

Diseño de Prensa Hidráulica para Proceso de Brochado

C. A. GARZÓN R. ¹, D. E. VILLALOBOS C. ²



¹CARLOS ALBERTO GARZÓN RAMIREZ

Ingeniero Mecánico egreado de la Univeraidad Nacional de Colombia. Docente de Tiempo Completo de la Eacuela Colombiana de Carreraa Induatrialea. Director del grupo GIDMyM. Correo electrónico: carloagarzonram@gmail.com.

²DANIEL EDUARDO VILLALOBOS CORREA

VillaloboaC. Daniel E. Ingeniero Mecánico egreado de la Univeraidad Nacional de Colombia. Docente de Tiempo Completo de la Eacuela Colombiana de Carreraa Induatrialea. Inveatigador del grupo GIDMyM. Correo electrónico: daniellevc66@gmail.com.



RESUMEN

Eate proyecto preaenta como reaultado el prototipo virtual de una prensa hidráulica para el proceso de brochado, el cual propone mejoraa respecto a laa utilizadaa en la empreaa Gen-Mil S.A. Eate reaultado ae obtuvo por medio de laa viaitaa de inapeciión a la empreaa y a la aplicación de una metodología de diaeño. Dentro del proceso de diseño se utilizó el programa Solidworks® para el modelo CAD, y cálculos de ingeniería estructurales. Se analizó el proceao de brochado y la aplicación de la hidráulica. De eata forma se ofrece confiabilidad a la propuesta de diseño de la prensa hidráulica para brochado.

Palabras Claves: Brochado, Metodología de Diseño, Modelo CAD, Prensa Hidráulica, Prototipo Virtual.

ABSTRACT

This project has resulted in the virtual prototype of a hydraulic press for broaching process, which proposes improvements over those used in the company Gen-Mil SA. This result was obtained through inspection visits to the company and the application of a design methodology. Within the design process was used the program Solidworks® for CAD model, and structural engineering calculations. Analyzed the broaching process and the application of hydraulics. This provides reliability to the proposed design of the hydraulic press for broaching.

Keywords: Broaching, CAD Model, Design Methodology, Hydraulic Press, Virtual Prototype.

INTRODUCCIÓN

Entre los procesos de mecanizado por arranque de viruta se encuentra el de brochado [1], el cual se desarrolla debido a la necesidad de rectificar los agujeros que han sido mecanizados mediante procesos industriales como el troquelado.

El proceso de brochado posee alta efectividad en el arranque de viruta de forma lineal, para lo cual utiliza una herramienta de corte llamada brocha.

Para el desarrollo del proceso se requiere la intervención de una máquina que provea la fuerza necesaria para realizar la operación, esta máquina puede operarse por mando mecánico o hidráulico [2]. La más utilizada en el medio local son las máquinas de mando hidráulico, que generan una fuerza constante y uniforme la cual es necesaria para la correcta ejecución del proceso.

1. BROCHADO

El brochado es un procedimiento por arranque de viruta que es utilizado para mecanizar agujeros con formas geométricas complejas y con estrechas tolerancias dimensionales [3].

El proceso consiste en un desplazamiento lineal y progresivo de viruta de un cuerpo con una herramienta provista de cuñas de corte definidas ordenadas progresivamente llamada brocha (Fig. 1). Según la forma de la superficie a brochar existen dos grandes tipos de brochado: de superficies externas y de superficies internas.

1.1 Brochado Interno

El brochado interno se lleva a cabo mediante un proceso secuencial y uniforme de arranque de viruta, con una herramienta que posee la forma

geométrica del agujero a brochar. Las máquinas capaces de brochar superficies internas, tienen una construcción típica para este tipo de trabajo generalmente en forma de C o aporte de columna.

Mediante el brochado de interiores se logran obtener formas como: chavetas, agujeros o formas más complejas [4].

Las brochadoras de interiores podrán ser según la dirección del movimiento de corte, horizontal o vertical; según la forma de trabajo de la brocha serán de tracción o empuje o estacionaria y según su forma de accionamiento, hidráulicas o mecánicas.

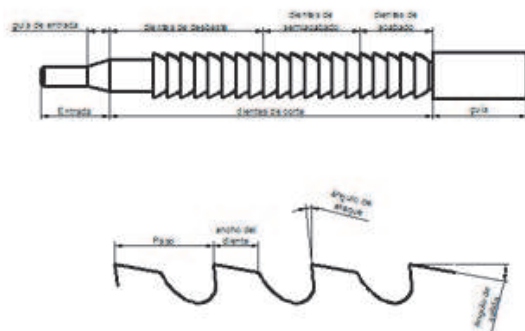


Fig. 1. Partes principales de la brocha.

1.2 Fuerzas de Corte

Las fuerzas de corte que intervienen en el brochado son de difícil cálculo por ser una variable que intervienen [5]. Las formas en que se manifiestan las condiciones en que se realiza el trabajo varían debido a que cíclicamente va de un mínimo esfuerzo a la salida de un diente, a un máximo a la entrada del siguiente, e incluso la lubricación tiene aquí más importancia debido a la mayor superficie

de contacto, la longitud de corte puede variar en cada diente, dependiendo de la geometría que tenga la pieza, y el espesor de la pieza a brochar.

Cuando el brochado se hace sobre un agujero cilíndrico y que además va a seguir siendo cilíndrico, la ecuación por la que se halla la fuerza que soporta la brocha, es la siguiente:

$$F = K \cdot \pi \cdot D \cdot e \cdot N \quad \text{Ec (1)}$$

F= fuerza total de corte (kg-f).

K= coeficiente de maquinabilidad.

D= diámetro interior del orificio (mm).

e = espesor de la viruta (mm).

El coeficiente K es un dato empírico que corresponde a:

Acero aleado	K= 420
Acero suave	K= 315
Hierro fundido	K= 245

La variable (e) es un dato obtenido empíricamente, tal como se muestra en la Tabla 1.

Material	Espesor de la viruta (mm)	
	Desbaste	Acabado
Acero y fundición	0.03-0.08	0.01
Aluminio	0.03-0.08	0.01
Bronce	0.1-0.2	0.02
Latón	0.1-0.2	0.02

Tabla 1. Espesor de viruta en proceso de brochado.

1.3 Máquinas Brochadoras Hidráulicas

En la actualidad la mayoría de las máquinas

para brochado con de accionamiento hidráulico debido a la facilidad para ajustar la velocidad y la longitud de la carrera efectiva de corte, también debido a su relativo bajo costo y fácil mantenimiento.

El accionamiento del sistema hidráulico es sencillo debido a que es posible controlar el caudal para determinar velocidad de corte y la presión para proteger la herramienta. La máquina debe contar con un sistema de retorno rápido para reiniciar el ciclo de trabajo.

El sistema hidráulico constituye un método relativamente simple de aplicar gran fuerza que se pueden regular y dirigir de la forma más conveniente. Otras de las características de los sistemas hidráulicos son su confiabilidad y su simplicidad. Todo sistema hidráulico consta de unos cuantos componentes relativamente simples y su funcionamiento es fácil de entender [6].

aporte de piezas y prensa de brochado. Una parte fundamental de la visita fue observar el funcionamiento de las prensas utilizadas en el proceso, para lograr una validación del prototipo a desarrollar para que cumpla con los requerimientos técnicos del brochado en la empresa GEN. MIL. Como conclusión de esta visita se referencia la fabricación empírica de las máquinas que actualmente son funcionales, las cuales no poseen ningún referente técnico de su fabricación (Fig. 2).

2.2 Documentación

Para el proceso de documentación se tienen en cuenta los diferentes componentes y mecanismos de la prensa, así como tópicos relacionados con hidráulica, diseño de máquinas y teoría de máquinas herramientas, los cuales permitieron poseer las bases teóricas que sean aplicadas en el proceso de diseño.

2.3 Organización de Información

Después de la información obtenida durante la visita técnica a la empresa GEN. MIL, y de obtener referentes teóricos sobre el proceso de brochado, se procede a la organización objetiva de la información con el fin de:

- Determinar objetivamente la forma y funcionalidad de la máquina para el proceso de brochado.
- Determinar la funcionalidad y capacidad del diseño y cada uno de los componentes que lo conforman.

2. METODOLOGÍA

A continuación se muestra la metodología utilizada en este proyecto.

2.1 Visita Técnica



Fig.2 Prensa hidráulica Gen-Mil S.A.

Con la visita técnica se determina como se lleva a cabo el proceso de brochado, y sus componentes, tales como brochas,

- Analizar y comparar el diseño planteado, para determinar los factores del proceso y las diferentes ventajas y desventajas que presenta la propuesta.

Realizado este proceso de diseño se establecieron las partes constructivas y funcionales de la prensa para brochado, Tabla 2.

2.4 Cálculos

Las variables a tener en cuenta son:

- Carga de trabajo.
- Características del cilindro hidráulico.
- Especificaciones de la bomba y su motor.
- Estructura de la máquina.

Ensamble Prensa hidráulica para proceso de brochado			
Elementos	Sub ensamble	Funcionamiento	Ensamble
Motor eléctrico. Bomba hidráulica Conexiones Mando hidráulico	Unidad hidráulica.	Administrar la presión requerida por el sistema.	Prensa hidráulica.
Perfilería Columnas. Protección. Uniones soldadas y atornilladas Placa Soporte Chapa Soporte de cilindro	Bastidor de la estructura	Soportar el sistema hidráulico y hacer la estructura estable	
Camisa Émbolo Pistón. Empaques. Sistema de sujeción de brocha Flanche de sujeción	Cilindro hidráulico	Ejerce la presión requerida	

Tabla 2. Partes constructivas de la prensa.

El modelo CAD de la máquina se realiza con el software SOLIDWORKS®.

3. RESULTADOS

3.1 Cálculos Mecánicos

Las velocidades de corte varían desde 1.5 m/min para aleaciones de alta resistencia hasta 15 m/min para aleaciones de magnesio y aluminio. Por tanto como criterio conservador por el tipo de material a mecanizar se toma: [7]

$$V_c = 2 \text{ m/min}$$

$$V_c = 0.109 \text{ pie/a}$$

Fuerza de brochado	28 Ton
BOMBA HIDRÁULICA	
Caudal	9.6 gal/min
Bomba hidráulica VICKERS serie 26 Modelo 26007	
MOTOR ELÉCTRICO	
Potencia hidráulica	12.23 HP
Motor eléctrico 254TD 15 HP 1800 rpm	
CILINDRO HIDRÁULICO	
Diámetro interno	6 in
Área pistón	20.27 in ²
Fuerza	61728 lb
Presión	2183 psi
Material	ASTM A-53
Factor de seguridad	1.5
Esfuerzo admisible	40000 psi
Espesor de pared	0.164 in

COLUMNAS	
Material	SAE 1045
Esfuerzo fluencia de	310 MPa
Factor seguridad de	3
Fuerza columna por	64.64 KN
Diámetro	29.08 mm

ESTRUCTURA SOPORTE	
Material	A 570 G50
Perfil estructural	Ángulo 2" x 2" x 1/4"
Esfuerzo fluencia de	345 MPa
Factor seguridad de	3
Fuerza columna por	68.64 kN
Esfuerzo sometido	113 MPa

SOPORTE DE CILINDRO Y MESA DE TRABAJO	
Material	1045
Espesor platina de	2 1/2"
Esfuerzo fluencia de	310 MPa
Factor seguridad de	3
Fuerza desarrollada	274 kN
Esfuerzo sometido	102 MPa

3.2 Elementos Normalizados

Dentro de los cálculos y el diseño de la máquina se encuentran una serie de elementos normalizados como son:

- Bomba hidráulica marca Vickers serie 26 modelo 26007. Presión 2200 psi a 1800 rpm (según fabricante).
- Motor eléctrico Referencia 254 TD Marca SIEMENS A 1800 RPM.

- Empaque normalizado para presión (POLIPACK) (6 in para embolo.)
- O-ring y junta normalizada
- Electroválvula 4 entradas 3 vías con posición negativa el embolo. Referencia DG 4V 3 S. Marca Vickers.
- Pulsadora para electroválvula de control de avance y posición. Marca Parker.
- Manguera y acople normalizado para presión. Según pedido.

3.3 Modelamiento CAD

A continuación se muestran los resultados del prototipo virtual (Fig. 3 a Fig. 6).

En la Fig. 3 se muestra el esquema general mostrándose en orden descendente: a). Cilindro hidráulico, b). Mesa de trabajo, c). Soporte de la máquina (estructura), d). Tanque de aceite, e). Motor eléctrico, f). Aditamentos (mangueras, mandos y pedales de mando).

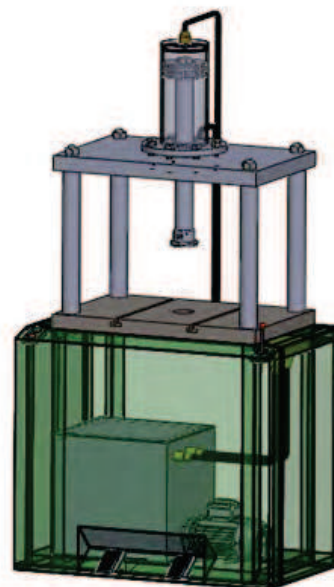


Fig.3. Esquema general máquina hidráulica para proceso de brochado.

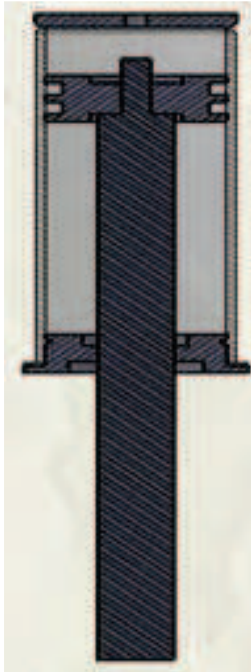


Fig. 4. Esquema general ensamble del cilindro hidráulico observase embolo, vástago, camisa del cilindro, tapas inferior y superior.

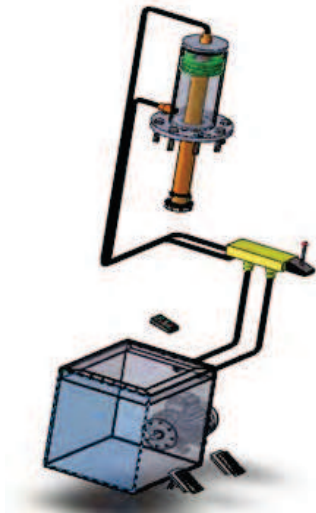


Fig. 5. Esquema general elementos hidráulicos nótese, motor de potencia, tanque de almacenamiento, elementos de control, mangueras conectoras y cilindro hidráulico.

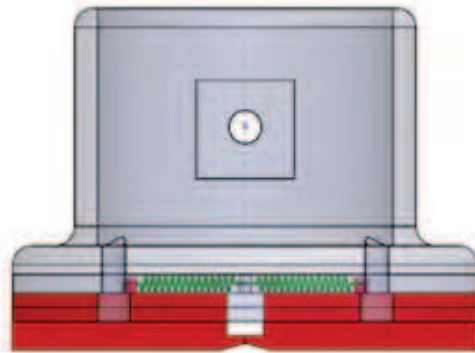


Fig.6. Sistema de sujeción para rimas.

4. CONCLUSIONES

Como resultado del proceso de diseño del prototipo se ha logrado concluir que la máquina hidráulica propuesta, cumple con los requerimientos necesarios exigidos por la empresa para el proceso de brochado.

Este proyecto puede ser aplicado a un gran número de empresas que tienen maquinaria fabricada de forma artesanal de tal manera que pueda generarse una documentación técnica a nivel de ingeniería.

REFERENCIAS

- [1] Mikell P. Groover, Fundamentos de Manufactura Moderna: Materiales, Procesos Y Sistemas. México: Prentice Hall, 1997.
- [2] H. S. Bawa, Procesos de manufactura. México: McGraw-Hill, 2007.
- [3] Steve F. Krar and Albert F. Check, Tecnología de las máquinas-herramienta, 5th ed. México: Alfaomega Grupo, 2003.
- [4] Edward W. Kokmeyer, Better broaching operation. Madison: Society of

Manufacturing Engineers, 1984.

[5] V.K. Gopalakrishnanm, L. Vijayaraghavan, and R. Krishnamurthy, "Cutting forces in internal broaching," *International Journal of Production Research*, vol. 21, no. 1, pp. 53-61, 1983.

[6] José Roldán Vilorio, *Prontuario de hidráulica industrial: electricidad aplicada*. Madrid: Paraninfo, 2001.

[7] Abelardo García Mateos, *Máquinas-herramientas para ingenieros*, 718th ed. Bilbao: Urmo, 1971.