
**PROCESO DE FABRICACIÓN DE COLUMNAS GUÍA DE TROQUELES DE CORTE MEDIANTE
TECNOLOGÍAS DE GRUPO**

**MANUFACTURING PROCESS OF CUTTING DIE GUIDE COLUMNS USING GROUP
TECHNOLOGIES**

**PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE COLUNAS GUIA DE TROQUELES DE CORTE MEDIANTE
TECNOLOGÍAS DE GRUPO**

Resumen

**Ing. Alexis Cordovés
Rodríguez**

alexcordovs@gmail.com

Universidad de Holguín,
Departamento Mecánica
Aplicada

Orcid: 0000-0002-5710-6194

Ph.D. Alexis Cordovés García

alexis.cordoves@ute.edu.ec

Universidad UTE

Orcid:0000-0002-4431-1340

**Ing. Maikel Lázaro Campaña
Hidalgo**

maikel53014632@gmail.com

División de Talleres Asertec
Holguín

El objetivo de la presente investigación es elaborar una propuesta para incrementar la vida útil de las columnas de troqueles de corte a partir de la introducción de mejoras en su proceso de manufactura, basado en la aplicación de Tecnologías de Grupo (TG). Los troqueles de corte son herramientas de alta precisión utilizados en talleres mecánicos, con costo de adquisición elevados y fabricados generalmente en talleres especializados, lo que dificulta su disponibilidad por la pequeña y mediana industria. La propuesta implementa los conceptos de la TG durante la manufactura de las columnas de troqueles, por constituir partes de rápido desgaste en este tipo de accesorios. Se presenta la solución de la tecnología de manufactura para los procesos de maquinado y tratamiento térmico de un caso de estudio, en el que se demuestra la factibilidad de su aplicación como una alternativa para el incremento de su durabilidad, y la efectividad de las acciones de reposición de las columnas averiadas, en las condiciones de organización de la producción de talleres de manufactura de la pequeña y mediana industria.

REVISTA TSE'DE

Instituto Superior Tecnológico
Tsa'chila

ISSN: 2600-5557

Palabras claves: Troquel de corte, Proceso de manufactura, Tecnología de Grupo, Organización de la producción.



Abstract

The objective of this research is to elaborate a proposal to increase the useful life of the cutting die columns from the introduction of improvements in their manufacturing process, based on the application of Group Technologies (TG). Cutting dies are high precision tooling used in mechanical workshops, with high acquisition cost and generally manufactured in specialized workshops, which makes their availability difficult for small and medium industries. The proposal implements the concepts of the TG during the manufacture of the columns of dies, as they constitute the parts of rapid wear in this type of accessories. The solution of the manufacturing technology for the machining and heat treatment processes of a case study is presented, in which the feasibility of its application as an alternative to increase its durability, and the effectiveness of the actions of replacement of the damaged columns in the conditions of organization of the production of manufacturing workshops of the small and medium industry.

Keywords: Cutting Die, Manufacturing Process, Group Technology, Production Organization.

Periodicidad Semestral

Vol. 5, núm. 1
revistatsede@tsachila.edu.ec

Recepción: 05 de enero - 2022

Aprobación: 08 de febrero - 2022

Publicación: 03 de junio - 2022

URL:

<http://tsachila.edu.ec/ojs/index.php/TSEDE/issue/archive>

Revista Tse'de, Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional.



Resumo

O objetivo da presente investigação é elaborar uma proposta para incrementar a vida útil das colunas de troqueles de corte a partir da introdução de melhoras em seu processo de fabricação, baseado na aplicação de tecnologias de grupo (TG). Perdas de corte utilizadas em equipamentos de alta precisão em máquinas de alta precisão, com custo de aquisição elevado e de fabricação geral em máquinas mais altas especializadas, o que dificulta a disponibilidade por la pequeña y mediana industria. A proposta implementa os conceitos do TG durante a fabricação das colunas de troqueles, por constituintes de peças de desgaste rápido e com este tipo de acessórios. Se apresentar a solução da tecnologia de fabricação para os processos de usinagem e tratamento térmico de um caso de estudo, o que demonstra a factibilidade de sua aplicação como uma alternativa para o aumento de sua durabilidade, e a eficácia das ações de reposição das colunas averiadas, nas condições de organização da produção de alturas de fabricação da indústria pequena e mediana.

Palavras-chave: Troquel de corte, Processo de fabricação, Tecnologia de Grupo, Organização de produção.

Introducción

La Tecnología de Grupo (GT) se ha practicado en diversos sectores en todo el mundo durante muchos años. Los primeros aportes, datan del año 1925, cuando, R. Flanders, en Estados Unidos, presentó un documento ante la Sociedad Estadounidense de Ingenieros Mecánicos en el cual describía una nueva forma de organizar la manufactura en Jones and Lamson Machine Company. De esta forma, se fue complementando con las teorías de A. Sokolovsky (URSS) en 1937, de A Korling (Suecia) en 1949, de S. Mitrofanov, (URSS) en 1958. No obstante, no fue hasta 1965 que se comenzó a implementar en la antigua Unión Soviética y alrededor de 1969 fue que tuvo su primera aplicación en los Estados Unidos.

Según Groover (1980) la Tecnología de Grupo es la filosofía de fabricación en la cual las piezas similares se identifican y se agrupan para tomar ventajas de sus semejanzas en su fabricación y diseño. Asimismo, plantea que cada familia poseerá características similares de diseño y de fabricación. Por lo tanto, el proceso de manufactura de una familia será similar, y en muchos casos durante la producción en grandes series y masiva, se distribuye y organiza el equipo de producción en grupos de máquinas o células para facilitar el flujo del trabajo. En ocasiones máquinas muy diferentes fabrican una familia de productos similares (Ham, I., Hitomi, K. & Yoshida, T.,1985). La fabricación celular (CM) es la aplicación de estos conceptos de la TG en el taller y está destinada a facilitar y acomodar la norma de demandas de mayor variedad y menores volúmenes de pedidos (Salum L., 2000).

Investigaciones como las de King & Nakornchai (1982); Wemmerlöv & Hyer (1989), Dekkers, R. (2018) y Gunasekaran *et al.* (2001), muestran notables beneficios de la

implementación de la TG en una empresa, que incluye la reducción en el tiempo de producción, el tiempo de preparación del trabajo o la máquina, de los costos operativos, y una definición más clara de los roles y responsabilidades del personal.

Estudios más recientes como los de Lu *et al.*, (2017), Wang (2018) y Miao (2019) están enfocadas a la programación de la asignación de recursos con TG y efectos de aprendizaje en una sola máquina; en aras de minimizar el problema de la capacidad de producción sujeta a limitaciones por disponibilidad de recursos, comprobado que el problema puede resolverse en tiempo polinomial.

Cordovés, *et al.* (2017) concibieron un procedimiento basado en la TG, para la generación automática de rutas de procesos y tecnologías de fabricación en familias de piezas obtenidas a partir del proceso de maquinado; de esta forma se obtuvo una herramienta informática desarrollada en software libre que sirve de soporte al procedimiento creado para la generación de TG.

Kostal *et al.* (2019) se centraron en identificar las posibilidades de innovación productiva en el sistema de fabricación flexible, determinando las variantes de cierto componente que se podían fabricar sin cambiar la configuración física de la máquina, utilizando tecnologías CAD/CAM.

Li (2020) propuso un nuevo algoritmo para la disposición de máquinas bajo restricción espacial, en la implementación de las tecnologías de grupo; debido al espacio limitado que suele haber en una fábrica real.

En términos de absorber incertidumbres durante la producción, la TG ha adquirido buena reputación para flexibilizar la secuenciación de piezas en el taller, estabilizar los tiempos

de maquinado y de traslado de piezas entre máquinas (Cordovés, *et al.*, 2017). Además, Las TG constituye la base sobre las que se soportan las tecnologías CAD/CAPP/CAM (Thamma, *et al.*, 2014).

En el caso de la manufactura de herramientas, Hamood Ur Rehman *et al.* (2022) desarrollaron un método para un sistema CAPP (Computer-aided process planning) destinado a la preparación de la producción de matrices y moldes mediante la codificación de piezas y herramientas en un sistema experto según la TG, basado en un análisis de criticidad y factor de impacto utilizando el método de promedio ponderado para asociar las operaciones de fabricación con el tiempo y el costo. Por otra parte, Eugeny I. Yablochnikov *et al.* (2021) describen la concepción de un proceso de fabricación unificado de moldeo por inyección, en el que se integra diversos enfoques, entre otros, el de la TG, y el ensamble adaptativo y selectivo.

Metodología

Al evaluar el procedimiento descrito por Cordovés, *et al.* (2017) sobre la implementación de tecnologías de grupo para el maquinado de piezas, y su posible aplicación en el proceso de manufactura de las columnas guía de troqueles de corte, se definieron las etapas de implementación siguientes:

- Caracterización de las columnas guía de troqueles de corte
- Caracterización del equipamiento y utillaje tecnológico disponible
- Selección, adecuación o diseño del sistema de clasificación y codificación para la formación de la familia de columnas guía
- Creación de la familia de piezas de columnas guía

- Generación de la tecnología de fabricación de la pieza compuesta, representativa de la familia.
- Generación de las tecnologías de fabricación de las piezas específicas.

1 Caracterización de las columnas guía de troqueles de corte

Los troqueles de corte son herramientas que se emplean ampliamente en los procesos de manufactura para recortar con precisión piezas o planchas de diferentes materiales, se fijan en prensas industriales y están compuestos por varios elementos elaborados con gran exactitud. Dentro de los elementos constitutivos fundamentales de los troqueles y que están sometidos a un mayor desgaste se encuentran las columnas guía, que cumplen la función de asegurar la adecuada orientación entre las placas superior e inferior del troquel, garantizándose la coincidencia de los elementos cortantes: el punzón y la matriz.

Las columnas guía forman un par tribológico con el buje que se fija a la placa móvil del troquel, generalmente su placa superior. El buje se construye de acero herramental que alcanza una dureza entre 56 – 58 HRC (después de un Temple en dos medios + Revenido a 300 °C); por lo que la columna debe tener una dureza de 50 – 54 HRC; ligeramente inferior al buje pues, debe resistir al desgaste producto al constante deslizamiento del buje a través de la misma. Sin embargo, entre las dos piezas, la que resulta más fácil reponer es la columna guía; por lo que, para permitir la intercambiabilidad después de haber cumplido la vida útil, se debe facilitar que la primera en desgastarse sea la columna.

2 Caracterización del equipamiento y utillaje tecnológico disponible

Los troqueles de corte son fabricados generalmente en talleres especializados, por personal de gran experticia en la fabricación de herramientas, lo que encarece su producción y dificulta su disponibilidad en la pequeña y mediana industria.

Para resolver este inconveniente, es necesario que los talleres de producción cuenten con una tecnología de fabricación que aproveche la experiencia de avanzada precedente, y que esté concebida para su aplicación en condiciones de producción con equipamiento de uso frecuente en talleres de manufactura.

En la presente investigación se pretende desarrollar una tecnología de fabricación basada en Tecnología de Grupo, que permita abarcar una serie normalizada de columnas guía de troqueles de corte, mediante tecnología convencional.

Cada taller que pretenda asimilar la presente propuesta tecnológica deberá inicialmente evaluar las características del equipamiento instalado y comprobar su funcionabilidad para las condiciones de producción requeridas, y que están definidas en la tecnología de fabricación. Así, se deberá evaluar para cada equipamiento o utillaje tecnológico lo siguiente:

- Máquinas herramienta: sus características cinemáticas (gama de revoluciones y avances) dimensiones límites de las piezas que son admitidas en la máquina, estado técnico y los índices de exactitud de la máquina).
- Herramientas de corte: material, parámetros geométricos, dureza y tenacidad.
- Medios de medición: tipo de medio, rango y precisión.
- Dispositivos tecnológicos: función, clasificación, dimensiones y exactitud.

3 Selección, adecuación o diseño del sistema de clasificación y codificación para la formación de la familia de columnas guía

La implementación de un sistema de clasificación y codificación es un requerimiento organizativo fundamental para asimilar nuevas producciones en talleres que asumen producciones de manera flexible, donde la nomenclatura de piezas puede ser muy variable y se requiere la clasificación automática de las nuevas piezas que van a entrar en producción, mediante sistemas de clasificación especialmente ajustados a las condiciones de la industria.

La presente aplicación da respuesta a las necesidades de producción de un tipo específico de pieza, las columnas guía, con nomenclatura limitada, en condiciones de producción de la pequeña y mediana industria, para lo cual no se justifica la implementación de un sistema de clasificación automática, toda vez que se tiene identificado los troqueles de corte más utilizados, y es posible la clasificación manual de las piezas que formarán la familia de columnas guía.

4 Creación de la familia de piezas de columnas guía

Algunas de las características de la implementación de las Tecnologías de Grupo son:

- Campo de aplicación: Bajo volumen de producción
- Costo de implementación: medio a bajo
- Calidad del producto final: Alta
- Flexibilidad: Alta

Estos atributos de las tecnologías de grupo han posibilitado su aplicación intensiva en varias de las empresas del sector manufacturero metalmecánico. En la tabla 1 se muestra la composición de la familia de columnas guía según la norma Porta troqueles

MDL y elementos estándar para útiles de prensa, México. Cada fabricante podrá actualizar los datos de composición de la familia de piezas a partir de las normas vigentes en la empresa.

Al evaluar el grupo de piezas, compuesto inicialmente por cinco columnas, la pieza que contiene en su configuración los tipos de superficies presentes en las restantes piezas del grupo es la P21.DDD.FFF y se identifica como la pieza compuesta del grupo, por lo que su tecnología de fabricación contendrá todos los pasos tecnológicos requeridos para la completa fabricación de cada una de las columnas que pertenecen al grupo de piezas. Cuando se requiera acometer la producción individual de una determinada columna será suficiente aplicar, de la tecnología de la pieza compuesta, los pasos que correspondan a la solución específica. A continuación, en la Tabla 2 se muestran las dimensiones de la pieza compuesta que pertenece a la serie P21.DDD.FFF.

Tabla 1: Composición de la familia de columnas guía

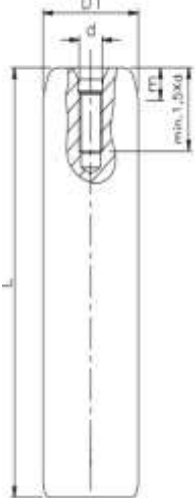
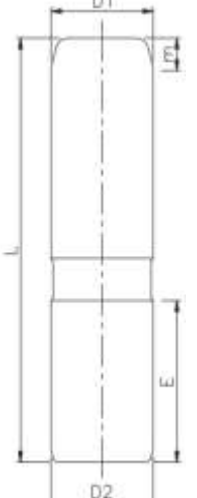
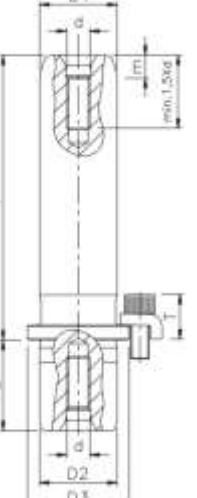
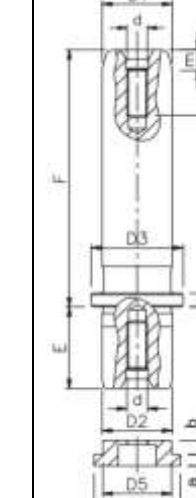
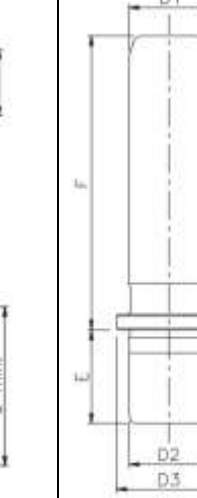
FAMILIA DE COLUMNAS GUÍA DE TROQUELES DE CORTE				
P10.DDD.LLL	P16.DDD.LLL	P21.DDD.FFF	P22.DDD.FFF	P36.DDD.FFF
				

Tabla 2: Dimensiones de la pieza compuesta del grupo de columnas guía, con serie P21.DDD.FFF.

MDL

Columna Desmontable

P21.DDD.FFF

Dureza Superficial
60-64 HRC

Disposición
de las Grapas

Para utilizar con:
BUQUES CON HOMERO

COMPACTO

CORTO

NORMAL

LARGO

EXTRA
LARGO

JALISAS EMBALADAS

TIPOS

1

2

3

CASQUILLOS

CILÍNDRICO

DESMONTABLE

INTERMEDIO

Ejemplos

Accesorios Incluidos

Ensamble

D ₁ = D ₂	20	25	32	40	50	63	80*		
F	NÚMERO DE CATÁLOGO								
80	P21.020.080	P21.025.080							
90	P21.020.090	P21.025.090							
100	P21.020.100	P21.025.100	P21.032.100	P21.040.100					
110	P21.020.110	P21.025.110	P21.032.110	P21.040.110	P21.050.110				
125	P21.020.125	P21.025.125	P21.032.125	P21.040.125	P21.050.125	P21.063.125	P21.080.125		
140	P21.020.140	P21.025.140	P21.032.140	P21.040.140	P21.050.140	P21.063.140	P21.080.140		
160	P21.020.160	P21.025.160	P21.032.160	P21.040.160	P21.050.160	P21.063.160	P21.080.160		
180		P21.025.180	P21.032.180	P21.040.180	P21.050.180	P21.063.180	P21.080.180		
200		P21.025.200	P21.032.200	P21.040.200	P21.050.200	P21.063.200	P21.080.200		
220			P21.032.220	P21.040.220	P21.050.220	P21.063.220	P21.080.220		
250			P21.032.250	P21.040.250	P21.050.250	P21.063.250	P21.080.250		
280			P21.032.280	P21.040.280	P21.050.280	P21.063.280	P21.080.280		
315					P21.050.315	P21.063.315	P21.080.315		
355					P21.050.355	P21.063.355	P21.080.355		
400					P21.050.400	P21.063.400	P21.080.400		
500							P21.080.500		
D ₃	25	32	40	50	63	76	93		
E	20	25	32	40	45	50	60		
d	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20		
m	7,3	9,6	10,1	10,6	11,3	12,1	13,3		
M	16,0	20,3	24,0	30,0	36,5	42,5	51,0		
N	22,9	28,7	32,3	41,1	47,5	53,4	61,8		
Q ₁	16,5	20,7	22,5	27,0	38,7	43,0	49,0		
Q ₂	22,2	27,9	31,1	38,9					
T	11,3	15,1			18,1				
Grapas	B01.005.000	B01.006.000			B01.008.000				
Tomillos	A05.005.012 (M5 x 12)	A05.006.016 (M6 x 16)			A05.008.020 (M8 x 20)				
Cantidad	3				4				

*Columnas Guía de diámetro de 80 mm serán fabricadas sobre pedido.

5 Generación de la tecnología de fabricación de la pieza compuesta de la familia

La pieza compuesta puede ser real o construida especialmente para representar al grupo de piezas y contendrá, dentro de su geometría, todo el conjunto de las diversas superficies que forman a las piezas que componen la familia, lo que significa que, al elaborar la tecnología para la fabricación de la pieza compuesta, en principio, conllevará necesariamente a contemplar todos los pasos tecnológicos que estarán presentes en las diferentes piezas del grupo.

Como es necesario alcanzar alta dureza, la pieza es sometida a un Tratamiento Térmico de Temple Volumétrico con un enfriamiento rápido en agua, para obtener la estructura martensita. Es necesario indicar que el enfriamiento debe hacerse correctamente, pues se necesita asegurar las exigencias de cilindridad y coaxialidad, y evitar así la deformación de la pieza. Por último, se dará un Revenido bajo (hasta 200 °C) para eliminar las tensiones internas producidas por la transformación martensítica; alcanzando, una dureza de 50 – 54 HRC.

El material en bruto se recibe en estado de suministro en barras cilíndricas de acero 45 (0,42 – 0,49% de carbono, 0,4 – 0.8% de manganeso, 0,15 – 0,40% de silicio) de seis metros de largo, y en estado de Recocido; con una dureza de 180 – 220 HB. La barra se corta en secciones en una sierra de cinta sin-fin, después se maquina en un torno universal de cilindrar y roscar, luego se realiza la operación de TT, finalmente se cumple la operación de rectificado. Se le da un acabado por rectificación cilíndrica, para alcanzar alta calidad en la superficie cilíndrica exterior; lográndose una alta fiabilidad en la

fabricación para garantizar un buen ajuste con la placa inferior (H7/p6) y con el buje (H7/g6).

En la Tabla 3 se indica la ruta tecnológica que describe el conjunto de operaciones tecnológicas que se cumplirán para el grupo de piezas, su orden de ejecución y el tipo de equipamiento a emplear.

Tabla 3: Descripción de la ruta tecnológica seguida para la familia de piezas

			Sistema Integrado de Gestión				Versión: 1		
			Registro Carta de Ruta Tecnológica				Página <u>1</u> de <u>1</u>		
Código:			Denominación COLUMNA GUÍA						
Material Ac 45			Masa de la pieza (kg)	Pieza en bruto primaria			Masa (kg)	Norma de consumo (kg)	
Denominación, grado				Tipo		Perfil y dimensiones			
Recocido			5,8	Barra cilíndrica		v 55		112,6	21,51
Operación	Denominación y contenido de la operación tecnológica		Equipamiento tecnológico		Cargo, oficio o profesión		Cant. Obre-ro	Cant. Pieza elaborada	Tiempo preparativo conclusivo
									Tiempo unitario
005	Corte		Segueta Mecánica		Operario de Maq. de corte		1	3	1,5 min
010	Torneado		Torno Universal Modelo		Mecánico Taller A		1	3	18,6 min
015	Tratamiento Térmico		HE – 8 y HE – 10		Termista A		1	3	195 min
020	Rectificado		Rectificadora Cilíndrica 3A288		Mecánico Taller A		1	3	10,8 min
025	Control de Muestreo		Reloj comparador Micrómetro (0,001) Rugosímetro		Técnico de gestión de calidad		1	3	3 min
					Elaboró				Fecha xx.xx.xxxx
					Revisó				Fecha xx.xx.xxxx
Mod	Cant	Notific	Firma	Fecha	Aprobó				Fecha xx.xx.xxxx

Se presenta un modelo específico de tecnología de fabricación con cada una de las operaciones que se realizan a la familia de piezas, el que podrá ser ajustado conforme al modelo asumido por la empresa según las normas nacionales e internacionales, o atendiendo a normas empresariales. A continuación, se describe la tecnología de grupo para la fabricación de la pieza compuesta.

Tabla 4: Operación de corte (0,05)

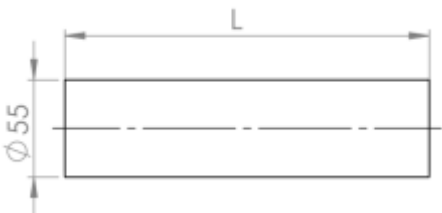
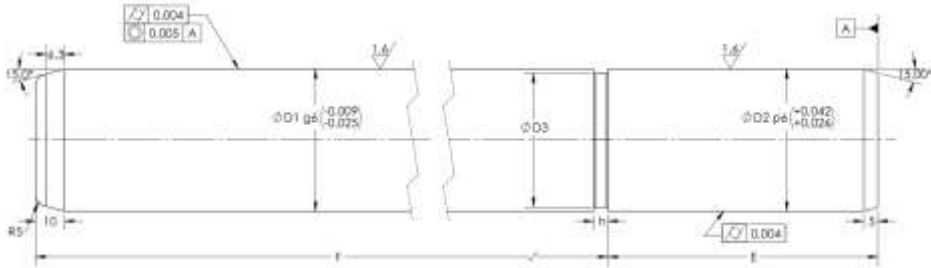
		Carta Tecnológica de Corte			Versión 1		
					Página <u>1</u> de <u>1</u>		
Código			Denominación		COLUMNA GUÍA		
No. Oper	05	Denominación CORTE PERFIL		Equipamiento SIERRA DE CINTA SIN FIN			
Semi producto / Material, Perfil y dimensiones: BARRA REDONDA DE AC 45, v 55 X 6 000 mm				Cantidad de piezas en bruto		Régimen de trabajo	
						(N)	(S)
				-		90 mm	-
Utillaje tecnológico CINTA MÉTRICA 3 METROS			Operario / calificación		Cant.	Tiempo operación	Tiempo auxiliar
			OPERARIO DE MÁQUINA DE CORTAR		1	1,5 min	0,2 min
Contenido de la operación / Instrumento de medición / Croquis							
 A- Montar barras en posición de corte. Cortar según croquis, a longitud L ± 1 mm B- Control de muestreo por atributo							
					Elaboró		Fecha xx.xx.xxxx
					Revisó		Fecha xx.xx.xxxx
Mod	Cant	Notific	Firma	Fecha	Aprobó		Fecha xx.xx.xxxx

Tabla 5: Operación Tecnológica de Torneado (0,10)

				Carta Tecnológica de Torneado			R 07- 40			
							Versión: 1			
							Página <u>1</u> de <u>1</u>			
Código					Denominación		COLUMNA GUÍA			
No oper		10		Denominación: TORNEADO		Equipamiento: TORNO DE CILINDRAR Y ROSCAR				
Semi producto/material, dureza, perfil y dimensiones: BARRA REDONDA, Ac 45, DUREZA DE 180 – 220 HB; DE v 90 x 380 mm										
Utilaje tecnologico: PIE DE REY (0,02 mm) MICRÓMETRO DE (50-75) mm (0,001)				Operario / calificación:		Cant	Tiempo operac.		Tiempo aux.	
				MECÁNICO TALLER A		1	6 min		0,2 min	
Contenido de la operación / instrumento de medición /Croquis								Régimen de corte		
								N	S	I
								200	0,4	1
								125	0,6	1
								200	0,4	1
125	0,6	1								
			125	0,2	1					
125	0,4	1								
			125	0,4	1					

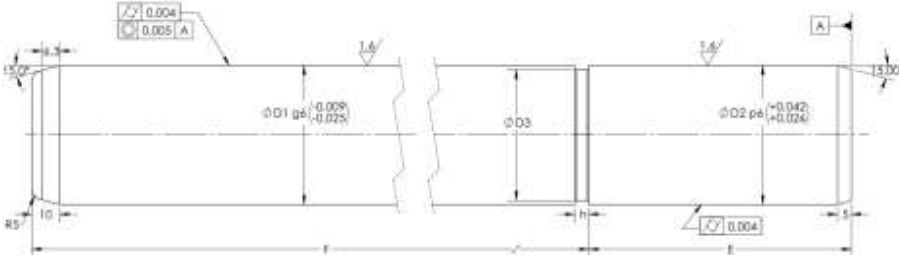
					Elaboró		Fecha	xx.xx.xxxx	
					Revisó		Fecha	xx.xx.xxxx	
Mod	Cant	Notific	Firma	Fecha	Aprobó		Fecha	xx.xx.xxxx	

Tabla 6: Operación de Tratamiento Térmico (0,15)

					Carta Tecnológica de Tratamiento Térmico			R 07- 30	
								Versión: 1	
								Página <u>1</u> de <u>1</u>	

Código		Operario / Calificación		Cant.	Tiempo operac.	Tiempo aux.					
Denominación COLUMNA GUÍA		TERMISTA A		1	195	-					
Material Ac 45		Masa de la pieza (kg)		Exigencia Técnicas							
Denominación, grado				60 – 64 HRC							
ESTADO RECOCIDO		5,8									
Operación	Denominación y contenido de la operación tecnológica	Equipamiento tecnológico	Medio de enfriamiento	Dureza (HB, HRC)	Profundidad de la penetración (mm)	Régimen de calentamiento/enfriamiento				Cantidad de pieza	
						Temperatura (°C)	Permanencia (min)	Tiempo total (min)	Velocidad de calentamiento	En el dispositivo	En el equipamiento
05	Chequear el estado técnico del horno	HE – 8 HE – 10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	Temple	HE – 8	-	65	12	830	30	45	28	3	
a	Colocar la pieza en el horno	HE – 8	-	-	-	-	-	-	-	3	-
b	Calentar y mantener	HE – 8	-	-	-	830	30	-	-	-	-
c	Extraer la pieza del horno y enfriar	-	agua	65	-	-	-	-	-	3	-
d	Control	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-
	1. Medicion de dureza	Durómetro	-	65	-	-	-	-	-	-	-
	2. Inspección	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	Revenido	HE - 10	aire	64-60	-	200	150	-	-	3	-
a	Colocar la pieza en el horno	HE - 10	-	-	-	-	-	-	-	3	-
b	Calentar y mantener	HE - 10	-	-	-	200	150	-	-	-	-
c	Extraer la pieza del horno y enfriar	-	aire	-	-	-	-	-	-	3	-
d	Control del proceso	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-
	1. Medicion de dureza	Durómetro	-	60-64	-	-	-	-	-	-	-
	2. Inspección visual	Rockwells	-	60-64	-	-	-	-	-	-	-
					Elaboró			Fecha	xx.xx.xxxx		
					Revisó			Fecha	xx.xx.xxxx		
Mod	Cant	Notific	Firma	Fecha	Aprobó			Fecha	xx.xx.xxxx		

Tabla 6: Operación de rectificado (0,20)

Carta Tecnológica de Rectificado					Versión: 1							
					Página <u>1</u> de <u>1</u>							
Código					Denominación		COLUMNA GUÍA					
No oper		20		Denominación RECTIFICADO		Equipamiento RECTIFICADORA CILÍNDRICA 3A151						
Contenido de la operación / instrumento de medición /Croquis 							Régimen de corte					
							Nmuela		Npza		I	
A- Montar en la rectificadora							1 270		26		1	
1- 1 ^{ra} pasada, con t = 0,2 mm y S _{long} = 6,4 mm/r							1 270		26		1	
2- 2 ^{da} pasada, con t = 0,2 mm y S _{long} = 6,4 mm/r							1 270		26		1	
3- 3 ^{ra} pasada, con t = 0,1 mm y S _{long} = 6,4 mm/r; hasta D ₁ y D ₂												
B- Control de calidad con reloj comparador y rugosímetro												
					Elaboró			Fecha		xx.xx.xxxx		
					Revisó			Fecha		xx.xx.xxxx		
Mod.	Cant.	Notific.	Firma	Fecha	Aprobó			Fecha		xx.xx.xxxx		

6 Generación de las tecnologías de fabricación de las piezas específicas

El procedimiento para la generación de las tecnologías de fabricación de las piezas específicas responde al algoritmo descrito en la Figura 1. Se inicia con el análisis de su geometría y de la descripción dimensional, si la pieza existe en la base de datos, se procede a la revisión de la tecnología de grupo para la pieza compuesta. Si la nueva pieza no está representada en ninguna de las anteriores, por lo que no se registra en la Base de Datos de columnas, se deberá incluir en la Tecnología de Grupo los nuevos pasos tecnológicos que correspondan a las nuevas superficies o dimensiones.

Para la elaboración de la tecnología específica de cada pieza del grupo se emplearán los mismos modelos utilizados para la tecnología de la pieza compuesta, debiéndose abarcar solamente los pasos tecnológicos correspondiente a su descripción dimensional.

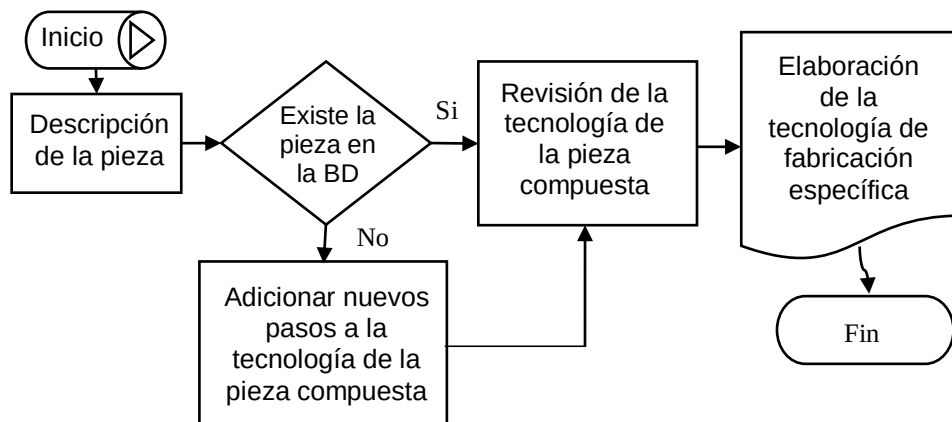


Figura 1. Algoritmo para la generación de tecnologías de fabricación de las columnas guía

Resultados y Discusión

Se aplicó del procedimiento general para la implementación de Tecnologías de Grupo en la manufactura de piezas, al caso específico de la preparación tecnológica para la fabricación de la familia de columnas guía de troqueles de corte, recogidas en la norma de Porta troqueles MDL y elementos estándar para útiles de prensa, México.

Fue creada una familia de cinco columnas guía, que podrá incrementarse en función de las normas de diseño de herramental que aplique cada empresa, del tamaño y su alcance, lo que le infiere gran flexibilidad a la implementación de la propuesta en el sector de la pequeña y mediana empresa.

Se presenta un modelo específico de tecnología de fabricación para las operaciones tecnológicas que se realizan a la familia de piezas, el que podrá ser ajustado conforme al modelo asumido por la empresa según las normas nacionales e internacionales, o atendiendo a normas empresariales.

La propuesta está dirigida a empresas con volúmenes de producción medios y bajos, y poca variedad de nomenclaturas de piezas, lo que sugiere la aplicación de un sistema manual de clasificación y codificación, ello posibilitará simplificar la tarea y disminuir los costos de asimilación de la nueva tecnología.

Con la implementación de la propuesta, las empresas del sector manufacturero podrán incrementar la durabilidad de este herramental, al estar en capacidad de sustituir elementos de rápido desgaste, sin necesidad de realizar la adquisición de nuevo herramental. Se contribuirá a la reducción de los costos de mantenimiento y, por otra parte, a la ampliación de la cartera de servicios de la empresa.

Conclusiones

Como conclusiones de la presente investigación se destacan las siguientes:

1. Al implementar la propuesta tecnológica presentada, las empresas podrán prolongar la vida útil de los troqueles de corte, que son herramientas de alto costo de adquisición y en principio, elaborados por talleres especializados en la fabricación de herramental.
2. La asimilación de la TG por las empresas, favorece la mejor organización empresarial, y permite aprovechar la experiencia de vanguardia en la generación de tecnologías de fabricación de las columnas guía de troqueles de corte, así como, el uso más eficiente de los recursos materiales y tecnológicos.

3. La composición del grupo de piezas puede ser incrementada, lo que generalmente conlleva a actualizar la tecnología de fabricación de la pieza compuesta a partir de las formas constructivas de las nuevas piezas incorporadas, lo que puede conducir, además, a implementar un programa de mejora y actualización del equipamiento de la empresa.
4. La aplicación de la TG en la empresa puede extenderse a otros procesos de fabricación de piezas, lo que podría reducir los tiempos de preparación tecnológica de la producción y la mayor economía de los recursos involucrados en su producción.

Referencias

- Cordovés García, A., Sanzano Tamayo, J. J., Lastre Aleaga, A. M., & Ávila Rondón, R. (2017). Procedimiento para la fabricación de elementos de máquinas mediante tecnología de grupo en la pequeña y mediana empresa *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 25, 255-263.
- Dekkers, R. (2018). Group technology: Amalgamation with design of organisational structures. *International Journal of Production Economics*, 200, 262-277. doi:10.1016/j.ijpe.2018.02.018
- Groover, Mikell P., (1980) Automation, production systems, and computer integrated manufacturing. 19 ed., Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 808
- Gunasekaran, A., McNeil, R., McGaughey, R., Ajasa, T. (2001). Experiences of a small to medium size enterprise in the design and implementation of manufacturing cells. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing* 14(2), 212–223
- Ham, I., Hitomi, K. and Yoshida, T. (1985). Group Technology: Application to Production Management, Hingham, MA: Kluwer-Nijhoff
- King, J.R., Nakornchai, V., 1982. Machine component group formation in group technology -review and extension. *International Journal of Production Research* 20, 117–133.
- Kostal, P., Mudrikova, A., Vaclav, S., Michal, D., Lecký, S., & Cazañas, R. D. (2019) Manufacturing component base broadening in the flexible manufacturing system by using a group technology. In: Vol. 952. *Materials Science Forum* (pp. 45-54): Trans Tech Publications Ltd.
- Li, M. L. (2020). Arrangement of Machines Under Spatial Constraint by Using a Novel Algorithm. *IEEE Access*, 8, 144565-144574. doi:10.1109/ACCESS.2020.3013907
- Lu, Y. Y., Wang, J. B., Ji, P., & He, H. (2017). A note on resource allocation scheduling with group technology and learning effects on a single machine. *Engineering Optimization*, 49(9), 1621-1632. doi:10.1080/0305215X.2016.1265305
- Miao, C. (2019). Parallel-Batch Scheduling With Deterioration and Group Technology. *IEEE Access*, 7, 119082-119086. doi:10.1109/ACCESS.2019.2936004
- Mitrofanov, S.P. (1966) "The Scientific Principles of Group Technology". Leningrad. English Translation, *National Library for Science and Technology*, Washington, D.C.

Porta troqueles MDL y elementos estándar para útiles de prensa. Zona Industrial Benito Juárez, Querétaro, QRO, 76120, México. 2021. Recup. ene. 2021 de:
<https://mdlmexico.com.mx/>

Salum, L. (2000). The Cellular Manufacturing Layout Problem, *International Journal of Production Research*, 38(5): 1053–1069.

Thamma, R., Kirby, E.D., Ohri, A., Rinalidi, P. y Rajai, M. (2014) “Group Technology Paves the Road for Automation”. *International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies*. Vol. 5 Issue 2, p. 105.

Ur Rehman H. , Boór F., Wasif M. & Amir Iqbal S. (2022). A Novel Method for Process Planning for Die and Mould Manufacturing Using Expert System Approach. *Transactions of FAMENA*, 45(4). doi.org/10.21278/tof.454027821.

Wang, J., Liu, L., Wang, J., Li, L., & Berenbrink, P. (2018). Makespan minimization scheduling with ready times, group technology and shortening job processing times. *The Computer Journal*, 61(9), 1422-1428. doi:10.1093/comjnl/bxy007

Wemmerlöv, U. & Hyer, N.L., (1989). Cellular manufacturing in the US industry: A survey of users. *International Journal of Production Research* 27(9), 1511–153

Yablochnikov E. I., Chukichev A. V., Timofeeva O. S., Abyshev O.A., Abaev G. E., Colombo A. W. (2021) Development of an industrial cyber-physical platform for small series production using digital twins. *Philosophical Transactions of the Royal Society A Mathematical Physical and Engineering Sciences*, 379 (2207). doi.org/10.1098/rsta.2020.0370.