



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i1.1752>

Ciencias Técnicas y Aplicadas

Artículo de investigación

Automatización de la máquina flejadora para puertas enrollables aplicado en industrias metálicas vilema del cantón Guano

Automation of the strapping machine for rolling doors applied in metal industries vilema of the Guano canton

Automação da máquina de cintar para portas de enrolar aplicada nas indústrias metalúrgicas vilema do cantão de Guano

Jhonny Marcelo Orozco-Ramos ^I
jhonny.orozco@epoch.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-2353-1600>

Eduardo Francisco García-Cabezas ^{II}
egarcia@epoch.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-3547-472X>

Henry Freddy Acaro-Suárez ^{III}
henry_23hfas@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-8763-3307>

Marco David Terán-Suárez ^{IV}
marcoteran1994@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-3498-8590>

Correspondencia: jhonny.orozco@epoch.edu.ec

***Recibido:** 20 de enero de 2021 ***Aceptado:** 04 de febrero de 2021 * **Publicado:** 25 de febrero del 2021

- I. Magíster en Diseño Producción y Automatización, Ingeniero Mecánico, Carrera de Ingeniería Industrial, Facultad de Mecánica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- II. Magíster en Sistemas de Control y Automatización Industrial, Ingeniero en Electrónica Control y Redes Industriales, Carrera de Ingeniería Industrial, Facultad de Mecánica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- III. Ingeniero Industrial, Investigador Independiente, Guayaquil, Ecuador.
- IV. Ingeniero Industrial, Técnico de Producción de Talleres Terán, Investigador Independiente, Ambato, Ecuador.

Automatización de la máquina flejadora para puertas enrollables aplicado en industrias metálicas vilema del cantón Guano

Resumen

Según estadísticas reveladas por el INEN en el 2018 el sector metalmecánico aportó aproximadamente el diez por ciento del producto interno bruto manufacturero no petrolero del Ecuador y por este motivo es considerado uno de los pilares de la industria manufacturera del país. Crea más de ochenta mil puestos de trabajo y es una de las industrias con más influencia en la economía del país, por este motivo es importante aportar e impulsar el desarrollo del sector metalmecánico mediante la mejora de procesos a través de herramientas operativas como la automatización cuyo fin es reducir los tiempos y costos de producción e incrementar la productividad en la elaboración de un producto.

Industrias Metálicas Vilema (IMEV) de la provincia de Chimborazo es reconocida como una organización importante que aporta al desarrollo industrial y a la disminución del desempleo en el cantón Guano. La empresa cuenta con una amplia gama de productos entre las cuales se destaca la producción de puertas enrollables.

Mediante un estudio de campo se determinó que en la producción de puertas enrollables, existe incumplimiento en los tiempos de entrega del producto elaborado, lo que genera inconformidad del cliente. A través del análisis del proceso se ha determinado una oportunidad de mejora en el proceso de flejado de las puertas enrollables que consiste en la automatización de la máquina flejadora.

La automatización del proceso de flejado en la línea de producción de puertas enrollables de “Industrias metálicas IMEV” se justifica plenamente en los beneficios que aporta al proceso ya que mediante su implementación se optimizará la productividad a través de la reducción del tiempo y costo de producción, alcanzando así un ahorro económico y un mayor beneficio para la empresa.

Palabras clave: Automatización; máquina; puerta enrollable; industrias metálicas.

Abstract

According to statistics released by INEN in 2018, the metalworking sector contributed approximately ten percent of Ecuador's non-oil manufacturing gross domestic product and for this reason it is considered one of the pillars of the country's manufacturing industry. It creates more than eighty thousand jobs and is one of the industries with the most influence on the country's economy, for this reason it is important to contribute and promote the development of the

Automatización de la máquina flejadora para puertas enrollables aplicado en industrias metálicas vilema del cantón Guano

metalworking sector by improving processes through operational tools such as automation whose The purpose is to reduce production times and costs and increase productivity in the production of a product.

Industrias Metálicas Vilema (IMEV) of the province of Chimborazo is recognized as an important organization that contributes to industrial development and the reduction of unemployment in the Guano canton. The company has a wide range of products, among which the production of rolling doors stands out.

Through a field study it was determined that in the production of rolling doors, there is non-compliance in the delivery times of the manufactured product, which generates customer disagreement. Through the analysis of the process, an opportunity for improvement in the roll-door strapping process has been determined, which consists of the automation of the strapping machine. The automation of the strapping process in the roll-door production line of "Industrias metalicas IMEV" is fully justified in the benefits it brings to the process since its implementation will optimize productivity by reducing production time and cost , thus achieving economic savings and greater benefits for the company.

Keywords: Automation; machine; rolling door; metal industries.

Resumo

De acordo com as estatísticas divulgadas pelo INEN em 2018, o setor metalúrgico contribuiu com aproximadamente dez por cento do produto interno bruto da manufatura não petrolífera do Equador e por isso é considerado um dos pilares da indústria manufatureira do país. Gera mais de oitenta mil empregos e é uma das indústrias com maior influência na economia do país, por isso é importante contribuir e promover o desenvolvimento do setor metalmeccânico melhorando processos através de ferramentas operacionais como a automação cujo objetivo é reduzir tempos e custos de produção e aumentar a produtividade na produção de um produto.

Industrias Metálicas Vilema (IMEV) da província de Chimborazo é reconhecida como uma importante organização que contribui para o desenvolvimento industrial e a redução do desemprego no cantão de Guano. A empresa possui uma vasta gama de produtos, entre os quais se destaca a produção de portas de enrolar.

Automatización de la máquina flejadora para puertas enrollables aplicado en industrias metálicas vilema del cantón Guano

Por meio de um estudo de campo, constatou-se que, na produção de portas rolantes, há não conformidade nos prazos de entrega do produto fabricado, o que gera desacordo no cliente. Através da análise do processo, foi determinada uma oportunidade de melhoria no processo de cintagem de portas de enrolar, que consiste na automação da cintadora.

A automação do processo de cintagem na linha de produção de portas de enrolar “Industrias Metalicas IMEV” é plenamente justificada nos benefícios que traz ao processo, já que sua implantação otimizará a produtividade reduzindo tempo e custo de produção, alcançando economia e economia. maiores benefícios para a empresa.

Palavras-chave: Automação; máquina; porta de correr; indústrias de metal.

Introducción

Según estadísticas reveladas por el INEN en el 2018 el sector metalmeccánico aportó aproximadamente el diez por ciento del producto interno bruto manufacturero no petrolero del Ecuador y por este motivo es considerado uno de los pilares de la industria manufacturera del país. Crea más de ochenta mil puestos de trabajo y es una de las industrias con más influencia en la economía del país, por este motivo es importante aportar e impulsar el desarrollo del sector metalmeccánico mediante la mejora de procesos a través de herramientas operativas como la automatización cuyo fin es reducir los tiempos y costos de producción e incrementar la productividad en la elaboración de un producto.

Industrias Metálicas Vilema (IMEV) de la provincia de Chimborazo es reconocida como una organización importante que aporta al desarrollo industrial y a la disminución del desempleo en el cantón Guano. La empresa cuenta con una amplia gama de productos entre las cuales se destaca la producción de puertas enrollables.

Mediante un estudio de campo se determinó que en la producción de puertas enrollables, existe incumplimiento en los tiempos de entrega del producto elaborado, lo que genera inconformidad del cliente. A través del análisis del proceso se ha determinado una oportunidad de mejora en el proceso de flejado de las puertas enrollables que consiste en la automatización de la máquina flejadora.

La automatización del proceso de flejado en la línea de producción de puertas enrollables de “Industrias metálicas IMEV” se justifica plenamente en los beneficios que aporta al proceso ya que

Automatización de la máquina flejadora para puertas enrollables aplicado en industrias metálicas vilema del cantón Guano

mediante su implementación se optimizará la productividad a través de la reducción del tiempo y costo de producción, alcanzando así un ahorro económico y un mayor beneficio para la empresa.

Metodología

Se tomó como referencia la información proporcionada por la empresa IMEV para realizar un análisis de la situación actual de del proceso de producción de puerta enrollables, con lo cual se pudo tomar una serie de alternativas posibles para el diseño, implementación y pruebas del nuevo sistema automatizado, todo esto basándonos en algunos criterios teóricos de varios autores.

a) *Automatización*

La automatización de procesos es la sustitución de tareas tradicionalmente manuales por las mismas tareas pero realizadas de manera automática por máquinas, robots o cualquier dispositivo mecánicos para manipular piezas de trabajo dentro y fuera de los equipos, para manejar piezas entre dos operaciones, para eliminar chatarra, y para realizar estas tareas de forma sincronizada con el equipo de producción de tal forma que la cadena de producción pueda ser controlada total o parcial mediante tablas de comandos de control localizados en puntos estratégicos de la fábrica. (Iñiguez, 2011)

Un sistema automatizado cuenta con un grupo de componentes que se dividen en bloques principales que son:

- Elemento de entrada
- Unidad de control
- Actuadores
- Elementos Auxiliares

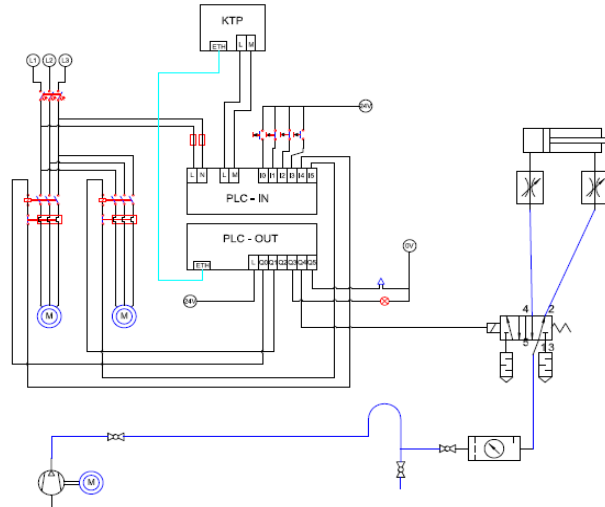
Ilustración 1: Estructura de un sistema automatizado.



Automatización de la máquina flejadora para puertas enrollables aplicado en industrias metálicas vilema del cantón Guano

Como punto de partida se realizó el esquema eléctrico y neumático de todo el sistema para tener una mejor idea de todos los dispositivos que se iban a utilizar para la implementación del sistema automatizado de producción de puertas enrollables.

Ilustración 2: Esquema de conexión eléctrica y neumática del sistema.





Posteriormente se realizó la elección de los elementos de entrada, unidad de control y actuadores que formaran parte del sistema automatizado. Para dicha elección se priorizó la funcionalidad de los dispositivos mas no el costo de los mismos.

b) Elementos de Entrada

Son elementos que producen señales relacionadas con una determinada cantidad que se encuentra midiendo, estos responden a algunas propiedades de tipo eléctrico, mecánico, térmico, magnético, químico, etc., generando una señal eléctrica que puede ser susceptible de medición. (Velasquez, 2017)

Tabla 1: Elementos de entrada

Cantidad	Elemento	Imagen
1	PULSADOR PLAST HONGO ROJO	
1	PULSADOR MONOBLOCK ROJO INC	

Automatización de la máquina flejadora para puertas enrollables aplicado en industrias metálicas vilema del cantón Guano

1	PULSADOR MONOBLOCK VERDE 1NA	
1	CONTACTOR LS 18 A 5 HP	
1	CONTACTOR LS 32 A 10 HP	
1	RELÉ TÉRMICO LS 19 A	
1	RELÉ TÉRMICO LS 32 A	
1	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO EBASEE / TRIPLE / 40 ^a - 415V	
1	FINAL DE CARRERA	
1	PANEL KTP400 COLOR	

Los paneles HMI Basic para aplicaciones compactas ofrecen una solución que puede adaptarse a la perfección a las necesidades específicas de visualización: potencia y funcionalidad optimizada, gran variedad de tamaños de pantallas y un montaje sencillo que facilita la ampliación. Potencia y funcionalidad optimizadas. La perfecta integración de PLC y HMI Basic Panels permite un control y visualización sencillos aptos para tareas de automatización compactos. (Siemens, 2019).

c) Unidad de Control


La unidad de control o autómatas programables industriales, es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales.

Automatización de la máquina flejadora para puertas enrollables aplicado en industrias metálicas vilema del cantón Guano

Un autómatas programable es un módulo lógico, es decir, un controlador programable que permite que, sin intervención humana, las máquinas hagan un trabajo. Pero la palabra clave e importante es programable, y no programado. Por tanto es necesario programar el elemento para que este haga una tarea. (Canto, 2016)

La unidad de control procesa las informaciones de los sensores conforme a determinados procesos de cálculo matemáticos (algoritmos de control y regulación). Ella activa los elementos actuadores mediante señales de salida eléctricas. La unidad de control viene a ser además el interface para otros sistemas y para la diagnosis del vehículo. (Bosch, 2002)

Tabla 2: Unidad de control

Cantidad	Elemento	Imagen
1	CPU 1212C AC/DC RELÉ SIEMENS	

El controlador lógico programable (PLC) S7-1200 ofrece la flexibilidad y capacidad de controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas tareas de automatización. Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7- 1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones. (Siemens, 2009)

d) Actuadores

Según (Turmero, 2016) los actuadores o salidas son elementos que se conectan en las salidas del autómatas programable y cumplen principalmente las siguientes funciones:

- Reciben las órdenes de ejecutar tareas concretas bajo el control del sistema.
- Transforman una corriente eléctrica de mando en movimiento, calor, luz, etc.
- Los actuadores pueden ser motores, electroimanes, bombas, lámparas, electroválvulas, resistencias, cilindros neumáticos, etc.

Automatización de la máquina flejadora para puertas enrollables aplicado en industrias metálicas vilema del cantón Guano



Tabla 3: Actuadores

Cantidad	Elemento	Imagen
1	LUZ PILOTO LED FATO VERDE 24V	
1	CILINDRO ISO SI D32MM C200MM	
2	MOTORES	
1	ELECTROVÁLVULA 5/2 – 1/4", MONO. 24 VDC	
1	SISTEMA DE ALARMA	

e) Elementos Auxiliares.

Son elementos que no forman parte de los componentes de entrada o salida del sistema pero son esenciales para el buen funcionamiento del sistema automatizado. De hecho, sin los elementos auxiliares el sistema no podría funcionar.

Tabla 4: Elementos auxiliares

Conexión Eléctrica	Conexión Neumática
	

Automatización de la máquina flejadora para puertas enrollables aplicado en industrias metálicas vilema del cantón Guano

f) Lenguaje Ladder

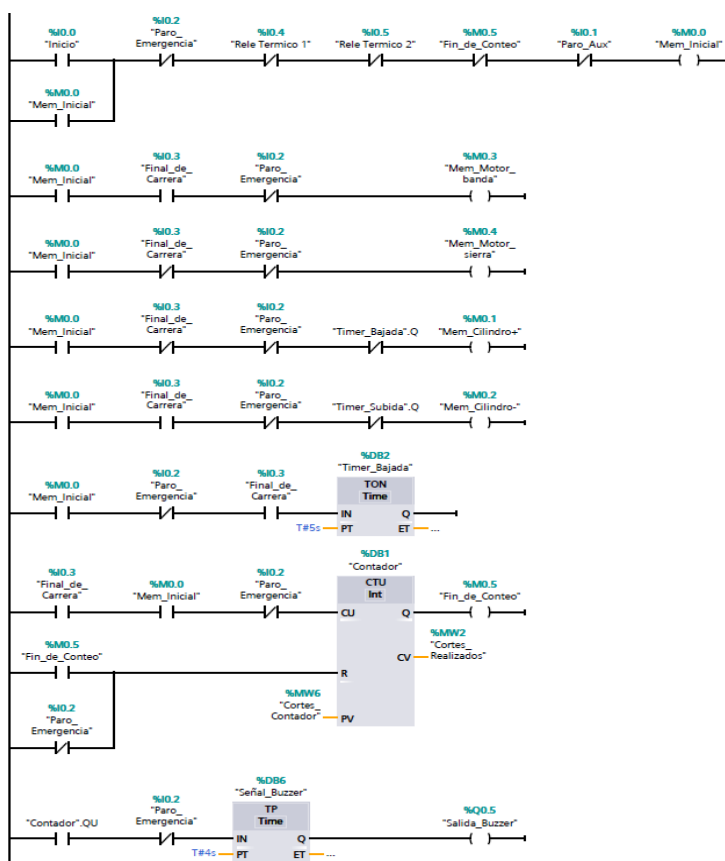
Un programa en Ladder / diagrama de relés (L.D.) es una serie de redes o ramas de circuito. Una rama (network) está compuesta de una serie de contactos, conectados en serie o en paralelo, que dan origen a una salida (activación de una bobina o de una función especial). (Universidad de Alcalá, 2017)

Permite situar:

- Relés en serie
- En paralelo
- Relés negados
- Combinaciones de los anteriores

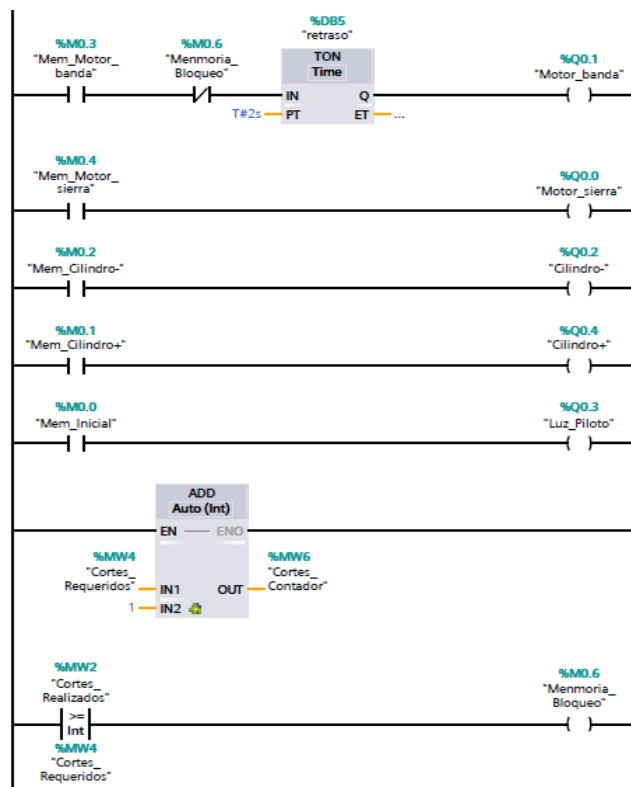
Las ramas de circuitos tienen origen en una barra vertical puesta a la izquierda del diagrama. El flujo de la señal va de izquierda a derecha y de arriba abajo.

Ilustración 3: Programación ladder (1)



Automatización de la máquina flejadora para puertas enrollables aplicado en industrias metálicas vilema del cantón Guano

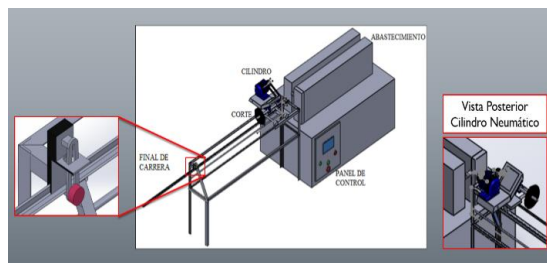
Ilustración 4: Programación ladder (2)



g) *Diseño CAD*

Antes de implementar el sistema automatizado se realiza el diseño CAD en el software Solidworks a fin de tener una idea clara de la ubicación de cada componente. Además el diseño CAD permitirá realizar el análisis estático de la estructura de la máquina flejadora y del pistón del cilindro neumático.

Ilustración 5: Diseño CAD del sistema



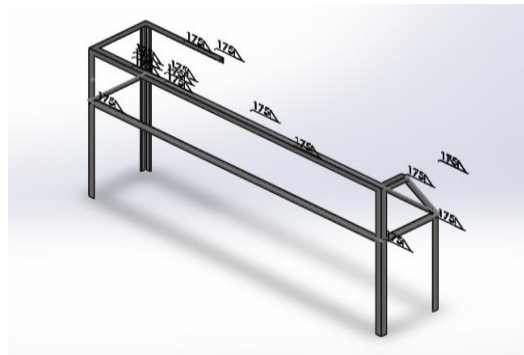
Automatización de la máquina flejadora para puertas enrollables aplicado en industrias metálicas vilema del cantón Guano

h) Análisis estático en la estructura de la máquina flejadora

La importancia del análisis estático en la estructura de la máquina flejadora radica en que permite simular su comportamiento ante cargas estáticas como el peso de los componentes. En el análisis se determina la presión máxima que soporta la estructura, la deformación y el factor de seguridad de la misma (el cual debe ser mayor que uno para determinar que la estructura es confiable).

Para el análisis primero se realiza el modelo de la estructura como se muestra a continuación.

Ilustración 6: Modelo de la estructura



La información del modelo se detalla en la siguiente tabla.

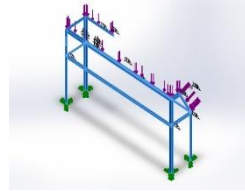
Tabla 5: Información del modelo

Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas
Combinar1 	Sólido	Masa:22,9791 kg Volumen:0,00290874 m ³ Densidad:7900 kg/m ³ Peso:225,195 N

Otro factor importante que se requiere para realizar el análisis estático es el material de la estructura, cuyas propiedades se detallan a continuación.

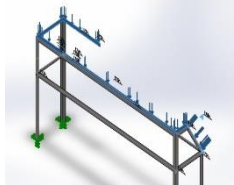
Automatización de la máquina flejadora para puertas enrollables aplicado en industrias metálicas vilema del cantón Guano

Tabla 6: Propiedades del material

Referencia de modelo	Propiedades
	Nombre: AISI 1020 Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx. Límite elástico: 351,571 N/mm² Límite de tracción: 420,507 N/mm²

Se asigna en la estructura la carga que soporta (833,85 N) como se detalla a continuación.

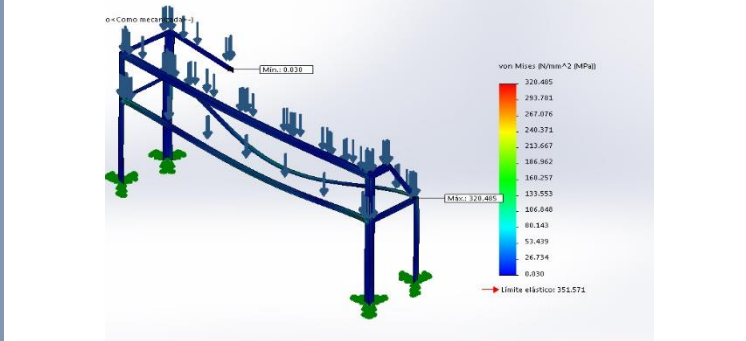
Tabla 7: Carga estática

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		Entidad: 4 cara(s) s: Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 833,85 N

Una vez realizado el modelado y la asignación del peso que soporta la estructura, se analiza la presión que se ejerce sobre la misma, como se muestra en la siguiente figura, en la cual se determina una presión máxima de 320,485 Mpa.

Tabla 8: Análisis de la presión

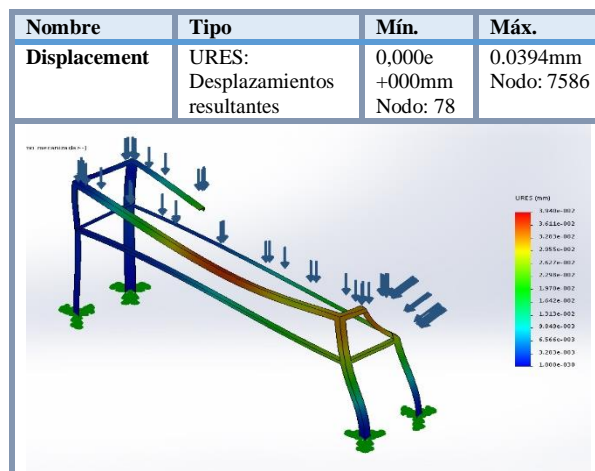
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Stress	VON: Tensión de von Mises	0,030 N/mm ² (Mpa) Nodo: 14500	320,485 N/mm ² (Mpa) Nodo: 3070



Automatización de la máquina flejadora para puertas enrollables aplicado en industrias metálicas vilema del cantón Guano

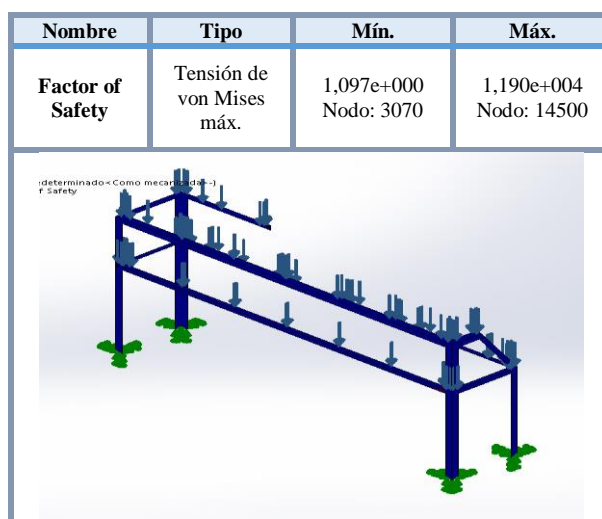
La presión que ejercen los elementos en la estructura hace que está se deforme, el análisis de la deformación se muestra en la siguiente figura, en la cual se determina que la deformación máxima se produce en la parte central de la estructura que corresponde a la parte pintada de rojo. El valor máximo de la deformación es 0.0394 mm con una presión máxima de 320,485 Mpa.

Tabla 9: análisis de la deformación



Finalmente se determina el factor de seguridad, el cual debe ser mayor que uno para garantizar que la estructura soportará sin ningún inconveniente la carga estática a la que estará sometida.

Tabla 10: factor de seguridad



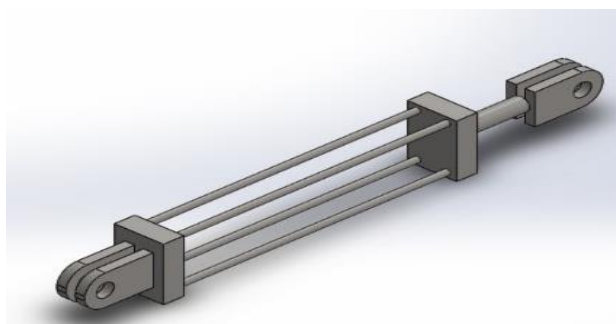
La estructura es segura porque el factor de seguridad es mayor que uno.

Automatización de la máquina flejadora para puertas enrollables aplicado en industrias metálicas vilema del cantón Guano

i) Análisis estático del cilindro


El modelo del cilindro se muestra en la siguiente figura.

Ilustración 7: Modelado del cilindro



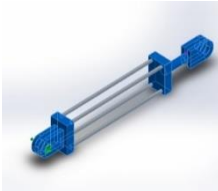
La información del modelo se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 11: Información del modelo

Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas
	Sólido	Masa:0,923478 kg Volumen:0,000115435 m ³ Densidad:8000 kg/m ³ Peso:9,05008 N

Las propiedades del material se detallan a continuación.

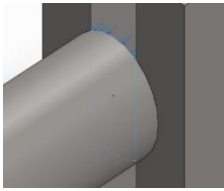
Tabla 12: Propiedades del material

Referencia de modelo	Propiedades
	Nombre: AISI 304 Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx. Límite elástico: 2,06807e+008 N/m² Límite de tracción: 5,17017e+008 N/m²

Se asigna la carga que soporta (392,4 N) como se detalla a continuación.

Automatización de la máquina flejadora para puertas enrollables aplicado en industrias metálicas vilema del cantón Guano

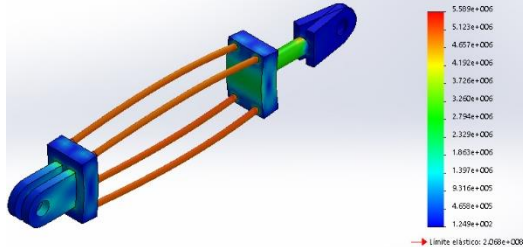
Tabla 13: Carga estática

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-2		Entidad 1 cara(s) : Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 392,4 N

La presión máxima que soporta el pistón es de $5,58 \times 10^6$ Pa.

Tabla 14: Análisis de la presión

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Stress	VON: Tensión de von Mises	124,863 N/m ² Nodo: 18983	5,58869e+006 N/m ² Nodo: 10278

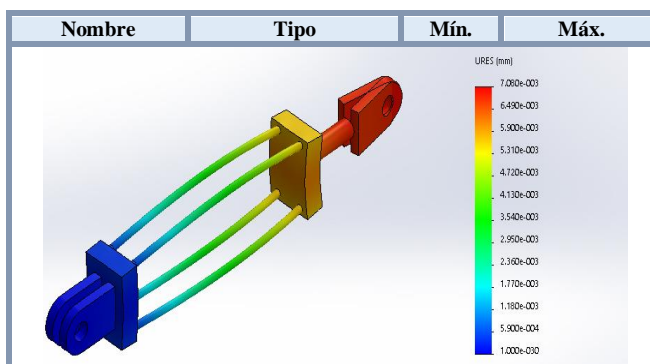


El valor máximo de la deformación es 0,007 mm la cual es imperceptible al ojo humano. El análisis se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 15: Análisis de la deformación

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Displacement	URES: Desplazamientos resultants	0 mm Nodo: 773	0,00708009 mm Nodo: 1100

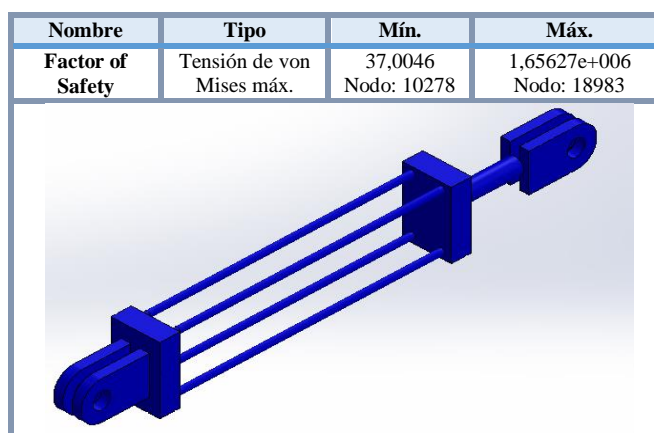
Automatización de la máquina flejadora para puertas enrollables aplicado en industrias metálicas vilema del cantón Guano



Finalmente se determina el factor de seguridad, el resultado se detalla en la siguiente tabla. El pistón es seguro porque el factor de seguridad es mayor que uno.

Tabla 16: Factor de seguridad

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor of Safety	Tensión de von Mises máx.	37,0046 Nodo: 10278	1,65627e+006 Nodo: 18983



Implementación del sistema automatizado

A continuación se detalla el procedimiento que se llevó a cabo para la implementación del sistema automatizado, entre las principales actividades tenemos la conexión neumática y eléctrica del sistema.

- Para la conexión neumática, en primer lugar, se realizó la instalación de aire comprimido desde el área de pintura.
- La conducción del aire comprimido se realiza a través de tubos galvanizados de ½”.
- La estructura de la máquina tuvo que ser modificada a fin de facilitar la caída del fleje cortado sin ningún inconveniente, garantizando el abastecimiento del material a la máquina.

Automatización de la máquina flejadora para puertas enrollables aplicado en industrias metálicas vilema del cantón Guano

- Posteriormente se construyó y adaptó la estructura en la cual el pistón se va a movilizar, se lo realizó con platina de 1 ½” con un largo de 15 cm, en la cual se realizó una ranura de 3/8” de diámetro por 10 cm de largo para ajustar el cilindro en la medida adecuada para su correcto funcionamiento. Se colocó los ejes en los cuales va estar sujeto el cilindro tanto en la parte superior como en la parte inferior.
- Se instaló la electroválvula al final del tubo espiral de poliuretano y las salidas de la electroválvula a las dos entradas del cilindro.
- A continuación se conectó los dos motores, el final de carrera y la electroválvula a la caja de control a fin de colocarla en la estructura para realizar las pruebas de campo.
- Se cargó el programa realizado en TIA PORTAL 14 con lenguaje LADDER, al PLC y a la HMI.
- Se fija la caja de control a la estructura de la máquina flejadora.
- Finalmente se realizó una estructura móvil para el final de carrera a fin de que pueda posicionarse en cualquier posición que se requiera.

En la siguiente figura se puede apreciar una comparación entre el modelado CAD y el sistema una vez implementado.

Ilustración 8: Comparación CAD vs Sistema Automatizado



Pruebas de funcionamiento

Una vez implementado el sistema automatizado se procede a realizar las pruebas de funcionamiento a fin de garantizar que cumple con los parámetros de diseño establecidos. Para lo cual cada componente es puesto en funcionamiento y de acuerdo a la función que debe cumplir se verifica que funcione adecuadamente, finalmente se registra el resultado en un check list. Este método es simple y permite comprobar que todos los dispositivos funcionen adecuadamente.

Automatización de la máquina flejadora para puertas enrollables aplicado en industrias metálicas vilema del cantón Guano

Tabla 17: Pruebas físicas de funcionamiento

Estructura del sistema automatizado	Elementos	ACCIÓN	
		Funciona	No funciona
Elementos de entrada	PULSADOR PLAST HONGO ROJO	✓	
	PULSADOR MONOBLOCK ROJO INC	✓	
	PULSADOR MONOBLOCK VERDE 1NA	✓	
	CONTACTOR LS 18 A 5 HP	✓	
	CONTACTOR LS 32 A 10 HP	✓	
	RELÉ TÉRMICO LS 19 A	✓	
	RELÉ TÉRMICO LS 32 A	✓	
	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO EBASEE / TRIPLE / 40° - 415V	✓	
	Final de carrera	✓	
Unidad de Control	PLC	✓	
Actuadores	PANEL KTP400 COLOR	✓	
	LUZ PILOTO LED FATO VERDE 24V	✓	
	CILINDRO ISO SI D32MM C200MM	✓	
	MOTORES	✓	
	ELECTROVÁLVULA 5/2 - 1/4", MONO. 24 VDC	✓	
	SISTEMA DE ALARMA	✓	
Elementos Auxiliares	Conexión neumática	✓	
	Conexión eléctrica	✓	

Una vez comprobando el buen funcionamiento de cada dispositivo que forma parte del sistema automatizado, se procedió a realizar las pruebas de funcionamiento a la máquina flejadora obteniendo los resultados deseados, cumpliendo así con nuestro principal objetivo que es de automatizar la máquina flejadora para puertas enrollables.

Automatización de la máquina flejadora para puertas enrollables aplicado en industrias metálicas vilema del cantón Guano

Ilustración 9: Pruebas de campo a la máquina flejadora



Conclusiones

Se implementó un sistema automatizado basado en un controlador lógico programable (PLC), el cual controla el abastecimiento y el corte automático de los flejes en la máquina flejadora. Permitiendo una comunicación hombre-máquina de alto nivel y de fácil manejo para el operario. Se comprobó el correcto funcionamiento de la máquina flejadora mediante pruebas y se evidenció que cumple con los parámetros de diseño.

Recomendaciones

Adiestrar a los operarios sobre el uso y funcionamiento del sistema automatizado, para evitar paros en la producción por daños causados por la mala manipulación de la máquina flejadora.

Revisar la presión del aire antes de iniciar las operaciones de producción y constatar que se mantenga en un nivel óptimo durante todo el proceso productivo.

No tener contacto directo con las partes móviles de la máquina cuando esta esté en pleno funcionamiento ya que podría causar lesiones graves por cortes o atrapaduras.

Mantener el ambiente de trabajo libre de sustancias inflamables y explosivas ya que la máquina genera chispas en la operación de corte del fleje, lo cual podría generar explosiones e incendios.

Referencias

1. Bosch. (2002). Regulación electrónica Diesel (EDC). Stuttgart: Reverte.
2. Canto, C. (2016). Arquitectura interna del autómatas programable. San Luis Potosí: UASLP.

Automatización de la máquina flejadora para puertas enrollables aplicado en industrias metálicas vilema del cantón Guano

3. Iñiguez, S. ¿Qué es la automatización de procesos?: Overblog (04 de 10 de 2011). Disponible en https://es.over-blog.com/Que_es_la_automatizacion_de_procesos-1228321767-art127041.html
4. Siemens. (2019). Kits de iniciación SIMATIC S7-1200. Munich: Siemens AG.
5. Turmero, P. Sistemas electrónicos y el multiplexado. (25 de Julio de 2016). Disponible en: <https://www.monografias.com/trabajos102/sistemas-electronicos-y-multiplexado/sistemas-electronicos-y-multiplexado.shtml>
6. Universidad de Alcalá. (2017). Programación en Ladder. Alcalá: InfoPLC.
7. Velasquez, J. (2017). Los sensores en la producción. Lima: CIM-URP.
8. ABB. Autómatas programables PLC. España:ABB, 2019. [Consulta: 05 febrero 2019]. Disponible en [https://new.abb.com/plc/es/.](https://new.abb.com/plc/es/)
9. BOLTON, W. Controladores lógicos programables. Reino Unido : Newnes, 2006, pp. 25-26
10. COPAROMA. Diagrama de conexión eléctrica. Buenos Aires : Planeta,2016. [Consulta: 28 enero 2019.] Disponible en [https://coparoman.blogspot.com/2016/11/diagrama-de-conexion-electrica.html.](https://coparoman.blogspot.com/2016/11/diagrama-de-conexion-electrica.html)
11. FLORES, M. Optimización de la producción en el proceso de mezclado de la línea de caucho en la empresa Plasticaucho. Riobamba : Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2015, pp. 19-20
12. HERNANDEZ, I. Definiciones instrumentación y control. Andorra:Slideshare, 2015. [Cosulta: 28 enero 2019.] Disponible en [https://es.slideshare.net/IVONNEYESENIA/definiciones-instrumentacin-y-control.](https://es.slideshare.net/IVONNEYESENIA/definiciones-instrumentacin-y-control)
13. LEMA, I. Diseño e implementación de una estación de evaluación de profundidad para piezas cilíndricas por medio de un plc. Riobamba : Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2013, pp. 55-57
14. LLUMIQUINGA, M. Proyecto para la creación de una microempresa dedicada a la producción y comercialización de puertas enrollables en el norte de la ciudad de la Quito. Quito : Universidad Central del Ecuador, 2015, pp. 89-90
15. MEDINA, J. Automatismos Industriales. Huelva : Centro de formación profesional específica nuestra señora de las Mercedes, 2015, pp. 45-49

Automatización de la máquina flejadora para puertas enrollables aplicado en industrias metálicas vilema del cantón Guano

16. MOLINA, P. Contactores. Bogotá:Fevida, 2017, [Consulta: 28 enero 2019.] Disponible en <<http://www.profesormolina.com.ar/electromec/contactor.htm>>
17. OCHOA, A. Montaje y Diseño de un módulo para la simulación del funcionamiento de una lavadora industrial utilizando una pantalla táctil con HMI. Riobamba : Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2012, pp. 156-158
18. OLMOS, C. Circuitos neumáticos. Lima:Autómata, 2017, [Consulta: 29 enero 2019.] Disponible en: <<https://es.slideshare.net/chorisin87/cap5-circuitos-neumaticos>>

©2020 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).