



Diseño y construcción de un prototipo máquina - herramienta curvadora de tubo y perfil cuadrado de acero para el taller industrial Marfell en San Juan de Pasto.

Diaz Caicedo Mario Alejandro, Timana Rosero Edisson Alberto.

Corporación Universitaria Autónoma de Nariño, San Juan de Pasto – Colombia

caicedom1@hotmail.com
edissontimamar@gmail.com

Resumen – En el artículo se presenta un proyecto de diseño y construcción de un prototipo de máquina herramienta curvadora de tubo y perfil cuadrado de acero para el taller industrial Marfell en san juan de pasto, con el fin de mejorar al empresario como para el cliente porque este tendría un margen de utilidad más alto en un menor tiempo y con mayores ventas en un determinado periodo y al cliente porque le brinda un producto con un buen acabado y además el pedido se entregaría en el tiempo oportuno, ofreciendo así un valor agregado al producto. El prototipo de máquina dobladora de tubo redondo y perfil cuadrado de acero, mejorara la producción al ser un proceso automatizado tanto en tiempo como en producción optimizando los recursos y reduciendo los costos de producción.

Abstract- The article presents a project for the design and construction of a prototype machine with a tube bending machine and square steel profile for the Marfell industrial workshop in San Juan de Pasto, in order to improve the entrepreneur as well as the client because he would have a higher profit margin in a shorter time and with higher sales in a certain period and to the customer because it provides a product with a good finish and also the order would be delivered in a timely manner, thus offering added value to the product. The prototype of a round tube and square profile steel bending machine will improve production by being an automated process both in time and in production, optimizing resources and reducing production costs.

I. INTRODUCCIÓN

Este proyecto tiene como finalidad dar una solución a la necesidad presentada en la actualidad en el taller porque logra disminuir la fuerza ejercida por los operarios, lo cual ayuda al personal a evitar enfermedades laborales con la actuación de tres cilindros neumáticos y otros mecanismos quienes reemplazaran el trabajo realizado; no

obstante, este prototipo mejorara la calidad del producto final.

En la actualidad la máquina herramienta brinda a las empresas industriales un rendimiento y perfeccionamiento en la producción, lo cual es un valor agregado con la implementación de sistemas innovadores tanto para los empresarios como para los clientes, la cual busca la automatización de procesos y así el mejoramiento del producto.

En conclusión, la construcción de este prototipo es de gran ayuda, porque la empresa bajaría sus costos de producción considerablemente y las ventas incrementarían debido a la rapidez y efectividad de la máquina y además beneficiaría al colaborador porque se disminuye el riesgo laboral que se presenta y así las consecuencias posteriores de las enfermedades.

Hoy en día en la región, el curvado de tubos metálicos aún se desarrolla mediante métodos artesanales, razón por la cual el producto final no es competitivo en el mercado, debido a que se generan imperfecciones de tipo: geométricas, técnicas y estéticas, que afectan la resistencia, calidad y manipulación de los materiales.

II. OBJETIVOS

1. Investigar tecnologías existentes de máquinas curvadoras.
2. Calcular y diseñar un prototipo de máquina herramienta.
3. Construir un prototipo de máquina herramienta curvadora para tubo y perfil.
4. Realizar pruebas de funcionamiento y realizar el manual de usuario para el prototipo máquina herramienta.

III. METODOLOGIA

El método para desarrollar durante el diseño como ejecución del proyecto es inductivo que “se refiere al movimiento del pensamiento que va de los hechos particulares a afirmaciones de carácter general”¹ este método permite construir conocimientos generales o globales partiendo de lo específico de un determinado objeto de investigación.

El proyecto tiene un tipo de investigación aplicada por la cual se va a convertir el conocimiento puro en conocimiento práctico y útil, que trata de responder a preguntas que plantea la realidad, para tratar de descubrir el por qué, cómo y cuándo de las cosas que nos rodean. En la esta investigación se parte de datos numéricos que serán sujetos de análisis y finalmente se reflejara en el diseño de la máquina herramienta.

IV. REFERENTES TEORICOS

La investigación de curvadoras similares es de gran importancia debido a que sirve de guía para la construcción del proyecto y de esta forma se puede comparar el diseño, la automatización, el costo y desempeño del funcionamiento. Así poder tener un mayor conocimiento de estos prototipos y de las necesidades que se presentan para los talleres industriales al no contar con una curvadora, entre ellas tenemos:

- ❖ Curvadora manual.
- ❖ Curvadora Piramidal.
- ❖ Curvadora Transfluid.

CURVADORA MANUAL: “La dobladora de tubo hidráulica es muy utilizada debido a su versatilidad, son máquinas pequeñas que utilizan un cilindro para poder accionarse, posee una palanca la cual repetidamente se la ejecuta para así obtener el doblado deseado. El máximo ángulo que se puede doblar con esta herramienta es de 90°”²

Figura 1 máquina curvadora manual



Fuente: <https://is.gd/atdgGX>.

CURVADORA PIRAMIDAL: “Ideales para fabricar todo tipo de curvado incluso en caracol. Fabricada en chapa de acero soldado y mecanizado se caracteriza por una gran robustez la calidad de los acabados es muy muy buena, se la puede colocar en dos posiciones facilitando el trabajo del operario, es semiautomática con un motor que ofrece una potencia de 1,1KW/ 1.5CV. El costo de esta herramienta es muy elevado”³

Figura 2 máquina curvadora piramidal



Fuente: <https://is.gd/fyqGBV>

CURVADORA TRANSFLUID: “Su funcionamiento es hidráulico con impostación de los grados de curvado en pantalla digital y controlada. Con selector manual hasta 8 curvas diferentes, sentido de curvado horario y cambio rápido del utillaje. Tiene un ciclo de accionamiento semiautomático (cierre charrión y mordaza, curvado, retroceso de curvado y apertura charrión y mordaza)”⁴

Figura 3 máquina curvadora transfluid



Fuente: <https://is.gd/OrtcEy>

Los referentes teóricos son de máquinas similares, que se tuvo en cuenta para la construcción del prototipo máquina herramienta curvadora de tubo y perfil cuadrado de acero, debido a que no existe en el mercado, este tipo de máquina con el diseño y características en el cual se enfoca este proyecto.

V. DISEÑO Y ANALISIS DEL PROCESO Y PRODUCTO

Para el diseño del prototipo de máquina herramienta curvadora neumática busca con el curvado darles forma a piezas metálicas y el proceso va a depender del diámetro del objeto a doblar, de su grosor y del material con el que está hecho. por lo tanto, es necesario utilizar esta máquina porque aplica suficiente energía para doblar una pieza y evita tensiones o que se doble excesivamente.

La curvadora neumática trae una serie de varios soportes de tubería y perfil cuadrado donde se adecuan al tamaño que necesitaría el cliente, además cada diámetro tiene un soporte correspondiente para que encaje en una flexión precisa y así el tubo no se doble al aplicar la presión, actuando como una parada o retención a ambos lados del centro de curvatura de tubos.

¹ RAMÓN RUIZ. El Método Científico y sus Etapas disponible en <http://www.aulafacil.com/cursosenviados/Metodo-Cientifico.pdf>

² DOBLATUBOS. Esquema de medidas para un tubo doblado. Técnicas de doblado de tubos [Online]. Buenos Aires, 2008 (Citada: 2 septiembre 2018)

³ ibid

⁴ <http://www.doblatubos.com.ar/emtd.html>

actuador quien es capaz de darle curvado al material a transformar, ¿Por qué neumático y no hidráulico?

Tabla 1. Requerimientos De Diseño

No.	DESCRIPCION	REQUERIMIENTOS
1	Fuerza real del cilindro (avance)	6750 N
2	Fuerza real del cilindro (retroceso)	6562.5N
3	Velocidad del actuador	40.87 RPM
4	Ventaja mecánica	5.68
5	Torsión a la que está sometido el eje	7325.46 lb.in
6	Potencia del actuador (avance)	3645 w
7	Potencia del actuador (retroceso)	3543.75 w
8	Fuerza de fricción y cizalladura	1046.49 lb
9	Modo de operación	Pantalla HMI
10	Movilidad	Cadena de rodamiento
11	Condiciones ambientales	Normal

Fuente: la presente investigación – año 2019

El sistema hidráulico se caracteriza por tener mucha fuerza y potencia, en este caso no necesita de tanto, debido a que solo se trabaja con materiales de diámetros de 1 in y 3/4 in. En la parte de sujeción también se utiliza un actuador neumático, para agilizar el proceso y evitar tardanzas al ser realizado de forma manual. El diseño de mayor opción es el de una curvadora transfluid que genera más comodidad para el operario, en el paso del retroceso, existe un tercer actuador neumático el cual es importante en la automatización de la máquina herramienta. La programación se realiza en una tarjeta Arduino debido a que las otras opciones poseen un costo elevado. Por último, en caso de un accidente laboral o la prevención de este, se presiona un paro de emergencia el cual es ubicado muy cerca del operario y de fácil utilización.

VI. PROCESO DE CONSTRUCCION DE LA MAQUINA

Mediante la siguiente secuencia de imágenes, se representa la construcción de la máquina, dentro de las mismas instalaciones del taller MARFELL.

Figura 4. Análisis Y Selección De La Propuesta De Diseño

EXPLICACIÓN	OPCIONES DE SELECCIÓN		
	OPCION 1	OPCION 2	OPCION 3
Mecanismo			
Sujeción del material			
Transformación de materia prima			
Retroceso al punto de inicio			
Programación			
Paro de emergencia			

Fuente: la presente investigación – año 2019

Como se pudo observar en la anterior matriz morfológica, existen 3 opciones similares capaz de realizar el mismo proceso para cada categoría, se toma la mejor alternativa, una vez se realizó la recolección de información, se optó por utilizar un mecanismo tipo neumático debido a que es algo nuevo en el mercado e innovador, se utiliza un

Figura 5. Disco, construcción de sprocket



Fuente: la presente investigación – año 2019

Figura 6. Acople manzana al disco.



Fuente: la presente investigación – año 2019

Figura 7. Centrado de disco y manzana con la ayuda de torno.



Fuente: la presente investigación – año 2019

Figura 8. Sprocket



Fuente: la presente investigación – año 2019

Figura 9. Fabricación del eje.



Fuente: la presente investigación – año 2019

Figura 10. Pulido y terminado del eje.



Fuente: la presente investigación – año 2019

Figura 11. Transformación de las platinas base matriz.



Fuente: la presente investigación – año 2019

Figura 12. Estructura nivelada.



Fuente: la presente investigación – año 2019

Figura 13. Estructura.



Fuente: la presente investigación – año 2019

Figura 14. Escuadrar paralelas de la estructura.



Fuente: la presente investigación – año 2019

Figura 15. Ancho de base de la estructura.



Fuente: la presente investigación – año 2019

Figura 16. Alto de base de la estructura.



Fuente: la presente investigación – año 2019

Figura 17. Alto de base de la matriz.



Fuente: la presente investigación – año 2019

Figura 18. Ancho del eje.



Fuente: la presente investigación – año 2019

Figura 19. Ancho de la base del eje.



Fuente: la presente investigación – año 2019

Figura 20. Ancho de sprocket.



Fuente: la presente investigación – año 2019

Figura 21. Ancho del paral de la estructura.



Fuente: la presente investigación – año 2019

Figura 22. Ancho de la base de matriz.



Fuente: la presente investigación – año 2019

Una vez construido las piezas y ensambladas se realiza el siguiente proceso:

1.introduccion del material: se introduce el material en un banderín guía, lo cual este pasa por unos rodillos generando una buena ubicación.

2.sujecion del material: cuando el actuador neumático se activa sujeta el material y a la vez un sensor se activa enviando la autorización para realizar el siguiente proceso.

3.curvado del material: una vez se tenga la autorización del sensor de inicio se marca los grados que se desea curvar con un potenciómetro, y el actuador neumático realiza su respectivo proceso curvando hasta un límite máximo de 90°.

4.retiro del material: cuando ya se haya finalizado el curvado del material, el actuador de sujeción se desactiva y se procede a retirar el material.

5.regreso al punto de inicio: una vez retirado el material se desactiva el actuador, ubicando la maquina en el punto de inicio.

Ya descrito los procesos que son utilizados para la operación del curvado, se observa que tienen un buen comportamiento y realizan el proceso con excelencia, obteniendo así un buen producto final.

VIII. EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

Teniendo en cuenta el diseño inicial se tuvo que realizar algunos ajustes para obtener un mejor desempeño y seguridad en el prototipo, entre ellas las modificaciones que se realizaron fueron:

1. un tercer actuador para la hora del retroceso y punto de inicio
2. una pieza metálica y una balinera que ayuda a guiar en la parte de la sujeción
3. los rodillos guías para el material
4. un protector para la cadena y piñón evitando un accidente laboral.

Una vez realizando estas modificaciones el cumplimiento de los requerimientos del diseño se cumplió en su totalidad y se desarrolló favorablemente como se había propuesto, obteniendo un prototipo de curvadora neumática excelente beneficiando al cliente prestando un buen servicio.

IX. CONCLUSIONES

1. Los prototipos de máquinas curvadoras existentes en el mercado tienen un costo de adquisición muy elevado, de tal manera es muy difícil obtener el producto, por otra parte, existen maquinas donde se realiza el proceso de forma manual, la cual presentan imperfecciones en el producto por la inexactitud de doblez, por lo tanto no se satisface las necesidades de los clientes y se utilizan las curvadoras como un medio de necesidad mas no por preferencia.

2. De acuerdo a la necesidad presentada en el mercado y en EL TALLER INDUSTRIAL MARFELL en este proyecto se realiza los cálculos pertinentes y diseño adecuado de la máquina herramienta, para



no seguir generando pérdidas por causa de desperdicio de material y la disminución de las ventas porque el producto, no posee un buen acabado.

3. La construcción del prototipo máquina herramienta se realizó, teniendo en cuenta el diseño, el desempeño y exactitud brindando al cliente un producto final de buena calidad y buenos acabados, además se utiliza medidas de prevención para cualquier accidente laboral, pensando siempre en la facilidad y comodidad del operario

4. Una vez construido las piezas y ensambladas se realiza una serie de pruebas de funcionamiento, en el cual se determinó que el prototipo de máquina dobladora de tubo redondo y perfil cuadrado de acero, mejorara la producción al ser un proceso automatizado tanto en tiempo como en producción optimizando los recursos y reduciendo los costos de producción y además se cuenta con el manual de usuario, estipulado en este proyecto.

5. Durante la elaboración de este proyecto se puede exponer que se logró el cumplimiento en su totalidad de los objetivos planteados, porque se dispone de una máquina herramienta dobladora de tubo redondo y perfil cuadrado de acero, con su funcionalidad y capaz de realizar su trabajo, la cual satisface las necesidades del empresario y del cliente, brindando un mejor diseño y acabado en el producto.

6. Finalmente, se puede concluir que en este proyecto se logró el objetivo principal que es la construcción de la máquina herramienta y el impacto que tendrá EL TALLER INDUSTRIAL MARFELL es alto, porque la empresa bajaría sus costos de producción considerablemente y las ventas incrementarían debido a la rapidez y efectividad de la máquina.

X. RECOMENDACIONES

1. Leer con atención el manual de usuario, para darle un buen uso y manejo a la máquina herramienta.
2. Realizar los mantenimientos oportunos y adecuados a la máquina, para su buen funcionamiento.
3. Usar todos los elementos necesarios de protección personal, para evitar los accidentes laborales.
4. una vez puesto en funcionamiento el prototipo máquina herramienta se deben tener en cuenta todas señalizaciones existentes y así poder operar de una forma adecuada y oportuna.

XI. REFERENCIAS

RAMÓN RUIZ. El Método Científico y sus Etapas disponible en <http://www.aulafacil.com/cursosenviados/Metodo-Cientifico.pdf>

DOBLATUBOS. Esquema de medidas para un tubo doblado. Técnicas de doblado de tubos [Online]. Buenos Aires, 2008 (Citada: 2 septiembre 2018)

<http://www.doblatubos.com.ar/emtd.html>

http://dobladorasparatubo.com/dobladoras_para_tubo.html

MOTT, Robert. Diseño de elementos de máquinas. Segunda edición. 284p. PrenticeHall, México 1995.

A SERRANO, Nicolas., Neumática, 5 ed. España.: Thomson, 2003, 24, 26 p.

FERDINAND P. BEER. E. RUSSELL JOHNSTON, JR. Mecánica de materiales. Segunda edición. Editorial Marth Edna Suarez R. pág. 49.

ACEROS BOEHLER DEL PERU S.A. Disponible en: http://www.bohlerperu.com/files/DEFORMACION_DEL_ACERO.pdf

Como calcular un cilindro neumático. Disponible en: <http://www.intor.com.ar> [consultado el 20 de febrero de 2019]

DOYLE, Lawrance. Proceso de manufactura y materiales para ingenieros. México D.F.: Diana, 1980, 1007 p.

<https://cursos.aiu.edu/Sistemas%20Hidraulicas%20y%20Neumaticos/PDF/Tema%202.pdf>