

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN PARA EL EMPAQUETADO Y DESPACHO AUTOMÁTICO DE UNA TONELADA DE VARILLAS PARA EL TREN UNO DE LAMINACIÓN DE LA EMPRESA NOVACERO S.A.”

Benalcázar Cabezas David Alejandro
 Miño Torres Andrés Felipe

Departamento de Eléctrica y Electrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas Extensión Latacunga

Abstract— Este proyecto tiene como finalidad la automatización del proceso de empaquetado y despacho de la varilla que se obtiene como producto terminado en el tren de laminación uno de la empresa NOVACERO S.A.

Para automatizar dicho proceso, primero se realizó la selección de la máquina empaquetadora la cual está sujeta a las necesidades, espacio, tiempo de producción y costos que estos representan en la empresa. En el control del proceso se usó todos los dispositivos necesarios que aseguran el buen funcionamiento del sistema.

Se realizó el diseño de la mesa de empaquetado y despacho, misma que está provista de caminos de rodillo accionados por motores eléctricos para el fácil desplazamiento de los paquetes.

Palabras claves— automatización, empaquetado, despacho.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente la automatización de procesos industriales ha generado un aumento en la producción, abaratando costos y mejorando la calidad de los productos; a la vez que se brinda un ambiente de trabajo seguro para el personal que labora en las industrias.

En el país existe una alta demanda para la varilla de construcción y las empresas que la producen deben ser muy competitivas ofertando un producto de alta calidad y bajo costo, es por este motivo que la empresa NOVACERO S.A. requiere del proceso de automatización para el empaquetado de varillas.

El aporte científico y tecnológico para resolver lo anteriormente mencionado, se propone con la ejecución de la presente tesis; automatizar y probar el funcionamiento de la estación de empaque y despacho de producto, y de

esta manera mejorar la producción en el empaquetado y los costos que ésta implica.

II. DISEÑO

Para todos los cálculos del diseño se ha tomado como referencia el peso de un paquete de varillas que es de una tonelada y la velocidad de producción del tren de laminación que es de 35 Ton/H con proyección a 40 Ton/H con la realización del presente proyecto.

La estación está constituida por un camino de rodillos de entrada a la maquina amarradora, la máquina amarradora, un camino de salida de la máquina amarradora, un transferidor de cadena en cuatro secciones y una cuna para los paquetes.

A. SISTEMA MECÁNICO.

a) Caminos de rodillos de entrada.

El diseño de éste camino de rodillos se lo realizó en función del peso del paquete de varillas que es 1 TON y el espacio que este demanda que es de 18cm de diámetro por 12 metros de largo. Se hizo el dimensionamiento de ejes, rodillos, chumaceras, acoples, bases y motor que sean capaces de soportar y arrastrar el paquete de varillas.

La cuna se diseño con el objetivo de acumular las varillas en forma agrupada para preparar el paquete al ingreso de la máquina atadora.

Los componentes utilizados para el camino de rodillos tipo cuna son:

- Motor ABB de 1.5 Hp, 220/440V y 1685rpm.

- Reductor lineal C312 P9.3 S2 con una velocidad de salida de 151rpm, relación de transmisión 9.3, un factor de servicio real de 3.3.
- Acople 1070T
- Chumaceras Dodge Ø 60mm
- Eje de 60mm
- Rodillo
- Cuna
- Bases de cuna

En el Figura N° 1 se muestra todos los componentes mencionados que se utilizó para este camino de rodillos.

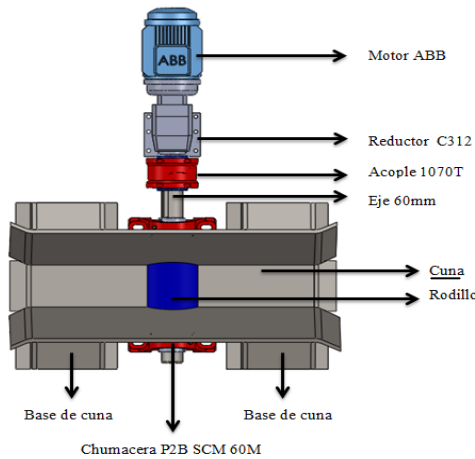


Figura N° 1: Componentes del camino de rodillos.

Dentro de los cálculos más significativos se uso las siguientes ecuaciones:

Diámetro de eje:

D = Diámetro (m).

N = factor de seguridad. ($N = 1$)

Kt = coeficiente de concentración de esfuerzos. ($Kt = 1$)

S'_n = resistencia por durabilidad modificada (MPa). ($S'_n = 136$)

T = torque (Nm). ($T = 16.09$)

s_y = Resistencia de cedencia (MPa). ($s_y = 310$)

$$D = \sqrt[3]{\frac{32 N}{\pi} \sqrt{\left(\frac{Kt M}{S'_n}\right)^2 + \frac{3}{4} \left(\frac{T}{S_y}\right)^2}} \quad (1)$$

Torque del Motorreductor:

$$T = I. \alpha \quad (2)$$

Potencia requerida por el motor:

$$P = \frac{T. n}{9550} \quad (3)$$

Fuerza de Rozamiento

$$F_r = N. \mu \quad (4)$$

Resistencia por durabilidad real S'_n

$$S'_n = S_n C_s C_r \quad (5)$$

b) Selección de máquina amarradora.

La selección de la máquina se la hizo en función a las necesidades de espacio, tiempo de producción, material del amarre y medidas del paquete de varillas.

Se uso una maquina marca DEM con las siguientes características:

Tabla N° I: Características de la máquina atadora

MÁQUINA ATADORA CON ALAMBRÓN MARCA DEM			
Ciclo de trabajo (segundos)	Dimensiones del paquete (mm)	Material de amarre	Peso de la bobina de alambre (TON)
13-15	Ø 150 - Ø 400	Alambre Ø 7 ± 0,2 mm	Max 2

c) Camino de rodillos de salida.

Los componentes móviles de éste camino de rodillos son los mismos que el de entrada, la diferencia está en que en éste se ha cambiado la cuna formadora de paquetes por un cajón el cual tiene una pared posterior y permite la salida de las varillas por la parte delantera.

Los componentes utilizados para el camino de rodillos de salida son:

- Motor ABB de 1.5 Hp, 220/440V y 1685rpm.
- Reductor lineal C312 P9.3 S2 con una velocidad de salida de 151rpm, relación de transmisión 9.3, un factor de servicio real de 3.3.
- Acople 1070T
- Chumaceras Dodge Ø 60mm
- Eje de 60mm
- Rodillo
- Cajón
- Perno de $\frac{5}{8} \times 2"$

En el Figura N° 2 se muestra todos los componentes mencionados que se utilizó para este camino de rodillos.

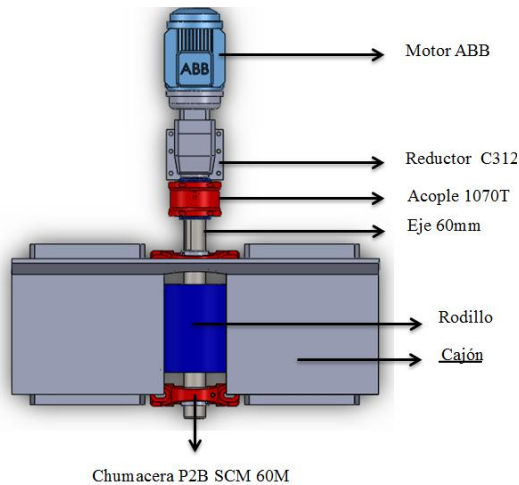


Figura N° 2: Ensamble total para camino de salida

Con la ayuda del software SolidWorks 2010 se realizó el modelado y el estudio de fuerzas que actúan sobre el cajón que soporta y guía a las varillas. El análisis se lo puede ver en el Figura N° 3.

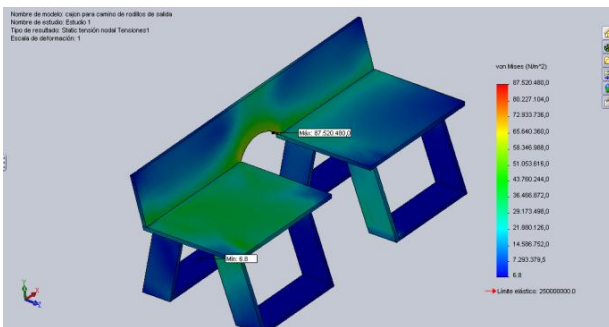


Figura N° 3: Estudio de tensiones Von Mises en cajón para camino de salida

d) Transferidor de cadenas.

El transferidor de cadenas o mesa de despacho de paquetes está constituida por dos bastidores principales, cuatro secciones de transferidores de cadena con 10 brazos cada una, cuatro ejes donde se montarán elementos secundarios y una cuna para el almacenamiento de los paquetes que se encuentra al final del transferidor como se muestra en el Figura N° 4.

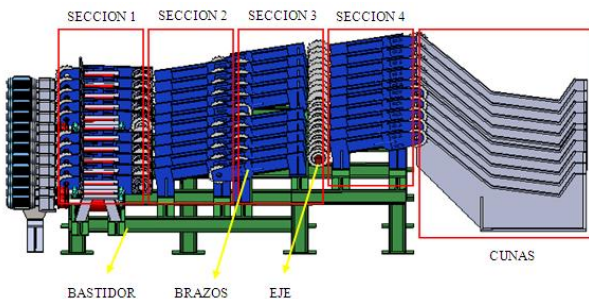


Figura N° 4: Mesa para despacho de paquetes

La primera sección del transferidor de cadenas consta de diez brazos basculantes que sirven para sacar el paquete de varillas del camino de rodillos. Los elementos usados en esta sección se detallan en el Figura N° 5.

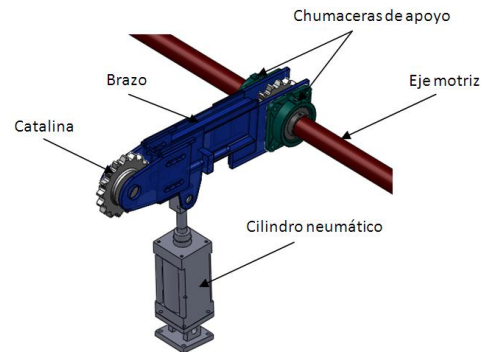


Figura N° 5: Componentes del brazo basculante del transferidor

En esta sección se realizó el dimensionamiento del brazo, cilindros neumáticos, chumaceras, catalinas, ejes y cadena.

Las siguientes tres secciones tienen la función de arrastrar o transportar el paquete de varillas sobre las cadenas del transferidor hasta que éstos son depositados en las cunas como se muestra en el Figura N° 6. Para estas secciones se realizó el diseño de los brazos, ejes, selección de catalinas y diseño de las cunas.

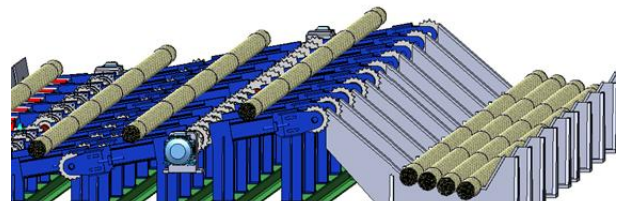


Figura N° 6: Paquetes de varillas sobre el transferidor de cadenas.

B. SISTEMA ELÉCTRICO DE CONTROL Y PROTECCIÓN.

Una de las partes más importantes del presente proyecto es la automatización del proceso que sirvió para optimizar tiempos y mano de obra en el empaque de las varillas, ya que toda la estación será controlada por elementos automáticos (PLC, sensores) y supervisada por una sola persona especializada para dicho proceso.

Se realizó la selección de variadores de velocidad para los motores de los caminos de rodillos y transferidor de cadenas, se implemento tres tableros de distribución eléctrica que constan de borneras y un relé termomagnético para cada motor como se ve en el Figura N° 7.



Figura N° 7: Cajas de distribución eléctricas.

En la sala de transformación y distribución principal del tren uno de NOVACERO S.A. se encuentra dos tableros de mando donde se implemento el circuito de fuerza con las protecciones debidamente seleccionadas y los variadores de frecuencia como se ve en el Figura N° 8



Figura N° 8: Tableros eléctricos de mando y protección.

Una cabina de mando ubicada en un sitio estratégico permite visualizar y controlar toda la estación de empaquetado. El control automático lo realiza un PLC ubicado en la cabina, mismo que recibe señales de sensores que detectan la ubicación de los paquetes de varillas. También se puede controlar la estación de forma manual mediante botoneras ubicadas en la cabina de mando. En el Figura N° 9 se observa la ubicación del PLC con sus respectivos módulos y las botoneras.



Figura N° 9: Cabina de control (PLC y botoneras).

III. ANALISIS FINANCIERO

Con base en la eficiencia lograda al implementar la estación de empaquetado y despacho en el tren uno de laminación de la empresa NOVACERO S.A., se establece el ingreso que genera el proyecto para la misma. De esta manera, al reducir las 8 horas mensuales (que deben parar al realizar el empaquetado manual), a solo una hora (con empaquetado automático, la empresa genera un flujo de efectivo neto mensual de \$182115,52. Por lo tanto, al proyectar los flujos de efectivo netos, se obtuvo un Valor Actual Neto (VAN) de 474.586,0 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 29%; recuperando la inversión del proyecto en un periodo estimado de 3 meses y 2 días.

IV. CONCLUSIONES.

- Se diseñó y construyó satisfactoriamente una estación para el empaquetado y despacho automático de una tonelada de varillas para la empresa NOVACERO S.A.
- Se implementó una estación que es capaz de empaquetar y despachar 40 Ton/Hora, siendo efectiva

y permitiendo aumentar la capacidad de laminación del tren en 5 Ton/Hora.

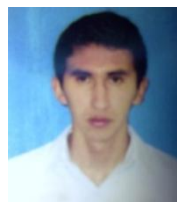
- Los valores de factor de seguridad considerados en el diseño, así como la alta disponibilidad en horas de uso de ciertos elementos seleccionados para la estación la hacen segura y eficiente.
- El diseño de la estación permite el fácil montaje y desmontaje de componentes, así como accesibilidad a todas las áreas siendo esto una gran ayuda para las tareas de mantenimiento.
- Se demostró que la estación que construimos requiere de un mínimo de personal y recursos para ser operada.
- Implementamos un proyecto que va a reducir considerablemente los accidentes que antes se daban en el área de empaquetado por contacto con varillas calientes.
- La automatización del empaquetado y despacho de varillas en NOVACERO S.A. es un proyecto con una rentabilidad del 29%, lo que le permite a la empresa incrementar su volumen de producción y ampliar su captación de mercado. Este proyecto puede ser de mucha utilidad para la empresa al incrementar la eficiencia en el empaquetado y despacho de nuevas líneas de productos o ampliación de la planta de producción.

V. REFERENCIAS.

- [1] Mott, R. L. (1995). Diseño de elementos de máquinas. España: Prentice Hall Hispanoamericana S.A.
- [2] Groover, M. (1997). Fundamentos de Manufactura Moderna. Mexico: Prentice Hall.
- [3] Gitman, L. (2003). Principios de Administración Financiera. Mexico: Pearson .
- [4] URL Guatemala. (s.f.). Recuperado el 17 de Julio de 2012, de http://www.tec.url.edu.gt/boletin/URL_10_MEC_01.pdf

VI. BIOGRAFIA.

Benalcazar Cabezas David Alejandro, nació en Ambato - Tungurahua.



Curso sus estudios secundarios en el Colegio "Bolívar", en donde obtuvo el título de bachiller en Físico Matemático. Sus estudios superiores los realizó en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga, en donde obtuvo el título de Ingeniero

Electromecánico en Febrero del 2014 en la ciudad de Latacunga. Correo electrónico: david_benal@hotmail.com

Miño Torres Andrés Felipe, nació en Quito - Pichincha.



Curso sus estudios secundarios en el Colegio técnico industrial "Hermano Miguel", en donde obtuvo el título de bachiller técnico especialidad Electrónica. Sus estudios superiores los realizó en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga, en donde obtuvo el título de Ingeniero

Electromecánico en Febrero del 2014 en la ciudad de Latacunga. Correo electrónico: afelipemino@hotmail.com