



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

ESCUELA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

TEMA:

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA FUSIONADORA TEXTIL PARA LA FÁBRICA
MAQUILA CONFECCIONES.”**

**TRABAJO DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN MECATRÓNICA**

Autor: Wilfrido Manuel Cevallos Almeida

Director: Ing. Diego Ortiz

Ibarra–Ecuador

Diciembre 2015

Diseño Y Construcción De Una Fusionadora Textil Para La Fábrica Maquila Confecciones.

Wilfrido Manuel Cevallos Almeida Universidad Técnica del Norte (UTN) , Ibarra - Ecuador

Wmca_1@hotmail.com

Resumen — En el presente trabajo se desarrolla el diseño de una FUSIONADORA TEXTIL, con la finalidad de dar soporte en el área textil a la pequeña y mediana empresa en la provincia de Imbabura.

La fusionadora textil está diseñada para realizar la unión de la tela con la entretela con la finalidad de dar soporte en cuellos de camisas, bolsillos, bichungas, etc. Mediante el uso de adecuadas temperaturas, presión y tiempos, lo cual se logra utilizando cintas transportadoras para el traslado de la tela y entretela, resistencias eléctricas para el control de la temperatura, rodillos para el movimiento de la cinta transportadora, también para realizar la presión de la tela con la entretela y lograr el fusionamiento y un motor eléctrico para el control del tiempo del fusionamiento de la tela con la entretela en el cual se tendrá un tiempo de variación de 5 a 20 segundos.

El PLC y junto con elementos complementarios, tales como protecciones eléctricas, relés, botones, control de velocidad, borneras, paro de emergencia, cableado eléctrico se logra el control y automatización de la fusionadora textil.

El contenido del presente trabajo esta desglosado de la siguiente manera:

CAPITULO 1: PROCESO DE FUSIONAMIENTO TEXTIL.

CAPITULO 2: ALTERNATIVAS Y PROTOCOLO DE PRUEBAS.

CAPITULO 3: DISEÑO DE LA FUSIONADORA TEXTIL.

CAPITULO 4: CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE LA FUSIONADORA TEXTIL.

CAPITULO 5: ANÁLISIS DE COSTOS.

CAPITULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

1. INTRODUCCION

En el mundo globalizado de competitividad y una economía de libre mercado, el desarrollo textil debe alcanzar resultados a corto plazo, lo que implica la utilización de material y de máquinas de alta productividad, confiables en el proceso de producción, con la finalidad de obtener los mejores precios para los clientes.

Ecuador es una fuente de productos textiles que brinda variedad y calidad en cuanto a sus productos, y mantiene un adecuado proceso, abierto a nuevas tecnologías que facilitan y agilizan su producción, creando una mano de obra más fácil en el manejo de los equipos.

En los procesos textiles se requiere del mejoramiento en sus máquinas, o de la construcción de nuevas, mejorando su tecnología que generalmente es fabricada o importada de otros países, que en algunos procesos, aplicando los conocimientos de ingeniería Mecatrónica pueden ser diseñadas y construidas en el país, un caso analizado en el presente trabajo es el diseño de una Fusionadora Textil, utilizada en la industria textil de la confección.

En el presente estudio se ha considerado a la fábrica MAQUILA CONFECCIONES para aplicar los conocimientos, en el diseño y construcción de una máquina fusionadora textil, la cual ayudara en el proceso de confección de prendas como en camisetitas, calentadores, bolsos, etc. En algunas partes de dichas prendas a ser confeccionadas tales como en: cuellos, bichungas, tapas bolsillos, puños, etc. Las cuales requieren el análisis de una máquina que realice el proceso de fusionamiento de la tela y entretela.

Dicho proceso utilizado en la confección de prendas es continuo, que actualmente se lo realiza utilizando un procedimiento manual, por lo que la fábrica MAQUILA CONFECCIONES ha visto la necesidad de implementar una máquina que facilite este proceso y reducir así los tiempos de esta fase y mejorar la calidad y cantidad de producción.

2. GENERALIDADES

2.1 Proceso De Fusionamiento Textil.

Se conoce como fusionamiento textil al hecho de fijar la entretela fusionable o pelón a la tela de una prenda, mediante la acción conjunta de temperatura y presión durante un determinado tiempo. Este proceso también se denomina unión sin costura.

El proceso de fusionamiento se inicia con la selección de la entretela, misma que debe ser seleccionada en función de la tela principal, una vez elegida la entretela se procede a seleccionar los parámetros de fusionamiento, estos parámetros son: temperatura, tiempo y presión, los cuales dependen de las especificaciones dadas por el fabricante. Si seleccionamos adecuadamente los materiales y recomendaciones del fabricante se obtiene un resultado de calidad en el fusionamiento.



Figura 1: Entretela.

2.1.1. Consideraciones Sobre El Proceso De Fusionamiento.

1. Rapidez, el tiempo de fusionamiento es muy corto y se pueden procesar varias piezas a la vez, y con el adecuado control de los parámetros técnicos del proceso, la unión es de buena calidad. En el proceso de manufactura se realiza la unión entre dos piezas, una fusionada y la otra no, para luego hacer el proceso de costura, obteniendo como resultado mayor rendimiento.
2. Mejoramiento de la estética de las prendas: pues al estar unidas íntimamente tela y entretela, componen un solo material, evitando las arrugas e imperfecciones que se presentan frecuentemente cuando la unión es parcial, por medio de costuras.
3. Mejora la calidad de fusionamiento cuando se trabaja con telas de fibra sintética.
4. Es muy útil para estabilizar las telas muy livianas, que normalmente ocasionan problemas de deslizamiento.

2.1. Situación Actual De La Empresa.

2.1.2. FUSIONAMIENTO MANUAL (PLANCHA ELÉCTRICA).

El proceso con la plancha inicializa con la operaria, acomodando la tela y la entretela fusionable, para luego verificar el siguiente parámetro que es el de tener la temperatura adecuada en la plancha eléctrica de acuerdo a la resina, con una presión aplicada manualmente en cinco pasadas sobre la pieza. El proceso de fusonado culmina en un tiempo promedio de dos minutos, en una sola pieza con los materiales mencionados.



Figura 2. Fusionamiento manual con la plancha.

2.1.3. Fusionamiento Manual (Estampadora).

- Primer acabado: Inicia el proceso con la regulación de la temperatura en la estampadora de acuerdo a la resina, para luego realizar la preparación de la tela y la entretela fusionable de tres piezas, y después aplicar la presión manualmente con un tiempo programado en estampadora, y llegar al fusonamiento del primer acabado. Este proceso lleva un tiempo promedio de dos minutos. En la figura se observa el primer acabado.



Figura 3: Primer acabado con la estampadora.

- Segundo acabado: Empieza introduciendo el área faltante de las tres piezas a fusionar, con la temperatura ya obtenida en el primer acabado, se aplica la presión con un tiempo programado en la estampadora, terminando el proceso con un promedio de dos minutos y treinta segundos en tres piezas. Es importante indicar que cuando se utiliza la estampadora se ejecutan tres piezas simultáneamente.



Figura 4: Proceso de fusonamiento con la estampadora.

2.2. SELECCIÓN DEL TIPO DE FUSIONADORA.

2.4. Tipo 1: Sublimadora Fusionadora Textil.

2.4.1. Descripción.

Este tipo de termosellado funciona mediante un sistema neumático que realiza la presión junto con un cilindro, y la obtención de la temperatura mediante planchas eléctricas, aplicada sobre la tela y la entretela fusionable para realizar la unión, y un sistema de bandejas que son de soporte para la materia prima.

El fusionamiento es realizado por la temperatura generada en las planchas eléctricas, y distribuido uniformemente en toda la superficie de la tela, las cuales se controlan con sensores de temperatura, y son las que mantienen la temperatura adecuada para la unión sólida en una sola pieza.



Figura 5: Sublimadora fusionadora textil.

2.4.2. Ventajas.

- Mayor uniformidad de transferencia de calor.
- Alta confiabilidad.

2.4.3. Desventajas.

- Accionamiento neumático.
- Alto consumo de energía.
- Mayor costo.
- Mantenimiento más complejo.
- Proceso variado.
- Solo para tamaños adecuados de tela.

2.5. Tipo 2: Fusionadora Textil.

2.5.1. Descripción.

Este tipo de fusionadora, realiza el proceso de unión de la tela con la entretela fusionable mediante el calentamiento de cintas transportadoras, las cuales utilizan planchas eléctricas que distribuyen el calor uniformemente, y mediante rodillos accionados por un motor eléctrico, de los cuales también se obtienen la presión, logrando la unión sólida de la tela con la entretela, haciendo que el proceso sea continuo.



Figura 6: Fusionadora textil

2.5.2. Ventajas.

- Fácil transportación y fácil manejo de la máquina.
- Fácil mantenimiento.
- Variedad de repuestos en el mercado.
- Utilización de una sola fuente de energía.
- Proceso continuo.
- Para diferentes tamaños de tela.
- Costo relativo bajo.

2.5.3. Desventajas.

- Disponibilidad de información.
- Calentamiento de carga lento.

2.5.4. Detalle De Funcionamiento De La Máquina.

Según se observa en la figura, la pieza a fusionar es colocada en la banda transportadora inferior, para luego ser guiada con ayuda de una banda transportadora superior. Estas bandas transportadoras son paralelas y para su accionamiento se utiliza un conjunto de rodillos. Por uno de los rodillos de la banda transportadora se acopla un motor para generar el movimiento de este rodillo y a través de este transmitir el movimiento a los otros rodillos utilizando ruedas dentadas y cadena.

Entre las dos bandas transportadoras, se instala un sistema de calentamiento, calor que es absorbido por radiación las bandas transportadoras y estas transmiten el calor por conducción al conjunto tela y entretela. Este calor ganado por la pieza permitirá la fusión de la resina de la entretela, durante el recorrido desde su ingreso hasta el punto de salida.

Para lograr una unión sólida de la tela con la entretela, en la zona de salida, se coloca un rodillo adicional en una zona de la banda transportadora inferior y que sea paralelo a uno de los rodillos de la banda transportadora superior, generando un proceso de laminación.

Una vez pasada la pieza por este proceso, sale a la zona final de la banda transportadora inferior, misma que será recogida por el operario.

La presión necesaria para realizar el fusionamiento se obtendrá mediante el desplazamiento del rodillo motriz de la banda superior hacia el rodillo adicional, obteniendo de esta manera una presión uniforme para la unión sólida de la tela con la entretela fusionable, consiguiendo así un sistema de presión continuo en la máquina.

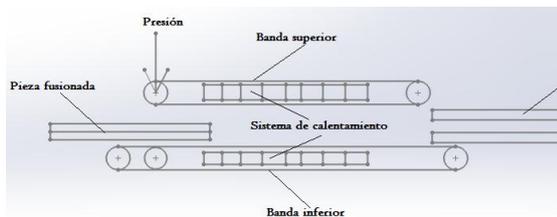


Figura 7: Sistema de fusión.

Seleccionando la velocidad del motor, se consigue el tiempo necesario para que la pieza llegue a la temperatura de fusión de la resina de la entretela desde el punto de entrada hasta el punto de salida, distancia entre los rodillos de la banda transportadora superior. La temperatura deberá ser controlada por la cantidad de calor suministrada por el sistema de calentamiento y con la distancia entre los rodillos en el proceso de laminación se obtendrá la presión necesaria para la unión de la tela y entretela.

3. DISEÑO DE LA FUSIONADORA TEXTIL.

3.1. Parámetros De Diseño Para La Fusionadora Textil.

3.1.1. Parámetro Funcional.

Es un dato conocido para el funcionamiento y la producción de la máquina, como por ejemplo la cantidad de producción por horas, las dimensiones de los materiales, etc. Para nuestro caso particular, como parámetros funcionales para el diseño de la máquina fusionadora se han considerado la capacidad de producción y dimensiones de la pieza a fusionar.

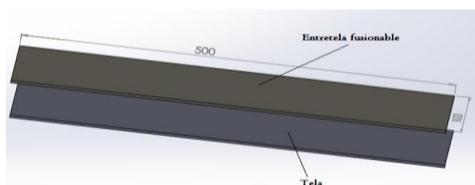


Figura 8: Dimensiones tela y entretela.

3.1.2. Parámetro Fundamental.

Es un dato importante que sirve de base para el diseño de la máquina, está referido a las características del material, temperatura de trabajo, condiciones de funcionamiento y requerimientos de trabajo para cumplir con su función. Los parámetros fundamentales para producir el fusiónamiento de la tela y entretela se indican en la tabla, información que es obtenida de los fabricantes de entretelas fusionables.

Tabla 1: Parámetros fundamentales.

PARÁMETRO	MÍNIMO	MÁXIMO
TEMPERATURA (°C)	100	170
TIEMPO (seg)	5	20
PRESIÓN (Kgf/cm ²)	0,25	0,5
MASA (gr/m ²)	40	256

3.2. Tipos De Bandas Transportadoras.

Tabla 2: Bandas transportadoras.

Tipo de banda.	Características
Banda de caucho y lona.	- Varias capas de tejidos engomados. - Fibras de poliéster poliamida o nylon. - Flexibles. - Peso reducido. - Tramas metálicas o textiles. - Base de caucho natural. - Buena temperatura. - Buena resistencia a la rotura, temperatura, impacto y a la humedad. - Flexible. - Resistente al desgaste.
Bandas Sintéticas.	- Alargamiento bajo. - Excelente tracción. - Sirven para procesos con alimentos. - Agarre fuerte. - Buena resistencia mecánica. - Variedad de peso. - Flotabilidad en el agua. - Temperaturas entre -40 °C a + 104 °C. - Excelente resistencia química. - Resistente a la penetración de microorganismos.
Banda modular.	- Excelente tenacidad al impacto. - Flexible. - Resistencia a la fatiga. - Excelentes propiedades deslizantes. - Resistencia al rayado. - Elevada carga de rotura. - Resistencia a productos químicos. - Resistencia al rayado - No reacciona con sustancias químicas. - No son tóxicas.
Banda de teflón.	- Resistencia a la tracción y desgaste. - Impermeabilidad para mantener sus cualidades en ambientes húmedos. - No se altera por acción de la luz. - Soporta temperaturas de -73 °C, hasta 270 °C.

3.3. Selección Del Ancho De La Banda Transportadora.

Con las características y datos de la banda transportadora de teflón, se elegirá el ancho de trabajo óptimo para obtener una capacidad de 800 piezas/hora, con una longitud máxima de la pieza de 0.5m y un ancho de 0,1m. Según los datos del fabricante para lograr el fusiónamiento de la tela con la entretela, se realizan los cálculos de producción por hora.

Tabla 3: Producción en base al ancho de la banda transportadora.

Ancho banda (mm)	Ancho pieza (mm)	Tiempo (seg)	Piezas fusionadas (piezas/hora)
300	100	20	540
400	100	20	720
500	100	20	900

Con los datos de la tabla, se observa que para un ancho máximo de la pieza de 100 mm, el ancho óptimo en la banda transportadora de teflón es de 500mm, cuyo ancho es de fabricación estándar, con la cual se obtiene una capacidad de producción de 900 piezas/hora.

3.4. Características Del Rodillo Motriz Y Rodillo De Apoyo.

3.4.1. Rodillo Motriz.

Se elige el rodillo cilíndrico recubierto para rodillo motriz, el cual es el encargado de mover la banda transportadora, la misma que será arrastrada por fricción por el rodillo motriz,

que este a su vez es accionado por un motor. El rodillo motriz al estar en contacto directo con la banda transportadora, deberá poseer propiedades de resistencia a altas temperaturas, por sus características los rodillos que vienen hacer los ideales para el diseño de la máquina fusionadora, son los rodillos con recubrimiento de teflón.

Un rodillo similar que se relaciona con las características y medidas del rodillo motriz es el de las copadoras e impresoras.



Figura 9: Rodillo de presión fotocopiadora Kyocera

3.4.2. Rodillo De Apoyo.

La función del rodillo de apoyo es soportar la banda y el material a transportar, el impacto producido por la caída del material, contribuir al centrado y tensión de la banda, se selecciona el rodillo de alineación.



Figura 10: Rodillo motriz y rodillo de apoyo.

3.5. Selección Del Motor Y Reductor.

Para lograr el accionamiento del sistema se plantea el siguiente esquema, según se indica en la figura. El cual tiene una catalina conductora acoplada al motor, y catalinas conducidas acopladas a los rodillos que dan movimiento a las bandas.

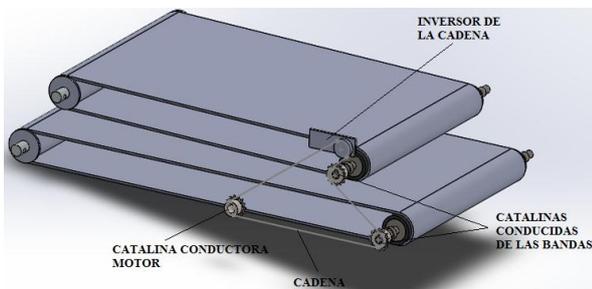


Figura 11: Transmisión de potencia.

Se realiza el análisis de la potencia real con la eficiencia del motor en un 90%, la trasmisión de potencia por cadena en un 98%, sistema mediante cinta transportadora en un 96% y la eficiencia del motor reductor en un 98%.

$$P_r = \frac{P_b}{(n_{\text{motor}} * n_{\text{motorreductor}} * n_{\text{ct}} * n_{\text{cadena}})}$$

$$P_r = \frac{47}{(0.9 * 0.98 * 0.96 * 0.98)} = 56.64 \text{ W}$$

Con la potencia calculada se procede a seleccionar el motor, el cual es el encargado de transmitir el movimiento a la rueda motriz, el mismo que será seleccionado mediante la tabla .

Tabla 4: Tipo de Motor.

Indication of Motor					
4	IK	25	GN	A	M
Dimension	Type	Output	Motor Shaft	Voltage & Pole	Accessory
2 : 60mm 3 : 70mm 4 : 80mm 5 : 90mm	IK: Induction TK: Torque RK: Reversible * Instantaneous switching of rotation direction * 30 mins rating	6 : 6W 15 : 15W 25 : 25W 40 : 40W 60 : 60W 90 : 90W 120 : 120W	A : Round Shaft A(K): Round Shaft with keyway AK: Worm gear GN: Pinion Shaft under 40W GU: Pinion Shaft 60W above GA: Alloy Worm GS: Clutch Brake (Thick) (40-120W) Note: Add "R" means SS-series speed Control motor.	A : 10100/110V4P B : 10100/110V2P C : 10200/220V4P CE : 1020-340V08Q D : 10200/220V2P S : 30200/220V4P T : 30200/220V2P U : 30380V4P X2 : 30415V4P Y : 30220/380V4P Y1 : 30230/460V4P Y2 : 30240/480V4P Y3 : 30208/415V4P Y4 : 30220/440V4P (2P: High Speed) (4P: Low Speed)	F: Fan (60W above is standard type) M: Power off Brakes T: Terminal Box (55*55) FF: Forced Fan

La potencia calculada es de 56.64 W, de la tabla se selecciona el tipo de motor 5IK60A-C, este tipo de motor tiene las características de ser a inducción, con una potencia de 60 W, monofásico 220V/4P, se tiene que es de 1550 rpm, en la figura se observa el motor seleccionado.



Figura 12: Tipo de Motor

Para el funcionamiento correcto de la máquina se tiene una velocidad mínima de 13 rpm, y una máxima de 54 rpm, el motor seleccionado anteriormente tiene una velocidad de 1550 rpm, por lo que es necesario el uso de un reductor de velocidad para llegar a las velocidades de funcionamiento de la máquina, mediante las tablas se selecciona el tipo de reductor y el rango de velocidad.

Tabla 5: Selección del reductor.

Dimension (mm)												Output Shaft			Weight (KG)	
Model	Output (w)	A	BC	BD	BE	I	G	P	Z	E	CC	S	D	WxYxL(K)		
5	40W (GN)	3-18R	90	246	105	35	34	2.2	104	6.4	73.6	18	12	9.5	4x4x25	5.52
		20-180R	90	262	121	35	34	2.2	104	6.4	73.6	18	12	9.5	4x4x25	5.54
	60W (GN)	3-18R	90	265	105	35	34	2.2	104	6.4	73.6	18	12	9.5	4x4x25	5.52
		20-180R	90	281	121	35	34	2.2	104	6.4	73.6	18	12	9.5	4x4x25	5.54
		60W(GU)	90	287	127	35	34	2.2	104	6.4	73.6	18	15	12	5x5x25	5.54
		90W(GU)	90	313	127	38	34	2.2	104	6.4	73.6	18	15	12	5x5x25	6.39
	120W(GU)	90	313	127	38	34	2.2	104	6.4	73.6	18	15	12	5x5x25	6.39	

Tabla 6: Especificaciones del reductor.

Standard Specification	
Item	Standard Specification
Ratio	1 : 10 Decimal Gearhead
Type	Model 2, 3, 4, 5

Dimension (mm)				
Model	Output (w)	A	B	C
2	6W	60	39	26
3	15W	70	39	26
4	25W	80	39	26
5	GN 40W-60W	90	59	40
	GU 60W-120W	90	59	40

Tabla 7: Velocidad del motor.

60Hz Maximum Permissible Torque(Kgcm)																			
Output (W)	Ratio (R)	RPM																	
		3	5	6	7.5	9	12.5	15	18	25	30	36	50	60	75	90	100	120	150
6W	1.0	1.5	1.8	2.3	2.8	3.9	4.7	5.6	7.0	8.3	10	13.8	16	20	24	30	30	30	30
15W	2.6	3.9	4.7	5.8	7.0	9.8	11.8	15	19	23	27.6	38.4	46	50	50	50	50	50	
25W	4.1	6.3	7.6	9.5	11.4	16	19	23	31	37	45	62	75	80	80	80	80	80	
40W	6.3	10	12	15	19	26	30	37	45	54	65	90	100	100	100	100	100	100	
60W (T)	10	16	19	24	28	40	47	55	69	83	100	138	160	175	200	200	200	200	
90W	14	24	28	35	42	60	70	80	103	124	149	200	200	200	200	200	200	200	
120W	19	30	37	46	55	70	83	100	125	150	180	200	200	200	200	200	200	200	
150W	26	39	48	60	72	82	98	125	150	180	200	200	200	200	200	200	200	200	

El reductor seleccionado es el tipo 5-60(GN), indicado en las tablas, el cual tiene una relación de transmisión 1:10, que se observa en las tablas, se observan los torques del reductor a diferentes velocidades, en la figura se puede observar el tipo de reductor elegido.



Figura 13: Tipo de Reductor

El reductor elegido para el motor de 1550 rpm, lo reduce hasta una velocidad de 155 rpm, mediante su relación de transmisión de 1:10, obteniendo una velocidad que no llega a la de funcionamiento de la máquina. Para el funcionamiento de la máquina se necesita que la velocidad varíe de 13 rpm a 54rpm, lo cual hace necesario el huso de un controlador de velocidad, en la tabla se muestra el tipo de controlador de velocidad.

Tabla 8: Controlador de Velocidad.

Model	Voltage (V)	Frequency (Hz)	Rated Current (A)	Output (W)	Speed Range	Speed Rate of Change (%)	Velocity Reaction	Electronic Brake	Velocity Safety	Ambient Condition
SS31-HR	110V	60	5	6-120	90-1600	5%	0.5 f/s (Sec)	good	great	-10°C~+50°C
SS32-HR	220V	60	5	6-120	90-1600	5%	0.5 f/s (Sec)	good	great	-10°C~+50°C
SS32E-HR	220-240V	50	5	6-120	90-1350	5%	0.5 f/s (Sec)	good	great	-10°C~+50°C

Con la tabla el control de velocidad seleccionado es el SS32-HR, que su rango de control es de 90 a 1600 rpm, obteniendo una velocidad mínima en el reductor de 9 rpm, la conexión se realiza mediante el siguiente diagrama de control que se observa en la figura.

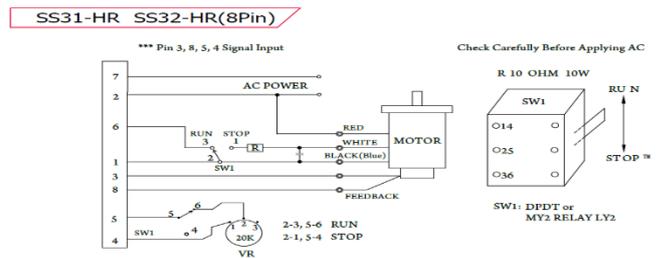


Figura 14: Diagrama de control

En la figura se observa que para realizar el control de 90 a 1600 rpm, se es necesario el uso de un potenciómetro de 20 KΩ, el cual es encargado de proporcionar la velocidad variable de 13 rpm a 54 rpm del funcionamiento de la máquina.

3.6. Transmisión De Potencia.

Para la transmisión de potencia del motor a los rodillos, se elige utilizar un sistema de transmisión mediante cadena. Dependiendo de la potencia del motor, de la relación de transmisión, sincronía, la selección de la catalina y la cadena a utilizar puede variar, las figuras indican los elementos de una cadena de rodillos simple.

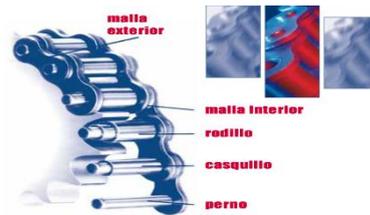


Figura 15: Partes principales de una cadena de rodillos



Figura 16: Cadena simple de rodillos.

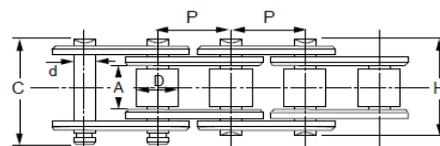


Figura 17: Características principales de cadena de rodillos

P= paso.

A= ancho.

D= Diámetro del rodillo.

C= Ancho sobre ejes de unión.

d= Diámetro del eje.

H= Ancho máximo sobre ejes.

En la figura, se observa el sistema de transmisión por cadena, el cual mediante la catalina conductora y la cadena transmite el movimiento a las catalinas conducidas, que son las encargadas de mover las bandas transportadoras.

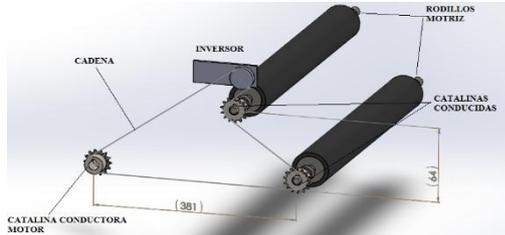


Figura 18: Sistema de transmisión mediante cadena.

3.6.1. Cálculo De La Potencia De Diseño.

$$H_{\text{diseño}} = P_{\text{motorreductor}} * f_s$$

Dónde:

$H_{\text{diseño}}$ = Potencia de diseño en [hp]

$P_{\text{motorreductor}}$ = Potencia entregada por el motoreductor [w]
= 60 [w].

f_s = Factor de servicio= 1.3

$$H_{\text{diseño}} = 60 \text{ w} * 1,3 = 78 \text{ [w]}$$

3.6.2. Selección Del Tipo De Cadena De Rodillos A Utilizar.

La cadena y la cantidad de dientes en el piñón necesarios para la transmisión de potencia son determinados a partir de tablas o gráficas elaboradas a base de las rpm necesarias. Las tablas y las gráficas son elaboradas por casas comerciales y para el siguiente cálculo se basa en la casa comercial JORESA, la cual se encuentra distribuida en Ecuador por HIVIMAR.

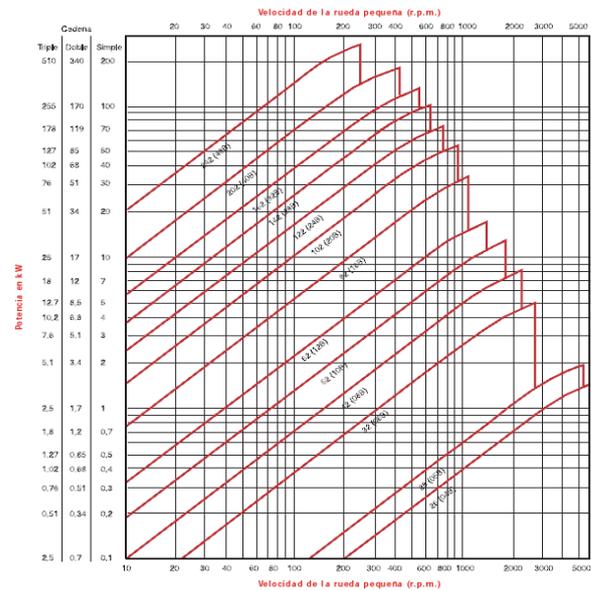


Figura 19: Selección de cadenas normas ISO

Se selecciona la siguiente cadena.

- Cadena 42- 08B Simple.

Tiene las siguientes características.

- Paso: $p = 12,70 \text{ mm} = 1/2 \text{ in}$
- Ancho: $A = 7,75 \text{ mm}$
- Carga de rotura= 2000 da-N
- Superficie de articulación= 0,50 cm²

3.7. Tensión De La Cinta Transportadora.

A continuación se realiza el análisis de la tensión de la cinta transportadora, para lo cual se tiene un ángulo de contacto entre el rodillo y la cinta transportadora y la tensión a cada lado de la cinta transportadora.

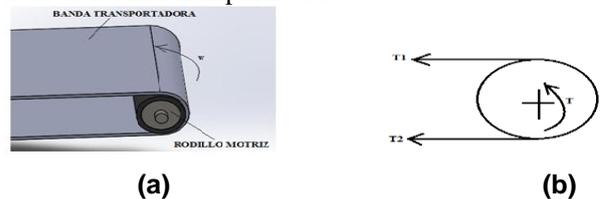


Figura 20: a) Tensión de la cinta a cada lado, b) Diagrama de cuerpo libre.

3.7.1. Tensión Necesaria Para Mover La Cinta En Vacío.

$$T_x = f * G * (1 + l_0)$$

Donde:

T_x = Tensión necesaria para mover la cinta en vacío.

f = Coeficiente de fricción de los rodillos.

$$T_x = 0.03 * 343 * (0.9 + 59.82) = 624.80 \text{ N}$$

3.7.2. Tensión Necesaria Para Mover La Carga Horizontalmente.

$$T_y = f * q_m * (l + l_0)$$

Tensión necesaria para para vencer fuerzas por sobrecarga.

Donde:

P_2 = Tensión para mover la cinta con carga horizontalmente.

q_m = Peso del material transportado.

$$T_y = 0.03 \times 58.99 (0.9 + 59.82) = 107.46 \text{ N}$$

3.7.3. Tensión Necesaria Para Vencer La Resistencia Ofrecida Por Eventuales Resistencias.

$$T_z = x * \frac{Q_t}{V}$$

Donde:

T_z = Tensión por resistencias eventuales.

x = Constantes en función del ancho de la cinta.

$$T_z = 0.337 * \frac{520}{24} = 7.30 \text{ Kg} = 71.54 \text{ N}$$

$$T_E = T_x + T_y + T_z$$

$$T_E = 624.80 + 107.46 + 71.54 = 803.08 \text{ N}$$

Una vez obtenida la tensión efectiva, calculamos las tensiones en los lados de la banda, la misma que se calcula multiplicando a tensión efectiva por el coeficiente de fricción entre la banda y el rodillo motriz. Es considerando el tipo de tensor que se utilizara para el diseño, que es tipo tornillo y ángulo de abrazamiento de la banda de 180°.

$$T_1 = T_E K_1$$

$$T_1 = 803.08 \times 1.84$$

$$T_1 = 1440.6 \text{ N.}$$

Con los datos obtenidos calculamos T_2 :

$$T_2 = T_E K_2$$

Donde:

$$K_2 = K_1 - 1$$

$$K_2 = 1.84 - 1$$

$$K_2 = 0.84.$$

Una vez encontrado K_2 , reemplazamos en la ecuación para encontrar T_2 .

$$T_2 = 803.08 \times 0.84$$

$$T_2 = 658.56 \text{ N}$$

3.8. Calculo De Las Reacciones En El Eje.

Obtenidas las fuerzas que actúan en el eje del rodillo motriz, se realiza el cálculo para las reacciones en el plano X-Y y el plano X-Z.

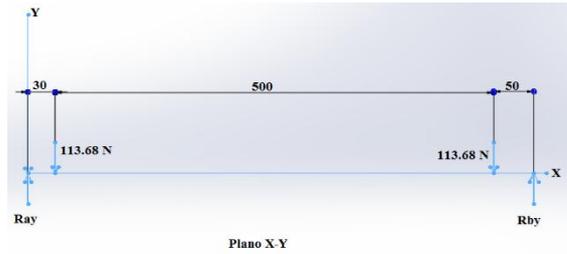


Figura 21: Fuerzas en el Plano X-Y.

Reacciones en el plano X-Y.

$$\sum F_y = 0$$

$$R_{ay} + R_{by} = 227.36 \text{ N}$$

$$\sum M_A = 0$$

Considerando positivo en sentido horario.

$$(R_{by} * 0.58) - (113.68 * 0.03) - (113.68 * 0.53) = 0$$

$$(R_{by} * 0.58) = (113.68 * 0.03) + (113.68 * 0.53)$$

$$R_{by} = 109.76 \text{ N}$$

Reemplazando se tiene:

$$R_{ay} + 109.76 = 227.36 \text{ N}$$

$$R_{ay} = 117.6 \text{ N}$$

En los graficos, se muestran los diagramas de fuerza cortante y momento flector para el plano X-Y.

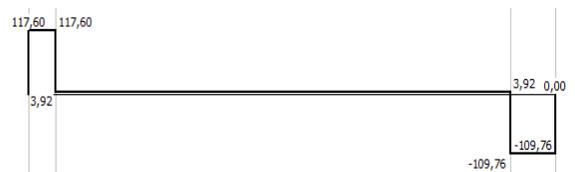


Figura 22: Diagrama de fuerza cortante plano X-Y – Eje del rodillo motriz

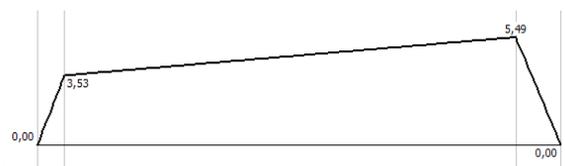


Figura 23: Diagrama momento flector plano X-Y – Eje del rodillo motriz

Reacciones en el plano X-Z.

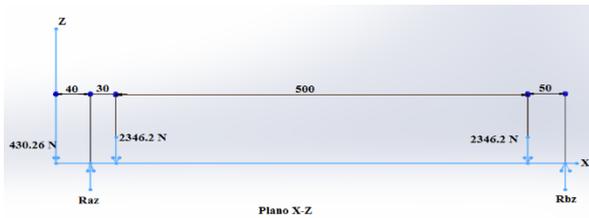


Figura 24: Fuerzas en el Plano X-Y

$$\sum F_y = 0$$

$$R_{az} + R_{bz} - 430.26 \text{ N} - 2346.2 \text{ N} - 2346.2 \text{ N} = 0$$

$$R_{az} + R_{bz} = 5122.66 \text{ N}$$

$$\sum M_A = 0$$

Considerando positivo en sentido horario.

$$(R_{bz} * 0.62) - (2346.2 * 0.58) - (2346.2 * 0.07) + (430.26 * 0.04) = 0$$

$$R_{bz} = 2431.96 \text{ N}$$

Remplazando se tiene:

$$R_{az} + 2431.96 \text{ N} = 5122.66 \text{ N}$$

$$R_{az} = 2690.69 \text{ N}$$

En los gráficos, se muestran los diagramas de fuerza cortante y momento flector para el plano X-Y.



Figura 25: Diagrama de fuerza cortante plano X-Z- Eje del rodillo motriz.

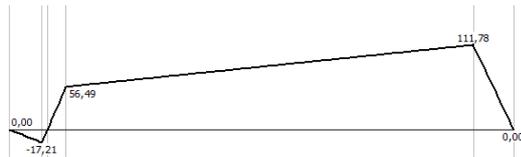


Figura 26: Diagrama momento flector plano X-Z- Eje del rodillo motriz.

De los diagramas anteriores, se determina los momentos resultantes que soporta el eje; estos son:

Por lo tanto se tiene:

$$M_{A=0.07 \text{ m}} = \sqrt{3.53^2 + 56.49^2} = 56.60 \text{ N} - \text{m} = 509.97 \text{ Lb-in}$$

$$M_{B=0.57 \text{ m}} = \sqrt{5.49^2 + 111.78^2} = 111.91 \text{ N} - \text{m} = 990.57 \text{ Lb-in}$$

$$M_{C=0.04 \text{ m}} = \sqrt{0^2 + 17.21^2} = 17.21 \text{ N} - \text{m} = 152.33 \text{ Lb-in}$$

3.9. Calculo Del Factor De Seguridad Con Los Diámetros Del Rodillo Motriz.

Una vez obtenido los momentos resultantes, y los diámetros del rodillo, se realizara un despeje para obtener el factor de seguridad.

$$D = \left[\frac{32N}{\pi} * \sqrt{\left[\frac{K_t * M}{S'_n} \right]^2 + \frac{3}{4} * \left[\frac{T}{S_y} \right]^2} \right]^{1/3}$$

Dónde:

D = Diámetro del eje = 17 mm = 0.66 in

N = Factor de seguridad.

K_t = Para chafan con bordes cortantes = 2.5

M_{max} = Momento máximo = 73.66 N-m = 15.35 lb-in.

S'_n = Resistencia por durabilidad.

T = Torque = 161 lb-in.

S_y = Resistencia a la tracción del material del eje acero A-36.

Se analiza el factor de seguridad en el punto C donde se tiene el Fb un torque de 161 lb-in con un diámetro de 17 mm.

$$D = \left[\frac{32N}{\pi} * \sqrt{\frac{3}{4} * \left[\frac{T}{S_y} \right]^2} \right]^{1/3}$$

$$\frac{0.66^3}{\sqrt{\frac{3}{4} * \left[\frac{161}{51000} \right]^2}} = \frac{32N}{\pi}$$

$$105.16 = \frac{32N}{\pi}$$

$$N = 10.32$$

El factor de seguridad que se obtiene en nuestro diseño, con la utilización de rodillos de las copadoras es de $N = 10.32$, con un diámetro en el eje de 17 mm, que nos asegura que el torque en la catalina conducida generara un correcto funcionamiento de la máquina.

Para estructuras estáticas con alto grado de confianza en el conocimiento de las propiedades del material, magnitud de cargas y grado en que resulta adecuado el análisis de tensión $N = 2$.

3.10. Diseño De Control De La Temperatura.

El sistema de temperatura de la máquina, se realiza a través del contacto directo de la plancha con la Banda Transportadora, cuyo proceso de transferencia de calor se conoce como conducción.

3.10.1. Conducción.

Es un mecanismo de transferencia de calor, que se presenta a nivel molecular y por contacto de éste, donde las moléculas con mayor energía (mayor temperatura) ceden calor a los de menor energía (menor temperatura), tal como muestra en la figura.

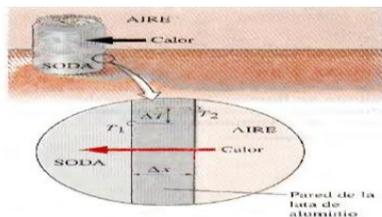


Figura 27: Mecanismo de conducción

3.10.2. Calor Consumido Por La Plancha.

$$\dot{Q}_{\text{cond}} = -k_t A \frac{dT}{dx}$$

La ecuación determina la cantidad de energía que se necesita transmitir a la plancha, la cual se encuentra en función de la temperatura. En la tabla 3.34 puede visualizarse valores diferentes para temperaturas diferentes.

Tabla 9: Resultado de cálculos de potencia.

Número	T2 (k)	T1 (k)	AT(k)	k _t (kWm-K)	A(m ²)	dx(m)	POTENCIA(kW)
1	293,15	373,15	80	0,45	0,05	0,05	36
2	293,15	383,15	90	0,45	0,05	0,05	40,5
3	293,15	393,15	100	0,45	0,05	0,05	45
4	293,15	403,15	110	0,45	0,05	0,05	49,5
5	293,15	413,15	120	0,45	0,05	0,05	54
6	293,15	423,15	130	0,45	0,05	0,05	58,5
7	293,15	433,15	140	0,45	0,05	0,05	63
8	293,15	443,15	150	0,45	0,05	0,05	67,5

Para variar la temperatura en un rango de entre 20 y 170 [°C], la potencia de la resistencia es de aproximadamente 67.5 [kW], puesto que el tiempo que se estimó para llegar hasta ésta temperatura es de 10 [min], la energía consumida hasta llegar a la temperatura deseada es de 11.25 kW-h.

3.11. Diseño Del Circuito De Control.

Para el control de la fusionadora textil se utilizara el PLC LOGO que es un controlador compacto que se compone de un módulo básico y módulos de ampliación dependiendo de los requerimientos del usuario. Este concepto modular lo convierte en una solución flexible, económica y fácil de usar, el diseño robusto y compacto del LOGO lo convierte en un equipo fácil de usar de aplicación universal.

3.11.1. Características Del Plc.

El Logo tiene una capacidad de ampliación máxima de 24 entradas digitales, 16 salidas digitales, 8 entradas analógicas y de 2 salidas analógicas utilizando los siguientes módulos.

El LOGO integra funciones básicas y especiales que facilitan el desarrollo de los programas.

Las cuales son 8 funciones básicas con las cuales pueden obtener combinaciones NA y NC en serie o en paralelo, así como inversores y conmutadores, 31 Funciones especiales entre las cuales se encuentran: retardo a la conexión, retardo a la desconexión, contadores adelante/atrás, relés de auto retención, generadores de impulsos, horómetros, generador, generador de salida aleatoria, switch de conmutación, comparador para señal analógica ya sea con módulos de expansión o con el LOGO, función de reloj con

programación semanal y anual, multiplexor analógico, bloque de control PWM bloque PI para el control de lazo cerrado, etc.

A continuación se detalla los elementos requeridos para el control del sistema en las figuras.



Figura 28: PLC AC/ DC 115...240 V LOGO.



Figura 29: PANTALLA LOGO TD.



Figura 30: Módulos de Expansión Analógicos (AM2 RTD).

4. RESULTADOS.

3.8. Control De Las Dimensiones Físicas.

Una vez construida la fusionadora, se debe comparar con las dimensiones del diseño, para lo cual se utiliza un flexómetro, una báscula, el control de las dimensiones físicas se indica en la tabla.

Tabla 10: Control de las dimensiones físicas.

PRUEBA	RESULTADO REQUERIDO	RESULTADO OBTENIDO
Dimensiones	Peso	120 Kg
	Ancho total	1m
	Largo total	3m
Basicas	Altura total	1,50m
	Profundidad de la cámara de calor	1m

3.9. Control De Velocidad Angular.

Debido a que la velocidad angular es baja, el número de revoluciones por minuto (rpm) del eje de la fusionadora se lo realiza en forma visual y con ayuda de un cronometro se indica en la tabla.

Tabla 11: Control de velocidad angular.

PRUEBA	RESULTADO REQUERIDO	RESULTADO OBTENIDO
Velocidad angular del eje máxima	54 rpm.	54 rpm.
Velocidad angular del eje mínima	13 rpm.	13 rpm.

3.10. Control De Temperatura.

Esta prueba se realiza en la cámara de calor de la fusionadora con la ayuda de un termómetro tomando la lectura cada cinco minutos desde el momento de encendido de la Fusionadora Textil como se indica en la tabla.

Tabla 12: Control de temperatura.

PRUEBA	RESULTADO REQUERIDO	RESULTADO OBTENIDO
Temperatura de	Temperatura (°C) 130	Temperatura (°C) 140
Funcionamiento	Tiempo (min) 10	Tiempo (min) 9,54

3.11. Control De Tiempo De Fusionamiento.

Una vez que la temperatura llegue a los 140 °C se introduce la tela y el pelón y se procede a tomar el tiempo que tarda la unión de la tela con el pelón como se indica en la tabla.

Tabla 13: Control de tiempo de Fusionamiento.

PRUEBA	RESULTADO REQUERIDO	RESULTADO OBTENIDO
	Cantidad máxima (U) 8000	Cantidad máxima (U) 9200
Tiempo de	Tiempo (h) 24	Tiempo (h) 1
Fusionamiento	Cantidad mínima (U) 500	Cantidad mínima (U) 4500
	Tiempo (h) 1	Tiempo (h) 1

3.12. Prueba De Funcionamiento Del Motor Con Amperaje Nominal.

Una vez ensamblada y puesta en marcha la máquina, se realiza la prueba en el motor de la corriente consumida y comparar con la nominal del motor, como se indica en la table.

Tabla 14: Funcionamiento del motor.

PRUEBA	RESULTADO REQUERIDO	RESULTADO OBTENIDO
Corriente Nominal del	Vacio (A) 0,4	Vacio (A) 0,4
Motor	Cargado (A) 0,68	Cargado (A) 0,6

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

- El objetivo principal se ha cumplido al diseñar una fusionadora textil, la misma que cumple con los parámetros requeridos de tiempo, temperatura y presión requeridos para el fusiónamiento de la tela con la entretela.
- El desarrollo del proyecto de titulación da una solución al problema actual de empresa, implementando la fusionadora con banda que al ser un proceso semi automatizado disminuye la mano de obra, tiempo empleado y los costos operativos de dicha actividad.
- La productividad de fusiónamiento se ha incrementado a 10 veces, ya que el fusiónado de una tela que antes tomaba 60 segundos, ahora se lo realiza en 5 segundos.

- En los materiales seleccionados para la construcción de la máquina se utilizan rodillos reciclables de las copiadoras, los demás elementos mecánicos y herramientas utilizados en la construcción de la fusionadora textil, son seleccionados de acuerdo a la disponibilidad que se tiene en el mercado.
- Con los elementos seleccionados se realiza el diseño del sistema mecánico, tomando como base las medidas de la tela y entretela a fusionar, el tiempo y la presión.
- La implementación del sistema de control se realiza en base a los parámetros de la máquina a controlar, como son la temperatura, tiempo y presión.
- La construcción de la fusionadora textil para la fábrica MAQUILA CONFECCIONES, se lo realiza mediante bandas transportador de teflón, material resistente a altas temperaturas mayores a 170 °C, y utilizando resistencias tubulares de cobre como elemento calefactor.
- Para el funcionamiento de la máquina y ayuda en el mantenimiento tanto preventivo como correctivo, se realiza un manual de operación y una guía práctica de la fusionadora textil, ya que está formado por elementos que se puede encontrar fácilmente en el mercado local sin necesidad de utilizar equipos o talleres tecnológicos especializados.
- En el diseño y la construcción de la máquina se han empleado los conocimientos que fueron impartidos durante la etapa estudiantil, tomándose también en cuenta recomendaciones por parte del personal que labora en la planta.

5.2. Recomendaciones.

- Se recomienda al personal leer el manual de usuario antes de operar la máquina.
- Realizar frecuentemente mantenimiento preventivo de todos los sistemas que conforman la fusionadora, para evitar inconvenientes a largo plazo y a la vez aumenta la vida útil del mismo.
- Para obtener resultados óptimos de la fusionadora se recomienda adecuar los parámetros a los establecidos en el diseño de las variables tales como velocidad de la banda, temperatura de trabajo etc.
- Para poner en funcionamiento la máquina se recomienda verificar que sus elementos se encuentren en cumpliendo sus características de trabajo, rodamientos lubricados, resistencias y motor en buen funcionamiento.

- Se debe realizar un precalentamiento de las resistencias antes de empezar a operar la fusionadora.

6. BIBLIOGRAFIA

- Budynas, R., & Keith, N. (2008). *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley*. México, D.F.: McGraw-Hill.
- Castellanos, S. (2013, 02 22). *Poliester*. Retrieved from Poliester: www.consultar.com
- Cengel, Y., & Ghajar, A. (2011). *TRANSFERENCIA DE CALOR Y MASA FUNDAMENTOS Y APLICACIONES*. México, D.F.: Mc Graw Hill.
- Collaguazo, G. (2006). *Sistemas Microprocesados*. Ecuador. DIPAC. (2014). DIPAC PRODUCTOS DE CERO. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Ferritodo. (n.d.).
- FOTOLOG. (2010, Mayo 17). *FOTOLOG*. Retrieved from FOTOLOG: http://www.fotolog.com/hornosdecurado/23707391/#profile_start
- Gaboto., M. I. (n.d.). *IJASA DIVISION INDUSTRIAL*. Retrieved from IJASA DIVISION INDUSTRIAL: www.ijasa.com
- Gencel, Y., & Boles, M. (2009). *TERMODINÁMICA* (Sexta edición ed.). México, D.F.: McGraw-Hill/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- HASHIMA. (n.d.). *fusionadora%20textil*. Retrieved from <file:///D:/Documents/proyecto%20de%20gradol/maguina/mas%20informacion.htm>.
- Hufnagel, W. (1992). *Manual del aluminio*. BARCELONA: REVERTÉ, S.A.
- IDMACOM. (n.d.).
- Ingelcom. (n.d.).
- J., S. (n.d.). *Diseño en ingeniería mecánica*. (Vol. Octava edición). México: Mc Graw Hill.
- JORESA. (n.d.). *CATALOGO GENERAL CADENAS DE RODILLOS*.
- Kauman. (n.d.). *Manual de bandas transportadoras*.
- Link-Belt. (n.d.). *Link-Belt*. Retrieved from Tecnología de cadenas de rodillos. .
- McCormac, J. (n.d.). *Diseño de estructuras metálicas*.
- Millán, A. (2014). *Preparación del sistema de entintado, humectador y de los dispositivos de salida y acabado en máquinas de impresión offset*. México: IC, Editorial.
- Mott, R. (2006). *Diseño de elementos de máquinas*. EE.UU: Pearson Prentice Hall. Retrieved from CADENASMOBLAT: WWW.CADENASMOBLAT.COM.
- Mott, R. L. (1995). *Diseño de elementos de máquinas*. México: PRENTICE HALL HISPANOAMERICANO, S.A.
- Prieto, A. (2015). *Especificaciones de Producto Estructurales*. Vemacero, España.
- Riba, C. (2002). *Diseño concurrente*. Barcelona: illustrated.
- Saráuz, J., & Tirira, A. (2011). *Diseño y Construcción de una Máquina para la Elaboración de Tortillas de Arina de Trigo*. . Quito.
- Shigley, & Mischke. (1996). *Standard handbook of machine designe*. EE.UU: MacGrawHill.
- Shigley, J. (1989). *MANUAL DE DISEÑO MECÁNICO* (Cuarta edición ed.). Mc Graw Hill.
- TIMOSHENKO. (1977). *Elementos de resistencia de materiales* (Segunda Edición ed.).
- Vallejo, P., & Zambrano, J. (2009). *FISICA VECTORIAL I*. Ecuador: RODIN.
- Vallejo, P., & Zambrano, J. (2009). *FISICA VECTORIAL I*. Ecuador: RODIN.