

“Repotenciación de una baroladora a través de un control semiautomático para láminas de acero de 2400mm de longitud con espesores desde 2mm hasta 6mm en la empresa IMCOMSA en Latacunga parroquia San Buenaventura en el año 2020”

Chauca Romero, Melany Denisse

Departamento de Eléctrica y Electrónica

Carrera de Tecnología en Electromecánica

Monografía, previo a la obtención del título de Tecnología en Electromecánica

Ing. Sarzosa Ante, David de Jesús

**1922
ECUADOR**

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA**

INTRODUCCIÓN

**IMCOMSA Distribuidora de Aceros Inoxidables en Ecuador con experiencia en aceros
inoxidables**

- **Materiales para cerrajerías.**
- **Construcciones de estructuras.**
- **Aceros inoxidables**
- **Accesorios de aceros inoxidables en Latacunga.**



En la actualidad el barolado de láminas es considerado un gran aporte a la producción de partes de máquinas que cuentan con formas cilíndricas, cónicas, elípticas, arqueadas entre otras.

Son muy usadas en las industrias metalmecánicas siendo una gran ventaja ya que facilitan el redondeado de láminas rectas

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

IMCOMSA es una empresa que atiende necesidades de clientes en lo que respecta a aceros inoxidables como láminas de acero, herramientas y otros materiales, la empresa cuenta con diversos procesos de manufactura y manipulación de materiales, dichos procesos se realizan en una baroladora la cual funciona de forma manual y requiere de esfuerzos físicos provocando posibles daños a los empleados de la empresa.

Los empleados y dueño de la empresa tienen perdida de eficacia al momento de realizar un proceso de manufactura.

Los empleados al realizar todo el proceso manualmente tenían a largo plazo daños ergonómicos por ser las láminas de acero muy pesadas.

JUSTIFICACIÓN

Debido al problema identificado se pretende optimizar los procesos de laminado en acero para una mejor producción de manufactura dentro de la empresa.

Ayuda en la protección de los empleados en procesos de manufactura.

Disminución de daños en su salud por mala posición ergonómica y exceso de fuerza al manipular láminas de acero.

Se logrará una producción en menor tiempo y con una mejor calidad en procesos terminados.



OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Repotenciar una baroladora para doblar láminas de acero de 2400mm de longitud con espesores desde 2mm hasta 6mm mediante un control semiautomático en la empresa IMCOMSA en la ciudad de Latacunga.

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS

INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- **Establecer un análisis teórico y cálculo de los elementos mecánicos y eléctricos de la baroladora.**
- **Seleccionar la mejor alternativa para el sistema de control semiautomático de la baroladora de láminas de acero.**
- **Implementar el sistema eléctrico para satisfacer las necesidades de operario de la baroladora facilitando su manipulación.**
- **Realizar las pruebas de funcionamiento en la baroladora para obtención de resultados.**



MARCO TEÓRICO

La empresa

Baroladora de
3 rodillos

Sistema
Eléctrico y de
control

Aparamenta
Eléctrica

Sistemas de
Transmisión de
Potencia

Resistencia de
los materiales
mecánicos

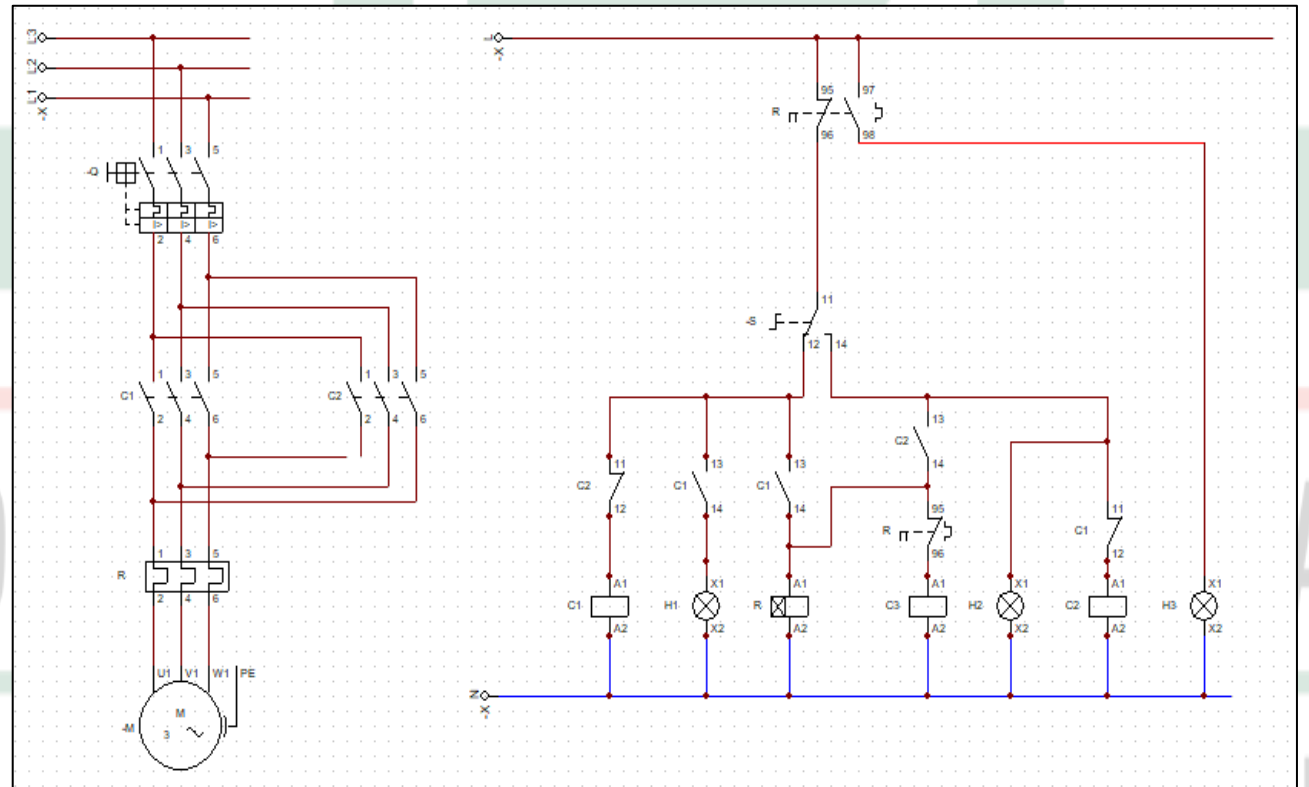
Conductores
Eléctricos

Normativa
Vigente


ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS Y CÁLCULOS

La mejor alternativa para la semiautomatización de la baroladora por los parámetros dados y las necesidades planteadas anteriormente es la implementación de:

- Sistema eléctrico.
- Sistema mecánico.



Cálculo de sistema mecánico de la máquina.

Perfil	Sección Transversal	Momento limite
Lámina Rectangular		$M_L = \frac{\delta y (b \cdot e^2)}{4}$

Denominación	Propiedades mecánicas		
Tipo de acero	Limite elástico en Mpa	Resistencia a la tracción en Mpa	Alargamiento a la rotura en % c
Aceros de baja aleación	250-280	300- 360	20-18
Aceros de alta aleación	280 - 550	360-560	18-15

Donde:

M_L : Momento limite.

δy : Limite elástico de la lámina.

b : Longitud del material a barolar.

e : Ancho del material a barolar.

$$M_L = \frac{\delta y (b \cdot e^2)}{4}$$

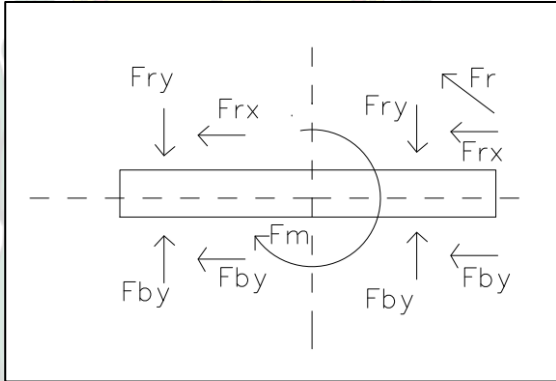
$$M_L = \frac{250(2400 \cdot 1220^2)}{4}$$

$$M_L = 2.2326 \times 10^{11} \text{ N*mm}$$

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS

INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Cálculo de sistema mecánico de la máquina.



Donde:

Fb: Fuerza necesaria para barolar.

M_L : Momento límite.

μ_s : Coeficiente de fricción acero-acero. (Ver Tabla 10).

L: Distancia máxima entre rodillos. (Ver Fig. 22).

Materiales	Coeficiente de fricción estática μ_s	Coeficiente de fricción cinética μ_k
Zinc - hierro colado	0,85	0,21
Latón - acero	0,51	0,44
Acero - acero	0,74	0,57

$$Fb = \frac{Ml}{\frac{1}{2}L(\sqrt{3}-\mu_s)}$$

$$Fb = \frac{2232600N * mm}{\frac{1}{2} 240(\sqrt{3} - 0,74)}$$

$$Fb = 18754.08 N$$

$$Fb = 1,875 \times 10^3 N * mm$$

Cálculo del Torque del Motor.

A partir de la formula general para calcular el torque en motores se obtiene la siguiente ecuación y datos:

$$Hp = 7.5Hp.$$

$$Rpm = 1755rpm$$

$$T = \frac{Hp * (5252)}{RPM}$$

$$T = \frac{7.5 * (5252)}{1755rpm}$$

$$T = 22.44 \text{ lb} - \text{ft}$$

Nomenclatura	Descripción
Hp	Potencia nominal del motor
5252	Constante de $33000 / 2\pi$
T	Torque requerido
RPM	Revoluciones por minuto del motor.

Cálculo de la velocidad del motor por transmisión de potencia de engranes.

$$i = \frac{N_e}{N_s} = \frac{Z_e}{Z_s}$$

Donde:

N_s = velocidad de salida.

N_e = velocidad de entrada.

Z_e = número de dientes de la rueda conductora.

Z_s = número de diente de la rueda conducida.

$$i = \frac{Z_e}{Z_s}$$

$$i = \frac{34}{22}$$

$$i = 1.54$$

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS

INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Cálculo de la velocidad del motor por transmisión de potencia de engranes.

Cálculo de velocidades de entrada y velocidad de salida del motor teniendo en cuenta la velocidad inicial en rpm (V_1) y el número de dientes de la rueda conducida.

Donde:

V_e : Velocidad de entrada

V_s : Velocidad de salida.

$$V_e = \frac{V_1}{Z_e}$$

$$V_s = \frac{V_e}{Z_e}$$

$$V_e = \frac{1755rpm}{22}$$

$$V_s = \frac{79.77rpm}{34}$$

$$V_e = 79.77rpm$$

$$V_s = 2.35rpm$$

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS

INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Cálculo de sistema eléctrico de la máquina.

Mediante los datos de placa proporcionados por el motor podemos realizar el cálculo de la intensidad, sección de los conductores y su caída de tensión con las siguientes ecuaciones.

P= 5595W (Potencia del motor en W)

V=230V (Voltaje nominal)

cos φ = 0.9

$$I = \frac{5595}{\sqrt{3} * 230 * 0.9}$$

$$I = 15.60A$$

Según el Reglamento Electrotécnico para circuitos de baja tensión de España ITC-BT-47 los conductores de conexión que alimentan a un motor deben estar dimensionados para un factor de seguridad de 125% de la intensidad a plena carga del motor.

$$I = 15.60A * 1.25$$

$$I = 19.5A \rightarrow 20A$$

SECCIÓN DE CONDUCTORES

$$\delta = \frac{p}{V} * \rho * \frac{L}{S}$$

Donde: δ : Caída de tensión.

ρ = la conductividad del cobre a 70°C es de $1/48 \Omega mm^2/m$.

L = 5m (Distancia desde la alimentación a la máquina).

S = $2.5 mm^2$ (Ver Tabla 12).

El 5% de la tensión nominal (230V) es 11.5V.

La sección $2.5 mm^2$ cumple la caída de tensión ya que el valor $1.01V < 11.5V$.

SECCION DE CONDUCTORES

mm^2	Amp	mm^2	Amp
0,75	10	10	50
1	12	16	68
1.5	15.5	25	87
2.5	21	35	110

$$\delta = \frac{5595W}{230V} * \frac{1}{48} * \frac{5m}{2.5mm^2}$$

$$\delta = 1.01V$$

Cálculo de Capacitor.

Necesitaremos saber algunos datos del motor ubicados en la placa del motor tales como:

P: Potencia del motor (KW)

I: intensidad medida en Amperios.

Fp: Factor de potencia

V: tensión medida en Voltios.

La tensión de trabajo del motor será 230V, el coseno de phi varía entre 0.8 y 0.85 la intensidad será de 21A.

Una vez obtenido estos valores por la placa del motor podemos encontrar la reactancia inductiva.

Donde:

X_L : Es la reactancia inductiva medida en ohmios

I: intensidad medida en Amperios.

V: tensión medida en Voltios

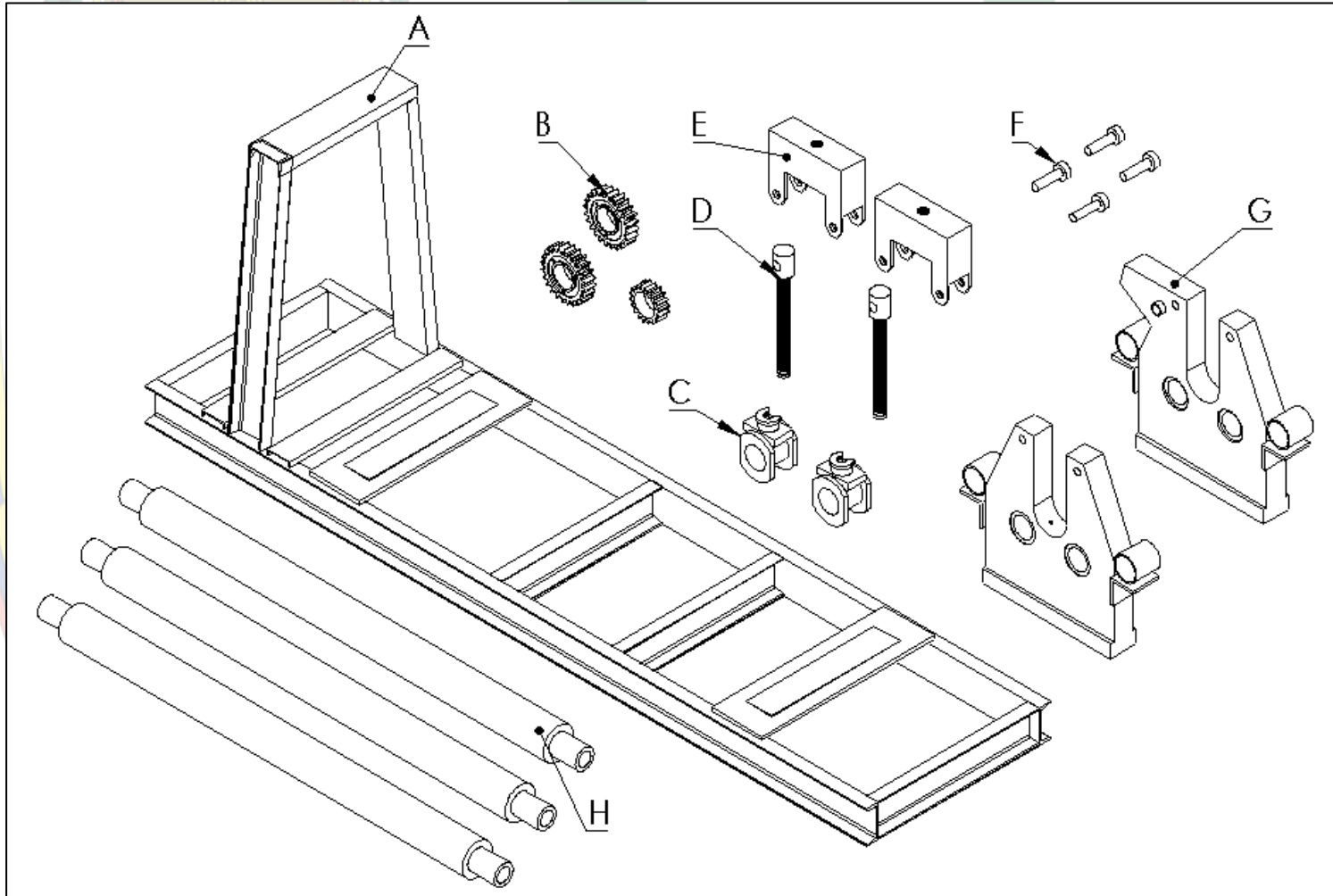
$$X_L = \frac{230V}{21A}$$

$$X_L = 10.95\Omega$$

$$C = \frac{1}{2 * \pi * 60 * 10.9\Omega}$$

$$C = 243 \mu f$$

Levantamiento de Planos de la Baroladora.



A) Base de la baroladora.

B) Tres engranes.

C) Soporte para el rodillo móvil superior.

D) Tornillo sin fin.

E) Tapa de rodillo superior.

F) Pasadores para la tapa.

G) Bases para los rodillos o placas laterales.

H) Tres rodillos de acero.

PRUEBAS Y RESULTADOS.

La baroladora fue repotenciada de acuerdo a requerimientos y necesidades de utilización de la máquina dentro de la empresa IMCOMSA, se realizaron modificaciones en su estructura como:

- **Disminución de la altura en la baroladora.**
- **Fijación de las bases de los rodillos en una estructura más compacta a nivel del suelo.**

Y en la parte eléctrica:

- **Implementación de un tablero de control para el cambio de sistema manual (mediante un volante) a un control semiautomático.**

Resultados de las Pruebas de Funcionamiento

Al momento de realizar las pruebas respectivas se realizó con una lámina de acero de 2mm de espesor con la cual se obtuvieron las observaciones que se muestran a continuación:

- **El sistema eléctrico empleado en la baroladora funciona correctamente y cumple con los requerimientos establecidos por el operario, dichos requerimientos se mencionan a continuación.**
 - **El sistema empleado debe proteger al motor y todo el circuito del sistema de control.**
 - **Disminución de mantenimientos de los materiales mecánicos y eléctricos a 3 veces por año.**
 - **Seguridad mecánica y eléctrica al momento de realizar un proceso de barolado.**
 - **Fácil manejo de la baroladora al ser puesta en operación.**
 - **La lámina a barolar puede ser colocada por una sola persona.**

Conclusiones

- **Se logró establecer los elementos mecánicos y eléctricos necesarios para el correcto funcionamiento de la máquina.**
- **Se logró repotenciar la máquina baroladora de láminas de 1200mm con espesores desde 2mm hasta 6mm, gracias a los conocimientos adquiridos durante la carrera y mediante la consulta de fuentes bibliográficas.**
- **Se logro cumplir con los requerimientos del operador de la máquina bajo las condiciones de funcionamiento y fácil operación de la baroladora, para realizar un proceso de barolado en las láminas de acero en menor tiempo y de mejor calidad en producto terminado.**
- **La semiautomatización de la baroladora fue satisfactoria ya que no existió problemas con el motorreductor al momento de realizar el cambio de sentido de giro, de esta manera el diseño del sistema de transmisión de potencia funciona correctamente.**
- **Las pruebas de funcionamiento dieron gran resultado ya que fueron baroladas en ambos sentidos sin tener arrugas ni deformaciones extras por el barolado.**

Recomendaciones

- Los procesos de barolado son muy comunes dentro de las industrias por lo cual es un aporte muy importante para el desarrollo de diferentes empresas dentro del país, por lo que se debe investigar las formas de optimizar estos procesos en cuanto a costos de operación.
- Es necesario que el material que va a ser barolado se encuentre en buenas condiciones ya que se puede evitar el desgaste y oxidaciones prematuras tanto del material como de las partes de la máquina.
- Antes de realizar un proceso de barolado es necesario revisar el estado en la que se encuentra la máquina, es decir, si no existen factores que intervengan en el proceso de barolado como impurezas dentro de los rodillos.
- Realizar pausas cortas durante los trabajos prolongados para evitar deterioro de la máquina como el sobrecalentamiento del motor y de esta manera aprovechar estas pausas para limpiar las impurezas dentro de los rodillos.
- Se podría barolar laminas con espesores de $>6\text{mm}$, si se implementa en la máquina cilindros hidráulicos en las bases de los rodillos para que aporten una presión constante entre el rodillo superior y los rodillos inferiores para así eliminar el ajuste manual, logrando automatizar completamente la máquina.