

# MÉTODO DE CLASIFICACIÓN Y CODIFICACIÓN DE PIEZAS EN LA INDUSTRIA DEL MUEBLE<sup>1</sup>

M. Ramos<sup>2</sup>; M. Sigris<sup>3</sup>

<sup>1</sup>El presente trabajo fue presentado en la I Conferencia Iberoamericana sobre Investigación y Desarrollo de Productos Forestales, 16 al 20 de octubre 2000, Concepción, Chile

<sup>2</sup>Profesor, Departamento de Ingeniería en Maderas, Facultad de Ingeniería, Universidad del Bío-Bío. Av. Collao 1202 Concepción, Chile, mramos@ubiobio.cl

<sup>3</sup>ENSTIB, Université de Nancy I, Faculté des Sciences-BP 239 54506 Vandoeuvre France

## RESUMEN

En las últimas dos décadas, los sistemas de fabricación discretos han pasado de una producción de tipo masiva a una de variedad de productos. En estos sistemas, las máquinas ejecutan diferentes tareas en diferentes piezas. Ellos generan rutas diferentes según la pieza a procesar. La gran variedad de productos aumenta el tiempo de diseño y dificulta la buena gestión. Por consecuencia el logro de los objetivos de producción. La industria del mueble puede clasificarse dentro este tipo de sistemas productivos, donde la variedad de productos y el volumen medio de producción son sus características principales.

En este trabajo, que se enmarca en lo que llamaríamos Proceso de Fabricación Asistido por Computador (*Computer Aided Process Planning*) y Tecnología de Grupo, proponemos un método de codificación y clasificación de piezas de madera sólida para la industria del mueble. El objetivo del método es lograr una rápida clasificación de piezas de madera que sirva al ingeniero de diseño obtener para cada nueva pieza aquellas que se le parezcan y que puedan corresponder a su "familia" de piezas. Con la obtención de la familia de piezas se puede rápidamente deducir al proceso de fabricación asociado a la nueva pieza, lo que reduce el tiempo de desarrollo del producto. Por otro lado, la misma clasificación-codificación puede servir para reorganizar el sistema de fabricación en islas o células, donde cada una de estas células podría ser capaz de procesar una familia de piezas.

El método desarrollado, basado en el método OPITZ, utiliza códigos alfanuméricos y criterios adaptados a la industria del mueble. Nuestros resultados muestran que es posible clasificar y codificar rápidamente piezas reales fabricadas en la industria. Numerosas validaciones corroboran lo anterior.

**PALABRAS CLAVE:** industria del mueble, madera, tecnología de grupo, CAPP

## GRADING AND METHOD OF CODING PIECES IN THE FURNITURE INDUSTRY

### SUMMARY

In this last decades, discreet production systems have passed from a massive type manufacturing to a of variety of products. In these systems, machines execute different tasks in different parts. This generates different possible routes for each part to process. A great variety of products increases the time of design and affects the good management. And for consequence this affects the achievement of the production objectives. Furniture industry can be classified in this type of manufacturing systems, where variety of products and half volume of production are their main characteristics.

In this work, located in the frame of Computer Aided Process Planning (CAPP) and Group Technology (TG), we propose a codification and classification method of solid wood parts for furniture industry. Objective of this method is to achieve a quick classification of parts of wood. This serves to the design engineer to obtain for each new part it corresponding "family " of parts. With this family, parts can deduce the process planning associated to this new part, reducing the cycle of life of the product. On the other hand, the same classification-codification can serve to reorganize the manufacturing system in islands or cells, where each one of these cells could be able to process a family of parts.

Our method, based on the OPITZ method, uses alphanumeric codes and was adapted to the furniture industry. Results show that it is possible to classify and to code real parts in the industry quickly. Numerous validations corroborate the above-mentioned.

**KEY WORDS:** furniture industry, wood, group technology, CAPP

## INTRODUCCIÓN

El concepto de tecnología de grupo es bastante reciente y algunos métodos de clasificación y codificación fueron elaborados a mediados de los años setenta. La presencia cada vez importante del computador en métodos de diseño, producción y fabricación favoreció el desarrollo de este concepto en la industria manufacturera. En la industria de la madera éste no ha sido el caso, debido principalmente al retardo que ésta tuvo en la incorporación de tecnología y de sistemas informáticos.

La Tecnología de Grupo (TG) es una filosofía de fabricación en la cual piezas similares son identificadas y agrupadas en conjuntos según sus características de diseño y fabricación (Rembold *et al.*, 1994). Esta filosofía resulta del hecho que numerosos problemas son similares y que reagrupando problemas similares, una única solución podría encontrarse reduciendo tiempo y esfuerzo. Por ejemplo, gracias a la TG una empresa que fabrica 1000 piezas diferentes podría ordenar la mayor parte de sus piezas en 50 o 60 familias distintas (Kusiak, 1987).

Utilizando la TG, agrupamos las piezas en familias de piezas. Una familia de piezas es un conjunto de piezas similares debido a su morfología, tamaño, calidad y proceso de fabricación. Dentro de una familia de piezas, las características son lo suficientemente similares, como para ser agrupados en familias. Así, el concepto más importante de la TG es lograr agrupar las piezas en familias. Esto permite mejorar la producción de una empresa y obtener una base de datos que ayude al diseñador o al cliente. Esta técnica ayuda al proceso de desarrollo de productos a disminuir el tiempo de desarrollo. En un ambiente integrado de producción, la TG puede servir al Proceso de Fabricación Asistido por Computador (*Computer Aided Process Planning, CAPP*) de manera que se disponga de una base de datos técnica para ser utilizada en un enfoque de recuperación o por variante (*Retrieval-type CAPP*). En este enfoque (Groover y Zimmer, 1987), CAPP se basa en las piezas clasificadas y codificadas por la TG. Cada familia de piezas posee un proceso de fabricación estándar que es almacenado en una base de datos que es luego recuperado para nuevas piezas. Modificaciones son realizadas sobre el proceso de fabricación recuperado para adecuarlo a la nueva pieza diseñada.

Un medio de construir familias de piezas es clasificar las piezas según criterios y luego codificarlas. En el caso de la TG, los sistemas clasifican y codifican al mismo tiempo, dando lugar a que las piezas de una misma familia estén representadas por un mismo código con caracteres alfanuméricos.

En este trabajo proponemos un método de clasificación y codificación aplicado a la industria del mueble. El método propuesto permite la clasificación de piezas de madera sólida según criterios morfológicos, dimensionales y de proceso de fabricación. El método se

basa en algunos métodos desarrollados para aplicaciones de la industria metalmeccánica.

## CLASIFICACION Y CODIFICACION DE PIEZAS

Según la literatura (Luong, 1993), existen tres formas enfoques para la clasificar y codificar piezas:

- a) según criterios de diseño de la pieza
- b) según criterios del proceso de fabricación de la pieza
- c) según los dos anteriores

La tercera opción es la más completa y permite a la empresa tener informaciones que puedan ayudar a los diseñadores, calculistas o ingenieros de producción, pero es también la más difícil de elaborar, ya que es necesario definir la pieza según criterios de diseño y de proceso. Los criterios de diseño son morfológicos y dimensionales y para esto se necesita el diseño completo de la pieza, incluida su cotación. Los criterios de proceso de fabricación necesitan un conocimiento acabado de las operaciones y de las máquinas involucradas.

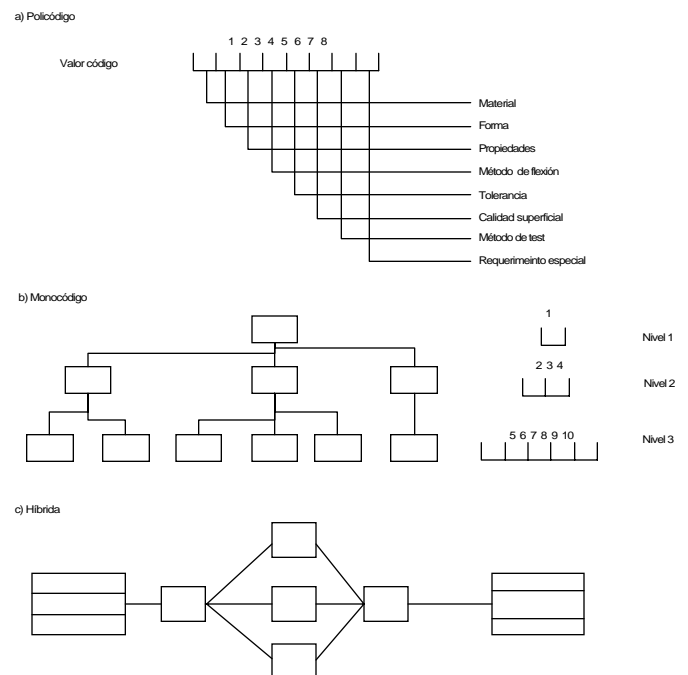


Figura 1. Estructuras de Clasificación (Rembold *et al.*, 1994)

Generalmente, la codificación es de tipo alfanumérica. Según los diferentes métodos existentes el número de dígitos va de 1 a 20. Pocos dígitos significa que el código

posee poca información y demasiados dígitos significa que la información es más difícil a descifrar.

La estructura de los sistemas de clasificación y codificación pueden basarse en estructuras monocódigo, estructuras policódigo o en estructura híbrida combinación de las anteriores (Figura 1). La estructura monocódigo utiliza una estructura en árbol y el código es el resultado de un proceso paso a paso en la elección de cada dígito. Cada dígito depende de los anteriores. Es una estructura empírica difícil de construir, pero que permite clasificar con mucho detalle. Es apropiada para la clasificación según criterios de diseño.

En la estructura policódigo cada código es independiente de los otros. Es una estructura fácil a construir y de modificar, pero necesita más dígitos que una estructura en árbol. Es apropiada para la clasificación de piezas que tienen exactamente los mismos criterios y adecuada para la clasificación según criterios de clasificación.

Por último, la estructura híbrida combina las ventajas de las estructuras anteriores. Lo más usual es aplicar la estructura monocódigo a los primeros dígitos para crear subfamilias y luego aplicar la estructura policódigo a las subfamilias.

### Sistemas de clasificación y codificación

Existen varios sistemas de clasificación, algunos de los cuales han sido implementados con ayuda del computador. Entre los más importantes citamos DCLASS (Kunzler y Nakornachal, 1982), MICLASS (Houtzeel y Schilperoot, 1975) y OPITZ (Opitz, 1970). Prácticamente todos los sistemas desarrollados han sido concebidos para la fabricación de piezas de la industria metalmeccánica dificultándose su aplicación a piezas de madera.

En este trabajo hemos adaptado el método OPITZ para la clasificación y codificación de piezas de madera sólida producidas en la industria del mueble. El objetivo fue disponer de un método capaz de realizar la codificación tomando en cuenta las particularidades de las piezas de madera y que sirviera, en una primera etapa, para generar una base de datos y para integrarlo a un sistema CAPP, posteriormente.

OPITZ permite la generación de 9 dígitos que sirven para describir la pieza y su proceso, además de cuatro dígitos opcionales. Los cinco primeros, llamados códigos de forma, caracterizan todas las formas de la pieza (forma general, forma externa e interna, forma auxiliar, etc.). Los cuatro últimos, llamados códigos suplementarios, reagrupan características de la pieza que son importantes para su fabricación (tamaño, tipo de material, origen del material, tolerancias). Los cuatro dígitos extras, llamados códigos secundarios, permiten al diseñador agregar más dígitos si son necesarios. La estructura OPITZ es híbrida, pero solamente para el código de forma. En el primer dígito se hace

la elección entre todas las formas generales gracias a la estructura en árbol. Después del primer dígito, la estructura es en policódigo. Los dígitos 2, 3, 4 y 5 son independientes entre ellos, pero dependientes del dígito 1. Los códigos suplementarios y secundarios tienen también una estructura policódigo, pero son independientes del código de forma. Cada dígito tiene diez posibilidades de proposición, es decir 10 códigos de 0 a 9.

## UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN Y CODIFICACION PARA LA INDUSTRIA DEL MUEBLE

### Criterios de clasificación

Estos son criterios generales independientes del sistema de clasificación utilizado que caracterizan la pieza según diseño y proceso de fabricación. Estos criterios fueron obtenidos analizando un conjunto de piezas de madera sólida pertenecientes al Centro Tecnológico del Mueble (CATEM S.A.) de la Universidad del Bío-Bío. La explicación del método se basará solamente en piezas de revolución (Cuadro 1).

CUADRO 1. Descripción de criterios

Criterio	Atributo	Descripción
<i>Criterio 1</i>	Forma general	Para hacer la diferencia entre piezas de revolución, de no-revolución e híbridas
<i>Criterio 2</i>	Forma externa	Permite definir los contornos de la pieza según el eje longitudinal y los extremos (proyección perpendicular al eje longitudinal)
<i>Criterio 3</i>	Curvatura de la pieza	Permite definir si la pieza es curva (2D o 3D) según el eje longitudinal
<i>Criterio 4</i>	Superficie axial (pieza de revolución)	Define las superficies axiales agregadas (proyección según el eje longitudinal)
<i>Criterio 5</i>	Perfil (pieza de no-revolución)	Define los diferentes perfiles encontrados sobre las caras
<i>Criterio 6</i>	Forma interna	Para saber si hay perforaciones
<i>Criterio 7</i>	Forma auxiliar	Define los tipos de empalmes (perforaciones, caja-espiga)
<i>Criterio 8</i>	Dimensión	
<i>Criterio 9</i>	Especie y calidad	
<i>Criterio 10</i>	Madera en bruto	Para conocer las dimensiones comerciales de la madera bruta usada
<i>Criterio 11</i>	Tolerancia	Las tolerancias de procesamiento sobre las dimensiones finales de la pieza
<i>Criterio 12</i>	Calidad superficial	Define la calidad superficial
<i>Criterio 13</i>	Acabado	Define los tipos de acabado dados a la pieza: tiente, barniz, preservante, pintura, etc.

El razonamiento para definir una pieza sigue, casi en su totalidad, las diferentes etapas de la fabricación de una pieza. Los criterios 2, 4, 5 son los más complicados a definir, ya que se trata de los tipos de procesamiento realizados en los extremos y las caras de la pieza. El criterio 2 se preocupa solamente del contorno (caras y extremos) de la proyección de la pieza perpendicularmente a su eje longitudinal. El criterio 4 es exclusivamente para las piezas o porciones de piezas de revolución, con respecto a su eje longitudinal. Y el criterio 5 es casi el mismo que el criterio 4, pero adecuado a las piezas de no-revolución. Un perfil también se define gracias a la proyección de la pieza según el eje longitudinal.

## Generación de la codificación

El criterio 1 origina un dígito que discrimina entre piezas de revolución o no-revolución. Por ello, según sea el caso esto dará origen a una serie de dígitos dependientes del primero (policódigos), par finalmente terminar en dígitos comunes (Figura 2).

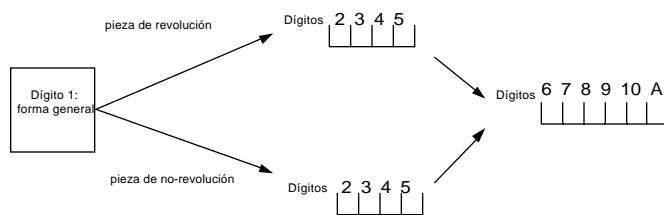


Figura 2. Estructura híbrida del método

Cada dígito corresponde a uno o más de los criterios descritos más arriba. Si la pieza es de revolución, los dígitos 2 al 5 corresponden a criterios para este tipo de piezas.

## Códigos de forma

### Dígito 1: forma general

Una pieza es de revolución si:

- es totalmente de revolución o
- la suma del largo de todas las porciones de revolución de la pieza es mayor que aquella de porciones de no-revolución.

La elección del código se hace gracias al cálculo de la proporción  $L$  sobre  $D$ , donde  $L$  representa el largo total de la pieza (revolución + no-revolución) y  $D$  representa el diámetro máximo de la pieza. Si la pieza es curva,  $L$  este es el largo de la pieza según su eje longitudinal.

### Dígito 2: contorno externo

No se considera contorno externo en las porciones de no-revolución y en los extremos. Muchas piezas de revolución, por ejemplo una pata de mesa, tienen formas complicadas (cambio de diámetro en un largo muy pequeño) mecanizadas en el torno con una herramienta de corte muy específica: un entalle. La elección es luego por el número de tipos de entalles.

### Dígito 3: curvatura del eje de revolución

Se debe hacer la diferencia entre:

- las piezas totalmente de revolución o totalmente curvas,
- las piezas cuyas porciones de revolución son curvas y
- las piezas no totalmente de revolución cuya porción de no-revolución es curva.

También se debe definir si la curvatura está en el mismo plano (2D) o en el espacio (3D) tal como una "torsión". Por último, en el caso de curvatura en el mismo plano, se debe indicar si la curva tiene uno o más arcos de circunferencia.

### Dígito 4: superficie axial

Las superficies axiales están solamente en las porciones de revolución. Una porción de no-revolución en una pieza de revolución puede ser vista como una superficie axial secante. Gracias a este dígito se puede saber si la pieza es híbrida o no.

Se debe hacer la diferencia entre:

- las piezas totalmente de revolución,
- las piezas de revolución más una porción paralelepípeda con cualquier contorno, pero sin perfil y
- las piezas de revolución más una porción paralelepípeda con cualquier contorno y con cualquier perfil.

Además, se debe elegir entre los diferentes tipos de superficies axiales ya definidas (plana, curva o ambas).

### Dígito 5: forma auxiliar

Las formas auxiliares son todos los tipos de empalmes. No se toma en cuenta la diferencia entre una

porción de revolución y de no-revolución. Se distinguen dos posiciones posibles para los empalmes:

- en uno o dos extremos y
- en cualquier cara de la pieza.

Luego se elige el tipo de empalme:

- si es un empalme macho derecho o no,
- si es una perforación de cualquier orientación y dirección (radial o inclinada).

Si hay muchos tipos de empalme en la pieza y la combinación no está explícita, se debe decidir por el dígito 9.

### Códigos secundarios

Se presentan aquí los códigos secundarios. No se ha considerado aquí el criterio de tolerancia.

#### Dígito 6: largo L

La longitud de la pieza en milímetros, según su eje longitudinal (pieza curva o no curva).

#### Dígito 7: especie y calidad

Corresponden a los grados de calidad indicados en las normas chilenas sobre clasificación visual de la madera.

### Dígito 8: dimensiones de madera bruta

Las dimensiones comerciales de madera bruta usada.

### Dígito 9: calidad superficial

Se define el grano usado para la última calidad superficial. Se hace la diferencia entre las piezas cuyas caras tienen o no la misma calidad superficial. Los granos corresponden a los granos de las lijas usadas.

### Dígito A: acabado

Se trata de los acabados finales de la pieza (tinte, laca o barniz o ambos) y los métodos para aplicarlos.

### Tablas de codificación

Las tablas de codificación son presentadas a continuación. El Cuadro 2 presenta los primeros 5 dígitos para las piezas de revolución y el Cuadro 3 presenta los dígitos siguientes. Tablas análogas pueden obtenerse para piezas de no-revolución que no se presentan en este artículo.

### VALIDACIÓN DEL MÉTODO

El método fue validado para un conjunto de piezas desarrolladas en el Centro Tecnológico del Mueble (CATEM S.A.) de la Universidad del Bío-Bío. Más abajo, presentamos dos ejemplos de codificación (Figura 3). Las piezas son de *Pinus Radiata* y con un recubrimiento de tinte.

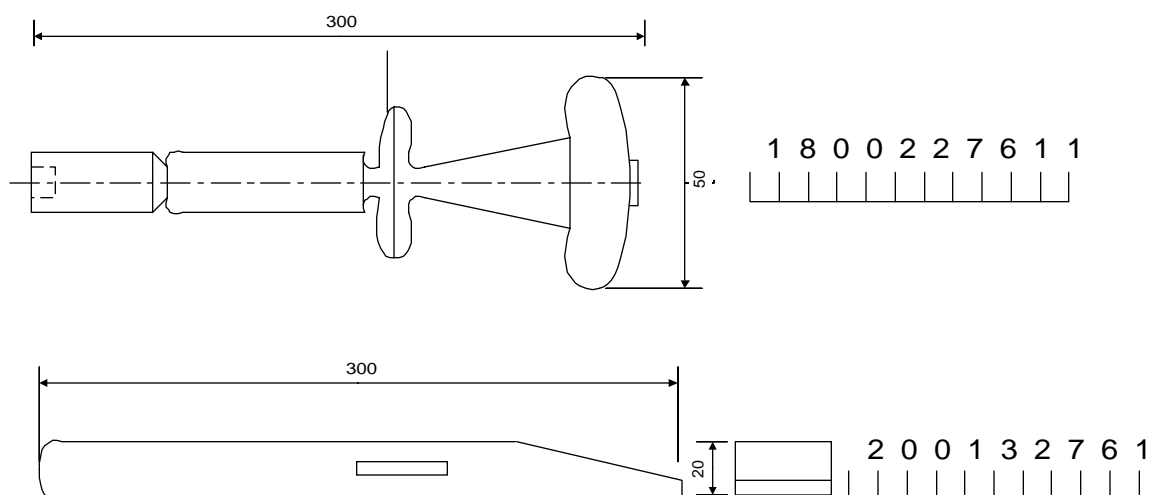


Figura 3 Ejemplos de la aplicación de método

CUADRO 2. Dígitos 1 a 5 para piezas de revolución

Dígito 1		Dígito 2		Dígito 3		Dígito 4		Dígito 5								
Forma general		Contorno exterior		Curvatura eje de revolución		Superficie axial		Forma auxiliar								
0	LD 02	0	Redline o derecho y/o cilíndrico	0	Ninguna	0	Ninguna	0								
1	2+LD 010	1	Sin entalle	1	Todo el volumen	Mismo plano	1 arco de círculo	1	Pieza taladrada cilíndrica	1	Extremos	Empalmes machos derechos o inclinados				
													2	2	2	2
													3	3	3	3
													4	4	4	4
2	10+LD 020	2	0 y 1	2												
3	20+LD 030	3	Redline o derecho y/o cilíndrico	3												
4	30+LD	4	Redline o derecho y/o cilíndrico	4												
5		5	0 y 1	5												
6		6	Redline o derecho y/o inclinado	6												
7		7	Curviline o cóncavo y/o convexo	7												
8		8	0 y 1	8												
9		9	OTRO	9												

CUADRO 3. Dígitos 6 a 10 para piezas de revolución

Dígito 6		Dígito 7		Dígito 8		Dígito 9		Dígito A										
Largo mm		Especie y calidad		Dimensiones medidas brutas		Calidad superficial		Acabado										
0	L 500	0	Maderas duros	1	0	1"	1" a 4"	0	Igual en toda la pieza	100	0	Ninguno						
1	50+L 500	1											2	1	5" a 8"	1	Tiré	Muñequillo
2	100+L 1300	2											3	2	9" a 12"	2		
3	300+L 1600	3		1	3	11,0"	1" a 4"	3	Otro									
4	600+L 1900	4		2	4	5" a 8"	4	Otras		4	Laca o barniz	Fidela						
5	900+L 51200	5		3	5	9" a 12"	5	200	5	Otro								
6	1200+L 51500	6	Otras	6		1" a 4"	6	240	6	Tiré y laca o barniz	Fidela							
7	1500+L 12800	7	Maderas blandas	1	7	5" a 8"	7	Ondulado en la pieza	200			7	Muñequillo y protola					
8	2000+L 12500	8												2	8	9" a 12"	8	Otras
9	2500+L	9								Otras	9			Otra				

## CONCLUSIONES

En este trabajo hemos presentado un método de clasificación y codificación de piezas de madera sólida de la industria del mueble. El método basado en el sistema OPITZ permite la codificación de pieza para la elaboración de familias de piezas, según la Tecnología de Grupos. Hemos desarrollado el método híbrido de manera de considerar las particularidades del material madera. Un cierto número de criterios fueron propuestos que incluyan los aspectos morfológicos y de proceso de fabricación de las piezas, para piezas de revolución y de no-revolución. Las validaciones realizadas justifican la aplicación del método. Nuestro trabajo apunta ahora a informatizar el sistema de manera de crear una herramienta de apoyo al proceso de diseño y de desarrollo de productos de madera sólida.

## LITERATURA CITADA

- GROOVER M.; ZIMMER E. 1987. CAD/CAM Computer Aided Design and Manufacturing, Prentice Hall Inc New Jersey. 498p.
- HOUTZEL A.; SCHILPEROOT B. 1975. Group Technology via computer (MICLASS system). American Machinist 119(17): 39-44.
- KUNZLER J.; NAKORNACHAL V. 1982. CAD/CAM Education and status of the manufacturing consortium. En: Procc. of Conf. On Computer Aided Manufacturing and Productivity, Institute of Production Engineering
- KUSIAK A. 1987. The generalized group technology concept. Int. Journal Production Research 25(4): 561-569.
- LUONG L. 1993. A cellular similarity coefficient algorithm for the design of manufacturing cells. Int. Journal Production research 31(8): 1757-1766.
- OPITZ H. 1970. Classification system to describe woekpieces. R.A. Taylor. En: W.R. MacConnell (Ed.). Pergamon Press
- REMBOLD U.; NNAJI B.O.; STORR A. 1994. Computer Integreted Manufacturing and Engineering. Addison-Wesley