plan de pruebas

Dentro del plan de pruebas tenemos que señalar que las pruebas se vinieron realizando desde la construcción misma de la máquina esto incluye motores, conexiones eléctricas y además de las transmisiones:

Dentro del plan de pruebas mencionaremos los siguientes pasos:

- Control del tablero que enciende a los motores y estos al sistema.
- Verificar el buen funcionamiento de las mesas o máquina.
- Encendido de gas y control de la temperatura dentro de la cubierta.
- Poner la masa de caramelo en la primera mesa y ver los resultados para que pase a la siguiente.
- Verificar el producto de salida y con esto los tiempos para que se encuentre en óptimas condiciones y con los requerimientos del producto
- Dejar en marcha y en funcionamiento la máquina sin daño alguno.

Dentro de estas pruebas se encuentra los efectos por Temperatura que es la más importante y la que detallamos a continuación.

8.4.1 Temperatura en la cámara de la máquina rodadora de masa de caramelo.

El control de temperatura viene a ser muy importante en esta parte del sistema por que debe estar en un punto exacto caso contrario se cristaliza o se derrite la masa de caramelo esto se lo hizo por medio la válvula de gas y la reguladora de oxígeno en la llama hasta nivelarla y dejarle en un punto que no se mueva y proceder al montaje del sistema de inyección de gas.

TABLA XXXII Efectos de la temperatura

| Temperatura dentro del acumulador °C | Características de la masa de caramelo |
|--------------------------------------|--|
| 40 | Defectuoso. Se cristaliza. |
| 45 | Defectuoso. Se cristaliza. |
| 50 | Defectuoso. Partes cristalizadas y partes no. |
| 55 | Defectuoso. No es maleable completamente. |
| 60 | Bueno. Textura buena en casi todo. |
| 65 | Bueno. Textura maleable y condiciones buenas para rodar la masa de caramelo. |
| 70 | Bueno. Textura buena de la masa de caramelo pero ya tiende un poco a pegarse en la banda. |
| 75 | Defectuoso. Parte externa de la masa de Caramelo se pega a la banda. |
| 80 | Defectuoso Empieza a derretirse la parte externa de la masa de caramelo. |
| 85 | Defectuoso. Se derrite la masa de Caramelo. |

Como podrán observar luego de este análisis y viendo los resultados arrojados la máquina rodadora de masa de caramelo lo calibramos para que varié entre 60 y 70 grados que son las temperaturas optimas para que empiece a rodar la masa de caramelo y empiece a mezclarse cabe mencionar que realizamos esta variación por medio de una perilla idéntica a la de las estufas caseras.

8.4.2 Tiempo de calentamiento de la masa de Caramelo

| TABLA XXXIII Tiempo de calentamiento de la masa de caramelo | | | | |
|--|----------------------------|-----------------|-----------------|--------------------|
| Estabilización de la Temperatura | | | | |
| Tiempo | Acumulador de Calor | | | |
| Minutos | °C Día 1 | °C Día 2 | °C Día 3 | °C Promedio |
| 0 | 17 | 15 | 16 | 16,0 |
| 1 | 19 | 18 | 19 | 18,7 |
| 2 | 23 | 24 | 22 | 23,0 |
| 3 | 27 | 26 | 25 | 26,0 |
| 4 | 29 | 27 | 28 | 28,0 |
| 5 | 34 | 32 | 32 | 32,7 |
| 6 | 45 | 44 | 43 | 44,0 |
| 7 | 49 | 47 | 46 | 47,3 |
| 8 | 55 | 53 | 52 | 53,3 |
| 9 | 57 | 56 | 56 | 56,3 |
| 10 | 59 | 58 | 59 | 58,7 |
| 11 | 62 | 63 | 62 | 62,3 |
| 12 | 65 | 64 | 65 | 64,7 |
| 13 | 66 | 65 | 66 | 65,7 |
| 14 | 65 | 67 | 66 | 66,0 |
| 15 | 66 | 65 | 65 | 65,3 |

Para la gráfica tenemos la tabla siguiente:

| Minutos | °C Promedio |
|----------------|--------------------|
| 0 | 16,0 |
| 1 | 18,7 |
| 2 | 23,0 |
| 3 | 26,0 |
| 4 | 28,0 |
| 5 | 32,7 |
| 6 | 44,0 |
| 7 | 47,3 |
| 8 | 53,3 |
| 9 | 56,3 |
| 10 | 58,7 |
| 11 | 62,3 |
| 12 | 64,7 |
| 13 | 65,7 |
| 14 | 66,0 |
| 15 | 65,3 |

Figura 8.1 Estabilización de la temperatura

Como podemos observar a partir de los 12 minutos la temperatura tiende a equilibrarse en la temperatura recomendada dentro de la cámara para que la masa de caramelo no se cristalice ni se derrita.

| TABLA XXXIV Tiempo de vaciado de la masa de caramelo | | | | | |
|---|------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Vaciado de la cámara la masa de caramelo | | | | | |
| Numero de | Vaciado de Masa de Caramelo | | | | |
| Paradas | Día 1(min) | Día 2 (min) | Día 3 (min) | Día 4 (min) | Día 5 (min) |
| 1 | 25 | 24 | 25 | 24 | 24 |
| 2 | 27 | 25 | 24 | 25 | 24 |
| 3 | 28 | 26 | 26 | 26 | 25 |
| 4 | 28 | 24 | 25 | 25 | 25 |
| 5 | 27 | 27 | 24 | 23 | 24 |
| 6 | 29 | 26 | 25 | 23 | 25 |
| Promedio día | 27,33 | 25,33 | 24,83 | 24,33 | 24,50 |

Tabla para la gráfica del tiempo de vaciado

| Días de Prueba | Día 1(min) | Día 2 (min) | Día 3 (min) | Día 4 (min) | Día 5 (min) |
|-----------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Tiempo | 27,33 | 25,33 | 24,83 | 24,33 | 24,50 |

Figura 8.2 Tiempo de vaciado

Como se puede observar el que realiza este trabajo mejoro notablemente teniendo en cuenta que ahora una parada lo hace en quince minutos por lo que la producción tuvo que aumentar y con esto la máquina rodadora y trefiladora de masa de caramelo incremento al doble su producción dando más ganancias a la micro empresa.

8.5 Determinación de la fiabilidad de la máquina

8.5.1 Estimación del régimen de trabajo

Considerando que en cada parada de masa de caramelo la producción se incremento a 300 paquetes tenemos:

T_c = Tiempo por cada ciclo 25,3 minutos

C_d = carga de diseño = 41,27 kg

C_m = Carga Muerta = 14 kg

T_m = Tiempo de trabajo con carga muerta = 5 minutos

t_i = relación del tiempo i en cada ciclo.

$$t_i = 0,2$$

Ga = Relación de Carga Muerta

(88)

$$G_a = 0,34$$

Ta = relación de tiempo con carga muerta

(89)

$$t_a = 0,2$$

k = Factor medio cúbico o coeficiente de carga

$$k = \quad \quad \quad (90)$$

Donde:

$$A = \quad \quad \quad (91)$$

$$A =$$

$$A = 0,0079 \quad 0,0079$$

$$A = 0.016$$

Reemplazando en las ecuaciones hallamos k:

$$K = 0,125$$

Una vez obtenido el valor de k nos ubicamos en la tabla de régimen de trabajos y vemos que régimen realiza.

TABLA XXXV Rangos de valores para régimen de trabajo

| | | | |
|------|---|------|-----------------|
| 0 | k | 0,53 | Trabajo ligero |
| 0,54 | k | 0,67 | Trabajo mediano |
| 0,68 | k | 0,85 | Trabajo pesado |

Por lo que podemos observar que las máquinas se encuentran a un régimen de trabajo ligero.

8.5.2 Fiabilidad de la Máquina

La Fiabilidad es la probabilidad de que un elemento o dispositivo cumpla con su función prevista para la que se le ha diseñado [14].

Como podemos observar la definición anterior y comparándola con la depreciación calculada nos damos cuenta que va a funcionar correctamente un tiempo más largo que al estimado por las siguientes razones:

- El coeficiente de seguridad utilizado en la máquina rodadora y trefiladora de masa de caramelo son bien elevados.
- Las cargas a las que está sometida la máquina rodadora y trefiladora de masa de caramelo son bajas en comparación al material y a las dimensiones utilizadas.
- Los elementos colocados en el control de la máquina vienen asegurados por los fabricantes.
- El trabajo que realiza la máquina rodadora y trefiladora de masa de caramelo es ligero por lo que durara con más facilidad más tiempo del estimado.

Por tales razones se puede decir que las máquinas están en un rango del 90 al 95 % de Fiabilidad que al parecer es la misma utilizada en el diseño de los elementos.

Para un mejor análisis se lo realizaría con cuadros estadísticos que revelen el comportamiento de los elementos en relación con el tiempo de funcionamiento y de esta manera se puede ver en realidad la fiabilidad y la mantenibilidad de las máquinas.

8.6 Análisis de resultados

Luego de haber pasado muchos días controlando la producción de caramelo pudimos tener anotaciones, lo que nos permitió sacar una media para poder analizar si está dando resultado la máquina rodadora de masa de caramelo.

TABLA XXXVI Producción de la rodadora y trefiladora de la masa de caramelo

| Peso lb | Tiempo de demora minutos | Producción por paquetes |
|-----------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| En partes total 30 lb | 45 | 150 |
| 60 lb | 25 | 300 |

Como podemos observar en datos de la tabla hubo un incremento en la producción y una reducción en el tiempo empleado en hacer las barras de caramelo.

Considerando que en cada parada tenemos un aumento de 150 a 300 paquetes de caramelos de 24 unidades vendiendo a 0,60 centavos tenemos 180 dólares por parada como tenemos seis paradas por día tenemos 1080 dólares y si proyectamos para un año considerando el precio actual tenemos 259200 dólares.

La máquina rodadora de masa de caramelo incremento la producción al doble claro está que en el balance dado anteriormente se lo hace como que trabajase los cinco días de la semana por todo un año, hay que tener en cuenta que hay días que no se hace este tipo de caramelo dedicándose a la producción de otras golosinas, variando el valor dado anteriormente.

El dinero incrementando por la maquinaria adquirida se va invirtiendo en la micro empresa para que llegue a ser una nueva empresa a nivel nacional con productos de toda clase de golosina llamado “MI CHULLA”

CAPÍTULO IX

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

9.1 Conclusiones

Una vez terminada la tesis hemos obtenido las siguientes conclusiones:

- La máquina Rodadora y trefiladora se presenta como una alternativa importante en el trabajo de la creación de barras de caramelo, dándole un valor agregado al producto.
- Utilizando software profesional como el Solid Works hemos logrado un enfoque ingenieril de los elementos que componen la máquina rodadora y trefiladora previo el diseño.
- La máquina nos da una versatilidad para el control de las variables tiempo, temperatura, vaciado y diámetro de las barras de caramelo mejorando su calidad.
- Al realizar las pruebas se observó el incremento de la producción, al doble, reduciendo tiempos en la elaboración de las barras de caramelo y optimizando espacios físicos en la micro empresa.
- La máquina diseñada y construida, tiene la capacidad de manejar un rango de 60 a 90 lb de masa de caramelo incrementando la producción de las barras por ende un incremento de ingresos económicos al artesano.
- Con la utilización de los elementos electrónicos obtenemos una semiautomatización de las máquinas rodadora y trefiladora, obteniendo un rango de variación de la velocidad a través de un variador de frecuencia, un sistema de encendido automático, protección contra descargas eléctricas y costos.
- La operación de la máquina requiere de ciertos ajustes y reglajes en la velocidad de rodado y trefilado además del mantenimiento general de los equipos en lo que corresponde a la limpieza y uso de grasas vegetales por tratarse de un producto alimenticio.

9.2 Recomendaciones

Las recomendaciones para la máquina rodadora de masa de caramelo son las siguientes:

- Verificar si la conexión eléctrica esta correcta tanto el motor de corriente alterna como el de continua.
- Controlar que no exista fugas en el sistema de inyección de gas, ya que se está trabajando con GLP el cual podría ocasionar accidentes por inflamación.
- Esta máquina requiera un precalentamiento para que se encuentre a la temperatura óptima de proceso de rodado de la masa de caramelo cumpliendo un rango de 60 a 70 grados centígrados.
- Se puede diversificar el producto, en sus diversas formas y dimensiones, variando los relieves de los cilindros de extrusión.
- Diseñar un sistema de corte para obtener longitudes estándar en la producción de las barras de caramelo.
- Controlar la velocidad de giro de la máquina rodadora de masa de caramelo, a través del variador de frecuencias, según la destreza del operario.
- Luego de cada ciclo de trabajo, es necesario limpiar la banda, apagar el panel de control y cerrar la válvula de gas, con la finalidad de mantener la máquina y proteger al operario.
- Considerando la importancia que tiene el sector artesanal, es necesario continuar con la vinculación de los estudiantes de la Escuela de Ingeniería, con estos sectores a través de la realización de Tesis de Grado, para conjuntamente dar soluciones efectivas en el aspecto Tecnológico-Científico a sus necesidades y lograr mejores productos, que integren un valor agregado y contribuir al desarrollo de nuestro país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] www.wikipedia.org/wiki/Caramelo
- [2] **BEER, FERNAND.** Mecánica Vectorial para Ingenieros. 6ta ed. México: Mc Graw Hill, 1998, pp 1026 - 1060
- [3] **MC CORMAC, JACK.** Análisis de Estructuras. 3ra. ed. México: Prentice Hall, 2005, pp 98 - 129.
- [4] **VILORIA, JOSÉ.** Prontuario de Mecánica Industrial Aplicada. España: Paraninfo 2002, pp 110.
- [5] www.rincondelvago.com/mecanica_engranajes.html
- [6] **VILORIA, JOSÉ.** Prontuario de Mecánica Industrial Aplicada. 2da. ed. España: Paraninfo 2002, pp 134.
- [7] **SHIGLEY, JOSEPH.** Diseño en Ingeniería Mecánica. 3ra ed. México: Mc Graw Hill, 1995, pp 868 - 871.
- [8] **SHIGLEY, JOSEPH.** Diseño en Ingeniería Mecánica. 3ra ed. México: Mc Graw Hill, 1995, pp 962 – 983.
- [9] www.copreci.com
- [10] **INCROPERA, FRANK.** Fundamentos de Transferencia de Calor. 4ta ed. México: Prentice Hall, 1996, pp 167 – 180.
- [11] www.telemecanique.com
- [12] **REYES, CARLOS.** Microcontroladores PIC. 2da ed. Quito – Ecuador: Rispergraf, 2006, pp 50 – 100.
- [13] www.telemecanique.com
- [14] Diccionario Encarta 2009 - Fiabilidad

BIBLIOGRAFÍA

- BEER, FERNAND.** Mecánica Vectorial para Ingenieros. 6ta ed. México: Mc Graw Hill, 1998
- BELIAEV.** Atlas de Elementos de Máquinas y Mecanismos. 2da. ed. México: Mc Graw Hill, 1985
- DÍAZ, RODRIGO.** Plantas de Vapor. Riobamba: Pedagógica Freire, 1997, (doc)
- HAUEUSSLER, ERNEST, Jr.** Matemáticas para Administración, Economía, Ciencias Sociales y de la Vida, 8va. ed. México: Prentice Hall, 2005.
- HIDALGO, MANUEL.** Engranajes. 4ta. ed. España: Universidad de Córdoba, 2007.
- INCROPERA, FRANK.** Fundamentos de Transferencia de Calor. 4ta. ed. México: Prentice Hall, 1996
- KURT, GIECK.** Manual de Formulas Técnicas. 75 ava. ed. España: Alfa omega, 2005.
- MC CORMAC, JACK.** Análisis de Estructuras. 3ra. ed. México: Prentice Hall, 2005.
- POPE, J. EDWARD.** Soluciones Prácticas para el Ingeniero Mecánico. México: Mc Graw Hill 2000.
- RASHID, MUHAMMAD.** Electrónica de Potencia. 3ra. ed. México: Prentice Hall, 2004.
- REYES, CARLOS.** Microcontroladores PIC. 2da. ed. Quito – Ecuador: Rispergraf, 2006.
- SHIGLEY, JOSEPH.** Diseño en Ingeniería Mecánica. 3ra. ed. México: Mc Graw Hill, 1995.
- VILORIA, JOSÉ.** Prontuario de Mecánica Industrial Aplicada. España: Paraninfo 2002.

LINKOGRAFÍA.

Caramelo

www.wikipedia.org/wiki/Caramelo

2009-01-10

Engranajes

www.2.ing.puc.cl/~icm2312/apuntes/engrana/enconic.html

2009-01-10

www.rincondelvago.com/mecanica_engranajes.html

2009-01-12

Piezas en Solid Works

www.traceparts.com

2009-07-03

www.solidworks/library/parts.html

2009-02-05

Telemecanique

www.telemecanique.com

2009-03-11

Kana

www.Kana.com

2009-04-02

Camsco

www.Camsco.com

2009-05-01

Kemakeur

www.kemakeur.com

2009-05-20

FAG

www.fag.com

2009-05-20

COPRECI

www.copreci.com

2009-05-22