

DISEÑO DE UN SISTEMA DE SUJECIÓN PARA SISTEMATIZAR EL CORTE POR ASERRADO DE PIEZAS METÁLICAS TRATADAS TERMICAMENTE

DESIGN OF A FIXTURE DEVICE FOR SYSTEMATIZING THE SAW CUT OF HEAT TREATED METALLIC PARTS

Jonathan Alfaro Méndez

Tecnológico Nacional de México en Celaya
jam_diez91@hotmail.com

Álvaro Sánchez Rodríguez

Tecnológico Nacional de México en Celaya
alvaro.sanchez@itcelaya.edu.mx

Carlos Rafael Aguilar Nájera

Tecnológico Nacional de México en Celaya
rafael.aguilar@itcelaya.edu.mx

Luciano Pérez González

Tecnológico Nacional de México en Celaya
luciano.perez@itcelaya.edu.mx

Santos Murillo Luna

Tecnológico Nacional de México en Celaya
santos.Murillo@gkndriveline.com

Resumen

En este trabajo se presenta el diseño conceptual de un sistema de sujeción de piezas metálicas tratadas térmicamente para el corte por sierra cinta mediante la metodología del diseño de Pahl y Beit'z, con el propósito de mejorar los análisis metalográficos en tiempo, seguridad y calidad. Los componentes se evaluaron por el método de índices ponderados para obtener el sistema de sujeción final. Se presenta una comparación experimental del corte por disco abrasivo y por sierra cinta previo a la implementación del dispositivo. Los resultados muestran que el corte por sierra cinta es más adecuado al reducir el tiempo de corte hasta un 38 %, además de presentar mejor calidad de corte.

Palabra(s) Clave: Diseño, calidad, herramental, índices ponderados, metodología.

Abstract

This paper presents the design of a fixture device for systematizing the saw cut of heat treated metallic parts, using the design methodology of Pahl and Beit'z, with the purpose of improving metallographic analysis in time, safety and quality. . The components were evaluated by the weighted index method to obtain the final fixture system. An experimental comparison of the cut by abrasive disk and saw band prior to the implementation of the device is presented. The results show that cutting by saw is more suitable to reduce cutting time up to 38%, in addition to presenting better cutting quality.

Keywords: *Design, quality, tooling, weighted indexes, methodology.*

1. Introducción

El estudio de los aceros es importante debido a que ellos representan los materiales metálicos más ampliamente usados por el hecho de que pueden ser manufacturados en grandes cantidades en especificaciones muy precisas, a un costo relativamente bajo. También proporcionan un rango extenso de propiedades mecánicas, desde niveles de resistencia moderada con excelente ductilidad y tenacidad hasta muy altas resistencias con una ductilidad adecuada.

Considerando que el gran número de propiedades mecánicas que pueden imprimirse a los aceros, son en su gran mayoría el resultado de los tratamientos térmicos a los que pueden estar sujetos, por eso es necesario entender la gran importancia que tienen estos en sus procesos de conformado. Al usarse los tratamientos térmicos como proceso en la fabricación de piezas, se requiere realizar de forma continua un análisis metalográfico con la finalidad de determinar que las propiedades del material se encuentran dentro del rango deseado. Esto representa un tiempo invertido en la preparación como en el análisis de piezas.

Existen diferentes métodos en la preparación de muestras, seleccionando la técnica o la estrategia adecuada se puede disminuir los tiempos en la preparación, considerando esto a un incremento de tiempo disponible para la producción de piezas.

El objetivo de la preparación metalográfica es el obtener la “verdadera microestructura”, esto significa tener una superficie sin modificar, que se pueda analizar en un microscopio óptico. En 1860s, Henry Clifton entendía que para obtener la verdadera microestructura se tenía que remover las irregularidades del material, H. Clifton fue capaz de producir lo que es conocido como la primera “verdadera microestructura” (Kay, 2007).

Los procesos el análisis metalográfico se pueden enunciar en: corte o seccionar, montaje, desbaste burdo, desbaste intermedio, desbaste fino, pulido y ataque químico (Kay, 2007) y (Vander, 2004). El proceso de corte es de gran importancia en la preparación de muestras, ya que no debe modificar la microestructura, esto implica cuidar el incremento de temperatura generada por el rozamiento en el corte, al mismo tiempo debe lograr superficies planas con la menor deformación posible, de lo contrario esto aumentaría el tiempo en el desbaste grueso.

El objetivo del trabajo es presentar la metodología del diseño conceptual de un sistema de sujeción de piezas de metal para mejorar el corte por aserrado y ser sometidas posteriormente a pruebas metalográficas.

2. Métodos

Diseño conceptual de dispositivo de sujeción

En la figura 1 se muestra el diagrama de la metodología que se utiliza en el diseño del sistema de fijación de las piezas para el proceso de corte, basado en la metodología de diseño de Pahl y Beitz's, (Hoffman, 1996) y (Budynas, 2008). Se presentan cuatro etapas fundamentales: Clarificación del problema, diseño conceptual, cuerpo del diseño y diseño detallado.

Cada uno de los pasos se van siguiendo una forma vertical, pero al mismo tiempo realizando retroalimentación adaptándose a los requerimientos establecidos, mejorando así, desde el principio del concepto hasta el diseño detallado.

Corte por disco abrasivo

El corte por disco abrasivo es una operación especial siguiendo los principios generales del proceso de mecanizado por rectificado.

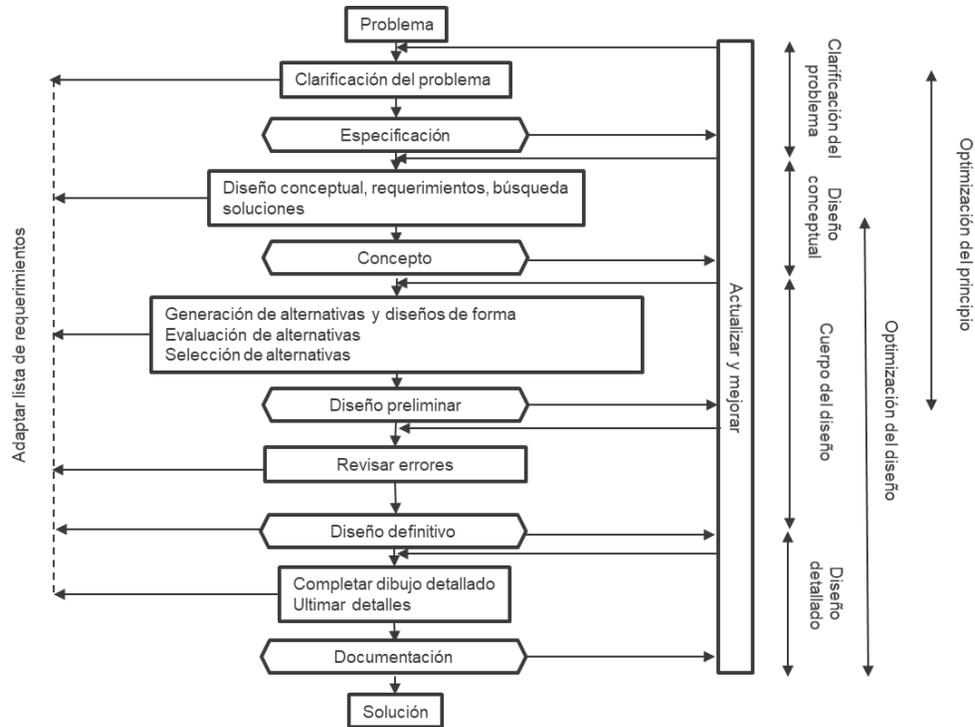


Figura 1 Metodología de diseño de Pahl y Beitz's.

Dentro del espectro de los procesos de mecanizado, la singularidad del corte abrasivo se encuentra en su herramienta de corte. Los discos abrasivos generalmente están compuestos de dos materiales: partículas abrasivas llamadas granos que hacen el corte y como agente de adhesión para unir los innumerables granos abrasivos en una masa sólida (Tae y Kim, 1998).

Corte por sierra cinta

Una máquina de sierra de cinta horizontal comprende: una inserción de corte que está provista entre la parte delantera y trasera de la base, un aparato de corte equipado con dos ruedas de sierras dispuestas, la hoja de sierra a lo largo de la misma posición horizontal de las dos ruedas de sierra conectados. Los medios de corte frontales están alojados entre la mesa posterior, para diferentes anchuras y durezas de la pieza de trabajo, una precisión y velocidad de mecanizado óptimas ajustables, para asegurar una sección plana lisa, grandes esfuerzos para mejorar la seguridad de uso de la sierra de corte del producto calidad y reducir el consumo de materiales.

La caja transparente de corte por sierra cinta tiene como objetivo el representar de forma sencilla en funcionamiento del equipo como se muestra en la figura 2, es este caso de cada uno de los procesos del aserrado, donde se encontró que en el proceso de fijación de piezas, solo se consideran para piezas de tulipán sin cambio de sección ya que solo consta de mordazas de fuerza, por lo que no puede llevar a cabo el corte adecuado debido a las características de las piezas (Tae y Hee, 1998).

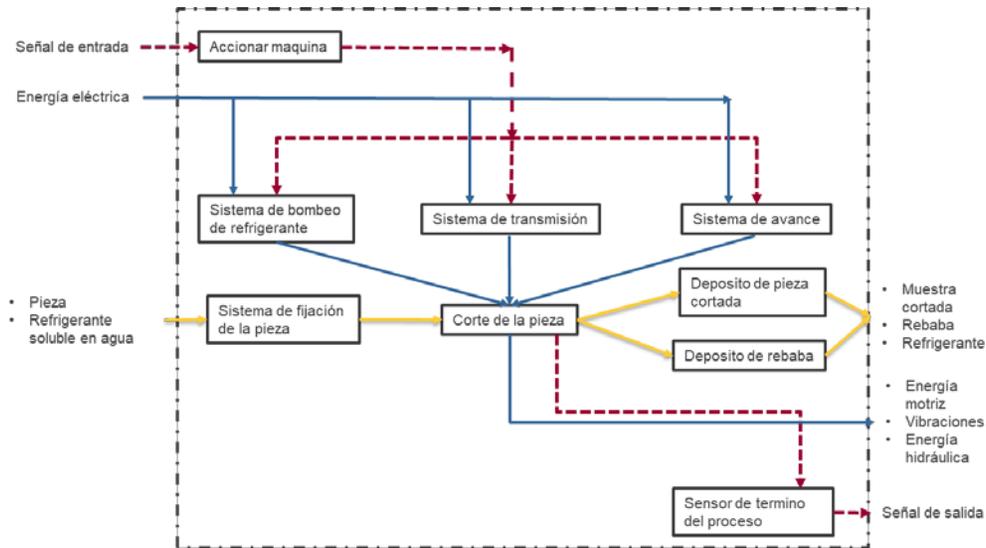


Figura 2 Caja transparente del proceso de corte por sierra cinta horizontal.

Análisis y selección del sistema de sujeción

Para el diseño del sistema de sujeción se plantearon diferentes alternativas considerando las características de la pieza que se muestran en la figura 3, los diferentes cortes a realizar y las características de la herramienta de corte.

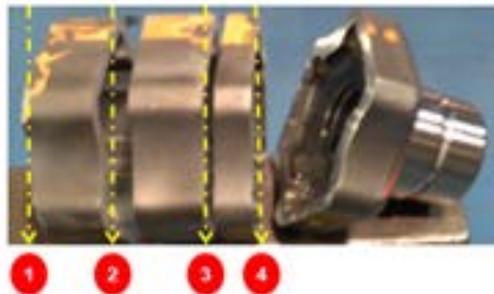


Figura 3 Corte por sierra cinta de una pieza metálica tratada térmicamente.

La pieza es un subproducto de la flecha de velocidad constante que se encuentra en la junta deslizante a este elemento se lo conoce como tulipán, que consta de diferentes dimensiones dependiendo del uso o torque requerido que se le aplicará. En la tabla 1 se muestran requerimientos para la generación y análisis de alternativas del sistema de sujeción, según la pieza a tratar mostrada anteriormente.

Tabla 1 Requerimientos del sistema de sujeción.

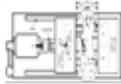
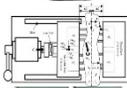
Tabla de Requerimientos
Bajo costo de adquisición
Fácil de operar
Utilizar una sola herramienta para sujetar las piezas
Evitar desplazamiento de la muestra al cortar
Límite de trabajo: Alto = 500 Ancho = 250 Largo = X
Diseño ergonómico
Corte totalmente recto
Corte continuo
Sujetar todos los modelos de la línea de TULIPAN
Evitar agrietamiento por fuerza excesiva
Sujeción manual
Que su uso sea seguro para el operador

Para el diseño del sistema de sujeción se plantearon diferentes alternativas considerando las características de la pieza, los diferentes cortes a realizar y las características de la herramienta de corte. Estos se evaluaron por índices ponderados (tablas 2 y 3).

Tabla 2 Índices ponderados para la selección del sistema de corte.

	Ponderación	Arreglo 1	Arreglo 2	Arreglo 3	Arreglo 4	Arreglo 5	Arreglo 6	Arreglo 7	Arreglo 8
Corte recto	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Facil manejo	10	8	10	10	5	8	10	10	5
Ergonómico	10	10	7	8	8	10	7	8	8
Versatilidad	10	10	5	8	10	7	3	5	7
Área de contacto	10	7	4	10	10	7	4	10	10
Costo de adquisición	20	5	20	10	3	4	19	9	2
Costo de mantenimiento	5	1	5	5	3	1	5	5	3
Dimensiones	5	5	5	5	2	5	5	5	2
Desplazamiento de piezas	10	10	5	10	10	9	4	9	9
Total	90	66	71	76	61	61	67	71	56
Promedio	Máximo = 10	7.33	7.89	8.44	6.78	6.78	7.44	7.89	6.22

Tabla 3 Alternativas propuestas para evaluación.

NO. DE ARREGLO	CORTE DE LA OLLA		CORTE DEL VASTAGO		SISTEMA DE MOVIMIENTO
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

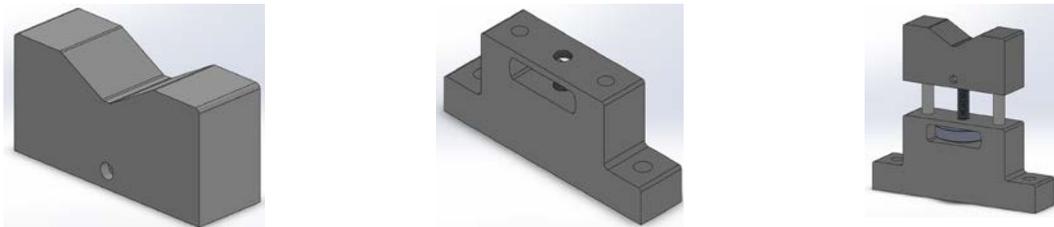
Según la valoración por índices ponderados, se selecciona la alternativa 3 por ser la de mayor puntuación. Sus componentes principales son: una prensa vertical, un nivelador, dos abrazaderas de maquinista, dos mesas tipo T y un carro lineal.

Descripción y diseño de la alternativa seleccionada

Los modelos analíticos del diseño, son una excelente herramienta alternativa cuando la medición directa es difícil realizarse. Con el modelo se encuentran los valores de las magnitudes que interesan. Cuando existen sistemas complejos y se

reduce dicha complejidad para simplificar la modelación analítica, es común que existan desviaciones marcadas como error o incertidumbre, sin embargo, se manejan factores constantes que corrigen este grado de error (Ávila, 2000).

Cada uno de los elementos del sistema de fijación fueron calculados y dibujados en un programa asistido por computadora, facilitando las dimensiones, ajustes y tolerancias necesarios para los ensambles; en la figura 4, se muestra el diseño preliminar del sistema empleado para ajustes mecánicos revisando errores llegando al diseño final de piezas y ensamble del nivelador en V.



a) Bloque V AISI-4140 templado y revenido. b) Base del nivelador AISI-4140 normalizado. c) Ensamble del nivelador.



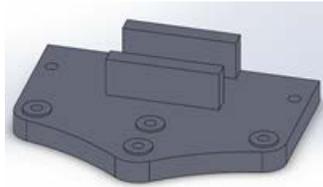
d) Guías de nivelador AISI-1020. e) Tornillo A2 resistencia 8.8 paso 1.5. f) Rueda moletada RVK 0.8 DIN 82 AISI-1020.

Figura 4 Piezas y ensamble del nivelador en V.

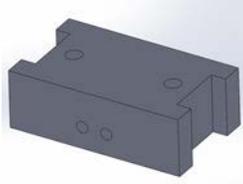
En la figura 5 se muestran cada uno de los componentes del ensamble de la pieza vertical. En la figura 6 se muestran las bases T y sistema de sujeción en hierro gris A 48 clase 49.

Finalmente se presenta el ensamble completo en la figura 7, propuesto para fabricación, que se espera mejore el proceso de corte de piezas endurecidas por tratamientos térmicos para posteriormente realizar las pruebas metalográficas de manera confiable.

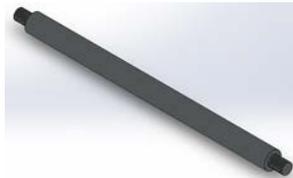
De manera independiente se muestra el ensamble de sistema de sujeción en la figura 8, Al revisar los valores del modelo analítico, se seleccionó la abrazadera de maquinista M16, en el desarrollo del arreglo se consideró el corte en dirección vertical de las piezas.



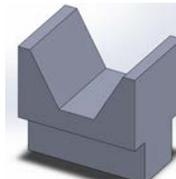
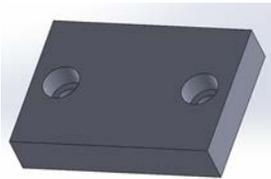
a) Base de prensa vertical Hierro gris A 48 Clase 40. b) Tornillo de potencia AISI 4140 templado y revenido.



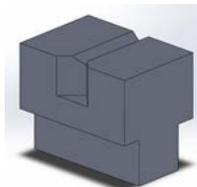
c) Mordaza guía AISI 4140 templado y revenido. d) Columna guía de la prensa vertical Hierro gris A 48 Clase 40.



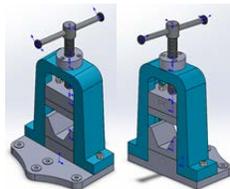
e) Eje de apriete AISI 4140 templado y revenido. f) Perilla AISI 1020 con cubierta de neopreno.



g) Mordaza superior moleteada AISI 4140 templado y revenido. h) Mordaza inferior AISI 4140 templado y revenido.

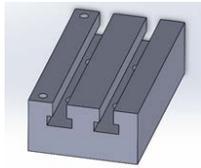


i) Mordaza inferior (vástago) AISI 4140 templado y revenido. j) Tuerca AISI 4140 normalizado.

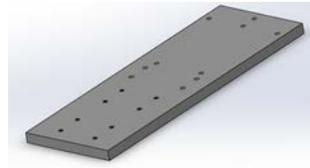


k) Ensamble de la prensa vertical.

Figura 5 Piezas y ensamble de la prensa vertical.



a) Base en T Hierro gris A 48 Clase 40.



b) Base del sistema de fijación Hierro gris A 48 Clase 40

Figura 6 Bases del sistema de sujeción.

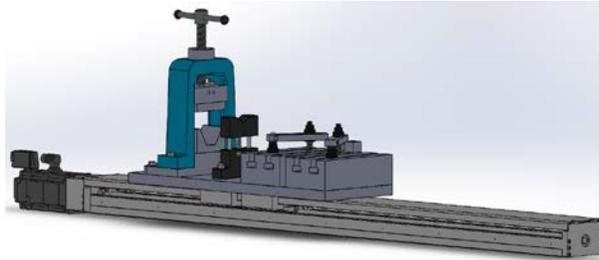


Figura 7 Diseño final del sistema de sujeción con carro lineal THK y servomotor Siemens.

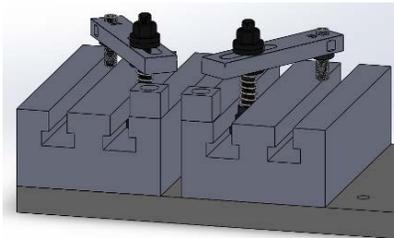


Figura 8 Modelo en 3D del sistema de sujeción para el corte en guías.

El diseño preliminar del sistema de sujeción está representado en la figura 9 sin mostrar las guías y la base de fijación. Que muestra los distintos elementos en conjunto. Este diseño se logró del modelo analítico y del análisis de las características de las piezas.

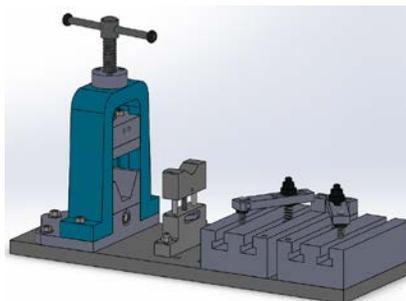


Figura 9 Diseño preliminar del sistema de sujeción sin carro lineal.

3. Resultados

Comparación de corte de metal

Como parte del proyecto se realizó una comparación de los métodos de corte por disco abrasivo y sierra cinta denominados de método actual y nueva propuesta respectivamente, para ello se realizaron cortes en 4 piezas para comparar los tiempos de operación en el método actual de la empresa por abrasivo y con el propuesto por sierra cinta, se aprecia una mejora en el tiempo y calidad de corte, además se observó en la capa del tratamiento térmico que la muestra presenta un daño menor en la superficie con respecto al corte por abrasivo. El tiempo de operación se redujo en un 38%.

Tabla 4 Tabla de tiempos en el corte de la olla con el método actual y la nueva propuesta.

METODO ACTUAL			NUEVA PROPUESTA		
Corte	Actividad	Tiempo (min)	Corte	Actividad	Tiempo (min)
1	Posicionamiento de la pieza	1.08	1	Posicionamiento de la pieza	0.92
	Corte	4.21		Corte	2.25
2	Posicionamiento de la pieza	1.08	2	Posicionamiento de la pieza	0.92
	Corte	4.45		Corte	2.5
3	Posicionamiento de la pieza	1.08	3	Posicionamiento de la pieza	0.92
	Corte	4.39		Corte	2.3
4	Posicionamiento de la pieza	1.08	4	Posicionamiento de la pieza	0.92
	Corte	3.92		Corte	2.5
		21.3			13.22

4. Discusión

Se obtuvo una propuesta de diseño conceptual de sistema de sujeción para el corte de piezas metálicas de acero con tratamiento térmico para el análisis metalográfico, mediante una matriz donde se analizaron alternativas de los componentes principales que se evaluaron por índices ponderados considerando sus requerimientos.

Los alcances del proyecto se acotaron al diseño conceptual, por situaciones de presupuesto no se lograron la fabricación y las pruebas con el sistema de sujeción.

Se espera que una vez fabricado y probado con sus debidos ajustes, mejore en reducción de tiempo de operación, en la calidad de corte y disminución de riesgos al ser un dispositivo que funcione sin intervención de las manos del operador.

Se realizó una comparación de corte por disco abrasivo y sierra cinta, se encontró que el segundo es mejor al reducir el tiempo en un 38%, además de presentar mejor calidad en el corte de la pieza. La comparación se realizó para justificar el método de corte a usar considerando el que presenta mejores ventajas.

5. Bibliografía y Referencias

- [1] Kay Geels (2007); *Metallographic and Materialographic Specimen Preparation, Light Microscopy, Image Analysis and Hardness Testing*. ASTM International, West Conshohocken, USA.
- [2] Vander Voort George F., et al (2004); *ASM Handbook Volume 9: Metallography and Microstructure*. ASM International, Ohio, USA.
- [3] Budynas Richard G.y J. Keith Nisbett (2008); *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley 8va edición*, McGraw- Hill, México.
- [4] Hoffman Edward G. (1996); *Jig and Fixture Desing 4ta edición*. Delmar Publishers, USA.
- [5] Tae Jo ko y Hee Sool Kim (1998); *Mechanistic cutting force model in band sawing*. *International Journal of Machine Tools & Manufacture* 39, pp. 1185 – 1197.
- [6] C. Andersson, et al. (2000); *Bandsawing. Part I: cutting force model including effects of positional errors, tool dynamics and wear*. *International Journal of Machine Tools & Manufacture* 41, pp. 227- 236.
- [7] Schneider George (2002); *Cutting Tool Applications*. ASM International, USA.
- [8] Ávila Castro Benito (2000); *Sistemas de sujeción y soporte mecánico*. Universidad Autónoma de Nuevo León.