

CAPITULO 3

TECNOLOGIA DE GRUPO

3.1 ANTECEDENTES

El concepto básico de la tecnología de grupo se aplica desde hace muchos años como parte de la *buena práctica de la Ingeniería* o de la *Administración Científica*, por ejemplo, en la manufactura de principios de siglo se usó un sistema de clasificación y codificación desarrollado por F. W. Taylor para la formación de familias de partes. Durante estos años muchas empresas implantaron sus propios sistemas de clasificación y codificación y los han seguido usando en diversas áreas, como el diseño, materiales y herramientas. Hay numerosos ejemplos de grupos o células de máquinas, instrumentación de herramientas por grupos, agrupaciones y programaciones por familias de partes, etc., que se han empleado durante muchos años en diversos sectores de la industria. Estas Prácticas y aplicaciones de conceptos de tecnología de grupo, recibían en muchos casos, diversos nombres y tenían diferentes formas en las funciones de ingeniería, fabricación y administración.

La tecnología de grupo se ha practicado en diversas formas y grados en todo el mundo y por muchos años. En las décadas de 1950 y 1960 muchos países se interesaron en ella. En ese tiempo surgieron varios sistemas de clasificación y codificación, se pusieron en práctica algunos conceptos de células de máquinas y se conocieron muchas excelentes prácticas de maquinado en grupo.

Hasta hace poco la tecnología de grupo no se había reconocido formalmente, ni se practicaba rigurosamente como una tecnología científica sistemática que pudiera dar resultados ventajosos. En años recientes, la industria manufacturera avanzada pareció sufrir una revolución en el área de mejoramiento de su productividad de fabricación. Esto condujo a intensificar el trabajo en lo que se conoce como CIM. Estas tendencias estimularon un fuerte y renovado interés en la tecnología de grupo, ya que aportan los medios necesarios para una mayor productividad de fabricación.

3.2 CONCEPTO DE TECNOLOGÍA DE GRUPO

Al proceso de clasificar las partes por familias y después dedicar cierto equipo a un grupo de partes se le denomina tecnología de grupo. La tecnología de grupo es una filosofía o concepto que aprovecha y explota los aspectos de similitud desde tres puntos de vista distintos:

- Realizando actividades similares juntas.
- Estandarizando tareas similares.
- Almacenando y retroalimentando eficientemente la información de problemas repetitivos.

El énfasis está en las familias de partes que tengan similitudes en el funcionamiento, forma y tamaño. Para implementar la TG, un *sistema formal de clasificación y código* requiere el diseño computarizado de un buen sistema de retroalimentación. Cuando se diseña una nueva parte, el ingeniero de diseño puede encontrar en la base de datos una parte que tenga aspectos similares de geometría y funcionamiento de la nueva parte. En algunos casos, puede ser necesario pequeñas modificaciones. Esto trae como resultado una reducción del tiempo y costo del desarrollo del producto. En manufactura, la productividad y el ahorro en los costos se logra explotando similitudes en las operaciones de manufactura, procedimientos de preparación, herramientas utilizadas y manejo de equipo. Las partes que tengan requerimientos de manufactura similares pueden ser procesadas conjuntamente en células de trabajo dedicadas para eso, conduciendo a la reducción de los tiempos de preparación del equipo, del empleo de herramientas y materiales. La *manufactura celular* que es un aplicación de la TG en manufactura, proporciona una estrategia para obtener ventajas económicas en un medio de gran variedad de producto pero de baja demanda de producción. (Ver capítulo 4).

3.3 CARACTERÍSTICAS DE MANUFACTURA Y ATRIBUTOS DEL DISEÑO

En la TG hay que considerar aspectos como características de manufactura y atributos del diseño. Los atributos de diseño típicos incluyen la forma de la parte (prismático, redondo) ambiente dimensional (relación, largo/ diámetro), integridad superficial (i.e. aspereza superficial, tolerancias dimensionales), tipo de material, estado de la materia prima (i.e. fundida, forjada, lingotes almacenados), etc. Las características de manufactura incluyen las operaciones (como torneado, esmerilado, ranurado) y sus secuencias, lotes de producción, máquinas herramientas y herramientas de corte necesarias para realizar las operaciones, tiempos de trabajo, etc.

3.4 IMPLEMENTACIÓN DE LA TG.

Se han desarrollado muchos procedimientos de TG para descomponer un gran sistema de manufactura en sistemas chicos más manejables basados en las similitudes de los atributos del diseño y aspectos de las partes. Estos procedimientos pueden ser, en términos generales, categorizados en dos clases: procedimientos de clasificación usando sistemas de código y procedimientos de formación de células utilizando la información del flujo de producción. Existen dos variaciones en los métodos de clasificación: el método de inspección visual y el método de códigos.

3.4.1 Método de inspección visual.

El método de inspección visual considera acomodar el grupo de partes en grupos conocidos como familias de partes mediante la inspección visual de las características físicas de las partes o de sus diseños. Por ejemplo considere las partes de la figura 3.1a. Estas

partes son agrupadas en dos familias usando el método visual como se muestra en la figura 3.1b. Este método es económico, es poco sofisticado y depende de la preferencias personales. Por su naturaleza su utilidad está limitada para aquellas empresas que tengan pocas partes.

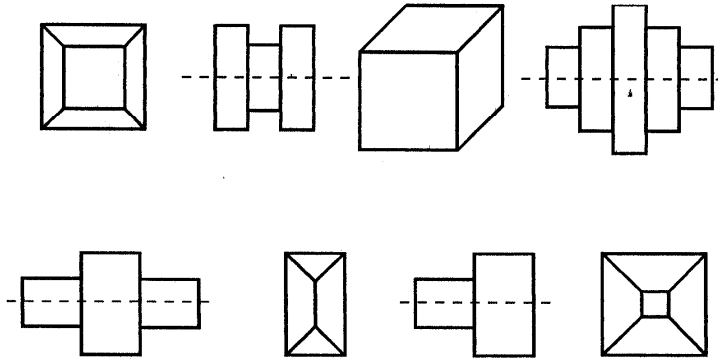


Figura 3.1a

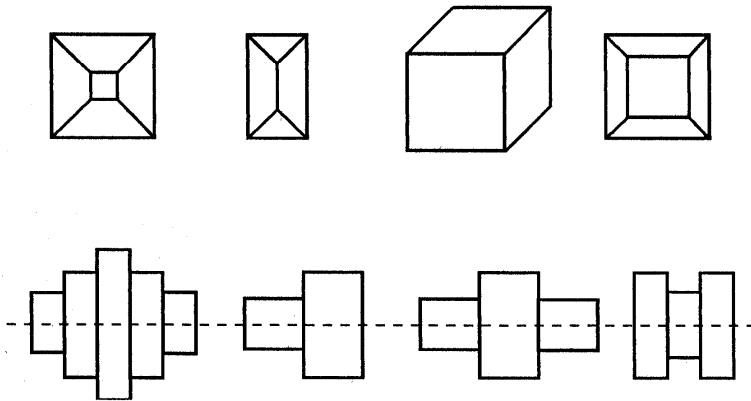


Figura 3.1b

3.4.2 Métodos de clasificación y codificación

La codificación se refiere al proceso de asignar símbolos a las partes y emplearlos en el procesamiento de la información. Los símbolos representan los atributos del diseño de las partes, sus características de manufactura o ambas. La clasificación se refiere al proceso de categorizar un conjunto de partes en familias de partes en función de sus similitudes y luego

se separan a causa de una diferencia específica. Los métodos de codificación son empleados en la clasificación de partes dentro de las familias de partes. Estos métodos constituyen una parte indispensable, especialmente para aplicaciones del CAM, para la implantación efectiva de los conceptos de tecnología de grupo.

La clasificación y codificación, para su aplicación en la tecnología de grupo, es un problema muy complejo y aunque se han creado muchos sistemas y hecho innumerables esfuerzos para mejorarlos, aún no existe un sistema universalmente aceptado, debido a que cada empresa tiene sus propias necesidades y requerimientos específicos. Se requiere que el sistema adoptado sea utilizable por todos los departamentos relacionados de una empresa, incluyendo los de diseño e ingeniería, planeación y control, fabricación, así como administración.

Para las aplicaciones de tecnología de grupo, un sistema de clasificación bien diseñado debe tener la posibilidad de agrupar familias de partes tal como se necesiten, basadas en parámetros específicos. La formación de grupos o células de máquina para procesar las familias de partes es relativamente sencilla si se aplica un sistema de clasificación y codificación bien diseñado. También es posible formar grupos o células de máquinas o familias de partes usando la técnica de análisis de flujo de producción que se explicará en una sección posterior.

3.4.2.1 Tipos y características de los códigos de tecnología de grupo.

Hay muchos tipos de sistemas de clasificación y codificación. Estos sistemas de codificación difieren en:

- Términos de los símbolos que emplean como numéricos, alfabéticos o alfanuméricos.
- La asignación de estos símbolos para la generación de códigos.

Sin embargo, las variaciones en los códigos que resultan de la forma en que se asignan los símbolos, pueden ser agrupados en tres tipos de códigos distintos:

- *Monocódigo (código jerárquico).*
- *Policódigo (código de tipo dígito).*
- *Multicódigo (código combinado).*

Monocódigo (código jerárquico)

Esta basado en una estructura de árbol, en el cual cada símbolo amplifica la información del dígito anterior, por lo tanto los dígitos en un monocódigo no pueden ser interpretados independientemente del resto de los símbolos. La figura 3.2 muestra el esquema de generación del monocódigo. El primer dígito (del 0 al 9) divide el conjunto de partes en los grupos principales como partes de hoja de metal, partes maquinadas, componentes y partes compradas, etc. El segundo y posteriores dígitos dividen más el

conjunto en otros subgrupos para cada uno. Por ejemplo el segundo dígito divide las partes maquinadas en partes rotatorias (0) y no rotatorias (1). Considere el código de 110 de la figura 3.2, éste representa una parte maquinada (1) no rotatoria (1) con una relación largo/ancho menor a 1 (0). El dígito 1 en el primer y segundo campo del código de 110 tiene significados distintos y contiene diferente información. Por lo tanto observe que los dígitos en un monocódigo no pueden ser interpretados independientemente, como dijimos antes, la interpretación depende de la información contenida en los símbolos precedentes.

La principal ventaja del monocódigo es que contiene mucha información en un código relativamente chico. La naturaleza jerárquica del código lo hace útil para almacenar y recuperar información del diseño como geometría de la parte, materiales y tamaño como se observa en la figura 3.2. La aplicabilidad de estos códigos en manufactura está muy limitada porque es difícil capturar la información de la secuencia de manufactura de una manera jerárquica. La desventaja de este tipo de código es que requiere expertos para que conciba a dicho sistema de código como parte de un espectro. La estructura del monocódigo y policódigo son combinados con frecuencia para usarse en operaciones de manufactura que consideren información de diseño.

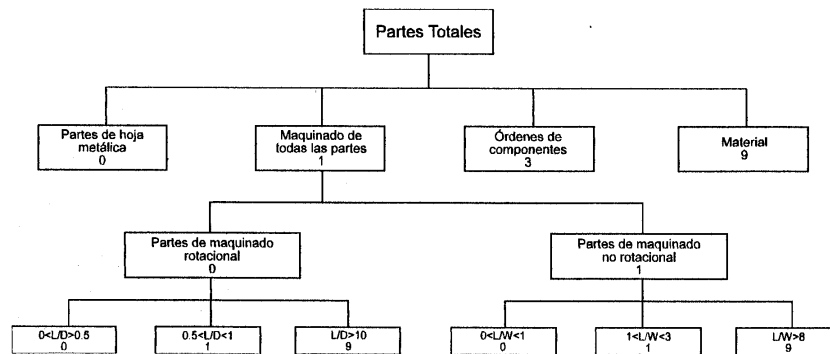


Figura 3.2 Ejemplo de un monocódigo.

Policódigo (código de tipo dígito)

El policódigo se conoce con otros nombres como cadena de código, código discreto o código de dígito fijo. En el policódigo los símbolos del código son independientes uno del otro. Cada dígito en un lugar específico del código describe una propiedad única de la pieza de trabajo. Es fácil de aprender y útil en situaciones de manufactura en las cuales la función de las partes o del proceso de manufactura son descritos. La longitud de un policódigo puede hacerse excesivamente grande debido a sus aspectos combinatorios limitados. Un ejemplo de policódigo se muestra en la figura 3.3.

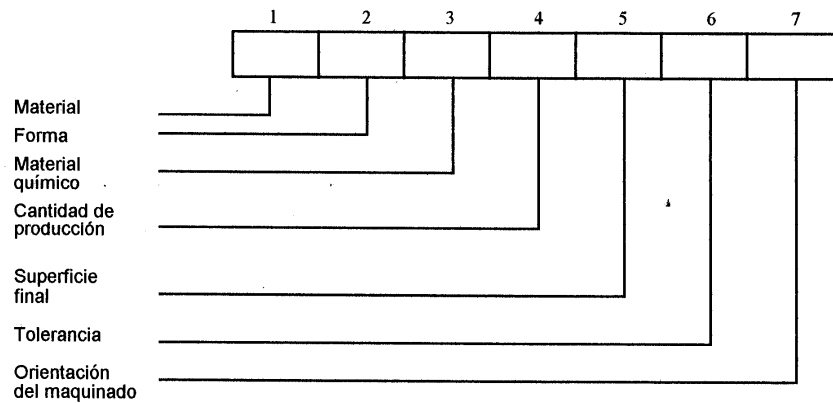


Figura 3.3 Ejemplo de un policódigo

Diferencias en capacidad de almacenamiento de información entre el monocódigo y el policódigo.

Las diferencias en capacidad de almacenamiento de información del monocódigo y policódigo, se muestra en el siguiente ejemplo.

Suponiendo que el código consiste de cinco símbolos y de que en cada uno de los 5 campos del código se usan los dígitos del 0 al 9, el número de características mutuamente excluyentes que pueden ser almacenadas en el monocódigo y el policódigo son:

a) Número de características almacenadas en el Monocódigo

$$10^1 + 10^2 + 10^3 + 10^4 + 10^5 = 111110$$

b) Número de características almacenadas en el Policódigo

$$10 + 10 + 10 + 10 + 10 = 50$$

Multicódigo (código combinado)

Conserva las ventajas del monocódigo y policódigo, por lo tanto, la mayoría de los sistemas de códigos usan este tipo de estructura, por ejemplo el sistema de clasificación Opitz, que se desarrolla posteriormente, está basado en el código mixto.

Sistema Opitz

El sistema Opitz fue desarrollado en la Universidad Técnica de Aachen, bajo el patrocinio de "German Machine Tool Association". La siguiente secuencia de dígitos se usa en el sistema Opitz.

12345	6789	ABCD
Código de forma	Código Suplementario	Código Secundario

La estructura básica del código consiste de 9 campos que son divididos en dos partes como se muestra en la figura 3.4a. Los primeros cinco dígitos del código son del modo mixto, consideran los aspectos dimensionales geométricos relevantes al diseño de la parte. *El código suplementario*, es un policódigo consistente en 4 dígitos. Este incluye información relevante para manufactura, tal como; materia prima, tolerancias y acabado de la superficie. Para ayudar a identificar el proceso y secuencia de producción, el usuario puede definir un *código secundario* consistente de 4 símbolos alfabéticos. Los atributos de las partes rotacionales se describen por los primeros seis dígitos como se muestra en la figura 3.4b.

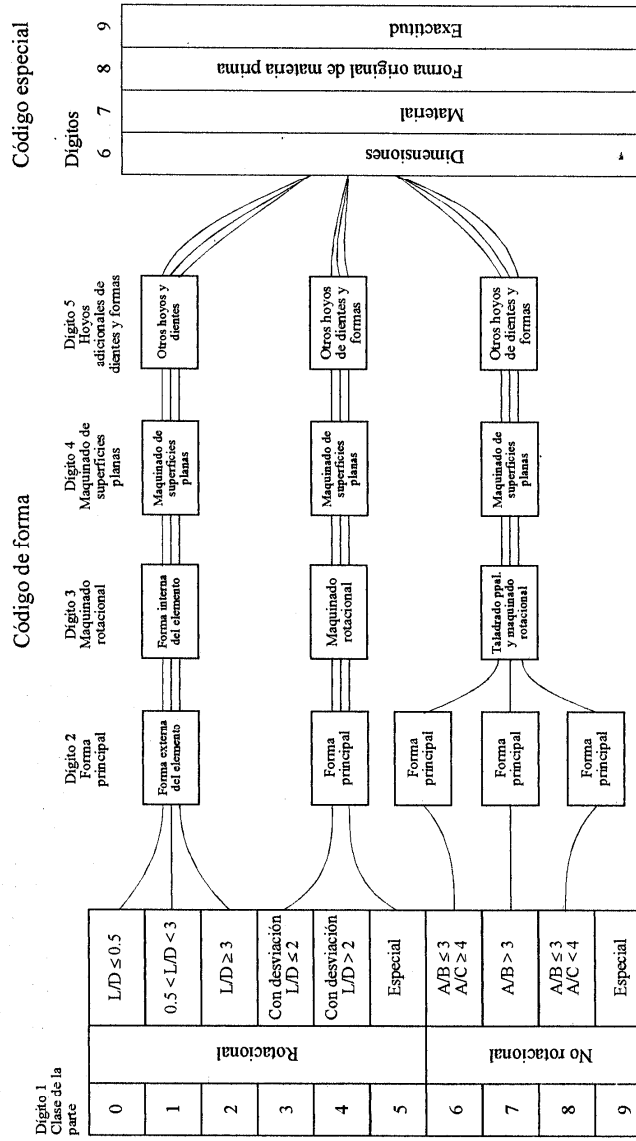


Fig. 3.4a. Estructura básica del código Optiz.

Dígito 1		Dígito 2		Dígito 3		Dígito 4		Dígito 5	
Clase de la parte	0	Forma externa, elementos de forma externa		Forma interna, elementos de forma interna		Maquinado de superficie plana		Orificios auxiliares y dientes de engranes	
		Plano, elementos sin forma	Elementos sin forma	Sin orificio, no atravesar	Elementos sin forma	No maquinado de superficie	Con diente de engrane	Sin diente de engrane	Sin orificio auxiliar
1	$L/D \leq 0.5$	Rebajado en un lado	Elementos sin forma	Rebajado en un lado	Elementos sin forma	Superficie plana y/o curvada en una dirección, externa.	Canal externo (polígono)	Con diente de engrane	Axial, no colocar en diámetro del círculo
2	$0.5 < L/D < 3$		Fibra		Fibra	Superficie plana externa, conectada por gradación alrededor del círculo.			Ranura externa y/o muesca
3	$L/D \geq 3$	o plano	Ranura funcional	Ranura funcional	Ranura funcional	Ranura externa y/o muesca	Canal externo (polígono)	Con diente de engrane	Axial, no colocar en diámetro del círculo
4		Rebajado en ambos lados	Elementos sin forma	Elementos sin forma	Elementos sin forma	Canal externo (polígono)	Superficie plana externa y/o ranura, canal externo.	Sin diente de engrane	Axial y/o radial y/o otra dirección.
5		Fibra	Fibra	Fibra	Fibra	Superficie plana externa y/o ranura, canal externo.	Superficie plana interna y/o ranura.	Con diente de engrane	Axial y/o radial y/o otra dirección.
6		Rebajado en ambos lados	Ranura funcional	Ranura funcional	Ranura funcional	Superficie plana interna y/o ranura.	Canal interno (polígono)	Sin diente de engrane	Axial y/o radial y/o otra dirección.
7		Cono funcional	Cono funcional	Cono funcional	Cono funcional	Canal interno (polígono)	Polígono interno y externo, ranura y/o muesca.	Con diente de engrane	Diente de engrane de espuela
8		Fibra de operación	Fibra de operación	Fibra de operación	Fibra de operación	Todos los demás		Con diente de engrane	Diente de engrane biselado
9		Todos los demás	Todos los demás	Todos los demás	Todos los demás			Con diente de engrane	Otro diente de engrane
								Con diente de engrane	Todos los demás

Fig. 3.4b. Atributos de las partes rotacionales (Código Opitz)

Ejemplo:

El diseño de una parte se muestra en la figura 3.5. El desarrollo del código de forma usando el sistema opitz.

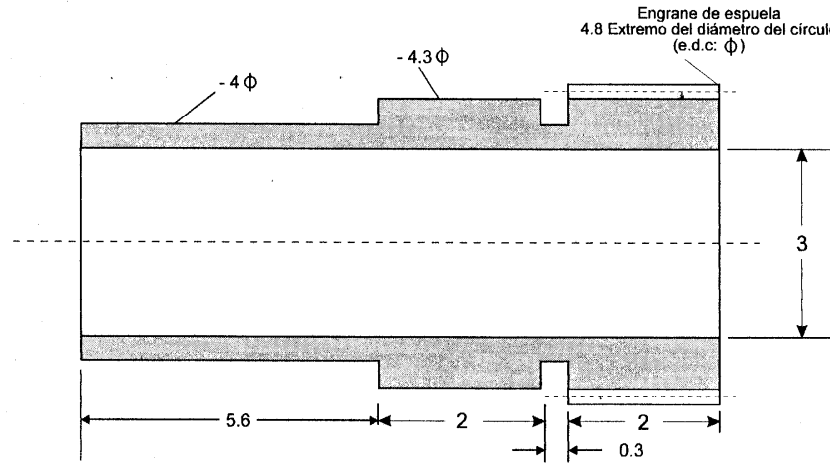


Fig. 3.5. Parte sencilla para ilustrar el código de forma Opitz.

Solución

Clase de la parte:

- Parte rotacional, $L/D = 9.9/4.8 = 2$ (aproximadamente) basado en el diámetro del círculo del engrane. Por lo tanto, el primer dígito será 1.

Forma externa:

- La parte está rebajada en un lado con una ranura funcional, así el segundo dígito será 3.

Forma interna:

- El tercer dígito del código es 1 por la perforación.

Maquinado de superficie plana:

- El cuarto dígito es cero porque no hay maquinado de superficie plana.

Hoyos auxiliares y dientes de los engranes.

- El quinto dígito es 6 porque hay espuelas en los dientes del engrane en la parte.

3.5 FORMACIÓN DE LAS FAMILIAS DE PARTES: SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN Y CODIFICACIÓN

Uno de los usos principales del sistema de codificación en manufactura es para desarrollar familias de partes. Por ejemplo, considere la familia de partes de fierro formada por los 3 primeros dígitos del código de forma Opitz 132. Este implica que los atributos asociados con los miembros de la familia tiene una relación largo/diámetro de 0.5 a 3, para todas las partes rebajadas de un extremo y elementos con forma interna ranurada.

Un variedad de procedimientos matemáticos se han desarrollado para formar familias de partes usando sistemas de codificación y clasificación. Por ejemplo, Kusiak (1983) propuso un algoritmo por conglomerados jerárquicos para formar familias de partes y una formulación de medianas (1985). Gongaware y Ham (1981) y Han y Ham (1986) usaron un código de partes en un algoritmo por conglomerados multiobjetivo para formar familias de partes.

3.6 CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN Y CODIFICACIÓN

Para los fines de seleccionar o desarrollar su código propio, es importante comprender los atributos de los sistemas de codificación y clasificación. Algunos de los atributos principales de los sistemas de clasificación y codificación incluyen:

1. Flexibilidad para varias aplicaciones como por ejemplo: formación de familias de partes, planeación de procesos, costeo y compras.
2. Exactitud para proporcionar la información correcta de las partes.
3. Habilidad para acomodar información de atributos de las partes que parezcan importantes en una etapa posterior.
4. Fácil de aprender.
5. Fácil de recuperar.
6. Confiabilidad y disponibilidad de software.
7. Apropiado para aplicaciones específicas.

La combinación de estos atributos con los objetivos de la organización es útil en la selección o desarrollo de un sistema de código que cumpla con las necesidades de la organización.

Un sistema de clasificación y codificación bien diseñado para implantar la tecnología de grupo debe satisfacer varios requisitos básicos.

Requerimientos básicos

Para las aplicaciones de tecnología de grupo, un sistema de clasificación y codificación debe cumplir con los siguientes requisitos básicos:

- 1.- Abarcar todos los aspectos.
- 2.- Ser mutuamente excluyente.
- 3.- Ser específico para las necesidades del usuario.
- 4.- Ser adaptable a cambios futuros.
- 5.- Ser adaptable al procesamiento por computadora.
- 6.- Ofrecer aplicaciones para toda la empresa.

Algunos temas típicos que se deben señalar son:

- 1.- *Objetivo.*
- 2.- *Margen de aplicación.*
- 3.- *Costos y tiempo.*
- 4.- *Adaptabilidad a otros sistemas.*
- 5.- *Problemas administrativos.*

3.7 BENEFICIOS DE LA TECNOLOGÍA DE GRUPO

La tecnología de grupos es una estrategia administrativa que ayuda a eliminar los desperdicios causados por los esfuerzos duplicados. Afecta a todas las áreas de la compañía incluyendo ingeniería de procesos, especificaciones de equipo, planeación de instalaciones, planeación de procesos, control de la producción, calidad, diseño de herramientas, compras y servicios. Algunos de los beneficios tangibles e intangibles en la implementación de la tecnología de grupos por áreas funcionales son:

1.- Ingeniería de diseño:

- Reducción en el diseño de nuevas partes.
- Reducción del número de dibujos por la estandarización de las partes.
- Reducción del número de partes similares, fácil de obtener información del funcionamiento de partes similares e información de partes sustitutas.

2.- Planeación de la distribución:

- Disminución del espacio de producción que se requiera.
- Disminución del esfuerzo en el manejo de materiales.

3.- Especificación del equipo, herramental, plantillas y dispositivos:

- Estandarización de equipo.
- Implementación de sistemas de manufactura celular.
- Disminución del número de herramientas, tarimas, dispositivos y plantillas.

- Reducción significativa de costos incurridos en la liberación de las partes que se requieren manufacturar.

4.- Manufactura: Planeación de procesos

- Reducción del tiempo de preparación y producción.
- Alternativas de ruteo de las órdenes que conducen a un ruteo mejorado de la orden de trabajo.
- Reducción del número de operaciones de maquinado y del tiempo de programación en equipo de control numérico.

5.- Manufactura: Control de la producción

- Reduce el inventario dentro del proceso.
- Facilita la identificación de los cuellos de botella.
- Mejora el flujo del material.
- Disminuye los costos de almacenamiento.
- Responde rápidamente a los cambios de programación de la producción.
- Mejora el uso de dispositivos, herramientas, manejo de materiales, equipo de manufactura

6.- Manufactura: control de calidad

- Reducción del número de defectos que a su vez conduce a la disminución de la inspección.
- Reducción del desperdicio generado.
- Mejor calidad del producto.
- Mejor contabilidad de los supervisores y trabajadores responsables de la calidad de la producción, haciendo más fácil la implantación de los conceptos del control total de la calidad.

7.- Compras

- La codificación de las partes compradas ayuda a la estandarización de las reglas de compra.
- Ahorro en las compras posibles debido al conocimiento exacto de los requerimientos de la materia prima.
- Reducción del número de partes y materias primas.
- Procedimientos de evaluación del proveedor simplificados, que conduce a un sistema de compras justo a tiempo.

8.- Servicio al cliente

- Estimación de costos exactos y más rápidos.
- Administración de las partes de repuesto de manera eficiente dando como resultado un mejor servicio.