

Editada por el Centro de Información y Gestión Tecnológica. CIGET Pinar del Río

Vol. 18, No.3 julio-septiembre, 2016

ARTÍCULO ORIGINAL

**Uso de software en el diseño del troquel para obtener el enganche del sistema andamios**

*Use of software in desing die to obtained it hooks of the system of scaffolds*

**Luis Lutgardo Díaz Crespo<sup>1</sup>, Leonardo Armas Gonzalez<sup>2</sup>, Darien Labrador Miranda<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Ingeniero Mecánico, profesor Auxiliar de la Universidad de Pinar del Río. Facultad de Ciencias Técnicas. Departamento Mecánica. Martí 270 final, Pinar del Río, Cuba. Teléfono: +53 (48) 728648. CP 20100. Correo electrónico: [luisl@upr.edu.cu](mailto:luisl@upr.edu.cu)

<sup>2</sup>Ingeniero Mecánico, profesor Asistente de la Universidad de Pinar del Río. Facultad de Ciencias Técnicas. Departamento Mecánica. Martí 270 final, Pinar del Río, Cuba. Teléfono: +53 (48) 728648. CP 20100. Correo electrónico: [leoarmas@upr.edu.cu](mailto:leoarmas@upr.edu.cu)

<sup>3</sup>Ingeniero Mecánico, profesor Instructor de la Universidad de Pinar del Río. Facultad de Ciencias Técnicas. Departamento Mecánica. Martí 270 final, Pinar del Río, Cuba. Teléfono: +53 (48) 728648. CP 20100. Correo electrónico: [darien@upr.edu.cu](mailto:darien@upr.edu.cu)

---

## RESUMEN

El auge que ha tenido la introducción de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la sociedad actual, exige la búsqueda de nuevas alternativas para lograr un óptimo aprovechamiento de estos medios en la solución de problemas de diseño de dispositivos mecánicos. Con el objetivo de elevar la calidad y la eficiencia de los procesos de diseño mecánico, se instrumentan algunos cambios sustentados en la utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, manifiesto en este trabajo con el empleo de programas de diseño asistido por computación como son el AutoCAD y el Autodesk Inventor, los que fueron usados en el diseño del troquel para obtener la pieza enganche del sistema de armazón de andamios durante el desarrollo de una metodología de diseño para troqueles de corte, compuesta por múltiples pasos, como, el ordenamiento de la pieza en diferentes posiciones a ocupar en las tiras obtenidas de la chapa y el cálculo del centro de fuerza de los punzones realizado a través de un método genuino que las propias herramientas de los softwares facilitaron.

**Palabras clave:** Troquel, Andamios, Centro de fuerza.

## **ABSTRACT**

The peak that has had the introduction of the Technologies of the Information and the Communication in the current society, it demands the search of new alternatives to achieve a good use of these means in the solution of problems of design of mechanical devices. With the objective of elevating the quality and the efficiency of the processes of design mechanic, some changes are orchestrated sustained in the use of the Technologies of the Information and the Communication, present in this work with the employment of design programs attended by calculation like they are the AutoCAD and the Autodesk Inventor, those that were used in the design of the die to obtain the piece hook of the system of frame of scaffolds during the development of a design methodology for court dies, composed by multiple steps, as, the classification of the piece in different positions to occupy in the obtained ribbons of the foil and the calculation of the center of force of the punches carried out through a genuine method that the own tools of the software facilitated.

**Key words:** Die, Scaffolds, Center of force.

---

## **INTRODUCCIÓN**

Es realidad que en el desarrollo alcanzado por la sociedad actual, juegan un papel decisivo los avances científico técnico y el uso generalizado de las potentes y versátiles Tecnologías de la Informática y las Comunicaciones (TIC), dando lugar a lo que se conoce como la sociedad de la información y la comunicación, desarrollada en un contexto socioeconómico globalizador. Su influencia se manifiesta en todas las esferas de la actividad humana pero de manera muy especial en la representación gráfica presente en múltiples trabajos ingenieriles. Las TIC incurren significativamente en los procesos de diseño y creación de nuevos productos y estas son el conjunto de tecnologías que permiten la adquisición, producción, almacenamiento, tratamiento, comunicación, registro y presentación de informaciones, en forma de voz, imágenes y datos contenidos en señales de naturaleza acústica, óptica o electromagnética, estas se encuentran inmersas en la vida cotidiana, en el desenvolvimiento de las instituciones tanto productoras de bienes como de servicios, y también cada vez más se van incorporando en el desempeño individual de los trabajadores, razón por la que tienen un gran impacto en el desarrollo de un país (Consortium, 2016). Es por ello, que el desarrollo tecnológico se percibe como un proceso dinámico que nunca se detiene, pues se vive en un mundo cambiante, las condiciones de vida se van transformando con el devenir del tiempo y esto hace que el hombre esté continuamente explorando nuevas estrategias, herramientas y actividades de supervivencia, creando a la par de ellas nuevas tecnologías, las que a su vez repercuten en la vida de los hombres, pues su presencia produce cambios subsiguientes, convirtiéndose esto en un ciclo ininterrumpido.

Al referirnos a las TIC, estamos refiriéndonos al almacenamiento, procesamiento, recuperación y distribución de la información por medio de procesos microelectrónicos computarizados (Castillo, 1998). Gracias a las TIC, se garantiza la óptima calidad del diseño mecánico ya que la gráfica computarizada, de acuerdo con Iznaga (2007) es una síntesis evidente de objetos a partir de modelos representados en la computadora con un procesamiento rápido y eficiente de datos pictóricos (Iznaga, 2007). También se logra economizar particularmente el diseño de los troqueles para la conformación de los metales, los que están compuestos por varios elementos individuales que requieren de múltiples operaciones de cálculo y representaciones gráficas siendo uno de ellos el centro de fuerzas. En relación al centro de fuerzas, Décio (2015) planteó que el momento resultante sobre un sistema de fuerzas concurrentes es igual a la suma de los momentos de las fuerzas aplicadas y que implica realizar el cálculo para cada una de las figuras geométricas que forman a la pieza.

Varias son las categorías que existen dentro de los procesos de conformación, pero una de las más importantes es el corte de la chapa y es el caso del troquel diseñado con el que se obtienen enganches para los sistemas de andamios de trabajo, los que son utilizados habitualmente para permitir el acceso de obreros y materiales de construcción a todos los puntos de un edificio en construcción o en proceso de rehabilitación, en obra civil, mantenimiento industrial o construcción naval. El sistema de andamio es una estructura auxiliar o construcción provisional con la que se pueden realizar desde torres hasta pasarelas o puentes y para su fabricación, el metal, especialmente el acero y el aluminio, son los materiales más utilizados en la actualidad, aunque también existen variantes realizadas con materiales plásticos. Con este trabajo se contribuye a la búsqueda de sustitución de importaciones que se lleva a cabo con el nuevo modelo económico implementado por el gobierno cubano además de diversificar las producciones, la calidad de las mismas y la seguridad de los constructores. También se contribuye a la discusión respecto a la importancia de los aportes que las TIC implican en la vida de nuestros profesionales, sobre todo, la de aquellos que se dedican a la creación, a la proyección y al diseño.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones constituyen un significativo método usado en el diseño del troquel para obtener el enganche del sistema andamios. En medio de la revolución tecnológica actual; se asiste a la difusión planetaria de las computadoras y las telecomunicaciones. Estas nuevas tecnologías plantean nuevos paradigmas, revolucionan el mundo de las aplicaciones prácticas a usarse en la industria. Evidentemente el uso de la computadora tiene que ver con los métodos de uso de la tecnología para crear entornos y situaciones de trabajo. La computadora, compuesta del hardware y software estructurado

por programas como el AutoCAD y el Autodesk Inventor que utiliza el ordenador para funcionar.

La Normas Cubanas de Conformación de Metales constituyó otro material significativo en el diseño del troquel ya que en la ejecución de cada uno de los pasos necesarios que forman parte de la metodología empleada, su uso se hizo indispensable. A continuación se hace referencia a las operaciones que están presentes en la metodología establecida por (Bragachovich, 1985).

Selección del tipo de troquel: Aquí se analizó las características principales de la pieza a obtener durante el proceso de conformación así como el tipo de producción.

- Material de la pieza a obtener — Acero de Construcción CT3
- Espesor de la pieza a obtener (S) — 6 mm
- Cantidad de piezas a obtener en el período de un año — 10 000 unidades
- Tolerancia de fabricación de las piezas a obtener — 0,5 mm

Ordenamiento de las piezas a obtener en la tira: Para realizar el ordenamiento previamente se determinó lo siguiente:

- Dimensiones de la chapa — 1,5 x 1,5 m
- Área de la chapa (m<sup>2</sup>) — 2,25 m<sup>2</sup>
- Distancia entre pieza y pieza = 1 x S — 6 mm
- Distancia entre pieza y borde de la tira = 1,5 x S — 9 mm

Luego de obtener estos datos se calculó el área del enganche del sistema andamios, la cual no se determinó para las diferentes figuras geométricas que la componen sino a través del uso de las herramientas de los programas de diseño.

El procedimiento consistió en dibujar en tres dimensiones el enganche del sistema andamio y determinar el centro de masa de esta a través de los recursos y aplicaciones propias del Autodesk Inventor.

Cálculo del factor de aprovechamiento: Aquí se consideró que la significación principal de las separaciones es la compensación de los errores del avance y su fijación para garantizar el corte de pleno por el contorno de la pieza. Además, que las separaciones deben poseer elevada resistencia para el avance del material y que por consecuencia la magnitud de la separación depende de factores, tales como:

- Espesor y dureza del material
- Las dimensiones y contorno de la pieza.
- Del tipo de corte (directo, opuesto, entre otros)
- Del método del avance (con sujetador lateral o no)
- Del tipo de tope (inmóvil, cuchilla de paso, localizadores)

Determinación de la situación de los punzones.

Elección de la máquina a emplear: Como aspectos importantes para elegir la prensa a emplear se consideró que la altura cerrada de la prensa correspondiera o que fuera mayor

que la altura cerrada del troquel, también que el esfuerzo de la prensa fuera algo mayor que el esfuerzo necesario para el troquelado.

Cálculo de la altura del troquel: Se consideró que la altura del troquel ( $H_{\text{troquel}}$ ) debía estar en un rango permisible siempre que la prensa en la que se use el troquel fuera una prensa excéntrica. Dicho rango es el siguiente:

$$H - 5 \text{ mm} = H_{\text{troquel}} = H_2 + 10 \text{ mm}$$

Siendo  $H$ , la altura cerrada nominal de la prensa: en mm y  $H_2$ , es la altura menor cerrada.

Selección del troquel de corte: Después de haber estudiado las características principales de la pieza a troquelar y tomando en consideración que el tipo de producción era grande se seleccionó un troquel que puede ser según plantea la norma cubana:

Armazones de columnas con bases de fundición gris o fundición de acero:

Superficie de trabajo rectangular:

- Columnas centrales NC 09 \_ 06
- Columnas en diagonal NC 09 \_ 08 y NC 09 \_ 24
- Columnas hacia atrás de la superficie de trabajo NC 09 \_ 09 y NC 09 \_ 25
- Lado mayor de delante hacia atrás, columnas hacia atrás de la superficie de trabajo NC 09 \_ 10 y NC 09 \_ 26
- Cuatro columnas NC 09 - 11
- Base superior de espesor mayor NC 09 \_ 16
- Con placa guía NC 09 \_ 18
- Con placa guía y con cabeza de fijación NC 09 \_ 20
- Columnas centrales NC 09 \_ 22
- Superficie de trabajo circular:
- Columnas centrales NC 09 \_ 12
- Base superior de espesor mayor NC 09 \_ 17
- Con placa guía NC 09 \_ 19
- Con placa guía y con cabeza de fijación NC 09 \_ 21
- Superficie de trabajo cuadrada.
- Columnas en diagonal NC 09 \_ 07 y NC 09 \_ 23

Con placa base sin armazón de columnas.

Determinación de la superficie de trabajo: Para determinar la superficie de trabajo se hizo un análisis de la colocación de los punzones cumpliendo que las cabezas de los punzones quedaran separadas en la placa porta punzón en una dimensión no menor de 2,5 mm. De acuerdo con que la condición se cumplía que las operaciones de corte eran entonces sucesivas y que la cantidad de topes iniciales a ser usados era solo uno. Se hizo necesario calcular el ancho nominal de la tira y la distancia entre las reglillas.

El ancho nominal de la tira.

Distancia entre las reglillas.

Determinación de las dimensiones de los elementos cortantes, teniendo en cuenta el juego.

Selección de las Columnas para armazón del troquel. Según la Norma Cubana NC 09 - 13

Selección de los Bujes de armazones para el troquel. Según la Norma Cubana NC 09 - 14

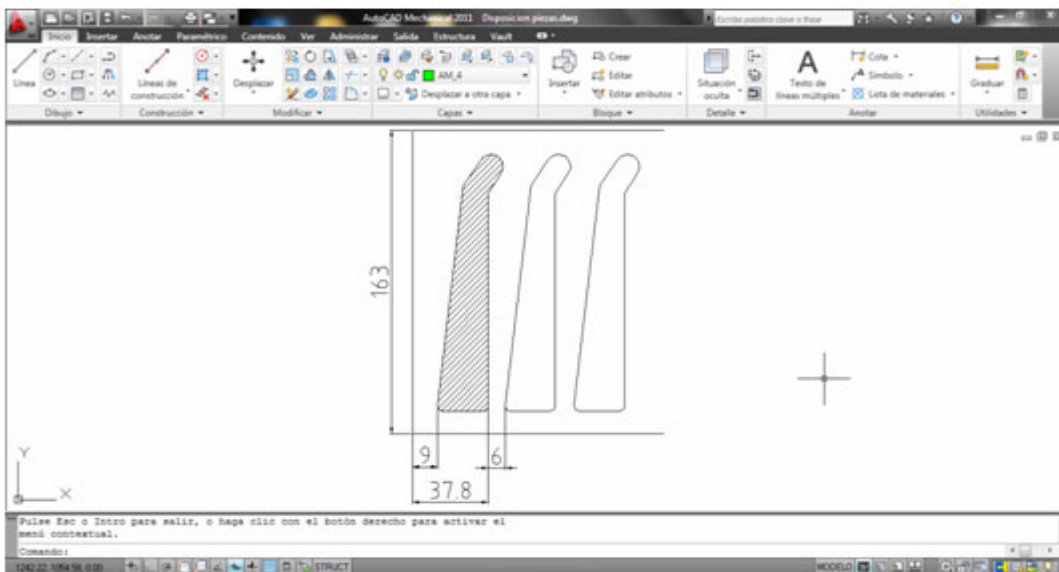
Selección del Vástago para el troquel. Según la Norma Cubana NC 09 - 15

Selección de los Topes para el troquel. Según la Norma Cubana NC 09 - 43

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se logró diseñar el troquel para la conformación del enganche del sistema de andamios, con el uso de la metodología expuesta anteriormente establecida por Bragachovich (1985) y de las normas cubanas asociadas a los elementos que conforman los troqueles.

Con el uso del Autocad y el Autodesk Inventor se determinó el ordenamiento final de los enganches a obtener a partir de varias propuestas iniciales trayendo como resultado un ahorro del semiproducto usado sin afectar las exigencias técnicas del corte del metal. (Ver figura 1).

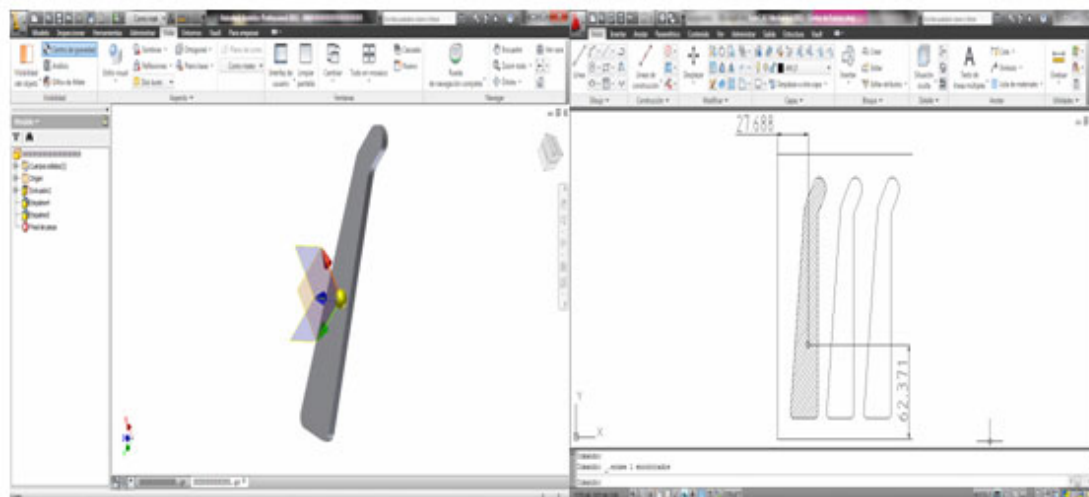


**Figura 1.** Posicionamiento seleccionado de las piezas en la tira.

Los software jugaron un papel importante dentro del diseño del troquel particularmente durante la determinación del centro de fuerzas, el cual es considerado como el punto en el que se puede suponer aplicada la fuerza total resultante a la hora de realizar el corte de la chapa metálica para obtener el enganche. Lo anterior constituye uno de los aportes importantes que ofrece el uso del software, es decir, no existe la necesidad de realizar cálculos engorrosos y posteriormente graficarlos como plantea Mallo (1997), tampoco existe

la necesidad de usar el método analítico usado por Díaz (2012) el que está basado en el teorema de Varignon.

La figura 2 muestra la ubicación del centro de fuerza del enganche, el cual fue determinado con el uso de los software utilizados de manera sencilla, rápida y eficiente de acuerdo con lo planteado por Iznaga (2007), por lo que el resultado del trabajo obtenido se simplificó, se disminuyó el tiempo dedicado a este, considerándose como un diseño más limpio. Al ser un troquel de tipo sencillo el centro de masa coincide con el centro de fuerza y al adicionarle las respectivas distancias de la pieza - borde de la tira se obtiene el centro de fuerza definitivo del troquel, según se aprecia en la *figura 2* ya dimensionado.



**Figura 2.** Ubicación del centro de fuerza del troquel.

## CONCLUSIONES

- El diseño del troquel se apoyó en un conjunto de técnicas que permitieron la adquisición, producción, almacenamiento, tratamiento, comunicación, registro y presentación de informaciones, en forma de imágenes y datos contenidos a través del uso de los programas de diseño asistidos por computación.
- Los softwares facilitaron el desempeño de los diseñadores mecánicos a la hora de realizar cálculos y gráficos durante el diseño de los troqueles para el conformado de la chapa.
- Se simplificó la engorrosa metodología para determinar cuál es el centro de fuerza del troquel haciendo uso de las herramientas y las aplicaciones que tienen los programas Autodesk Inventor y AutoCAD.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bragachovich Salarien, B. (1985). *Diseño de troqueles y estampas: Guía metodológica para proyecto de curso*. Matanzas. Instituto Superior Agroindustrial Camilo Cienfuegos. p. 25

- Castillo Obando, E. (1998). Las nuevas tecnologías en la información y comunicación: ¿para bien o para mal? *Latina de Comunicación Social*, 12(1), 8-9. Recuperado de: <http://www.ull.es/publicaciones/latina/a/02hemilce.htm>
- Décio, A. (2015). Física, Mecânica, Estática, Teorema de Varignon e aplicações. *Mecânica*, 10(2), 4-8. Recuperado de: <http://decioadams.netspa.com.br/fisica-mecanica-estatica-teorema-de-varignon-e-aplicacoes/>
- Díaz Crespo, L.L. (2012). Diseño del troquel progresivo para la conformación de la cubierta metálica del magnetizador de fluido. *Avances*, 14(3), 10-12. Recuperado de: <http://www.ciget.pinar.cu/Revista/No.2012-3/Articulos/troquel.pdf>
- Iznaga Benítez, A.M. & Pérez Mallea, I. (2007). *Fundamentos de la gráfica por computadora*. La Habana: Editorial Félix Varela. p. 31
- Mallo Gallardo, M. (1997). *Conformación de metales*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación. p. 112
- Normas Cubanas. (1981). *Conformación de Metales*. Facultad de Construcción de Maquinarias y Transporte. Santiago de Cuba. Universidad de Oriente. p. 30 - 48
- Consortium, W. (2016). Guía española. (Glosario websem). Recuperado de: <http://www.w3c.es/Divulgacion/Guias Breves/Tecnologias Multimedia>

Recibido: mayo 2016

Aprobado: septiembre 2016

*Ing. Luis Lutgardo Díaz Crespo*. Profesor Auxiliar de la Universidad de Pinar del Río. Facultad de Ciencias Técnicas. Departamento Mecánica. Martí 270 final, Pinar del Río, Cuba. Teléfono: +53 (48) 728648. CP 20100. Correo electrónico: [luisl@upr.edu.cu](mailto:luisl@upr.edu.cu)