

# GRUPOS TECNOLÓGICOS

Con el inicio de la revolución industrial, grandes ideas de desarrollo han surgido para la optimización del diseño y la manufactura para la producción en masa. Cuando la producción tuvo rangos de cientos y miles de unidades, pocas empresas obtuvieron eficiencia asegurando los costos. Hoy se ha mejorado mucho en la tecnología de producción en masa en este siglo.

En EUA aproximadamente el 75 % de la manufactura es por lotes, en rangos de mil a dos mil. Hasta ahora, pocas empresas han ido disminuyendo el tamaño de lote con la manufactura. La variabilidad natural de ambas actividades diseño y manufactura, en la manufactura por lotes, ha hecho difícil definir las mejoras de optimización.

Desde la segunda guerra mundial, se han incrementado los problemas de producir por lote. El sentimiento general ha sido que cada vez más artículos se fabrican en producción en masa y que la manufactura por lote decrecería. Que no ha sido el caso. Ahora vemos que la tendencia es hacer los lotes más pequeños, en producción en masa como en producción por lotes

Un auto puede ser un sistema de producción en masa, pero cuando las especificaciones cambian como sistema de estéreo, aire acondicionado, rines especiales y otros factores, los autos son producidos en lotes pequeños. Esto tendría un tremendo impacto en los costos futuros. Un automóvil costaría ya no 3000 u 8000 Dlls sino de 500,000 a 1,000,000 Dlls por su manufactura. Mencionando la tendencia de la necesidad de mas mano de obra. Tomando también los niveles de habilidad, etc.

## 2.1 DEFINICIÓN Y CONCEPTOS

### **La repetibilidad y la automatización.**

Al decidir sobre las tecnologías a emplear, no se debe asumir que lo mejor es la mayor automatización posible. La automatización supone una gran inversión en activos productivos, lo que conduce al incremento de los costos fijos, también sugiere un aumento en el costo de mantenimiento y una disminución de la flexibilidad de los recursos. Sin embargo en el caso de que la repetibilidad sea excesivamente alta, los beneficios de la automatización sobrepasarán sus inconvenientes. Entre estos beneficios se encuentra la mayor productividad de la mano de obra, mejor calidad, ciclos de fabricación más cortos, aumento de la capacidad, reducción de los inventarios, etc.

Por desgracia los volúmenes de producción no son siempre la suficientemente elevados como para justificar la creación de una línea dedicada a un sólo producto. En tales casos, debería considerarse los beneficios asociados a la repetibilidad, que se podrían alcanzar utilizando la automatización de bajo costo: la Tecnología de Grupos o la Automatización Flexible.

### División de los Procesos:

1. Alta repetibilidad
2. Baja repetibilidad

Alta Repetibilidad = Automatización

### Tipos de Automatización:

1. Alto costo
2. Bajo costo.

**Automatización de Alto Costo.** Automatización total de la planta, para altos volúmenes de producción.

Ventajas	Desventajas
Mayor productividad Mejor calidad Ciclos de fabricación más cortos Aumento de la capacidad Reducción del inventario Mayor venta	Gran inversión Aumento en el costo de mantenimiento Disminución de la flexibilidad.

**Automatización de bajo costo.-** Se utiliza para bajos y medianos volúmenes de producción. Esta se puede dar con la ayuda de dos técnicas:

1. Grupos Tecnológicos
2. Automatización Flexible

La manufactura en lotes es estimado que es la forma más común de producción en los USA constituyendo tal vez el 50 % o más de la actividad manufacturera. Hay una gran necesidad de realizar la manufactura de lotes con eficiencia y productividad. También hay una gran tendencia de integración de las funciones del diseño y de la manufactura. Una de las ventajas que se enfoca directamente a estos objetivos son los GT.

GRUPOS TECNOLÓGICOS es una filosofía de manufactura en donde las partes similares son identificadas y agrupadas tomando ventaja de su similitud en manufactura y diseño. Partes similares son agrupadas dentro de familias de partes. Entonces, estas resultan de la existencia de problemas similares que se agrupan para formar grupos de familias de problemas similares

que ofrecen la solución sencilla, con ahorro de tiempo y esfuerzo. Las similitudes son de dos tipos:

**Atributos de diseño.-** Comúnmente los criterios calificativos son las dimensiones, tolerancias, formas, acabados y tipo de material.

**Atributos de manufactura.-** los criterios calificativos son los procesos de producción, la secuencia de operaciones, el tiempo de producción, las herramientas requeridas, los escantillones requeridos y el tamaño de lote.

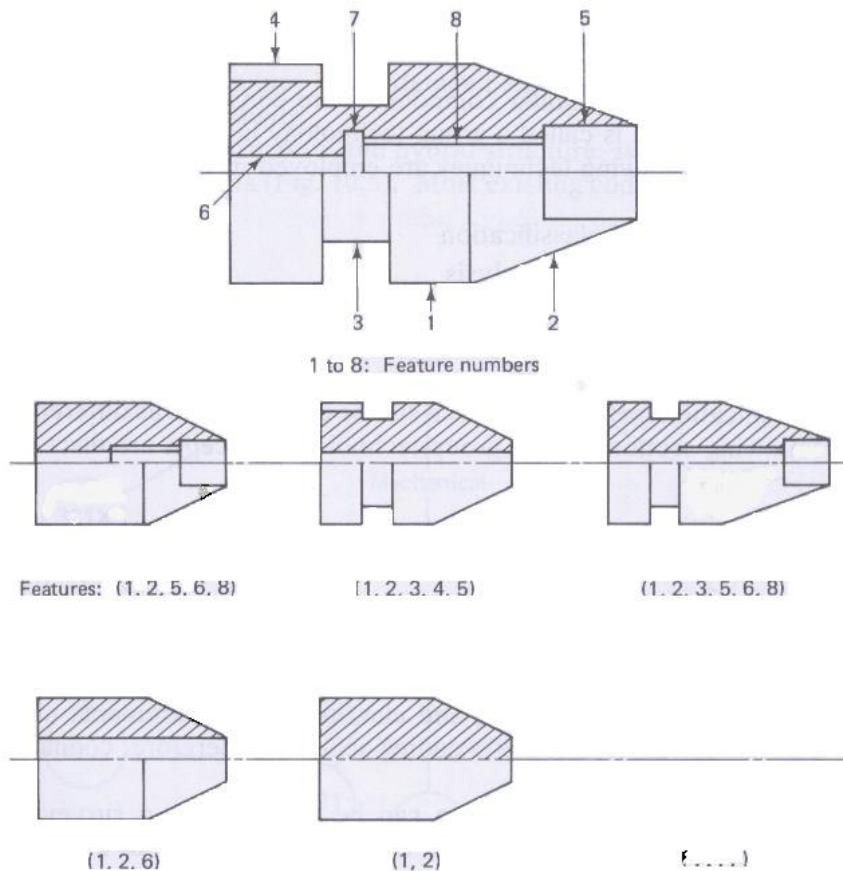


Figura 2.1 Composición de componentes

Existen tres métodos empleados para la agrupación de familias:

1. **Inspección visual** .- Es la más simple, consiste en mirar las partes. Fotos o dibujos, a través del cual se examinan las similitudes de las partes. Esta es la manera más fácil para agrupación de partes por atributos de diseño pero también es el método menos seguro.
2. **Inspección de las hojas de proceso**. Envuelve la inspección de las hojas de proceso usados para las secuencias de las partes de las operaciones a ser desarrolladas. Este método es más seguro que el anterior. Este método es referido algunas veces como el PFA o Método de Análisis del Flujo del Proceso.
3. **Clasificación y Codificación de partes**. Es el método más ampliamente usado, es también el más sofisticado, el más difícil y el que más tiempo consume.

Los tres métodos requieren una investigación significativa en tiempo y energía. Muchos sistemas han sido desarrollados en el mundo, pero ninguno ha sido adoptado como universal.

En el diseño del producto, existen algunas ventajas obtenidas por agrupación de partes en familias. Estas ventajas están en la clasificación y codificación de partes. La clasificación y codificación de partes concierne la identificación de similitudes en una cantidad de partes y relaciona a éstas con un sistema codificado.

**CLASIFICAR:** Es un proceso separativo en el cual los artículos son divididos en grupos, basados en la existencia o ausencia de características atribuibles.

Desde el comienzo, la cultura humana trata de relacionar cosas similares. Los biólogos clasifican las cosas dentro de genes y especies, tal es el caso de los mamíferos, reptiles, anfibios, etc. El mismo caso de fenómenos naturales puede ser aplicado a fenómenos de fabricación e información. Usualmente GT se relaciona únicamente para aplicaciones de producción.

**CODIFICAR:** es el proceso de establecer símbolos para ser usados en una significativa comunicación. Para identificar partes con características específicas. Para modelar componentes sin detalles.

Cuando se construye un sistema de código para representar un componente, hay varios factores que se deben considerar:

1. La población de un componente ( rotacional, prismático, hojas de metal, etc.)
2. Los detalles que representará el código.
3. El tipo de estructura: jerárquico, de cadena o híbrido.
4. La representación digital (binario, octal, decimal, alfanumérico o hexadecimal, etc)

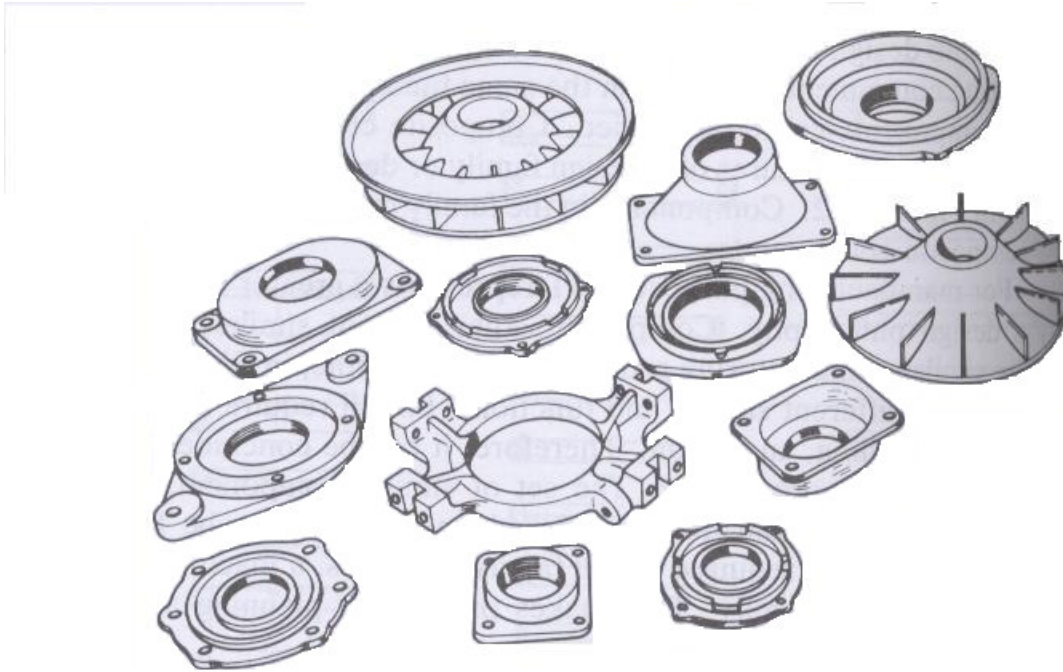


Figura 2.2 Clasificación y codificación

**La población** de un componente contribuye a una variedad de formas. Por ejemplo, la población de los USA incluye raza que existen en la tierra. En este sentido, es necesario distinguir raza, color de cabello, de ojos y así. Sin embargo en China o Japón estas características son invariables.

Cuando diseñamos un esquema de código, dos propiedades deben ser verdaderas: 1) No ambigüedad y 2) Completo

Definiremos codificar como una función  $H$  que dirige los componentes desde un espacio poblacional  $P$  a un espacio codificado  $C$

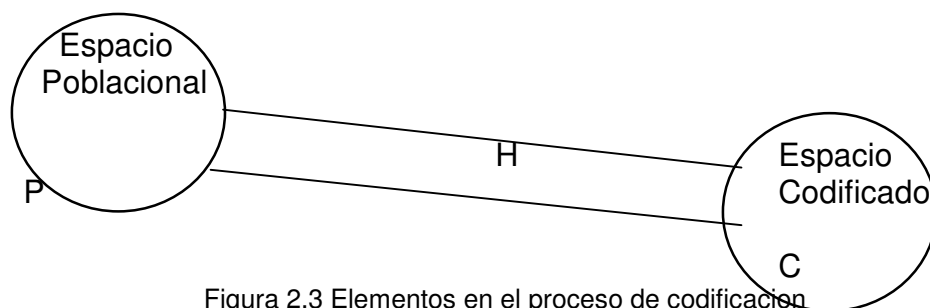


Figura 2.3 Elementos en el proceso de codificación

**Los detalles que representa** el código depende solamente de la aplicación del código. El código tiene que ser conciso, si un código se puede representar con 10 o con 100 dígitos, es mejor seleccionar el de 10. La aplicación de una

estructura de código depende de la aplicación. Sin embargo, la selección permite diferentes precisiones para diferentes esquemas.

**La representación digital.**- Por ejemplo, un código de N dígitos con diferentes características permite la siguiente combinación del código.

Binario	2	0,1
Octal	8	0-7
Decimal	10	0-9
Hexadecimal	16	0-9, A-F
Alfanumérico	26+10	0-9 A-Z

En el desarrollo de un sistema de codificación y clasificación, la pregunta básica es ¿Que hace tu código?. Diferentes departamentos requieren diferente tipo de información. Lo interesante sería generar un código que tuviera toda la información de un sistema

## 2.2 DIFERENCIA Y SIMILITUD CON OTROS SISTEMAS.

Los sistemas de manufactura pueden ser clasificados y diferenciados por varias características, entre las principales se encuentra el volumen de producto y la variedad de estos. Esto mismo da la pauta para medir la flexibilidad de los procesos, establecer el grado de especialización de la mano de obra así como el nivel de automatización.

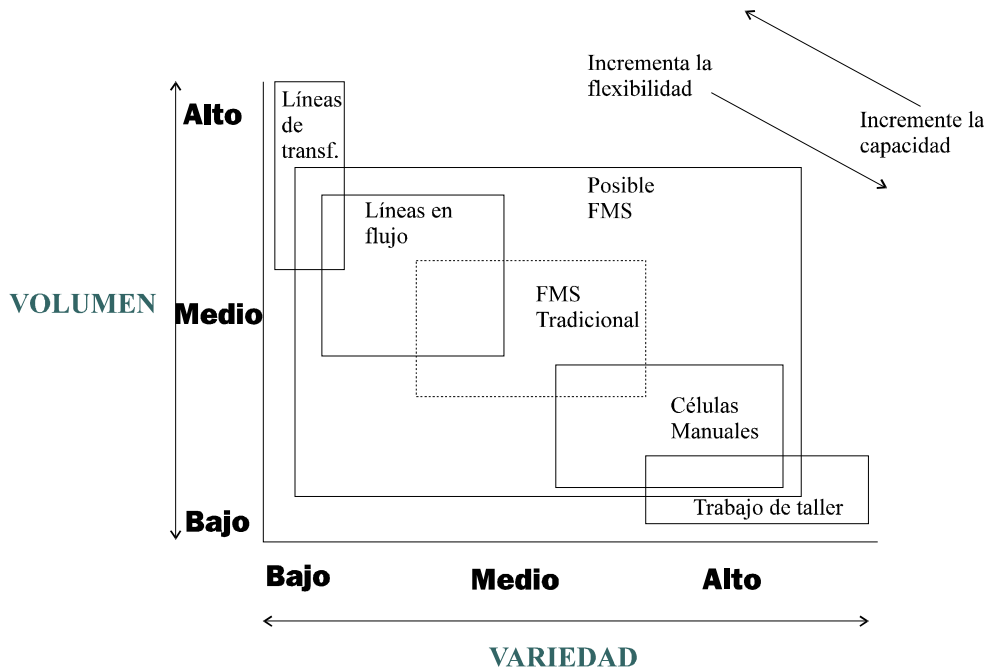


Figura 2.4 Posición de las células en los sistemas de manufactura

**TRABAJO DE TALLER.** En esta configuración se producen lotes más o menos pequeños de una amplia variedad de productos de poca o nula estandarización,

empleándose equipos de escasa especialización, los cuales suelen agruparse en talleres o centros de trabajo CT a partir de la función que desarrollan; estos equipos suelen ser versátiles y permiten ejecutar funciones diversas, por lo que pueden alcanzar una amplia variedad de salidas. Los costos variables son relativamente altos debido a la nula o muy baja automatización, pero genera muy bajo costo fijo porque no necesita mucha inversión.

En este tipo de proceso, en los que la sofisticación tecnológica es muy baja y la automatización nula, suele requerir que el personal domine cada una de las tareas necesarias para la fabricación del producto.

**CÉLULAS DE MANUFACTURA.** Consiste en organizar las máquinas herramientas necesarias en áreas separadas para la producción de familias de partes, surgidas de la utilización de la tecnología de grupos.

### **Tipos de diseños de células.**

El término de células de manufactura es algunas veces usado para describir las operaciones de un grupo de máquinas tecnológicas. Las células de máquinas pueden ser clasificadas dentro de alguna de la siguiente clasificación, acorde al número de máquinas y al grado de mecanización en el cual el material fluye entre las máquinas:

1. Célula de Máquina Simple
2. Célula de un Grupo de máquinas con manejo manual
3. Célula de un Grupo de máquinas con manejo semiautomático.
4. Sistemas de Manufactura Flexible (FMS).

**Células de máquina simple.**- consiste de una máquina plus soportando herramientas y escantillones organizados para hacer una o más familias de partes. Este tipo de célula puede ser aplicado a piezas en las cuales los atributos permiten ser hechos en un tipo básico de proceso, tales como torneado o fresado.

**Célula de un Grupo de máquinas con manejo manual.**- es un arreglo de más de una máquina usadas colectivamente para producir una o más familias de partes. Esta no provee el movimiento mecanizado de partes entre las máquinas de las células, por lo tanto los operadores quienes corren la célula desarrollan la función del manejo de material.

**Célula de un Grupo de máquinas con manejo semiautomático.**- Usa un sistema de manejo mecanizado, tal como transportadores, para mover las partes entre las máquinas de la célula. Cuando las partes de la célula tienen rutas idénticas o casi idénticas, una distribución en línea es considerada apropiada. Si las rutas del proceso varían una distribución de enlace es mas apropiada.

**Determinación del mejor arreglo de máquinas.** Determinar cual es el mejor arreglo de equipo en una célula podría basarse en los requerimientos de la pieza a procesar. Los factores de importancia incluyen:

- El volumen de trabajo a ser hecho en la célula. Esto incluye el número de partes por año y la cantidad de trabajo requerido por parte. Estos factores influyen en el número de máquinas a ser incluidas en la célula, el costo total de operación de la célula.
- Variaciones en las rutas de proceso de las partes. Esto determina el flujo de trabajo. Si todas las rutas del proceso son idénticas, el flujo de línea unido es apropiada. Con variaciones significantes en las rutas, una forma U o de enlace puede ser más apropiada.
- El tamaño de la parte, forma, peso y otros atributos físicos. Esto determina el equipo que puede ser usado para el manejo del material.

**MANUFACTURA FLEXIBLE.** Consiste en grupos de estaciones de procesamiento (maquinas-herramientas) interconectadas con mano de obra y almacenamiento que son controlados por un sistema de computo. Este sistema es considerado para llenar un hueco entre la alta producción y la baja.

La diferencia esta en que los GT es una técnica que se emplea para una gran variedad de productos con bajos volúmenes de producción, mientras que los FMS es un sistema que se utiliza para medios volúmenes de producción con una variedad media de sus modelos.

**LINEAS EN FLUJO.** Cuando se trata de la fabricación de grandes lotes de pocos productos diferentes ( con pocas opciones) pero técnicamente homogéneos, usando para ello las mismas instalaciones se usa esta configuración. Se trata de artículos cuyo proceso de obtención en los CT requiere una secuencia similar de operaciones, por lo que dichas máquinas se disponen en líneas, una tras otra. Tras fabricar un lote de un artículo, se procede a ajustar las máquinas y se fabrica un lote de otro distinto y así sucesivamente.

En este caso la maquinaria es mucho más especializada que en los anteriores, dándose una alta inversión así como una mayor automatización y homogeneidad en los procesos. Los equipos son más versátiles que en la configuración continua. La especialización de los trabajadores es también mayor que en la de taller, realizando estos la misma función.

**FLUJO CONTINUO.** La fabricación en lotes se transforma en flujo continuo cuando se eliminan los tiempos ociosos y de espera, de forma que siempre se están ejecutando las mismas operaciones, en las mismas máquinas, para la obtención del mismo producto, con una disposición en cada línea. Cada máquina y equipo están diseñados para realizar la misma operación y preparados para aceptar de forma automática el trabajo que les es suministrado por una máquina precedente. Los operadores realizan las mismas tareas para el mismo producto.



**Tabla N° 1 Características de la Configuración de los Sistemas de Manufactura.**

Configuración	Homogeneidad del proceso	Repetitividad	Producto	Intensidad del capital	Flexibilidad	Participación del cliente	Volumen de salidas
Continua	Alta	Alta	Estándar	Automatización e inversión alta	Inflexible	Nula	Muy grande
Línea	Media Alta	Media Alta	Varias opciones	Automatización e inversión media	Baja	Baja	Medio/grande
Flexible	Media	Media	Varias opciones	Automatización media e inversión media	Media	Media	Media
Células	Media Baja	Media Baja	Varias opciones	Automatización baja e inversión baja	Media	Alta	Media Baja
Taller	Muy baja	Muy baja	A medida	Automatización escasa o nula, baja inversión	Alta	Alta	Muy bajo

Para ilustrar la comparación de características de los cinco tipos de sistemas o configuración de los procesos se tiene la tabla N°.

### 2.3 CARACTERIZACIÓN , VENTAJAS Y DESVENTAJAS

La codificación puede ser usada para propósitos de clasificación y los requerimientos de clasificación deben ser considerados durante la construcción de un esquema de código. Entonces, codificación y clasificación están estrechamente relacionados.

Antes de un código pueda ser construido, un estudio de las características de todos los componentes debe ser completado y entonces valores de códigos pueden ser asignados a las características dependiendo de la aplicación del esquema del código. Por ejemplo, las tolerancias no son importantes para la recuperación del diseño, entonces, estas no son características en un sistema de codificación orientado al diseño. Sin embargo, en un sistema de codificación orientado a la manufactura, las tolerancias son características importantes.

La estructura de un código es importante porque afecta su longitud, la accesibilidad y la expandibilidad. Hay tres tipos de estructura de código en GT:

1. Jerárquico
2. De cadena (Matriz)
3. Híbrido o Mixto.

**Estructura Jerárquica:** es también llamado monocódigo. En un monocódigo, cada número de código es calificado por un carácter precedente. Por ejemplo la figura

**VENTAJA:** Puede ser almacenada una gran cantidad de información con muy pocas posiciones de códigos.

**DESVENTAJAS:** es muy complejo y es difícil desarrollar porque todas las ramas tiene que ser definidas.

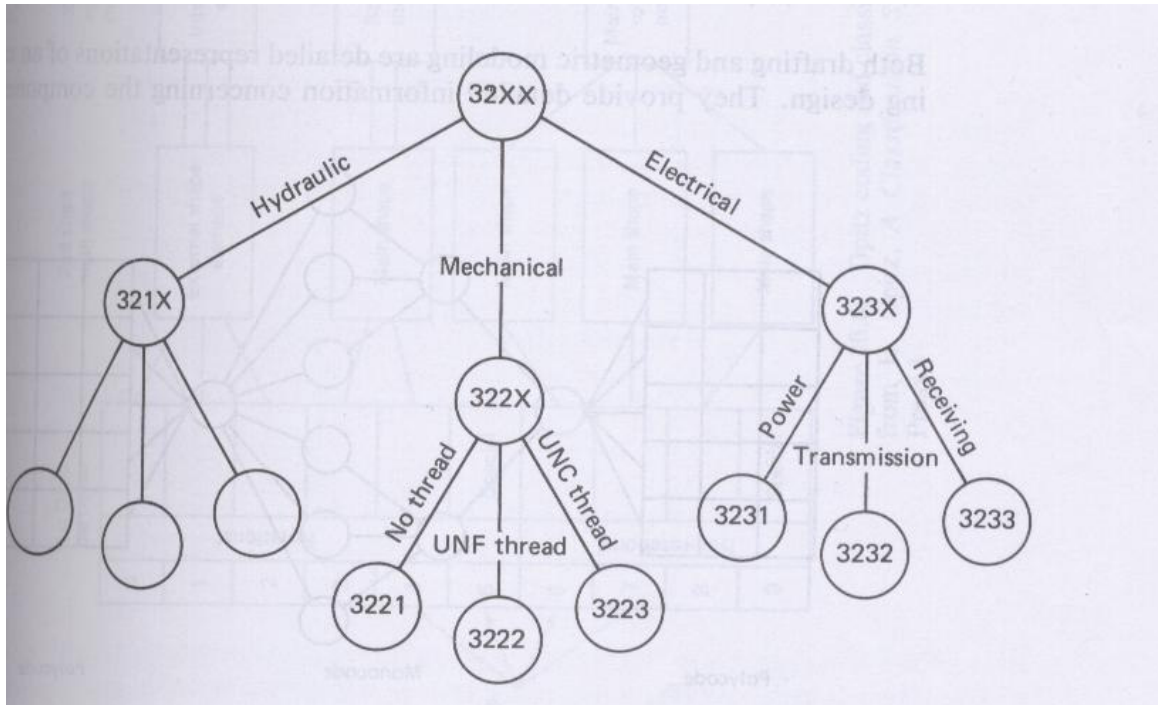


Figura 2.5 Estructura jerárquica

**Estructura de Cadena:** También llamada poli código. Cada posición del código representa un poco de información, indiferente al número previo. En la siguiente tabla un esquema de cadena es presentado.

**VENTAJA:** Es compacto, mucho más fácil de construir y usar.

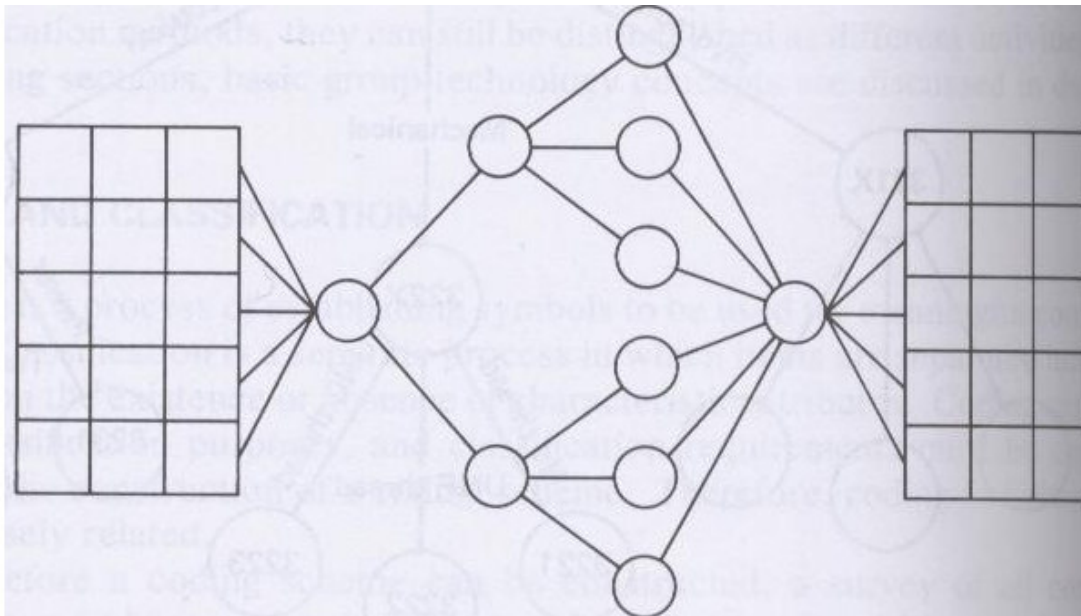
**DESVENTAJA:** No es tan detallado como la estructura jerárquica.

Tabla 2. Estructura de Cadena

Digit position	1	2	3	4
Class of feature	External shape	Internal shape	Holes	
Possible value				
1	Shape 1	Shape 1	Axial	
2	Shape 2	Shape 2	Cross	
3	Shape 3	Shape 3	Axial and cross	
4				

**Estructura Híbrida:** Es una combinación del tipo jerárquico y el de cadena, como se indica en la figura. Mas sistemas de códigos existentes usan una estructura híbrida para obtener las ventajas de ambas estructuras.

**VENTAJAS:** Se obtiene las ventajas de ambos códigos como lo es el código Opitz



**Figura 2.6 Estructura Híbrida**

La experiencia ha demostrado que ciertos atributos pueden ser codificados para definir los objetivos de un sistema de clasificación y codificación. Algunos de estos atributos son universales como por ejemplo:

- Forma principal (rotacional, cajeado o lamina)
- Elementos de la forma principal ( Conos, perforaciones, muescas)
- Dimensiones
- Tolerancias
- Material

Ya que un sistema de código transforma las propiedades y requerimientos listados previamente dentro de un código, puede de alguna manera ser vinculado dentro de un sistema de planeación del proceso. Algunos sistemas de planeación del proceso que han sido satisfactoriamente usados se ilustran a continuación.

### **SISTEMA DE CLASIFICACIÓN OPITZ**

- Es el código más conocido, fue desarrollado por H. Opitz de la Universidad de Aachen Tech en Alemania en 1970.
- Es un sistema alfanumérico, usa una estructura mixta, sin embargo se puede considerar como una estructura de matriz más compacta si no se considera el primer dígito.
- Consiste de tres partes: un código geométrico , suplementario y de producción.
- En el código geométrico se pueden representar partes rotacionales, lisas y cúbicas. La dimensión L/D ( largo entre diámetro) es utilizado en la clasificación de partes rotatorias, las relaciones L/B ( largo entre ancho) y L/W (largo sobre peso) se utiliza para componentes no rotatorios.

**El código geométrico** utiliza 5 dígitos, los cuales representan los atributos de diseño:

1. El tipo de componente
2. La forma básica
3. El maquinado de superficies cilíndricas
4. El maquinado de superficies planas
5. Perforaciones, dientes y formas auxiliares

**El código suplementario** esta formado por 4 dígitos los cuales representan los atributos de manufactura:

1. Representa la dimensión principal ( diámetro o largo) el rango de dimensiones va desde 0.8 hasta 80 pulgadas y para dimensiones menores de 0.8 pulg. Se representa por el 9.
2. Tipo de material
3. Forma del material
4. Tolerancias

**El código de producción** esta formado por la parte alfabética del código, representando la secuencia de las operaciones de producción.

Ej. 12345 6789 abcd

Tablas del código Opitz



**TABLE 10.4. FORM CODE (DIGITS 1-5) FOR ROTATIONAL PARTS IN THE OPITZ SYSTEM. PART CLASSES 0, 1, AND 2**

Digit 1		Digit 2			Digit 3			Digit 4		Digit 5									
0	1	2	3	External shape, external shape elements			Internal shape, internal shape elements			Plane-surface machining		Auxiliary holes and gear teeth							
				Stepped to one end		Smooth or stepped to one end	Stepped to both ends		Smooth or stepped to one end	No surface machining	No gear teeth	With gear teeth							
Part class	$L/D \leq 0.5$	Smooth, no shape elements			No hole, no breakthrough			No surface machining		No auxiliary hole									
		No shape elements		No shape elements	Thread		Thread	Surface plane and/or curved in one direction, external		Axial, not on pitch circle diameter									
		Thread	Functional groove	Functional groove		Functional groove	External plane surface related by graduation around a circle		Axial on pitch circle diameter										
Rotational parts	$0.5 < L/D < 3$	Stepped to one end		Smooth or stepped to one end	Stepped to both ends		No shape elements	External groove and/or slot		Radial, not on pitch circle diameter									
		No shape elements		Thread	Thread		Thread	External spline (polygon)		Axial and/or radial and/or other direction									
		Thread	Functional groove	Functional groove		Functional groove	External plane surface and/or slot, external spline		Axial and/or radial on PCD and/or other directions										
Nonrotational parts	$L/D \geq 3$	Stepped to both ends		Stepped to both ends	Functional cone		Internal plane surface and/or slot		Spur gear teeth										
		Functional cone		Operating thread	Operating thread		Internal spline (polygon)		Bevel gear teeth										
		Operating thread		All others	All others		Internal and external polygon, groove and/or slot		Other gear teeth										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Digit 1		Digit 2		Digit 3		Digit 4		Digit 5	
Component class	Overall shape	Rotational machining		Plane surface machining		Auxiliary holes, gear teeth and forming		No drilling, no gear teeth	Formed, no auxiliary holes
		0	1	2	3	4	5		
3	Rotational components L/D < 2 with deviation	0	Hexagonal bar	0	No rotational machining	0	No surface machining	0	No auxiliary holes, gear teeth and forming
4	Rotational components L/D > 2 with deviation	2	Symmetrical cross section producing no imbalance	2	with screw thread(s)	2	External plane surface related to one another by production around a vertex	2	Hole axial and/or radial and/or in other directions, not related
5	Segments before rotational machining	4	Segments after rotational machining	4	Stepped toward one or both ends (multiple increases)	4	External spline and/or Polygons	4	Hole axial and/or radial and/or in other directions
6	Rotational components with curved axis	5	Rotational components with curved axis	5	Machined	6	Internal plane surface and/or groove	6	Formed with auxiliary holes
7	Rotational components with two or more parallel axes	6	Rotational components with two or more parallel axes	6	Screw threads	7	Internal spline and/or Polygons	7	Gear teeth, no auxiliary holes
8	Rotational components with intersecting axis	7	Rotational components with intersecting axis	7	External shape elements	8	External and internal spline and/or slot and/or groove	8	Gear teeth with auxiliary holes
9	Others	8	Others	8	Other shape elements	9	Other	9	Other

## SISTEMA DE CLASIFICACIÓN KK3

- Tiene como propósito principal la clasificación de maquinado de partes en forma general
- Fue desarrollado por la Sociedad Japonesa para la Promoción de máquinas industriales (JSPMI,1980).
- Las partes a ser clasificadas son primordialmente de corte de metal y componentes.
- Usa un sistema de 21 dígitos decimales
- Es una modificación del KK1. Es más grande que el código Opitz

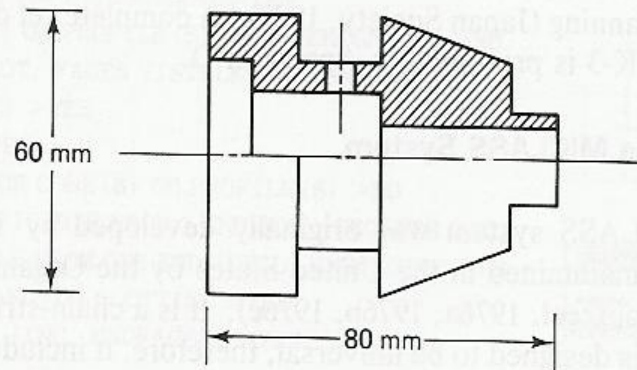
Los dígitos clasifican:

1. Nombre ( 2 dígitos)
2. Función: a) General b) Especifica
3. Material ( 2 dígitos)
4. El tipo de material b) La forma del material en crudo.
5. Dimensiones ( 2 dígitos)
6. Longitud y b) diámetro
7. Formas primarias y relación de las dimensiones ( 1 dígito)
8. Formas detalladas y tipos de procesos ( 13 dígitos)
9. Tolerancias ( 1 dígito)

**TABLE 10.5.** STRUCTURE OF THE KK-3 CODING SYSTEM  
(ROTATIONAL COMPONENTS)

Digit	Items	(Rotational components)	
1	Parts name	General classification	
2		Detail classification	
3	Materials	General classification	
4		Detail classification	
5	Chief dimensions	Length	
6		Diameter	
7	Primary shapes and ratio of major dimensions		
8	Shape details and kinds of processes	External surface and outer primary shape	
9		Concentric screw threaded parts	
10		External surface	Functional cut-off parts
11			Extraordinary shaped parts
12			Forming
13			Cylindrical surface
14		Internal surface	Internal primary shape
15			Internal curved surface
16			Internal flat surface and cylindrical surface
17		End surface	
18		Nonconcentric holes	Regularly located holes
19			Special holes
20		Noncutting process	
21	Accuracy		

*Source:* Courtesy of the Japan Society for the Promotion of Machine Industry.



Code digit	Item	Component condition	Code
1	} Name	Control valve	0
2		(others)	9
3	} Material	Copper bar	7
4			
5	Dimension length	80 mm	2
6	Dimension diameter	60 mm	2
7	Primary shape and ratio of chief dimension	L/D 1.3	2
8	External surface	With functional tapered surface	3
9	Concentric screw	None	0
10	Functional cutoff	None	0
11	Extraordinary shaped	None	0
12	Forming	None	0
13	Cylindrical surface $\geq 3$	None	0
14	Internal primary	Piercing hole with dia. variation, NO cutoff	2
15	Internal curved surface	None	0
16	Internal flat surface	None	0
17	End surface	Flat	0
18	Regularly located hole	Holes located on circumferential line	3
19	Special hole	None	0
20	Noncutting process	None	0
21	Accuracy	Grinding process on external surface	4

**Figure 10.9.** Example of a KK-3 coding system.



### SISTEMA DE CLASIFICACIÓN VUOSO-PRAHA

- Este sistema consta de 4 dígitos, los cuales son tipo, clase, grupo y material.
- Es usado para clasificar piezas , así como identificar el tipo de departamento al cual pertenece esa pieza
- Resulta ser de los más sencillo por su fácil manejo

TABLE 10.3. THE VUOSO-PRAHA CODE

Vúoso-Praha Workpiece classification system																
Kind of workpiece	Rotational workpieces					Flat and irregular	Box-like	Other mainly non-machined	Materials							
	Hole in axis		Geared and splined						Rough form	Lmax mm	Rough weight	Made of	Plan steel STL			
	None	Blind	Trough	None	Hole in axis								Through	None	Through	None
1	2	3	4	5	6	7	8	1								
Class of workpiece	0	D	L/D	Rough form	Gib-like	mm 0-200	0-30 kg	Extruded forms	2							
	1	0-40	1-6			mm 200-	30-200 kg	Bars	3							
	2		6		Platforms	mm 0-200	200-500 kg	Tubes	4							
	3		1			mm 200-	500-1000 kg	Sheets	5							
	4	40-80	1-4		Lever-like	mm 0-200	1000 - kg	Wires	6							
	5		4			mm 200-			7							
	6	80-200	1-3		Irregular	mm 0-200			8							
	7	80-	3			mm 200-			9							
	8	200-	3		Prism-like	mm 0-200			0							
9	Various	30			mm 200-			0								
Way of workpiece	0	Smooth			Flat Parallel		Boxes Spinalstocks Frames	Flat Non mach	Example of a class number							
	1	Thread in axis		Spur geared	Flat Other		Columns	Flat Part mach	3 3 7 2							
	2	Holes not in axis		Other	Rotat Parallel		Beds Bridges	Rotat Non mach	3 - rotational							
	3	Splines or grooves		Taper geared	Rotat Other		Outriggers Knees	Rotat Part mach	3 - max. Ø 40-80							
	4	Comb. 1+2		Spined	Flat Parallel		Tables Slides	Flat Non mach	L/D = 1							
	5	Comb. 1+3		Other	Rotat Parallel		Lids	Rotat Non mach	7 - threaded holes not in axis, splines							
	6	Comb. 2+3		Wormgeared	Flat Parallel		Bases Containers	Flat Part mach	2 - alloy steel							
	7	Comb. 1+2+3		Multiple gears	Rotat Other			Rotat Non mach								
	8	Taper		Spined	Geared			Welded Part mach								
9	Unround		Other			Counterweights	Other Part mach									

Source: Gallagher and Knight, 1973.

1. El primer dígito nos dice el tipo de pieza que se va a trabajar, éste se localiza en la parte superior colocado horizontalmente, puede ser de tipo rotacional con barrenos o dentado.
2. El segundo dígito es la clase de material que se va a trabajar, que describe las características físicas de la pieza como diámetro, longitud, etc. Este dígito se localiza en la parte superior izquierda colocado verticalmente. Depende del diámetro de la pieza y de la relación L/D.
3. El tercer dígito nos indica la forma de la pieza a trabajar, es decir, que tipo de operación es necesario practicarle. Esta escala se localiza en la parte inferior izquierda de la tabla colocada verticalmente.
4. El cuarto y último dígito nos dice la constitución del material, es decir, de que tipo de material es, este se localiza en la parte superior de la tabla, colocado verticalmente.

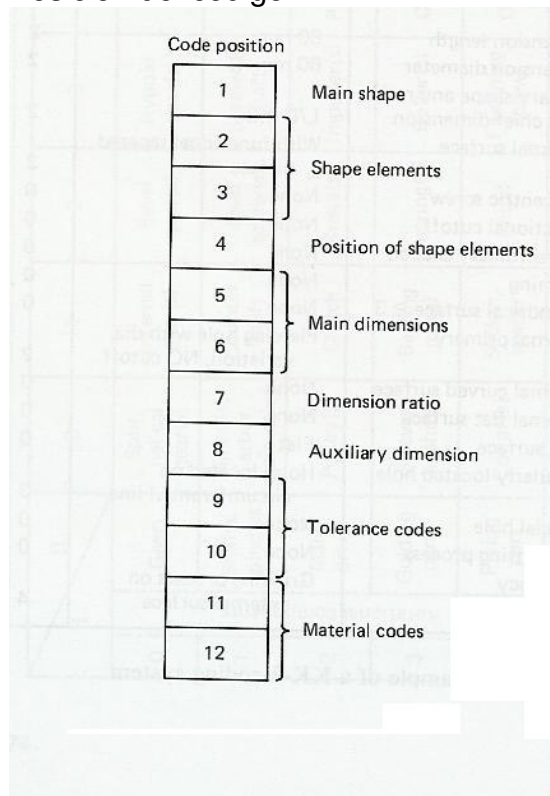
### SISTEMA DE CLASIFICACIÓN MCLASS

Es un sistema desarrollado por la TNO de Holanda y actualmente es utilizado por EUA en la Organización para Investigación Industrial.

Es un código de 12 dígitos

Esta diseñado para ser universal incluyendo información de diseño y manufactura.

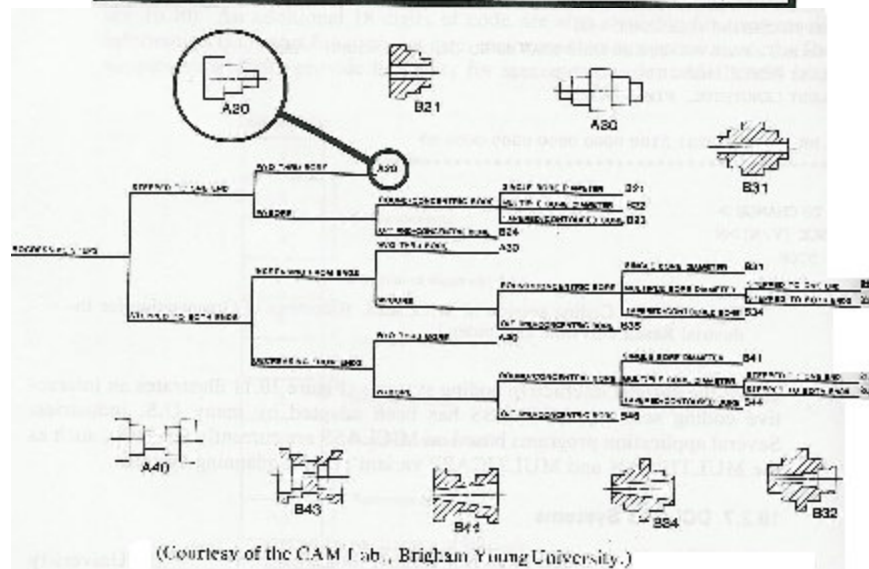
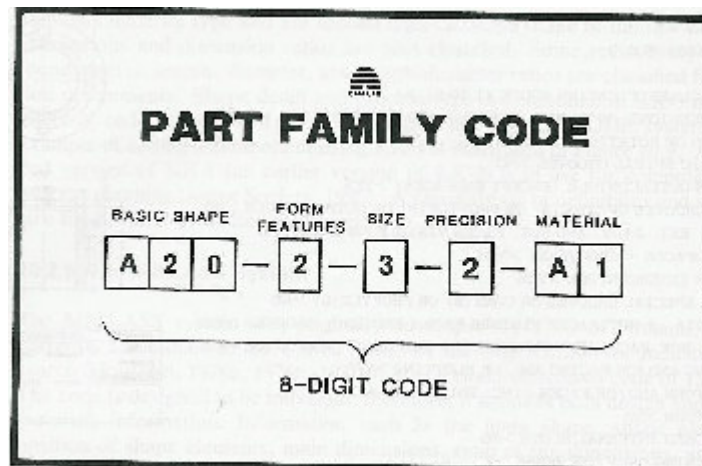
#### Posición del código



## SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DCLASS

- Fue desarrollado por Del Allen en Brigham Young University 1980
- Fue diseñado para toma de decisiones y sistemas de clasificación
- Es un sistema de estructura de árbol que puede generar códigos para componentes, materiales, procesos, máquinas y herramientas.
- Para componentes se usan 8 dígitos.
- En el código cada rama representa una condición.
- La construcción del código es estableciendo ciertas rutas.

Dígito 1 a 3	Forma básica
Dígito 4	Características de la forma
Dígito 5	Tamaño
Dígito 6	Precisión
Dígito 7 y 8	Material



## 2.4 METODOLOGÍA PARA FORMACIÓN DE GRUPOS Y ASIGNACIÓN DE EQUIPO

### Aplicación en la manufactura

La creación de familias de parte mejoraría grandemente la eficiencia de la fabricación por lotes y bajaría los costos de manufactura por la estandarización de los diseños y de los procesos de manufactura y por definir el método mas práctico en costo efectivo de producir una parte.

Estandarizar se refiere no únicamente a la eliminación de duplicados innecesarios, sino también a la mejor manera de hacer las cosas. La mejor manera involucra la utilización óptima del personal, del tiempo, de los materiales y del equipo. Esto requiere un entendimiento del flujo de las partes a través de los recursos de manufactura, la carga en cada máquina, las herramientas y el costo relativo y la tendencia de los costos en estas máquinas.

El desarrollo de la alta eficiencia y el abaratamiento de las computadoras y los programas sofisticados ayuda a hacer estos objetivos fáciles. Sin embargo el ingrediente principal es el conocimiento y la experiencia del personal de diseño y manufactura.

### Análisis para estandarización.

Tal vez el uso más importante de los sistemas de clasificación y codificación es el análisis de datos basado en similitudes de partes y la estandarización.

Alex Houtzeel da un ejemplo de una planta que quiso implantar GT, originando 521 diseño de engranes con el mismo código, No era posible! Se analizaron la secuencia de los procesos y lograron 30 códigos con 71 planes de proceso.

### La estandarización de los procesos.

La estandarización de los diseños y la manufactura requiere un esfuerzo considerable. El primer problema es como manejar una base de datos de 50,000 a 1,000,000 partes o mas. Es virtualmente imposible mirar todos los planes de procesos y diseños. Es aquí donde empieza el principio de evaluar las similitudes de los diseños y métodos de manufactura.

El paso es analizar el código que define una familia de partes. Estas familias pueden ser orientadas al diseño o a la manufactura. Mirando los atributos individuales de la parte y la frecuencia con la que ocurre, es posible determinar la mejor familia.

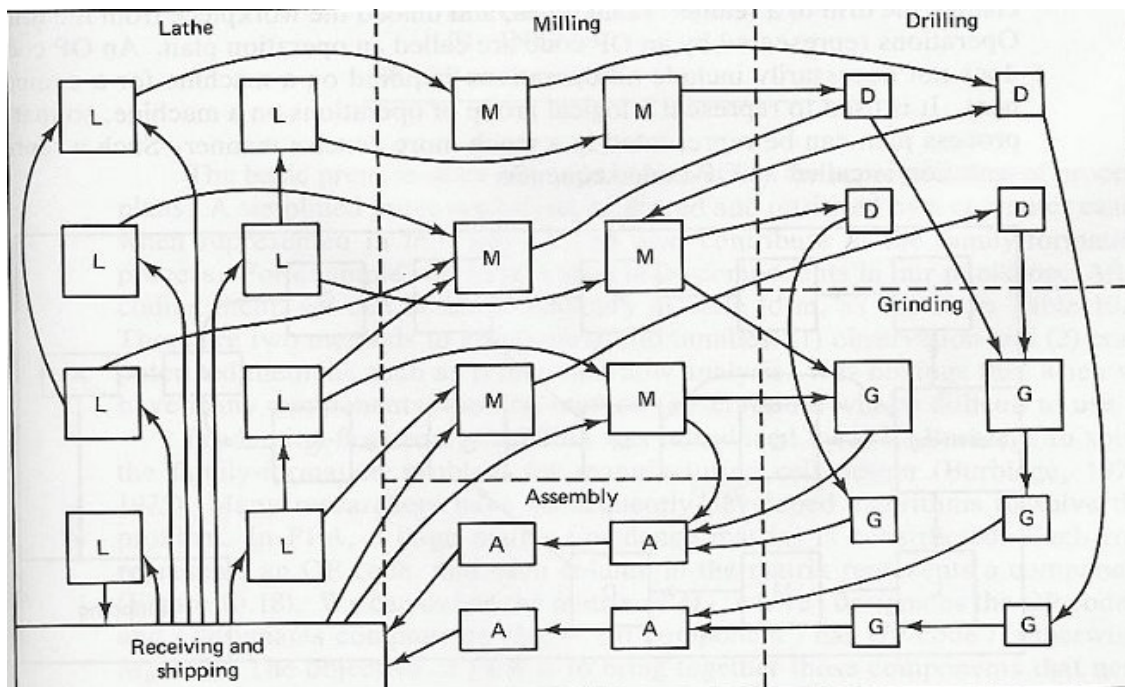
Con esto, el trabajo de planeación del proceso puede ser facilitado. Teniendo los procesos similares para los miembros de una familia, una célula de producción puede ser construida.

**FAMILIAS DE PARTE.** Es una colección de partes las cuales son similares tanto en forma, geometría y tamaño, como en la secuencia de los procesos.

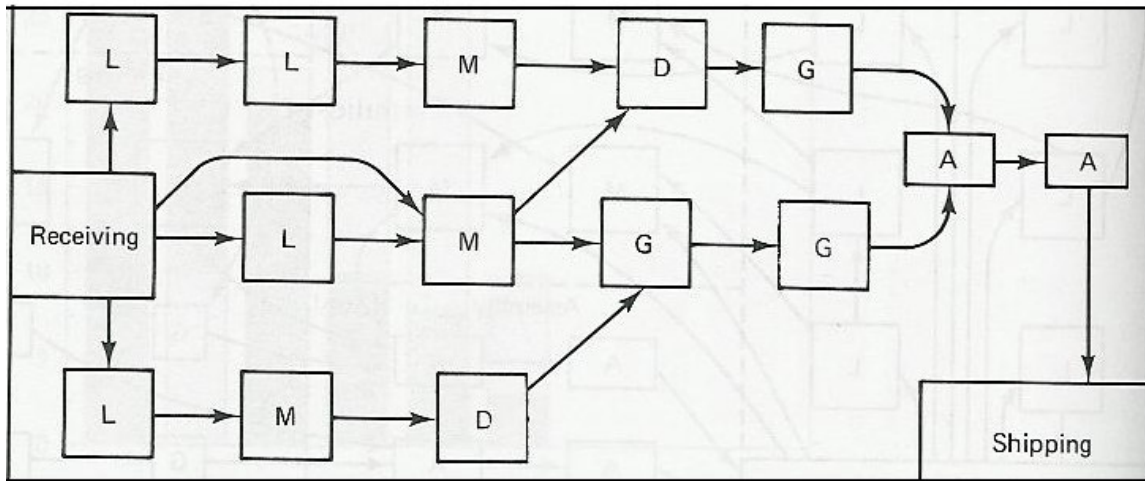
### FORMACIÓN DE FAMILIAS DE PARTES

Uno de los mejores beneficios derivados de GT es la formación de familias de partes para un flujo de trabajo eficiente. El flujo eficiente del trabajo resulta de la agrupación lógica de las máquinas de tal manera que el manejo de material y la preparación de ellas sea minimizado. Las partes pueden ser frecuentemente agrupadas de tal manera que se puedan utilizar las mismas herramientas y escantillones. Cuando esto ocurre una reducción amplia resulta en la preparación del equipo.

Una de las distribuciones más comunes de máquinas utilizado en la industria es la “Distribución Funcional”. Este tipo de Distribución se muestra en la siguiente figura. Como podemos ver las máquinas son colocadas con respecto a su tipo. Fresas, taladros, tornos y molinos son agrupados en departamentos. Esta distribución es buena en la asignación de herramienta y escantillones por departamento. También permite al supervisor acumular una cantidad significativa de información concerniente al tipo de operaciones que se realizan. Desafortunadamente, la distribución funcional también requiere que el producto fluya a través del sistema entero en una forma variable.



El manejo de material puede ser reducido si las partes requieren operaciones similares siendo agrupadas en familias, y las máquinas requeridas producen familias y se organizan en células. Este proceso se conoce como distribución celular y se ilustra en la figura siguiente.



La base de las células o GT es la formación de familias de partes. La formación de familias de partes es basada en la producción de parte o más específicamente en las características de su manufactura. Los componentes requieren procesos similares y agruparse dentro de las mismas familias.

Antes de agrupar se puede comenzar con la información concerniente al diseño y al proceso de los componentes existentes. Cada componente es representado en forma de código, llamado "Código del Plan de Operación". Un código OP representa una serie de operaciones en una máquina o estación de trabajo. Esta premisa del código OP es para simplificar la representación de los planes de proceso.

El Análisis de Flujo de la Producción (PFA) fue introducido por J.L: Burbidge para resolver problemas de formación de familias para diseño de células de manufactura. El objetivo del PFA es traer juntos en grupos los componentes que necesitan el mismo o un juego similar de OP.

### **PFA. Análisis de Flujo de la producción.**

Para el análisis de flujo de la producción, todas las partes en una familia deben requerir rutas similares. Mínimas modificaciones en la ruta estándar serán requeridas para nuevos miembros.

### Procedimiento del PFA

Puede ser organizado dentro de los siguientes pasos:

1. Colección de datos.- Se debe decidir los objetivos del estudio y recolectar los datos necesarios. Los objetivos definen la población de partes a ser analizadas. ¿Pueden todas las parte de piso ser incluidas en el estudio, o ser una muestra representativa el análisis?. Desde que la población es definida, los datos necesarios mínimos en el análisis son el número de parte y la secuencia para todas las partes. Estos datos pueden ser obtenidos de las hojas de proceso.
2. Clasificar las rutas de proceso.- El segundo paso es arreglar las partes dentro de grupos acordes a las similitudes de sus rutas de proceso. Para una cantidad grande de partes, un método manual acompaña este paso, es el codificar los datos coleccionados en el paso 1 dentro de archivos de computadoras. Ejemplo:

Operation code	Operation plan
01 SAW 01	Cut to size
02 LATHE 02	Face end
	Center drill
	Drill
	Ream
	Bore
	Turn straight
	Turn groove
	Chamfer
	Cutoff
	Face
	Chamfer
03 GRIND 05	Grind
04 INSP 06	Inspect dimensation
	Inspect finish

(a) Operation plan code (OP code) and operation plan

01	SAW 01
02	LATHE 02
03	GRIND 05
04	INSP 06

(b) OP code sequence

3. Carta PFA.- Los procesos usados para cada paquete son a continuación desplegados gráficamente. Una versión simplificada se muestra en la figura.

Component	Code	Processes	OP Code Sequence		
A-112	1110	SAW01,	LATHE02,	GRIND05,	INSP06
A-115	6514	MILL02,	DRL01,	INSP03	
A-120	2110	SAW01,	LATHE02,	GRIND05,	INSP06
A-123	2010	SAW01,	LATHE01,	INSP06	
A-131	2110	SAW01,	LATHE02,	INSP06	
A-212	7605	MILL05,	INSP03		
A-230	6604	MILL05,	INSP03		
A-432	2120	SAW01,	LATHE02,	INSP06	
A-451	2130	SAW01,	LATHE02,	INSP06	
A-510	7654	MILL05,	DRL01,	GRIND06,	INSP06
A-511					
A-511					
A-512					
A-550					
A-556					
B-105					
B-107					
B-108					
B-109					
B-115					
B-116					
B-117					
B-118					
B-119					
B-120					

4. Análisis.- Este es el paso más subjetivo y difícil en el PFA, pero es el crucial en el procedimiento. Desde que se trazan los datos en la carta del PFA, grupos similares pueden ser identificados. Esto puede ser hecho por rearreglo de los datos originales dentro de un nuevo trazo el cual trae paquetes juntos con rutas similares.

Invariablemente, hay partes que no caen en grupos similares. Estas partes pueden ser analizadas para determinar si un proceso de secuencias revisado puede ser mejorado ajustándose dentro de uno de estos grupos. Si no, esta parte puede continuar procesándose en una distribución de proceso de tipo convencional.

La debilidad del PFA es que los datos usados son tomados de las hojas de proceso. Las secuencias de los procesos de estas hojas de proceso, han sido preparadas por diferentes planeadores de proceso, y las diferencias son reflejadas en las hojas de proceso. Las rutas pueden tener pasos no óptimos, ilógicos e innecesarios.

Hay dos métodos para la agrupación de familias:

1. Observación y
2. Métodos computarizados tales como PFA.



## TECNICAS PARA FORMACION DE FAMILIAS

### Algoritmo de Kings o Agrupación por algoritmo del orden de Filas

King (1979) presenta el algoritmo del orden de filas que es un método simple:

Paso 1.- Para todos los valores de  $i$  Calcula el valor total de las columnas  $W_j$

$$W_j = \sum_i M_{ij}$$

Paso2.- Si  $W_j$  es en orden ascendente ir al Paso 3. De otra manera arreglar la columna para hacer la cascada de  $W_j$  en orden ascendente.

Paso 3.- Para todos los valores de  $j$  calcular el valor total del renglón  $W_i$

Paso 4.- Si  $W_i$  es en orden ascendente "STOP". De otra manera arreglar los renglones para hacer la cascada de  $W_i$  en orden ascendente. Ir al paso 1.

	A-112	A-115	A-120	A-123	A-131	A-212	A-230	A-432	A-451	A-510
SAW01	/		/	/	/			/	/	
LATHE01				/						
LATHE02	/		/		/			/	/	
DRL01		/								/
MILL02		/								
MILL05						/	/			/
GRIND05	/		/							
GRIND06	/		/							/
INSP03		/				/	/			
INSP06	/		/	/	/			/	/	/

Una de las mayores desventajas del algoritmo de Kings es la utilización de números binarios.

	A112	A115	A120	A123	A131	A212	A230	A432	A451	A510	$W_i$	Rank
S01	/										128	8
L01		/									48	6
L02	/		/								10	2
D01				/							5	1
M02					/						10	3
M05						/					64	7
G05	/						/				10	4
G06								/			64	8
									/		10	5
$W_i$											336	10

	A123	A120	A131	A432	A451	A115	A212	A230	A112	A510	$W_i$	Rank
S01	/										574	4
L01	/	/									2	1
L02		/	/								602	5
D01						/					1088	7
M02							/				64	2
M05								/			1408	8
G05									/		512	3
G06										/	1024	6

	A123	A120	A131	A432	A451	A115	A212	A230	A112	A510	$W_i$	Rank
L01	/										18	2
M02		/									24	4
G05			/								24	3
S01	/	/	/								24	4
L02		/	/	/							24	4
G06					/						24	4
D01						/					26	3
M05							/				160	6
								/			256	5
									/		256	5
$W_i$											510	6

	A123	A120	A131	A432	A451	A115	A212	A230	A112	A510	$W_i$	Rank
L01	/										2	1
M02		/									4	2
G05			/								8	3
S01	/	/	/								16	4
L02		/	/	/							32	5
G06					/						64	6
D01						/					128	7
M05							/				256	8

	A123	A120	A131	A432	A451	A115	A212	A230	A112	A510	$W_i$	Rank
L01	/										2	1
M02		/									4	2
G05			/								8	3
S01	/	/	/								16	4
L02		/	/	/							32	5
G06					/						64	6
D01						/					128	7
M05							/				256	8

**Agrupación Directa.**

Los componentes y las máquinas son listadas en la matriz. Donde exista una operación se marca con una diagonal ( / ) = positivas, las que no tienen operación están vacías = negativas.

Paso 1.- Para todos los valores de  $i$  calcular el número total de positivos en el renglón  $W_i$

$$W_i = \text{SUMA } M_{ij}$$

Arreglar los renglones en forma descendente.

Paso 2.- Para todos los valores de  $j$ , calcular el número total de células positivas en la columna  $W_j$ .

$$W_j = \text{SUMA } M_{ij}$$

Acomodar columna en orden ascendente.

Paso 3.- Para  $i = 1$  hasta  $N$  mover todas las columnas  $j$  donde  $M_{ij} = 1$  a la izquierda manteniendo el orden de los renglones previos

Paso 4.- Para  $j = M$  hasta  $1$  mover todos los renglones  $i$  donde  $M_{ij} = 1$  hasta la parte superior, manteniendo el orden en las columnas previas.

Paso 5.- Si la matriz concurrente es la misma que la matriz previa "STOP", de lo contrario regresar al paso 3.

		A-112	1	A-115	2	A-120	3	A-123	4	A-131	5	A-212	6	A-230	7	A-432	8	A-451	9	A-510	10	$\Sigma r$
A	SAW01	/		/	/	/	/					/	/									6
B	LATHE01					/																1
C	LATHE02	/		/	/	/						/	/									5
D	DRL01		/																	/		2
E	MILL02			/																		1
F	MILL05										/	/							/			3
G	GRIND05	/																				1
H	GRIND06																			/		1
	$\Sigma c$	3	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	3							

Step 1

		8	7	2	3	4	5	9	1	10	$\Sigma r$
A				/	/	/	/	/	/		6
C				/	/	/	/	/	/		5
F	/	/								/	3
D		/								/	2
B				/							1
E		/									1
G									/		1
H										/	1
	$\Sigma c$	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3

Step 2 (Row A)

		8	7	2	10	3	4	5	9	9	1
A				/	/	/	/	/	/	/	
C				/	/	/	/	/	/	/	
F	/	/	/								
D		/	/								
B				/							
E		/									
G										/	
H			/								

Step 4 (Last column)

		2	6	7	10	4	3	5	8	9	1
A					/	/	/	/	/	/	/
C						/	/	/	/	/	/
G											/
F	/	/	/	/							
D	/			/							
B					/						
E	/										
H				/							

Step 4 (Rest of the columns)

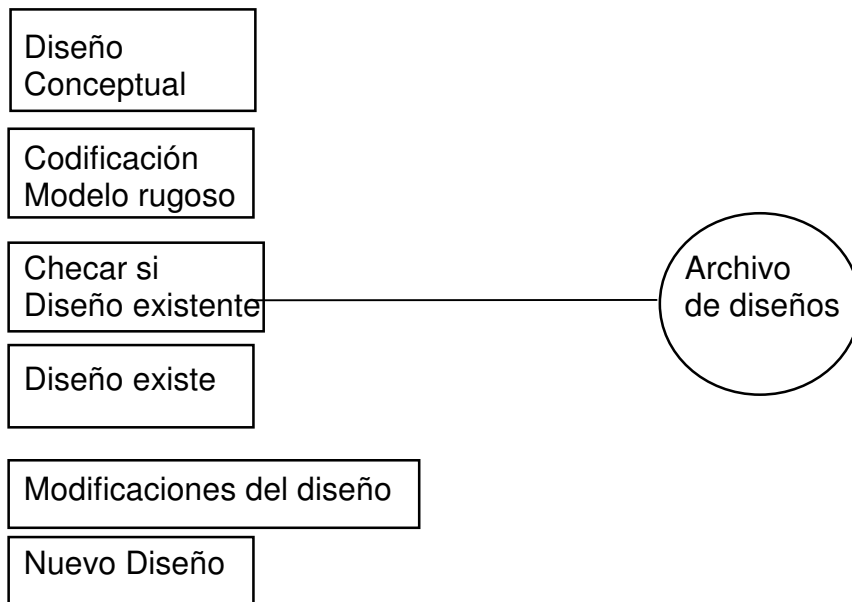
		2	6	7	10	4	3	5	8	9	1
A						/	/	/	/	/	/
C						/	/	/	/	/	/
G											/
B						/					
F	/	/	/	/							
D	/			/							
H				/							
E	/										

Family 1 (rows A, C, G, B)

Family 2 (rows F, D, H, E)

## BENEFICIOS DE LOS GRUPOS TECNOLÓGICOS

Codificar y clasificar son dos elementos de GT. Sin embargo, codificar y clasificar proveen pequeños beneficios si GT termina ahí.



### Selección de Maquinaria

Una de las características comunes de la industria norteamericana es la baja utilización de los carísimos equipos de procesar. La baja utilización puede tomar dos formas:

1. Mucho del tiempo de la máquina es ocioso y totalmente improductivo.
2. Muchas de las partes asignadas a una máquina específica están saliendo por debajo de la capacidad de la máquina.

### Mejora de los diseños.

GT permite a los diseñadores usar el tiempo más eficiente y productivamente por decremento de la cantidad de nuevos diseños requeridos a la vez para ser diseñados. Cuando una nueva parte es necesitada, varios atributos pueden ser listados. Entonces, una parte existente con muchos de estos atributos puede ser identificada o relacionada. Únicamente el nuevo diseño requiere los atributos relacionados a la nueva parte no existente en el anterior. GT tiende a promover la estandarización de los diseños.

### Estandarización Intensificada.

Las partes son clasificadas dentro de grupos acordes a sus similitudes. Más similitudes, mejor. El tiempo de preparación y herramental, también estandariza más los requerimientos de las partes.

### Reducción del manejo de material.

Uno de los mejores elementos de GT es el arreglo de máquinas dentro de células de trabajo especializadas, cada célula produce una familia de partes dada. Tradicionalmente las maquinas son arregladas por función. Un arreglo funcional causa un excesivo movimiento de partes de una máquina a otra.

### **Simplificación del programa de producción.**

Con las máquinas agrupadas dentro de células especializadas y arreglos de familias de partes hay menos requerimiento de la programación de los centros de trabajo.

### **Mejora Control de calidad**

El control de la calidad es mejorado a través de GT porque cada célula de trabajo es responsable para una familia de partes específica. Esto hace dos cosas, ambas mejorando la calidad:

1) Aumenta el orgullo del trabajo al empleado asignado a cada célula, 2) Hace que los errores y problemas de producción se localizan fácilmente en la fuente.

<b>Factores que han favorecido la difusión de GT</b>	<b>Algunos ahorros obtenidos con GT</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amplia proliferación del número y la variedad de artículos demandados, que conduce a una reducción del tamaño de los lotes</li> <li>• Demanda creciente de tolerancias cada vez más estrechas, que lleva a buscar métodos más económicos de alcanzar niveles superiores de precisión</li> <li>• Necesidad creciente de trabajar con una mayor variedad de materiales diferentes</li> <li>• Mejoras en la eficiencia de la mano de obra, que hace que el peso de los costos de los materiales sea mayor en el conjunto del producto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 50 % en el diseño de nuevas piezas</li> <li>• 10 % en el número de planos y dibujos</li> <li>• 60 % en el tiempo dedicado a la ingeniería de proceso</li> <li>• 20 % en las necesidades de espacio en la planta</li> <li>• 40 % en los inventarios de materias primas</li> <li>• 60 % en los inventarios de productos en curso</li> <li>• 70 % en los tiempos de lanzamiento</li> <li>• 70 % en el tiempo total de proceso</li> </ul>

<p><b>Ventajas:</b></p> <p>Un buen sistema de clasificación y codificación proporciona a la Ingeniería de diseño un sistema que le permite:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtener información sobre piezas similares eficientemente</li> <li>• Desarrollar una base de datos eficiente que contenga información precisa para el diseño de productos</li> <li>• Estandarizar los diseños</li> <li>• Eliminar la duplicación de diseños</li> <li>• Crear Familias de piezas</li> <li>• Las células de maquinado pueden reducir las existencias de productos en curso, dando lugar a reducciones en las líneas de espera y menores tiempo de proceso.</li> <li>• La utilización de la maquinaria puede verse mejorada</li> <li>• Los datos sobre las familias de piezas facilitan la mejora de la Distribución de planta lo cual a su vez reduce los costos de transporte de material</li> <li>• Se puede obtener la mayor eficiencia en el aprovisionamiento</li> <li>• Utilizar una información privilegiada que permita la mejora de la productividad</li> <li>• Incorporar los cambios de la Ingeniería de Diseño a los sistemas de Fabricación</li> </ul> <p>Un buen sistema de clasificación y codificación proporciona a <i>fabricación</i> un sistema que posibilita:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El desarrollo de un Sistema CAPP</li> <li>• El acceso a los planes de proceso de las familias de piezas</li> <li>• El desarrollo de rutinas estandarizadas para las familias de piezas</li> <li>• El desarrollo de células de maquinados</li> </ul> <p>Las rutinas estandarizadas facilitan el desarrollo de grupos de herramientas, de grupos de programas de control numérico y de lanzamientos estandarizados para las fam. de piezas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La planificación y control de la producción pueden ser simplificados</li> <li>• LA simplificación del proceso de planificación hace que éste sea más sencillo de entender , y por lo tanto, de seguir y controlar.</li> <li>• La programación de la producción puede verse simplificada</li> </ul>	<p><b>Inconvenientes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La instalación del sistema de clasificación y codificación consume mucho tiempo y suele ser muy cara.</li> <li>• Es esencial que exista una excelente comunicación entre las Ingenierías de Diseño y de Fabricación.</li> <li>• La implementación suele resultar muy compleja en cuanto a que no existen enfoques estandarizados para ésta</li> <li>• La agrupación de máquinas no siempre trae como consecuencia que todas las de un grupo sean adecuadamente utilizadas, esto es, que parte de su capacidad este ociosa</li> <li>• En ocasiones, la redistribución de planta resulta muy costosa.</li> <li>• Es posible que los empleados opongan cierta resistencia , en cuanto que la forma y métodos de trabajo cambiarán como consecuencia de la adopción de GT <sup>49</sup></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es posible alcanzar una mayor eficacia en las gestión de las operaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es imprescindible con el apoyo de Alta Dirección</li> </ul>

