

53



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ANALISIS MULTI OBJETIVO DE GRUPO PARA LA  
FORMACION DE FAMILIAS DE PARTES.**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**  
P R E S E N T A N:  
**JOSE AURELIO GARCIA CARBAJAL**  
**ROGELIO GRANO ACUÑA**  
**ARTURO ROJAS AVENDAÑO**

Dir.: M. en I. ARTURO MEJIA RAMIREZ



México, D. F.

Julio 1990

**FALLA DE ORIGEN**



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## I N D I C E

	Página
Indice	
Prólogo	
Introducción	1
Capítulo I.      TECNOLOGIA DE GRUPOS	
I.1      Antecedentes Históricos	5
I.2      Definición	6
I.3      Tecnología de grupos en los sistemas de producción	8
I.3.1    Sistemas de producción	10
I.3.2    Metodología para introducir T.G. en los sistemas de producción funcional	15
I.3.3    Familias de Partes	19
I.3.4    Métodos de Formación de Familias de Partes	20
Capítulo II.     CLASIFICACION Y CODIFICACION	
II.1     Sistemas de Clasificación y Codifica- ción	27
II.1.1    Sistema KK-1	32
II.1.2    Sistema KC 1	33
II.1.3    Sistema OPITZ	34
II.2     Ejemplo de aplicación de los sistemas de codificación	35
II.3     Ventajas de la utilización de estos sistemas	38

Capítulo III.	ANALISIS MULTIOBJETIVO DE GRUPO PARA LA FORMACION DE FAMILIAS DE PARTES	
III.1	La programación por objetivos	42
III.1.1	Similitud de partes	43
III.1.2	Medición de la similitud ente Partes	44
III.2	Modelo matemático	45
Capítulo IV	EJEMPLO DE APLICACION	
IV.1	Aplicación del modelo matemático propuesto	49
IV.2	Prueba de la formación de familias de Partes	56
Capítulo V.	IMPLEMENTACION EN COMPUTADORA	
V.1	Descripción general del programa	62
V.2	Formación de las familias de partes AMG	64
Capítulo VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	70
NOTAS DE PAGINA		72
BIBLIOGRAFIA		74
APENDICE No. 1		76
APENDICE No. 2		85
APENDICE No. 3		93
APENDICE No. 4		97

## P R O L O G O

El desarrollo humano y científico en constante interacción provocan un desarrollo tecnológico importante en beneficio de la productividad, parte significativa dentro del ámbito del que hacer humano.

Si bien el nivel de productividad de las empresas es indicador importante de la economía de un país, es claro que la -- atención a este respecto debe estar dirigida hacia una evolu-- ción constante para elevar la productividad nacional.

Una de las formas de mejorar la productividad se logra incorporando algunos de los métodos que se usan en los sistemas con altos volúmenes de producción, aplicados a los sistemas que tengan mediana y baja producción.

La Tecnología de Grupos está surgiendo como parte integral del desarrollo tecnológico mundial, precisamente para aplicar -- al máximo las facilidades y ventajas que tienen los sistemas -- productivos de alto nivel en los de mediano y bajo niveles de -- producción; la idea fundamental que persigue la Tecnología de -- Grupos es incrementar, elevar la productividad de las empresas basándose en la formación de conjuntos de partes que presenten semejanza o parecido físico, o que se procesen en grupos de máquinas-herramientas que elaboren una misma operación de maquina do. La Tecnología de Grupos es un conjunto de técnicas que con -- vergen para agilizar procesos y mejorar la productividad industrial.

## I N T R O D U C C I O N

El trabajo que el lector tiene en sus manos es resultado de un estudio relacionado con posibilidades de aplicación de una nueva filosofía de producción: Tecnología de Grupos. Aplicable en los talleres de producción por lotes normales en la pequeña industria metalmecánica nacional, su propósito principal es introducir los conceptos que maneja la Tecnología de Grupos dentro de la Investigación de Operaciones para desarrollar el "Análisis Multiobjetivo" y, con ello, reducir algunos de los principales problemas existentes en la forma tradicional de fabricación de partes por lotes (producción intermitente).

Presentamos ordenadamente los conceptos primordiales que maneja la Tecnología de Grupos necesarios para encaminar al lector- por un sendero que requerirá tan solo un poco de atención y sentido común- en el manejo de éstos conceptos y apreciar la magnitud de la herramienta con que cuenta la industria metalmecánica actual.

El primer capítulo describe y presenta la Tecnología de Grupos como una definición formal, así como los sistemas de producción para ubicar la referencia desde el enfoque apropiado. Se proponen una serie de pasos para introducir la Tecnología de Grupos en los sistemas de producción y, finalmente, se indica la conceptualización de lo que son las Familias de Partes en la Tecnología de Grupos.

En el segundo capítulo referimos algunos de los sistemas - de Clasificación y Codificación de partes más usados, ejemplos de aplicación de los mismos así como las ventajas y desventajas que se obtienen con la utilización de los sistemas.

El capítulo tres, además de englobar el contenido de los - dos capítulos anteriores, describe la programación por objeti-- vos y la similitud o semejanza entre partes para llegar a esta blecer el Modelo Matemático que sirve como base del Análisis -- Multiobjetivo, motivo de este estudio.

Contando con un panorama de los capítulos desarrollados -- previamente, el capítulo cuarto presenta el ejemplo de aplica-- ción en la prueba del modelo matemático establecido para la for-- mación de Familias de Partes.

Consideramos conveniente incluir en el quinto capítulo el programa desarrollado en computadora, explicando el algoritmo utilizado para probar partes codificadas en el capítulo ante-- rior, para lo cual sería deseable que el lector tenga un mínimo conocimiento sobre programación de computadoras.

Finalmente, en el capítulo seis se presentan las conclusio-- nes pertinentes surgidas durante el desarrollo de nuestro traba-- jo, así como algunas observaciones importantes al respecto.

Esperamos realmente que ésta investigación signifique un -

renglón más que marque el avance para continuar desarrollando -  
posteriores trabajos de investigación sobre esta nueva filoso--  
fía de producción: la Tecnología de Grupos.



CAPITULO I

LA TECNOLOGIA DE GRUPOS

## I.1 ANTECEDENTES HISTORICOS

La Ingeniería Industrial se ha ido desarrollando, entre -- otros renglones, en cuanto a las posibilidades de encontrar alternativas viables de solución a los problemas que continuamente enfrentan las industrias durante sus procesos productivos; - estos problemas generalmente son debidos a los constantes e -- inesperados requerimientos que surgen en la carrera de incrementar la productividad en las plantas.

En la actualidad, la Tecnología de Grupos ( T.G.) nace como una respuesta positiva a estas necesidades.

A principios de siglo, F. W. Taylor (1), considerado Padre de la Ingeniería Industrial en los Estados Unidos de Norteamérica, desarrolló un sistema metodológico de clasificación y codificación para la industria de la manufactura, de acuerdo a las necesidades de esa época.

En el año de 1925, R. Flanders (2) presentó a la Society American Engineering Mechanical (S.A.E.M.) (3) un trabajo en el cual resolvía varios problemas que se presentaban en la producción de piezas para máquinas-herramientas. Sus ideas principales eran: la estandarización de los productos, el ceccionamiento por producto, un control visual del trabajo y minimización de la distancia de transporte entre las estaciones de trabajo.

Posteriormente en 1958, se publicó en Rusia el texto denominado "Los principios científicos de la Tecnología de Grupos" cuyo autor Mitrofanov (4), establece de esta manera las primeras bases de la T.G. en el continente europeo, desarrollándose investigaciones posteriores en países como: Alemania, Reino Unido, Holanda y Checoslovaquia.

Entre algunas de las personalidades que fueron precursoras de la T.G. y reconocidas mundialmente por sus recientes investigaciones y aportaciones a éste respecto tenemos a: Opitz (5), con una completa codificación y clasificación de partes, la cual desarrolló en Alemania; Katsundo Hitomi (6), con la programación de trabajos en las familias de partes; el Dr. Ingyong Ham, profesor del Departamento de Ingeniería Industrial y de Sistemas Productivos de la Universidad del Estado de Pensylvania, cuya principal filosofía en la T.G. se basa en la similitud de forma, o de proceso de las partes de producción para la formación de familias de partes.

## 1.2 DEFINICION

Existen actualmente diferentes concepciones acerca de la T.G.; entre otras tenemos las siguientes:

- Ingyong Ham; "... La Tecnología de Grupos generalmente es considerada como una filosofía que identifica y explota la similitud o igualdad de partes y de procesos en el diseño y en la producción..." (7)

- Moshe M. Barash.; "... es la agrupación de partes a fabricar en familias con características comunes en cuanto al proceso de producción, aplicando el desarrollo tecnológico..." (8)

y algunas otras definiciones europeas que convergen siempre en los mismos términos.

Para efectos de este trabajo de investigación, basta con que consideremos a la T.G. como una filosofía de producción que se basa en la similitud de forma o en la similitud de proceso de las partes a ser manufacturadas, siendo su característica más relevante la de poder ser usada también en lotes de producción.

Algunas de las ventajas más significativas en el uso de la T.G. pueden ser:

- i. Recuperación en diseño, esto implica la similitud de forma de las partes para utilizar diseños ya elaborados, lo que representa un importante ahorro en los tiempos de producción, así como en los tiempos de entrega, considerándose primordialmente el gran ahorro monetario.
- ii. Estandarización de partes, es decir, que exista similitud de partes en el procesamiento.
- iii. Minimización del tiempo de procesamiento.

- iv. Se obtiene una reducción del inventario de producto en proceso, y una consecuente disminución de compras.
- v. Reducción del tiempo de programación en las máquinas - de control numérico, por la semejanza en el proceso.
- vi. Generación de una importante retroalimentación de información en todos los departamentos.
- vii. Reducción del herramental utilizado.
- viii. Se pueden organizar mejor los tiempos de compras de materia prima para producción.
- ix. Se crea una nueva ideología en el pensamiento del personal.
- x. Mejora la eficiencia en la carga de máquinas, justificándose el uso de máquinas-herramientas costosas.
- xi. Empleando la T.G. se logra mejorar la utilización de la relación hombre-máquina.

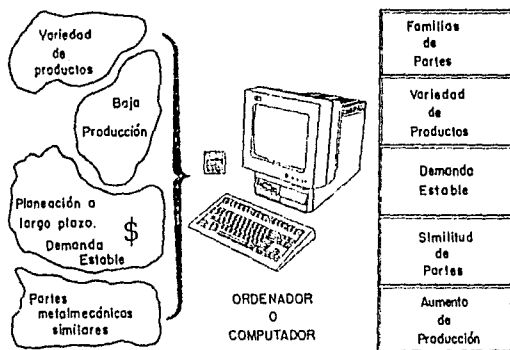
### I.3 TECNOLOGIA DE GRUPOS EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCION

La T.G. se aplica en los sistemas de producción para optimizar los tiempos de proceso, para la preparación de máquinas y para una adecuada secuenciación de operaciones, utilizando la semejanza o similitud de los componentes o partes y las operaciones de los procesos de producción que forman parte de la fabricación para hacer más productivos los sistemas que ya están implantados o iniciar una nueva manufactura con un nivel óptimo de productividad. Podemos enunciar entonces, si en una industria se tiene:

- a. una gran variedad de productos;
- b. bajo volumen de producción;
- c. demanda estable;
- d. similitud entre los componentes o partes de los productos que se fabrican;
- e. disponibilidad para los cambios futuros de distribución de la planta;
- f. amplia información del producto y sus procesos, así como la facilidad para obtenerla.

entonces, los conceptos y técnicas de la T.G. se pueden aplicar en esta industria.

En la siguiente figura podemos apreciar algunos de los elementos que componen una empresa de bajos y medianos niveles de productividad (implícitos en la parte izquierda), mediante el uso de la computadora, éstos elementos están presentes en forma más específica y confiable.



## I.3.1 SISTEMAS DE PRODUCCION

En forma general, a los sistemas productivos se les puede clasificar de acuerdo al tipo de distribución de las máquinas - en la planta productiva como:

- a. Funcional. Se le llama también distribución por proceso; la planta se divide en departamentos de acuerdo al proceso empleado en la producción, generalmente se fabrican bajos volúmenes debido a que el producto tiene muchos transportes a lo largo del proceso. La figura (A), nos presenta una típica disposición funcional, en una planta con instalación rectangular. Otra forma de nombrarla es distribución por lotes o intermitente, fabricándose un amplio y diverso conjunto de productos - que requieren un mismo tipo de máquina. El movimiento tradicional de las piezas como se puede observar, no es continuo, dado que entre las operaciones que existen de máquina a máquina deberá de realizarse un traslado de la parte.

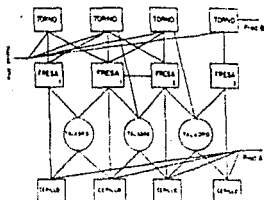


Figura A. Planta de instalación rectangular con sistema de distribución funcional o de distribución por proceso.

Ventajas de este tipo de distribución:

1. Es posible mayor flexibilidad en términos de lo que -- puede producirse, de la distribución de las máquinas a los trabajos, y la asignación de los empleados.
2. Pueden usarse máquinas de propósito general que comunemente cuestan menos que las máquinas especializadas y que no se deprecian tan rápidamente ni se convierten en obsoletas.
3. Los arreglos por proceso son menos vulnerables a las interrupciones. Si una máquina llega a pararse, las otras pueden continuar funcionando, y absorber el trabajo del proceso interrumpido.
4. Por lo general existe una inversión financiera menor en las máquinas y en el equipo de apoyo.
5. Como las máquinas, en un arreglo por procesos, pueden ubicarse en áreas separadas sin depender de una secuencia dada de operaciones de fabricación, es posible aislar a las máquinas que producen un ruido excesivo, polvo, vibración, emanaciones, o calor.
6. Pueden utilizarse sistemas de pago de incentivos, puesto que el ritmo de trabajo por lo general está fijado por los empleados, más que por las máquinas y líneas transportadoras de paso fijo que se encuentran en los arreglos por procesos.



- b. En línea. También conocido como sistema de distribución en masa, por producto o en línea recta, y es donde existe generalmente un volumen alto de producción y todas las máquinas y equipos se ordenan de acuerdo al proceso, es decir, en forma lineal según las operaciones que lleva un producto determinado, poniendo las máquinas en el orden en que las operaciones mismas se ejecuten. La fig. (B), presentada a continuación, muestra una distribución por producto en una planta con instalación rectangular, donde una parte se elabora en las máquinas según se requieren las operaciones, el producto final es elaborado continuamente sin sufrir interrupciones.

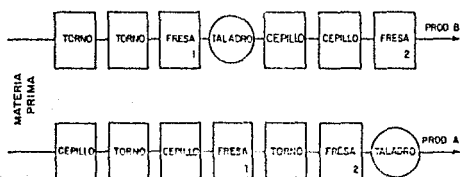


Figura B. Planta de instalación rectangular con sistema de distribución en línea o por producto.

Ventajas de los arreglos en línea:

1. Costo de producción por unidad, si se usan líneas de montaje, por lo general es mucho más bajo que en el caso de los arreglos por proceso.
2. Los productos se mueven por la planta con más rapidez debido, en parte, al tiempo mecanizado de trayectoria fija y al ritmo de las máquinas en el volumen de producción. Los costos por manejo de materiales suelen ser más bajos por unidad.
3. La fijación de la ruta y la programación cronológica son mucho más sencillas que en los arreglos por proceso una vez hecha la planeación inicial. La línea equilibrada proporciona programación y fijación de rutas rutinarias. Los requisitos de tiempo y la secuencia de las operaciones están hechos en el sistema de producción.
4. Los requisitos de inventario suelen ser menores que en los arreglos por proceso. Aún cuando se requiere un suministro de materiales relativamente continuo, el ritmo de su utilización es uniforme, y se pueden pedir cantidades más pequeñas sobre la base de un suministro diario si así se requiere. Los inventarios sobre artículos semiterminados son también más pequeños puesto que las partes y los productos se mueven rápidamente por la planta en lugar de ser reunidos alrededor de ella para su transporte, esperando su procesamiento --

- posterior en otras máquinas.
5. El tramo de control de la supervisión puede ser bastante grande, ya que los trabajos son de naturaleza rutinaria. Esto por lo tanto reduce los costos de supervisión.
- c. En grupo. Este es un sistema de producción unitario, se le llama también sistema de distribución con componente principal fijo; el volumen de producción que maneja es muy reducido. Incluye también los casos en los que la maquinaria y el equipo son transportados al producto para establecer la célula o estación de trabajo. La Fig. (C) muestra una planta utilizada con sistema de producción en grupo.

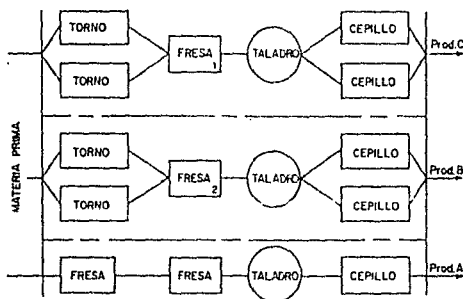


Figura C. Planta de instalación rectangular con sistema de producción en grupo.

Un caso específico de distribución de planta con componente principal fijo, se muestra en la figura D. Como ejemplo claro de un producto que utilice este sistema de producción tenemos barcos, presas, edificios, etc.

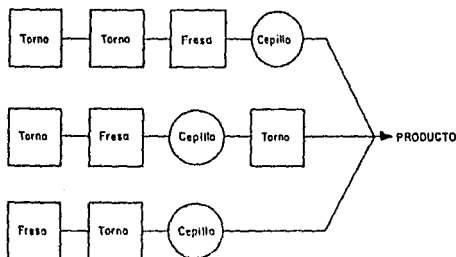


Figura D. Distribución de componente principal fijo.

Para efectos de este trabajo, dirigiremos nuestra atención al sistema de producción funcional, puesto que en México existe una gran cantidad de talleres de éste tipo.

### I.3.2 METODOLOGIA PARA LA INTRODUCCION DE LA TECNOLOGIA DE GRUPOS EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCION FUNCIONAL O CON DISTRIBUCION POR PROCESOS.

Antes de profundizar en la metodología para la introducción de la T.G. en los talleres de producción por lote o intermitente, debemos considerar la adaptabilidad de éste enfoque pa

ra las condiciones específicas del taller.

Como ya se mencionó anteriormente, algunas de las condiciones para poder aplicar la filosofía de la T.G. son entre otras, tener:

- . Gran variedad de productos
- . bajo volumen de producción
- . demanda estable
- . similaridad de los componentes de los productos
- . disponibilidad para los cambios futuros de la distribución de planta.
- . información amplia y confiable del producto y de sus procesos así como facilidad de obtenerla.

Información requerida para la introducción de la tecnología de grupos en los sistemas de producción.

El éxito o fracaso para la introducción de la T.G., depende en gran medida del tipo y calidad de información disponible. Por ejemplo, en la fase primaria de formación de familias, el agrupamiento puede hacerse de muchas formas, pero el método final escogido dependerá al final del tipo de información con que se cuenta. Podemos asegurar entonces que el mínimo de información requerida, para aplicar con éxito la tecnología de grupos es:

1. La relacionada a las familias de partes: planos de cada -- producto, materia prima, procesos de fabricación, etc.
2. La relacionada a los grupos de máquinas: con qué tipo de -- máquinas se cuenta, así como su tamaño, cantidad, caracte-- rísticas, etc.
3. La relacionada a los pronósticos de venta: estadísticas, -- demanda actual, proyecciones de demanda futura, etc.
4. La relacionada a la carga hombre-máquina: cantidad y nivel -- de los operarios, turnos, ritmos de trabajo, tiempos estan-- dar, etc.
5. La requerida para la introducción de disciplinas y contro-- les efectivos; conocimientos de la T.G. y sus técnicas.

#### Metodología

Una vez satisfechas la mayoría de las condiciones para la introducción de la T.G. en los talleres de producción por lotes y además, si se cuenta con la información necesaria para apli-- car con éxito las técnicas usadas por ésta, se parte de un buen principio para el desarrollo de la T.G.

Esquemáticamente, se muestra en la figure (1) las activida-- des a desarrollar, así como la técnica e información necesaria para realizar cada una de ellas. Las cuatro actividades funda-- mentales, como se observa son:

analizar las partes a fabricar

- planear a "grosso modo" las células\*
- determinar las células
- y finalmente programar las células.

Realizando adecuadamente éstas actividades se logran los objetivos perseguidos por la tecnología de grupos.

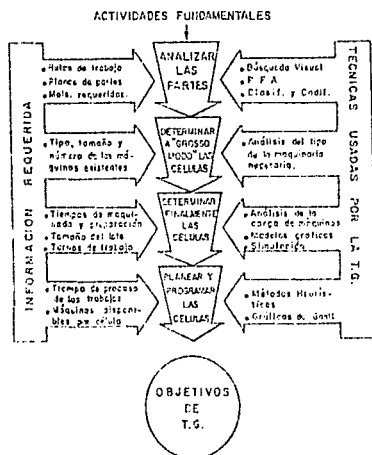


Figura E. Diagrama esquemático para alcanzar los objetivos de la T.G.

4

Las células o estación de trabajo son el grupo de máquinas para fabricar una o más familias de partes, se forma de tal manera que pueda ejecutar todas las operaciones requeridas por las familias de partes. La selección del tipo y tamaño de máquinas, las cuales constituyen un grupo de máquinas, está basada en la información básica y datos derivados de la familia de partes.

### I.3.3 FAMILIAS DE PARTES

La idea fundamental que persigue la Tecnología de Grupos es, precisamente, la formación de las familias de partes.

Entenderemos como familias de partes en la Tecnología de Grupos a una colección o conjunto de partes idénticas o, por lo menos similares. Generalmente, las partes que forman una familia tendrán una forma geométrica similar y/o requerirán de operaciones similares de maquinado durante su proceso.

Por ejemplo, la figura (f) muestra 3 productos distintos, armados con partes compradas y partes fabricadas en la planta. Estas últimas pertenecen a tan solo 3 familias de partes. Una adecuada formación de éstas familias optimiza la elaboración de los subproductos. Si seleccionamos el producto "C", veremos que es elaborado con partes de las 3 familias formadas y con partes compradas, en tanto que el producto "A" utiliza únicamente partes de las familias I y II, además partes compradas.

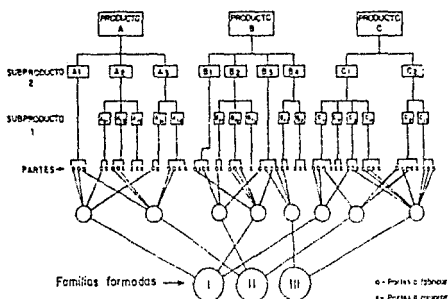


Figura F



En conclusión, los criterios más importantes que se deben seguir en la T.G. para la formación de familias de partes es -- considerar lo siguiente:

- a) La familia de partes similares en forma, con un determinado rango dimensional y con todas sus operaciones - de maquinado en común o;
- b) La familia de partes de diferente geometría, pero con operaciones de maquinado en común.

#### I.3.4 METODOS DE FORMACION DE FAMILIAS DE PARTES

La Tecnología de Grupos, tiene como uno de sus objetivos - principales identificar precisamente la semejanza o similitud - de los componentes, utilizando algunos de los siguientes métodos desarrollados y de muy fácil aplicación:

- |  |   |  |
|--|---|--|
| Métodos para formar familias de partes | } | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Método visual</li> <li>2. Método de análisis de flujo de producción</li> <li>3. Clasificación y codificación</li> <li>4. Programación matemática.</li> </ol> |
|--|---|--|

Veamos cada uno de ellos:

1. Método visual; es un método de operación "manual" que depende, en mucho, del conocimiento y entendimiento --

de las partes en el sistema de manufactura. Es un método que no resulta ser muy confiable porque la gama de criterios de los clasificadores es muy amplia.

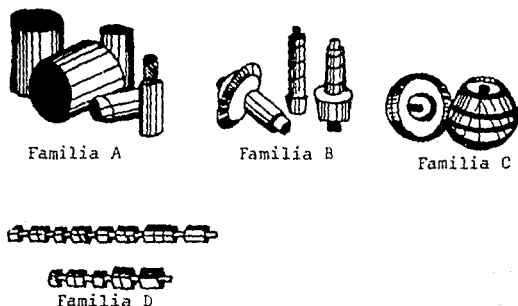


Figura G. Familias de partes formadas, utilizando el método visual.

2. Método de análisis de flujo de producción; éste es uno de los métodos más utilizados para la formación de familias de partes; está relacionado con los métodos de producción y no considera las características de diseño o geométricas de las partes dadas.

El método forma las familias de partes por el análisis progresivo de las estaciones de trabajo, es decir, utiliza las operaciones mostradas en las hojas

de operación de la manufactura de las partes. La información de ésta hoja de operación debe contener la secuencia y la designación de la máquina/estación de trabajo por cada operación. Debe ser un plan de proceso exacto y contener el registro de la manufactura de la pieza. Debe haber un listado de todas las máquinas disponibles para el análisis de flujo de producción, para la formación de familias de partes, de nominada PFA.

#### METODOLOGIA PARA EL DESARROLLO DEL PFA

1. Elaborar o actualizar las rutas de trabajo, para poder contar con una información verídica y confiable del proceso de fabricación de cada una de las partes.
2. Hacer la matriz de Burbidge; esta se forma, por un lado, enumerando la parte a fabricar y, por otro, enlistando el tipo de máquinas que se utilizan. De las rutas de trabajo se obtiene la información necesaria para la fabricación de cada parte y, finalmente, la matriz se elabora relacionando cada una de las partes con las máquinas necesarias para producir las, quedando formada la matriz de la siguiente manera, como se muestra en la figura (H).

MAQUINA \ PARTE No.																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
TORNO	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
CEPILLO	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
FRESADORA		✓	✓				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
TALADRO	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
RECTIFICADORA	✓	✓	✓	✓	✓			✓			✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓

Figura H.

La figura(H), muestra en la parte superior 20 partes numeradas y en el lado izquierdo las máquinas que elaborarán alguna operación sobre ellas; todas éstas partes no son necesariamente similares en su geometría, aunque existen partes que son semejantes en la forma de procesarse (1, 2, y 20).

3. Con la matriz de Burbidge anterior y la información del tipo y número de máquinas con que cuenta el taller, se hace una reordenación de la matriz, de modo que las partes que requieran para su fabricación del uso del mismo tipo de máquina, se pueden agrupar en una misma familia.

Esto es:

MAQUINA \ PARTE No.	PARTE No.									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TORNO	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
CEPILLO	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
TALADRO	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
RECTIFICADORA	✓	✓	✓			✓				
TORNO							✓	✓	✓	✓
FRESADORA							✓	✓	✓	✓
TALADRO							✓	✓	✓	✓
RECTIFICADORA							✓	✓	✓	✓
CEPILLO										✓
FRESADORA										✓
TALADRO										✓
RECTIFICADORA										✓

Figura I. Matriz de Burbidge reordenada

Se puede observar, en la figura (I), que la matriz reordenada nos dá inmediatamente las familias de partes formadas, así como las máquinas requeridas por la familia, quedando finalmente.

MAQUINA \ PARTE No.	PARTE No.						
	1	2	3	4	5	6	7
TORNO	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
CEPILLO	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
TALADRO	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
RECTIFICADORA	✓	✓	✓				✓
FAMILIA 1							

PARTE No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
MAQUINA																
TORNO	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
FRESADORA	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
TALADRO	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
RECTIFICADORA	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
FAMILIA 2																

PARTE No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
MAQUINA																
CEPILLO	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
FRESADORA	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
TALADRO	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
RECTIFICADORA	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
FAMILIA 3																

Como se puede observar, estas partes están agrupadas en familias con una misma secuencia de operación, aunque son partes distintas geométricamente.

Los métodos de "Clasificación y Codificación" y de "Programación matemática" se explicarán y desarrollarán en los capítulos siguientes por ser su aplicación relevante para el desarrollo de éste trabajo.

## C A P I T U L O   I I

### CLASIFICACION Y CODIFICACION

## II.1 SISTEMAS DE CLASIFICACION Y CODIFICACION

Un Sistema de Clasificación y Codificación, provee una -- forma efectiva de formar las familias de partes, basándose en -- parámetros específicos sin importar el origen y uso de las partes. Especialmente para la aplicación de la integración de la manufactura por computadora (IMC), los sistemas de clasifica--- ción y codificación llegan a ser requeridos para una implementa ción efectiva de los conceptos que se manejan en la T.G.

La Clasificación involucra, como ya se mencionó, el arreglo de artículos en grupos, de acuerdo al principio que el clasificador disponga, para formar las similitudes de las partes.

Un código o codificación puede ser un sistema de símbolos utilizados para procesar la información. En esta codificación, los números o letras, o la combinación de ambos dan un cierto -- significado.

Para aplicaciones en la T.G., una buena clasificación y -- codificación deberá ser capaz de formar la familia de partes -- con parámetros específicos.

Existen tres formas básicas de estructuras en sistemas de codificación para las aplicaciones actuales de T.G. las cuales se enuncian a continuación:



- a) Estructura jerárquica (monoclave);
- b) Estructura del tipo de dígito fijo (policlave)
- c) Estructura combinada (multiclave).

a) Estructura jerárquica (monoclave). Esta estructura se construye como un diagrama de árbol, en el cual cada dígito amplía la información que reporta el anterior y depende de éste. Un sistema de codificación jerárquica puede contener una cantidad enorme de información con un número bastante limitado de dígitos.

b) Estructura de tipo de dígito fijo (policlave). Este sistema, también llamado del tipo de cadena, tiene una estructura en la cual la posición de un dígito dado representa información independiente, y no está directamente relacionada con la proporcionada por otros dígitos. Este tipo de codificación proporciona un sistema mucho más adaptable aplicándolo a: producción, -- operaciones de procesos, clasificación de herramientas para las máquinas, etc. Por ejemplo el sistema Opitz y KC-1.

c) La estructura combinada o multiclave, como lo indica su nombre es una combinación de las dos estructuras anteriores para satisfacer las necesidades particulares de cada taller. Por ejemplo el sistema KK-1

Requerimientos básicos de los sistemas de clasificación  
y codificación.

Para la aplicación de la T.G., un sistema de Clasificación y Codificación debe de cumplir varios requerimientos básicos, -- los cuales son:

- a) Inclusión total;  
Un sistema de Clasificación y Codificación debe incluir - todas las piezas existentes que se estén produciendo y/o comprando, y debe ser capaz de aceptar nuevas piezas.
- b) Mutuamente exclusivo;  
Un sistema de Clasificación y Codificación debe ser mutuamente exclusivo, es decir, debe incluir cosas similares - utilizando parámetros definidos claramente.
- c) Basada en características permanentes;  
Un sistema debe basarse en atributos visibles o fácilmente confirmables y con características permanentes.
- d) Específico para las necesidades del usuario;  
El sistema debe ser desarrollado para satisfacer las necesidades específicas del usuario.
- e) Adaptarse a necesidades futuras;  
El sistema debe poder ser adaptado a expansiones futuras y a los cambios tecnológicos.
- f) Explícito;  
El sistema debe ser explícito al definir todos los factores que afectan los métodos de producción y herramental -

(configuración, dimensiones y parámetros de acabado de las piezas, etc ).

g) Adaptable a procesamiento computarizado;

El sistema debe poder funcionar sin computadora, pero también con ella.

Factores para seleccionar un sistema de Clasificación y Codificación.

Los factores más importantes a considerar al seleccionar un sistema de Clasificación y Codificación adecuado son:

- Objetivo. Cuales son los objetivos (necesidades) al seleccionar el sistema de Clasificación y Codificación.
- Campo de aplicación. En qué departamento o departamentos se va a aplicar y cuáles son los parámetros que van a ser codificados de acuerdo a sus necesidades específicas.
- Costos y tiempo. Como cada compañía tiene productos, objetivos, facilidades de producción, necesidades y condiciones diferentes, requiere de un sistema adaptado, puesto que no existe un sistema universal. Se recomienda que cualquier persona que planea instalar un sistema de Clasificación y Codificación lleve a cabo una evaluación comparativa y completa de la variedad existente de sistemas antes de tomar una decisión.

Los departamentos que utilizan más el sistema de Clasifi-

cación y Codificación son: Diseño, Ingeniería del Producto, Pla  
neación y Control de la Producción, Producción, etc.

Algunos parámetros y datos representativos requeridos por  
éstos departamentos son:

1. Diseño e Ingeniería de Producto:  
Forma principal, material, tamaño, dimensiones mayores, -  
dimensiones menores, tolerancias, etc.
2. Planeación y Control de la Producción:  
Operación mayor, operación menor, proporción de tamaño, -  
forma y tamaño, herramientas para las máquinas, dispositio  
vo de sujeción, herramientas de corte, tamaño de lote, --  
tiempo de preparación, secuencia de operación, exactitud,  
tratamientos especiales, ensamble, etc.

Un sistema de Clasificación y Codificación es esencial pa  
ra obtener los beneficios totales de la T.G.. Facilita la re--  
ducción de partes y el programa de estandarización que puede --  
ser valioso tanto para la compañía como para el cliente.

Cuando se han clasificado y codificado todas las partes -  
activas, utilizando un sistema conveniente, es posible analizar  
la población de partes. Si se desarrolla la planeación de pro-  
ceso para la parte compuesta, se puede procesar cualquier parte  
de la familia con las mismas operaciones.

Existen dos enfoques generales para el desarrollo de un sistema de Clasificación y Codificación; uno es el sistema de "Clasificación Universal", generalmente aplicable en diferentes tipos de la industria metal-mecánica, otro es un sistema de clasificación "hecho a la medida", ofrece solo principios generales, y la clasificación final depende de cada caso especial.

Utilizando un sistema de Clasificación y Codificación, a cualquier parte se le puede asignar lo que llamaremos un código vector. Cada código vector describe ciertas características de la parte.

Los sistemas de Clasificación y Codificación mas usuales universalmente son, entre otros:

- a) Sistema KK-1,
- b) Sistema KC-1,
- c) Sistema Opitz

Los cuales se desarrollan a continuación.

#### II.1.1. Sistema KK-1.

Es un sistema multiclave el cuál fué desarrollado en Japón y consta de 13 dígitos numéricos los cuales se detallan a continuación:

Dígito	Denota o comprende
1o.	el nombre de la parte
2o.	complemento a la clasificación del nombre
3o.	clasificación del material, con su
4o.	complementario
5o.	principal dimensión de la parte (la mayor)
6o.	forma primitiva
7o.	relación de sus principales dimensiones
8o.	forma geométrica principal
9o.	clasificación del maquinado que debe llevar
10o.	la parte de su complemento (10)
11o.	acabado superficial de la pieza
12o.	precisión de maquinado
13o.	principal máquina-herramienta que se utiliza en la primera etapa de maquinado.
... para mayor información ver apéndice No. 1	

#### II.1.2. Sistema KC-1.

Es un sistema de Codificación policlave que consta de 5 - dígitos, los cuales son numéricos, se encuentran agrupados en - un total de siete tablas; de igual manera, cada dígito posee -- una descripción de la parte que se esté codificando:

Dígito	comprende o denota
1o.	forma principal de la parte
2o.	rango dimensional de la parte

- 3o. forma más notable de la parte
  - 4o. materia prima
  - 5o. exactitud y precisión de la parte.
- ... para mayor información ver apéndice No. 2

### II.1.3. Sistema Opitz

Es un sistema policlave que ha sido desarrollado en Alemania, es, probablemente, el más conocido por ser el primero en aparecer. Este sistema se basa en la preparación de las operaciones y los lugares de trabajo. Comprende un total de nueve dígitos numéricos de los cuales, los primeros cinco enfatizan la dimensión y la forma principal, como se detallan a continuación:

Dígito	comprende o denota
1o.	clase de componente
2o.	elementos en su forma externa
3o.	elementos en su forma interna
4o.	hoyos auxiliares y dientes de engrane
5o.	maquinado de la superficie

los siguientes cuatro dígitos son un complemento a los -- primeros cinco:

6o.	dimensión principal
7o.	material

8o. forma inicial

9o. acabado

... para mayor información ver apéndice No. 3

Aparte de éstos métodos que hemos detallado, existen una gran variedad de sistemas de Clasificación y Codificación que actualmente se aplican de acuerdo a las necesidades específicas de cada industria, dependiendo de las características de su producto.

## II.2. Ejemplo de aplicación de los sistemas de codificación

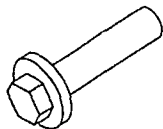
A continuación consideramos pertinente utilizar un ejemplo de Codificación de partes utilizando los métodos mencionados con anterioridad, de ésta manera observaremos a "grosso modo" la precisión y/o el grado de información que nos guarda cada uno de los tres sistemas de Codificación.

Las figuras siguientes nos muestran cinco piezas a codificar, con sus subsecuentes aplicaciones de los métodos de Clasificación, utilizando, para cada caso, las tablas mostradas en -- los apéndices 1, 2 y 3.

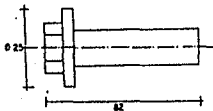


PRÁCTICA PARA CLASIFICACION Y CODIFICACION

NOMBRE DE LA PARTE: Perno cabeza hexagonal.  
 MATERIAL: acero comercial.  
 TRATAMIENTO: templado al agua.  
 OPERACIONES: Forjado, torneado y corte.



Núm. parte  
324678



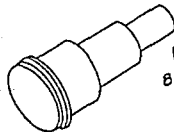
OPITZ ..... 2 4 2 3 0 - 1 2 2 1

KC-1 ..... 0 2 0 0 4

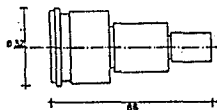
KK-1 ..... 3 1 4 0 5 2 0 5 5 1 0 2 5

PRÁCTICA PARA CLASIFICACION Y CODIFICACION

NOMBRE DE LA PARTE: Perno de eje  
 MATERIAL: acero comercial.  
 TRATAMIENTO: templado al agua.  
 OPERACIONES: Maquinado, torne y corte.



Núm. parte  
834577



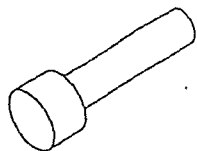
OPITZ ..... 1 4 1 3 0 - 1 2 1 1

KC-1 ..... 0 2 3 0 4

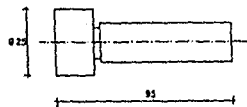
KK-1 ..... 3 1 1 0 5 2 0 1 1 6 0 2 1

PRACTICA PARA CLASIFICACION Y CODIFICACION

NOMBRE DE LA PARTE: Perno maestro para soporte  
MATERIAL: acero carbono  
TRATAMIENTO: sin tratamiento  
OPERACIONES: forjado



Núm. parte.  
764822



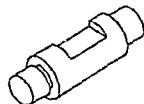
OPITZ ..... 2 3 1 3 0 ... 1 1 1 1

KC-1 ..... 0 2 1 0 4

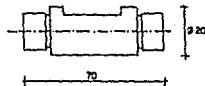
KK-1 ..... 3 1 1 0 5 2 0 1 1 1 0 2 1

PRACTICA PARA CLASIFICACION Y CODIFICACION

NOMBRE DE LA PARTE: Tope de guía  
MATERIAL: acero comercial  
TRATAMIENTO: templado en aceite  
OPERACIONES: Maquinado, fresa torno y corte



Núm. parte  
184717

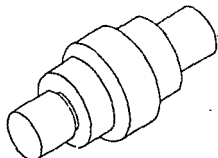


OPITZ ..... 2 4 1 3 0 ... 1 2 1 1

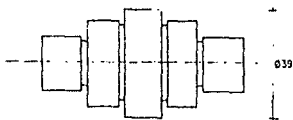
KC-1 ..... 0 2 3 0 4

KK-1 ..... 3 1 1 0 5 2 0 5 5 6 0 2 1

NOMBRE DE LA PARTE: *Corredera simétrica*  
 MATERIAL: *acero al carbón*  
 TRATAMIENTO: *templado al aceite*  
 OPERACIONES: *torneado (verificación), corte*



Núm. parte  
176484



OPITZ ..... 1 + 1 3 0 ..... 1 2 1 1

KC-1 ..... 0 2 3 0 3

KK-1 ..... 3 1 2 0 5 2 0 5 5 1 0 2 5

### II.3 Ventajas de la utilización de los sistemas de codificación

Los beneficios y enormes ventajas de una buena aplicación de un sistema de Clasificación y Codificación en la T.G. las hemos resumido en:

- A. Se pueden formar grupos de partes a la vez que se forman grupos de máquinas.
- B. Se recuperan rápidamente diseños y dibujos del conjunto de partes así como los planes de producción.
- C. Existe una racionalización de los diseños y una reducción en los costos de diseño.

- D. Se obtienen estadísticas confiables en las piezas de trabajo.
- E. Hay una estimación mas precisa de los requerimientos de las máquinas-herramientas, esto es: racionalización de la carga de máquinas, optimación de los gastos de capital, etc.
- F. También se racionaliza el tiempo que se lleva la preparación del herramental a utilizar trayendo consigo una reducción en el tiempo de preparación de la producción global.
- G. Se obtiene una racionalización y mejoramiento en el diseño de herramientas, así como la reducción en los tiempos de diseño y costos de herramental.
- H. Racionalización de los procesos de planeación de la producción en su programación.
- I. Existe una mayor precisión en las estimaciones de -- costos y de su confiabilidad.
- J. Existe una mejor utilización de las máquinas y del herramental así como de la mano de obra.
- K. A la vez se obtiene un mejoramiento en la programación de las máquinas de control numérico, obteniéndose un uso eficaz y más efectivo.

Un sistema de Clasificación y Codificación provee una forma más efectiva de agrupar una Familia de Partes, basándose sobre parámetros específicos del sistema, sin importar el origen y el uso de las partes.

Especialmente para la aplicación del CAD/CAM (Computer Aided Manufacturing/Computer Aided Design, en español: la manufactura y el diseño auxiliados por la computadora), éstos sistemas llegan a ser especialmente requeridos para una implementación efectiva de los conceptos de la T.G.

La Clasificación involucra el arreglo de artículos en grupos, de acuerdo a un principio que el clasificador disponga para formar las similitudes.

Un código puede ser un sistema de símbolos utilizados para procesar la información en la cual, los números o letras y/o la combinación de ambos, dan un cierto significado.

Para las combinaciones dentro de la T.G., una buena Clasificación y Codificación deberá ser capaz de formar la Familia de Partes con parámetros específicos.

CAPITULO III.

ANALISIS MULTIOBJETIVO DE GRUPO  
PARA LA FORMACION DE FAMILIAS DE PARTES

### III.1 LA PROGRAMACION POR OBJETIVOS

A partir de este capítulo, presentamos un eficiente y sencillo método que se ha computarizado, para obtener las Familias de partes en la T.G., utilizando, para ello, la Programación por Objetivos y basándose en el Análisis Multiobjetivo de Proximidad, usando la Programación Matemática mencionada anteriormente como último método para la formación de Familias de Partes.

El éxito de la aplicación de la T.G., se basa en la efectiva formación de las Familias de Partes, y subsecuentemente, en la eficiente recuperación de la información sobre las Familias de Partes, para con ello, racionalizar el diseño y la manufactura. Debido a la magnitud de ésta tarea, es necesario el uso de un computador, un modelo matemático y, por supuesto un programa de computadora. Estos dos últimos elementos en cuestión, fueron desarrollados para incrementar la eficiencia de la aplicación de éste método en la práctica.

Los términos claves que utilizaremos en este capítulo, son los que hemos estado manejando hasta ahora: Tecnología de Grupos, Familias de Partes, Clasificación y Codificación, Programación por Objetivos, Análisis de Grupos y Análisis de Flujo de Producción.

### III.1.1 SIMILITUD DE PARTES

Usando un sistema de Clasificación y Codificación, cualquier parte puede ser asignada a un código vector. Cada código vector describe ciertas características de la parte.

Por ejemplo, el sistema de Clasificación Opitz consiste de cinco dígitos geométricos y 4 complementarios. Estos nueve dígitos son utilizados para registrar el tipo de parte, forma, medida, material, y requerimientos de operaciones de precisión (ver Apéndice 3).

Como se puede apreciar, con un sistema de Clasificación y Codificación, a cualquier parte ( $p$ ) se le puede asignar un vector, que denominaremos  $X_p$ ; Esto es:

$$\bar{X}_p = [X_{pk}]$$

donde

$$X_{pk} \in [a_{ij}]$$

$X_{pk}$  = código del dígito ( $k$ ) de la parte ( $p$ ).

$a_{ij}$  = elemento del código determinado en conjunto

$i$  = número de dígito del sistema de codificación

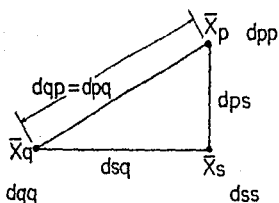
$j$  = número de atributos a un dígito dado

$k$  = número de dígito, donde  $k = 1$  hasta  $i$ .

La similitud o la diferencia entre dos partes puede ser descrita en términos de la distancia entre ellas. Con dos vectores código  $\bar{X}_p$  y  $\bar{X}_q$ , la distancia entre  $\bar{X}_p$  y  $\bar{X}_q$  la definiremos como  $d_{pq}$  donde una distancia  $d_{pq}$  es un valor real de la función



simétrica, obedeciendo a los siguientes axiomas, que se muestran a continuación



- . reflexibilidad .....  $d_{pp} = 0$
- . simetría .....  $d_{pq} = d_{qp}$
- . desigualdad del triángulo .....  $d_{pq} \leq d_{ps} + d_{sq}$

Donde: s es otra cualquier parte diferente a p y q.

### III.1.2 MEDICION DE SIMILITUD ENTRE PARTES

La función distancia  $d_{pq}$  puede ser definida de varias formas. Las más comunes aplicadas a distancias métricas son -- las siguientes:

1. Método de Minkowski.

$$d_{pq} = \left[ \sum_k |X_{pk} - X_{qk}|^r \right]^{1/r}$$

$k$  = determinación de códigos (conjunto de códigos)

$k$  =  $k$ 'ésimo dígito.

$r$  = entero positivo.

Dos casos especiales de ésta definición son muy utilizados; cuando

$r = 1$ , Métrico absoluto.

$r = 2$ , Métrico euclidiano.

2. Método pesado-métrico de Minkowski.

$$d_{pq} = \left[ \sum_k W_k |X_{pk} - X_{qk}|^r \right]^{1/r}$$

donde:  $W_k$  = peso del dígito  $k$  (ponderación).

3. Método de Hamming Métrico.

$$d_{pq} = \sum_k \delta [X_{pk}, X_{qk}]$$

$$\text{donde: } \delta [X_{pk}, X_{qk}] = \begin{cases} 1, & \text{si } X_{pk} \neq X_{qk} \\ 0, & \text{de cualquier otro modo} \end{cases}$$

En éste trabajo de investigación. el método que utilizamos será el Método absoluto de Minkowski ( $r=1$ ).

### III.2 MODELO MATEMATICO

Una técnica de agrupamiento, denominada "Método de Aná-

lisis Multiobjetivo de Grupo", utilizando la distancia métrica - absoluta de Minkowski puede ser expresada como sigue:

Definiremos:

$n$  = número de partes en la familia.

$m$  = número de familias de partes

$d_{pqk}$  = distancia de la parte  $p$  a la familia de partes  $q$  en el dígito  $k$

$d_{pqk} \geq \beta$ , para toda  $p \neq q$ ,  $p = 1, 2, 3, \dots, n$ .

$d_{pqk} = \beta$ , para toda  $p = q$ ,  $p = 1, 2, 3, \dots, n$ .

$$Y_{pq} = \begin{cases} 1, & \text{si la parte } p \in \text{a la familia de partes } q \\ \beta, & \text{de otra manera.} \end{cases}$$

$Z$  = código vector de secuencia prioritaria de clasificación.

$z$  = conjunto de dígitos de similitud significativa.

La función objetivo del Análisis Multiobjetivo de Grupo la definiremos como:

$$\text{lexmín } U = \sum_{q=1}^m \left[ \sum_{p=1}^n (Y_{pq} \cdot d_{pqk}) \right] \quad k \in z$$

sujeto a:

$$d_{pqk} = 0, \text{ para } k \in z, \text{ para toda parte } p \text{ en la familia de partes } q \quad (1)$$

$$\sum_{q=1}^m \gamma_{pq} = 1, \text{ para } p = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2)$$

$$\gamma_{pq} = 0, \text{ para toda } p, q \quad (3)$$

La ec. (1), asegura que todas las partes  $p$  en una familia de partes  $q$  tienen los mismos códigos de dígitos de similitud significativa. La ec. (2), impone que una parte  $p$  sólo puede pertenecer a una familia de partes  $q$ . La última, la ec. (3), asegura que todas las variables permanecen enteras. En la función objetivo, la distancia entre los dígitos es minimizada a través de un lenguaje gráfico.

El método Métrico absoluto de Minkowski es utilizado como la medida de la distancia a través del cálculo. La distancia minimizada, a través de un lenguaje gráfico, significa que la distancia es minimizada según el orden en la cual el usuario especifica su secuencia prioritizada. Las partes son agrupadas en Familias de Partes, basándose esto en la similitud significativa entre los dígitos  $Z$  y, todas las partes en una familia de partes tienen el mismo código de dígitos de prioridad.

Debido a que la secuencia del código prioritizado es especificado por el usuario, podemos afirmar que las familias de partes pueden ser formadas de acuerdo a los requerimientos específicos de cada usuario.

CAPITULO IV  
EJEMPLO DE APLICACION

## IV.1 APLICACION DEL MODELO MATEMATICO

El siguiente ejemplo ilustra el método propuesto, usando un método de Clasificación y Codificación de 13 dígitos (KK-1). La estructura básica de éste sistema de codificación, se muestra en la figura (J). Ver apéndice (1):

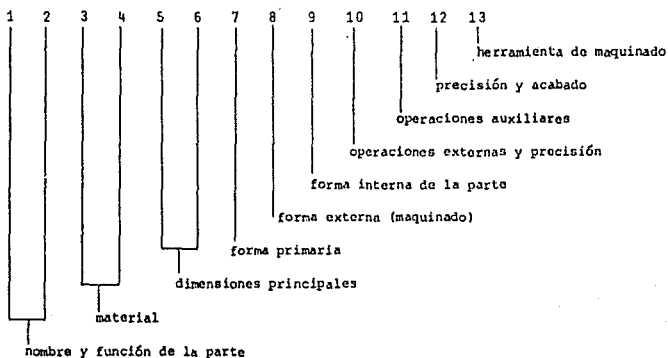


Fig. (J) Estructura básica de un Sistema de Clasificación y Codificación (KK-1)

Cinco partes son mostradas en la figura (K). Las cuales se rán utilizadas para ilustrar la aplicación del método propuesto. Los resultados usando el sistema de Clasificación y Codificación son mostrados en la tabla 1.

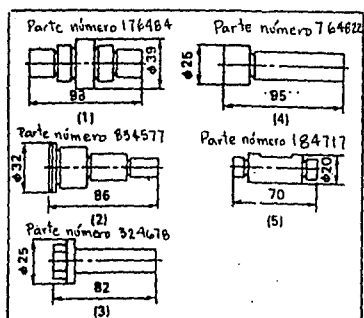


Figura (K). Pernos para Clasificación y Codificación

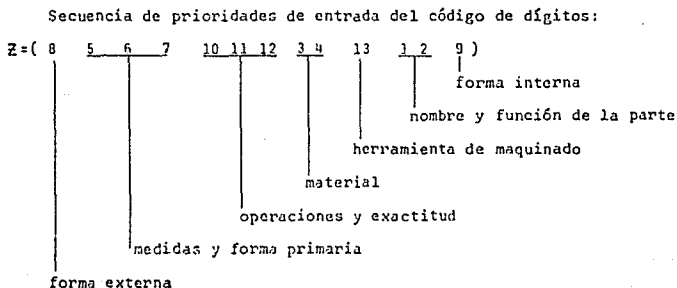
Dígito	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Partes	k												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	3	1	2	0	5	2	0	5	5	1	0	2	5
2	3	1	1	0	5	2	0	1	1	6	0	2	1
3	3	1	4	0	5	2	0	5	5	1	0	2	5
4	3	1	1	0	5	2	0	1	1	1	0	2	1
5	3	1	1	0	5	2	0	5	5	6	0	2	1

Tabla 1. Códigos de clasificación de las partes de prueba

Con el método propuesto, la formación de las Familias de Partes dependerá de la prioridad de los dígitos codificados y de la similitud significativa que exista entre los dígitos establecidos de acuerdo a cada corrida. Esta característica especial crea la flexibilidad para diversas aplicaciones, tales como: diseño de herramienta, planeación de procesos, etc.

En la práctica, el método ofrece la flexibilidad de la formación de Familias de Partes para diferentes propósitos. Para cada ejecución del método, el usuario tiene la elección de escoger las prioridades de entrada del código de dígitos Z. Este método utiliza la programación objetiva, en la cual la diferencia entre los códigos son minimizados por medio de un lenguaje gráfico. La conveniente selección de las prioridades de los dígitos del código Z, son importantes para la obtención de resultados significativos.

Si la entrada de los dígitos de prioridad, tienen la secuencia Z, la cual se selecciona de la siguiente manera:



Lo cual nos indica que la formación de Familias de Partes está más relacionada con la forma externa de la parte (dig. 8), y en sus medidas y su forma primaria (dig. 5, 6 y 7). Los requisitos de operación de la parte (dig. 10, 11 y 12), material (dig.



3 y 4), y la forma interna (dig. 13), son menos importantes en és ta ejecución de formación de Familias de Partes.

Otro elemento de entrada del modelo, es el determinado por la similitud significativa de los dígitos  $Z$ , si especificamos la similitud significativa del dígito  $Z$  como:

$$Z = (8, 5, 6, 7) = \{\text{los primeros cuatro dígitos prioritarios para este caso}\}$$

Esto nos indica que todas las partes dentro de una Familia de Partes, tienen una forma externa similar, la medida y forma primaria de éstas partes están dentro del mismo rango.

Con ésta entrada del código de secuencia prioritario  $Z$ , y el conjunto de dígitos de similitud significativa  $Z$ , la salida se enfoca más sobre la medida, forma externa y forma prioritaria de las partes.

La tabla 2 muestra la lista de salida de las familias de partes formadas. Donde  $\bar{u}$  es un vector de la función objetivo optimizada.

Z parte	Código de dígitos prioritarios													
	8	5	6	7	10	11	12	3	4	13	1	2	9	
	z													
1	5	5	2	0	1	0	2	2	0	5	3	1	5	
3	5	5	2	0	1	0	2	4	0	5	3	1	5	
5	5	5	2	0	6	0	2	1	0	1	3	1	5	
2	1	5	2	0	6	0	2	1	0	1	3	1	1	
4	1	5	2	0	1	0	2	1	0	1	3	1	1	
$\bar{U}$	0	0	0	0	10	0	0	5	0	4	0	0	0	

Tabla 2. Grupo de resultados de las partes de la prueba

Dos familias de partes son formadas: las partes 1, 3 y 5 que pertenecen a una Familia de Partes, y las partes 2 y 4 pertenecen a otra Familia de Partes.

Usando el métrico de Minkowski para medir la distancia entre las partes p y q sobre el dígito k, vemos que:

$$d_{pqk} = \left[ (X_{pk} - X_{qk})^r \right]^{1/r}$$

Si el métrico absoluto es utilizado ( $r = 1$ ), la ecuación de distancia nos queda:

$$d_{pqk} = (X_{pk} - X_{qk})$$

Las distancias entre las partes son calculadas utilizando el modelo propuesto. Los resultados de las distancias calculadas entre las partes, y las familias formadas son presentadas en la tabla 3.

Z	Secuencia	z													
	prioritaria	8	5	6	7	10	11	12	3	4	13	1	2	9	
dígito k		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
q	p													Ypq	
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	2	4	-												0
	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1
	4	4	-												0
	5	0	0	0	0	5	0	0	3	0	4	0	0	0	1
2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	4	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1
$\bar{u}$		0	0	0	0	10	0	0	5	0	4	0	0	0	

Tabla 3. Tabla de cálculos

En ésta tabla,  $q$  es el número de la Familia de Partes,  $p$  es el número de parte,  $Y_{pq}$  es el valor asignado a cada parte. Si  $Y_{pq}$  es igual a uno, indica que la parte  $p$  tiene que ser asignada a la familia de partes  $q$ , de acuerdo a la  $z$  especificada.

Dos familias de partes son formadas de acuerdo a la especificación de entrada, la cual es mostrada en el renglón superior de la tabla 3.

Las partes 1, 3 y 5 son agrupadas dentro de la Familia de Partes uno y las partes 2 y 4 dentro de la Familia dos. Las cinco partes del ejemplo son agrupadas en Familias de Partes según la ec.(1), lo cual significa que todas las partes en una Familia de Partes tienen los mismos códigos sobre la similitud sig

nificativa de los dígitos determinados  $Z$ , para este ejemplo son el 5o., 6o., 7o. y 8o. dígitos, esto nos asegura, que si el objetivo es formar las Familias de Partes en las cuales todas las partes tienen la misma forma externa (dig. 8), y el mismo rango de dimensión y forma primaria (dig. 5, 6 y 7), las partes 1, 3 y 5 las cuales su forma externa es escalonada en los extremos y con ranura funcional, deberán ser separados de las partes 2 y 4, quienes tienen su forma externa escalonada en un solo extremo y sin elementos de forma.

El programa de computadora del "Análisis Multiobjetivo de Grupos" fué diseñado de tal modo que la salida es optimizada en una lista de partes en términos de las distancias entre todas las partes. Las distancias son minimizadas lexicográficamente (usando un lenguaje gráfico) en la salida.

Por ejemplo, la secuencia de salida óptima de estas partes es 1, 3, 5, 2 y 4 (ver tabla 2). Si la secuencia de salida es cambiada a 1, 5, 3, 2 y 4, la función objetivo sobre el nivel 5,  $\bar{u}_5$  se incrementará a 15, el cual es mas grande que el valor óptimo de  $\bar{u}_5 = 10$  (ver tabla 4).

La lista de salida óptima significa que la mayoría de las partes son similares; la cercanía de lugar entre las partes es agrupada en la lista óptima. Esta característica facilita al usuario para volver a reacomodar partes similares en otra forma más eficiente y más precisa.

O p t i m o			Nó-optimo		
Parte	Código	Distancia	Parte	Código	Distancia
1	1	0	1	1	0
3	1	0	5	6	5
5	6	5	3	1	5
2	6	0	2	6	0
4	1	5	4	1	5
$\bar{u}_5 = 10$			$\bar{u}_5 = 15$		

Tabla 4. Ejemplo de listado de salida comparativo

Un programa de computadora ha sido desarrollado para el modelo Multiobjetivo de Grupos. Dos opciones son proporcionadas por el programa. El programa puede especificar la prioridad de secuencia del código  $Z$  y la similitud significativa de los dígitos  $Z$  para formar las Familias de Partes, o puede ser usado para reacomodar las partes similares y/o las Familias de Partes.

#### IV.2 PRUEBA DE LA FORMACION DE FAMILIAS DE PARTES.

Los dos ejemplos siguientes, muestran cómo las familias de partes pueden ser formadas por el algoritmo propuesto de Análisis Multiobjetivo de Grupos. Este algoritmo ofrece la flexibilidad de formación de Familias de Partes de acuerdo a propósitos específicos. Para cada ejecución de este programa de computadora, el usuario tiene la elección de especificar la prioridad de los dígitos del código de secuencia de entrada  $Z$ . Desde que el algoritmo aplica los conceptos de programación por objetivos, -

en la cual, las diferencias entre los códigos seleccionados son minimizados con un lenguaje gráfico, la conveniente selección de las prioridades de los dígitos del código de secuencia es de suma importancia para obtener mejores resultados. Numerosas pruebas en la formación de Familias de Partes fueron desarrolladas y la combinación de la prioridad de los dígitos escogidos fue probada. Diversas secuencias de la prioridad del dígito Z fueron aceptadas como buenas secuencias, ya que generaron algunas Familias de Partes bien definidas.

La selección de prioridades del dígito de secuencia para el grupo de familias de partes mostrado en la tabla (5) es:

$$Z = (9 \ 5 \ 6 \ 7 \ 10 \ 11 \ 12 \ 8 \ 1 \ 2 \ 3 \ 4 \ 13)$$

Número de partes	Código de entrada normal	Código de salida prioridad Z	Nombre de la parte
11-6906-01	1121732133323	3732332111213	Rotor
10-6896-01	1021732035543	3732554010213	Tubo moldeado de 100 mm
41-6911-02	4121744533320	3744332541210	Barra cilíndrica
41-6889-01	4121744633323	3744332641213	Tubo
10-6922-01	1021765335543	3765554310213	Tubo moldeado 18 pulg.
41-6910-01	4121713133323	3773332141213	Tubo
21-6825-01	2124533133523	3773332121543	Rodillo corrugado
20-6904-01	2041541133324	3774332520414	Rodillo
71-6892-01	7111575533541	37703504071111	Eje dentado

Tabla 5. ejemplo de familias de partes, entrada y salida con prioridades en orden de forma interna de la parte (9o. dig) tamaño (5o., 6o. y 7o. dig), operaciones (10o., 11o. y 12o. dig.) y forma externa (8o. dig.).

En esta muestra (con datos distintos a las del IV.1), la Familia de Partes está más relacionada con la forma interna de la parte (9o. dig.), dimensiones y forma primaria de la parte (5o., 6o. y 7o. dig.) y operaciones (10o., 11o., 12o. dig.). Para este ejemplo en particular, el material y la herramienta de maquinado fueron de menor importancia. El programa agrupó primero las partes con la misma forma interna, enseguida tomó las partes que tienen dimensiones similares y las reacomodó.

El usuario también tiene la elección de especificar la similitud significativa de los dígitos Z. En éste ejemplo, los primeros dos dígitos prioritarios son seleccionados como dígitos con similitud significativa Z. Esto indica que todas las partes en la tabla (5), tienen la misma forma interna en general, con largos bordes redondeados y no presentan hoyos auxiliares, barrenos o ranuras radiales.

Las partes están dentro del margen de 100 y 120 pulgadas de longitud total. Los diámetros máximos son variados, desde 12 hasta 25 pulgadas. También, todas éstas partes requieren las mismas operaciones internas, externas y de acabado, las cuales comprenden una vuelta aspera, con tolerancia de  $250 \mu > 500$  para superficie exterior, sin operación interior, y un acabado de corte. Es interesante notar que tienen casi los mismos requerimientos de operación. Esto indica que el proceso de operación es dependiente de la forma y de la dimensión de la parte, es decir, la forma, dimensión y el tamaño de la parte es lo fundamen

tal para la programación.

La Familia de Partes mostrada en la tabla (6) enfatiza los lugares sobre el orden de material, herramienta de maquinado, forma externa y dimensiones. Las prioridades de los dígitos de secuencia son:

$$\bar{Z} = (3 \ 4 \ 13 \ 8 \ 5 \ 6 \ 7 \ 9 \ 1 \ 2 \ 10 \ 11 \ 12)$$

Número de parte	Código de entrada	Código de salida	Nombre de la Parte
11-6895-01	1121743275543	2132743711554	Tubo moldeado 200 mm
11-6895-02	1121753275543	2132753711554	" " 200 mm
11-6919-01	1121754275543	2132754711554	" " 300 mm
11-6916-01	1121765275543	2132765711554	" " 400 mm
10-6884-02	1021774275543	2132774710554	" " 14 pulg.
10-6884-05	1021776375543	2132776710554	" " 20 pulg.

Tabla 6. Ejemplos de Familias de Partes. Entrada y salida con prioridades en orden de material (3° y 4° dígitos), tratamiento de maquinado (13° dig.), forma externa (8° dig.) dimensiones y forma primaria (5°, 6° y 7° dig.).

La herramienta de maquinado (dig. 13) y el material -- (dig. 3 y 4) son especificados como los dígitos con mayor prioridad. En este ejemplo, todas las partes en una familia de partes tienen el mismo material (alto acero niquelado), y el mismo maquinado.

Dependiendo de los requerimientos de aplicación, las --



prioridades en la secuencia de los dígitos pueden ser variados pa  
ra obtener Familias de Partes más significativas.

## C A P I T U L O V

### IMPLEMENTACION EN COMPUTADORA

## V.1 DESCRIPCION GENERAL DEL PROGRAMA

Para el modelo propuesto del Análisis Multiobjetivo de Grupos, se desarrolló un programa en computadora personal (PC compatible) con una memoria mínima (512 kbits de RAM) en donde se optimizó el tiempo de procesado de la información y el manejo del paquete. El programa se elaboró en TURBOBASIC de la Borland International Inc. (Vers. 87) no solamente por su versatilidad y sencillez - sino además por la simpleza en el desarrollo estructurado para el entendimiento del analista que desee modificar ó amplificar las potencialidades del paquete.

Consideramos, a grandes razgos, los siguientes bloques para la ejecución del programa:

- a) La elaboración de las bases de datos; que contempla la captura de la información de las partes a procesar, inicialmente (dar de alta una parte), dar de baja ó modificar cualquier información de la parte (número de parte, descripción, código de clasificación KK-1, fecha de alta, etc.);
- b) La formación de las familias de partes utilizando el modelo propuesto del Análisis Multiobjetivo de Grupo en el cual, como ya se mencionó anteriormente, la capacidad y experiencia del usuario en la selección del orden de prioridad principal  $Z$  y la similitud significativa  $Z$  depende, en mucho, de los resultados que se anoten, ya

sea en un archivo de disco ó en el listado de una impresora.

- c) La impresión de la base de datos original y (si así lo considera el usuario) la impresión del archivo con la información de las familias de partes que se formaron - al aplicar el Algoritmo propuesto del Análisis Multiobjetivo, con toda la información correspondiente.

Cabe anotar que consideramos utilizar un disco INTERCAMBIABLE como "archivo maestro" para que en caso de tener un gran volumen de partes, hacer referencia a cada disco por lotes de unas -- 5000 partes, máximo.

Además consideramos necesario incluir al programa una "ayuda" denominada INSTRUCCIONES de uso del programa, el cual explica (en caso de requerirlo) el funcionamiento de la ejecución del programa.

El programa instalado como ejecutable en la computadora, como ya se mencionó anteriormente, presenta en primera instancia una pantalla de MENU PRINCIPAL ó Inicial, en donde el usuario puede seleccionar entre las opciones siguientes:

- INSTRUCCIONES (un archivo ó texto)
- ARCHIVO DE PARTES (subrutina)
- FORMACION DE FAMILIAS DE PARTES (subrutina)
- IMPRESION DE PARTES (subrutina)
- FIN DE SESION (salida del programa)

En el desarrollo del programa, introducimos un concepto nuevo de estadio (dentro del programa) es decir, el lugar de ejecución en donde se encuentra el usuario; aparece siempre sobre la pantalla del menú principal una nueva pantalla enmarcada que muestra la ejecución seleccionada y las confirmaciones del trabajo a realizar o mensajes, en ocasiones acompañados de "beeps". Entonces, para salir de cualquiera de las opciones seleccionadas, simplemente basta teclear "ESC" para retornar, incluso hasta el menú principal.

El programa que desarrollamos, está diseñado para que el --capturista o usuario no tenga dificultad alguna en la aplicación del modelo propuesto; cualquier mala selección puede ser corregida con la solicitud de reconocimiento de información.

## V.2 FORMACION DE FAMILIAS DE PARTES A M G

Con el fin de acelerar la respuesta al usuario, los tiempos de procesamiento de la información dentro de la computadora se optimizaron, conjuntamente con la capacidad de la máquina.

Actualmente en nuestro país existen muchas nuevas tecnologías que incluyen una serie de paquetes de computadora para actualizar o modificar las bases de datos; por ello consideramos de poca importancia el dedicar una más amplia explicación a la parte referente a los archivos de partes empleados en el procesamiento del Análisis Multiobjetivo de Grupos para la formación de familias de par

tes. Bastará con referirnos al contenido de las bases de datos.

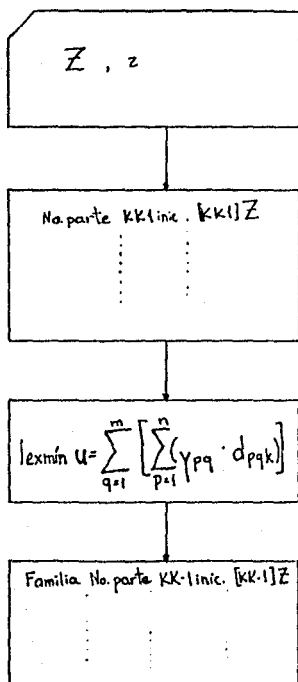
En nuestro caso, requerimos la información siguiente:

- . Vigencia: alta o baja de la parte a procesar, es decir, si se va a tomar o no en cuenta para la ejecución del Análisis Multiobjetivo de Grupo. En forma automática, según lo desee el usuario, la computadora da de alta o de baja a la parte;
- . Número de parte: consta de seis dígitos, los cuales corresponden al número que dentro de un catálogo tenga la parte; lo anota el usuario;
- . Descripción de la parte: consta de veinte dígitos, para la descripción total de la parte, por ejemplo, si es un tornillo, de acero, cobre, latón, tipo de cabeza, tipo de cuerda, diámetro ó longitud etc., etc.; lo anota el usuario;
- . Código de la parte: consta de trece dígitos numéricos exclusivamente, los cuales corresponden al apéndice 1 (clasificación y codificación KK1 y son anotados en base a la útil experiencia del clasificador o codificador usuario; cada dígito (como se aprecia en el ejemplo del capítulo II) tiene un significado y varía del 0 al 9, describiendo la parte. Esta parte es de suma importancia para la ejecución del

programa pues representa la base en donde se sustenta el desarrollo del A M G.

### V.2.1 EL ALGORITMO A M G

El siguiente esquema explica a grandes rasgos el algoritmo - utilizado para la formación de las familias de partes:

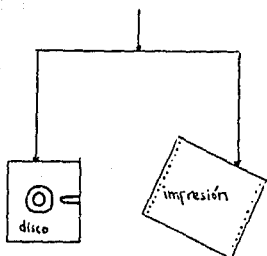


La computadora durante la ejecución del programa solicita el orden de - prioridad principal y la similitud significativa, respectivamente;

Automáticamente, la ejecución saca del archivo de partes todas las par - tes vigentes, ordenando sus códigos KK-1 de acuerdo al orden de priori - dad principal Z.

Posteriormente, y de acuerdo a la - similitud significativa Z, se apli - ca:

en donde se optimiza la lista de to - das las partes en términos de la si - militud significativa Z, separando las partes por FAMILIAS.



El usuario tiene la opción de escribir el resultado arrojado por el programa a un disco o a una impresora, en donde se obtiene un listado de todas las partes vigentes, con su nombre y número de parte, así como el código KK-1 de la parte y el código KK1 de salida, formados en familias de partes.

En el programa en computadora, que se encuentra listado en el Apéndice número 5, se aprecia el desarrollo que se siguió, estructurando las subrutinas así como las pantallas escogidas para cada corrida.

Los ejemplos presentados en las tablas (5) y (6) del capítulo IV muestran los resultados que arrojó la computadora para cada ejecución.

Este método Multiobjetivo de Grupo ya ha sido aplicado en una compañía especializada en la fabricación de productos de acero forjado. Primero, todas las partes producidas por la empresa se clasificaron usando KK-1 (Apéndice 1); el método propuesto se aplicó al grupo de todas las partes codificadas dentro de las Familias de Partes. La Base de datos y el programa en computadora, son usados para recuperar información de diseño, mercadotecnia, planeación del proceso, etc.



Como ya hemos visto, una de las aplicaciones más útiles del método propuesto (quizá la principal) es el reunir, juntar en Familias todas las partes similares. La compañía anteriormente citada utilizó este método para rehabilitar las partes similares de la Base de datos existente.

"... El método, pues, ha sido probado exhaustivamente y ha trabajado muy eficientemente, y en forma efectiva para la rehabilitación de esta información, y por consiguiente, la reducción de costos al utilizar A M G ya en firme es muy significativa ..." (9)

C A P I T U L O V I

C O N C L U S I O N E S

Y

R E C O M E N D A C I O N E S

La formación efectiva de Familias de Partes, se puede decir, es la finalidad esencial de la adecuada aplicación de los conceptos de la Tecnología de Grupos; observamos entonces que como la Tecnología de Grupos ataca de raíz el problema de la diversificación de la producción en lotes, aprovecha de manera singular la semejanza de las partes elementales de los diferentes productos de los lotes.

Como se vió, por tradición, la manera de producir se realiza en una distribución funcional de la planta. Con la nueva oleada de enfoques de la Tecnología de Grupos, lo que se intenta es modificar a una distribución por grupos, en donde se pueden encontrar todos los requerimientos necesarios para la completa fabricación de una Familia de Partes (formada en base a las semejanzas físicas, de producción, o de proceso).

El primer paso para introducir la T.G. es simplemente el análisis de las partes. Al introducir la T.G. en los talleres de producción intermitente, se obtienen numerosas ventajas que hacen atractivo este nuevo enfoque de producción; desafortunadamente existen inconvenientes que se presentan tanto en la introducción como durante la operación. El principal obstáculo: la gran cantidad de tiempo y trabajo que cuesta introducir y mantener un sistema de información adecuado a las necesidades de cada empresa, entre otros.

Con el método propuesto del Análisis Multiobjetivo de Gru--

pos, la determinación de las Familias de Partes es muy flexible; su rasgo principal y distintivo es que puede generar las diferentes Familias de Partes para diferentes propósitos de aplicación, de acuerdo a las necesidades de cada usuario.

El usuario tiene la oportunidad de escoger la secuencia en que van a estar los dígitos de prioridad (Z) y la determinación de los dígitos de similitud significativa (z).

Es casi seguro, que al introducir éstas nuevas "filosofías de producción" que trae la Tecnología de Grupos, los operarios y/o usuarios tengan una reacción especial, y que al convencerse de que éste cambio traerá mayores beneficios técnicos (equipo, manejo -- del mismo) y mejores condiciones de trabajo (acelerará las mejores soluciones a los problemas que se presentan en la producción) accedan al cambio positivamente.

NOTAS DE PAGINA

1. Se refiere a Federico Winslow Taylor, inventor de los "aceros rápidos" y creador del Sistema de Organización Científica de la Industria que lleva su nombre (Taylorismo).
2. Fte: INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION RESEARCH, 1982 pp. 39 -43 "MACHINE COMPONENT GROUP FORMATION IN GROUP TECHNOLOGY: R & E" de J. R. King, en donde fundamentalmente se expresan varias definiciones de distintos autores acerca de la Tecnología de Grupos para la extensión.
3. Se refiere a la SAE (Sociedad Americana de Ingenieros por sus siglas en inglés) que ha establecido desde ya hace bastante tiempo especificaciones técnicas, tanto para productos americanos como para los de otras partes del mundo, tomando siempre en cuenta las pruebas a las que deben someterse todos, de índole industrial principalmente.
4. Fte: KUWER ACADEMUE 1985  
"Group Technology: Application to product manager"  
de Katsundo Hitomi.
5. La publicación original de H. Opitz, contiene precisamente el sistema de clasificación que se anexa en el apéndice (3) se denominó "A CLASSIFICATION SYSTEM DESCRIBE WORK PIECES (10 & 11)" de Pergamon Press, en 1981.

6. IDEM (4)
7. Fte: JOURNAL OF MANUFACTURING SYSTEMS Vol. 5 No. 4, 1986  
"MULTIOBJECTIVE CLUSTER ANALYSIS FOR P.F.F."  
de Chinping Han. de la Pennsylvania University.
8. JOURNAL INSTITUTE ENGINEERING Vol. 65 No. 14, Marzo 1981  
"GROUP TECHNOLOGY CONSIDERATIONS IN PLANNING  
MANUFACTURING SYSTEMS" de Barash Moshe, de la Universidad  
de Dallas, Tex.
9. IDEM (7)

B I B L I O G R A F I A

- JOURNAL OF MANUFACTURING SYSTEMS. Vol. 5 No. 4, 1986  
"MULTIOBJECTIVE CLUSTER ANALYSIS FOR P.F.F."  
Chinping Han, Inyong Ham.  
Pennsylvania State University  
University Park, Pennsylvania.
- J. L. BURBIDE  
"PRODUCTION FLOW ANALYSIS"  
Production Engineers, Volume 50, 1971  
"PRODUCTION FLOW ANALYSIS ON THE COMPUTER"  
Third Annual Conf. of the Inst. of Production  
Engineers, 1973.
- BUFFA, Eldwood; TAUBERT, Williams  
"SISTEMA DE PRODUCCION E INVENTARIO"  
México, Limusa, 1975.
- BORLAND INTERNATIONAL, Inc. (Borland Software.)  
"TUREO-BASIC, OWNER'S HANDBOOK"  
L.A., California, SCOTTS VALLEY DRIVE, 1987
- I. HAM, C. HAN  
"GROUP TECHNOLOGY APPLICATIONS FOR HIGHER PRODUCTIVITY"  
A Research Report Industrial Management System.  
Engineering Department  
Pennsylvania State University 1985.

APENDICE NO. 1

SISTEMA DE CODIFICACION Y CLASIFICACION

KK-1



SISTEMA DE CLASIFICACION Y CODIFICACION JAPONES

KK-1

(Tabla 1 u Tabla 6)

Estructura Fundamental

COLUMNA		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
Posición	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Nombre Parte (función) en forma de la matriz		Materiales en forma de la matriz		Dimensiones Principales		Forma Geométrica y maquinado					Exactitud	Forma Número herramienta que puede ser usada en las primeras formadas de maquinado
		Clasificación General	Clasificación Detalles	Clasificación General	Clasificación Detalles	(R) L = Longitud	(N) A = Ancho							
		Igualmente para adherirse Tabla 2 (Matriz)						Forma primaria, proporción de dimensiones principales						
		- ver anterior - (idem)							(R) Forma externa (N) Maquinado superficial plano					
		Igualmente para adherirse Tabla 3 (Matriz)						Forma interna (R) Principal taladro Resaca Potencial maquinado (N) Plano con Perforación maquinado (N) Especial maquinado						
		- ver anterior -							(R) Auxiliar, mayor otros maquinados (N)					
		Separar tabla de R ó H Para R Tabla 4 (R) Para H Tabla 4 (H)												
		- ver anterior -												
		- ver anterior -												
		Tabla para R y N Tabla 6												
		- ver anterior -												

Tabla 2 (Matriz)  
Clasificación de nombre de parte (Función)

I	II		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	II
													I
0	Componentes Rotacionales (R)	Engranaje	Engranajes puntuales Engranaje	Engranaje interno	Engranaje cuadrado	Engranaje bñlico	E. Serpentin	E. Atornillable	Rodar	E. combinados y Especial	Recipientes circulares	Otros	Canales continuos y otros
1		Ejes ó broquelados	broquelado p. prin.br.	barra contadora	tornillo de avance	barra conductora	Redondeo varilla	Ejes concéntricos E. con manivela	barra con ranura	barras cilíndricas ó cilíndricas	Columnas redondas	Cubierta redonda ó otros	Cuerpos
2		Principal impulso ó mov. de partes	Fulea	Embragues	Freno	Impulsores	Embrago	Redondas Tablas	Otros	Rebordes	Cuna	Laborinto simétrico	Partes de soportes
3		Parte guía	Copias, aislador	Soportes metálicos	Soportes	Rodillos	Cilindros	Otros	Placas duales	Placas de índices	Levas	Otros	Partes controladoras
4		Partes fijas	Anillos	Recep-táculo encastrado	Vástago	Cuerda fina	Otros	Agarraderos	Carrete	Acoplamiento sonoro	Cuerda	Otros	Auxiliar barrenos ó mov. de partes
5	Componentes No-Rotacionales (N)	Partes fijas	Tapas	Soldadura sobre plantilla	Platos	Cuerda fina	Otros	Brazo de palanca	Seccionamiento cuadrado	Cruzetas	Cuerda	Otros	Impulso aux. ó mov. de p.
6		Partes guía	Ajuste por suña ó por guías de superficie	Kiel	Soportes metálicos	Otros	Pieza de agarre	Tapones	Punta	Calibradores	Levas	Otros	Control partes ligeras
7		Nov. principal ó mov. de parte	Zapatillas ó abrazaderas	Mesa cuadrada	Otros	Pieza de apoyo	Apoyos	bloques	Anclaje	Unión ó soporte giratorio	Levas	Otros	Partes de soportes
8		barras, varillas	Barras cuadradas rectas, u otras	Varillas cuadradas u otras	Caja	Empotramientos	Arrazón	Columnas	Colchón	Base	Levas	Otros	Cuerpos
9		Engranaje	Soportes ó bastidor	No engranes circ. y otros	Contenedor recipiente	Tanque de aceite	Batea conductores	Tuberías	Válvulas	Contra peso	Levas	Otros	Recipientes contenedores

Tabla 3 (Matriz)  
Clasificación de Materiales

III		IV										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	Hierro fundido	Fundición gris	Grafito modular	Maleable	Maleable	En frío	Aleación	Acero fundido al carbón	Aleación Acero fundición	Hierro sintonizado	Otros	
1	Acero común A 42 kg/cm <sup>2</sup> 4542kg/cm <sup>2</sup>	Trata- Sin tra- miento tamiento térmico térmico tratamiento	Barra redonda	Barra cuadrada	Secciones	Tubular	Láminas delgadas	Láminas gruesas	Forjado en frío	Forjado en caliente	Soldado	Otros
2		Trata- Sin tra- miento tamiento térmico térmico tratamiento	Ejecutar	-E-	E	E	E	E	E	E	E	E
3		Trata- Sin tra- miento tamiento térmico térmico tratamiento	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
4		Trata- Sin tra- miento tamiento térmico térmico tratamiento	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
5	Tratamiento superficial de acero	A.F.E. Forma	A.F.E. Formado	Carbonizado no forjado	Carbonizado forjado	Nitronizado no forjado	Nitronizado forjado	Otro tratamiento no forj.	Otro tratamiento for. sup. a.f.	Laminado otro tipo sup. a.f.	Anilado otro tipo sup. for.	
6	Otros especiales aceros, materiales de la herramienta de corte	Acero inoxidable	Acero al cromo	Acero al níquel cromo No.	Acero resistente al c.	Acero al alto carbón	Aleaciones de acero	Alta velocidad Aceros	Sintonizado carbórcico tus. car.	Cerámicos	Otros	
7	Cobre y otras aleaciones	Cobre con centrado barra co.	Cobre laminado	Tubo de cobre	latón concent. barra b.	latón laminado	Tubo latón	Latón ecclado	Bronce	bronce especial	Otros	
8	Metales ligeros	Alum. con centrado barra Al.	Aluminio laminado	Tubo de Aluminio	Aluminio colado	Duraluminio conc. durat. b.	Duraluminio laminado	Tubo Duraluminio	Duraluminio colado	Magnesio aleación	Otros	
9	Otros metales ó no metales	Pb	Sb	Sn	Zn	Otros metales	Gaspetita	Hailon	F.R.P. otros plásticos	Madera papel	Vitrío Nat. Inorg.	

Tabla 4 (N)  
Clasificación de Principales Dimensiones, Forma Primaria, Razón de las Principales Dimensiones

Columna	V	VI	VII		
Posición	Principales Dimensiones (A ≥ B)		Forma primaria Razón de las principales dimensiones (A, B, C) C = grueso (mm)      K = peso kg		
	Esquina Longitud	Ancho B mm			
0	$A \leq 16$	$B \leq 16$	Ancho y dimensión Media de los componentes $w \leq 20$ kg	Componente cúbica	$A/B \leq 3$ $A/C \leq 4$
1	$16 < A \leq 50$	$16 < B \leq 50$		Componente plano	$A/B \leq 3$ $A/C \leq 4$
2	$50 < A \leq 100$	$50 < B \leq 100$			Forma Componente
3	$100 < A \leq 160$	$100 < B \leq 160$		Componente de Longitud	$A/B > 3$
4	$160 < A \leq 240$	$160 < B \leq 240$			Forma componente
5	$240 < A \leq 360$	$240 < B \leq 360$		Combinación de forma	
6	$360 < A \leq 600$	$360 < B \leq 600$	Dimensión Mayor de los componentes $w > 20$ kg	Luz	$20 \text{ kg} < w \leq 100 \text{ kg}$
7	$600 < A \leq 1000$	$600 < B \leq 1000$		Intermedio	$100 \text{ kg} < w \leq 250 \text{ kg}$
8	$1000 < A \leq 2000$	$1000 < B \leq 2000$		Pesado	$250 \text{ kg} < w \leq 1000 \text{ kg}$
9	$2000 < A$	$2000 < B$		Extra pesado	$1000 \text{ kg} < w$

ESTA TESIS NO DEBE  
 SALIR DE LA BIBLIOTECA

Tabla 4 (R)

Clasificación de las principales Dimensiones, Forma primaria, Razón de principales Dimensiones

Columna	V	VI	VII	
Posición	Principales Dimensiones		Forma Primaria	
	Longitud Max. L (mm)	Diámetro Max. D(mm)	Razón de Principales Dimensiones L/D	
0	$L \leq 16$	$D \leq 16$	Componentes Rotacionales	$L/D \leq 0.5$
1	$16 < L \leq 50$	$16 < D \leq 50$		$0.5 < L/D \leq 1$
2	$50 < L \leq 100$	$50 < D \leq 100$		$1 < L/D \leq 1.5$
3	$100 < L \leq 160$	$100 < D \leq 160$		$1.5 < L/D \leq 2$
4	$160 < L \leq 240$	$160 < D \leq 240$		$2 < L/D \leq 2.5$
5	$240 < L \leq 360$	$240 < D \leq 360$		$2.5 < L/D \leq 3$
6	$360 < L \leq 600$	$360 < D \leq 600$		$3 < L/D \leq 10$
7	$600 < L \leq 1000$	$600 < D \leq 1000$		$10 < L/D$
8	$1000 < L \leq 2000$	$1000 < D \leq 2000$	Componentes Rotacionales	$L/D \leq 2$
9	$2000 < L$	$2000 \leq D$	con Variación	$2 < L/D$

TABLA 5 (N)

CLASIFICACION DE FORMA DETALLADA, CALIDAD DE LOS PROCESOS DE MAQUINADO

COLUMNA	VIII	IX	X	XI	
	FORMA DETALLADA, CALIDAD DE LOS PROCESOS DE MAQUINADO				
POSICION	UNA SUPERFICIE MAQUINADA	PREFERENTE PARALELA	PREFERENTE CON ESPECIAL MA.	HOYOS AUXILIARES	
0	NO SUPERFICIE MAQUINADA	NO MAQUINADO POTENCIAL NI BARRERAS	NO ESPECIAL MAQUINADO	NO AUXILIARES HOYOS	
1	CAMERA FRONTAL	EN PRINCIPAL BARRERAS (CILINDROS LINDOS)	RECTANGULOS BARRERAS	HOYOS AUXILIARES	
2	UN ESCALON EN LA SUPERFICIE PLANA	EN PRINCIPAL BARRERAS DE LINDOS ESCALONADO, BARRERAS EN C/O DE LOS EXTREMOS	EN RECTANGULO CON BARRERAS		
3	SUPERFICIE PLANA RECTANGULAR CON UN GRAN ARROJO Y/O OCISION	EN PRINCIPAL BARRERAS CON FUERZAS DE FORMA	PIEZA DE PLASTICO		
4	CONFORMES CON DIFERENTES RAYOS EN SECCIONES	PRINCIPALES BARRERAS DIFERENTES PARALELAS	(1) + (2)		
5	RANURAS Y/O TABLAS	PRINCIPALES BARRERAS DE DIFERENTES, OTROS CALIBRADOS PARALELOS	(1) + (3)		
6	(4) + (5)	CON BARRERAS CON CILINDROS EN LA SUPERFICIE	EN BARRERAS PRINCIPAL		(2) + (3)
7	UNA GUIA EN LA SUPERFICIE		BARRERAS IMPROBABLES DIFERENTES		(1) + (2) + (4)
8	DIFERENTE GUIA EN LA SUPERFICIE	SUPERFICIE ANULAR NATURA ANULAR	OTRA FORMA DE MAQUINADO	HOYOS AUXILIARES PARA CON ESTE CUAL SEGURIDAD	
9	OTROS	OTROS	((1) + (7)) + (6)	TALADROS EN MAS DE UNA DIRECCION	

TABLA 5 (R)  
 CLASIFICACION O FORMA GEOMTRICA Y MAQUINADO

COLUMNA	VIII		IX		X	XI	
POSICION	FORMA GEOMETRICA Y MAQUINADO						
	FORMA EXTERNA DE LOS ELEMENTOS		FORMA INTERNA DE LOS ELEMENTOS		PLANO SUPERFICIAL MAQUINADO	HOYOS AUXILIARES, OTROS TIPO DE HOYOS DE MAQUINADO	
0	PULIDO, SIN ELEMENTOS DE FORMA		SIN PARTES CON AGUJERO CILINDRICO, PERFORACION OCULTA		SIN SUPERFICIE MAQUINADA	SIN OYOS AUXILIARES SIN ESPECIAL MAQUINADO	
1	QUE RESCAN AL FINAL, PULIDO	SIN FORMA DE ELEMENTOS	CON DE RESCAN AL FINAL, PULIDO	SIN FORMA DE ELEMENTOS	SUPERFICIE EXTERNA PLANA DOS PLANOS SUPERFICIALES	HOYOS AXIALES	UN HOYO NO REFERIDO CON TALADRO MUESTRA
2		CON RASURA FUNCIONAL		CON RASURA FUNCIONAL	SUPERFICIE CURVA PLANA Y SUPERFICIE AL FINAL		REFERIDO A TALADROS MUESTRA
3		CON ROSCA		SIN ROSCA	SUPERFICIE EXTERNA AL FINAL, SUPERFICIE CON RANURA PROFUNDA		UN HOYO NO REFERIDO CON TALADRO MUESTRA
4	QUE RESCAN EN LOS EXTREMOS (GRUPITOS PROGRESIVOS)	SIN ELEMENTOS DE FORMA	QUE RESCAN EN LOS EXTREMOS (GRUPITOS PROGRESIVOS)	SIN ELEMENTOS DE FORMA	RANURA EXTERNA (CASA)	HOYOS RADIALES	REFERIDO CON TALADROS EN DIRECCION AXIAL
5		CON RASURA FUNCIONAL		CON RASURA FUNCIONAL	OTRAS SUPERFICIES Y/O AL FINAL DE LA SUP. CON SUP. PLANAS		REFERIDO CON TALADROS, SIEMPRE Y DIRECCION RADIAL
6		CON ROSCA		CON ROSCA	SUPERFICIE PLANA INTERNA CON RANURA Y DOS PLANOS MAS SUPERFICIALES		HOYOS AXIALES Y RADIALES
7	PUNTA FUNCIONAL O FORMA ESFERICA		PUNTA FUNCIONAL O FORMA ESFERICA APARTE		RANURA INTERNA (CASA)	HOYOS EN OTRAS DIRECCIONES, HOYOS PROFUNDOS CON ESPECIAL MAQUINADO	
8	OPERACION EN HILO		OPERACION EN HILO		EXTERNO, INTERNA Y AL FINAL SUP. CON RANURA TABLAS	HOYOS DE PLASTICO	SIN HOYOS AUXILIARES
9	SEGMENTO Y OTROS		SEGMENTO Y OTROS		OTROS		SIN HOYOS AUXILIARES (5)

TABLA 6

CLASIFICACION DE PRECISION Y PRINCIPAL MAQUINADO DE HERRAMIENTAS QUE PUEDEN SER USADOS EN LA PRINCIPAL JORNADA DE MAQUINADO

COLUMNA	XII		XIII
POSICION	POSICION		PRINCIPAL MAQUINADO DE HERRAMIENTAS QUE PUEDEN SER USADAS EN LA PRINCIPAL JORNADA DE MAQUINADO
0	SIN POSICION ESPECIFICADA		TORNO (MAQUINA DE MANDRIL)
1	CORTANTE	INTERNA Y/O EXTERNA SUPERFICIE (CILINDRICA)	TORNO (CENTRO-TIPO MAQUINA TORNEADORA)
2		SUPERFICIE PLANA	VERTICAL BARRENADO Y TORNEADO FRESADO FORMA DE REFRENTEAR
5		(1) * (2)	HORIZONTAL FRESADORA, PRODUCCION DE FRESADORA
4	MOLEADURA	INTERNA Y/O EXTERNA SUPERFICIE (CILINDRICA)	VERTICAL FRESADORA
5		PLANO SUPERFICIAL	FORMA, MORTAJADORA
6		(4) * (5)	PLANEADOR, FRESADO - CEPILLO
7	GRAN POSICION DE SUPERFICIE FINISIMA, INCLUYE SUPERFICIE FINISIMA CON GRAN OPERACION		HORIZONTAL BARRENADO Y FRESADORA
8	GRAN PRECISION POSICIONANDOLO		TALADRO MAQUINADOR
9	GRAN POSICION SUPERFICIE CON GRAN PERFECCIONAMIENTO CON ESPECIAL MAQUINADO		TRABAJO CENTRADO, UNICA MAQUINADO HERRAMIENTAS, OTROS



APENDICE NO. 2

SISTEMA DE CLASIFICACION Y CODIFICACION

KC-1

## CLASIFICACION KC-1 Y SISTEMA DE CODIFICACION (JAPON) (1)

1er. dígito		2do. dígito		3er. dígito			
Tipo de parte Forma principal de la parte		Clase de parte Rango dimensional de la parte		Grupo de parte característica de forma			
0	Hoyos concéntricos	Nada	0 D ≤ 20 mm's	0	Base		
		Hoyo ciego	1	L/D ≤ 2.5	1	Hoyos inconcéntricos (a)	
		Hoyo atravesado	2	20 < D ≤ 50	L/D > 2.5	2	Ranura recta (b)
	Partes rotacionales	Hoyos concéntricos	3	L/D ≤ 0.5	3	(a) + (b)	
			4	50 < D ≤ 100	L/D > 0.5 L/b ... 2	4	Base
			5	L/D > 2	5	Hoyos inconcéntricos (a)	
			6	L/D ≤ 1.5	6	Ranura recta (b)	
			7	100 < D ≤ 200	L/D > 1.5	7	(a) + (b)
			8	200 < D ≤ 500	L/D = L/D	8	Con elementos de forma como disminuir a superficie esférica
9	D > 500	L/D = L/D	9	Forma especial			

## KC-1 CLASIFICACION Y SISTEMA DE CODIFICACION (JAPON) (3)

1er. dígito			2do. dígito		3er. dígito	
TIPO DE PARTE FORMA PRINCIPAL DE LA PARTE			CLASE DE PARTE RANGO DIMENSIONAL DE LA PARTE		GRUPO DE PARTE CARACTERISTICA DE FORMA	
Partes rotacionales	Dientes (A)	lojo concentrico con eje	0	$d \geq 20$	0	sin tira
			1	$50^\circ < d < 50$	1	con tira
			2		2	cara, sin tira
			3	3	carga, con forma	
			4	4	rueda	
		lojo ciego	5	$L/D > 2$	5	rueda insertada
		lojo atravezado	6	$L/D \leq 1.5$	6	corto, sin eje
			7	$0.0 < d < 200$	7	largo, con eje
			8	$300 < d < 500$	8	corto, sin eje
			9	D7500	9	largo, con eje

SISTEMA DE CLASIFICACION Y CODIFICACION KC-1

87.

1ER. DIGITO		2° DIGITO		3ER. DIGITO						
FORMA PRINCIPAL DE LA PARTE		DIMENSIONES DE LA PARTE (mm.)		FORMA MAS NOTABLE						
5	PARTES ROTACIONALES	INGRANE A BIELAS CON O SIN CILINDRO	0	$D \leq 20$	0	ESCALONADO DE UN LADO	SIN RANURA			
			1		$L/D \leq 2,5$	1		CON RANURA		
			2	$20 < D \leq 50$		$L/D > 2,5$	2		SIN RANURA	
			3			$L/D > 0,5$	3	ESCALONADO DE AMBOS LADOS	CON RANURA	
			4	$50 < D \leq 100$			4			
		5			$0,5 < \frac{L}{D} < 2$	5	INGRANE DE TORNILLO SIN FIN	TORNILLO SIN FIN		
		6			$L/D \geq 2$	6		RUEDA PARA ENGRANA JE DE TORNILLO SIN FIN		
		6		CON AGUJERO	0	$L/D \leq 1,5$	0		SIN RANURA	
					7	$100 < D \leq 200$				
				8			$L/D > 1,5$	8	INGRANE CON FLOO O HIPOTOME	CON RANURA
9	$200 < D \leq 500$					9	ESPECIALES	SIN RANURA		
			$D > 500$				CON RANURA			

## SISTEMA DE CLASIFICACION Y CODIFICACION KC-1

1ER. DIGITO		2° DIGITO			3ER. DIGITO				
FORMA PRINCIPAL		DIMENSIONES DE LA PARTE (mm.)			FORMA MAS NOTABLE				
		0	$A/B \leq 5$	6 mm. $A \leq 200$	BARRA CUADRADA	0	PLANO PARALELO O NO PARALELO		
		1	$A/C \leq 1$	$A > 200$		1	AGUJERO PARALELO		
		2	$A/B \leq 5$	$A \leq 200$	PLACA	2	PLANO, AGUJERO NO PARALELO		
		3	$A/C > 1$	$A > 200$		3	PLANO, AGUJERO PARALELO		
		4	$A/B > 5$	$A \leq 200$	SOLERA	4	PLANO, AGUJERO NO PARALELO		
		5		$A > 200$		5	CON SUPERFICIE DOBLADA (ANGULO)		
		7	BARRA CUADRADA, REDONDA, Y BARRA REDONDA y FORMA CIRCUNAL	6	$A/B \leq 5$	$A \leq 200$	COMBINACION DE CUADRADA Y REDONDA	6	ROSCA CONCENTRICA CON EJE
				7		$A > 200$		7	CON DIENTE
				8		$A < 200$		8	CON SUPERFICIE CURVA ESPECIAL
9	$A > 200$	9	OTROS						

SISTEMA DE CLASIFICACION Y CODIFICACION KC-1

4° DIGITO

5° DIGITO

MATERIA PRIMA			PORCION MAQUINADA CON ALTA PRECISION		
0	FERROSOS	HIERRO FUNDIDO (ORDINARIO)	0	SIN ALTA PRECISION	
1		HIERRO FUNDIDO ESPECIAL, ACERO COLADO, ACERO ALEADO SINTERIZADO	1	SUPERFICIE TORNEADA (SUP. INTERNA, EXTERNA Y FINAL) (a)	
2		ACERO FORJADO	NO REFINADO	2	PLANO (b)
3			REFINADO	3	AGUJERO NO CONCENTRICO (c)
4			NO REFINADO	4	(a) + (b)
5			REFINADO	5	(a) + (c)
6		NO FERROSOS	CORRE Y SUS ALEACIONES	6	(b) + (c)
7			ALEACIONES LIGERAS	7	(a) + (b) + (c)
8			OTROS	8	ESMERILADO
9		NO METALES	9	PROCESOS ESPECIALES (DESCARGA ELECTRICA, ETC.)	

1er. dígito		2do. dígito		3er. dígito	
Tipo de parte Forma principal de la parte		Clase de parte Rango dimensional de la parte		Grupo de parte Característica de forma	
		0	(kg) $K \leq 20$	0	
		1	$20 < K \leq 70$	1	CUERPO PRINCIPAL
		2	$70 < K \leq 200$	$A/B \leq 3$	2 ALOJAMIENTO DE EJES (CIJUNICERA)
		3		$A/B > 3$	3 BASE
		4	$200 < K \leq 500$	$A/B \leq 3$	4 SOPORTE, BRAZO DE PALANCA, RIEL
		5		$A/B > 3$	5 CORREDERA
		6	$500 < K \leq 1000$	$A/B \leq 3$	6 CUBIERTA
		7		$A/B > 3$	7 TONEL PEQUEÑO, TANQUE, CUENCA
8	FORMAS HUECAS	8	$1000 < K \leq 2000$	8	
		9	$K > 2000$	9	OTROS

SISTEMA DE CLASIFICACION Y CODIFICACION KC-1

91.

1ER. DIGITO	2° DIGITO	3ER. DIGITO		
FORMA PRINCIPAL DE LA PARTE	DIMENSIONES DE LA PARTE (mm.)	CARACTERISTICAS DE LA FORMA		
	0 MATERIAL ROLADO	0	SIN MAQUINADO	
	1 MATERIAL DE BARRA REDONDA	1 PARTES RECTAS	MAQUINADO PARCIAL	
	2 MATERIAL DE BARRA CUADRADA	2	SIN MAQUINADO	
	3 TUBO	3 PARTES CURVAS	MAQUINADO PARCIAL	
	4 LAMINA DELGADA	1	SIN MAQUINADO	
	5 ALAMBRE	5 PARTES PREENSAS	MAQUINADO PARCIAL	
	6	FORJADOS ESPECIALES	6 PIEZA FUNDIDA	SIN MAQUINADO
	7		7 PIEZA FORJADA	MAQUINADO PARCIAL
	8		8 PIEZA SINTERIZADA	SIN MAQUINADO
	9 OTRAS PARTES, MATERIAS PRIMAS SIN MAQUINADO	9 FORMA DE ALA ORDENES ESPECIALES OTROS	9 PARTE FORMA-DA ESPECIAL-LENTE	MAQUINADO PARCIAL



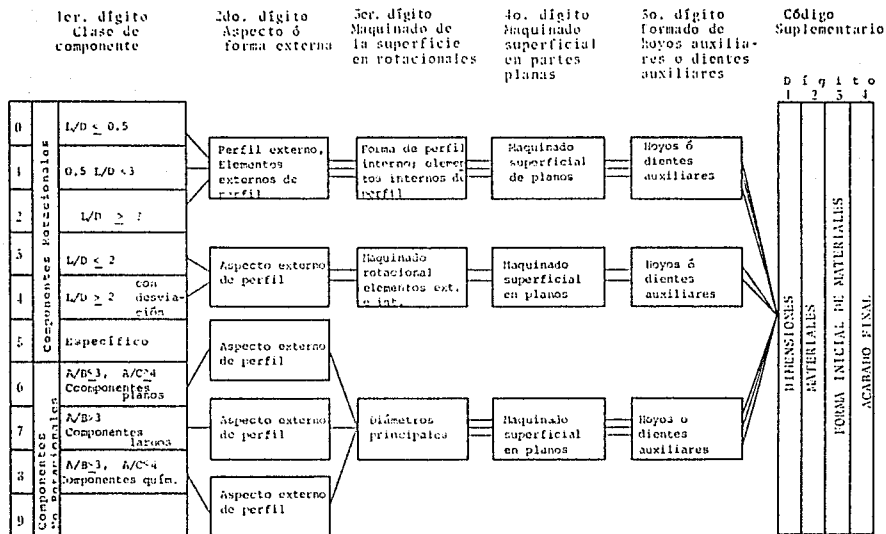
APENDICE NO. 3

SISTEMA DE CLASIFICACION Y CODIFICACION

OPITZ

CLASIFICACION OPITZ Y SISTEMA DE CODIFICACION (1)

CODIGO GEOMETRICO



CLASIFICACION OPITZ Y SISTEMA DE CODIFICACION (2)

CODIGO GEOMETRICO

1er. dígito		2do. dígito		3er. dígito		4o. dígito		5o. dígito	
CLASE DE COMPONENTE		FORMA EXTERNA ELEMENTOS DE PERFIL EXTERNO		FORMA INTERNA ELEMENTOS DE PERFIL INTERNO		ACABADO DE SUPERFICIES PLANAS		HOYO(S) AUX. O DIENTES DE ENGRANES	
0	L/D = 0.5	0	SUAVE, NO TIENE ELEMENTOS EN FORMA ENT.	0	SIN AVPAVELAR HOYO CIEGO	0	NO HAY SUPERFICIE INCLINADA	0	SIN HOYOS AUXILIARES
1	0.5 L/D 1	1	NO HAY ELEMENTOS DE FORMA ENT.	1	SIN ELEMENTOS DE PERIFERIE	1	SUPERFICIE PLANA ENT. Y/O SUP. FORMA EN T. DE	1	HOYOS ANIALES SIN RELACION A DESPASTES
2	L/D 3	2	CON CUERDA	2	CON CUERDA	2	SUP. PLANA ENT. EN PEL A UNA O DOS	2	HOYOS ANIALES RELACIONADOS A DESPASTES
		3	CON BARRA FUNCIONAL	3	CON BARRA FUNCIONAL	3	BARRA EXTERNA Y/O CORTES	3	HOYOS PADIALES SIN REL. A DESPASTES
		4	NO HAY ELEMENTOS DE FORMA ENT. EN ESCALON EN FORMA ENT. O SUP.	4	NO HAY ELEMENTOS DE FORMA INT. EN ESCALON EN FORMA INT. O SUP.	4	FORMACION ENT. Y/O POLIGONAL	4	HOYOS ANIALES Y RAD. 6 EN FORMA DE
		5	CON CUERDA	5	CON CUERDA	5	SUP. PLANA ENT. Y/O CORTES Y/O BARRA	5	HOYOS ANIALES Y EN OTRA DIRECCION EN PEL A DESP.
		6	CON BARRA FUNCIONAL	6	CON BARRA FUNCIONAL	6	SUPERFICIE PLANA INTERNA Y BARRA	6	DIENTES DE ENGRANE EN PUNTO
		7	APLANSADO FUNCIONAL	7	APLANSADO FUNCIONAL	7	BARRA INTERNA Y/O POLIGONAL	7	DIENTES DE ENGRANES BISELADOS
		8	CUERDA FUNCIONAL	8	CUERDA FUNCIONAL	8	LINEAS EXTERNAS E INTERNAS O BARRAS	8	OTROS ENGRANES DENTADOS
		9	OTROS DIAMETROS FUNCIONALES	9	OTROS DIAMETROS FUNCIONALES	9	OTROS	9	OTROS

CLASIFICACION OPITZ Y SISTEMA DE CODIFICACION (3)  
 SISTEMA DE CODIGO GEOMETRICO OPITZ      CODIGO SUPLEMENTARIO

1er. dígito		2do. dígito		3er. dígito		4o. dígito	
Diámetro "D" 6 Longitud larga "A"		Materiales		Forma Inicial		Revisión en dígito codificado	
0	≤ 20 pulg. ≤ 0.3	0	PIERRO COLADO	0	PAPPA REDONDA, HUGPA	0	PRECISION NO ESPECIFICADA
1	> 20 ≤ 50      >0.3 ≤ 2.0	1	PIERRO COLADO MODULAR GRAPITO Y HIERRO COLADO SALLABLE	1	PAPPA REDONDA, ALABRE BRILLANTE	1	2=>DESABASTE (ACABADO)
2	> 60 ≤ 100      >2.0 ≤ 4.0	2	ACERO SIN TRATAMIENTO TERMICO	2	PAPPA TRIANGULAR, CUADRADA, HEXAGONAL, otros	2	3=> USO (ACABADO)
3	> 100 ≤ 160      >4.0 ≤ 3.5	3	ACERO DUPO	3	TUBO ESTIRADO	3	4 = FINO (ACABADO)
4	> 160 ≤ 250      >6.5 ≤ 10.0	4	ACEROS 2 y 3 TRATADOS TECNICALMENTE	4	ANGULO, SECCION U, T y SECCIONES SIMILARES	4	5 => ESPLJO (ACABADO)
5	> 250 ≤ 400      >10.0 ≤ 16.0	5	ALICACIONES DE ACEROS (SIN TRATAMIENTO TERMICO)	5	HOJA, PLACA DOBLADA	5	2 y 3
6	> 400 ≤ 600      >16.0 ≤ 25.0	6	ACEROS DE ALICACION TRATADOS TECNICALMENTE	6	LENISA Y PLACAS	6	2 y 4
7	> 600 ≤ 1000      >25.0 ≤ 40.0	7	NETAL NO FORJADO	7	COMPONENTES FORJADOS O COLADOS	7	2 y 5
8	> 1000 ≤ 2000      >40.0 ≤ 60.0	8	ALICACIONES BRILLANTES	8	LRSAMBLE SOLDADO	8	3 y 4
9	> 2000      >60	9	OTROS MATERIALES	9	COMPONENTES PREZAMQUINADOS	9	2, 3, 4 y 5

APENDICE NO. 4  
PROGRAMA EN COMPUTADORA

\* Programa para obtener ...

```

GOSUB Inicio
DO : GOSUB Proceso : LOOP UNTIL FIN = 1
CLS
END

```

Inicio: \* Define e inicializa parametros, variables y estados

```

CLS
DEFECTA 0
DIM Digito (10), ON(10), MAX(1000)
FIN = 0
CHRG = 8 : CHR1 = 0
NombreArch = "PARTES.DAT"
ON TIMER (1) GOSUB Funciones
TIMER ON
KEY OFF
RETURN

```

Proceso: \* Menu Principal del programa

```

SEVENT OFF
KEY SEQ = 145000
BLOAD "SCRN1.SCR", 100
GOSUB Encabezado
SEVENT ON
DO
  RESP# = INKEY$
  LOOP UNTIL (RESP# = "1" AND RESP# <= "4") OR (RESP# = CHR$(27))
  IF RESP# = CHR$(27) THEN
    GOSUB Termina
  ELSE
    ON VAL(RESP#) GOSUB Minstr, ArchPart, FamiliaPart, ImprimirPartes
  END IF
RETURN

```

Minstr:

```

SEVENT OFF
OPEN "I", #3, "Ayudas.FIN"
LOCATE 24,1
PRINT " "
NumLinea = 0
DO
  INCR NumLinea
  LINE INPUT #3, Linea$
  FinArch = EOF(3)
  PRINT Linea$
  IF NumLinea = 15 OR FinArch = -1 THEN
    NumLinea = 0
    BEEP
    PRINT "[PAUSA] Oprima cualquier tecla para continuar",
      " ", "-ESC- para regresar al menu"
  DO
    Resp# = InKeys$
    LOOP UNTIL LEN (Resp#) > 0
    LOCATE 23,1
    PRINT " "
    LOCATE 23,1
  END IF
  LOOP UNTIL FinArch = -1 OR Resp# = CHR$(27)
CLS

```

TEVENT ON  
RETURN

98.

ArchPart: \* Consulta, Alta, Baja y cambio de archivo de partes  
COCUB AbrirArchivo

```
00  
DEF SEC = 1/60000  
FILE# "OCUBA.SCR",1000  
COCUB Encabezado  
00  
LOCATE 22,00: PRINT "PARTES",  
CALL CLEARSCREEN (22, 22, 1, NumPartes)  
IF Num (MID$(PARTES, 1, 2)) AND (LEN( ) <> CHR$(27)) THEN  
LOCATE 22,00: PRINT "El numero de parte debe ser de 8 digitos"  
BEEP: DELAY (20): BEEP  
LOCATE 02,10: PRINT "  
END IF  
LOOP UNTIL (LEN(MID$(PARTES, 1, 2)) <> 2) OR (LEN( ) = CHR$(27))  
IF Part = 0: CHR$(27) THEN  
COCUB Bajas  
IF Existe = 0 THEN  
COCUB ConfirmarAlta  
END IF  
IF Existe = 1 THEN  
COCUB PresentarDatos  
COCUB PedirDatos  
END IF  
END IF  
LOOP UNTIL Part = CHR$(27)  
CLOSE #1  
RETURN
```

Pedir: \* Verifica la existencia en el archivo de un numero de parte

```
Existe = 0  
FileErr = 0  
NumReg = 0  
ON ERROR GOTO RevisarError  
00  
INCR NumReg  
SET #1, NumReg  
LOOP UNTIL (FileErr = 1) OR (Part = NumPartes) OR (NumReg > LOF(1)/600)  
IF Partes = NumPartes THEN  
Existe = 1  
END IF  
RETURN
```

RevisarError: \* Prende la bandera de error en el archivo

```
FileErr = 1  
RESUME NEXT
```

ConfirmarAlta: \* Pide confirmacion para dar de alta el numero de parte

```
BEEP  
LOCATE 22,00: PRINT " La parte NO esta registrada.!!";  
LOCATE 23,00: PRINT " ¿¿ DESEA REGISTRARLA ?? (S/N) ";  
00  
RESP# = INKEY#  
LOOP UNTIL RESP# = "S" OR RESP# = "N" OR RESP# = "N" OR RESP# = "n"  
IF RESP# = "S" OR RESP# = "s" THEN  
Existe = 1  
VicTemp = "1"  
PosTemp = ""  
CodTemp = ""  
LOCUT FechaAlta = MID$(DATE$,4,2) + "/" + MID$(DATE$,1,2) +  
"/" + MID$(DATE$,7,4)  
COCUB ConfirmarDatos
```

RETURN

PresentarDatos: \* Presenta los datos de la parte indicada

```

DEF SEG = &HE90C
BLOAD "SCRN3.SCR",1080
GOSUB Encabezado
LOCATE 12,57 : PRINT Vigenciat$;
LOCATE 14,57 : PRINT Partat$;
LOCATE 15,57 : PRINT Descrip$;
LOCATE 16,57 : PRINT Codigot$;
LOCATE 17,57 : PRINT FechaMat$;
LOCATE 18,57 : PRINT FechaMod$;
RETURN

```

EditarDatos: \* Permite modificar los datos.

```

VigTape = Vigenciat$
DesTape = Descrip$
CodTape = Codigot$
CarNum = Len(DesTape): XX = CarNum
DO UNTIL (CarNum < 1) OR (MID$(DesTape,CarNum,1) <> " ")
CALL BorrarCar (CarNum, XX, DesTape)
LOOP
CarNum = Len(CodTape): XX = CarNum
DO UNTIL (CarNum < 1) OR (MID$(CodTape,CarNum,1) <> " ")
CALL BorrarCar (CarNum, XX, CodTape)
LOOP
DTape = DesTape
CTape = CodTape
DO
DO * Leer los datos hasta que se oprima -ESC-
CALL LeerNumero (57, 12, 1, VigTape)
IF Car$ <> CHR$(27) THEN CALL LeerString (57, 15, 20, DesTape)
IF Car$ <> CHR$(27) THEN CALL LeerNumero (57, 16, 13, CodTape)
LOOP UNTIL Car$ = CHR$(27)

```

\* Verificar los datos

```

IF (VigTape <> "1") AND (VigTape <> "0") THEN
Car$ = ""
LOCATE 20,35: PRINT "El status solo puede ser 1 o 0";
BEEP: DELAY (2)
LOCATE 20,35: PRINT " ";
END IF
IF (Len (DesTape) = 0) THEN
Car$ = ""
LOCATE 20,35: PRINT "Debe haber Descripcion";
BEEP: DELAY (2)
LOCATE 20,35: PRINT " ";
END IF
IF (Len (CodTape) < 13) THEN
Car$ = ""
LOCATE 20,35: PRINT "El codigo debe ser de 13 digitos";
BEEP: DELAY (2)
LOCATE 20,35: PRINT " ";
END IF
* Revisar si se cambio algun dato
LOOP UNTIL Car$ = CHR$(27)
IF (VigTape <> Vigenciat$) _
OR (DesTape <> DTape) _
OR (CodTape <> CTape) _
THEN
GOSUB ConfirmarMod
END IF
: Car$ = ""
RETURN

```



```

DEF SEG = MIBCCO
BLOAD "SCRN4.SCR",2250
GOSUB Encabezado
BEEP
DO
  RESP# = INKEY$
  LOOP UNTIL RESP# = "S" OR RESP# = "L" OR RESP# = "N" OR RESP# = "n"
  IF RESP# = "S" OR RESP# = "s" THEN
    GOSUB RegistrarDatos
  END IF
RETURN

```

```

RegistrarDatos: ' Escribe los datos seleccionados al archivo de partes
  LET Vigencias = VigYapt
  LET Partes = NumPartes
  LET DescrYpt = DescYapt
  LET Codigos = CodYapt
  LET FechaAltos = FechaAltos
  LET FechaBajos = MID$(DATE$,4,2) + "/" + MID$(DATE$,1,2) +
    "/" + MID$(DATE$,7,4)
  PUT #1,NumReg
RETURN

```

```

FamiliaPart: ' Forma familias de partes;
  GOSUB LeerPrioridad ' Captura el orden deseado de los dígitos.
  IF NOT Cars = CHR$(27) THEN GOSUB LeerDigito ' Captura el dígito de prioridad principal.
  IF NOT Cars = CHR$(27) THEN GOSUB PedirImpr ' Pide el nombre del archivo de impresión.
  IF NOT Cars = CHR$(27) THEN
    GOSUB AbrirArchivo
    GOSUB CargarArch ' Carga todos los registros vigentes.
    CLOSE #1
    GOSUB Ordenar ' Ordenamiento del archivo según nuevo código.
    GOSUB FormarFam ' Formación de las familias de partes. (Impresión)
  END IF
RETURN

```

```

* El vector que se utilizará para trabajar contendrá:
* -----
* cod.inic. | No.parte | Idescrip. | Fec.Alt. | cod.prior. |
* NO. 13   | NO. 6   | LET 20   | LET 10   | LET 13   |
* -----

```

```

LeerPrioridad: ' captura el orden deseado de los dígitos

```

```

DEF SEG = MIBCCO
BLOAD "SCRN5.SCR",400
GOSUB Encabezado
FOR IX = 1 TO 13
  Digito$(IX) = ""
NEXT IX
DO
  IX = 1
  DO ' Leer los datos hasta que se dan todos o se oprime -ESC-
    PosXX = (4 * IX) + 16
    M#1 = 0
    CALL LeerNumero (PosXX, 12, 2, Digito$(IX))
    INCR IX
  LOOP UNTIL (IX > 13) OR (Cars = CHR$(27))
  IF (Cars <> CHR$(27)) THEN ' Confirma prioridad
    LOCATE 16,9
    PRINT " ¿ Correcto este orden de prioridad ? (S/N) "
    BEEP: DELAY 20
  END IF

```

```

    RESP# = INKEY#
    LOOP UNTIL RESP# = "S" OR RESP# = "s" OR RESP# = "N" OR RESP# = "n"
    LOCATE 16,20: PRINT " "
END IF
LOOP UNTIL RESP# = "S" OR RESP# = "s" OR ( Car# = CHR$(27) )

IF ( Car# <> CHR$(27) ) THEN ' Validar que los datos sean correctos
IX = 1
DO
    IF NOT ( (Digitos (IX) >= "01") AND (Digitos (IX) <= "09")_
            OR (Digitos (IX) >= "10") AND (Digitos (IX) <= "13")) THEN
        Mal = 1
        LOCATE 16,10: PRINT "El digito con prioridad ", IX;_
            " debe estar entre 01 y 13";
        BEEP: DELAY (2)
    ELSE
        JX = 1
        WHILE (JX < IX) AND (Mal = 0)
            IF Digitos (JX) = Digitos (IX) THEN
                Mal = 1
                LOCATE 16,10
                PRINT "El digito ", Digitos (IX);_
                    " esta repetido con prioridad ", JX; " y ", IX
                BEEP: DELAY (2)
                LOCATE 16,10
            END IF
            INCR JX
        WEND
    END IF
    INCR IX
LOOP UNTIL ( IX > 13 ) OR ( Mal = 1 )
END IF
LOOP UNTIL ( Mal = 0 ) OR ( Car# = CHR$(27) )
RETURN

LeerDigito: ' Pide el primer digito significativo para la formacion de fama
DEF SEG = &H800
BLOAD "SCRN6.SCR",2240
GOSUB Encabezado
DO
    Mal = 0
    CALL LeerNumero (38, 20, 2, DigSignif)
    ' Validar que el digito sea correcto
    IF ( Car# <> CHR$(27) )_
        AND NOT ( (DigSignif# >= "01") AND (DigSignif# <= "09")_
                OR (DigSignif# >= "10") AND (DigSignif# <= "13")) THEN
        Mal = 1
        LOCATE 21,13: PRINT "El último digito significativo";_
            " debe estar entre 01 y 13";
        BEEP: DELAY (3)
        LOCATE 21,13: PRINT " "
    END IF
LOOP UNTIL Mal = 0
RETURN

PedirImpri: ' Pide el Nombre del archivo de impresion
DEF SEG = &H800
BLOAD "SCRN7.SCR",2240
GOSUB Encabezado
ArchImpri# = ""
CALL LeerString (54, 21, 21, ArchImpri#)
RETURN

```

```

DIM PartesVigs (NumRegs%)
NumVig% = 0
FOR I% = 1 TO NumRegs%
  GET #1, I%
  IF Vigencias = "1" THEN
    INCR NumVig%
    GOSUB CambiarOrden
    PartesVigs (I%) = Partes% + Descrip% + Codigos + FechaAlta% +
      FechaMod% + NuevoCod%
  END IF
NEXT I%
RETURN

CambiarOrden: ' Cambia el orden de los digitos del codigo segun prioridad
NuevoCod% = ""
FOR J% = 1 TO I%
  NuevoCod% = NuevoCod% + MID$(Codigos, Val(Digitos(J%)), 1)
NEXT J%
RETURN

Ordenar:
S = 1
StackL (1) = 1
StackR (1) = NumVig%
DO
  L = StackL (S)
  R = StackR (S)
  DECS S
  DO
    I = L
    J = R
    X% = MID$(PartesVigs (INT ((L+R)/2)), 60, 13)
    DO
      WHILE MID$(PartesVigs (I), 60, 13) < X%
        INCR I
      WEND
      WHILE X% < MID$(PartesVigs (J), 60, 13)
        DECR J
      WEND
      IF I <= J THEN
        W% = PartesVigs (I)
        PartesVigs (I) = PartesVigs (J)
        PartesVigs (J) = W%
        INCR I
        DECR J
      END IF
    LOOP UNTIL I > J
    IF I < R THEN
      INCR S
      StackL (S) = I
      StackR (S) = R
    END IF
    R = J
  LOOP UNTIL L >= R
  LOOP UNTIL S = 0
RETURN

FormarFam: ' Forma las familias de partes (impresion)
IF ArchImp% = "CON" THEN
  SEVENT OFF
  CLS
END IF
OPEN "O", #2, ArchImp%
NumLineas = 51
Familias = 0

```

```

FOR IX = 1 TO NumVigX
  IF NumLineas > 50 THEN GOSUB ImprimirEnc.
  IF MID$(PartesVigs$(IX),60,VAL(DigSignif$(IX))) <> AntFamilias THEN
    INCR FamiliaNum
    GOSUB ImprimirNuevaFam
    AntFamilias = MID$(PartesVigs$(IX),60,VAL(DigSignif$(IX)))
  END IF
  INCR NumLineas
  PRINT #2, STRING$(10," ") +
    MID$(PartesVigs$(IX),1,5) + "
    MID$(PartesVigs$(IX),7,20) + "
    MID$(PartesVigs$(IX),27,13) + "
    MID$(PartesVigs$(IX),40,10) + "
    MID$(PartesVigs$(IX),50,10) + "
    MID$(PartesVigs$(IX),60,13)

NEXT IX
CLOSE #2
LOCATE 21,1
PRINT
PRINT "**** IMPRESION TERMINADA, PARA TERMINAR OPRIMA CUALQUIER TECLA"
DO
  RESP# = INKEY$
LOOP UNTIL LEN (RESP#) > 0
IF ArchImpr# = "CON" THEN
  $EVENT ON
  CLS
END IF
RETURN

ImprimirEnc: ' Imprime el encabezado del listado de familias de partes
  NumLineas = 0
  PRINT #2, CHR$(13)
  PRINT #2, STRING$(37," ") + " REPORTE DE FAMILIAS DE PARTES OBTENIDAS POR E
L METODO DE "
  PRINT #2, STRING$(50," ") + " ANALISIS MULTIOBJECTIVO DE GRUPO"
  PRINT #2, " "
  PRINT #2, STRING$(130,"-")
  PRINT #2, STRING$(10," ") +
    "Max. Parte " +
    "Descripcion " +
    "Codigo " +
    "Fecha registro " +
    "Fecha ultima mod " +
    "Codigo priorizado "
  PRINT #2, STRING$(130,"-")
RETURN

ImprimirNuevaFam: ' Imprime el encabezado de una nueva familia
  INCR NumLineas
  PRINT #2, " "
  PRINT #2, " Familia # "; FamiliaNum
RETURN

ImprimirPartes: ' Imprime todo el archivo de partes
  DEF SEG = %H$B800
  BLOAD "SCRNG.SCR",2240
  GOSUB Encabezado
  ArchImpr# = " "
  CALL LeerString (54, 21, 21, ArchImpr#)
  IF Car# <> CHR$(27) THEN
    IF ArchImpr# = "CON" THEN
      $EVENT OFF
      CLS
    END IF
  GOSUB Encabezado

```

```

      NumLineas = 51
      NumRegs% = LOF (1) / 40
      FOR IX = 1 TO NumRegs%
        GET #1, IX
        IF NumLineas > 50 THEN GOTO ImprimirEncPartes
        INCR NumLineas
        PRINT #2, STRING$(10," ") +
          Partes + " " +
          Descript + " " +
          Codigos + " " +
          FechaAlta + " " +
          FechaMod + " " +
          Vigencias

      NEXT IX
    GOTO #1
  CLOSE #2
  LOCATE 21,1
  PRINT
  PRINT "**** IMPRESION TERMINADA, PARA TERMINAR OBTIENE CUALQUIER TECLA "
  DO
    RESP$ = INKEY$
  LOOP UNTIL LEN (RESP$) > 0
  IF ArchIap$ = "CON" THEN
    GOTO #1
  END IF
END IF
GOTO #1
RETURN

```

```

ImprimirEncPartes: 'Imprime el encabezado del reporte del archivo de partes
  NumLineas = 0
  PRINT #2, CHR$(12)
  PRINT #2, STRING$(50," ") + "ANALISIS MULTIOBJETIVO DE GRUPO"
  PRINT #2, STRING$(51," ") + "REPORTE DEL ARCHIVO DE PARTES"
  PRINT #2, " "
  PRINT #2, STRING$(130,"-")
  PRINT #2, STRING$(10," ") +
    "Num Parte " +
    "Descripcion " +
    "Codigo " +
    "Fecha registro " +
    "Fecha ultima mod " +
    "Status"
  PRINT #2, STRING$(130,"-")
  RETURN

```

```

Terminar: ' Confirma la salida del programa
  LOCATE 23,20: PRINT "EN VERDAD DESEA SALIR DEL PROGRAMA (S/N) ";
  DO
    RESP$ = INKEY$
  LOOP UNTIL RESP$ = "S" OR RESP$ = "s" OR RESP$ = "N" OR RESP$ = "n"
  IF RESP$ = "S" OR RESP$ = "s" THEN
    FIN = 1
  END IF
  RETURN

```

\*\*\*\*\* RUTINAS GENERALES \*\*\*\*\*

```

Encabezado: ' Presenta el encabezado de todas las pantallas
MES$ = "EneFebMarAbrMayJunJulAgoSepOctNovDic"
MM$ = MID$(DATE$,1,2)
FP$ = MID$(DATE$,4,2) + "/" + MID$(MES$,VAL(MM$),3-2,3) + "/" + MID$(DATE$

```

```
LOCATE 2,15: PRINT "POR EL METODO DEL ANALISIS MULTIOBJETIVO DE GRUPO";  
RETURN
```

```
PonerHora:
```

```
LOCATE 2,2: PRINT TIME$  
RETURN
```

105.

```
AbrirArchivo:
```

```
OPEN "R", #1, NonBinary, #0  
FIELD #1, 1 AS V longitud, _  
2 AS Car1, _  
3 AS Car2, _  
4 AS Descript, _  
5 AS Codigos, _  
10 AS FechaInicio, _  
10 AS FechaFin
```

```
RETURN
```

```
SUB LongString ( XIn%, YIn%, Longitud%, Linea% )
```

```
SHARED Car%  
CarNum = Longitud%  
YInStr = 0  
XX = YIn% + CarNum  
DO UNTIL (CarNum < 1) OR (MID$(Linea%,CarNum,1) <> " ")  
CALL BorrerCar (CarNum, XX, Linea%)
```

```
LOOP
```

```
LOCATE YIn%, XX
```

```
PRINT " ";
```

```
LOCATE YIn%, XX
```

```
DO
```

```
DO
```

```
Car% = INKEY$
```

```
LOOP UNTIL Len (Car%) > 0
```

```
IF (Car% >= "0" AND Car% <= "9") _
```

```
OR (Car% >= "A" AND Car% <= "Z") _
```

```
OR (Car% >= "a" AND Car% <= "z") _
```

```
OR (Car% = " ") _
```

```
OR (Car% = ".") _
```

```
OR (Car% = ",") _
```

```
OR (Car% = "\") _
```

```
THEN
```

```
EVENT OFF
```

```
IF CarNum < Longitud% THEN
```

```
Linea% = Linea% + Car%
```

```
LOCATE YIn%, XX
```

```
PRINT Car%
```

```
INCR XX
```

```
INCR CarNum
```

```
LOCATE YIn%, XX
```

```
PRINT " ";
```

```
LOCATE YIn%, XX
```

```
ELSE
```

```
DEEP
```

```
END IF
```

```
EVENT ON
```

```
ELSEIF ((Car% = CHR$(8)) AND (XX > XIn%)) THEN
```

```
EVENT OFF
```

```
LOCATE YIn%, XX: PRINT " ";
```

```
LOCATE YIn%, XX
```

```
CALL BorrerCar (CarNum, XX, Linea%)
```

```
LOCATE YIn%, XX
```

```
PRINT " ";
```

```
LOCATE YIn%, XX
```

```
EVENT ON
```

```
END IF
```

```
LOOP UNTIL (Car% = CHR$(13))
```

```

LOCATE Yin%,XX
PRINT " ";
DO UNTIL (CarNum < 1) OR (MID$(Linea$,CarNum,1) <> " ")
CALL BorrCar (CarNum, XX, Linea$)
LOOP
END SUB

SUB LeerNumero ( Xin%, Yin%, Longitud%, Linea$ )
SHIPPED Cars
CarNum = Len(Linea$)
FinStr = 0
Yin = Yin% + CarNum
DO UNTIL (CarNum < 1) OR (MID$(Linea$,CarNum,1) <> " ")
CALL BorrCar (CarNum, XX, Linea$)
LOOP
LOCATE Yin%,XX
PRINT " ";
LOCATE Yin%,XX
DO
Cars = INKEY$
LOOP UNTIL Len (Cars) > 0
IF (Cars) = "0" AND Cars <= "9" THEN
EVENT OFF
IF CarNum < Longitud% THEN
Linea$ = Linea$ + Cars
LOCATE Yin%,XX
PRINT Cars;
INCR XX
INCR CarNum
LOCATE Yin%,XX
PRINT " ";
LOCATE Yin%,XX
ELSE
BEEP
END IF
EVENT ON
ELSEIF (Cars = CHR$(8)) AND (XX > Xin%) THEN
EVENT OFF
LOCATE Yin%,XX; PRINT " ";
LOCATE Yin%,XX
CALL BorrCar (CarNum, XX, Linea$)
LOCATE Yin%,XX
PRINT " ";
LOCATE Yin%,XX
EVENT ON
END IF
LOOP UNTIL (Cars = CHR$(27))_
OR (Cars = CHR$(13))
LOCATE Yin%,XX
PRINT " ";
DO UNTIL (CarNum < 1) OR (MID$(Linea$,CarNum,1) <> " ")
CALL BorrCar (CarNum, XX, Linea$)
LOOP
END SUB

SUB BorrCar (CarNum, XX, Linea$)
DECR XX
DECR CarNum
IF CarNum > 0 THEN
Linea$ = MID$(Linea$,1,CarNum)
ELSE
Linea$ = ""
END IF

```

```

SUB Ventana (Xin%,Yin%,Xend%,Yend%)
#EVENT OFF
Mal = 0
IF Xin% >= (Xend% - 1) THEN Mal = 1
IF Yin% >= (Yend% - 1) THEN Mal = 1
IF Yend% > 24 THEN Mal = 1
IF Xend% > 80 THEN Mal = 1
IF Mal = 0 THEN
  FOR j = Yin% + 1 TO Yend% - 1
    LOCATE j,Xin% + 1
    FOR i = Xin% + 1 TO Xend% - 1
      PRINT " ";
    NEXT i
  NEXT j
  LOCATE Yin%,Xin% : PRINT "|";
  FOR i = (Xin% + 1) TO (Xend% - 1)
    LOCATE Yin%,i : PRINT "-";
  NEXT i
  LOCATE Yin%,Xend% : PRINT "|";
  FOR i = (Yin% + 1) TO (Yend% - 1)
    LOCATE i,Xend% : PRINT "|";
  NEXT i
  LOCATE Yend%,Xend% : PRINT " ";
  FOR i = (Xend% - 1) TO (Xin% + 1) STEP -1
    LOCATE Yend%,i : PRINT "-";
  NEXT i
  LOCATE Yend%,Xin% : PRINT "|";
  FOR i = (Yend% - 1) TO (Yin% + 1) STEP -1
    LOCATE i,Xin% : PRINT "|";
  NEXT i
END IF
#EVENT ON
END SUB

```