

Máquina dobladora para fabricar estribos cuadrados de varilla trefilada de acero de 6mm de diámetro.

Diego Guerrero

Carrera de ingeniería en Mecatrónica, FICA, Universidad Técnica del Norte, Av. 17 de Julio, Ibarra, Ecuador
diego_fgl2017@hotmail.com

Resumen. En la fabricación de postes para alambrado perimetral se utiliza como principal elemento en el interior de los mismos, una columna de hierro formada por cuatro varillas unidas mediante estribos cuadrados electro-soldados. La fabricación de los estribos suponía un riesgo para el trabajador, quien estaba expuesto a sufrir posibles cortes por el uso de una amoladora, como también estaba expuesto a fatiga muscular por las posiciones de trabajo no ergonómicas y repetitivas. Para optimizar la fabricación de estribos se diseñó y construyó la Máquina dobladora, misma que posee un sistema mecánico de arrastre, un sistema mecánico de doblado y una cizalla manual. El diseño de la máquina se lo realizó de forma teórica y para comprobar su veracidad se realizaron simulaciones en CAD SolidWorks.

Palabras Clave

CAD.- Se refiere a un software y su traducción de sus siglas en inglés es, diseño asistido por computadora.

Fatiga mecánica.- Se refiere al esfuerzo o trabajo constante al que se somete un elemento mecánico, que bajo ciertas condiciones pueden provocar la rotura de dicho elemento por exceso de fatiga.

FDS.- Este término se lo utiliza para especificar el Factor de Seguridad que posee un elemento de máquina, es decir cuan seguro o no va a resultar construir dicho elemento.

SolidWorks.- Es un CAD que permite simular la construcción de piezas mecánicas y además permite ensamblarlas simulando la construcción de máquinas.

Varilla Trefilada.- Se refiere a la varilla corrugada que se utiliza generalmente para el campo de la construcción en la fabricación de hormigón armado.

Von Mises.- Es una teoría de falla de elementos mecánicos que sirve para determinar previamente mediante cálculos, si un elemento mecánico bajo ciertas condiciones va a experimentar o no la rotura del mismo.

Abstract.

In the manufacture of posts for perimeter wiring is used as the main element in the interior of the same, an iron column formed by four rods joined by square stirrups

electro-welded. The manufacture of stirrups posed a risk to the worker, who was exposed to possible cuts by the use of a grinder, but also exposed to muscle fatigue by non-ergonomic and repetitive work positions. To optimize the manufacture of stirrups, the Bending Machine was designed and built, which has a mechanical drag system, a mechanical bending system and a manual shear. The machine was designed in a theoretical way and to verify its veracity, simulations were performed in SolidWorks CAD

Key words

CAD: Refers to a software and its translation of computer acronyms.

Mechanical fatigue: Refers to the constant effort or work in regard to a mechanical element, which under conditions can cause the rupture of said element by excessive fatigue.

FDS: This term is used to specify the Security Factor that owns a machine element, ie how safe or not it will be to construct said element.

SolidWorks: It is a CAD that allows to simulate the construction of mechanical parts and also allows to assemble them simulating the construction of machines.

Trellised Rod: It refers to the rebar which is generally used for the construction field in the manufacture of reinforced concrete.

Von Mises: It is a theory of the failure of the mechanical elements that serve to determine the calculations previous to the calculations, a mechanical element under certain conditions for a test or not the break of the same.

1.-Introducción

Para optimizar la fabricación de postes para alambrado perimetral se vio la necesidad de crear maquinaria que ayude a agilizar el proceso, creándose así

la “Máquina dobladora para fabricar estribos cuadrados de varilla de 6mm de diámetro”, ya que en la fabricación de los postes de hormigón armado, es necesario introducir en el molde de la máquina una estructura de hierro, dicha estructura consta de largueros y estribos, mismos que para formar la armadura son electro-soldados. Los estribos eran fabricados artesanalmente y en ello se perdía tiempo y energía por parte del trabajador. La máquina no solo optimiza la fabricación segura de estribos, sino también ayuda a garantizar que el hormigón armado con el que se elabora el poste posea una alta resistencia mecánica.

2.-Materiales y métodos

- Investigación previa

Lo primero que se realizó fue investigar maquinaria similar disponible y existente en el país, de la investigación se concluyó que la maquinaria existente en empresas como Adelca es maquinaria extranjera de alto costo, dicha maquinaria luego de fabricar conformados de acero los segmenta utilizando una cizalla hidráulica.

En la Fábrica de Postes Imbabura, entidad que auspició el proyecto de tesis, una vez que la varilla era cortada se introducía la misma en una dobladora manual que daba la forma al estribo, se tomó estos procesos como punto de partida para mecanizarlos y así diseñar la máquina, los antiguos procesos manuales de corte y doblado se muestran en las figuras 1.1 y 1.2.



Figura 2.1 Proceso de corte



Figura 2.2 Proceso de doblado

- Diseño Mecánico

El diseño mecánico se lo dividió en tres partes, mismos que son el diseño mecánico del sistema de arrastre de la varilla, el diseño mecánico del sistema de doblado de la varilla y el diseño de la cizalla manual que corta al estribo una vez que esté formado.

Previamente a diseñar los sistemas que posee la máquina, se diseñó la estructura de la misma, el punto de partida fue diseños de estructuras de maquinaria para prefabricados, dirigiendo la atención principalmente a su geometría y su robustez. Para validar su diseño se realizaron cálculos y simulaciones a carga estática y dinámica. Una forma de validar los cálculos fue simular en SolidWorks las cargas presentes en la estructura mediante análisis de elementos finitos, los resultados de las simulaciones se muestran en las figuras 2.3 y 2.4.

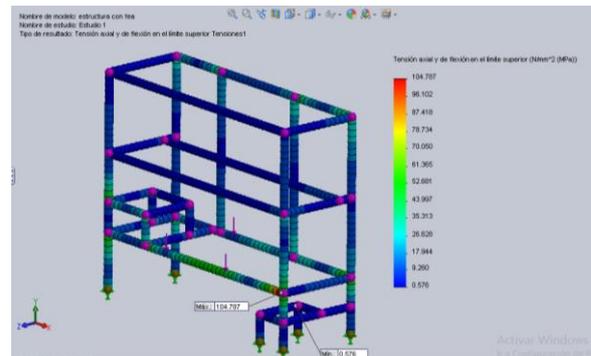


Figura 2.3 Simulación del esfuerzo de Von Mises presente en la estructura de la máquina, utilizando el CAD SolidWorks.

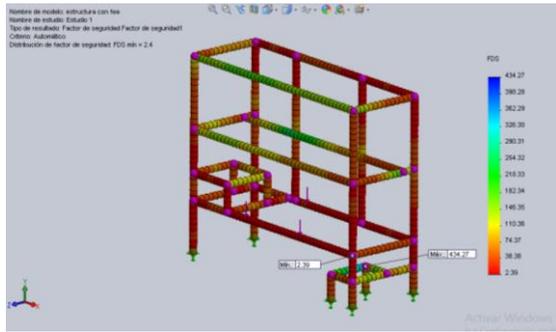


Figura 2.4 Simulación en SolidWorks del Factor de seguridad para la estructura de la máquina.

El diseño del sistema mecánico de arrastre de la varilla tomó en cuenta factores como la velocidad y distancia de arrastre, así como también materiales que soporten el desgaste debido a la fricción constante entre metales. Este sistema funciona al ser impulsado por un sistema de transmisión de potencia por bandas. En la figura 2.5 se muestra el diseño virtual de este sistema utilizando SolidWorks.

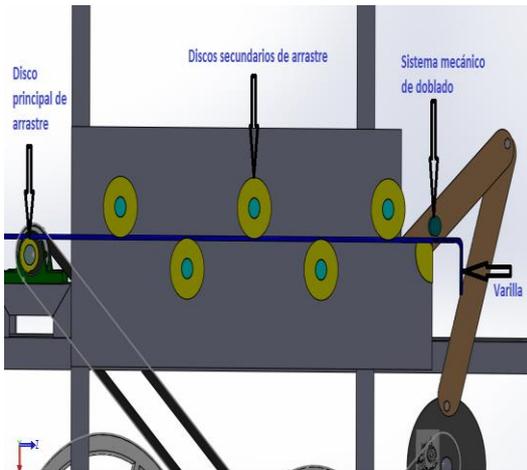


Figura 2.5 Esquema de trabajo del proceso de arrastre.

El sistema mecánico de doblado se diseñó tomando en cuenta la fuerza requerida para doblar la varilla y seleccionando adecuadamente los materiales y su diseño geométrico para garantizar el perfecto doblado de la varilla, este sistema fue diseñado teóricamente con análisis de cargas estáticas y dinámicas y para verificación de los datos se realizaron simulaciones en CAD SolidWorks, las figuras 2.6 a 2.9 muestran los resultados de las simulaciones de carga estática aplicada a los elementos que forman el sistema mecánico de doblado.

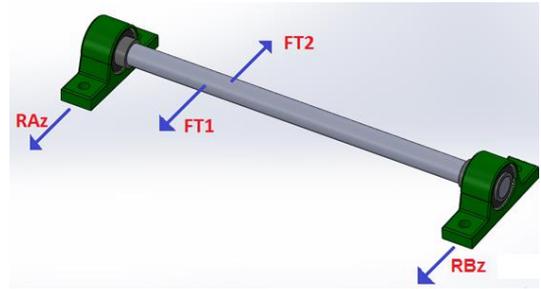


Figura 2.6 Diagrama de fuerzas presentes en el eje

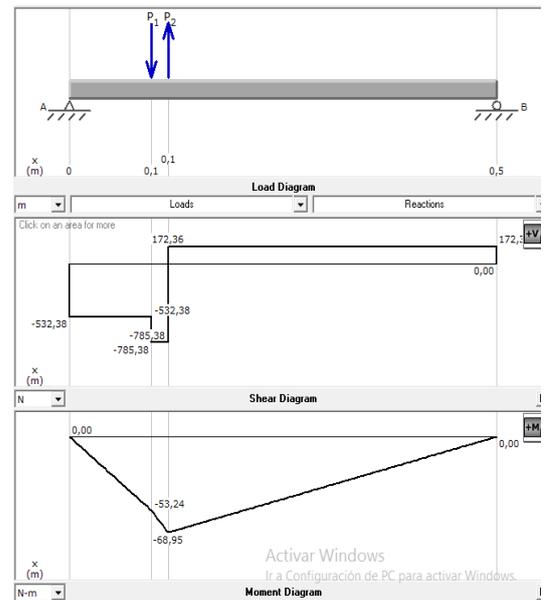


Figura 2.7 Diagrama de cortes y momentos del eje.

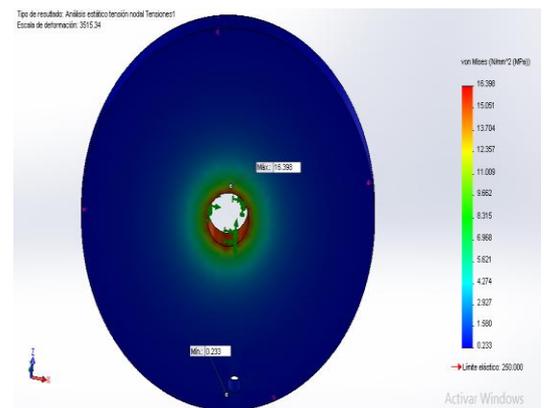


Figura 2.8 Esfuerzo de Von Mises presente en la manivela del sistema de doblado al aplicarle un torque de 118,78 N*m.

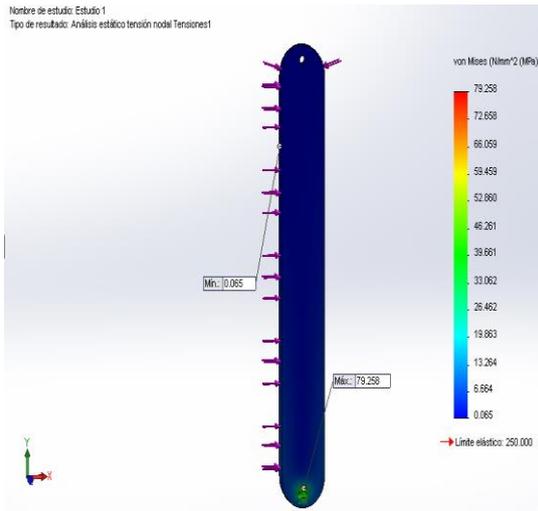


Figura 2.9 Esfuerzo de Von Mises presente en la biela del sistema de doblado

Finalmente el diseño de la cizalla manual de basa en un mecanismo de cuatro barras mismo que al aplicar fuerza en una de sus eslabones (la palanca) se genera el corte por cizallamiento, tal como se observa en la figura 2.10.

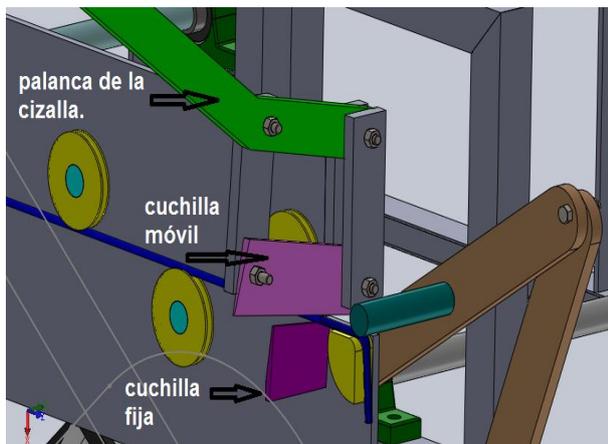


Figura 2.10 Partes del mecanismo de corte

- Diseño Eléctrico

Para que la máquina entre en funcionamiento se utiliza un control eléctrico de mando on/off el mismo que enciende un motor monofásico de 1Hp. El diseño del motor se lo realizó tomando en cuenta la carga de trabajo a la que está expuesto.

- Construcción

Una vez realizado el diseño de la máquina, inicialmente se la construyó de forma virtual para visualización de la misma y para generar los planos. Luego se la ensambló de manera real y se procedieron a las respectivas pruebas de rigor. En la figura 2.11 se puede apreciar virtualmente la máquina dobladora.

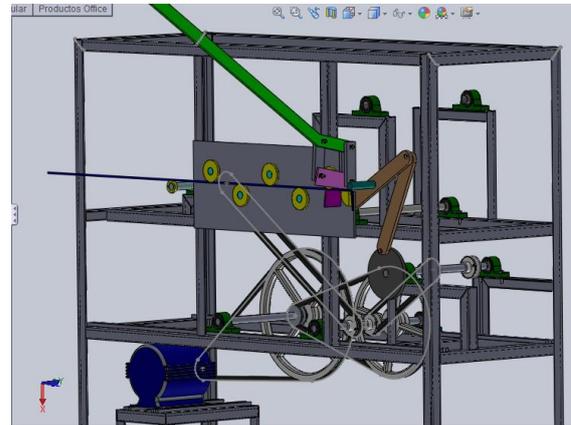


Figura 2.11 Diseño de la máquina estribadora utilizando SolidWorks

- Manuales de usuario y de mantenimiento

Los manuales sirven para que el operador se guíe en la correcta forma de uso de la máquina para así evitar accidentes y también son una guía para identificar posibles fallas de funcionamiento en la máquina y sus soluciones.

3.- Resultados

Hoy con la utilización de la máquina dobladora, se observa que el operador ya no está expuesto a posiciones no ergonómicas repetitivas, lo que ya no le genera cansancio muscular al fabricar los estribos, y lo mejor de todo es que se alcanzó el objetivo del proyecto que es optimizar la fabricación de los estribos.

Anteriormente fabricar artesanalmente un estribo tomaba alrededor de 20 segundos, en la actualidad la máquina estribadora fabrica un estribo en un promedio de 4 segundos.

La máquina fabrica estribos estéticos en su geometría.

Los resultados obtenidos demuestran de sobra que el diseño y la selección de materiales en la construcción de la máquina son acertados.

4.- Conclusiones

En la Fábrica de Postes Imbabura, la máquina estribadora ha optimizado el tiempo y la producción de estribos cuadrados, mismos que son utilizados en la elaboración de armaduras de acero que se utilizan en la fabricación de postes de hormigón armado para alambrado perimetral.

El diseño de los sistemas mecánicos presentes en la máquina estribadora, como lo son el sistema mecánico de arrastre, el sistema mecánico de doblado y el sistema mecánico de arrastre, garantizan la fabricación correcta del estribo y esto se observa cuando la máquina está en funcionamiento.

El CAD SolidWorks fue de vital importancia durante la realización del proyecto, ya que mediante su uso se pudo diseñar virtualmente y simular los diferentes sistemas mecánicos que posee la máquina, para de esta forma comprobar cuán viable o no era diseñar determinada pieza, con lo que se evitaron gastos innecesarios de fabricación.

Una vez implementada la máquina estribadora se logró comprobar su eficacia y desempeño mediante datos tales como, fabricación de aproximadamente 900 estribos en una hora, eliminación de posturas forzadas de operario, eliminación de riesgos laborales por uso de amoladora en antiguo proceso de corte y lo principal, eliminación de la fabricación de estribos de forma artesanal.

5.- Recomendaciones

El corazón de la tesis fue fabricar estribos cuadrados de 7cm de lado con varilla trefilada de acero de 6mm de diámetro, para que con estas características del estribo, se logre garantizar una armadura de acero totalmente recubierta de hormigón según normas INEN de Hormigón Armado, en este proyecto se cumple dicha norma ya que el poste tiene forma cuadrada con 10cm de lado. Por ende se recomienda hacer el diseño respectivo para fabricar estribos de diferente tamaño de lado a partir de otros diámetros de varilla, si se desea emplear para columnas cuadradas con un lado superior a 10cm.

Para formar las armaduras de acero se necesitan no solo los estribos cuadrados, sino también cortar varilla en segmentos de diferente tamaño según la necesidad del poste a fabricar. Por eso se recomienda realizar el diseño respectivo para utilizar el sistema mecánico de corte que posee la máquina estribadora, para que dicho sistema también se encargue del corte de la varilla en segmentos de diferentes tamaños

6.- Referencias bibliográficas.

¹ Budinas R., Nisbett J. (2008). *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley* (8va ed.).(pp.859-886) México: McGraw-Hill/ Interamericana.

² Norton R. (2009). *Diseño de maquinaria* (4ta ed.). (p. 268-277). México: McGraw-Hill.

³ Erdman A.; Sandor G. (1998). *Diseño de mecanismos* (3ra ed.). (pp. 353-367). México: Prentice-Hall

⁴ Budinas R., Nisbett J. (2008). *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley* (8va ed.).(pp.274-300) México: McGraw-Hill/ Interamericana.

⁵ Cristi S. (2003). *Sobre palancas, poleas y garruchas*. Santiago de Chile. Recuperado el 16 de diciembre de 2015 de http://casanachi.com/fis/05_palancas.pdf

⁶ Albuja Zarria F. J. (2011). *Implementación de un sistema de aire comprimido en la automatización de la cizalla manual del taller de procesos de producción mecánica*. Tesis de grado. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador.