



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

"DISEÑO AUXILIADO POR COMPUTADORA"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A :

FLAVIO MENDIZABAL ORIZA

DIRECTOR:

ING. ALEJANDRO RAMIREZ REIVICH



MEXICO, D. F.

1986



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **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.

## INDICE

|  | PAGINA |
|--|--------|
| 1.- INTRODUCCION Y OBJETIVOS DEL TRABAJO                                   | 1      |
| 1.1.- INTRODUCCION   | 1      |
| 1.2.- OBJETIVOS DEL TRABAJO  | 2      |
| <b>PRIMERA PARTE</b><br><b>APLICACION DE METODOS GRAFICOS EN EL DISEÑO</b> |        |
| 2.- GENERALIDADES  | 3      |
| 2.1.- OBJETIVOS  | 3      |
| 2.2.- EL DISEÑO AUXILIADO POR COMPUTADORA (DAC)                            | 3      |
| 2.2.1.- HISTORIA Y DEFINICION DE TERMINOS                                  | 3      |
| 2.2.2.- TIPOS DE MODELOS DE DAC  | 4      |
| 2.2.2.1.- DIFERENTES TIPOS: 2-D,<br>2 1/2-D, 3-D                           | 4      |
| 2.2.2.2.- CARACTERISTICAS DE UN<br>PAQUETE 2-D                             | 5      |
| 2.2.3.- ESTANDARIZACION EN LA COMUNICACION                                 | 9      |
| 2.2.4.- VENTAJAS Y APORTACIONES  | 10     |
| 2.2.5.- APLICACIONES MAS USUALES E INCRE-<br>MENTOS EN SU UTILIZACION      | 11     |
| 2.3.- CARACTERISTICAS DE UNA COMPUTADORA PERSONAL                          | 12     |
| 2.4.- AUTOCAD, UN SISTEMA DAC PARA COMPUTADORAS<br>PERSONALES              | 13     |
| 2.4.1.- HISTORIA Y DIFERENTES VERSIONES                                    | 13     |
| 2.4.2.- REQUERIMIENTOS PARA SU UTILIZACION                                 | 14     |
| 2.4.3.- CARACTERISTICAS DE AUTOCAD   | 14     |
| 2.5.- ALGORITMOS Y DIAGRAMAS DE FLUJO                                      | 15     |
| 2.5.1.- CONCEPTO DE ALGORITMO  | 15     |
| 2.5.2.- USO E IMPORTANCIA DE LOS DIAGRAMAS<br>DE FLUJO                     | 15     |
| 2.5.3.- NOMENCLATURA EN LOS DIAGRAMAS DE FLUJO                             | 16     |
| 3.- DEFINICION DE ALGUNAS FORMAS Y SIMBOLOS PARA EL DISEÑO<br>MECANICO     | 19     |
| 3.1.- NOMENCLATURA Y PROPORCIONES  | 19     |
| 3.1.1.- EN CUERDAS   | 19     |
| 3.1.2.- SUJETADORES  | 19     |
| 3.1.3.- SIMBOLOS DE CARACTERISTICAS GEOMETRICAS                            | 20     |
| 3.2.- UTILIZACION DEL AUTOCAD  | 20     |
| 3.2.1.- PROPORCION DE FIGURAS CON VECTORES                                 | 20     |
| 3.2.2.- CREACION DE UN MENU PARA AUTOCAD                                   | 24     |
| 3.3.- DESCRIPCION DEL PROCESO  | 25     |
| 3.3.1.- TRABAJANDO CON UNIDADES  | 25     |
| 3.3.2.- MANERA DE CREAR FORMAS Y SIMBOLOS<br>DE USO MECANICO               | 26     |
| 3.3.3.- DESARROLLO DEL MENU PARA EL USO DE<br>FIGURAS Y SIMBOLOS MECANICOS | 27     |

|   |    |
|---|----|
| 4.- PROGRAMA PARA OBTENER EL CENTROIDE A PARTIR DE LOS<br>DIBUJOS GENERADOS CON AUTOCAD | 29 |
| 4.1.- NOMENCLATURA  | 29 |
| 4.2.- MATERIAL UTILIZADO  | 29 |
| 4.2.1.- FORMULAS  | 29 |
| 4.2.2.- LIMITES   | 32 |
| 4.3.- DESCRIPCION DEL PROCESO   | 32 |
| 4.3.1.- EXPLICACION DEL DIAGRAMA DE FLUJO<br>PRINCIPAL                                  | 32 |
| 4.3.2.- EXPLICACION DE LOS DIAGRAMAS<br>DE FLUJO SECUNDARIOS                            | 33 |
| 5.- RESULTADOS  | 34 |
| 5.1.- FORMAS Y SIMBOLOS PARA EL DISEÑO  | 34 |
| 5.1.1.- CREACION DE FIGURAS   | 34 |
| 5.1.2.- FACILIDAD DE TRABAJO  | 34 |
| 5.1.2.1.- UTILIZACION DEL MENU  | 34 |
| 5.1.2.2.- UTILIZACION DE FORMAS Y<br>SIMBOLOS   | 35 |
| 5.2.- PROGRAMA DEL CENTROIDE  | 35 |
| 5.2.1.- CORRECCIONES A LA LOGICA DEL PROGRAMA   | 35 |
| 5.2.2.- FORMA DE UTILIZAR EL PROGRAMA   | 38 |
| 5.2.3.- INFORMACION QUE PROPORCIONA   | 40 |
| 5.2.3.1.- EN CASO DE ERROR  | 40 |
| 5.2.3.2.- ANALISIS DE LA FIGURA   | 41 |
| SEGUNDA PARTE   |    |
| SELECCION DE BANDAS Y CADENAS   |    |
| 6.- GENERALIDADES   | 43 |
| 6.1.- OBJETIVOS   | 43 |
| 6.2.- PROGRAMACION ESTRUCTURADA   | 43 |
| 6.3.- LENGUAJE DE PROGRAMACION TURBO PASCAL   | 45 |
| 6.4.- ELEMENTOS MECANICOS FLEXIBLES: BANDAS Y<br>CADENAS                                | 45 |
| 7.- SELECCION DE BANDAS   | 47 |
| 7.1.- NOMENCLATURA  | 47 |
| 7.2.- MATERIAL UTILIZADO  | 48 |
| 7.2.1.- FORMULAS  | 48 |
| 7.2.2.- TABLAS Y GRAFICAS   | 51 |
| 7.2.3.- LIMITANTES  | 55 |
| 7.3.- DESCRIPCION DEL DISEÑO  | 58 |
| 7.3.1.- PROCEDIMIENTOS AUXILIARES A LA<br>PROGRAMACION                                  | 58 |
| 7.3.2.- EXPLICACION DEL DIAGRAMA DE FLUJO<br>PRINCIPAL                                  | 61 |
| 7.3.3.- EXPLICACION DE LOS DIAGRAMAS<br>DE FLUJO SECUNDARIOS                            | 61 |

|   | PAGINA |
|---|--------|
| 8.- SELECCION DE CADENAS                                  | 63     |
| 8.1.- NOMENCLATURA  | 63     |
| 8.2.- DESCRIPCION DEL MATERIAL UTILIZADO                  | 64     |
| 8.2.1.- FORMULAS  | 64     |
| 8.2.2.- TABLAS Y GRAFICAS                                 | 65     |
| 8.2.3.- LIMITACIONES                                      | 67     |
| 8.3.- DESCRIPCION DEL DISEÑO                              | 68     |
| 8.3.1.- PROCEDIMIENTOS AUXILIARES A LA PROGRAMACION       | 68     |
| 8.3.2.- EXPLICACION DEL DIAGRAMA DE FLUJO PRINCIPAL       | 70     |
| 8.3.3.- EXPLICACION DE LOS DIAGRAMAS DE FLUJO SECUNDARIOS | 71     |
| 9.- RESULTADOS  | 73     |
| 9.1.- SELECCION DE BANDAS                                 | 73     |
| 9.2.- SELECCION DE CADENAS                                | 75     |
| 10.- CONCLUSIONES   | 79     |
| 11.- APENDICE   | 81     |
| 11.1.- LISTADO DE MENU Y FIGURAS DE USO MECANICO          | 81     |
| 11.2.- LISTADO DE MENU Y FIGURAS DE DIAGRAMAS DE FLUJO    | 85     |
| 11.3.- LISTADO DEL PROGRAMA DEL CENTROIDE                 | 86     |
| 11.4.- LISTADO DEL PROGRAMA DE SELECCION DE BANDAS        | 97     |
| 11.5.- LISTADO DEL PROGRAMA DE SELECCION DE CADENAS       | 129    |
| 11.6.- LISTADO DE SUBROUTINA DE CAPTURA                   | 154    |
| 12.- BIBLIOGRAFIA   | 158    |

## 1.- INTRODUCCION Y OBJETIVOS DEL TRABAJO

### 1.1.- INTRODUCCION

El conocimiento de las microcomputadoras, específicamente las personales conocidas como IBM PC o compatibles, permite mediante su adecuada programación contar con una poderosa herramienta que ayuda al desarrollo de diferentes actividades de la vida moderna.

Es un hecho que las computadoras están abarcando poco a poco varios aspectos de nuestra vida cotidiana convirtiéndose gradualmente en un elemento básico de la misma, ya que nos simplifican el trabajo y en las tareas rutinarias y absorbentes.

En el campo de la Ingeniería su aplicación es muy amplia ya que generalmente se trata de ciclos con cierta lógica repetitiva en los que las computadoras aceleran el proceso de una manera sorprendente.

El desarrollo de las computadoras ha sido extraordinario, solo para darse una idea de tal magnitud, si se comparase el costo de un automóvil Buick del año 1933 equipado con frenos de potencia, dirección hidráulica, 8 cilindros, cristales eléctricos y todo el paquete de lujo, tenía un costo aproximado de 3,500 dólares. El equivalente actual si hubiese tenido el mismo desarrollo que las computadoras sería de 3.50 dólares, equivalente a un descenso de tres órdenes de magnitud. Con el paso del tiempo, sus capacidades han aumentado y sus tamaños se han reducido llegando en estas épocas a la versatilidad y reducido tamaño de una IBM PC o similar; se ha comparado este suceso como el equivalente a una segunda revolución industrial ya que se tiene la posibilidad de tener una de estas computadoras en los escritorios de cada uno de los Ingenieros.

De ahí la inquietud de explorar las capacidades de las IBM PC en el ramo del Diseño Mecánico. Es más, debido a la creciente necesidad de intercambio de información y a la estandarización de equipos, se ha vislumbrado en base al desarrollo del mercado de cómputo que este tipo de microcomputadoras se ha convertido en un estándar con lo que se puede asegurar cierta estabilidad de los trabajos realizados en el cambiante mundo de la computación.

El presente trabajo consta de dos partes. La primera se refiere a ciertas aplicaciones gráficas que se pueden realizar con estas microcomputadoras, lo cual unos años antes era sólo posible en las macrocomputadoras o "mainframes". La segunda el interés de poder utilizar la selección de bandas y cadenas de manera computarizada basándose en su estandarización ya que es muy raro el que se diseñen expresamente y por lo tanto la selección no corresponde a un fabricante específico sino a la reunión de ciertas características generales.

Consciente de la situación actual del país y con la idea de sembrar la inquietud en el ramo del Diseño Mecánico en la utilización de este tipo de computadoras ya que son un elemento importante en la productividad y por su bajo costo y gran potencialidad, se llevó al cabo el presente trabajo.

## 1.2.- OBJETIVOS DEL TRABAJO

Se propuso desarrollar un sistema que auxiliándose de una computadora, facilitara al diseñador el análisis y dimensionamiento de diferentes elementos de máquina como pudieran ser flechas, resortes, elementos de sujección, algunos tipos de estructuras sencillas, distintos métodos de transmisión para agilizar y obtener mejores resultados en el desarrollo de proyectos de diseño.

Durante el desarrollo del trabajo se consideró conveniente modificar el alcance inicial ya que era muy ambicioso y difícil de desarrollar en un tiempo razonable. Se pensó en crear un sistema mas general que sentara las bases para la creación de programas como los propuestos inicialmente, cambiando el objetivo inicial a uno mas general que abarcara métodos iterativos, manejo de información gráfica y obtención de resultados combinando fórmulas y gráficas en un medio interactivo donde se pudieran demostrar no sólo aspectos estáticos sino dinámicos. Como ejemplo: un resorte en el cual actúan cargas dinámicas pudiéndose obtener gráficamente su comportamiento así como simular fatiga.

## 2.- GENERALIDADES

### 2.1.- OBJETIVOS

En esta primera parte se realizan en una Computadora Personal aplicaciones gráficas útiles a la Ingeniería Mecánica basándose en el uso de un sistema comercial de Diseño Auxiliado por Computadora. Esta es de una aplicación moderna para microcomputadoras y lo que sorprende es su capacidad de manejo de este tipo de información.

Se pretende desarrollar algunos elementos mecánicos con la característica de ser dibujados fácilmente, bajo estándares y dibujos almacenados como elementos de un programa para posteriormente analizarlos y poder obtener información tal como su centro de masa, etc.

Al momento de ser dibujados los elementos mecánicos por medio de un lápiz y demás implementos, se tienen que seguir ciertos métodos generales, que se repiten cuantas veces se tenga que dibujar ese elemento. Por este procedimiento, el elemento dibujado queda perfectamente proporcionado además de libre de errores, lo cual reditúa en una ganancia de tiempo además de aumentar su eficiencia; si se repiten las piezas. Por ejemplo, en un avión comercial se requieren mas de un millón y medio de elementos de sujeción con las mismas características dimensionales para su ensamble.

También el cálculo del centro de masa y demás características geométricas de piezas es a veces un proceso tedioso cuando se tratan de formas complicadas, lo cual nos lleva a un proceso largo de cálculo además de estar propenso a errores. Con la aplicación del paquete de dibujo para realizar la forma de la pieza, la cual puede ser lo complicado que se quiera y en cualquier proporción y por medio de un programa, esta figura es procesada en cuestión de segundos dándose la información precisa que se necesita en forma tanto gráfica como numérica.

### 2.2.- EL DISEÑO AUXILIADO POR COMPUTADORA (DAC)

#### 2.2.1.- HISTORIA Y DEFINICION DE TERMINOS

En 1964 IBM ( International Bussines Machine Corp. ) lo hizo comercialmente disponible. En 1970 Applicon Incorporated logró hacer todo un sistema DAC disponible. En 1982 aproximadamente 4,500 sistemas se encontraban en uso en los Estados Unidos, el crecimiento ha seguido un orden exponencial.



- "El DAC/FAC es la técnica que goza de una mayor potencialidad para aumentar radicalmente la productividad que cualquier otro desarrollo acaecido desde el advenimiento de la electricidad": Fundación de Ciencia Nacional para Productividad.
- "Diseñar con papel y lápiz pronto será obsoleto como los caligrafistas y tinteros": Ing. Steven M. Lord. Mechanical Engineering Nov. 1985.

Algunas definiciones necesarias para el entendimiento de este capítulo:

- DAC** : Diseño Auxiliado por Computadora  
( CAD: Computer-Aided Design )  
Es el empleo de la Informática para asistir en el diseño de un producto cualquiera, incluyendo o no análisis y simulación del producto deseado.
- FAC** : Fabricación Auxiliada por Computadora  
( CAM: Computer-Aided Manufacturing )  
Empleo de la Informática para controlar los procesos de fabricación incluyendo o no gestión de producción, transporte y almacenamiento automatizado. El fin último del CAD/CAM es una fábrica totalmente automatizada.
- IAC** : Ingeniería Auxiliada por Computadora  
( CAE: Computer-aided Engineering )  
Empleo de la Informática para asistir en el dibujo, diseño, documentación, análisis y simulación de un producto cualquiera, incluyendo eventualmente el control de los procesos de fabricación. Es más general que DAC y puede llegar a abarcar FAC.
- Gestión de la Producción**  
( MRP: Manufacturing Resource Planning )  
Gestión de Recursos Humanos, materiales, máquinas y sistemas de información necesarios para el proceso o desarrollo de la fabricación.

## 2.2.2.- TIPOS DE MODELOS DE DAC

### 2.2.2.1.- DIFERENTES TIPOS: 2-D, 2 1/2-D, 3-D

Los modelos se pueden categorizar en 2-D, 2 1/2-D y 3-D. Un dibujo de 2-D es básicamente lo mismo que un dibujo ortográfico, es una serie de líneas, texto y símbolos que pueden desplegarse, imprimirse o graficarse; es generalmente el modelo que los sistemas DAC utilizan.

El modelo 2 1/2-D es creado produciendo un modelo 2-D y luego proporcionando la tercera dimensión a través de software, resultando en un modelo 3-D. Por lo tanto, los objetos que pueden ser representados correctamente con un modelo 2 1/2-D son aquellos que tienen una sección transversal constante. El proceso es similar a la extrusión de plástico o metal. Una aplicación

común de un modelo 2 1/2-D son los perfiles estructurales.

El modelo de 3-D es el más general de los tipos de modelo permitiendo a los objetos variar su sección transversal. Con este modelo una pirámide puede perfectamente ser representada en tres dimensiones.

### 2.2.2.2.- CARACTERISTICAS DE UN PAQUETE 2-D

Por un paquete de dibujo, nos referimos a una serie de programas que combina gráficas primitivas de tal manera que el usuario pueda fácil y rápidamente dibujar líneas, círculos, textos y dimensiones. Debe ser diseñado este paquete de tal manera que cualquier sistema DAC de 2-D debe proveer:

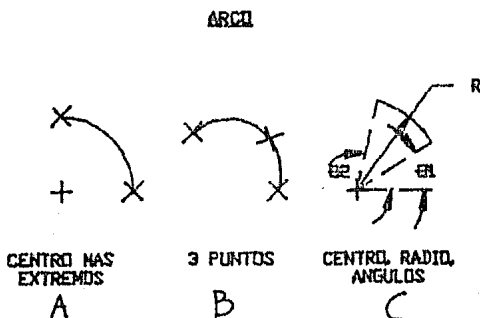
- + Creación geométrica
- + Edición geométrica
- + Dimensión y Texto
- + Salida gráfica

La velocidad y facilidad de interacción de estas cuatro funciones es la primera medida de efectividad de un DAC. Estas cuatro funciones constan de:

#### A) Creación Geométrica

##### - Arco:

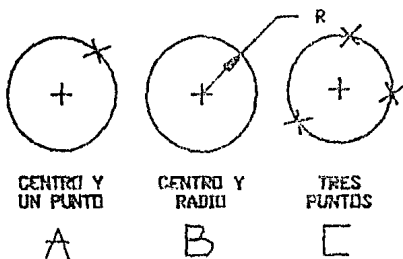
Un arco de círculo es colocado en la pantalla a partir de tres tipos de características dadas: A) el arco puede ser definido especificando el centro y los dos extremos del arco, B) puede especificarse poniendo tres puntos con el arco y C) definiendo el centro, radio y ángulos inicial y final con respecto a la horizontal.



- Círculo:

Un círculo es dibujado en la pantalla con el diámetro específico y posición. Usualmente tres selecciones están disponibles para especificación: A) centro y un punto del círculo, B) centro y radio y por último C) tres puntos en un círculo.

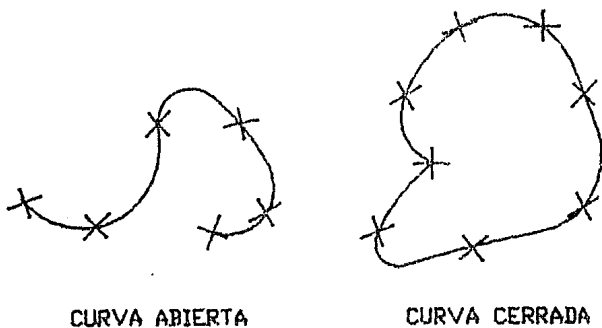
### CÍRCULO



- Curva ( abierta o cerrada ):

Una curva arbitraria es generada, la cual pasa por una serie de puntos especificados. Algunas técnicas de ajuste de curvas son utilizadas ( ej: B-Spline ).

### CURVAS



- Línea:

Una línea es dibujada en la pantalla de acuerdo a los deseos del usuario. La línea generalmente es especificada al dar los puntos extremos.

- Rayado:

Para poder definir las vistas de las secciones, se puede utilizar el rayado definiendo el ángulo con respecto a la horizontal y espacio entre líneas. Como opciones pueden darse diferentes tipos de rayados en diferentes materiales.

B) Edición Geométrica:

- Borrado:

Se puede remover elementos individualmente o en grupo, inclusive todo el dibujo.

- Capas ( Layers ):

La información de un dibujo puede ser separada en categorías, cada categoría colocada en diferente capa. Cada capa puede ser desplazada independientemente en cada combinación dependiendo de las necesidades. Es como si fuese un conjunto de hojas transparentes que contengan información independiente y pueden ser puestas una encima de otra. Un ejemplo típico de un usuario sería el poner las dimensiones en una diferente capa de la que contiene el dibujo. Entonces el usuario tiene la opción de desplegar solo las líneas del dibujo o el dibujo completo con las dimensiones. Todas las capas juntas conforman al modelo de 2-D completo.

- Redibujar:

Después de una serie de pasos de creación o modificaciones, el usuario necesita eliminar marcas dejadas por las operaciones realizadas y así poder identificar exactamente el estado del modelo.

- Rotar:

Un grupo de elementos pueden ser seleccionados para rotar sobre un eje especificado a un determinado ángulo.

- Salvar/Recuperar:

Una vez que el modelo ha quedado terminado o el usuario debe terminar el trabajo temporalmente, el modelo puede guardarse bajo un nombre en un archivo para conservarlo en disco, cinta o cualquier otro elemento para tal fin. El archivo también puede ser recuperado para modificarlo o continuar con el dibujo.

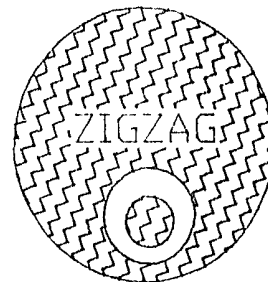
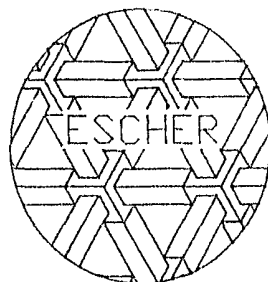
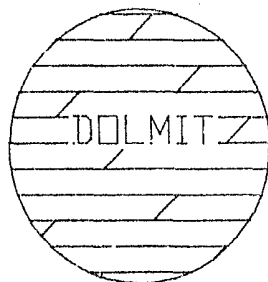
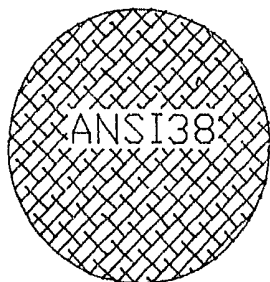
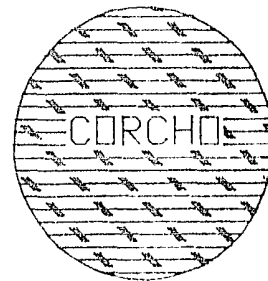
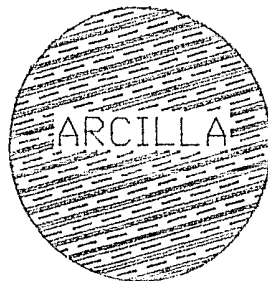
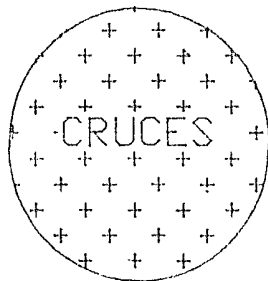
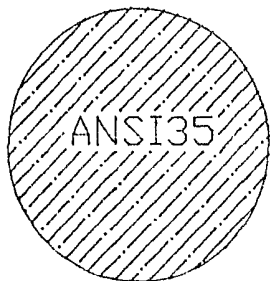
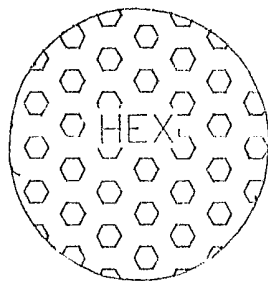
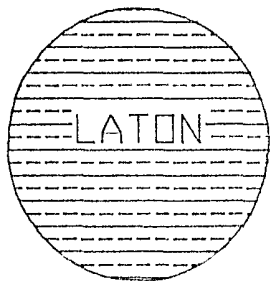
- Transladar:

Un elemento u objeto entero puede ser movido de un lugar a otro de la pantalla. Algunos sistemas proveen "dragging" que permite que los objetos una vez identificados, parecen moverse a través de la pantalla siguiendo un cursor, digitalizador, "ratón" o similar.

- Ventanas:

La ventana identifica la porción del modelo a ser procesada o vista. Puede ser dada en coordenadas o dinámicamente por medio de un digitalizador, cursor, "ratón" o similar.

EJEMPLO DE RAYADO



- Zoom:

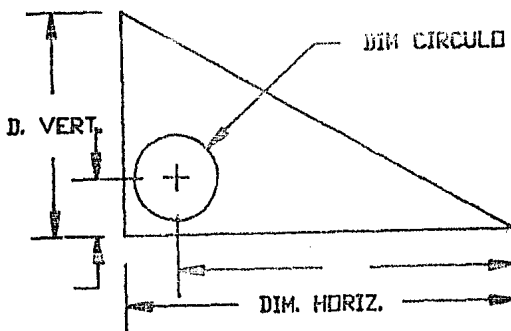
El usuario puede pedir que la imagen en la pantalla sea aumentada o reducida por cierto factor. También cierta porción del dibujo puede ser utilizada por medio de una ventana o bien especificar cual va a ser el centro de nuestra nueva imagen.

C) Dimensiones y Textos

- Dimensionamiento automático o semiautomático:

En el proceso semiautomático, el usuario decide donde van las líneas de extensión, el texto de la dimensión y dónde ponerlo. En el automático, el sistema utiliza los valores de coordenadas de los elementos a ser utilizados para calcular el valor de la dimensión. El usuario determina ya sean dimensiones horizontales, verticales o paralelas a un elemento escogido. Una línea de extensión es utilizada para arcos y radios y se puede utilizar una línea de extensión o una diagonal para el diámetro de un elemento circular.

DIMENSIONAMIENTO



- Textos:

Caracteres (números, letras y símbolos) pueden ponerse en la pantalla. Varias opciones pueden estar disponibles, tales como tipos de letras (ej: itálica) y el tamaño. También se puede especificar que los caracteres puedan ser horizontales, verticales o a un ángulo determinado.

D) Salida Gráfica

- Impresión:

Se puede obtener una copia en una impresora especial (térmica, matriz, etc.).

- Graficar:

Un dibujo terminado puede obtenerse en un graficador ya sea de uno o varios colores.

Algunos paquetes proveen de símbolos especiales o permiten al usuario la creación de símbolos especiales a ser usados para dibujos esquemáticos, eléctricos, de tuberías, soldadura, diagramas de flujo, por ejemplo. Así, en lugar que cada vez se dibujen símbolos o dibujos, se guardan y son llamados cada vez que se necesiten. Inclusive un menú especial puede ser creado para el uso de esas figuras especializadas.

### 2.2.3.- ESTANDARIZACION EN LA COMUNICACION

Anteriormente la comunicación con otro equipo no era vital. Actualmente es necesario ya que un solo proveedor no fabrica todos los productos que una compañía pueda querer o necesitar.

En la complejidad del problema de las comunicaciones también contribuye que equipos como terminales de DAC deban comunicarse no solo entre ellas sino con equipos dispares tales como computadoras de control numérico, etc.

Existen progresos en los estándares de la comunicación, los cuales forzarán a los proveedores a realizar sus programas compatibles con los de otros proveedores que de otra manera solo se lograrían por medio de interfaces costosas. No es sorprendente que los proveedores se resistan a esto, ya que temen quedar al margen de la competitividad. Por esta razón los progresos han sido lentos.

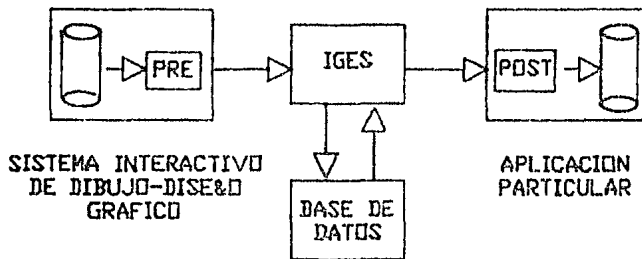
En 1980, General Motors formó una fuerza de trabajo, con amplia representación de fabricantes de computadoras y programas para trabajar en el desarrollo de la comunicación estandar. En octubre de 1982, se aceptó como estandar de comunicación el MAP ("Manufacturing Automation Protocol") e insistió que todo el equipo de programación que comprase fuera compatible con ese estandar.

MAP cumple con los estándares desarrollados por la Oficina Nacional de Estándares de Estados Unidos, la Organización Internacional para la Estandarización (ISO), el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) y el Instituto Nacional Americano de Estándares (ANSI).

Ford Motor Company ha apoyado fuertemente al MAP de la General Motors, desarrollando redes de desarrollo y programas piloto para la mejoría de la tecnología MAP.

La Oficina Nacional de Estándares de Estados Unidos también ha estado activa por muchos años en la dirección y coordinación del trabajo en la Especificación Inicial de Intercambio Gráfico (IGES "Initial Graphics Exchange Specification"). IGES se convirtió en un estandar ANSI (414.26m) en Septiembre de 1981. Esta es una solución al problema de interfase para equipos DAC en la transferencia de datos.

Los fabricantes de DAC que venden máquinas compatibles con IGES proveen un programa extra que traduce los datos usados internamente a un formato IGES y viceversa.



#### 2.2.4.- VENTAJAS Y APORTACIONES

Las ventajas de DAC:

- Ausencia de prototipos.
- Análisis y verificación del diseño.
- Menor tiempo de dibujo.
- Planos mas confiables y completos.
- Facilidad de estandarización de los productos.
- Transmisión de información muy rápida y confiable.
- Translada el concepto al producto fabricado.

Aportaciones del DAC:

- Reduce costos de diseño.
- Aumenta la estandarización dentro de la organización.
- Reduce el tiempo de retroalimentación en el diseño, además de ser un ciclo de diseño mas corto.
- Reducción de tiempos de entrega.
- Optimiza el diseño del producto a través de iteraciones.
- Incrementa la productividad.
- Reducción de errores.
- Aumenta la precisión del diseño.
- Mejores interfases de diseño-montaje-verificación.
- Almacenaje mas fácil y seguro.
- Control de materiales.
- Debido a bases de datos comunes, la cooperación entre diferentes departamentos se incrementa.

Existen además otros beneficios intangibles tales como un efecto social. La posición de estos equipos mejora la imagen de la compañía y como dato curioso, en la mayoría de las compañías la primera cosa que muestran a sus visitas o nuevos empleados es el DAC.



Un proceso de diseño tradicional posee ciclos de retroalimentación. El tiempo del ciclo para este proceso depende grandemente en las razones de regresar a un punto previo.

Dependiendo en qué parte del proceso se realizan los cambios al producto, el costo aumenta; por ejemplo, si se realiza en la etapa de producción el costo es cien veces mas que en el proceso de diseño preliminar.

Un análisis moderno toma ventajas del potencial de la computadora. El ciclo de retroalimentación es mucho mas rápido como puede verse en la Figura 2-1.

#### 2.2.5.- APLICACIONES MAS USUALES E INCREMENTOS EN SU UTILIZACION

Las aplicaciones mas usuales del DAC:

- Dibujo y delineación general.
- Esquemas de cableado.
- Diseño de circuitos electrónicos, impresos, integrados.
- Cartografía.
- Arquitectura y urbanismo.
- Diseño de piezas y máquinas.
- Generación de mallas y análisis por elementos finitos.
- Programación de maquinas herramienta.
- Simulación de comportamientos.
- Diseño de plantas.
- Diseño y calculo de estructuras.
- Diseño de redes de distribución.
- Artes Gráficas.

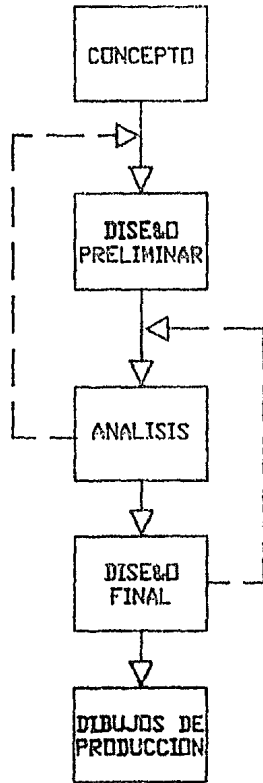
Una típica oficina de proyectos utiliza su tiempo aproximadamente de la siguiente manera: 60% en preparación de documentos a partir de los ya existentes, 30% a nuevos dibujos y solo un 10% a la fase de creación.

Los estudios mas fiables indican incrementos con la utilización del DAC en los siguientes puntos:

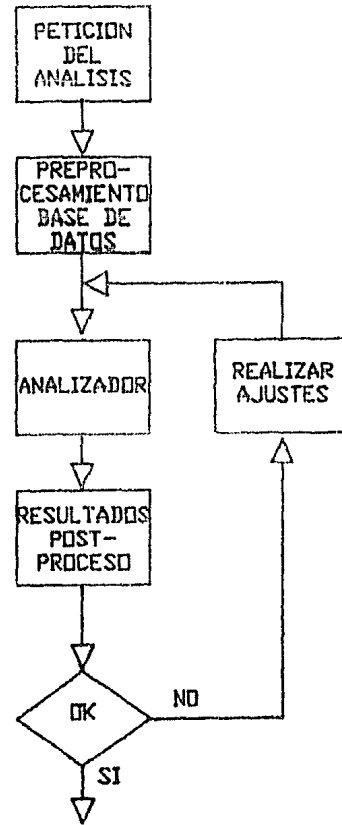
- Productividad en un 70%.
- Cintas perforadas para control numérico: 4 a 1.
- Diseño de estructuras: 10 a 1.
- Diagramas de cableado: 15 a 1.
- Modificaciones: 20 a 1.
- Reducción del tiempo de entrega de un 23% al 78%.
- Reducción del tiempo de desarrollo de un producto de un 25% al 80%.
- Reducción de costos hasta el 60%, siempre en función de la aplicación.

Como un ejemplo de la utilidad del DAC/FAC, la Ford Motor Company diseñó con este sistema un vehiculo de laboratorio que estableció el nuevo record de economía en el combustible (3803 millas por galón, un 21.5% mas que el ultimo record). En vistas al poco tiempo para el desarrollo y construcción del vehiculo con la utilización del DAC/FAC en lugar de meses de trabajo, se pudo tener completo en 4 días.

COMPARACION DEL DISEÑO TRADICIONAL Y EL MODERNO



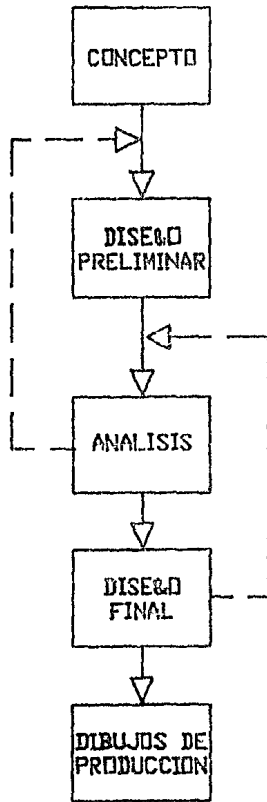
DISEÑO "TRADICIONAL"



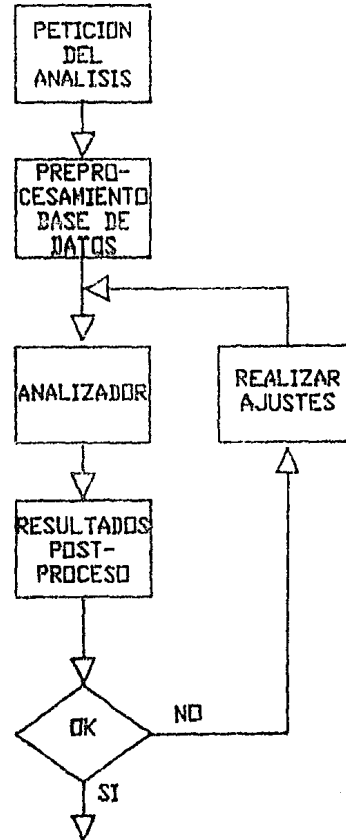
DISEÑO MODERNO

FIGURA 2-1

# COMPARACION DEL DISEÑO TRADICIONAL Y EL MODERNO



DISEÑO "TRADICIONAL"



DISEÑO MODERNO

## 2.3.- CARACTERISTICAS DE UNA COMPUTADORA PERSONAL

En el ambiente de computación, el 12 de Agosto de 1981 fué una fecha que marcó un cambio revolucionario. Ese día IBM (International Business Machine Corp.) anunció su IBM PC. La trascendencia de ese efecto es grande ya que fue la primera microcomputadora "serie", respaldada por una gran compañía que contenía los suficientes atributos para poder realizar cosas que anteriormente solo eran posibles en equipos mas grandes. Su influencia ha sido tan grande que poco a poco se ha convertido en el estandar de las microcomputadoras, a tal grado que inclusive grandes compañías como Hewlett Packard y Apple han modificado sus equipos para hacerlos compatibles a la IBM PC.

Se consideraría una PC (Computadora Personal) si cumple con los mínimos requerimientos de:

- 1 CPU (Unidad de Procesamiento Central)
- 128 KBytes de RAM (Random Access Memory).
- 40 KBytes de ROM (Read Only Memory).
- Procesador Intel 8088 accesado a 4 MHz.
- 1 teclado con 83 teclas, conteniendo las funciones de la maquina de escribir, las de captura numérica y de funciones. Siendo de doble función las de captura numérica para poder controlar el movimiento del cursor.
- 5 slots de expansión.
- 1 puerto para comunicaciones en Serie (impresora, graficador, etc.).
- 1 puerto para comunicaciones en Paralelo.
- 1 Display ya sea de color o monocromatico.
- 1 Unidad de disco flexible 5 1/4".
- Sistema Operativo DOS (Disk Operating System) version 2.0
- Basic version 2.0

Como opcionales se puede tener:

- Expansión de memoria hasta 640 KBytes.
- Coprocesador matemático Intel 8087 (o el 80287), el cual fue diseñado para: precisión, rango y velocidad (factor de 10 a 100 dependiendo de aplicación). El procesador 8088 le pasa trabajo al 8087, trabajando conjuntamente para reducir el acceso de memoria mejorando la velocidad y disponibilidad de transmisión. Existe de fábrica un espacio para su instalación.

A pesar de que las PC son en teoría de 5 a 20 veces mas lentas que las macrocomputadoras, las gráficas y los programas estan muy unidos reduciendo así el tiempo necesario para la creación de un modelo y hacer retroalimentación gráfica. Aunque el análisis actual puede tomar mas tiempo correr en la PC, el proceso entero puede tomar menos tiempo. La diferencia mas grande con una macrocomputadora es la memoria, pero ya existen modelos de PC con 5, 10, 20 y actualmente 32 KBytes y 8 MHz.

Existe mucha demanda de sistemas de bajo costo. Llegará pronto el momento donde se pueda poner una estación de trabajo en cada escritorio y la PC es la manera de hacerlo.

## 2.4.- AUTOCAD, UN SISTEMA DAC PARA COMPUTADORAS PERSONALES

### 2.4.1.- HISTORIA Y DIFERENTES VERSIONES

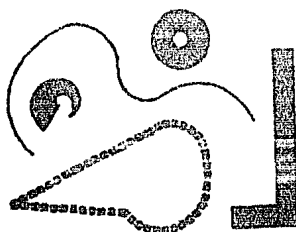
La compañía que lo fabrica es la Autodesk Inc. con oficinas en Sausalito, Calif., Estados Unidos. Fué presentado en Noviembre de 1982 en COMDEX (el show para vendedores de PC).

Existen en el mercado tres versiones del AUTOCAD, el cual es un sistema DAC para PC:

- + ADE-1: Contiene las funciones básicas del sistema.
- + ADE-2: Dibuja en dos dimensiones.
- + ADE-3: Dibuja en 2 y 3 dimensiones (realmente 2 1/2-D) además de dibujar y editar líneas complejas llamadas polilíneas.

Las polilíneas son secuencias conectadas de líneas y segmentos de arcos los cuales son tratados como una sola unidad. Tienen las siguientes propiedades adicionales:

- Pueden dibujarse con diferentes tipos de líneas.
- Pueden ser gruesas, delgadas o ambas.
- Una polilínea puede utilizarse en círculos llenos o arcos.
- Pueden formar polígonos cerrados.
- Pueden editarse y unirse con otras polilíneas, arcos, líneas.
- Se pueden ajustar curvas a las polilíneas.



POLILINEAS

## 2.4.2.- REQUERIMIENTOS PARA SU UTILIZACION.

Los requerimientos mínimos del sistema son los siguientes:

- A) Una computadora personal IBM (PC XT o PC AT) o compatible con al menos 354 KB de memoria para ADE-1 y ADE-2 o bien 512 KB para la ADE-3.
- B) Dos drives de doble densidad o un drive y disco duro. Es mas comodo operar con disco duro además de resultar mas rapidas las operaciones.
- C) Uno o dos videos. En el caso de utilizarse dos, uno es destinado a los dibujos y el otro como consola del Sistema.

Como opcionales:

- Uso de un señalador: "ratón" (mouse) o tableta digitalizadora.
- Graficador.
- Coprocesador matemático Intel 8087.
- Adaptador para comunicación asincrona (se requiere para el graficador y digitalizador).

Si el Sistema contiene un coprocesador 8087 (o el 80287), aumentará el proceso de dibujo en un 300% o mas, especialmente en el dibujo de círculos, arcos y texto.

## 2.4.3.- CARACTERISTICAS DEL AUTOCAD.

El AUTOCAD cumple con todos los requerimientos DAC propuestos anteriormente en el punto 2.2.2.2 además de tener las siguientes cualidades:

-Utilización de un comando llamado "sketch" con el cual se pueden realizar dibujos a "mano libre" por medio de la ayuda de un "ratón" o digitalizador. Es equivalente a realizar bosquejos.

-Utilización de arreglos, ya sean circulares o rectangulares, con los cuales se puede formar repetición de figuras tales como dientes de engranes, etc.

-Un número de capas (Layers) ilimitado.

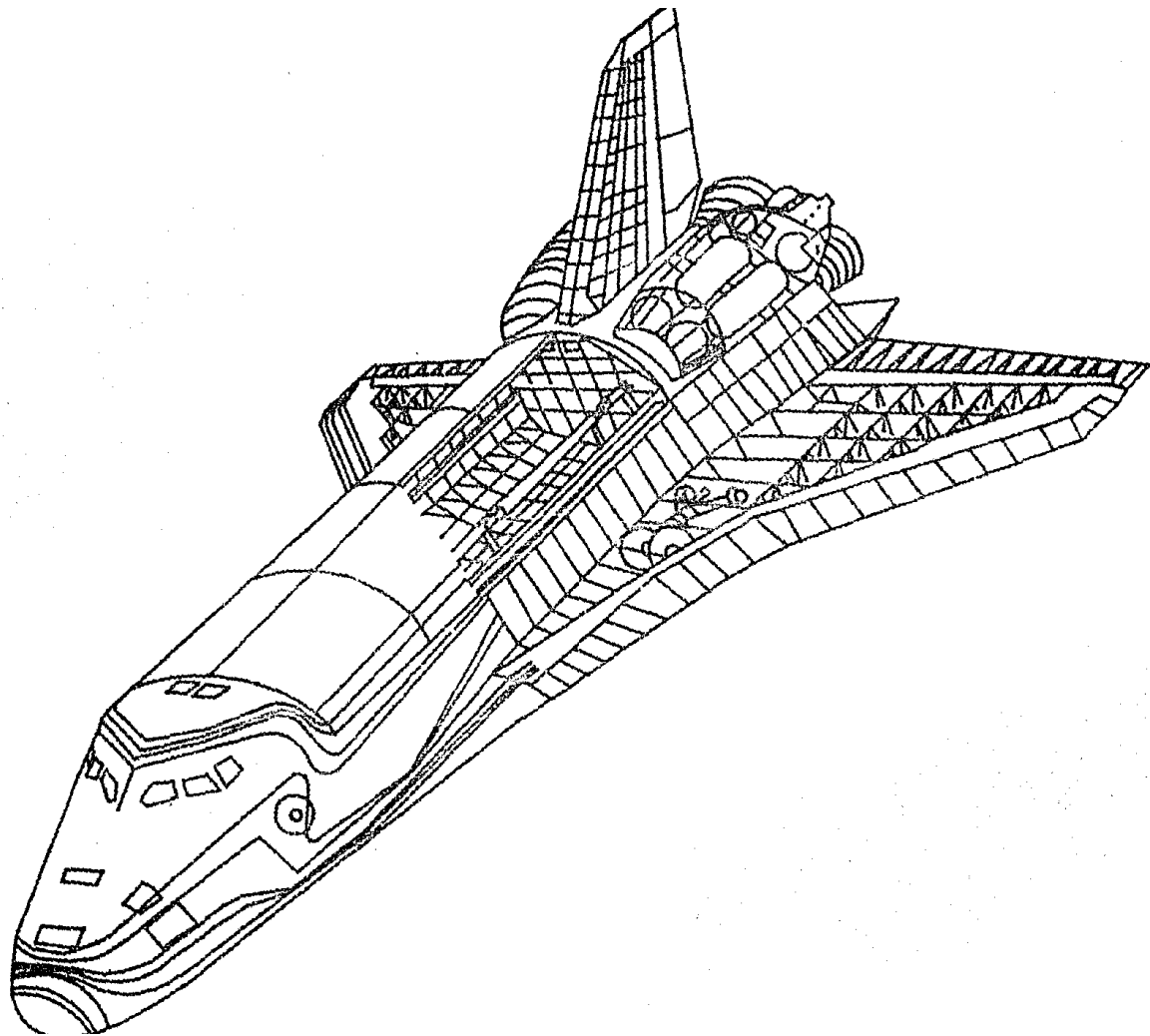
-Creación de bloques y "shapes" que son definidos por el usuario para algún uso específico. Únicamente se llaman y se proporcionan evitando redibujarlos cada vez, como ejemplo: tuercas, símbolos eléctricos, de soldadura, etc.

-Posee mas de 40 patrones estandar de rayado, además de poderse definir mas.

-Para la utilización de situaciones específicas es posible también la creación de menus.

-Posee "dragging" dinámico tanto para creación y edición geométrica. Con "dragging" se refiere a que se pueda mover, acomodar, proporcionar figuras y elementos visualmente en forma dinámica hasta quedar a los requerimientos deseados.

-El texto viene con cinco estilos estandar además de poderse crear un estilo propio. Puede escalarse, centrarse, justificarlo a la izquierda o derecha.



-Las líneas testigo, flechas y dimensiones están separadas, así que pueden borrarse o editarse por separado. Es además un proceso semiautomático y cumple con casi todos los estándares ANSI.

-Provee gran exactitud, una milésima de pulgada en tolerancias.

-Por algunas características descritas anteriormente AUTOCAD no fue creado para fines específicos ya que posee menús, símbolos, textos que están diseñados para poder ser modificados y así el usuario ajustarlos a sus propias necesidades.

-Contiene una arquitectura "abierta", sin secretos, de tal manera que pueden realizarse programas que trabajen con AUTOCAD.

-Posee "grids" o mallas de guía.

Es también conveniente señalar ciertas desventajas que presenta:

- No tiene un almacenaje automático en caso de fallas eléctricas o de algún tipo.

- No posee un cálculo de secciones (áreas, volumen, centro de masa, etc.).

- La simulación de 3-D es limitada (más bien es 2 1/2-D).

- No provee modelaje de sólidos ya que el creador argumenta que sería veinte veces más lento.

## **2.5.- ALGORITMOS Y DIAGRAMAS DE FLUJO.**

### **2.5.1.- CONCEPTO DE ALGORITMO.**

"Un algoritmo es un conjunto de acciones que determinan la secuencia de pasos a seguir para resolver un problema específico".

Es posible distinguir dos tipos de algoritmos, dependiendo de las características del problema:

A) Algoritmo numérico (ej: problemas de Ingeniería).

B) Algoritmo no numérico (ej: pasos en el armado de un coche).

### **2.5.2.- USO E IMPORTANCIA DE LOS DIAGRAMAS DE FLUJO.**

Un diagrama de flujo es la representación gráfica de un algoritmo, en el cual se contemplan los siguientes elementos:

1) Inicio.

2) Datos de entrada.

3) Operaciones a realizar con los datos o decisiones a tomar.

4) Resultados.

5) Fin.



Las ventajas que representa el uso de los Diagramas de Flujo son las siguientes:

-Permite en forma gráfica planear las operaciones y/o decisiones en un programa antes de escribirlo. Es una importante herramienta de la programación.

-Representa ayuda visual para observar las correlaciones que se presentan entre operaciones o decisiones de un programa.

-Facilita la interpretación.

-Ayuda a la comunicación entre programadores.

-Forma parte de la documentación de un programa.

-Es independiente del lenguaje de programación a emplear.

### 2.5.3. - NOMENCLATURA EN LOS DIAGRAMAS DE FLUJO:

Las figuras geométricas que se presentaran mas adelante, son correspondientes a las normas de la Organización Internacional para la Estandarización (ISO 1028 -"Información de Procesos-Símbolos de Diagramas de Flujo) y al Estandar Americano Nacional (ANSI X3.5-1970 "Símbolos de Diagramas de Flujo y su uso en procesos de Información).

Los símbolos mas usuales se dividen en tres grupos:

#### A) Símbolos Básicos:



Cualquier función de proceso; operación(es) definidas con cambios en valor, forma o localidad de información.



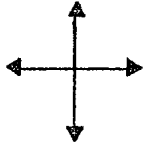
Función general I/O; información disponible para proceso (entrada) o proceso de información grabada (salida).



Conector: salida a, entrada de otra parte del diagrama.

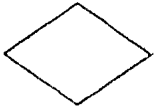


Conector especial de fin de página para entrar a, o salir de una página. (Símbolo creado por IBM)

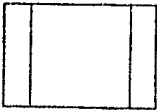


Las flechas se utilizan para indicar hacia dónde se dirige el flujo del proceso y la unión de símbolos.

### B) Símbolos relacionados con Programación:



Decisión: selección de una entre dos o tres alternativas.



Subrutinas, procesos predefinidos u otra serie de diagramas de flujo.



Un punto inicial o terminal en un Diagrama de Flujo, alto, demora o interrupción; puede mostrar salida de una subrutina cerrada.

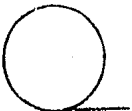
### C) Símbolos relacionados a Sistemas:



Función de Entrada/Salida tarjeta.



Documento, generalmente en hojas impresas (listado).



Cinta magnética.



Una operación usando una llave, tal como perforación, teclado, etc.



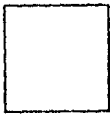
Información en terminal de video, impresoras de consola, graficadores, indicadores en línea.



Información de entrada en teclados en línea, interruptores, etc.



Proceso fuera de línea (a "velocidad humana") sin ayuda mecánica.



Realización fuera de línea en un equipo que no se encuentra bajo el control directo del CPU.



Usar cualquier almacenaje en línea de cualquier tipo (cinta magnética, tambor, disco).

### 3.- DEFINICION DE ALGUNAS FORMAS Y SIMBOLOS PARA EL DISEÑO MECANICO.

#### 3.1.- NOMENCLATURA Y PROPORCIONES.

##### 3.1.1.- EN CUERDAS.

La cuerda de tornillo es una sección uniforme en la forma de una hélice en la superficie externa o interna de un cilindro.

El paso es la distancia del punto de una cuerda al correspondiente punto en la siguiente cuerda medido paralelo al eje. El paso P es igual a  $1/\#$  hilos por pulgada.

Si se realiza un corte transversal de una cuerda pasando por el plano conteniendo al eje, se obtiene la forma de la cuerda. Existen varias formas de cuerdas las cuales están proporcionadas en base al paso P y las más usuales son las mostradas en las Figuras 3-1 a 3-3.

Según el tipo de cuerda, así es su aplicación, algunas de las más usuales son:

-La Nacional Americana todavía es utilizada en los Estados Unidos, originalmente fue llamada Estándar Estados Unidos o cuerda Sellers. Es útil debido a la fricción resultante.

-La Cuadrada es ideal para transmisiones de potencia. Las dificultades del cortado y otras desventajas inherentes tales como el hecho que las tuercas "split" no se separen bien, ha logrado que sean desplazadas por las cuerdas ACME.

-La ACME es una modificación de la cuadrada y la ha reemplazado gradualmente. Es más fuerte que la cuadrada, más fácil de maquinar y separar la tuerca "split".

-La Sinfin es similar a la cuerda ACME, pero más profunda. Es usada en ejes para transmitir potencia a engranes sinfin.

-La Redonda usualmente es formada por rolado y utilizada en formas modificadas para focos, botellas, etc.

-La de Estribo esta diseñada para la transmisión de potencia en una sola dirección. Es usada en armas, masas de propulsores en aviones, etc.

##### 3.1.2.- SUJETADORES

Existen varios tipos de sujetadores los cuales están proporcionados en base al diámetro del cuerpo D que se aproximan bastante a las dimensiones actuales, las más utilizadas son las mostradas en las Figuras 3-4 a 3-8.

# FORMAS DE CUERDAS DEFINIDAS








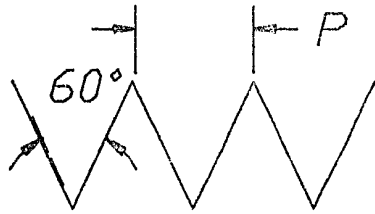
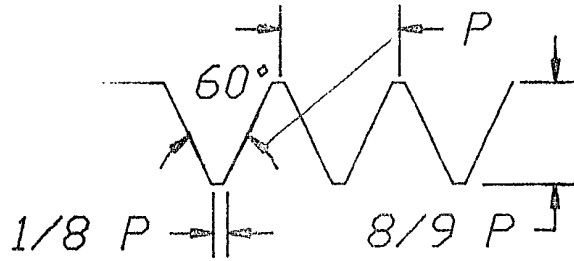
|                           |   |                   |   |
|---------------------------|---|-------------------|---|
| <i>AMERICANA NACIONAL</i> |  | <i>PUNTA-GUDA</i> |  |
| <i>ACME</i>               |  | <i>SIN FIN</i>    |  |
| <i>CUADRADA</i>           |  | <i>REDONDA</i>    |  |
| <i>ESTRIBO</i>            |  |                   |   |

FIGURA 3-1

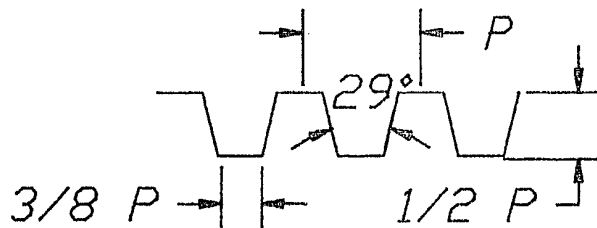
# PROPORCION DE LAS CUERDAS (#1)



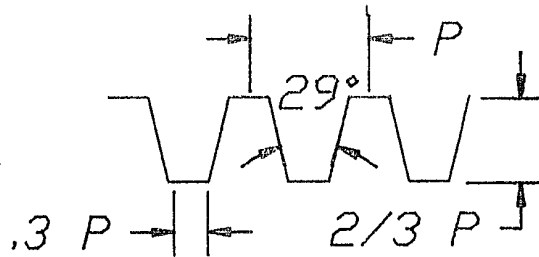
PUNTIAGUDA



AMERICANA  
NACIONAL

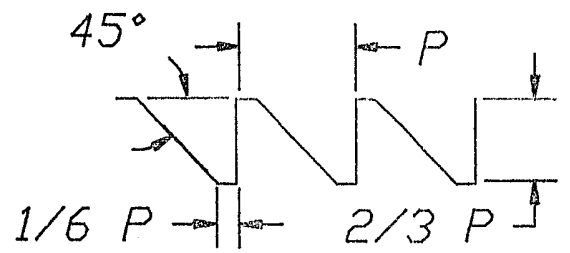


ACME

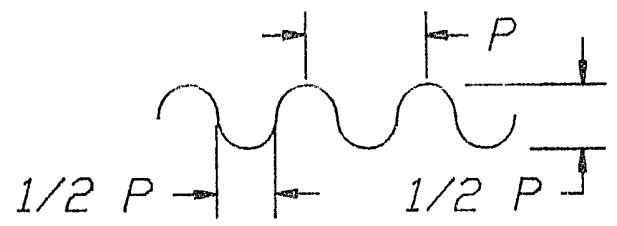


SIN FIN

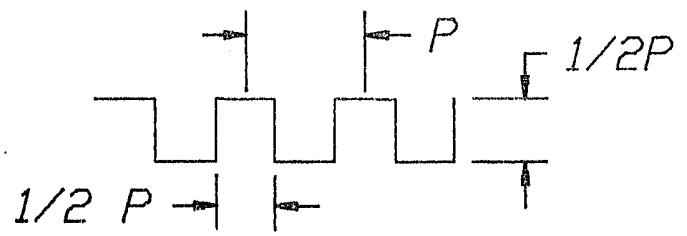
# PROPORCIONES DE LAS CUERDAS (#2)



ESTRIBO



REDONDA



CUADRADA

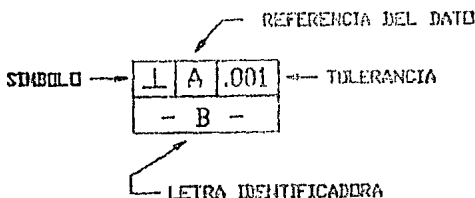
$P = \text{Paso}$   
 $= 1 / \# \text{hilos} * \text{plg}$

Nota: Dibujados a 1 P

### 3.1.3.- SIMBOLOS DE CARACTERISTICAS GEOMETRICAS.

Ciertos símbolos pueden utilizarse en lugar de notas para especificar tolerancias de forma y posición. Los símbolos para las características geométricas a las cuales las tolerancias se aplican son dados en la Figura 3-9 y provienen de la norma (ASA Y14.5-1965 Tentativa).

Las dimensiones básicas y de posición real se indican encerradas en un marco. A cada dato que debe ser identificado en el dibujo, se le da una letra identificadora del alfabeto a excepción de I, O o Q. La letra del dato debe ser precedida y seguida por un guión y encerrada en un marco rectangular. Una muestra podría ser:



y un ejemplo de su aplicación sería la figura 3-10.

### 3.2.- UTILIZACION DEL AUTOCAD.

#### 3.2.1.- PROPORCION DE FIGURAS CON VECTORES

Existen dos formas básicas para guardar las figuras y su subsecuente utilización: en bloques y en formas ("shapes"). La manera más compacta de lograrlo es con las formas, las cuales se realizan dividiendo la figura en pequeños vectores, arcos o segmentos de círculos, pudiéndose proporcionar de diferente manera para reproducir prácticamente cualquier figura por complicada que sea. Las limitaciones con respecto a los bloques son las proporciones de los dibujos, variando de igual manera en el sentido de las X y en el de las Y, en cambio en bloques, puede variarse en forma diferente la proporción en los sentidos.

Se utilizaron las figuras para la creación de diferentes símbolos, sujetadores y cuerdas ya que la proporción es estándar y así se facilita aun más su manejo, además de proporcionar un gran ahorro de memoria en comparación con los bloques.

Para formar figuras con este procedimiento se requiere una serie de pasos especiales:



CUADRADA



REDONDO



PLANO



GOTA



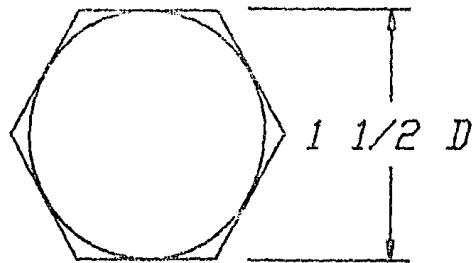
ALLEN



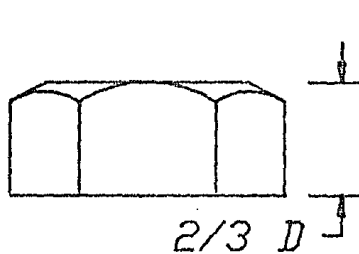
NOTA:

Dibujados a las mismas proporciones.

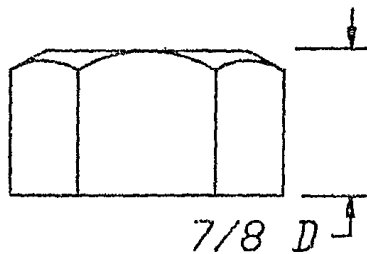
FIGURA 3-4



HEXAGONAL SUPERIOR

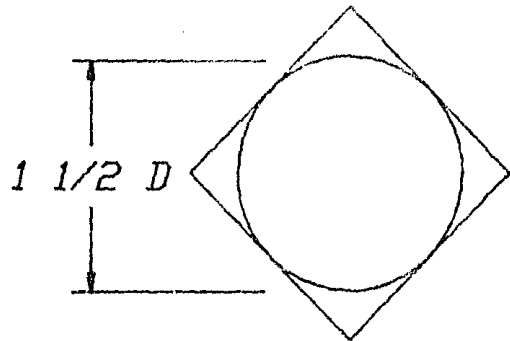


HEXAGONAL  
NORMAL

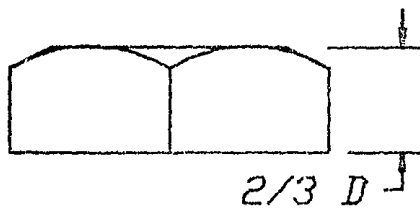


HEXAGONAL  
PESADA

FIGURA 3-5



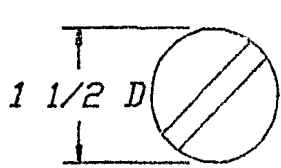
CUADRADA SUPERIOR



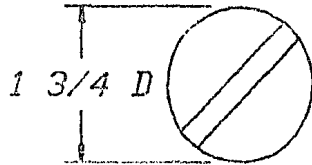
CUADRADA  
NORMAL



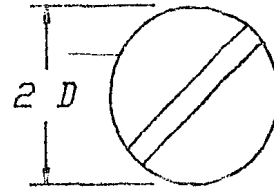
CUADRADA  
PESADA



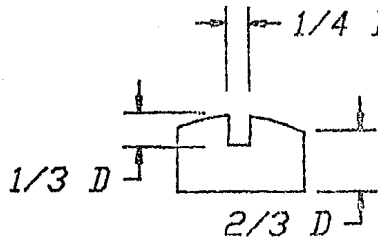
GOTA SUP.



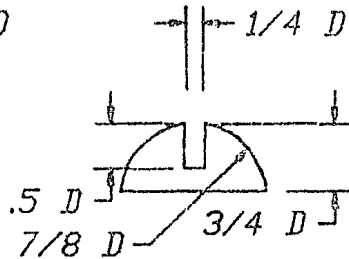
REDONDA SUP.



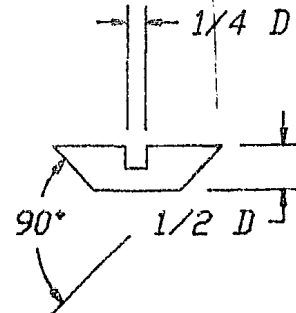
PLANA SUP.



GOTA LAT.

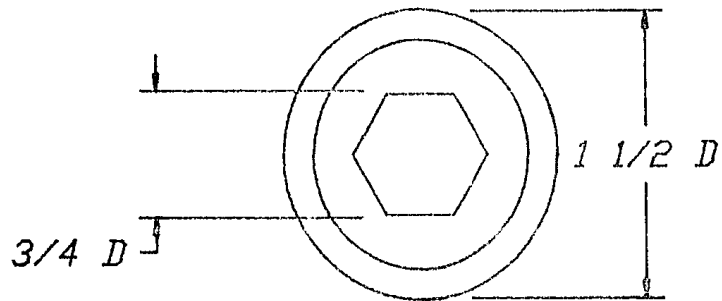


REDONDA LAT.

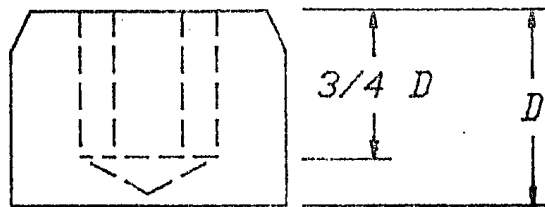


PLANA LAT.

FIGURA 3-7



ALLEN SUPERIOR

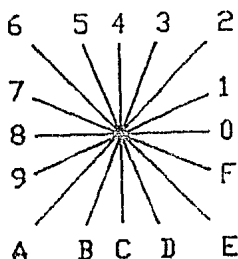


ALLEN LATERAL

$D =$  DIAMETRO DEL  
CUERPO DEL  
TORNILLO.

-Antes de comenzar la figura, se tiene que asignar un número arbitrario para esta figura (de 1 a 255), el cual es único. A continuación se coloca el número de datos que se requieren para definir la figura; incluyendo el cero que indica terminación (máximo 1000 datos por figura). Después se le asigna un nombre a la figura, el cual es ignorado si está en minúsculas.

-La longitud del vector y su dirección se codifican en un solo número. La primera parte se refiere al número de longitudes de vector y la dirección deseada como puede apreciarse en el siguiente diagrama.

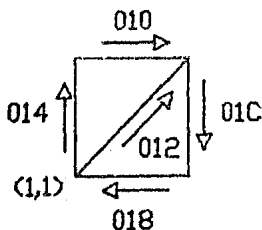


Todos los vectores en la figura de arriba fueron dibujados con la misma especificación de longitud. Los vectores diagonales se "estiran" para alcanzar el vector ortogonal más cercano.

Como ejemplo podríamos poner una forma llamada CAJA, con el número de la figura 250:

```
*250,6,CAJA
014,010,01c,018,012,0
```

en donde la caja quedaría dibujada de la siguiente manera, siendo la coordenada (1,1) su origen:



# SIMBOLOS DE CARAC. GEOMETRICAS














| AISLADOS             |   | RELACIONADOS        |   | POSICION       |   |
|----------------------|---|---------------------|---|----------------|---|
| PLANEIDAD            |  | PARALELISMO         |  | VERD. POSICION |  |
| RECTO                |  | PERPENDICULARIDAD   |  | CONCENTRICIDAD |  |
| REDONDEZ             |  |                     |   |                |   |
| PERFIL DE LINEA      |  | ANGULARIDAD         |  | SIMETRIA       |  |
| PERFIL DE SUPERFICIE |  | FUERA DE TOLERANCIA |  |                |   |
| CILINDRICIDAD        |  |                     |   |                |   |

FIGURA 3-9

-Uso especial de claves para el control del dibujo:

| CLAVE | USO  |
|-------|--|
| 000   | --- Fin de la definición de la figura.                         |
| 001   | --- Dibuja.  |
| 002   | --- No dibuja.   |
| 003   | --- Divide longitudes del vector con el siguiente número.      |
| 004   | ---- Multiplica longitudes del vector con el siguiente número. |
| 005   | ---- Guarda la posición actual en un stack.                    |
| 006   | --- Borra la posición actual del stack.                        |
| 007   | ---- Dibuja una subfigura con el siguiente número.             |
| 008   | --- Desplazamiento X-Y dados por los sig. dos números.         |
| 009   | ---- Desplazamientos múltiples de X-Y, terminados por (0,0).   |
| 00A   | --- Arco octante definido por los siguientes 5 números.        |
| 00B   | --- Arco fraccional definido por los siguientes 5 números.     |

Aquí explicaremos con detalle algunas de las claves más usuales:

**Claves 3 y 4: Control de Tamaño.**

Originalmente al comenzar la figura, el vector posee la longitud de un solo vector ortogonal (dirección 0, 4, 8 o C). Las claves 3 y 4 están seguidas de un factor de escala entero de 1 a 255. Por ejemplo, si uno desea dibujar una figura que esté proporcionada por 10 vectores, entonces se usaría la escala: 3,10. El factor de escala es acumulativo dentro de una figura, esto es, que si se utiliza un factor 2 y luego 6, resultaría en un factor de 12.

**Claves 8 y 9: Desplazamiento X-Y.**

Los vectores normales son sólo capaces de dibujar en 16 direcciones predefinidas y la longitud más larga es 15. Es por eso que las claves 8 y 9 están disponibles para permitir dibujar vectores "no estándar".

Para la clave 8, el formato es el siguiente:

8, desplazamiento-X, desplazamiento-Y

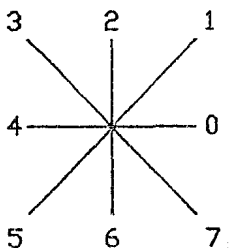
donde los desplazamientos pueden estar en un rango de -128 a +127. Pueden adicionarse paréntesis para mejorar legibilidad, por ejemplo: 8,(-9,2).

La clave 9 puede ser usada si es necesario dibujar una secuencia de vectores "no estándar". Esta clave puede ser seguida de cualquier número de parejas de desplazamiento y es terminada por (0,0). Por ejemplo: 9,(3,1),(3,2),(2,-3),(0,0); en donde dibuja tres vectores "no estándar" y después regresa a un modo de vector normal.



**Clave 00A: Arco Octante.**

La clave 00A (o 10), usa los dos siguientes números para definir un arco. Se llama arco octante ya que se expande en uno o más octantes de 45 grados, comenzando y terminando en el límite de un octante. Los octantes son numerados en sentido contrario a las manecillas del reloj como se muestra:



La especificación es:

10, radio, (-)OSC

donde el radio puede variar de 1 a 255. El segundo número indica la dirección (positiva si es sentido contrario a las manecillas del reloj o negativo en caso contrario), en donde "S" es donde comienza el arco con un valor de 0 a 7 y "C" es el número de octantes que cubre con un valor también de 0 a 7. El valor de 0 asignado a "C" significa un círculo completo. Pueden ser usados paréntesis para mayor legibilidad. Como ejemplo: 10,(1,-032); significando un arco con radio de una unidad y sentido de las manecillas del reloj a partir del octante #3 y expandiéndose dos octantes (llega al octante #1).

**Clave 00B: Arco Fraccional.**

La clave 00B (11), es usada para dibujar un arco el cual no necesariamente comienza y termina en un límite del octante. Utiliza cinco números para su definición:

11, alejamiento del, alejamiento del, radio, radio, (-)OSC  
arco inicial arco terminal grande pequeño

donde el radio grande valdrá cero a menos que sea mayor a 255 unidades. El radio pequeño y (-)OSC son iguales que en la clave 00A.

Para determinar el alejamiento del arco inicial o final se calcula la diferencia en grados entre el límite del octante inicial o final y el comienzo o final del arco. Se multiplica esta diferencia por 256 y se divide en 45. Si el arco comienza en los límites del octante, su valor es cero.

*Ejemplo del uso de cuerdas y tornillos.*

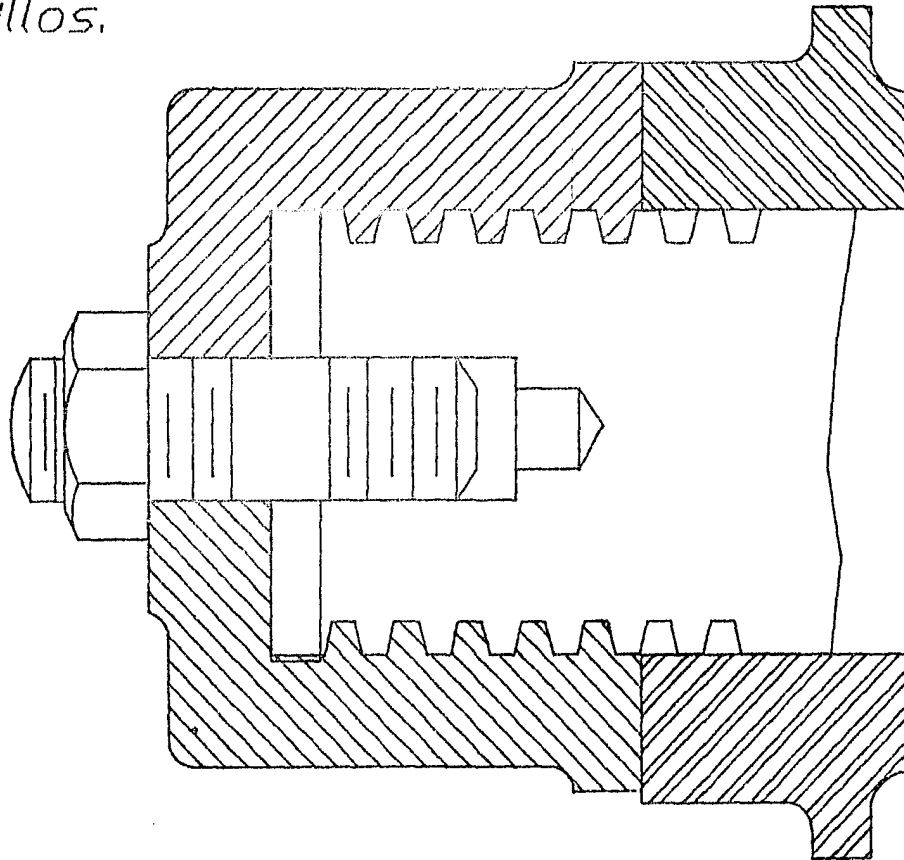


FIGURA 3-10

Por ejemplo, si un arco fraccional parte de 55 grados hasta 95, con un radio de valor de 3 unidades, su codificación sería:  
11,(56,28,0,3,012)

en donde:

+Octante inicial = 1 = 45 grados.  
+Octante final = 2 = 90 grados.  
+Alejamiento del arco inicial = 56 =  $(55-45)*256/45$   
+Alejamiento del arco final = 28 =  $(95-90)*256/45$

### 3.2.2. CREACION DE UN MENU PARA AUTOCAD.

Un menú es simplemente un archivo de texto con la extensión ".MNU" conteniendo comandos de AUTOCAD.

Cada elemento del menú puede consistir en un comando, parámetro o secuencia de comandos y parámetros. Normalmente cada elemento del menú reside en una línea del archivo.

Solamente los primeros ocho caracteres del elemento del menú pueden aparecer en la pantalla. Se puede dar un nombre pequeño (max. 8 caracteres) a un elemento, encerrándolo entre paréntesis cuadrados al comienzo de la línea.

Un archivo de menú puede ser separado lógicamente en siete secciones, identificados por etiquetas. Cada sección pertenece a diferentes equipos en que se puede tener acceso al menú. Las siete secciones son:

\*\*\*SCREEN - Area de menú en pantalla.  
\*\*\*BUTTONS - Menú para equipo apuntador de botón.  
\*\*\*TABLET1 - Area de menú de la primera tableta.  
\*\*\*TABLET2 - Area de menú de la segunda tableta.  
\*\*\*TABLET3 - Area de menú de la tercera tableta.  
\*\*\*TABLET4 - Area de menú de la cuarta tableta.  
\*\*\*AUX1 - Menú de función auxiliar de "caja para botón".

Ya que una sección del menú puede ser muy larga, conteniendo mas elementos que los que puedan seleccionarse, se divide en submenús. Los submenús son grupos mas pequeños de elementos del menú contenidos en una sección del menú, los cuales pueden ser activados y hacer disponible la selección para el usuario. Los submenús temporalmente reemplazan total o parcialmente al menú actual.

El formato para los submenús es:

\*\*nombre

donde "nombre" es de una longitud hasta de 31 caracteres conteniendo letras, dígitos y caracteres especiales "\$", "-", "\_". Todos los nombres de submenú deben ser únicos.

Para activar o desactivar un submenú se utiliza la siguiente sintaxis:

\$sección = submenú

donde la sección especifica cual de las siete secciones del menú y los nombres válidos son:

S --- Para el menú de pantalla.  
B --- Para el menú de botón.  
T1-T4 --- Para menús de tabletas de la 1 a la 4.  
A1 --- Para el menú AUX1.

# EJ: ESTRIBO

1) SE MANEJA  
COMO UNIDAD



2) PUEDE HACERSE  
GRANDE O PEQUEÑO.



$0.5 = 1/2 P$



$2 = 2 P$

3) PUEDE COLOCARSE Y GIRARSE COMO  
SE DESEE.



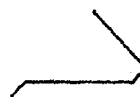
$180^\circ$



$90^\circ$



$360^\circ$



$45^\circ$

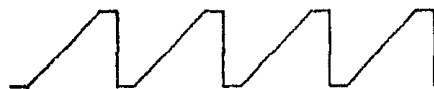
FIGURA 3-11

CONT...  
EN ARREGLOS

Y SI USAMOS EL ESPEJO:



(Col 1, Reng 4)



RAYADO (USADO  
NORMAL)

RAYADO USANDO COMO  
GUIA UN LAYER DIF.

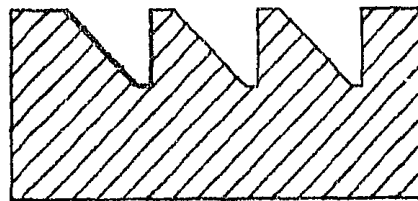
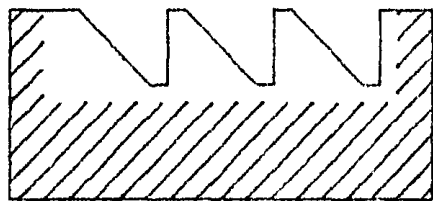


FIGURA 3-12

CONT...

HILOS; IGUALMENTE, USANDO UN LAYER COMO  
GUIA (ROJA) SE FORMAN LOS DIENTES; CON  
IMAGINACION SE PUEDEN FORMAR ROSCAS IZQ.,  
DER., VARIOS HILOS, ETC.

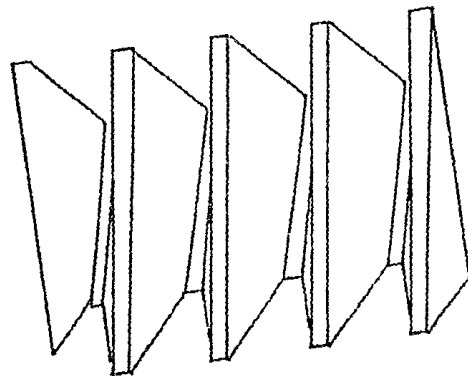


FIGURA 3-13

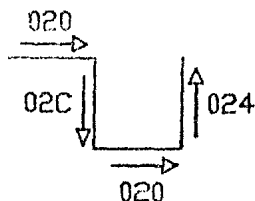
con roldana, pasadores o ranuras especiales, lo que se puede hacer es dibujar estas características en la figura; si fueran a ser utilizadas con frecuencia en el dibujo pueden ser guardadas como bloques. Con imaginación se puede llegar a formar gran variedad de figuras y darle un buen número de aplicaciones.

### 3.3.2.- MANERA DE CREAR FORMAS Y SIMBOLOS DE USO MECANICO.

Lo primero fue considerar la proporción de las figuras en base a que quedasen "encasilladas" dentro del tamaño de un vector con valor de una unidad. Esto facilitaba su utilización ya que el tamaño de paso era de 1, o bien, en sujetadores que el diámetro del cuerpo fuese de 1. Para dibujar un tornillo plano de 1/2 pulgada, simplemente al proporcionar la altura se le introduce el número 0.5 o 1/2 pulgada, dependiendo del tipo de unidades manejadas en AUTOCAD.

Todas las figuras definidas se encuentran en el APENDICE y solo a manera de ejemplo se reproducirá aquí una de las formas más sencillas, la cuerda CUADRADA:

\*150,7, CUADRADA  
3,4,020,02C,020,024,0



basándonos en las proporciones dadas en el punto 3.1, se dividió el vector en cuatro partes ya que cada unidad equivaldría a 1/4 de Paso. Como se puede apreciar en la figura anexa, se comenzó en la parte superior de la rosca, dirigiéndola a la dirección horizontal 1/2 P, luego bajar verticalmente 1/2 P, dirigirse horizontalmente 1/2 P y finalmente subiendo verticalmente 1/2 P.

Este ejemplo fue muy simple, pero con la información proporcionada en el punto 3.2.1 y consultando el APENDICE, se logrará una mejor comprensión del trabajo realizado. Sería muy largo y tedioso el explicar figura por figura y sus relaciones geométricas, llegando inclusive a complicar su entendimiento.

Unicamente queda aclarar los nombres utilizados para las figuras ya que no convenia asignar nombres demasiado largos:

|            |                                |                    |   |         |
|------------|--------------------------------|--------------------|---|---------|
| CUADRADA   | CUERDA CUADRADA                |                    |   |         |
| ACME       | "                              | ACME               |   |         |
| SINFIN     | "                              | SINFIN             |   |         |
| PUNTIAGUDA | "                              | PUNTIAGUDA         |   |         |
| AMERICANA  | "                              | AMERICANA NACIONAL |   |         |
| TRINQUETE  | "                              | ESTRIBO            |   |         |
| KNUCKLE    | "                              | REDONDA            |   |         |
| HEXAGONO   | VISTA LAT. DE TUERCA           | HEXAGONAL          |   |         |
| HEXSUP     | " SUP. DE "                    | "                  | " | NORMAL  |
| HEXSUPH    | " SUP. DE "                    | "                  | " | "HEAVY" |
| CUADRADO   | " LAT. DE "                    | CUADRADA           |   |         |
| CUADSUP    | " SUP. DE "                    | "                  | " | NORMAL  |
| CUADSUPH   | " SUP. DE "                    | "                  | " | "HEAVY" |
| REDONDA    | " LAT. DE TORNILLO             | REDONDO            |   |         |
| REDONDSUP  | " SUP. DE "                    | "                  |   |         |
| PLANA      | " LAT. DE "                    | PLANO              |   |         |
| PLANASUP   | " SUP. DE "                    | "                  |   |         |
| FILLISTER  | " LAT. DE "                    | GOTA               |   |         |
| FILLSUP    | " SUP. DE "                    | "                  |   |         |
| SOCKET     | " LAT. DE "                    | ALLEN              |   |         |
| SOCKSUP    | " SUP. DE "                    | "                  |   |         |
| PLANEIDAD  | SIMBOLO DE PLANEIDAD           |                    |   |         |
| DERECHO    | " DE RECTO                     |                    |   |         |
| REDONDEZ   | " DE REDONDEZ                  |                    |   |         |
| CILIND     | " DE CILINDRICIDAD             |                    |   |         |
| PERFLIN    | " DE PERFIL DE CUALQUIER LINEA |                    |   |         |
| PERFSUP    | " DE " " " "                   |                    |   | SUP.    |
| PARALEL    | " DE PARALELISMO               |                    |   |         |
| PERPEND    | " DE PERPENDICULARIDAD         |                    |   |         |
| ANGUL      | " DE ANGULARIDAD               |                    |   |         |
| RINDOUT    | " DE FUERA DE POSICION         |                    |   |         |
| TPOS       | " DE VERDADERA POSICION        |                    |   |         |
| CONCEN     | " DE CONCENTRICIDAD            |                    |   |         |
| SIMETR     | " SIMETRIA                     |                    |   |         |

### 3.3.3.- DESARROLLO DEL MENU PARA EL USO DE FIGURAS Y SIMBOLOS MECANICOS.

Se dividió en cinco partes básicas:

- Carga de las figuras y simbolos.
- Roscas.
- Sujetadores.
- Simbolos Geométricos.
- Demostraciones.

en donde la sección de demostraciones constan de varios dibujos explicativos del uso de las figuras, algunas de las cuales fueron reproducidas en este capítulo.

Posee también opciones para regresar a un menú previo e incluso regresar al menú estándar de AUTOCAD.



La manera de poder tener acceso a este menú y por lo tanto al manejo de las figuras, es "cargándolo" dentro del dibujo por medio del comando:

Comando: MENU File Name: MEC

En caso de hacer referencia al archivo de texto utilizado para el menú, se puede consultar el APENDICE.

#### 4.- PROGRAMA PARA OBTENER EL CENTROIDE A PARTIR DE LOS DIBUJOS GENERADOS CON AUTOCAD.

##### 4.1.- NOMENCLATURA.

A = AREA DE LA SECCION  
A<sub>i</sub> = " BAJO LA LINEA RECTA Y EL EJE-X  
A<sub>1</sub> = " TRIANGULAR  
A<sub>2</sub> = " RECTANGULAR  
d<sub>x</sub>,d<sub>y</sub> = DIST. DEL CENTROIDE TOTAL AL MOM. DE INERCIA DE COORD. CENTROIDALES  
I<sub>x</sub><sub>i</sub>,Y<sub>y</sub><sub>i</sub> = MOM. DE INERCIA PASANDO POR COORD. CENTROIDALES  
I<sub>x</sub> = " " " TOTAL PARALELO AL EJE-X  
I<sub>y</sub> = " " " " " AL EJE-Y  
P<sub>i</sub>,P<sub>i+1</sub> = LINEA RECTA TIPICA  
X<sub>i</sub>,Y<sub>i</sub> = COORDENADAS DEL VERTICE ACTUAL  
X<sub>i+1</sub>,Y<sub>i+1</sub> = " " " SIGUIENTE  
X<sub>c</sub>,Y<sub>c</sub> = " " DEL CENTROIDE DE UNA DET. SECCION  
- -  
X<sub>i</sub>,Y<sub>i</sub> = " " CENTROIDALES DE AREAS COM. A<sub>1</sub> Y A<sub>2</sub>  
- -  
X<sub>1</sub>,Y<sub>1</sub> = " " DEL AREA A<sub>1</sub>  
- -  
X<sub>2</sub>,Y<sub>2</sub> = " " " " A<sub>2</sub>

##### 4.2.- MATERIAL UTILIZADO

##### 4.2.1.- FORMULAS

Si se determina una forma con coordenadas (X<sub>i</sub>,Y<sub>i</sub>) de un número de vertices i=1..n, suponiendo las fronteras en una serie de líneas rectas conectadas por vertices.

Las áreas de la sección transversal se calculan al sumar las áreas bajo cada línea recta, o sea, calcular el area entre la línea recta y el eje X.

Considerando una línea recta típica P<sub>i</sub>,P<sub>i+1</sub>, quedaria como vemos en la Figura 4-1

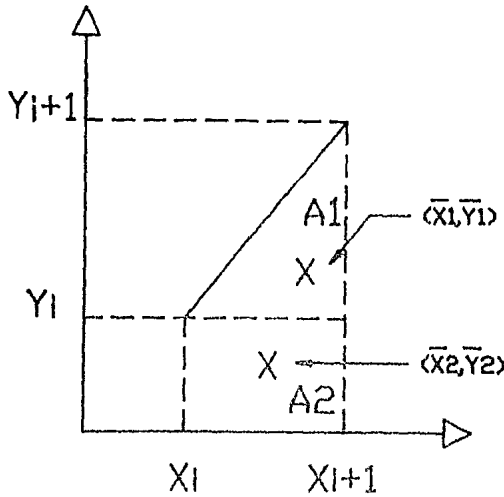


FIGURA 4-1

Puede observarse que el área bajo la línea es una combinación de las áreas A1 (triangular) y A2 (rectangular) donde:

$$A1 = (Xi+1 - Xi) * (Yi+1 - Yi) / 2$$

$$A2 = (Xi+1 - Xi) * Yi$$

de aquí puede observarse que el signo  $(Xi+1 - Xi)$  automáticamente decide si es un área positiva o negativa y en consecuencia para figuras de áreas positivas en sentido de las manecillas del reloj y para las negativas en sentido contrario. Por ejemplo, en la Figura 4-2, de los puntos 1 a 4 es un área positiva y si deseamos un "agujero rectangular" (área negativa) dentro de la figura, se trazaría de los puntos 5 a 8.

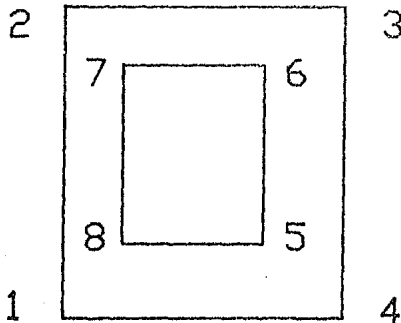


FIGURA 4-2

Para obtener el centroide de las áreas combinadas  $A_1$  y  $A_2$  sería:

$$\bar{X}_i = (A_1 X_1 + A_2 X_2) / (A_1 + A_2)$$

$$\bar{Y}_i = (A_1 Y_1 + A_2 Y_2) / (A_1 + A_2)$$

donde  $(X_1, Y_1)$  y  $(X_2, Y_2)$  son las coordenadas centroidales de las áreas  $A_1$  y  $A_2$  respectivamente. Basándonos en las figuras típicas de triángulo y rectángulo, estos términos pueden obtenerse:

$$X_1 = X_i + 2*(X_{i+1} - X_i) / 3$$

$$Y_1 = Y_i + (Y_{i+1} - Y_i) / 3$$

$$X_2 = X_i + (X_{i+1} - X_i) / 2$$

$$Y_2 = Y_i / 2$$

Existen casos especiales donde  $P_i, P_{i+1}$  es horizontal o vertical, lo que causa  $A_1$  o  $A_2$  iguales a cero, modificándose las ecuaciones:

$$X_1 = X_i$$

$$Y_1 = (Y_i + Y_{i+1}) / 2$$

Designando  $A_i = A_1 + A_2$  para cada línea recta  $P_i, P_{i+1}$ , las fórmulas para encontrar las coordenadas centroidales de áreas compuestas a extenderse son:

$$X_c = \left( \sum_{i=1}^n X_i * A_i \right) / A$$

$$Y_c = \left( \sum_{i=1}^n Y_i * A_i \right) / A$$

$$\text{donde } A = \sum_{i=1}^n A_i, \quad X_{n+1} = X_1, \quad Y_{n+1} = Y_1$$

El momento de inercia de un área seccional  $A$  está definido como

$$I_x = \int_A Y^2 dA$$

$$I_y = \int_A X^2 dA$$

Cuando los ejes pasan por el centroide de la sección, los momentos de inercia convencionalmente se denotan  $I_x, I_y$ , si los ejes se encuentran a una distancia  $dx, dy$  del centroide, se puede aplicar el teorema de los ejes paralelos:

$$I_x = I_x + dx^2 A$$

$$I_y = I_y + dy^2 A$$

DIAGRAMA DE FLUJO PRINCIPAL

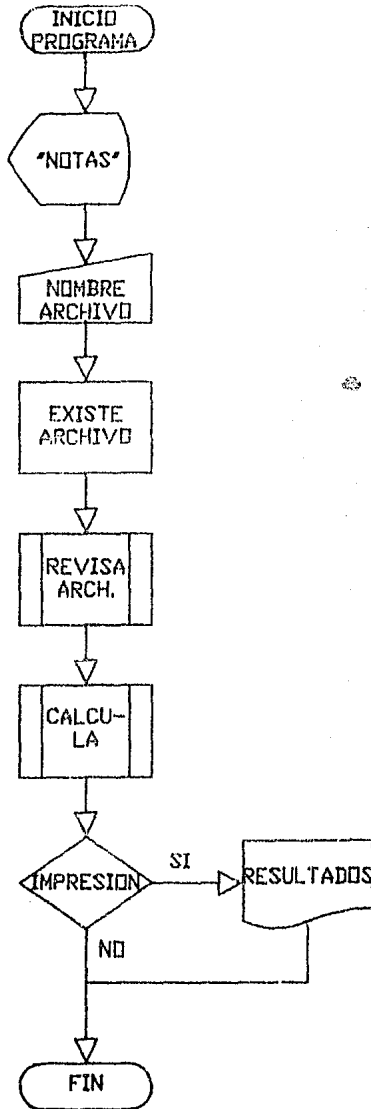


FIGURA 4-3

Para formas sencillas se determinan los Momentos de Inercia. Para un área triangular de base "b" y altura "h" serían:

$$I_x = \frac{bh^3}{36} \quad I_y = \frac{b^3h}{36}$$

y para un área rectangular de "b" por "h":

$$I_x = \frac{bh^3}{12} \quad I_y = \frac{b^3h}{12}$$

Basándose en estos datos, las áreas A1 y A2 para una típica línea recta Pi, Pi+1 contribuirán al Momento Total de Inercia:

$$I_{xi} = (I_{xi})_{A1} + (I_{xi})_{A2}$$

$$= \left[ \frac{(X_{i+1}-X_i)^3 (Y_{i+1}-Y_i)}{36} + A1 \frac{(Y_{i+1}-Y_i)^2}{2} \right] + \left[ \frac{(X_{i+1}-X_i)^3 (Y_i)}{12} + A2 \frac{(Y_{i+1}-Y_i)^2}{2} \right]$$

$$I_{yi} = (I_{yi})_{A1} + (I_{yi})_{A2}$$

$$= \left[ \frac{(X_{i+1}-X_i)^2 (Y_{i+1}-Y_i)^3}{36} + A1 \frac{(X_{i+1}-X_i)^2}{2} \right] + \left[ \frac{(X_{i+1}-X_i)^2 (Y_i)^3}{12} + A2 \frac{(X_{i+1}-X_i)^2}{2} \right]$$

donde el Momento Total de Inercia es:

$$I_x = \sum_{i=1}^n I_{xi} \quad I_y = \sum_{i=1}^n I_{yi}$$

#### 4.2.2.- LIMITES

La figura debe ser construida a base de líneas rectas, por ende, si existen líneas curvas se aproximan con líneas rectas.

Por la naturaleza del algoritmo, se recomienda referir las coordenadas (Xi, Yi) a un sistema coordenado de tal manera que la sección quede determinada en el primer cuadrante.

#### 4.3.- DESCRIPCION DEL PROCESO

##### 4.3.1.- EXPLICACION DEL DIAGRAMA DE FLUJO PRINCIPAL

Según el Diagrama de Flujo de la Figura 4-3, se despliegan primero todas las condiciones necesarias para poder utilizar el programa correctamente y luego se pregunta por el nombre del archivo dibujado en AUTOCAD, el cual se revisa si existe o no.

En caso afirmativo, el programa revisa el dibujo para que todas las líneas sean rectas, las coordenadas de los puntos positivas y los límites del dibujo para reproducirlo en la

DIAGRAMA DE FLUJO SECUNDARIO # 1

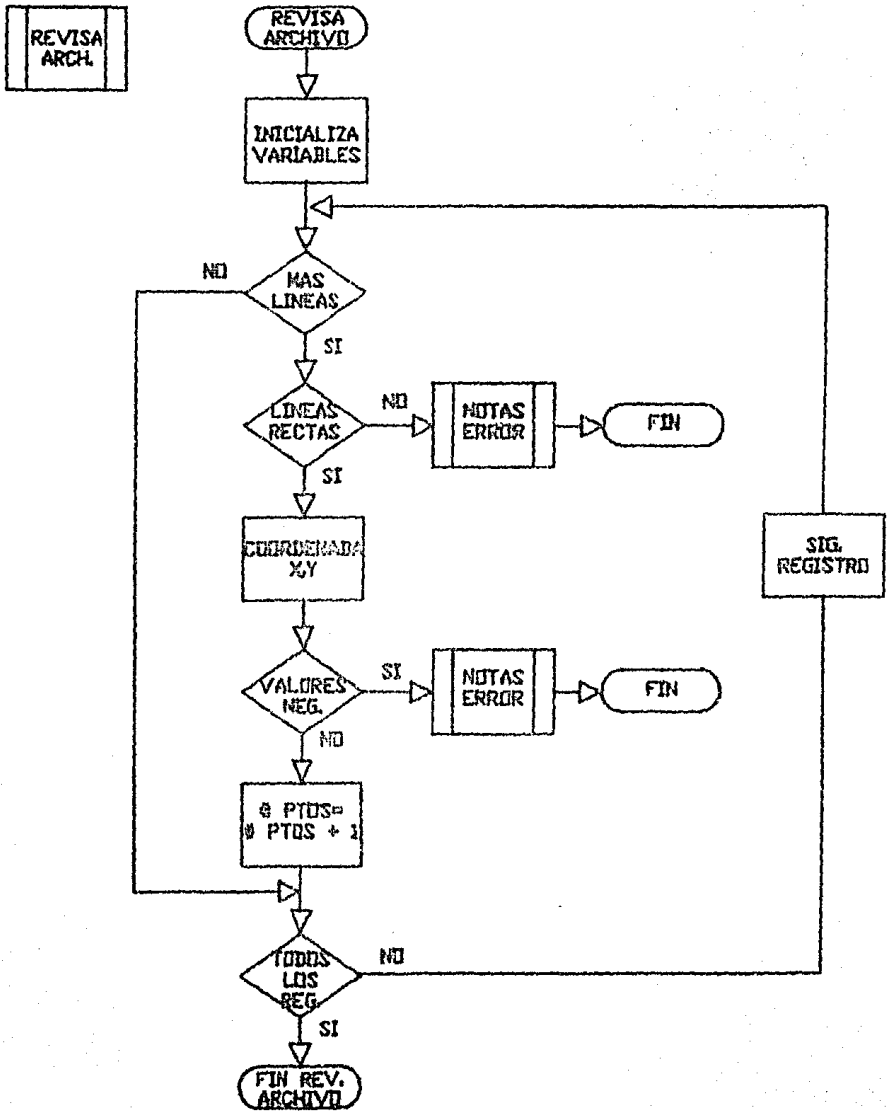


FIGURA 4-4

pantalla.

Al estar el dibujo correcto, comprueba que las figuras están cerradas, obtiene los puntos necesarios para el dibujo y con estos datos calcula el área del centroide y momentos de inercia.

Finalmente, se da la opción de obtener los datos y resultados en papel.

#### 4.3.2.- EXPLICACION DE LOS DIAGRAMAS DE FLUJO SECUNDARIOS

La figura 4-4 corresponde a la revisión del dibujo en que se inicializan las variables y recorre todo el archivo del dibujo hasta encontrar una línea, debiendo ser línea recta, en la cual lee las coordenadas del punto. Se comprueban si son coordenadas negativas, de ser así, se manda un mensaje de error y termina el programa. También se obtiene el número de puntos de la figura.

El diagrama de la figura 4-5 se refiere a los cálculos necesarios una vez ya revisado el dibujo. Primero determina el orden en que se guardarán los puntos del dibujo en el arreglo  $X[I], Y[I]$ , mismos que se usarán para determinar el centroide, área y momento de inercia, al mismo tiempo que se dibujan las líneas en la pantalla. Para esto, primero se determina el primer punto del dibujo, los puntos iniciales y finales de cada figura. Al ser los puntos iniciales y finales iguales, quiere decir que la figura se cerró, siendo así que se incrementa el número de figuras cerradas y se asignan valores de puntos iniciales y del primer punto en el arreglo  $X[I], Y[I]$  correspondiente. En caso de nunca cerrarse la figura, se considera como un error, desplegándose un mensaje y terminando el programa.

Ya terminada la secuencia correcta de los puntos de la figura, se calcula el centroide, el área y momentos de inercia con las fórmulas ya señaladas anteriormente.



DIAGRAMA DE FLUJO SECUNDARIO # 2

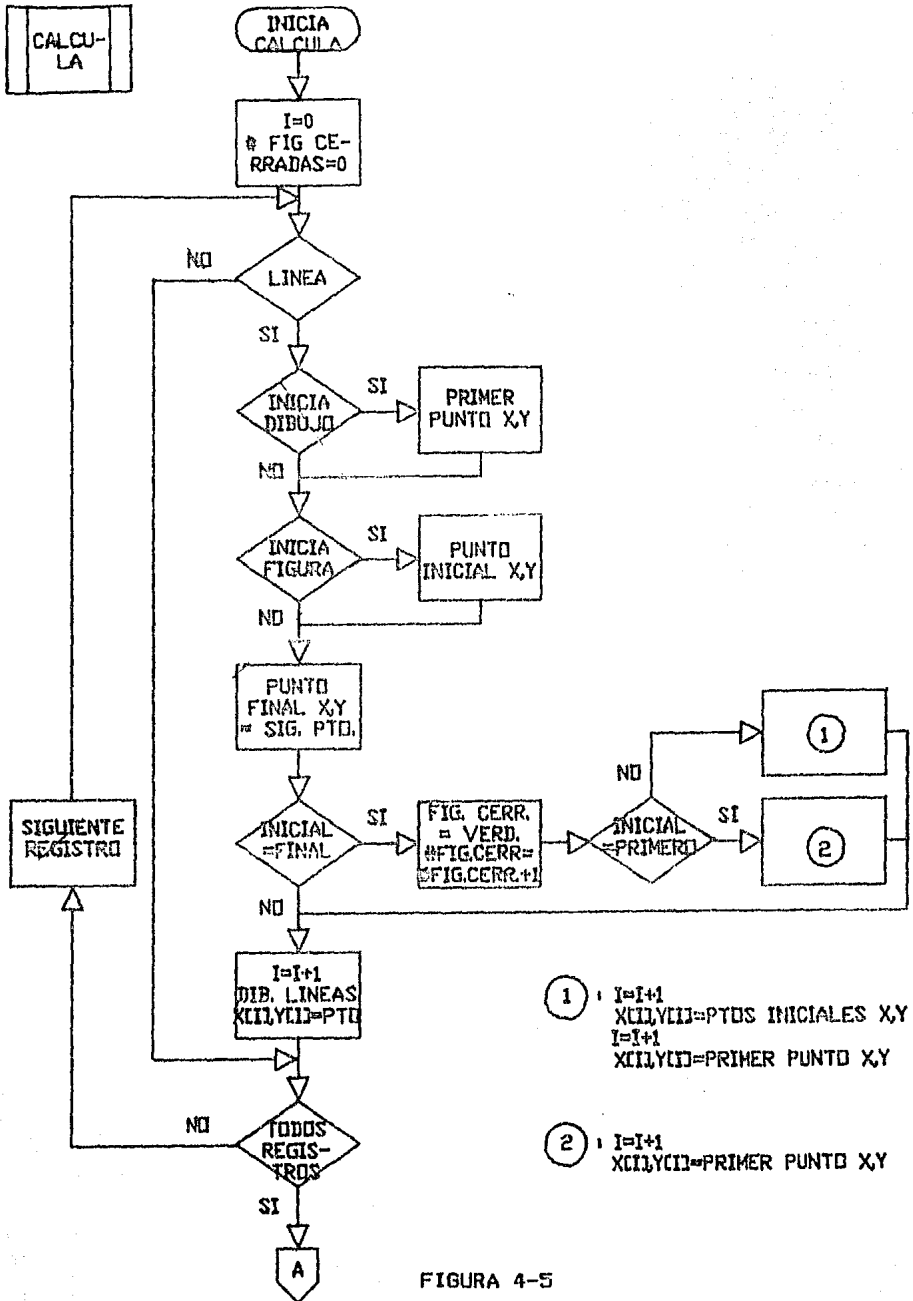
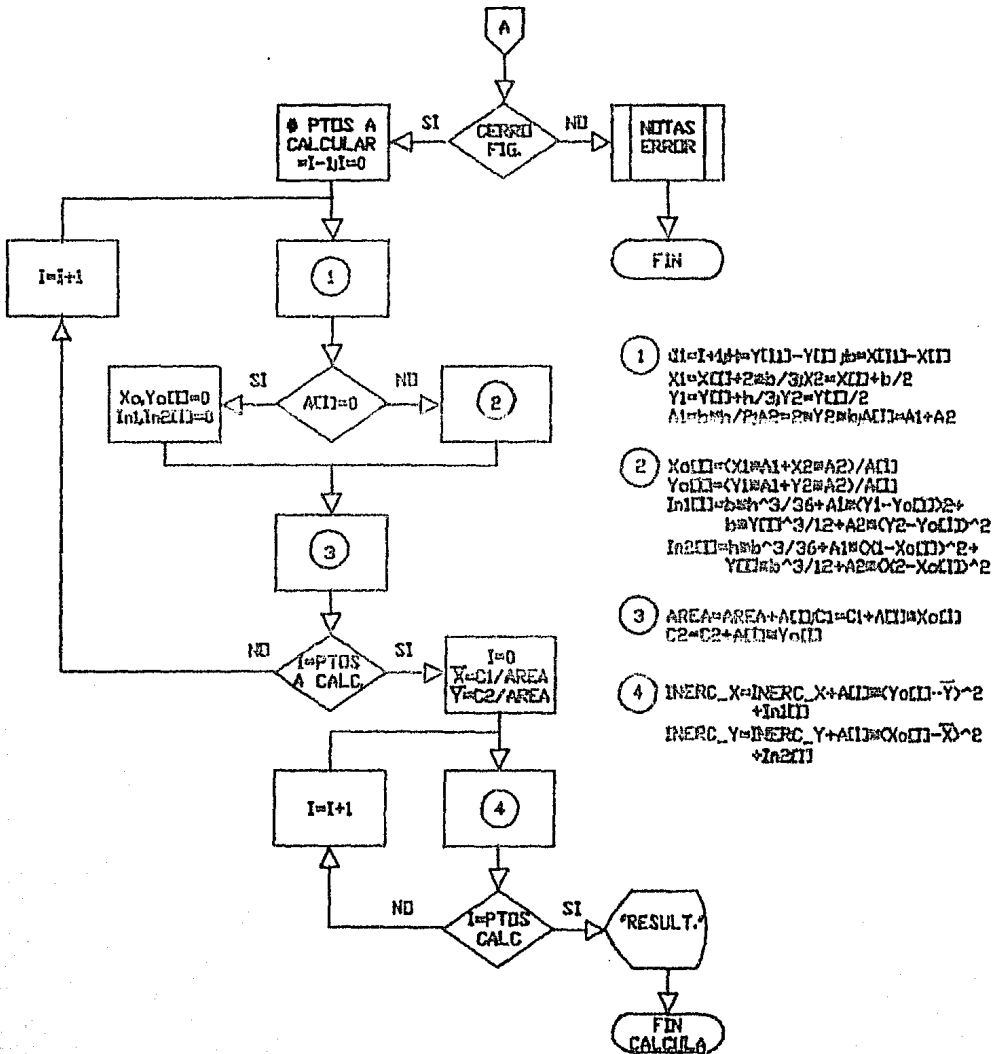


FIGURA 4-5

DIAGRAMA DE FLUJO SECUNDARIO # 2 ( CONINUACION )



- 1  $S1=I+1; h=Y(II)-Y(I); b=X(II)-X(I)$   
 $X1=X(II)+2*b/3; X2=X(I)+b/2$   
 $Y1=Y(I)+h/3; Y2=Y(I)+h/2$   
 $A1=b*h/3; A2=b*Y2; ACI=A1+A2$
- 2  $Xo(II)=(X1*A1+X2*A2)/ACI$   
 $Yo(II)=(Y1*A1+Y2*A2)/ACI$   
 $In1(II)=b*h^3/36+A1*(Y1-Yo(II))^2$   
 $h=Y(II)-Yo(II)$   
 $In2(II)=h*b^3/36+A1*(Y2-Yo(II))^2$   
 $Y(II)=h^3/12+A2*(Y2-Yo(II))^2$
- 3  $AREA=AREA+ACI; C1=C1+ACI*Xo(II)$   
 $C2=C2+ACI*Yo(II)$
- 4  $INERC_X=INERC_X+ACI*(Yo(II)-\bar{Y})^2$   
 $+In1(II)$   
 $INERC_Y=INERC_Y+ACI*(Xo(II)-\bar{X})^2$   
 $+In2(II)$

FIGURA 4-6

## **5.- RESULTADOS**

### **5.1.- FORMAS Y SIMBOLOS PARA EL DISEÑO MECANICO**

#### **5.1.1.- CREACION DE FIGURAS**

Se presentaron problemas con ciertas figuras debido a sus proporciones y geometría, por ejemplo, el caso de tuercas hexagonales o tornillos Allen. Se trabajó mucho para realizarlos, debido básicamente al uso de porciones de arcos, por lo cual al ser la figura complicada, se dificultaba al cerrarse perfectamente.

La utilización de "shapes" una vez creados es muy eficiente en cuanto al ahorro de memoria, su dibujo y manejo son mas rápido que con el uso de bloques. El problema proviene de las correcciones que se tengan que hacer a las figuras antes que esten listas definitivamente; es un proceso tedioso y lento ya que para el manejo del archivo de datos hay que salirse de AUTOCAD y después regresar a él para la comprobación de resultados. Además, cada cambio del archivo de las figuras tiene que ser "transformado" por AUTOCAD para verificación de errores y para poder ser utilizado por él. Por todos estos procedimientos a realizar y mas aún, si son muchas figuras, el tiempo requerido se incrementa.

Al final, las figuras quedaron perfectamente proporcionadas, de acuerdo a lo indicado por el capítulo 3.

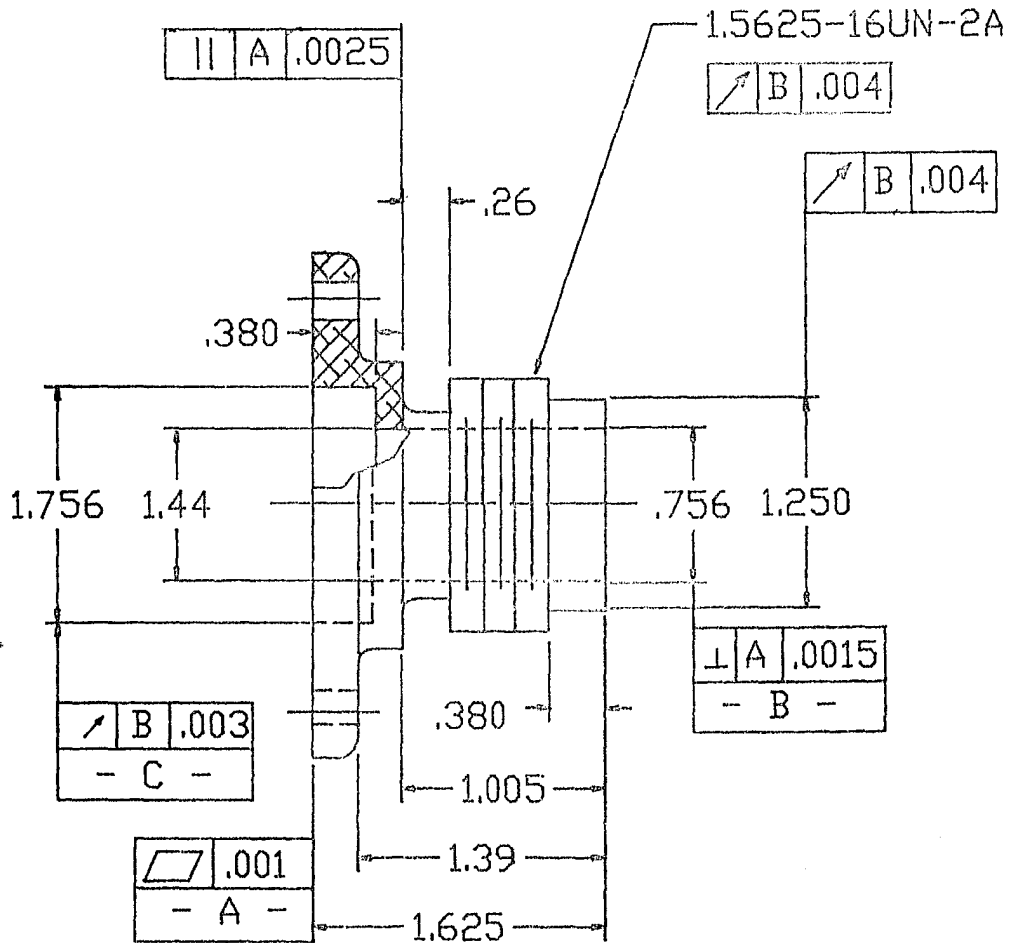
#### **5.1.2.- FACILIDAD DE TRABAJO**

##### **5.1.2.1.- UTILIZACION DEL MENU**

La utilización del menú para dibujar es bastante útil ya que se evita memorizar nombres y se tecléa menos, siendo así mas rápido y eficiente el uso de las figuras.

Como se utilizó la versión ADE-2 en la creación de figuras, está limitado su uso en cuerdas para la formación de hilos. Existe en el menú la parte de formación de hilos horizontales o verticales, pero el usuario tiene que realizar el espaciado del hilo manualmente. Si se hubiese usado la versión ADE-3, posee opciones en que se podría realizar automáticamente. El haber realizado el trabajo en la versión ADE-2 provee mayor versatilidad para que los usuarios con versiones ADE-2 y ADE-3 puedan utilizarlo.

# EJEMPLO EN EL USO DE TOLERANCIAS:



### 5.1.2.2.- UTILIZACION DE FORMAS Y SIMBOLOS

Entre mas necesario sea la utilización de las figuras en casos repetitivos, mas se aprecian sus beneficios. También el utilizar los mismos elementos (tales como tornillos) en diferentes proporciones es muy usual.

La filosofía de manejarlo todo como unidad y junto con imaginación, da lugar a una amplia gama de aplicaciones. Sabiendo aprovechar algunos recursos como el de copiar elementos como "espejos" y poder mover todo el conjunto el equivalente a  $1/2 P$  (como generalmente se dibuja) se ahorra trabajo. La creación de roscas dobles, triples, izquierdas, derechas, etc. puede lograrse. Para la creación de tornillos, sólo se utilizan las cabezas y el cuerpo es realizado manualmente.

Las figuras quedan perfectamente proporcionadas en base a la altura que se requiera. La utilización del "dragging" dinámico tanto para proporcionar, aumentar o girar, es muy útil.

### 5.2.- PROGRAMA DEL CENTROIDE

#### 5.2.1.- CORRECCIONES A LA LOGICA DEL PROGRAMA

Se detectó un error en el algoritmo original para la realización del programa. Al obtener figuras con áreas positivas no existía ningún problema, pero al realizar la combinación de áreas positivas y negativas se obtenían resultados incorrectos.

Para comprender el error se tomará algún ejemplo sencillo como el de la Figura 5-1.

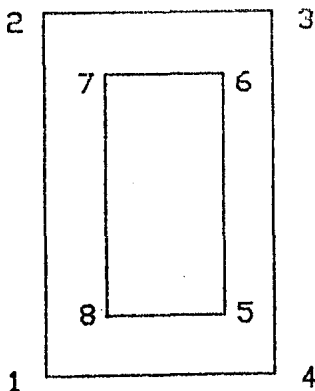


FIGURA 5-1

Refiriéndose al capítulo 4, la secuencia de puntos es importante para considerar correctamente áreas positivas y negativas, por lo tanto la numeración del 1 a 4 se usará para el área positiva y del 5 al 8 para la negativa. El problema está en los puntos que delimitan las áreas positivas y negativas, en este caso los puntos 4 al 5, si se realizara el algoritmo tal como está planteado en el punto 4.2 del capítulo 4 quedaría una forma así:

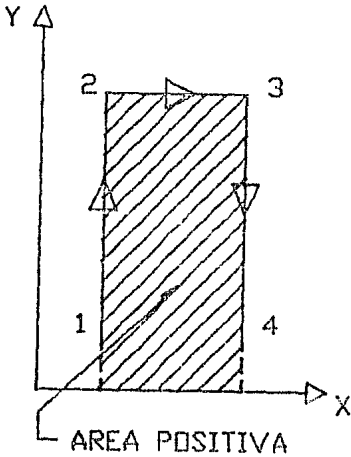


FIGURA 5-2

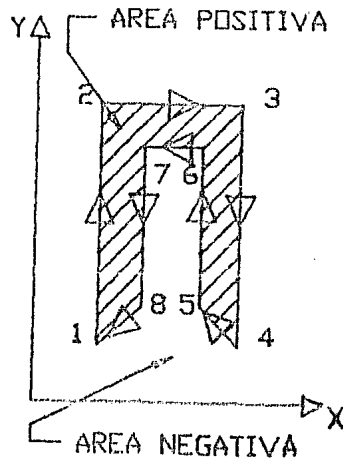


FIGURA 5-3

Nota: Areas positivas, dirección positiva y Areas negativas dirección negativa.

Puede apreciarse en la Figura 5-2 como quedaría el área positiva y que al unir el punto 4 con el 1, al ser sentido negativo, quedaría la primer área negativa, el punto 4 se continúa al 5 quedando una figura totalmente diferente a la propuesta originalmente, lo cual se puede apreciar en la Figura 5-3.

Se modificó el algoritmo al cerrar las figuras y regresar al primer punto de toda la figura, esto con la finalidad de no aumentar o restar áreas que son ficticias. Con la siguiente lógica quedaría como la Figura 5-4.

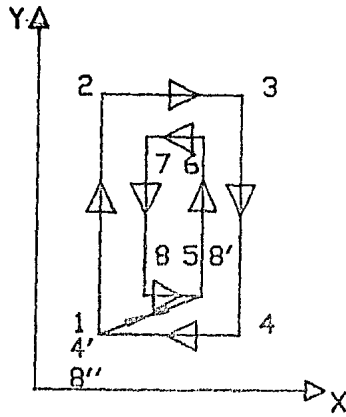


FIGURA 5-4

Este algoritmo modificado se utilizó tanto en los diagramas de flujo del capítulo 4 como en el programa. Es claro que puede expandirse a las figuras que uno desee, por ejemplo, si se tuviera la Figura 5-5, quedaría:

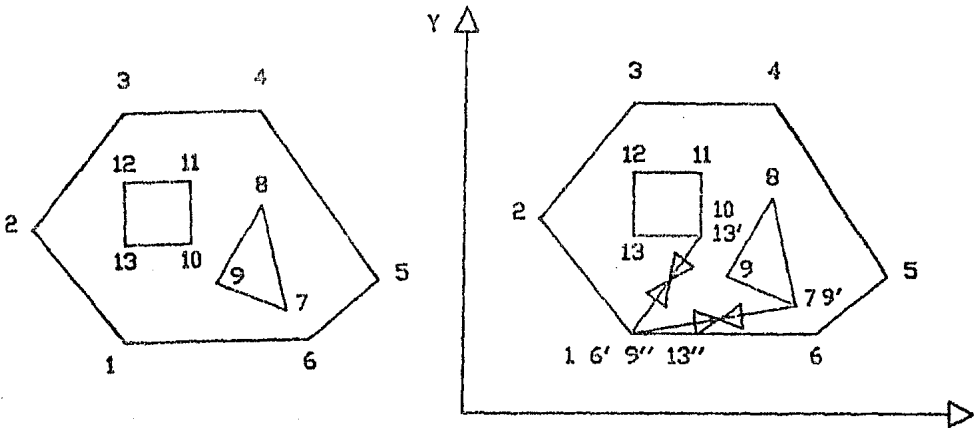


FIGURA 5-5

## 5.2.2.- FORMA DE UTILIZAR EL PROGRAMA

Recordando las limitaciones del programa en el capítulo 4, la figura deseada deberá ser dibujada en AUTOCAD, la cual debe estar constituida de:

- 1) Líneas rectas únicamente.
- 2) Los puntos sean de coordenadas positivas
- 3) Areas positivas en el sentido de las manecillas del reloj y areas negativas al contrario.

Es conveniente que las figuras se cierren con el comando de AUTOCAD..."C", cuando se dibujan las líneas rectas y ya estando terminada con el comando DXFOUT... guardar el archivo que mas tarde será utilizado por el programa.

El programa fué realizado en "TURBO PASCAL", un lenguaje de programación especial para Computadoras Personales, el cual es muy versátil y rápido. Para poder utilizarlo teclear simplemente:

CENTROIDE

Al ejecutarse el programa despliega la serie de condiciones anteriormente mencionadas y pregunta como se llama el archivo a procesar.

Una muestra del inicio del programa puede verse en la Figura 5-6:



## CENTROIDE

Consideraciones del dibujo para  
el uso del programa:

- 1) Debe estar creado en AUTOCAD  
con el comando DXFOUT (nom. arch.)
- 2) Estar construido a base de líneas  
RECTAS
- 3) Sus coordenadas POSITIVAS
- 4) Figuras cerradas
- 5) Trazado, si el sentido es:  
HORARIO = AREAS POSITIVAS  
ANTIHORARIO = AREAS NEGATIVAS

F.M.O.  
8/Abr/86

Archivo < SIN EXTENSION >: cent-1

Si desea terminar <ESC>

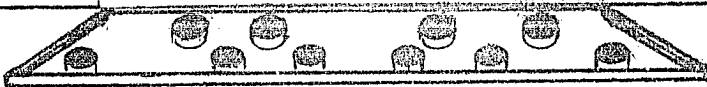


FIGURA 5-6

### 5.2.3.- INFORMACION QUE PROPORCIONA

#### 5.2.3.1.- EN CASO DE ERROR

Al no cumplirse alguna de las condiciones mencionadas, se senala cuál es y termina el programa de ejecutarse, un ejemplo se puede apreciar en la Figura 5-7.

CENTROIDE

Cuidado, su figura es  
incorrecta debido a:

existen coordenadas  
negativas

haga un move a su dibujo

Para terminar presione cualquier tecla



FIGURA 5-7

### 5.2.3.2.- ANALISIS DE LA FIGURA

Al estar todas las condiciones correctas, despliega al nombre del archivo, número de puntos de la figura, el centroide, el momento de inercia además de reproducirse la misma figura realizada en AUTOCAD, pero mas pequeña y señalando gráficamente la localización del centroide, un ejemplo del resultado se da en la Figura 5-8.

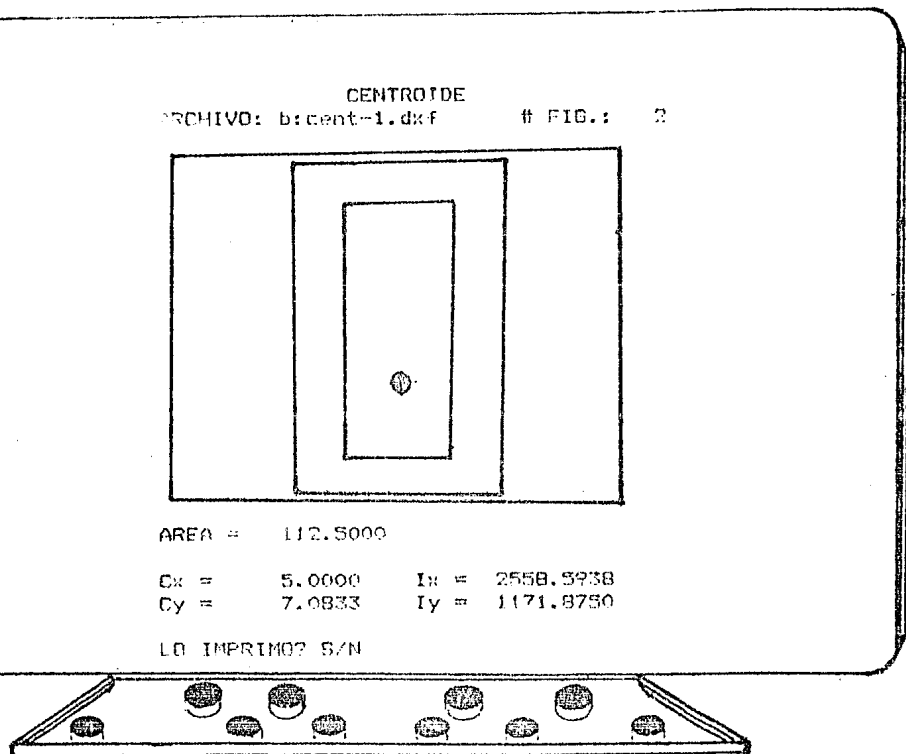


FIGURA 5-8



## **6.- GENERALIDADES**

### **6.1.- OBJETIVOS**

En esta segunda parte se diseñó un proceso lógico con el cual se pudiese llegar a la selección de bandas o cadenas por medio de estándares establecidos.

Se requería que este proceso lógico contemplase todas las diferentes posibilidades para llegar a una selección adecuada, la cual sería transformada a un lenguaje de programación, en este caso TURBO PASCAL y así contar con una aplicación real del procedimiento.

Comprobar la facilidad o dificultad de establecer procesos lógicos en este tipo de situaciones en que están involucradas muchas variables y la aplicación de los mismos.

### **6.2.- PROGRAMACION ESTRUCTURADA**

Es una disciplina que considera el hecho de escribir programas para computadora como un intento serio de aplicar ciertos criterios metodológicos básicos para resolver un problema específico.

Los principios metodológicos básicos son los de subdividir el problema dado en partes asequibles para su análisis y hacer esto de forma tal que se agilice el proceso de entender por completo tanto el problema como su solución.

En programación, estas subdivisiones deseadas son llamadas módulos. Los módulos ayudan a optimizar funcionalmente las acciones dentro de un sistema de programación. Es esta característica lo que da lugar a toda una metodología de programación. Cuando se construyen sistemas completos de programación, recibe el nombre de Diseño Estructurado.

Lo importante de esta técnica es la necesidad de tener un plan de acción global que diga en principio, como va a funcionar el sistema, haciendo caso omiso de detalles y funciones poco importantes.

Para que los módulos puedan tener "convivencia" en un Sistema Estructurado se necesita:

- a) Todos los módulos deberán estar jerarquizados.
- b) Deberán ser pequeños y sencillos.
- c) Deberán a su vez, usar tantos módulos de mas .baja jerarquía como sean necesarios para cumplir el punto b.
- d) Un módulo deberá realizar UNA sola función.
- e) Los módulos de "arriba" tienen derechos sobre los de "abajo":
  - Definen las funciones que dependen de ellos.
  - Les exigen resultados sin preocuparse en detalles ni dificultades para obtenerlos.
  - No son llamados por los de mas bajo nivel.
- f) Los módulos de bajo nivel deberán "esconderle" su funcionamiento y detalles de operación a los de arriba.
- g) El intercambio de información entre módulos es de dos tipos:
  - De arriba hacia abajo (descendente) se pasan órdenes y argumentos.
  - De abajo hacia arriba se regresan resultados.
- h) La interacción entre módulos debe ser clara y explícita.
- i) Todos los módulos deberán tener una sola entrada y salida.
- j) Deberán ser legibles. Esto es, que no solo su autor sea capaz de entenderlos, sino cualquiera que tenga acceso a ellos y a un conocimiento elemental de programación.

El punto a) se conoce en la literatura como "programación de arriba hacia abajo" (TOP-DOWN) y se refiere a que un programa consta, en general de un módulo principal y varios módulos de mas bajo nivel (gobernados por éste) que se encargan de ejecutar las "órdenes" dadas por él.

Un aspecto muy importante de todo esto, es que el módulo no tiene que estar totalmente terminado para que pueda ser incluido dentro del "plan de acción" de otro que esté por encima en la jerarquía. Dicho de otra manera, los módulos pueden programarse independientemente y mientras no están terminados, se puede hacer alusión a ellos como si fuesen "cajas negras". Otra ventaja es que los módulos pueden probarse independientemente, sin necesidad de tener todo el programa concluido.

Con el advenimiento de sistemas de programación mas complejos y grandes, era necesario trabajar en grupos de manera ordenada y eficiente. Este Sistema Estructurado puede ser utilizado para programar en forma individual o de grupo de trabajo, pudiéndose así realizar sistemas de cómputo complejos trabajándolos en módulos de manera independiente.

### 6.3.- LENGUAJE DE PROGRAMACION TURBO PASCAL

Pascal es un lenguaje de programación de alto nivel de propósitos generales originalmente diseñado por el profesor Niklaus Wirth de la Universidad Técnica de Zurich, Suiza y llamado así en honor a Blas Pascal, el famoso filósofo y matemático francés del siglo XVII.

La definición del profesor Wirth del lenguaje Pascal publicado en 1971, tuvo como fin ayudar a la enseñanza del acercamiento sistemático a la programación de computadoras, especialmente introduciendo programación estructurada. El Pascal ha sido desde entonces usado para programar casi cualquier tarea en casi cualquier computadora y es hoy en día considerado como uno de los mas avanzados lenguajes de alto nivel.

TURBO PASCAL se acerca a la definición del Pascal estándar definido por K. Jensen y N. Wirth en el "Reporte y Manual del usuario de Pascal".

TURBO PASCAL fué seleccionado para programar ya que es un lenguaje de los llamados "estructurados" debido a que su utilización facilita el uso de la programación estructurada. Es además un lenguaje poderoso que puede ser utilizado en una Computadora Personal IBM o compatible y nuestro trabajo quedó confinado a la utilización de este tipo de equipo; lo que fué también una razón poderosa para pensar utilizarlo, es la fácil comprensión de programación y lógica de los sistemas realizados, convirtiéndolo en un poderoso medio de transferencia de conocimientos.

Este lenguaje tiene ventajas sobre los demás "Pascuales" en el mercado para utilizarlo en Computadoras Personales, tales como:

- Gráficas
- Color
- Uso de ventanas
- Sonido
- Gran velocidad de compilación y ejecución. Utilizando un mismo programa para comparación:

|                          | MS PASCAL | TURBO PASCAL |
|--------------------------|-----------|--------------|
| Velocidad de Compilación | 206 seg   | 8 seg        |
| Velocidad de Ejecución   | 20 seg    | 9 seg        |

### 6.4.- ELEMENTOS MECANICOS FLEXIBLES: BANDAS Y CADENAS

Generalmente cuando se necesita una transmisión de potencia a distancias comparativamente grandes, se utilizan los elementos mecánicos flexibles. Estos sustituyen por lo general, a un grupo de engranes, ejes y cojinetes o dispositivos de transmisión similares. Son un elemento importante para reducción de costos ya que simplifica mucho una máquina o instalación mecánica, además son elásticos y generalmente de gran longitud, de modo que tienen una función importante en la absorción de cargas de choques y en

el amortiguamiento de los efectos de fuerzas vibrantes. Proveer cierta flexibilidad en la colocación de elementos impulsores e impulsados de maquinaria.

De los elementos mecánicos flexibles existen dos que ocupan nuestra atención: Bandas y Cadenas.

#### - BANDAS

Son elementos silenciosos que proveen ahorros en costo, peso y espacio pero que presentan deslizamiento (a excepción de las bandas sincronas), produciendo variaciones en la velocidad.

De los diferentes tipos de bandas cabe resaltar las llamadas "V" o clásicas. Son éstas importantes ya que a pesar de tener 50 años de antigüedad, continúan siendo el "caballo de trabajo" básico en la industria. Además se encuentran disponibles virtualmente con cualquier distribuidor y adaptable prácticamente a cualquier transmisión. Es seguramente, la primera opción a considerar cuando se trata de una transmisión.

El mayor inconveniente de las bandas "V" es su relativo gran peso y requerimientos de espacio. La banda por su construcción, genera grandes fuerzas centrífugas que limitan la velocidad. También el grueso de las mismas limita el radio de curvatura haciendo necesario el uso de poleas más grandes. En la práctica estos inconvenientes se presentan muy ocasionalmente.

#### - CADENAS

Estas están adaptadas para distancias entre centros largas o cortas y pueden transmitir potencia a más de una unidad. A diferencia de las bandas, éstas no presentan variación en la velocidad debido al deslizamiento. El tipo de cadenas más utilizado en la industria es la de rodillos.

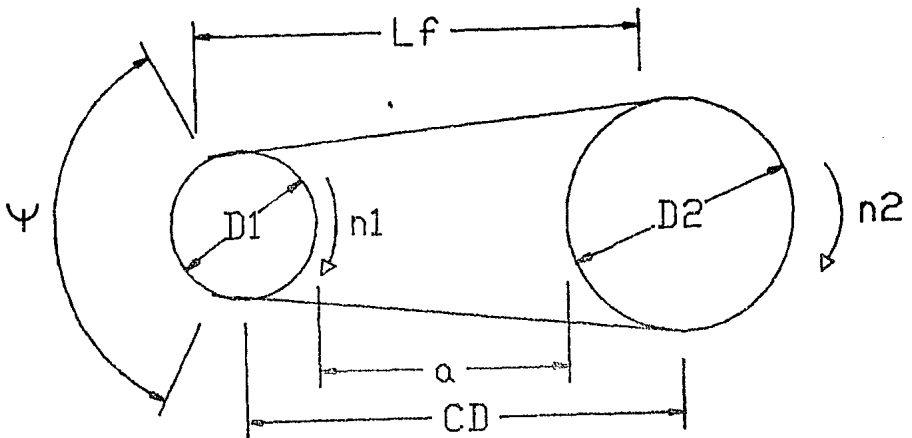
La eficiencia de bandas y cadenas es mayor de lo que se piensa. La eficiencia típica de una banda se encuentra en el rango de 95 a 98% mientras que la eficiencia de transmisiones de cadena de alto rendimiento oscila entre un 97 a 99% y como comparación, la eficiencia de engranes rectos y cónicos, fundidos o maquinados, caen en el rango de 92 a 96% de eficiencia.



## 7.- SELECCION DE BANDAS.

### 7.1.- NOMENCLATURA.

|                 |  |
|-----------------|--|
| A               | = AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (M <sup>2</sup> )             |
| C1,C2,C3,       |  |
| Csr             | = CONSTANTES   |
| CD              | = DISTANCIA ENTRE CENTROS (MM)                                 |
| CD <sub>a</sub> | = DISTANCIA APROXIMADA ENTRE CENTROS (MM)                      |
| D               | = DIAMETRO DE PASO, D1 o D2                                    |
| D1,D2           | = DIAMETRO DE PASO (MM)  |
| f               | = FRECUENCIA NATURAL DEL "CHICOTE" (Hz)                        |
| F               | = FUERZA MAXIMA O TOTAL DE LA CORREA                           |
| FC              | = FACTOR DE CONVERSION DE LIBRAS A KG (0.454)                  |
| Fc1             | = FACTOR DE CORRECCION DE LONGITUD DE BANDA                    |
| Fsv             | = FACTOR DE CORRECCION DE SUMA VECTORIAL                       |
| FS              | = FACTOR DE SERVICIO   |
| G               | = FACTOR DE CORRECCION DEL ARCO                                |
| H               | = FACTOR DE DISTANCIA ENTRE CENTROS                            |
| HP              | = POTENCIA (HP)  |
| La              | = LONGITUD APROXIMADA DE LA BANDA (MM)                         |
| Ls              | = " ESTANDAR " " " (MM)  |
| Lf              | = " LIBRE ENTRE LAS POLEAS (MM)                                |
| n               | = VELOCIDAD ANGULAR DE LAS POLEAS, n1 o n2                     |
| n1,n2           | = VELOCIDAD ANGULAR DE LAS POLEAS (RPM)                        |
| N               | = # DE MAXIMOS DE FUERZA PARA FALLA, N1 o N2                   |
| N'              | = # DE " " " " " " AMBAS POLEAS                                |
| N1,N2           | = # DE " " " " " " DE C/POLEA                                  |
| P               | = CARGA RESULTANTE DE LA POLEA (KG)                            |
| R1,R2           | = RADIO DE PASO (MM)   |
| T1              | = TENSION EN EL LADO TENSO DE LA BANDA (KG)                    |
| T2              | = " " " " NO TENSO " " " (KG)                                  |
| Tb              | = FUERZA DE FLEXION (KG)                                       |
| Tc              | = TENSION CENTRIFUGA (KG)                                      |
| Ts              | = " ESTATICA (KG)  |
| V               | = VELOCIDAD LINEAR (M/SEG)                                     |
| u               | = PROPAGACION DE LA VELOCIDAD DE ONDA (M/SEG)                  |
| ψ               | = ANGULO DE CONTACTO DE LA POLEA PEQUENA (RAD)                 |
| §               | = DENSIDAD DE LA BANDA (KG SEG <sup>2</sup> / M <sup>4</sup> ) |



## 7.2.- MATERIAL UTILIZADO

### 7.2.1.- FORMULAS

En lo referente a las potencias de las bandas, se requieren las siguientes fórmulas:

$$\text{Hp nominal} \times \text{banda} = D1 * n1 * (C1 * (D1 * n1)^{-0.09} - C2 / D1 - C3 * (D1 * n1)^2) + C4 * n1$$

$$\text{Factor de corrección de Potencia} = G * Fc1$$

$$\text{HP} \times \text{banda} = \text{HP nominal} \times \text{banda} * \text{Factor de corrección de Pot.}$$

$$\text{HP diseño} = \text{HP requerido} * FS$$

$$\# \text{ Bandas} = \text{HP diseño} / \text{HP} \times \text{banda}$$

Ahora bien, es necesario conocer otros parámetros en las bandas como:

$$\text{Relación de velocidades} = n1/n2 = D2/D1 = R2/R1$$

en la cual si se considera una pérdida por deslizamiento y para obtener velocidades muy exactas, hay que multiplicar por 0.995 la relación (0.5% de pérdidas) además de agregar cierta cantidad al diámetro de paso de las poleas. Estas cantidades se encuentran en tablas, mas adelante.

Para obtener la velocidad de la banda:

$$V = (D+n)*0.3048/3.82$$

Suponiendo el caso de no encontrar una distancia fija entre centros, se puede establecer una, aproximadamente a:

$$CDa = D2 \quad \text{o} \quad CDa = (D2+3D1)*0.5$$

eligiendo la que sea mayor de las dos. Acto seguido, la longitud de paso de la banda en forma tentativa sería:

$$La = 1.57*(D2+D1) + CDa*2$$

con lo cual buscamos una longitud estándar de banda y se calcula la distancia real entre centros:

$$CD = (A-H*(D2-D1))*0.5 \quad \text{donde} \quad A = Ls-1.57*(D2+D1)$$

Durante el recorrido de la banda alrededor de las poleas, la fuerza desarrollada en un punto de la correa varía dentro de un margen bastante amplio como puede apreciarse en la figura 7-1:

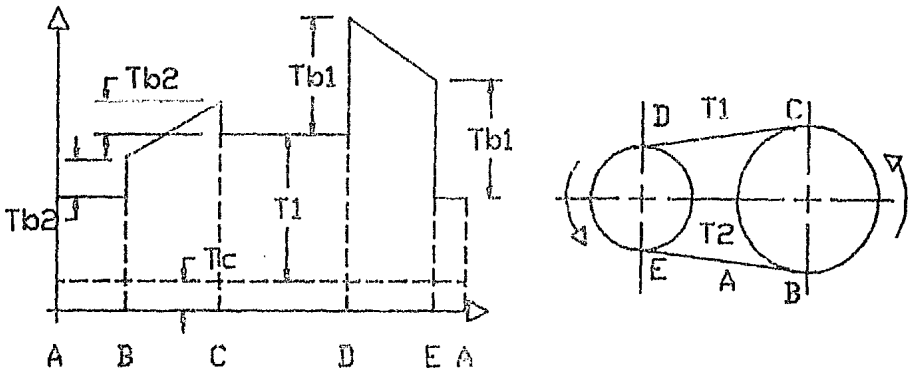


FIGURA 7-1

donde Tc es fuerza centrífuga, las Tb1 y Tb2 son fuerzas centrífugas que se producen por flexión alrededor de las poleas. T1 y T2 son las tensiones en el lado tractor y arrastrado.

En general, la rotura de la banda se produce por fatiga en algún lugar de las fuerzas externas C y D:

$$T1 = 41,250*(HP \text{ diseño}/GV)*FC$$

$$T2 = 33,000*(1.25-G)*(HP \text{ diseño}/GV)*FC$$

$$Tb = Kb*FC/D$$

$$T_c = K_c \cdot V^2 \cdot FC / 100$$

3 2

$$T_s = \frac{(15 \cdot (2.5 - G) \cdot (HP \text{ dise\~{n}o} \cdot 10) + MV) \cdot FC}{G \cdot \# \text{ Bandas} \cdot V \cdot 10}$$

siendo  $F = T_1 + T_b + T_c$  y dependiendo de la cantidad de bandas:

Para 1 Banda:

$$F_{za. \text{ recomendada mas baja}} = (T_s + Y) \cdot FC / 16$$

$$F_{za. \text{ recomendada mas alta}} = (1.5 \cdot T_s + Y) \cdot FC / 16$$

Para 2 o mas bandas:

$$F_{za. \text{ recomendada mas baja}} = (T_s + (L_f / L_s) \cdot Y) \cdot FC / 16$$

$$F_{za. \text{ recomendada mas alta}} = (1.5 \cdot T_s + (L_f / L_s) \cdot Y) \cdot FC / 16$$

Cuando la banda tiene una duraci3n aproximada de cierto n3mero de horas, en donde la curva de fatiga para F en funci3n del n3mero de m3ximos de fuerza N para la rotura, se puede representar adecuadamente:

$$N = (Q/F)^x$$

y las f3rmulas complementarias son:

$$\frac{\text{Pasadas de Banda}}{\text{minuto}} = \frac{60 \cdot V \cdot 1000}{L_s}$$

$$\text{Vida de la Banda} = 1/N' = 1/N_1 + 1/N_2 \quad (\text{Regla de Miner's})$$

$$\text{Vida probable} = \frac{N'}{\frac{\text{Pasadas de Banda} \cdot 60}{\text{minuto}}}$$

Las frecuencias naturales para el "chicoteo" est3n basadas en el tiempo necesario para que la onda excite un extremo de la longitud libre de la banda,  $L_f$ , para viajar de una polea a otra y regresar de la reflexi3n del punto de comienzo. Este es el periodo de frecuencia vibratoria. Si  $u$  es la velocidad de la onda y si la velocidad de la banda es pequena comparada a  $u$  (el caso usual) la frecuencia esta dada por:

$$f = \frac{u}{2 * Lf} \quad \text{donde } u = \sqrt{\frac{T}{\rho A}}$$

en la cual  $T = T1 + Tc$  en el lado tenso

$T = T2 + Tc$  " " " flojo

$$\rho A = Kc / 100$$

Al poder observarse en un Diagrama de Cuerpo Libre, la influencia de las tensiones T1 y T2, la traccion de la banda resultante seria la suma vectorial de T1 y T2, la cual se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{Tracción de Banda Resultante} = Fsv * Fc * (T1 + T2)$$

### 7.2.2.- TABLAS Y GRAFICAS.

Las constantes necesarias para el calculo de la potencia nominal a presentar en las tablas #7-1 y #7-2

| SECCION TRANS. | C1        | C2        | C3        |
|----------------|-----------|-----------|-----------|
| A              | 0.0015733 | 0.0013421 | 2.44E-13  |
| B              | 0.0027775 | 0.0035194 | 4.20E-13  |
| C              | 0.0051546 | 0.0097855 | 7.46E-13  |
| D              | 0.011014  | 0.034712  | 1.522E-12 |
| E              | 0.016109  | 0.066310  | 2.193E-12 |

TABLA # 7-1.

| ESCALA DE REL. DE VEL. | VALORES DE Csr |         |         |         |         |
|------------------------|----------------|---------|---------|---------|---------|
|                        | A              | B       | C       | D       | E       |
| 1.00-1.01              | 0              | 0       | 0       | 0       | 0       |
| 1.02-1.04              | 1.80E-5        | 4.72E-5 | 1.31E-4 | 4.66E-4 | 8.90E-4 |
| 1.05-1.08              | 3.60E-5        | 9.45E-5 | 2.63E-4 | 7.32E-4 | 1.78E-3 |
| 1.09-1.12              | 5.40E-5        | 1.42E-4 | 3.94E-4 | 1.40E-3 | 2.67E-3 |
| 1.13-1.18              | 7.20E-5        | 1.89E-4 | 5.25E-4 | 1.86E-3 | 3.56E-3 |
| 1.19-1.24              | 9.00E-5        | 1.42E-4 | 6.56E-4 | 2.33E-3 | 4.45E-3 |
| 1.25-1.34              | 1.08E-4        | 2.83E-4 | 7.87E-4 | 2.79E-3 | 5.34E-3 |
| 1.35-1.51              | 1.26E-4        | 3.34E-4 | 9.19E-4 | 3.26E-3 | 6.22E-3 |
| 1.52-1.99              | 1.44E-4        | 3.78E-4 | 1.05E-3 | 3.72E-3 | 7.12E-3 |
| 2 - MAS                | 1.62E-4        | 4.25E-4 | 1.18E-3 | 4.19E-3 | 8.01E-3 |

TABLA # 7-2.

Como una guía de criterio, la Tabla #7-3 nos da los factores de servicio dependiendo del uso y condiciones a que va a estar sometida la banda.

| MAQUINA IMPULSADA   | MAQUINA IMPULSORA  |        |          |   |       |          |
|---|--|--------|----------|---|-------|----------|
|   | MOTOR C.A.:MOM. TORSION: NORMAL, JAULA ARDILLA, SINCRONICOS, DEFASADOS |        |          | MOTOR C.A.:MOM. TORSION ALTO, DESLIZAM. ELEV., INDUCCION-REPULSION: MOTOR C.C.:DEVANADO EN DERIVACION |       |          |
| CON CARACTERISTICAS SIMILARES A LA MAQUINA QUE SE ESTE CONSIDERANDO   | MOTORES: COMB. INTERNA CON CILINDRO MULTIPLE                           |        |          | MOTOR C.C.:DEVANADO EN SERIE Y COMB. MOTORES: COMB. INT. CILINDRO SENCILLO                            |       |          |
|   | SERVICIO   |        |          | SERVICIO  |       |          |
|   | INTERMITENTE   | NORMAL | CONTINUO | INTERMIT.   | NORM. | CONTINUO |
| AGITADORES PARA LIQUIDOS, VENTILADORES, BOMB. CENTRIF. Y COMPRESORES  | 1.0  | 1.1    | 1.2      | 1.1   | 1.2   | 1.3      |
| TRANSP. DE BANDAS, MESCLADORES, VENTILADORES, 10HP, GENERADORES, MAQ. HTA., PRENSAS, CIZALLAS, CRIBAS, BOMBAS GIRATORIAS                  | 1.1  | 1.2    | 1.3      | 1.2   | 1.3   | 1.4      |
| LADRILLADORAS, ELEVADORES DE CUBOS, COMP. EMBOLO, MOLINO, MARTILLO, BOMB. EMBOLO, PULVERIZ., MAQ. TEXTIL, MAQ. ASERRADEROS Y ELAB. MADERA | 1.2  | 1.3    | 1.4      | 1.4   | 1.5   | 1.6      |
| TRITURADORAS, MOLINO, BOLSAS, ELEVADORES, PRENSAS ESTIRAR Y LAMINAR CAUCHO  | 1.3  | 1.4    | 1.5      | 1.5   | 1.6   | 1.8      |

TABLA # 7-3  
FACTORES DE SERVICIO

Para la instalación y tensión tenemos tolerancias mínimas para distancias entre centros, las cuales son:

| NUMERO DE BANDA | TOLERANCIAS MINIMAS PARA DISTANCIA ENTRE CENTROS E INSTALACION |       |       |      |      | TENSION TODAS SECC. |
|-----------------|--|-------|-------|------|------|---------------------|
|                 | A  | B     | C     | D    | E    |                     |
| 26-35           | 19   | 25.4  | 38.1  |      |      | 25.4                |
| 38-55           | 19   | 25.4  | 38.1  |      |      | 38.1                |
| 60-85           | 19   | 31.75 | 38.1  |      |      | 50.8                |
| 94-112          | 25.4   | 31.75 | 38.1  |      |      | 101.6               |
| 120-144         | 25.4   | 31.75 | 38.1  | 50.8 |      | 114.3               |
| 158-180         |  | 31.75 | 50.8  | 50.8 | 63.5 | 127                 |
| 195-210         |  | 38.1  | 50.8  | 50.8 | 63.5 | 63.5                |
| 240             |  | 38.1  | 50.8  | 63.5 | 63.5 | 76.2                |
| 270-300         |  | 38.1  | 50.8  | 63.5 | 76.2 | 88.9                |
| 330-390         |  |       | 50.8  | 63.5 | 76.2 | 152.4               |
| 420             |  |       | 57.15 | 76.2 | 88.9 | 15% DE LONG.        |

TABLA # 7-4  
TOLERANCIAS MINIMAS DE DISTANCIAS ENTRE CENTROS PARA INSTALACION Y TENSION DE BANDAS EN MILIMETROS.

En caso de no conocer el diámetro de paso de una polea en existencia, al conocer el diámetro exterior, se le resta el valor indicado en la Tabla # 7-5 y se obtiene el diámetro de paso.

| SECCION TRANSVERSAL   | A*   | A    | B   | C    | D    | E    |
|---|------|------|-----|------|------|------|
| CANTIDAD A RESTAR EN MM. AL DIAMETRO EXTERIOR PARA ENCONTRAR EL DIAM. DE PASO | 19.1 | 16.4 | 8.9 | 10.2 | 15.2 | 20.3 |

\* UTILIZANDO UNA POLEA ACANALADA PARA SERVICIO MULTIPLE.

TABLA # 7-5

Para la determinación de las tensiones requeridas, los factores necesarios se utilizan en la Tabla # 7-6.

| SECCION TRANS. | A    | B    | C    | D    | E    |
|----------------|------|------|------|------|------|
| M              | 0.51 | 0.80 | 1.5  | 3.0  | 4.3  |
| Y              | 7.0  | 8.0  | 18.0 | 27.0 | 56.0 |

TABLA # 7-6  
FACTORES M, Y

En el caso de utilizar transmisiones planas "V", una polea ranurada y otra plana, para poder obtener los diámetros efectivo y de paso de una polea se agrega cierta cantidad que se puede utilizar en la Tabla # 7-7.

| CANT. A AGREGAR EN MM. AL DIAMETRO EXTERIOR PARA:   | A   | B    | C    | D    | E    |
|---|-----|------|------|------|------|
| ENCONTRAR EL DIAM. PASO DE POLEA PLANA:             | 9.7 | 11.7 | 16.8 | 22.9 | 25.7 |
| ENCONTRAR EL DIAM. EXTERIOR EFECTIVO DE POLEA PLANA | 16  | 20.6 | 26.9 | 38.1 | 46   |

TABLA # 7-7

Para la mayor parte de las transmisiones los cálculos de velocidad realizados con respecto de los diámetros nominales de paso son suficientes. Sin embargo, si la velocidad de la polea impulsada debe ser exactamente controlada, se aproximan las pérdidas de velocidad a un 0.5% debido a resbalamiento; también se agrega la cantidad de la Tabla # 8 para la corrección y encontrar el verdadero diámetro de paso.

| CANTIDAD A AGREGAR EN MM. AL DIAM. DE PASO NOMINAL DE: | A    | B    | C    | D    | E    |
|--|------|------|------|------|------|
| POLEA RANURADA   | 3.8  | 5.1  | 5.1  | 7.6  | 10.2 |
| POLEA PLANA  | 12.7 | 15.2 | 21.6 | 27.9 | 33.6 |

TABLA # 7-8  
CORRECCION PARA ENCONTRAR EL VERDADERO DIAMETRO DE PASO



Para determinar las constantes Kb y Kc, uno se refiere a la siguiente tabla:

| SECCION TRANS. | A      | B     | C     | D     | E      |
|----------------|--------|-------|-------|-------|--------|
| Kb             | 253    | 564   | 1843  | 6544  | 112501 |
| Kc             | 10.987 | 1.698 | 3.020 | 6.156 | 18.872 |

TABLA # 7-9

La curva de fatiga, tiene una serie de constantes dependiendo de la sección que posea, las cuales se obtienen de la siguiente información:

| SECCION TRANS. | A | B      | C      | D      | E      |
|----------------|---|--------|--------|--------|--------|
| 8 - 9          | 0 | 306    | 541    | 924    | 1909   |
| 10 - 10        |   |        |        |        | 2747   |
| MAX. DE FZA.   | % | 11.097 | 10.924 | 11.173 | 11.105 |
|                |   |        |        |        | 11.10  |

TABLA # 7-10  
CONSTANTES PARA FATIGA EN CORREAS TRAPEZOIDALES

### 7.2.3.- LINITANTES

En lo referente a la velocidad lineal que puede alcanzar la banda, se encuentra comprendida en el rango de:

$$5.1 \text{ m/s} < V < 30.5 \text{ m/s}$$

También la distancia menor entre centros que se puede lograr es:

$$CD > 0.5 * (D1 + D2) + \text{TOLERANCIA DE INSTALACION}$$

Respecto al ángulo de contacto debe encontrarse entre 83 a 180 grados de la polea menor, lo cual puede representarse con la relación:

$$\theta < (D2 - D1) / CD < 1.5$$

Las ranuras generalmente usadas en poleas estandar son las siguientes:

|     |                          |
|-----|--------------------------|
| A-B | 1 A 6 RANURAS            |
| B,C | 2 A 6, 8, 10, 12 RANURAS |
| D,E | 4 A 6, 8, 10, 12 RANURAS |

aunque tambien pueden mandarse a fabricar bajo orden especial, en donde el rango puede ampliarse a:

A-B 1 A 6, B, 10 RANURAS  
 B 2 A 14 RANURAS  
 C,D,E 3 A 14 RANURAS

Los diámetros estandar de poleas que se pueden obtener son los siguientes:

| SECCION TRANS. | A     | B     | C      | D      | E      |
|----------------|-------|-------|--------|--------|--------|
|                |       |       | 177.8  |        |        |
|                |       | 116.8 | 140.5  | 304.8  | 533.4  |
|                | 76.2  | 127   | 203.2  | 330.2  | 548.6  |
|                | 81.3  | 132   | 216    | 343    | 558.8  |
|                | 86.4  | 137.2 | 228.6  | 355.6  | 569    |
|                | 91.4  | 142.2 | 241.3  | 368.3  | 579.1  |
|                | 96.5  | 152.4 | 254    | 381    | 587.3  |
|                | 101.6 | 165.6 | 266.7  | 393.7  | 599.4  |
|                | 106.7 | 127.7 | 279.4  | 406.4  | 609.6  |
|                | 116.8 | 188   | 304.8  | 457.2  | 685.8  |
|                | 122   | 218.4 | 330.2  | 558.8  | 787.4  |
|                | 127   | 238.8 | 355.6  | 686.8  | 889    |
|                | 132   | 279.4 | 406.4  | 838.2  | 1016   |
|                | 142.2 | 315   | 457.2  | 1016   | 1168.4 |
|                | 152.4 | 391.2 | 508    | 219.2  | 1320.8 |
|                | 162.6 | 467.4 | 609.6  | 1473.2 | 1473.2 |
|                | 177.8 | 508   | 762    | 1778   | 1676.4 |
|                | 208.3 | 635   | 914.4  | 2082.8 | 1879.6 |
|                | 228.6 | 762   | 1117.6 | 2438.4 | 2133.6 |
|                | 269.2 | 965.2 | 1270   |        | 2438.4 |
|                | 304.8 |       |        |        |        |
|                | 381   |       |        |        |        |
|                | 457.2 |       |        |        |        |

TABLA # 7-11  
 DIAMETROS DE PASO EN MM. PARA POLEAS

En caso de utilizar motores eléctricos de uso general, existen los diámetros de paso mínimos recomendados, los cuales se encuentran en la Tabla # 7-12 basados en los estándares NEMA.

|                       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| POTENCIA<br>DEL MOTOR | 575   | 690   | 870   | 1160  | 1750  | 3450  |
|                       | 485*  | 575*  | 725*  | 950*  | 1425* | 2850  |
| 1/2                   | 63.5  | 63.5  | 55.9  |       |       |       |
| 3/4                   | 76.2  | 63.5  | 61    | 55.9  |       |       |
| 1                     | 76.2  | 76.2  | 61    | 61    | 55.9  |       |
| 1 1/2                 | 76.2  | 76.2  | 61    | 61    | 61    | 55.9  |
| 2                     | 96.5  | 76.2  | 76.2  | 61    | 61    | 61    |
| 3                     | 114.3 | 96.5  | 76.2  | 76.2  | 61    | 61    |
| 5                     | 114.3 | 114.3 | 96.5  | 76.2  | 76.2  | 66    |
| 7 1/2                 | 132   | 114.3 | 111.7 | 96.5  | 76.2  | 76.2  |
| 10                    | 152.4 | 132   | 116.8 | 111.7 | 96.5  | 76.2  |
| 15                    | 172.7 | 152.4 | 137.2 | 116.8 | 111.7 | 96.5  |
| 20                    | 208.3 | 172.7 | 152.4 | 137.2 | 116.8 | 111.7 |
| 25                    | 228.6 | 208.3 | 172.7 | 152.4 | 127   | 111.7 |
| 30                    | 254   | 228.6 | 172.7 | 172.7 | 137.2 |       |
| 40                    | 254   | 254   | 208.3 | 172.7 | 152.4 |       |
| 50                    | 279.4 | 254   | 228.6 | 208.3 | 172.7 |       |
| 60                    | 304.8 | 279.4 | 254   | 228.6 | 188   |       |
| 75                    | 355.6 | 330.2 | 266.7 | 254   | 228.6 |       |
| 100                   | 457.2 | 381   | 317.5 | 279.4 | 254   |       |
| 125                   | 508   | 457.2 | 318   | 317.5 | 292.1 |       |
| 150                   | 558.8 | 508   | 457.2 | 330.2 |       |       |
| 200                   | 558.8 | 558.8 | 558.8 |       |       |       |
| 250                   | 558.8 | 558.8 |       |       |       |       |
| 300                   | 605.8 | 685.8 |       |       |       |       |

\* Estas RPM se aplican a motores eléctricos de 50 ciclos

**TABLA # 7-12**  
**DIAMETROS DE PASO MINIMOS EN MM.,**  
**RECOMENDADOS PARA MOTORES ELECTRICOS DE USO GENERAL**

Estos diámetros son conservadores y algunos motores y cojinetes específicos permitirán el uso de una polea acanalada más pequeña, consulte al fabricante del motor.

Los números de bandas estándares son:

| SECC.<br>TRANS. | NUMEROS  |
|-----------------|--|
| A               | 26, 31, 35, 38, 42, 44, 51, 55, 60, 58, 75, 80,<br>85, 90, 96, 105, 112, 120, 128.   |
| B               | 35, 38, 42, 46, 51, 55, 60, 68, 75, 81, 85, 90,<br>97, 105, 112, 120, 128, 144, 158, 173, 180, 195,<br>210, 240, 270, 300. |
| C               | 51, 60, 68, 75, 81, 85, 90, 97, 112, 120, 128,<br>144, 158, 173, 180, 195, 210, 240, 270, 300, 330,<br>360, 390, 420.      |
| D               | 120, 128, 144, 158, 173, 180, 195, 210, 240, 270,<br>300, 330, 360, 390, 420, 480, 540, 600, 660.                          |
| E               | 180, 195, 210, 240, 270, 300, 330, 360, 390, 420,<br>480, 540, 600, 660.   |

### 7.3.- DESCRIPCION DEL DISEÑO.

#### 7.3.1.- PROCEDIMIENTOS AUXILIARES A LA PROGRAMACION.

A fin de automatizar la selección de la banda mas adecuada, se transformaron gráficas a fórmulas y se utilizaron también las clasificaciones estándares de las mismas.

Para la determinación de la longitud de paso de las bandas, se utiliza la clasificación comercial de las mismas. En esta clasificación, el número que posee la banda se refiere al diámetro interior en pulgadas y para poder obtener la longitud de paso se agrega cierta cantidad. Para ilustrar el procedimiento, supongamos que se tiene una banda A-26 que posee 26 pulgadas de diámetro interior y al agregarle 1.3 obtenemos la longitud de paso que es de 27.3 pulgadas.

Cabe aclarar que la longitud de paso es la utilizada para todos los cálculos referentes a este tipo de bandas (en el caso de alta potencia es la longitud exterior), por lo que para las diferentes secciones sería lo señalado por la Tabla # 7-13.

| SECCION<br>TRANS. | CANTIDAD A<br>AGREGAR | RANGO          |
|-------------------|-----------------------|----------------|
| A                 | 1.3                   | A-26 a A-128   |
| B                 | 1.8                   | B-35 a B-210   |
|                   | 0.3                   | B-240 a B-300  |
| C                 | 2.9                   | C-51 a C-210   |
|                   | 0.9                   | C-240 a C-420  |
| D                 | 3.3                   | D-120 a D-210  |
|                   | 0.8                   | D-240 a DR-660 |
| E                 | 4.5                   | E-180 a E-210  |
|                   | 1.0                   | E-240 a E-660  |

**TABLA # 7-13**  
**DIFERENTES CANTIDADES A AGREGAR**  
**PARA ENCONTRAR LA LONGITUD DE PASO**

Para la selección de bandas, se utilizan una serie de gráficas en las cuales se determinan las RPM y HP de diseño. Se transformó esta serie de gráficas a límites quedando como se puede apreciar en la Tabla # 7-14, donde la selección comienza con la banda E y continúa en orden ascendente, la primera que cumpla con los límites es la que se utilizará.

| SECCION TRANS. | RANGO DE HP diseño | LIMITES            |
|----------------|--------------------|--------------------|
| E              | 25 - 199.9         | RPM/HPdis. (= 4.2  |
|                | 190 - 700          | RPM (= 800         |
| D              | 8.5 - 109.7        | RPM/HPdis. (=12.42 |
|                | 110 - 350          | RPM (= 1400        |
| C              | 2.5 - 51.9         | RPM/HPdis. (= 40   |
|                | 52 - 210           | RPM (= 2100        |
| B              | 1 - 19.9           | RPM/HPdis. (= 160  |
|                | 20 - 110           | RPM (= 3300        |
| A              | 1 - 35             | RPM (= 5000        |

TABLA # 7-14

En el caso de diferentes factores, se obtuvieron las siguientes fórmulas en base a gráficas las cuales básicamente eran logarítmicas y al ajustarlas a rectas logarítmicas quedaron:

1)  $H = -0.0092 + 0.5776*(D2-D1)/A$

donde  $A = Ls - 1.57*(D2+D1)$

2)  $G = -1.3313 + 0.4498 \ln[(3.1416 - (D2-D1)/C)*180/3.1416]$

3) Dependiendo de la sección transversal, el factor de corrección de longitud es el siguiente:

A:  $Fc1 = 0.0921 + 0.2152 \ln(Ls)$

B:  $Fc1 = 0.0180 + 0.2191 \ln(Ls)$

C:  $Fc1 = -0.0778 + 0.2174 \ln(Ls)$

D:  $Fc1 = -0.1947 + 0.2184 \ln(Ls)$

E:  $Fc1 = -0.2577 + 0.2226 \ln(Ls)$

DIAGRAMA DE FLUJO PRINCIPAL

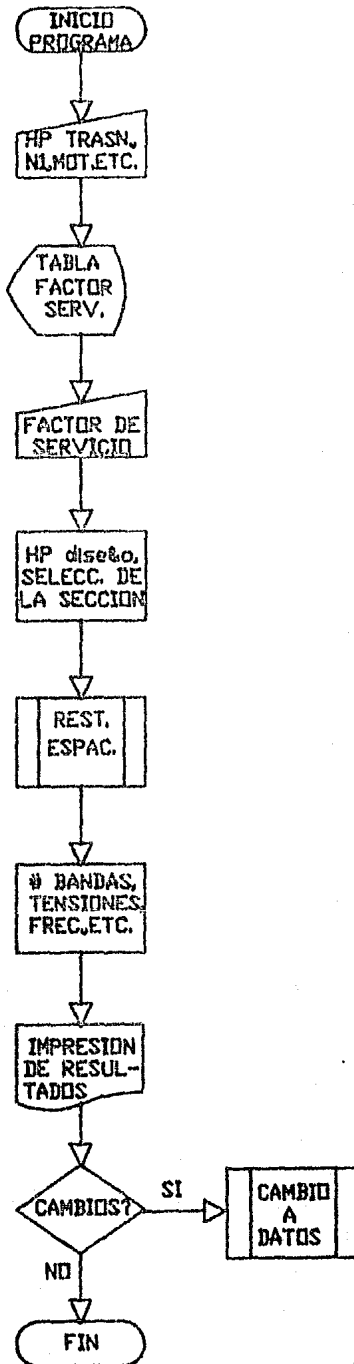


FIGURA 7-2

4) Con respecto al factor de corrección de Suma Vectorial, se obtuvo la aproximación dividiéndola en dos rangos en base a la relación:  $(D2-D1)/C$

a) De 0 a 1

$$F_{sv} = -0.1576 + 0.2243 \ln(3.1416 - (D2-D1)/C) * 180/3.1416$$

b) De 1 a 1.50

$$F_{sv} = -1.5625 + 0.5166 \ln(3.1416 - (D2-D1)/C) * 180/3.1416$$

### 7.3.2.- EXPLICACION DEL DIAGRAMA DE FLUJO PRINCIPAL

Por medio de la Figura # 7-2, se puede tener un panorama general del programa. Primero se obtienen los datos básicos para seleccionar una banda, tales como las revoluciones en alta vel., tipo de motor, potencia, factor de servicio, etc. Se calcula la potencia de diseño y en base a ésta, junto con las revoluciones, se selecciona el tipo de banda a utilizarse.

Este primer paso es importante, ya que gran parte de las fórmulas y tablas a utilizarse dependen del tipo de banda. En la sección de restricciones espaciales, se calculan las condiciones necesarias para un buen ángulo de contacto, distancia entre centros, longitud de la banda y todo lo necesario para que sea una selección con buenas características geométricas.

A partir de este punto nos resta determinar con cuantas bandas operaría nuestro diseño, las correspondientes tensiones y fuerzas resultantes y la frecuencia natural de las bandas. Se obtiene un resultado de todos los cálculos y en base a nuestro criterio, determinamos si se realizan cambios que puedan mejorar ciertas características o bien si hemos llegado a nuestra solución final.

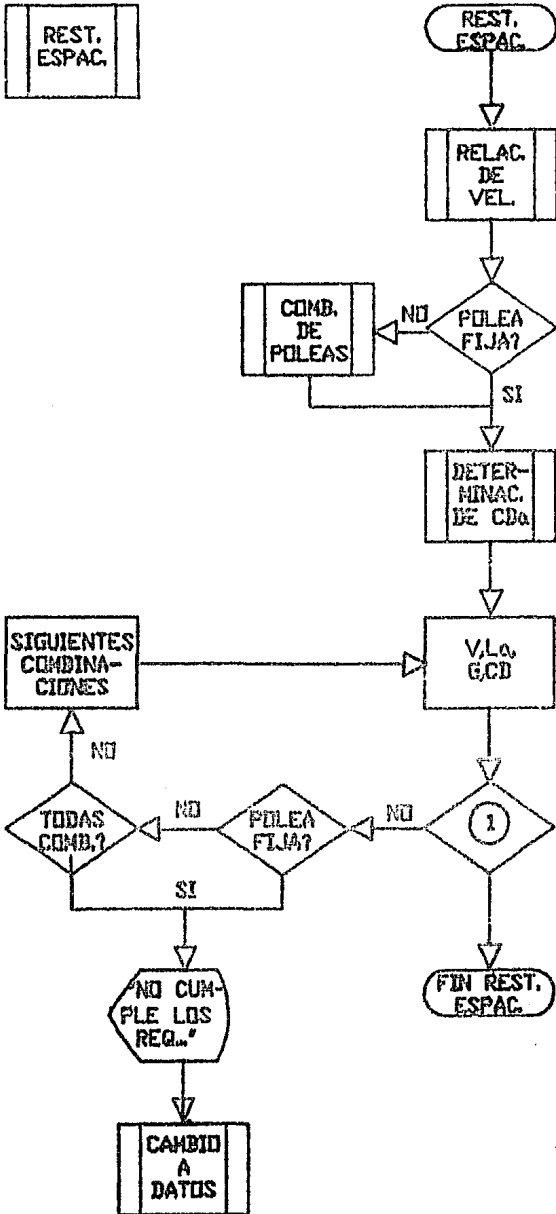
### 7.3.3.- EXPLICACION DE LOS DIAGRAMAS DE FLUJO SECUNDARIOS

El diagrama de la Figura # 7-3 contiene lo referente a las restricciones espaciales. Aquí obtenemos la relación de velocidades a utilizar dependiendo de nuestras posibilidades, ya que se pueden determinar con las RPM de baja velocidad o bien fijando los tamaños de las poleas. Se puede apreciar que si no se fija alguna polea, es posible obtener una o varias combinaciones de poleas que nos den la relación de velocidades requerida.

Luego se determina la distancia aproximada entre centros, con la cual se puede proceder a calcular una longitud estándar de la banda, su distancia entre centros exacta, su velocidad lineal y ángulo de contacto. En caso de que los cálculos obtenidos no reúnan las condiciones necesarias y existan varias combinaciones posibles, se continúa iterando hasta agotar las posibilidades. Si sucediera que no se cumplieran las condiciones necesarias, nos dirige a la sección en donde es necesario realizar algún cambio.



DIAGRAMA DE FLUJO SECUNDARIO # 1



- ①
- 1.  $5.1 \text{ M/S} < V_m < 30.5 \text{ M/S}$
  - $1/2(D_2 + D_1) + \text{TOL} < CDA < CD_{\text{max}}$
  - $0 < G < 1.5$

FIGURA 7-3

DIAGRAMA DE FLUJO SECUNDARIO # 2

COMB. DE POLEAS

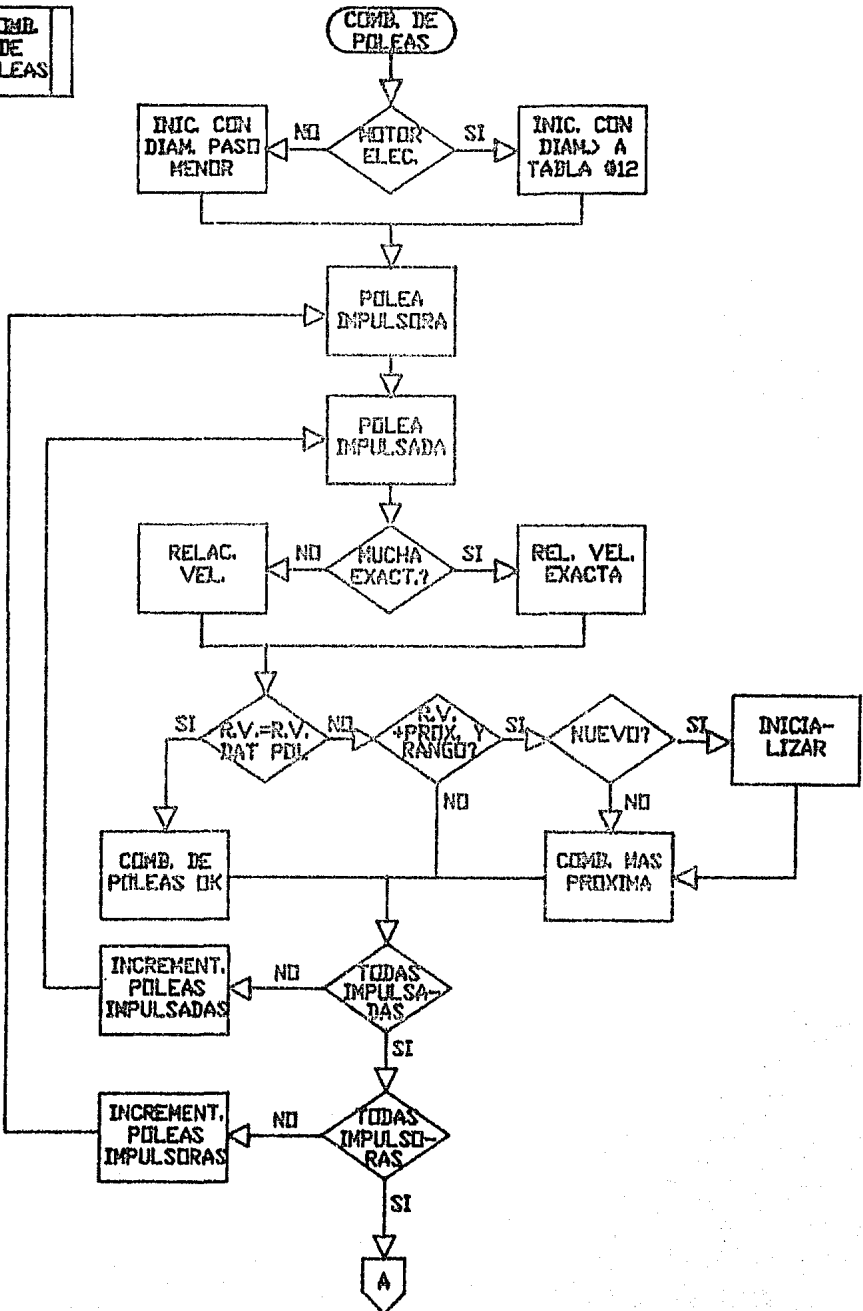


FIGURA 7-4

DIAGRAMA DE FLUJO SECUNDARIO # 2 ( CONTINUACION )

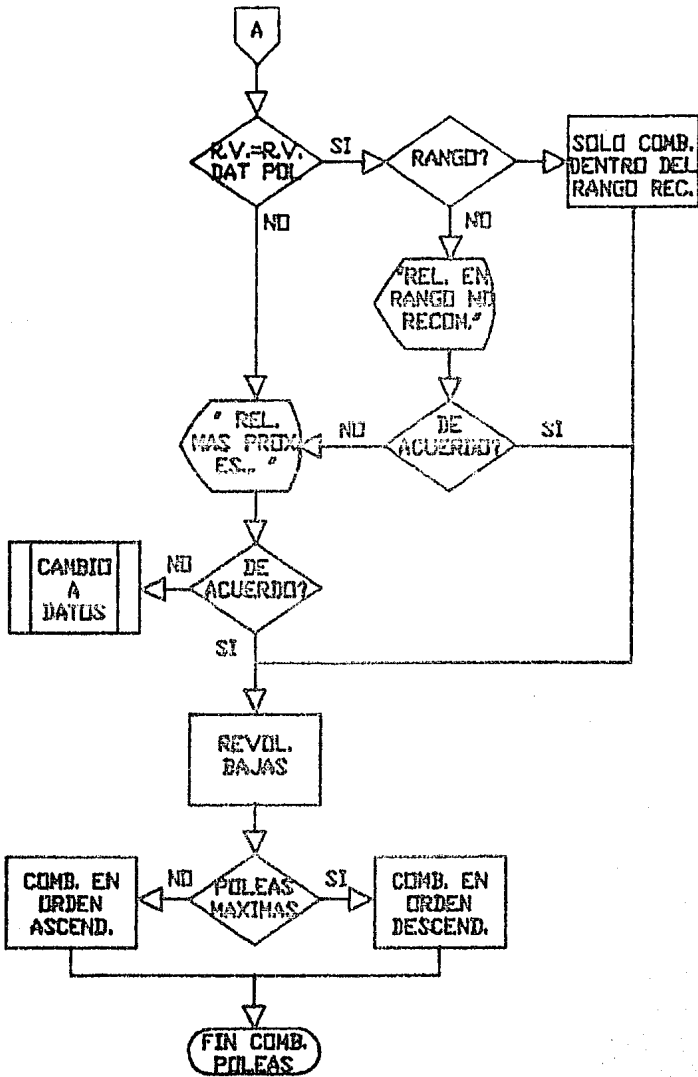


FIGURA 7-4'

DIAGRAMA DE FLUJO SECUNDARIO # 3

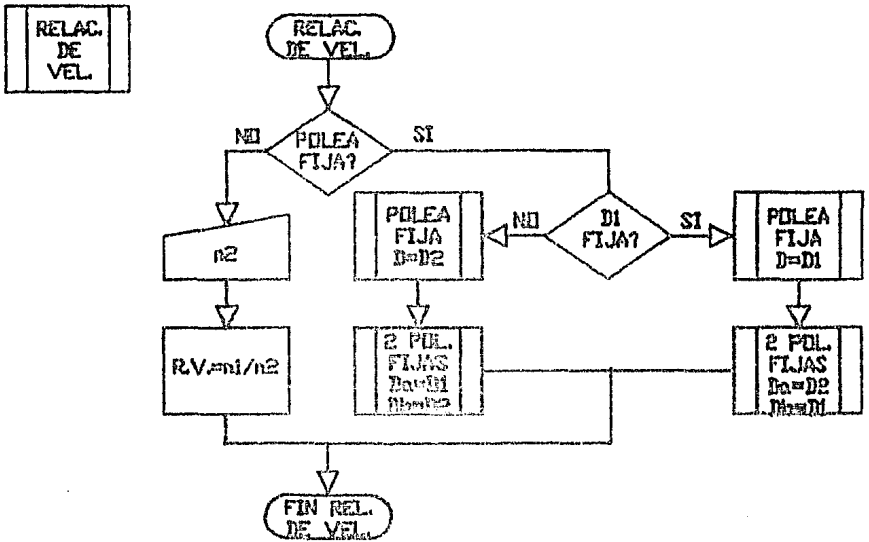


FIGURA 7-5

DETERMINAC. DE CDA

DIAGRAMA DE FLUJO SECUNDARIO # 4

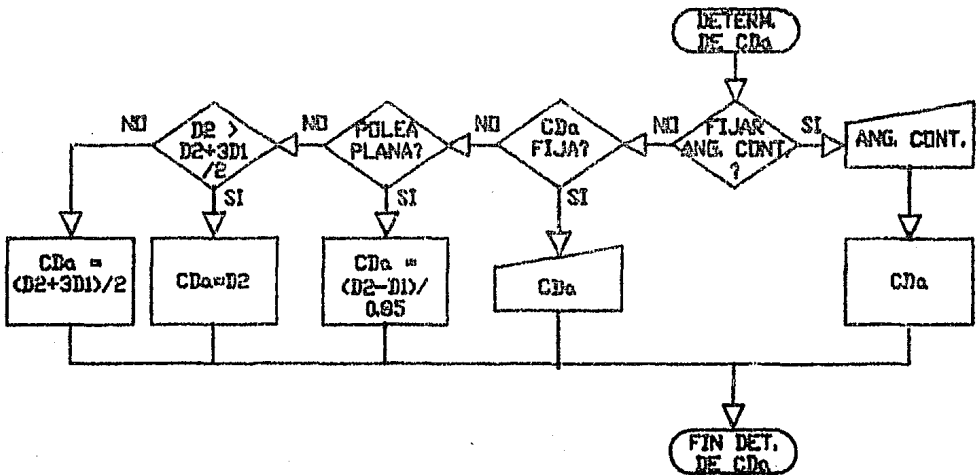


FIGURA 7-6

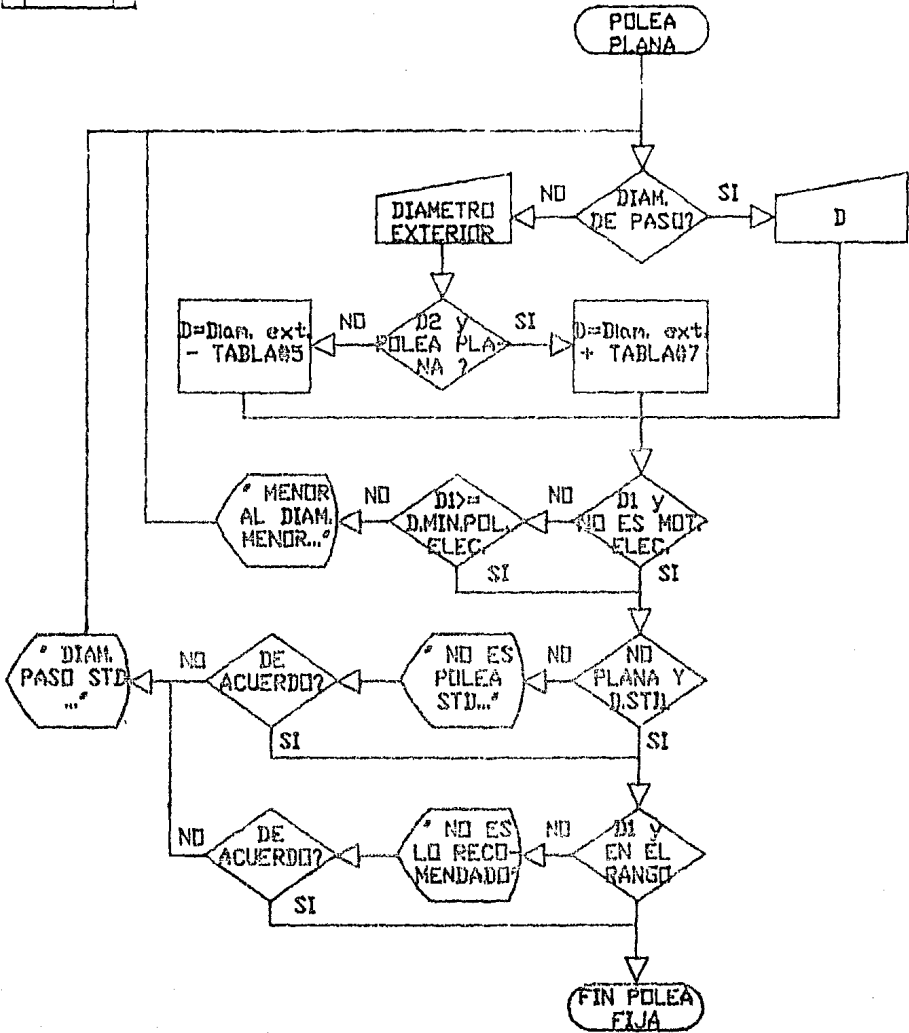


FIGURA 7-7



Las Figuras # 7-4 y # 7-4' se refieren a la combinación posible de poleas; si se trata de un motor eléctrico, se inicia con el diámetro estándar mayor o igual a la polea mínima recomendada para las características del motor, de lo contrario se inicia con el mínimo diámetro estándar recomendado.

Después, con todas las combinaciones de las poleas estándar, se calcula la relación de velocidad, dependiendo de la exactitud que se quiera. Se compara la relación de velocidades que se requiere con las que puedan ofrecer las poleas estándar y en caso de cumplirse, se escoge la combinación de poleas o se busca la relación de velocidades mas próxima con sus respectivas combinaciones de poleas. Terminando todas las combinaciones, se informa si la relación de velocidades deseada fue encontrada, en cuyo caso queda la combinación de poleas mínima o máxima o de lo contrario, se da la opción a la mas cercana. La selección de máximas poleas produce mínimas tensiones, menor número de bandas, menor distancia entre centros, menores esfuerzos en chumaceras y la de mínimas poleas es preferible cuando existen limitaciones de espacio, se requiere máxima distancia entre centros, etc.

Para la relación de velocidades en la Figura # 7-5, si no se requiere fijar alguna polea, la única manera de poder determinar la relación de velocidades, es conociendo las revoluciones de baja velocidad. En dado caso de fijar alguna polea, dependiendo de los parámetros que se desean fijar, las Figuras # 7-7 y 7-8 hacen referencia a los procedimientos necesarios a seguir las cuales serán explicadas mas adelante.

En la Figura # 7-6, se fija o se escoge una distancia aproximada entre centros. Si se trata de una polea plana, se escoge una distancia ideal con un ángulo de contacto de 130 grados; de no ser así, se determina la mayor de las relaciones:  $1/2(D2+3*D1)$  ó  $D2$ . Se puede fijar cierto ángulo de contacto para algun caso en especial.

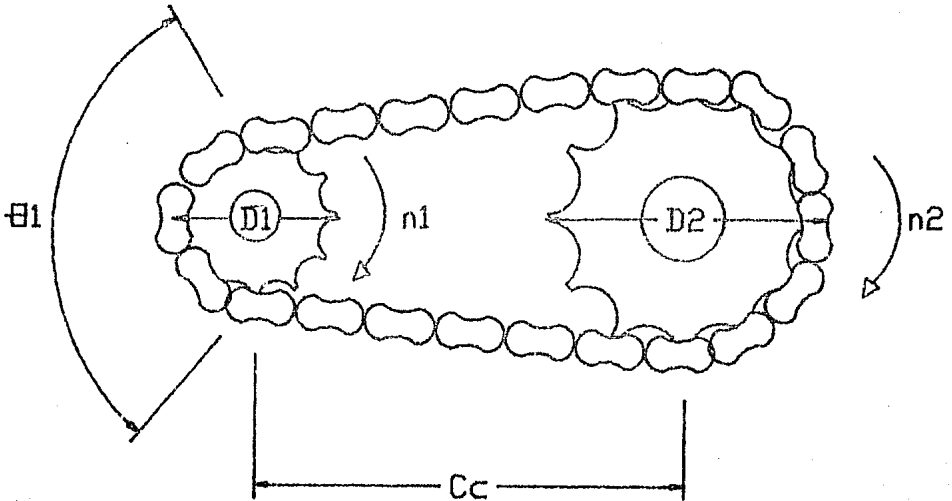
En la Figura # 7-7 se deja fija una polea, ya sea con el diámetro de paso o el exterior. Si se utiliza el diámetro exterior, pudiera tratarse de una polea acanalada o plana; si es la polea grande, se calcula su diámetro de paso. En caso de usarse un motor eléctrico, el programa no permite que se utilice un diámetro menor al permitido. En caso de que una polea acanalada no fuese estándar o dentro del rango recomendado, con lo cual se obtiene una serie de mensajes de advertencia y si el operario esta de acuerdo con la situación, se obtiene la información requerida.

El complemento de la Figura # 7-7 está en la # 7-8, en la que se pueden fijar las dos poleas, o dejar abierta la posibilidad a una polea fija y dar como parámetro la relación de velocidades o las revoluciones bajas para el calculo del diámetro de paso de la polea faltante, (dependiendo de la exactitud que se requiera). Si el dato obtenido no es estándar y en el rango recomendado, el operario puede elegir si está de acuerdo con la situación o cambiar los datos, señalándose las relaciones de velocidad o revoluciones bajas más próximas a las requeridas que puedan obtenerse con poleas estándar. En caso de fijar las dos poleas, dependiendo de la exactitud, se calcula la relación de velocidades y las revoluciones de baja velocidad.

## 8.- SELECCION DE CADENAS

### 8.1.- NOMENCLATURA

|             |   |  |
|-------------|---|--|
| C           | = | DISTANCIA ENTRE CENTROS ORIGINAL [CM]        |
| Cc          | = | " " " CORREGIDA [CM]                         |
| df          | = | DIAMETRO DE LA FLECHA DE ALTA VELOCIDAD [CM] |
| D, d        | = | " EXTERIOR DE CATARINAS [CM]                 |
| D1, D2      | = | " DE PASO DE CATARINAS [CM]                  |
| HP          | = | POTENCIA (HP)                                |
| L           | = | LONGITUD DE LA CADENA [# PASOS]              |
| n1, n2      | = | VELOCIDADES ANGULARES DE CATARINAS [RPM]     |
| N1, N2      | = | NUMERO DE DIENTES DE CATARINAS               |
| Nmin        | = | " MINIMOS DE DIENTES                         |
| P           | = | PASO DE LA CADENA [PLG]                      |
| Kr, M, A, B | = | CONSTANTES                                   |
| Vm          | = | VELOCIDAD LINEAL [MPM]                       |
| $\theta_1$  | = | ANGULO DE CONTACTO [RAD]                     |





## 8.2.- DESCRIPCION DEL MATERIAL UTILIZADO

### 8.2.1.- FORMULAS

Las relaciones utilizadas para la velocidad lineal, la longitud exacta de la cadena en numero de pasos y la distancia entre centros corregida (con respecto a la longitud exacta) son:

$$V_m = 0.3048 * P * N * n / 12$$

$$L = 2 * C / P + (N_1 + N_2) / 2 + (N_2 - N_1)^2 / [4 * P^2 * (C / P)]$$

$$C_c = [L - (N_1 + N_2) / 2 + ((L - (N_1 + N_2) / 2)^2 - H) * P / 4]^{1/2} * 2.54$$

$$\text{siendo } H = (N_1 - N_2)^2 / 4 * 9310$$

La relación de velocidades se obtiene de la misma forma que en las bandas o los engranes:

$$\text{Relación de velocidad} = n_1 / n_2 = D_2 / D_1 = N_2 / N_1$$

Igualmente, el ángulo de contacto es el mismo que en bandas abiertas:

$$\phi = \pi - (D_2 - D_1) / C$$

Calculando la potencia en las cadenas, la falla se puede producir de dos maneras:

Para velocidades bajas:

$$HP = 0.004 N_1^{1.08} n_1^{0.9} P^{3-0.07 * P}$$

donde la constante 0.004 cambia a 0.0022 para la cadena # 41

Para velocidades mayores:

$$HP = K_r * (100 * N_1 / n_1)^{0.8} * P$$

donde  $K_r = 29$  para cadena #25 y #35

$K_r = 3.4$  para cadena #41

$K_r = 17$  para cadena # 40 al #240

siendo válido el menor de los dos calculados.

La potencia de diseño se considera:

$$HP \text{ Diseño} = HP \text{ a transmitir} * \text{Factor de Servicio} / \text{Factor de tipo}$$

Se pudo lograr un proceso automático debido a la clasificación de las cadenas donde:

Dígito(s) izquierdo(s) = valores en octavos de pulgada.  
 Dígito derecho = 0 cadena de proporciones usuales con rodillo  
                   1 cadena ligera  
                   5 cadena sin rodillo

por ejemplo, la cadena # 35 sería una cadena con 3/8 de pulgada de paso y sin rodillo.

### 8.2.2.- TABLAS Y GRAFICAS

| FUENTE MOTRIZ     |                                       |                      |                                     |
|-------------------|---------------------------------------|----------------------|-------------------------------------|
| CLASE DE SERVICIO | MOTOR COMB. INT. CON TRAS. HIDRAULICA | MOT. ELEC. O TURBINA | MOT. COMB. INT. CON TRANS. MECANICA |
| UNIFORME          | 1.0                                   | 1.0                  | 1.2                                 |
| CHOQUES MODERADOS | 1.2                                   | 1.3                  | 1.4                                 |
| CHOQUES PESADOS   | 1.4                                   | 1.5                  | 1.7                                 |

**TABLA 8-1**  
FACTORES DE SERVICIO

Dependiendo del tipo de cadena, se considera un factor el cual se representa en la Tabla 8-2.

|                          | SENCILLA | DOBLE | TRIPLE | CUADRUPLE |
|--------------------------|----------|-------|--------|-----------|
| FACTOR DE TIPO DE CADENA | 1.0      | 1.7   | 2.5    | 3.3       |

**TABLA 8-2**

Las fórmulas de potencia se pueden explicar al graficarse capacidad de la cadena contra velocidad, se aprecia que a bajas velocidades la falla tiende a ocurrir mas por fatiga del eslabón de unión (AB); a velocidades mayores el impacto del rodillo y desgaste de las uniones limitarán la capacidad (BC); finalmente, hay un punto donde la capacidad decrece rápidamente a cero cuando la carga es lo suficientemente grande para causar la falla por desgaste (CD). Esta gráfica esta representada en la Figura 8-1.

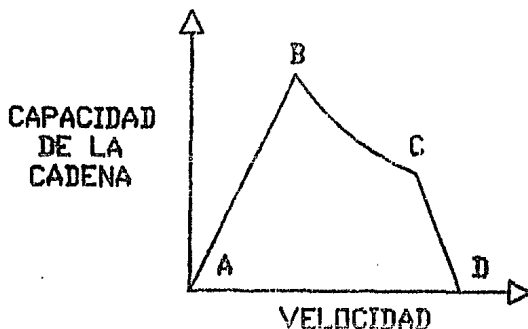


FIGURA 8-1

Existen también diferentes tipos de lubricación dependiendo de la velocidad en que se este trabajando, pudiéndose apreciar en la Tabla 8-3.

| NUMERO<br>DE<br>CADENA | TIPO  |       |      |             |
|------------------------|-------|-------|------|-------------|
|                        | I     | II    | III  | IV          |
| 25                     | 150   | 750   | 1080 |             |
| 35                     | 112.7 | 518   | 853  |             |
| 40-41                  | 91.4  | 396   | 701  |             |
| 50                     | 76    | 396   | 608  |             |
| 60                     | 67    | 259   | 548  |             |
| 80                     | 51.8  | 198   | 457  | MAYOR QUE   |
| 100                    | 45.7  | 158.5 | 396  | LA VELOC.   |
| 120                    | 39.6  | 131   | 367  | MAXIMA PER- |
| 140                    | 35    | 112.7 | 335  | MISIBLE     |
| 160                    | 51.8  | 198   | 457  |             |
| 180                    | 45.7  | 158.5 | 396  |             |
| 200                    | 25.9  | 79    | 274  |             |

En donde los diferentes tipos de lubricación son:

- Tipo I : Lubricación manual
- II : Lubricación por goteo
- III : Bano de aceite o barboteo
- IV : Flujo de aceite continuo

TABLA C-3  
VELOCIDAD PERMISIBLE DE LA CADENA EN METROS POR MINUTO,  
PARA DIFERENTES TIPOS DE LUBRICACION.

### 8.2.3.- LIMITACIONES

Se tomó en cuenta la relación de velocidad, la cual no puede ser mayor de siete. En caso de exceder de tres se sugiere que la distancia entre centros sea mayor a la diferencia de los diámetros exteriores, además si rebasa de cinco se recomienda doble reducción.

En lo que respecta al ángulo de contacto, tiene que ser mayor o igual a 120 grados. Para la distancia entre centros, por consideraciones geométricas, siempre tiene que ser mayor al promedio de los diámetros de paso.

Para las velocidades se tomo en cuenta la velocidad máxima permisible para evitar la soldadura instantánea, la cual si es rebasada, notifica que no es recomendable utilizar la cadena a toda su capacidad además de sugerir consultar al fabricante de cadenas; también no se puede rebasar la velocidad máxima permisible que provoca la falla por desgaste.

El número mínimo de dientes que puede usarse con un determinado diámetro de flecha y paso de cadena se obtiene:

para cadenas hasta # 80 :  $N_{min} = 4*df/P+5$

para cadenas del # 100 al #220 :  $N_{min} = 4*df/P+1$

Los números de dientes comerciales utilizados fueron:

en la catarina menor: 10 a 28,30,32,34,35,36,38,40,42, 45,48,50,52,54 y 60.

para la catarina mayor se consideran los mismos que en la catarina menor, además de: 64,70,72,76,80,84,95,96, 102 y 112.

También se consideran en el tipo de cadenas, los números de las cadenas disponibles:

Sencilla : cadenas del # 25 al # 200

Doble : " " # 35 al # 200

Triple y

Cuadruple : " " # 40 al # 160

### 8.3.- DESCRIPCION DEL DISEÑO

#### 8.3.1.- PROCEDIMIENTOS AUXILIARES A LA PROGRAMACION

Cuando la carga es pesada y la velocidad alta, especialmente para cadenas # 80 y mayores, hay peligro que se solden las rugosidades de las superficies de contacto. Aunque tales soldaduras instantáneas se rompen inmediatamente, se produce un desgaste rápido. A continuación, se presentan las fórmulas aproximadas, con las cuales se evita la soldadura instantánea, velocidades dadas en metros por minuto:

$$\begin{aligned} & (1-0.002N) \\ & 0.5643e \\ \# 80 : \text{VEL. SOLD.} & = 0.92*N*n \\ & (-0.0074*N) \\ \# 100 : " " & = 0.0318*2282.59*N \\ & (1-0.0017N)e \\ \# 120 : " " & = 0.0383*1762*N \\ & (-0.0031*N) \\ & (1-0.00364N)e \end{aligned}$$

$$\# 140 : \quad \quad \quad = 1.07 * N * n \quad \begin{matrix} (0.0022 * N) \\ 0.5643e \end{matrix}$$

# 160 : DE N=11 A 23

$$\text{VEL. SOLD.} = 1.12 * N * n \quad \begin{matrix} (-0.0037 * N) \\ 0.5643e \end{matrix}$$

DE N=24 A 60

$$\text{VEL. SOLD.} = 0.82 * N * n \quad \begin{matrix} (-0.0013 * N) \\ 0.5643e \end{matrix}$$

$$\# 180 : \text{VEL. SOLD.} = 0.95 * N * n \quad \begin{matrix} (-0.003 * N) \\ 0.5643e \end{matrix}$$

$$\# 200 : \text{VEL. SOLD.} = 0.9 * N * n \quad \begin{matrix} (-0.0025 * N) \\ 0.5643e \end{matrix}$$

Debido a que no fué posible encontrar las fórmulas para la máxima velocidad por desgaste, se aproximaron algunas:

$$\text{CADENA \# 35 : } 0.6901 N * A \quad \begin{matrix} -0.0018N \\ 0.5643e \end{matrix}$$

$$\# 40-41 : 0.7519 N * A \quad \text{donde : } A = n$$

$$\# 50 : 0.7848 N * A$$

$$\# 60 : 0.83 N * A$$

$$\# 80 : 1.015 A$$

$$\# 100 : 1.09 N * A \quad \begin{matrix} -0.0016N \\ 0.5643e \end{matrix}$$

$$B = n$$

$$\# 120 : 1.1467 N * B$$

$$\# 140 : 1.22 N * B$$

$$\# 160 : 1.28 N * B$$

$$\# 180 : 1.314 N * B$$

$$\# 200 : 1.34 N * B$$

DIAGRAMA DE FLUJO PRINCIPAL

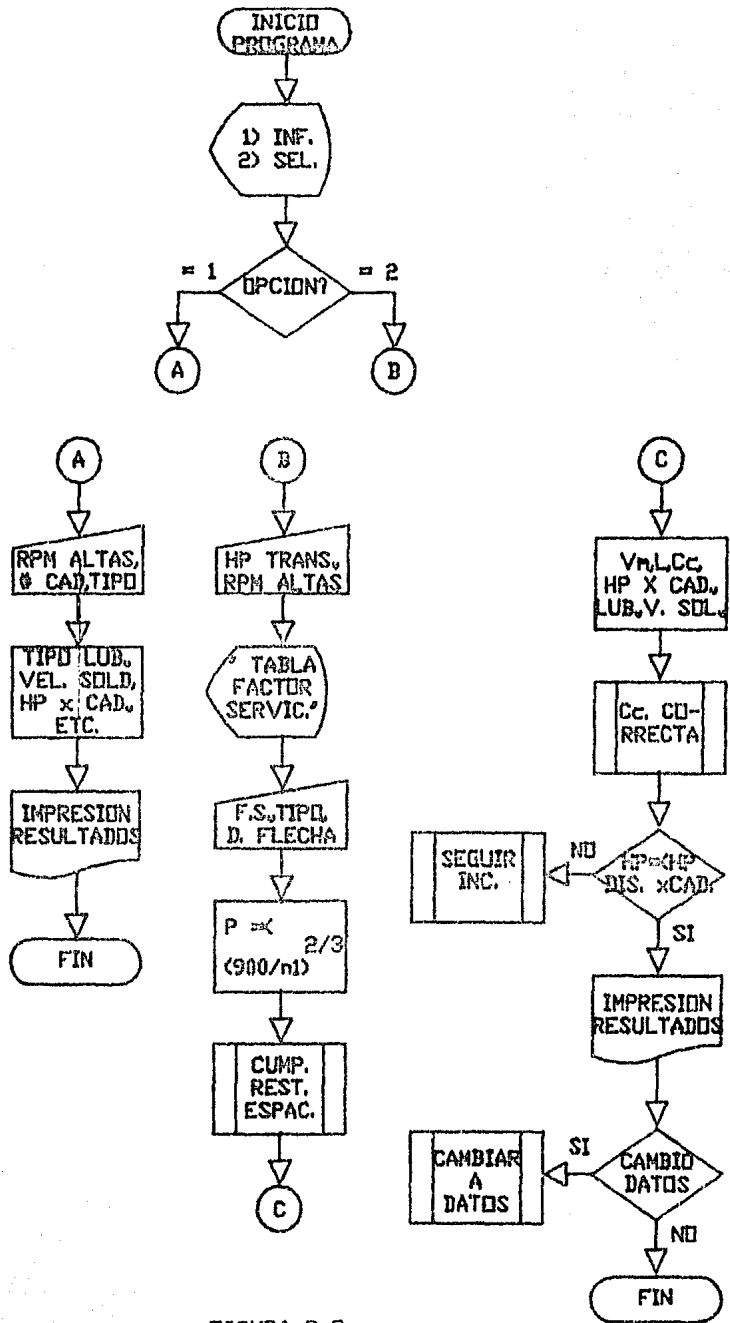


FIGURA 8-2

### 8.3.2.- EXPLICACION DEL DIAGRAMA DE FLUJO PRINCIPAL

Según el diagrama de flujo mostrado en la Figura 8-2, se presentan dos alternativas: la información sobre cadenas o bien la selección de las mismas.

Si se opta por la primera alternativa, referente a la información sobre cadenas, los parámetros necesarios son: las revoluciones por minuto en alta velocidad, el número de la cadena y su tipo (sencilla, doble, triple o cuádruple); acto seguido, calculado el tipo de lubricación y los caballos de fuerza para cada uno de los diferentes números de dientes de la catarina menor. Una vez obtenidos los resultados, se termina el proceso.

En caso de decidirse por la selección de cadenas los parámetros requeridos serían: caballos de fuerza a transmitir, las revoluciones por minuto en alta velocidad y diámetro de la flecha de alta velocidad. A continuación se presenta una tabla de factores de servicio para poder seleccionar el más adecuado y también se determina el tipo de cadena (sencilla, doble, triple o cuádruple).

Por medio de la fórmula empírica

$$P \approx (900/n)^{2/3}$$

se selecciona el paso más próximo a esta relación para obtener un punto inicial a fin de evitar un paso de cadena excesivamente pequeño y así aumentar el costo inicial innecesariamente. A partir de este punto, comienza un proceso iterativo donde se tienen que cumplir una serie de restricciones espaciales (distancia entre centros, ángulo de contacto, etc.) que en el procedimiento detallado serán explicadas.

Una vez superada esta etapa, se calcula la velocidad lineal, la longitud exacta de la cadena en número de pasos, la distancia entre los centros corregida (con respecto a la longitud exacta), además de los caballos de potencia por cadena, tipo de lubricación, velocidad lineal, ver si esta es menor que la velocidad de soldadura instantánea o la de desgaste.

Se verifica que la distancia corregida entre centros sea correcta, si no cumple con los requerimientos se continúa iterando. Después se comparan los caballos de fuerza de diseño contra los caballos de fuerza por cadena, si son mayores los cálculos se ha llegado a una solución factible. En caso de desear cambiar los parámetros y volver a iterar, es posible hacerlo.



DIAGRAMA DE FLUJO SECUNDARIO # 1

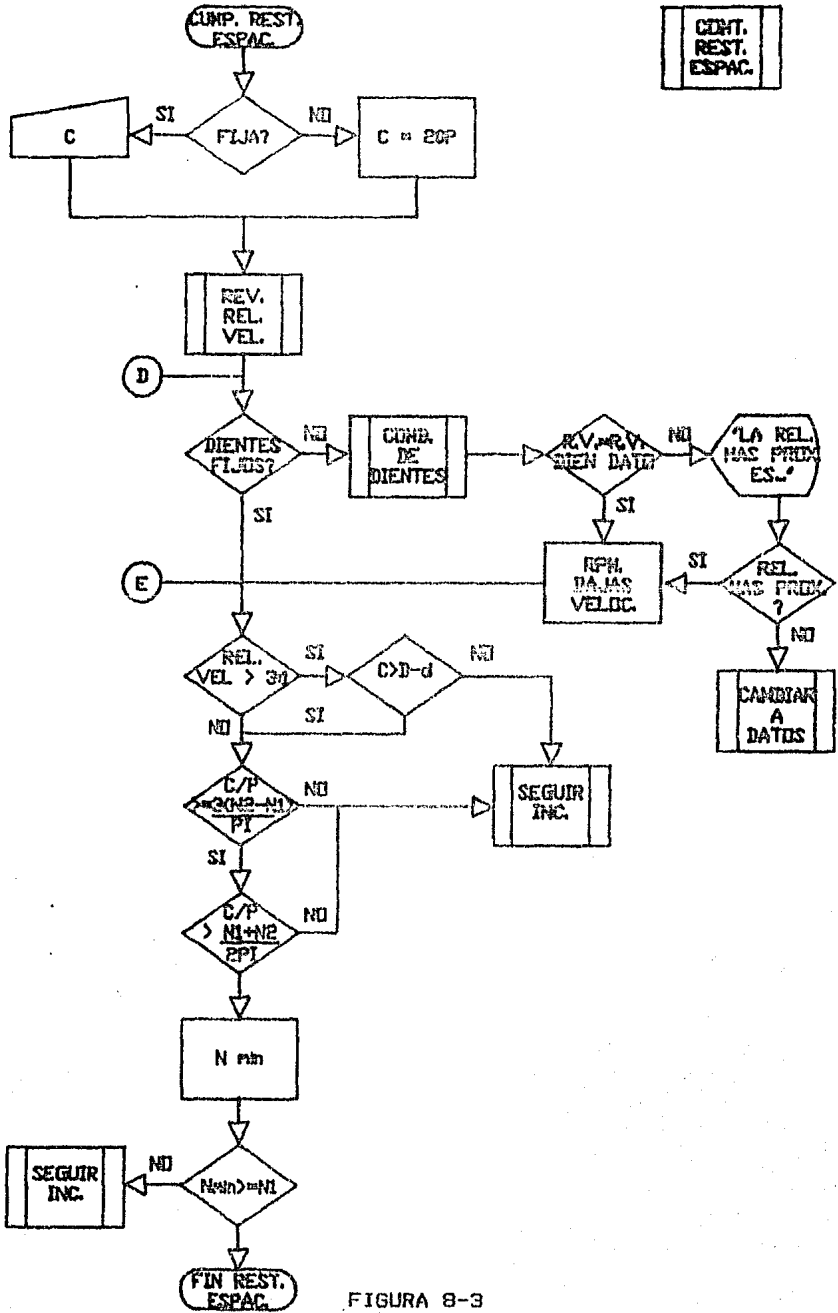


FIGURA 8-3

DIAGRAMA DE FLUJO SECUNDARIO # 2

|      |      |      |
|------|------|------|
| REV. | REL. | VEL. |
|------|------|------|

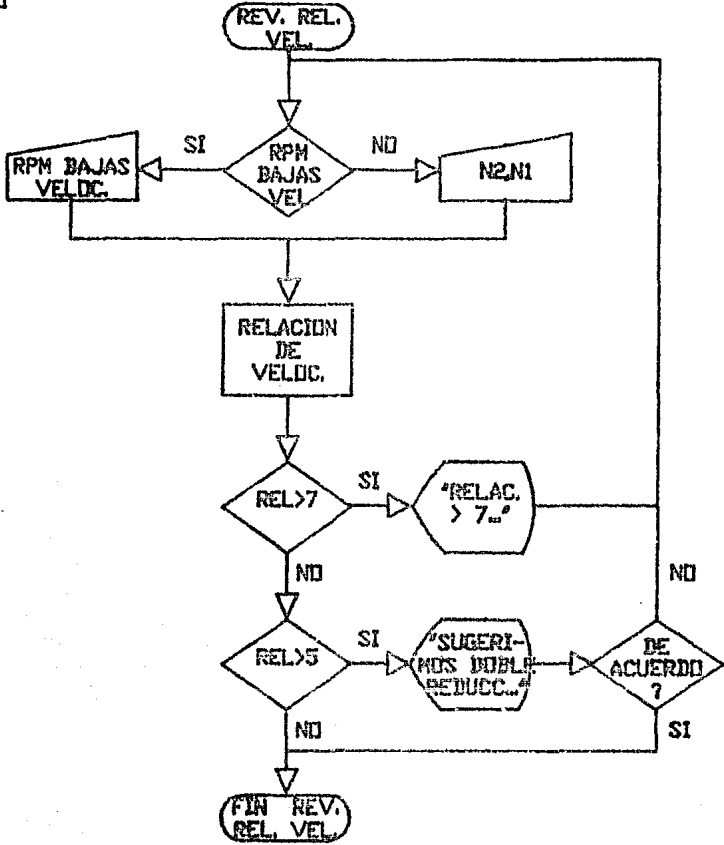


FIGURA 8-4

### 8.3.3.- EXPLICACION DE LOS DIAGRAMAS DE FLUJO SECUNDARIOS

El diagrama de restricciones espaciales se presenta en la Figura 8-3. En esta parte se determina la distancia entre centros en la cual existen dos posibilidades, el ser fija o no estar determinada, dependiendo de los requerimientos del espacio en la máquina; si no es determinada, se toma un valor para aplicaciones promedio de veinte a cincuenta pasos y si existieran cargas pulsátiles un valor deseable sería el de veinte pasos.

El paso siguiente sería la revisión de la relación de velocidades, que se obtiene con los datos existentes: la existencia de las bajas revoluciones por minuto o bien los números de dientes en las dos catarinas. Tomando estos datos como referencia se calcula la relación de velocidades que se necesita, verificándose que ésta no sea mayor de siete, además, si es mayor a cinco se sugiere el uso de la doble reducción.

Existe la posibilidad de tener los dientes fijos en las catarinas. De ser este el caso, simplemente se calculan las bajas revoluciones por minuto para esta relación. De lo contrario, al no ser los dientes de las catarinas fijos, se procede a buscar la(s) combinación(es) de dientes comerciales que den la relación de velocidad buscada; en caso de no encontrarse una relación igual, se busca la más próxima y se le indica al diseñador, dejando a su consideración si se continúa o se cambia algún parámetro de la relación de velocidades.

Si la relación de velocidades es mayor a tres, la distancia entre centros tiene que ser mayor que la diferencia de los diámetros exteriores de las catarinas. Un ángulo de contacto mayor o igual a 120 grados tiene que cumplirse siempre y relacionándolo con el paso de la cadena y los números de dientes quedando:

$$\theta_1 = 120 \text{ grados} = 2/3 \text{ PI [rad]}$$

$$\theta_1 = \text{PI} - P * (N_2 - N_1) / (\text{PI} * C)$$

sustituyendo y despejando tenemos que:

$$C/P = \frac{\text{PI} - \theta_1}{2} * (N_2 - N_1) / \text{PI}$$

donde C/P es la distancia entre centros en número de pasos. De la misma manera, la relación  $C > (D_1 + D_2) / 2$  siempre debe cumplirse quedando con respecto al número de dientes y pasos de cadena:  $C/P > (N_1 + N_2) / 2 * \text{PI}$ . En caso de no cumplirse alguna de estas condiciones se sigue incrementando.

A continuación se calcula el mínimo número de dientes que puedan usarse con un determinado diámetro de flecha y paso de cadena determinado, en caso de no cumplirse con el paso de cadena actual, se incrementa éste al número siguiente.

La Figura 8-4 se refiere a la revisión de la relación de velocidades, en la cual para poder obtener la relación es necesario contar con el dato de las revoluciones por minuto de baja velocidad o bien, con los números de dientes de las

DIAGRAMA DE FLUJO SECUNDARIO # 3

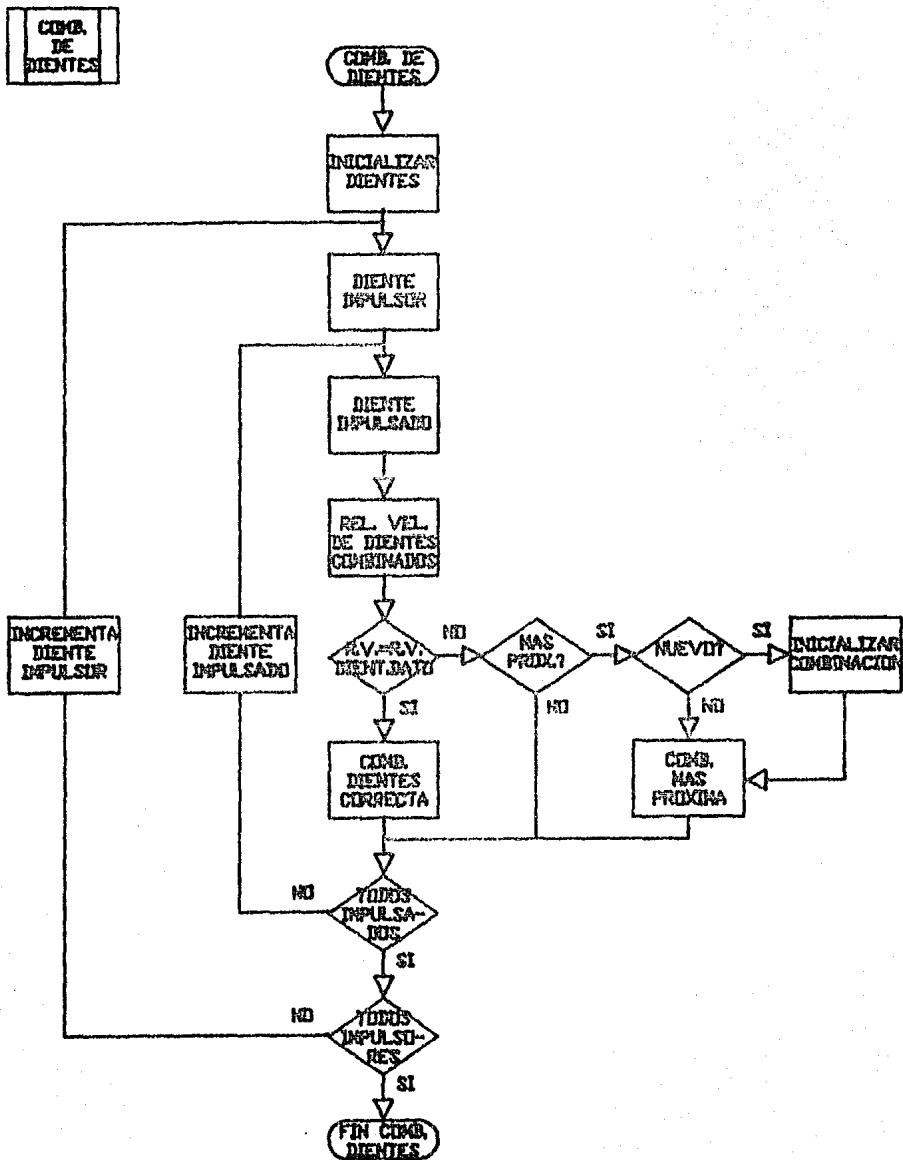


FIGURA 8-5

DIAGRAMA DE FLUJO SECUNDARIO # 4

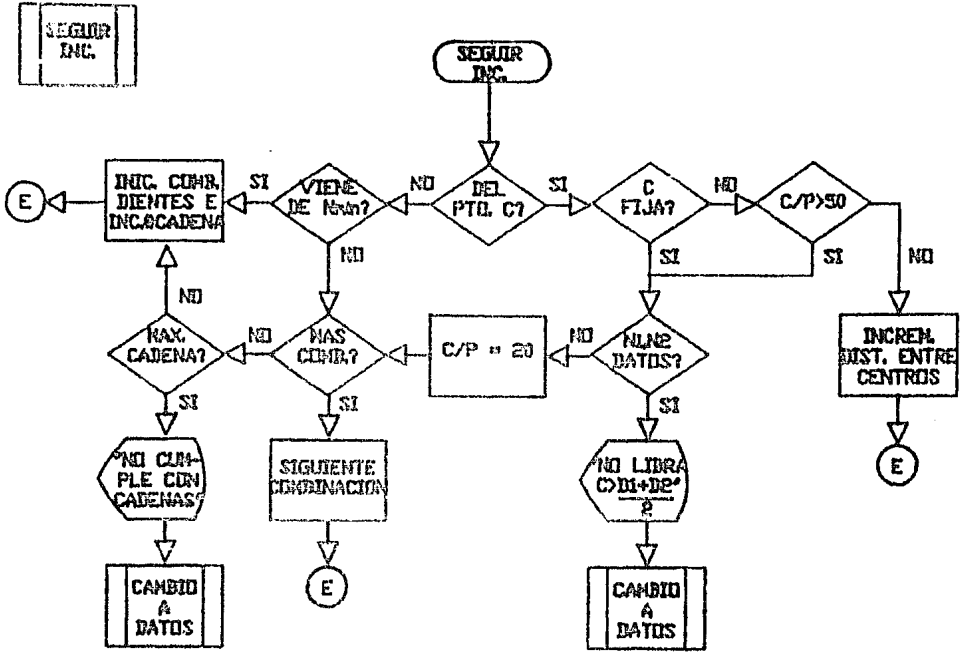


FIGURA 8-6

DIAGRAMA DE FLUJO SECUNDARIO # 5

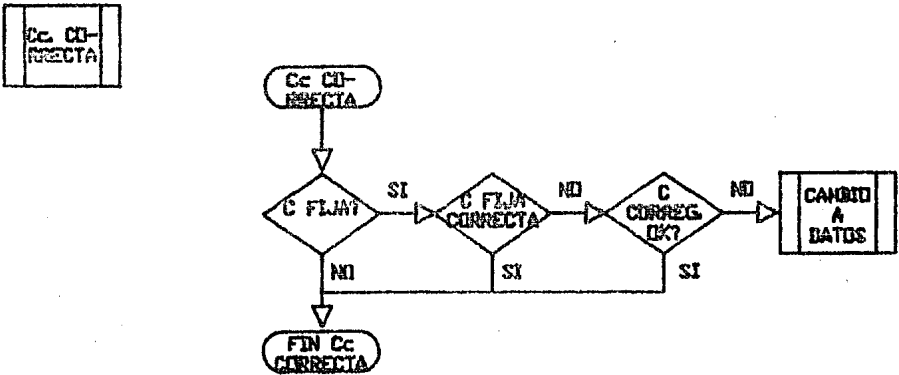


FIGURA 8-7

catarinas. Después se calcula la relación de velocidades, verificando si la relación es mayor a siete, en cuyo caso se repite la subrutina; si es mayor a cinco se sugiere una doble reducción, dando la opción al usuario en continuar o repetir la entrada de datos.

Respecto a la Figura 8-5, la combinación de dientes, simplemente considera todos los dientes impulsores y los impulsados obteniéndose su relación de velocidades y comparándola con la obtenida anteriormente. En caso de no encontrarse la misma relación, se obtiene la más próxima junto con sus respectivas combinaciones de dientes.

La Figura 8-6 se refiere al método utilizado para los incrementos. Al provenir del punto C, en caso de ser indeterminada la distancia entre centros, incrementándose hasta cincuenta pasos. De no cumplirse las condiciones se continúa incrementando con las combinaciones de dientes y si pudiera ser que al no cumplirse las condiciones, la distancia entre centros y el número de dientes fueran fijos, no quedando otra opción que cambiar los datos. Si no proviniera del punto C, queda la posibilidad de originarse del cálculo de  $N_{min}$ , que de ser así, incrementaría el número de la cadena, de lo contrario, primero aumentará las combinaciones de los números de dientes y al agotarse éstas incrementa el número de la cadena. Al agotarse los números de las cadenas, se advierte la situación dirigiéndose al cambio de datos.

En la Figura 8-7, de ser una distancia entre centros fija y diferir de la distancia entre centros corregida se notifica al usuario dejando a su criterio el continuar o cambiar de datos.

## 9.- RESULTADOS

### 9.1.- SELECCION DE BANDAS

Los calculos de la selección de bandas se basaron en la norma ASA B55.1-1961 ("Specifications of Multiple V-Belt Drives"). Esta es la norma con la cual se rigen la mayoría de los fabricantes de bandas.

La información que se obtuvo a partir de gráficas, es lo bastante aproximada debido a que en su mayoría se trataba de rectas logarítmicas. Podría existir error de apreciación debido al tamaño de las gráficas, sin embargo no sería determinante.

Se estudiaron todas las diferentes posibilidades para la selección de bandas y finalmente se obtuvo una información básica, sin la cual no es posible seleccionar una banda:

- a) Las RPM altas.
- b) Los HP a transmitir
- c) La presencia de un motor eléctrico
- d) Determinar un factor de servicio
- e) Obtener la relación de velocidades
  - RPM bajas
  - Fijar una o dos poleas

Se diseñó un programa flexible, en el cual se pueden cambiar fácilmente los parámetros de diseño y obtener resultados inmediatos; inclusive es posible superar los filtros y advertencias impuestos para lograr resultados en aplicaciones que no cumplan con las restricciones.

Se dividió la pantalla de la computadora en la sección de información básica y la de resultados, además de poderse desplegar la tabla de factores de servicio. Como ejemplo ver la Figura 9-1:

## BANDAS

### DATOS

- 1) No Existe Motor Electrico
- 2) RPM altas <100-5000>:2000
- 3) HP a transmitir <1-700>:3
- 4) Factor de Seguridad:1.0

- 5) Unidades en MILIMETROS:
- 6) Precision NORMAL en los calculos
- 7) SON POLEAS MAXIMAS

### RESULTADOS

8) HP diseño: 3.00  
9) Sección: A  
10) Numero de bandas: 2  
D1: 102.00 MM D2: 306.00 MM  
Rel. vel.: 3.00 RPM baja vel: 666.67  
Velocidad Lineal: 10.68 M/S  
Factor G: 0.91 Ang. cont.: 144.3 grad.  
Tipo de Banda: A- S1  
Dist. % centros: 327.40 MM

T1: 29.53 Kg T2: 8.15 Kg  
Tb1: 24.80 Kg Tb2: 8.27 Kg  
Tc: 1.13 Kg Ts: 9.59 Kg  
Fza. rec. +: 1.10 -: 0.80 Kg  
Traccion resultante: 36.08 Kg  
Max. fza. ambas poleas: 158986312.5  
Vida probable: 5492.8 # horas  
Frec.: a): 60.72 b): 33.40 Hz  
Tol. inst.: 308.35 mant.: 365.50 MM

IMPRESION DE RESULTADOS? S/N



FIGURA 9-1

Para tener un mejor criterio en la selección de las bandas, es posible modificar el número de bandas y la sección transversal. Con esto se puede obtener diferente geometría, tensiones, vida y frecuencia natural de estas.

Es importante también aclarar que puede variarse el rango de precisión en la relación de velocidades de uno a tres decimales, con lo cual se tiene gran versatilidad.

Es posible la impresión de resultados en papel en cualquier parte del programa, ya sea reproduciendo la información en la pantalla como en la figura anterior o bien en el formato presentado en la Figura 9-2. Todo esto con la intención de lograr información de resultados en los diferentes pasos sin necesidad de utilizar papel y lápiz.



## 9.2.- SELECCION DE CADENAS

La norma que se utilizó como base fué la ANSI B29.1-1975 ("Transmission Roller Chains and Sprocket Teeth") con la que se rigen la mayoría de los fabricantes.

La información se obtuvo en su mayoría de las tablas; no fué posible obtener fórmulas para reproducirlas en su totalidad por lo cual algunas de las fórmulas se obtuvieron empíricamente ya que su comportamiento es mas bien discreto. Aunque estas fórmulas son complejas debido a la presencia de varios exponentes (punto B.3.1), el hecho es que reproducen la información obtenida en tablas, pero los puntos intermedios pueden desviarse ligeramente.

Se utilizó la misma filosofía que en la selección de bandas en lo que respecta a la obtención de la información básica, que en este caso fué:

- a) Las RPM altas
- b) HP a transmitir
- c) Tipo de cadenas: sencilla, doble, etc.
- d) Diámetro de la flecha en la catarina menor
- e) Factor de Servicio
- f) Relación de velocidades

Se trata de un programa flexible, en el cual se pueden cambiar fácilmente los parámetros y la pantalla se dividió en la información básica y los resultados, así como una sección para el menú de opciones y la tabla del factor de servicio. Como ejemplo de su distribución, ver la Figura 9-3.



### SELECCION DE CADENAS

#### DATOS

1) HP trans. <0.01-2,000>:5  
 2) Cadena: sencilla  
 3) D. flecha <0.4375-275> PLG: .8  
 4) Factor de Servicio <1-5>:1  
 5) RPM alta vel. <1-10000>:1000  
 6) dientes chicos:30 grandes: 80  
 7) DIST.% CENTROS NO FIJA...

#### RESULTADOS

8) HP Dise&o: 5.00  
 9) Rel. vel.: 2.67  
 10) # Cadena: 41  
**DIENTES FIJOS...**  
 Dist.%centros: 9.13 PLG  
 Long en # pasos: 95.00  
 Lubricacion:II <por goteo>  
 Vel. Lineal: 381.00 MPH %Varr±0.006  
 RPM bajas: 0.00 +0.001% -0.006%

#### MENU

- 1.- Cambio a datos
  - 2.- Iniciar
  - 3.- Rest. Esp. + Calculos
  - 4.- Libra Esp. + Calculos
  - 5.- Solo Calculos
  - 6.- Terminar Programa
- Seleccione la direccion

DISE&O OK...ALGUN CAMBIO A DIRECCION? S/N



FIGURA 9-3

En lo que difiere con relación a la selección de bandas, es la posibilidad de cambiar el número de la cadena, la relación de velocidades y el número de dientes en las catarinas. Al seleccionar una cadena, no se puede definir su número en forma automática, el programa se realiza por pasos, incrementándose el número de la cadena hasta llegar a la solución idónea.

Es también posible obtener resultados en cualquier parte del proceso, ya sea reproduciendo la información en la pantalla como en la figura anterior, o bien en el formato de papel de la Figura 9-4.

## RESULTADOS DE LA SELECCION DE CADENAS

### DATOS

H.P. a transmitir: 5.00  
Tipo de Cadena: SENCILLA  
Diámetro de la Flecha: 0.80 PLB  
Factor de Servicio: 1.00  
RPM de alta velocidad: 1000  
Dientes de Catarina Chica: 30  
Dientes de Catarina Grande: 80  
LA DISTANCIA NO FUE FIJADA...

### RESULTADOS

H.P. de diseño: 5.00  
Relacion de velocidades: 2.67  
Numero de cadena: 41  
LOS DIENTES SE FIJARON...  
Distancia entre centros: 9.13  
Longitud de la cadena en numero de pasos: 95.00  
Tipo de Lubricacion: II <per goteo>  
Velocidad Lineal: 381.00 MPM  
% Variacion Lineal: 0.006  
RPM de baja velocidad: 0.00 + 0.001%, - 0.006%

>>>> TERMINA RESULTADOS EN SELECCION DE CADENAS <<<<<

FIGURA 9-4

## 10. - CONCLUSIONES

Amplio y variado fué el aprendizaje obtenido en este trabajo. En lo que respecta a la obtención de información para los objetivos de este estudio, no fué sencillo debido a que gran parte de la información sólo es confiable con fórmulas empíricas obtenidas en compañías que fabrican los productos, los cuales no siempre están dispuestos a facilitarlas. En software existe mucho material que puede ayudar al desarrollo de aplicaciones que si se llevaran al cabo en forma particular sería muy tardado y difícil, pero existen otras dificultades: su alto costo o en caso contrario el poder conseguirlos con su manual de operación; como ejemplo tenemos la versión ADE-3 de AUTOCAD cuyo costo es de aproximadamente dos mil quinientos dólares. Referente a la simulación, no es tan sencillo el poderla llevar al cabo aún teniendo el software que facilitaría grandemente esta tarea.

El objetivo original implicaba invertir demasiado tiempo e ir a lo general no implicaba perder capacidad en poder diseñar un programa a un nivel más particular, por lo tanto, no tenía caso dedicarle tanto tiempo a desarrollar un programa particular en un trabajo de tesis sino lo importante era sentar bases sólidas que permitieran en un futuro desarrollarlos con mayores recursos económicos, de información, de personal y de cómputo.

A lo largo del presente trabajo se pudo apreciar la potencialidad, versatilidad e importancia de las Computadoras Personales, se distinguieron las ventajas que nos proporciona el manejo de la información gráfica para poderla utilizar tanto en procesos de cálculo y análisis para ayuda visual; las cualidades más importantes son las de corregir, poder repetir el proceso casi inmediatamente y su reproducción a papel. Para su uso en el cálculo, análisis y diseño se pudo apreciar una velocidad sorprendente que la convierte en un implemento de rápida consulta y confiable respuesta. Es un hecho que el desarrollo de aplicaciones para uso informático es un proceso que toma tiempo, pero una vez obtenida la versión final su uso es rápido y confiable.

Es importante el empleo de estándares para la simplificación y generalización de un trabajo. Para el dibujo de figuras geométricas, las proporciones están bajo normas y por lo tanto cumplen con los estándares. La selección de bandas y cadenas fué muy útil tanto para realizar un proceso automatizado como para dar un resultado confiable que sea independiente de marcas y fabricantes.

Se estableció un método con el cual se planteó, en procesos pequeños y lógicos, un problema de diseño como es la selección de bandas y cadenas, determinándose una serie de información básica y otra suplementaria que ayuda a resolver el problema. Este concepto puede aplicarse a diversas partes del diseño y cálculo de elementos de máquinas con la finalidad de poder llegar a procesos que sean fáciles de comprender y reproducir ya sea de manera manual o programada, con lo cual se podrían sentar bases para el desarrollo de sistemas de diseño que faciliten nuestra

labor.

En la parte referente a la programación, se concluyó:

-La programación estructurada fué de gran ayuda, el número de líneas de programación bastante amplio (como pueda observarse en el apéndice) y sin la facilidad de poder probar los módulos independientemente, sería bastante más complicado y propenso a errores.

-Es importante el obtener datos confiables para los programas, por eso se realizaron procesos de captura de datos que estuviesen libres de error y con procedimientos lógicos. Como ejemplo, si uno desea cambiar de tipo de cadena sencilla a una triple, el rango de número de cadena cambia y esto debe ser considerado.

-El uso de colores y ventanas proveen una manera lógica y fácil de visualizar datos y resultados, así como el detectar errores.

-El tiempo para planeación y desarrollo de programas y aplicaciones es difícil de determinar.

Al comparar sistemas DAC en macrocomputadoras con el utilizado para la Computadora Personal, es impresionante la capacidad y sofisticación que se tiene llegando incluso a algunas opciones más útiles y complejas.

Lo desarrollado para el sistema DAC en Computadoras Personales es de gran aplicación debido a que este sistema puede comportarse como una herramienta de uso general o dedicarla a un uso específico, con lo cual puede aumentarse su potencialidad.

Los programas para selección de bandas y cadenas de manera computarizada son muy útiles ya que elimina el tener manuales, catálogos de diferentes fabricantes y perder mucho tiempo en cálculos repetitivos; nos proporciona una información libre de errores junto con la solución más económica posible ya que minimiza costos en la selección de bandas y cadenas que cumplan con las restricciones impuestas. Además el programa se encuentra en un medio de información compacto y que puede unirse a diferentes sistemas de diseño, haciéndolo una herramienta de fácil y rápido uso.

## 11.- APENDICE

### 11.1.- LISTADO DE MENU Y FIGURAS DE USO MECANICO

#### MENU DE FIGURAS MECANICAS

```
***SCREEN
[ MENU ]
[MECANICO]

[CARGA ]LOAD MEC

[CUERDAS ]$S=CUERDAS

[TORNILLO]$S=TORNILLOS

[TOLERANC]$S=TOLERANCIAS

[DEMO ]$S=DEMO

[STD MENU]MENU ACAD
**CUERDAS
[CUERDAS ]

[CUADRADA]SHAPE CUADRADA
[ACME ]SHAPE ACME
[SINFIN ]SHAPE SINFIN
[PUNTIAGO]SHAPE PUNTIAGUDA
[AMERICAN]SHAPE AMERICANA
[ESTRIEO ]SHAPE TRINQUETE
[REDONDA ]SHAPE KNUCKLE

[#Hil|oHOR]ARRAY L R 1
[#Hil|oVER]ARRAY L R \1
[PRINC... ]$S=SCREEN

**TORNILLOS
[TORNILLOS]
[HEX SUP ]SHAPE HEXAGOND
[HEX NORM]SHAPE HEXSUP
[HexHeavy]SHAPE HEXSUPH
[CUAD SUP]SHAPE CUADRADO
[CQuadNorm]SHAPE CUADSUP
[CQuadHevy]SHAPE CUADSUPH
[RedonSup]SHAPE REDONDSUP
[RedonLat]SHAPE REDONDA
```

```

EPlanaSup]SHAPE PLANASUP
EPlanaLat]SHAPE PLANA
EGOTA SUP]SHAPE FILLISUP
EGOTA LAT]SHAPE FILLISTER
EAllenSup]SHAPE SOCKET
EAllenLat]SHAPE SOCKSUP
[PRINC... ]$S=SCREEN
**TOLERANCIAS
[ TOLERANC ]
EPLANEID.]SHAPE PLANEIDAD
EDERECHO ]SHAPE DERECHO
EREDONDEZ]SHAPE REDONDEZ
ECILINDR.]SHAPE CILIND
E PERF LIN]SHAPE PERFLIN
E PERF.SUP]SHAPE PERFSUP
EPARALEL]SHAPE PARALEL
E PERPEND.]SHAPE PERPEND
EANGULAR.]SHAPE ANGUL
ERUN OUT ]SHAPE RUNOUT
EVERD.POS]SHAPE TPOS
ECONCENTR]SHAPE CONCEN
ESIMETRIA]SHAPE SIMETR
[PRINC... ]$S=SCREEN
**DEMO
[ DEMO ]

[CUERDAS ]$S=DEMO_CUERDAS

[TORNILLO]$S=DEMO_TORNILLO

[ TOLER. ]$S=DEMO_TOLERANCIA

[PRINC... ]$S=SCREEN
**DEMO_CUERDAS
[ DEMO ]
[ CUERDAS]

[ TIPOS ]VSLIDE CUERDA_0

[PROP. #1]VSLIDE CUERDA_1
[PROP. #2]VSLIDE CUERDA_2
[UTIL. #1]VSLIDE CUERDA_3
[UTIL. #2]VSLIDE CUERDA_4
[UTIL. #3]VSLIDE CUERDA_5

[EJ. USO ]VSLIDE CUERDA_6

[PRINC... ]$S=SCREEN

```



```

**DEMO_TORNILLO
[ DEMO ]
[TORNILLO]

[ TIPOS ]VSLIDE TOR_0

[PROP. #1]VSLIDE TOR_1
[PROP. #2]VSLIDE TOR_2
[PROP. #3]VSLIDE TOR_3
[PROP. #4]VSLIDE TOR_4

[ EJ. USO ]VSLIDE CUERDA_6

```

```

[PRINC... ]#S=SCREEN
**DEMO_TOLERANCIA
[ DEMO ]
[TOLERANC]

```

```

[ TIPOS ]VSLIDE TOLER_0

[ EJ. USO ]VSLIDE TOLER_1
[ CLOSE UP ]VSLIDE TOLER_2

```

```

[PRINC... ]#S=SCREEN

```

### FIGURAS MECANICAS

```

*150,7, CUADRADA
3,4,020,020,020,024,0
*152,11, ACME
3,16,060,8,(2,-8),060,8,(2,8),0
*154,11, SINFIN
3,6,020,8,(1,-4),020,8,(1,4),0
*156,5, PUNTIAGUDA
3,9,070,093,0
*158,7, AMERICANA
3,10,010,080,010,083,0
*160,7, TRINQUETE
3,6,010,04E,010,044,0
*162,9, KNUCKLE
3,4,10,(1,-044),10,(1,044),0
*163,56, HEXSUPH
3,48,9,(-42,0),(84,0),(0,36),(0,0),11,(85,171,0,21,012)
9,(0,-35),(0,35),(0,0),11,(85,171,0,42,012),9,(0,-35)
(0,35),(0,0),11,(85,171,0,21,012),9,(0,-35),(0,35),(0,0)
081,8,(62,0),08F,0
*164,28, HEXAGONO

```

3,48,2,0FC,0FC,06C,1,10,(36,060),0A0,0E0,9,(21,34),(21,34)  
 (-42,0),(-21,-36),(21,-36),(21,0),(0,0),0  
 \*165,56,HEXSUP  
 3,48,9,(-42,0),(84,0),(0,27),(0,0),11,(85,171,0,21,012)  
 9,(0,-26),(0,26),(0,0),11,(85,171,0,42,012),9,(0,-26)  
 (0,26),(0,0),11,(85,171,0,21,012),9,(0,-26),(0,26),(0,0)  
 0B1,3,(62,0),0BF,0  
 \*166,20,CUADRADO  
 3,16,2,0C0,1,10,(12,000),2,050,1,0CA,05A,0C6,056,0C2,052,0CE,05E,0  
 \*167,43,CUADSUP  
 3,48,9,(-51,0),(102,0),(0,26),(0,0),11,(85,171,0,51,012)  
 9,(0,-25),(0,25),(0,0),11,(85,171,0,51,012),9,(0,-25)  
 (0,25),(0,0),0D1,8,(75,0),0DF,0  
 \*168,20,REDONDA  
 3,8,07B,0E0,11,(40,209,0,7,002),04C,02B,044,11,(40,209,0,7,022),0  
 \*169,37,REDONDSUP  
 3,64,2,0E0,0E0,0E0,1,10,(56,000),2,0E8,0E8,0E8,0E8,06E,1  
 0E2,0E2,0B2,0EA,0EA,0EA,0EA,0BA,0BA,2,0C6,1,0E2,0E2,0E2,0E2  
 0B2,0B2,0  
 \*170,16,PLANA  
 3,8,040,8,(4,4),07B,02C,02B,024,07B,8,(4,-4),040,0  
 \*171,28,PLANASUP  
 3,32,2,0F0,0F0,020,1,10,(32,000),2,0FB,0FB,02B,03E,1,0F2,072,0FA,0FA  
 0EA,2,066,1,0F2,0F2,0E2,0  
 \*172,27,FILLISTER  
 3,24,09B,09B,0F0,0F0,060,0B4,0B4,11,(110,216,0,4B,011),0BC,06B,0B4  
 11,(20,126,0,4B,021),0BC,09C,0  
 \*173,26,FILLSUP  
 3,32,2,0C0,0C0,1,10,(24,000),2,0CB,0CB,03E,1,0C2,042,0CA,0CA  
 0BA,2,066,1,0C2,0C2,0B2,0  
 \*174,33,SOCKET  
 3,32,2,0C0,1,9,(-6,10),(-12,0),(-6,-10),(6,-10),(12,0)  
 (6,10),(0,0),2,070,1,10,(19,000),2,050,1,10,(24,000),0  
 \*175,43,CUADSUPH  
 3,48,9,(-51,0),(102,0),(0,35),(0,0),11,(85,171,0,51,012)  
 9,(0,-34),(0,34),(0,0),11,(85,171,0,51,012),9,(0,-34)  
 (0,34),(0,0),0D1,8,(75,0),0DF,0  
 \*176,7,PLANEIDAD  
 3,10,0A0,063,0AB,06E,0  
 \*177,133,SOCKSUP  
 3,48,9,(-36,0),(72,0),(0,38),(0,0),0A5,05B,08B  
 06C,2,03C,1,06C,2,03C,1,06C,2,03C,1,06C,2,03C,1  
 06B,2,03B,034,1,064,2,034,1,064,2,034,1,064,2,034,1,064  
 090,09B,09B,09B  
 06C,2,03C,1,06C,2,03C,1,06C,2,03C,1,06C,2,03C,1  
 03B,2,06B,034,1,064,2,034,1,064,2,034,1,064,2,034,1,064  
 2,8,(0,-36),1,030,2,060,030,1,060,2,030,1,060,2,090,039,1,069  
 2,039,1,069,067,2,037,1,067,2,037,8,(0,36),1  
 9,(26,0),(-39,0),(0,0),0AB,8,(0,-3B),0  
 \*178,7,DERECHO  
 3,10,2,034,1,0A0,0  
 \*180,9,REDONDEZ  
 3,10,2,044,1,10,(4,040),0  
 \*182,23,CILIND  
 3,20,2,0B4,1,10,(8,040),2,01B,1,0AB,0A3,0A3,0BE

2,0F0,030,1,0A3,0A8,0AE,0  
 \*184,9,PERFLIN  
 3,10,11,(176,80,0,5,-044),0  
 \*186,11,PERFSUP  
 3,20,11,(176,80,0,10,-044),0F8,028,0  
 \*188,11,PARALEL  
 3,10,2,020,1,064,2,030,1,06C,0  
 \*190,6,PERPEND  
 3,10,080,048,064,0  
 \*192,6,ANGUL  
 3,10,080,088,082,0  
 \*194,12,RUNOUT  
 3,20,2,0F2,012,1,06E,036,061,0FA,01A,0  
 \*196,14,TPOS  
 3,10,2,040,1,084,04C,048,080,018,10,(3,000),0  
 \*198,15,CONCEN  
 3,10,2,044,1,10,(4,040),2,020,1,10,(2,040),0  
 \*200,18,SIMETR  
 3,10,2,020,014,1,060,2,020,014,1,0A8,2,020,014,1,060,0

## 11.2.- LISTADO DE MENU Y FIGURAS DE DIAGRAMAS DE FLUJO

### MENU DE DIAGRAMAS DE FLUJO

\*\*\*SCREEN

[ MENU ]

[D. FLUJO]

[ CARGA ]SHAPE FLUJO

[PROCESO ]SHAPE PROCESO

[ENT/SAL ]SHAPE ENTSAL

[DECISION]SHAPE DECISION

[TERMINAL]SHAPE TERMINAL

[CONECTOR]SHAPE CONECTOR

[ MANUAL ]SHAPE MANUAL

[C.PAGINA]SHAPE PAGE

[FLE.DER.]SHAPE FLEDER

[FLE.IZQ.]SHAPE FLEIZQ

[FLE.UP.]SHAPE FLEUP

[FLE.DWN.]SHAPE FLEDWN

[SUBRUTIN]SHAPE SUBRUTINA

[DOCUMENT]SHAPE DOCUMENTO

[DISPLAY ]SHAPE DISPLAY

### FIGURAS DE DIAGRAMAS DE FLUJO

\*130,8,PROCESO

3,12,060,08C,0C8,084,060,0

\*132,12,ENTSAL

3,12,050,8,(-2,-8),0A8,8,(2,8),050,0



```

program centroide;
{ $I GRAPH.P }
const
    num_de_puntos = 100;      { maximo num. de puntos del dibujo
                                si se necesitan mas cambiarlo }

type
    cad      = string [14];
    anystring = string [40];

var
    cadfile      : text;      { archivo de tipo texto ( carac. de control )
    cadreg       : cad;
    centroide,
    inercia      : array [0..1] of real;
    ptos_a_calcular,
    num_fig,
    num_ptos,
    fe_max       : integer;
    Xmax,Xmin,
    Ymax,Ymin,
    Rango_x,Rango_y,
    escala,
    x10,y20,
    Rango_maximo,
    area         : real;
    existe       : boolean;
    nombre_archivo : string [14];
    ch           : char;

procedure lee;
{ del archivo contenido en cadfile, vacia su contenido en el registro
  de cadreg }
begin
    readln(cadfile,cadreg);
end lee;

function enteros : integer;
{ convierte un string a entero, redondeandolo }
var
    Resulta,posicion,aux : integer ;
begin
    Posicion := Pos ('.',cadreg);
    val(copy(cadreg,1,posicion-1),aux,resulta);
    if copy(cadreg,posicion+1,1)'4' then
        enteros:=aux+1
    else
        enteros:=aux;
    end enteros ;

function reales : real;
{ convierte un string a real }
var
    resulta,posicion,I : integer;
    aux                 : real;

```

```

caracter      : char;
begin
  I:=0;
  repeat
    I:=I+1;
    caracter:=cadreg[I];
  until not (caracter in ['1','2','3','4','5','6','7','8','9','0','.','+', '-']);

  posicion:=I-1;
  val(copy(cadreg,1,posicion),aux,resulta);
  reales := aux;
end { reales } ;

```

```

procedure existe_archivo;
{ existencia del archivo a usar }
var
  uno : string [1] ;
begin
  repeat
    textcolor(10);
    window(1,23,38,25);
    gotoxy(1,1);
    write ('Archivo ( SIN EXTENSION ): ');
    ClrEol;
    read(kbd,ch);
    if Ucase(ch) in [#27] then
      begin
        Textmode;
        Halt;
      end;
    write(ch);
    readln(nombre_archivo);
    uno:=ch;
    nombre_archivo:= uno + nombre_archivo + '.dxf';
    assign (cadfile,nombre_archivo);
    {$I- } reset (cadfile); {$I+ }
    existe:= (IOresult = 0);
    if not existe then
      begin
        writeln('
                ');
        gotoXY(1,2);
        textcolor (12 + blink);
        writeln('no encuentro el archivo');
      end;
    until existe;
    textcolor(10);
  end {existe_archivo} ;

```

```

procedure msg(x,y:integer;s:anystring);
{ mensajes en la direccion X,Y }
begin
  gotoXY(x,y);
  write (s);
end {msg};

```

```

procedure notas_programa;
{ encabezado y consideraciones del programa }
begin
  msg(15,1,'CENTROIDE');
  msg(1,3,'Consideraciones del dibujo para');
  msg(1,4,'el uso del programa:');
  msg(3,7,'1) Debe estar creado en AUTOCAD');
  msg(3,8,' con el comando DXFOUT (nom. arch.)');
  msg(3,10,'2) Estar construido a base de lineas');
  msg(3,11,' RECTAS');
  msg(3,12,'3) Sus coordenadas POSITIVAS');
  msg(3,14,'4) Figuras cerradas');
  msg(3,16,'5) Trazado, si el sentido es:');
  msg(3,17,' HORARIO = AREAS POSITIVAS');
  msg(3,18,' ANTIHORARIO = AREAS NEGATIVAS');
  msg(30,20,'F.M.O. ');
  msg(30,21,'8/Abr/86');
  msg(1,25,'Si desea terminar (ESC)');
end { notas_programa };

procedure notas_error (s1,s2,s3 : Anystring );
{ despliega mensajes en caso de error }
begin
  ClrScr;
  GraphColorMode;
  TextMode(c40);
  msg(15,4,'CENTROIDE');
  msg(10,7,'Cuidado, su figura es');
  msg(10,9,'incorrecta debido a:');
  msg(10,12,s1);
  msg(15,14,s2);
  msg(5,16,s3);
  msg(1,25,'Para terminar presione cualquier tecla');
  repeat until Keypressed;
  Textmode;
  Halt;
end {notas-error} ;

procedure encabezado_resultados ( archivo_dibujo:cad;num_fig:integer);
{ archivo usado y num. de figuras cerradas completas}
var
  num_de_figuras : string [3];
begin
  msg(15,1,'CENTROIDE');
  msg(1,2,'ARCHIVO: '+ archivo_dibujo);
  Str(num_fig:3,num_de_figuras);
  msg(28,2,'# FIG.: '+ num_de_figuras);
end { encabezado_resultados };

procedure rangos(alto_ventana : real);
{ se obtiene la escala a que tiene que reproducirse el dibujo de
la ventana }
begin
  rango_x:=Xmax-Xmin;
  rango_y:=Ymax-Ymin;

```

```

if rango_x > rango_y then
    rango_maximo := rango_x
else
    rango_maximo := rango_y;
if rango_maximo > alto_ventana then
    escala := rango_maximo / alto_ventana
else
    escala := alto_ventana / rango_maximo;
end { rangos };

procedure marco;
{ dibuja un marco en la periferia de la ventana }
var
    i : integer;

begin
    GraphWindow ( 48,32,272,140 ); {224 x 108}
    Draw (0,0,0,108,2);
    Draw (0,108,224,108,2);
    Draw (224,108,224,0,2);
    Draw (224,0,0,0,2);
end { marco };

procedure tamaño_del_dibujo;
{ obtiene los valores máximos y mínimos del dibujo }
begin
    if x10 > Xmax then Xmax := x10;
    if x10 < Xmin then Xmin := x10;
    if y20 > Ymax then Ymax := y20;
    if y20 < Ymin then Ymin := y20;
end {tamaño_del_dibujo} ;

function a_escalax (alto_ventana,x_centro_ventana,variable:real)
    : integer;
{ devuelve un valor entero en X que esta a escala con respecto a
la ventana }
var
    aux : real;

begin
    if Rango_maximo > alto_ventana then
        aux := x_centro_ventana - (Xmin - variable +
            (rango_x / 2))/ escala
    else
        aux := x_centro_ventana - (Xmin - variable +
            (rango_x / 2)) * escala;
    a_escalax := round ( aux );
end { a_escalax };

function a_escalay (alto_ventana,y_centro_ventana,variable:real)
    : integer;
{ devuelve un valor entero en Y que se encuentra a escala con
respecto a la ventana }
var
    aux : real;

```



```

begin
  if Rango_maximo > alto_ventana then
    aux := y_centro_ventana + (Ymin - variable +
      (rango_y / 2)) / escala
  else
    aux := y_centro_ventana + (Ymin - variable +
      (rango_y / 2)) * escala;
    a_escalay := round (aux);
  end ( a_escalay );

procedure dibuja_resultado (x1,y1,x2,y2 : real);
{ dibuja la figura en una ventana de 140 x 224 }
var
  xe1,ye1,xe2,ye2 : integer;
begin
  graphwindow (48,32,272,140); { 224 x 108 }
  xe1:=a_escalax (108,224 / 2, x1);
  xe2:=a_escalax (108,224 / 2, x2);
  ye1:=a_escalay (108,108 / 2, y1);
  ye2:=a_escalay (108,108 / 2, y2);
  draw ( xe1,ye1,xe2,ye2,3);
end ( dibuja_resultado );

procedure dibuja_centroide;
{dibuja el punto donde se encuentra el centroide }
var
  x1,y1 : integer;
begin
  graphwindow(48,32,272,140); { 224 x 108 }
  x1:=a_escalax (108,224 / 2,centroide[0]);
  y1:=a_escalay (108,108 / 2,centroide[1]);
  circle (x1,y1,4,3);
  draw (x1-3,y1,x1+3,y1,3);
  draw (x1,y1-3,x1,y1+3,3);
  FillShape(x1+1,y1-1,3,3);
  FillShape(x1-1,y1+1,3,3);
end ( dibuja_centroide );
procedure fin_pag_resultados;
{ resultados del area, centroide, momento de inercia }
var
  valor: string [10];
begin
  str (area:10:4,valor);
  msg(1,20,'AREA = '+valor);
  str(centroide[0]:10:4,valor);
  msg(1,22,'Cx = '+valor);
  str(centroide[1]:10:4,valor);
  msg(1,23,'Cy = '+valor);
  str(inercia[0]:10:4,valor);
  msg(20,22,'Ix = '+valor);
  str(inercia[1]:10:4,valor);
  msg(20,23,'Iy = '+valor);
end ( fin_pag_resultados );

```



```

procedure revisa_dibujo;
{ revisa la existencia de lineas rectas, coord. positivas
  y limites del dibujo }
begin
  rango_maximo:=0.0;
  rango_y:=0.0;
  rango_x:=0.0;
  escala:=0.0;
  x10:=0.0;
  y20:=0.0;
  fa_max:=0;
  Xmax:=0.0;           { inicializando los valores maximos}
  Xmin:=999999999.7;  { y minimos }
  Ymax:=0.0;
  Ymin:=999999999.7;
  num_ptos:=1;
  while not EOF ( cadfile ) do
    begin
      lee;
      if copy(cadreg,1,8)='ENTITIES' then
        begin
          repeat
            lee;
            if copy(cadreg,2,2)='10' then
              begin
                lee;
                x10 := reales;
                lee;
                lee;
                y20 := reales;
                if (x10 < 0.0) or (y20 < 0.0) then
                  notas_error ('existen coordenadas',
                                'negativas', ' haga un move a su dibujo')
                else
                  tamaño_del_dibujo; { limites del dibujo }
              end;
            if copy(cadreg,1,3)=' 0' then
              begin
                lee;
                if (copy(cadreg,1,4) <> 'LINE') then
                  if (copy(cadreg,1,6) <> 'ENDSEC') then
                    notas_error('no todas sus lineas', 'son rectas',
                                  ' ');
                  else else
                    num_ptos:=num_ptos+1;
                  end;
                until (copy(cadreg,1,6)='ENDSEC');
              end { if entities };
            end { while not };
          end {revisa_dibujo};
        end;
      end;
    end;
  end;

```

```

procedure calcula;
{ dibuja, calcula el area, centroide, etc }
var
  x1,x2,y1,y2      : real;

```

```

I,resulta          : integer;
x,y,In1,In2,x0,y0,A : array [0..num_de_puntos] of real;
forma,inicia      : boolean;
punto_inicial,
primer_punto,
punto_final, punto : array [ 0..1 ] of real;

procedure forma_y_puntos;
{ obtiene el numero de figuras cerradas, asigna los valores
  a los puntos de X,Y en el orden debido, revisa si las figuras
  estan cerradas y dibuja la figura en la ventana }
begin
  num_fig:=0;
  inicia:=true;
  forma:=true;
  I:=0;
  Reset (cadfile);
  while not EOF(cadfile) do
  begin
    lee;
    if copy(cadreg,1,8)='ENTITIES' then
      begin
        lee;
        lee;
        repeat
          lee;lee;lee;lee;
          if inicia then primer_punto[0]:=reales;
          if forma then punto_inicial[0]:=reales;
          punto[0]:=reales;
          x1:=reales;
          x[1]:=punto[0];
          lee;
          lee;
          if inicia then
            begin
              inicia:=false;
              primer_punto[1]:=reales;
            end;
          if forma then
            begin
              punto_inicial[1]:=reales;
              forma:=false;
            end;
          punto[1]:=reales;
          y1:=reales;
          y[1]:=punto[1];
          lee;
          lee;
          punto_final[0]:=reales;
          x2:=reales;
          lee;
          lee;
          punto_final[1]:=reales;
          y2:=reales;
          dibuja_resultado(x1,y1,x2,y2);
        until eof(cadfile);
      end;
  end;
end;

```

```

if (punto_inicial[0]=punto_final[0]) and
(punto_inicial[1]=punto_final[1]) then
begin
  num_fig:=num_fig+1;
  forma:=true;
  if (punto_inicial[0]=primer_punto[0]) and
  (punto_inicial[1]=primer_punto[1]) then
  begin
    I:=I+1;
    x[I]:=primer_punto[0];
    y[I]:=primer_punto[1];
  end
  else
  begin
    I:=I+1;
    x[I]:=punto_inicial[0];
    y[I]:=punto_inicial[1];
    I:=I+1;
    x[I]:=primer_punto[0];
    y[I]:=primer_punto[1];
  end;
end;
lee;
lee;
I:=I+1;
until copy(cadreg,1,6)='ENDSEC';
end { if entities };
end { while not };
ptos_a_calcular:=I-1;
if not forma then notas_error('No cerro su figura','reviselo',
' ');
end { forma_y_puntos };

```

```

procedure sumatoria;
{ calcula el valor del area, centroide y momento de inercia }

```

```

var
  h,b,a1,a2,c1,c2,x1,x2,y1,y2 : real;
  I,I1 : integer;
  compara : string [7];

```

```

begin
  c1:=0;
  c2:=0;
  area:=0;
  inercia[0]:=0.0;
  inercia[1]:=0.0;
  for I := 0 to ptos_a_calcular - 1 do
  begin
    I1:=I+1;
    h:=y[I1]-y[I];
    b:=x[I1]-x[I];
    x1:=x[I1]+2*b/3;
    y1:=y[I]+h/3;
    x2:=x[I]+b/2;
    y2:=y[I]+h/2;
    a1:=b*h/2;

```

```

a2:=2*y2*b;
a[I]:=a1+a2;
str(abs(a[I]):6:5,compara);
if (compara (> '0.00000' ) then
  begin
    x0[I]:=(x1*a1+x2*a2)/a[I];
    y0[I]:=(y1*a1+y2*a2)/a[I];
    In1[I]:=b*h*h*h/36+a1*(y1-y0[I])*(y1-y0[I])+
      b*y[I]*y[I]*y[I]/12+a2*(y2-y0[I])*(y2-y0[I]);
    In2[I]:=h*b*b*b/36+a1*(x1-x0[I])*(x1-x0[I])+
      y[I]*b*b*b/12+a2*(x2-x0[I])*(x2-x0[I]);
  end
else
  begin
    x0[I]:=0.0;
    y0[I]:=0.0;
    In1[I]:=0.0;
    In2[I]:=0.0;
  end;
c1:=c1+a[I]*x0[I];
c2:=c2+a[I]*y0[I];
area:=area+a[I];
end ( for I );
centroide[0]:=c1/area;
centroide[1]:=c2/area;
for I:= 0 to pto_a_calcular - 1 do
  begin
    inercia[0]:=inercia[0]+a[I]*(y0[I]-centroide[1])
      *(y0[I]-centroide[1])+In1[I];
    inercia[1]:=inercia[1]+a[I]*(x0[I]-centroide[0])
      *(x0[I]-centroide[0])+In2[I];
  end ( for I );
end ( sumatoria );

```

```
begin ( calcula )
```

```

rangos (100);
marco;
forma_y_puntos;
Window(1,1,80,25);
TextColor(3);
encabezado_resultados(nombre_archivo,num_fig);
sumatoria;
fin_pag_resultados;
Dibuja_Centroides;
Window(1,1,80,25);
TextColor(2);

```

```
end (calcula) ;
```

```
begin ( programa principal )
```

```

repeat
  CtrScr;
  TextMode (c40);

```

```

TextColor (14);
notas_programa;
existe_archivo;
revisa_dibujos;

GraphColorMode;
calcula;
repeat
  msg(1,25,'LO IMPRIMO? S/N');
  read(kbd,ch);
until Upcase(ch) in ['S','N'];
if Upcase(ch) in ['S'] then
  begin
    imprime_resultados;
  end;
Close (cadfile);
repeat
  msg(1,25,'MAS FIGURAS? S/N');
  read (kbd,ch);
until Upcase (ch) in ['S','N'];
until Upcase(ch) in ['N'];
TextMode;
end.

```

#### 11.4.- LISTADO DEL PROGRAMA DE SELECCION DE BANDAS

```

program bandas;
{

```

##### PROGRAMA DE BANDAS.

Proporciona información sobre bandas, en base a una serie de parámetros básicos como son:

- Revoluciones altas
- Potencia a transmitir
- Si acaso utiliza motor eléctrico
- Factor de Servicio
- La relación de velocidades ya sea fijando alguna polea o no
- Determinación de una distancia entre centros aprox.

y una vez procesados estos datos a satisfacción del usuario, nos proporciona:

- Sección de la banda
- Número de bandas
- Longitud estándar de la banda
- Distancia exacta entre centros y sus tolerancias de instalación
- Potencia de diseño
- Ángulo de contacto
- Diferentes tensiones a que está sometida la banda
- Fuerza resultante
- Vida aprox. de la banda
- Frecuencias naturales de la misma

```

($I c:captura)
const
  PI      = 3.14159265;
  Tabla_determina_seccion
    :array [0..4,0..1,0..2] of real ( limitan la seleccion de banda
    =((25.0,190.0, 4.2 ),(190.0,700.0, 800.0)), ( E )
      (( 8.5,110.0, 12.42),(110.0,350.0,1400.0)), ( D )
      (( 2.5, 52.0, 40.0 ),( 52.0,210.0,2100.0)), ( C )
      (( 1.0, 20.0,160.0 ),( 20.0,110.0,3300.0)), ( B )
      (( 0.0, 0.0, 0.0 ),( 1.0, 35.0,5000.0)); ( A )
  Tabla_seccion_potencia
    :array [0..4,0..2] of real
    =((0.0015733,0.0013421, 2.44E-13), ( A,C1..C3 )
      (0.0027775,0.0035194, 4.20E-13), ( B,C1..C3 )
      (0.0051546,0.007855, 7.46E-13), ( C,C1..C3 )
      (0.011014 ,0.034712 ,1.522E-12), ( D,C1..C3 )
      (0.016109 ,0.066310 ,2.193E-12)); ( E,C1..C3 )
  Tabla_dif_potencia
    :array [0..9] of real ( dif. rel. veloc. para la tabla sig...)
    =(1.01,1.04,1.08,1.12,1.18,1.24,1.34,1.51,1.79,99.0);
  Tabla_vel_potencia
    :array [0..4,0..9] of real ( secciones vs relac. veloc. )
    =((0.0,1.80E-5,3.60E-5,5.40E-5,7.20E-5,9.00E-5,
      1.08E-4,1.26E-4,1.44E-4,1.62E-4 ), ( A,1.00..2&MAS )
      (0.0,4.72E-5,9.45E-5,1.42E-4,1.89E-4,2.36E-4,
      2.83E-4,3.30E-4,3.78E-4,4.25E-4 ), ( B,1.00..2&MAS )
      (0.0,1.31E-4,2.63E-4,3.94E-4,5.25E-4,6.56E-4,
      7.87E-4,9.19E-4,1.05E-3,1.18E-3 ), ( C,1.00..2&MAS )
      (0.0,4.66E-4,9.32E-4,1.40E-3,1.86E-3,2.33E-3,
      2.79E-3,3.26E-3,3.72E-3,4.19E-3 ), ( D,1.00..2&MAS )
      (0.0,8.90E-4,1.78E-3,2.67E-3,3.56E-3,4.45E-3,
      5.34E-3,6.22E-3,7.12E-3,8.01E-3 )); ( E,1.00..2&MAS )
  Tabla_tolerancia
    :array [0..9] of real ( Tol. min. de dist. % centros )
    =(1.00,1.50,2.00,4.00,4.50,5.00,2.50,3.00,3.50,6.00);
  Tabla_diam_paso
    :array [0..4] of real ( A,B,C,D,E )
    =(0.25,0.35,0.4,0.6,0.8);
  Tabla_tensiones
    :array [0..4,0..1] of real ( A..E, My Y )
    =((0.51,7.0),(0.80,8.0),(1.5,18.0),(3.0,27.0),(4.3,56.0));
  Tabla_polea_plana
    :array [0..4,0..1] of real ( A..E, DIAM. PASO Y EFECTIVO )
    =((0.38,0.63),(0.46,0.81),(0.66,1.06),(0.90,1.50),(1.01,1.91));
  Tabla_correccion
    :array [0..4,0..1] of real ( A..E,DIAM.PASO Y DIAM EXT.(PLANA))
    =((0.15,0.50),(0.20,0.60),(0.20,0.85),(0.30,1.10),(0.40,1.40));
  Tabla_KbyKc
    :array [0..4,0..1] of real ( A..E, Kb y Kc )
    =((253.0,0.987),(664.0,1.673),(1343.0,3.020),
      (6544.0,6.156),(12501.0,8.872));

```



Tabla\_fatiga

```
:array [0..4,0..1] of real ( A..E, Q y X )
=((305.0,11.089),(541.0,10.924),(924.0,11.173),
(1909.0,11.105),(2749.0,11.100));
```

Tabla\_poleas\_estandar

```
:array [0..4,0..22] of real
=((0.0,0.0,3.0,3.2,3.4,3.6,3.8,4.0,4.2,      { rango rec en A
 4.4,4.8,5.0,5.2,5.4,5.6,6.0,6.4,7.0,8.2,9.0,10.6,12.0,15.0,18.0}), {
(0.0,4.6,5.0,5.2,5.4,5.6,6.0,6.4,6.8,      { rango rec en B
 7.4,8.6,9.4,11.0,12.4,15.4,18.4,20.0,25.0,
 30.0,38.0,0.0,0.0,0.0}),                  { B }
(7.0,7.5,8.0,8.5,9.0,9.5,10.0,10.5,11.0,    { rango rec en C
 12.0,13.0,14.0,16.0,18.0,20.0,24.0,30.0,
 36.0,44.0,50.0,0.0,0.0,0.0}),            { C }
(0.0,12.0,13.0,13.5,14.0,14.5,15.0,15.5,16.0, { rango rec en D
 18.0,22.0,27.0,33.0,40.0,48.0,58.0,70.0,
 82.0,96.0,0.0,0.0,0.0,0.0}),            { D }
(0.0,21.0,21.6,22.0,22.4,22.8,23.2,23.6,24.0, { rango rec en E
 27.0,31.0,35.0,40.0,46.0,52.0,58.0,66.0,
 74.0,84.0,96.0,0.0,0.0,0.0,0.0});      { E }
```

Tabla\_potencia\_motor

```
:array [0..22] of real ( los dif. HP. del motor electrico )
=(( 0.5,0.75,1.0,1.5,2.0,3.0,5.0,7.5,10.0,15.0,20.0,25.0,30.0,
 40.0,50.0,60.0,75.0,100.0,125.0,150.0,200.0,250.0,300));
```

Tabla\_poleas\_motor

```
:array [0..5,0..22] of real {1 1/2 a 300 HP y RPM de 50 o 60 cicl
=((2.5,3.0,3.0,3.0,3.8,4.5,4.5,5.2,6.0,6.8,8.2,9.0,10.0,10.0,11.0
 12.0,14.0,18.0,20.0,22.0,22.0,27.0), { 575 RPM a 60 cicl
(2.5,2.5,3.0,3.0,3.0,3.8,4.5,4.5,5.2,6.0,6.8,8.2,9.0,10.0,10.0,
 11.0,13.0,15.0,18.0,20.0,22.0,22.0,27.0), { 690 RPM a 60 cicl
(2.2,2.4,2.4,2.4,3.0,3.0,3.8,4.4,4.4,5.4,6.0,6.8,6.8,8.2,9.0,
 10.0,10.5,12.5,15.0,18.0,22.0,0.0,0.0), { 870 RPM a 60 cicl
(0.0,2.2,2.4,2.4,2.4,3.0,3.0,3.8,4.4,4.6,5.4,6.0,6.8,6.8,8.2,
 9.0,10.0,11.0,12.5,13.0,0.0,0.0,0.0), { 1160 RPM a 60 cicl
(0.0,0.0,2.2,2.4,2.4,2.4,3.0,3.0,3.8,4.4,4.6,5.0,5.4,6.0,6.8,
 7.4,7.0,10.0,11.5,0.0,0.0,0.0), { 1750 RPM a 60 cicl
(0.0,0.0,0.0,2.2,2.4,2.4,2.6,3.0,3.0,3.8,4.4,4.4,0.0,0.0,0.0,
 0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0)); { 3450 RPM a 60 cicl
```

Tabla\_bandas\_estandar

```
:array [0..4,0..25] of integer
=((26,31,35,38,42,46,51,55,60,68,75,80,85,90,96,105,112,120,
 128,0,0,0,0,0,0), { A }
(35,38,42,46,51,55,60,68,75,81,85,90,97,105,112,120,128,
 144,158,173,180,195,210,240,270,300), { B }
(51,60,68,75,81,85,90,96,105,112,120,128,144,158,173,180,
 195,210,240,270,300,330,360,390,420,0), { C }
(120,128,144,158,173,180,195,210,240,270,300,330,360,390,
 420,480,540,600,660,0,0,0,0,0,0), { D }
(180,195,210,240,270,300,330,360,390,420,480,540,600,660,
 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0)); { E }
```

Tabla\_banda\_agregar

```
:array [0..4,0..1] of real ( rangos de banda, A..E )
=((1.3,1.3),(1.8,0.3),(2.9,0.9),(3.3,0.8),(4.5,1.0));
```

var

Direccion\_del\_menu,termina,motor\_electrico,mucha\_exactitud,con\_resultado

```

unidades_mm, maximas_poleas, poleas_plana, fija_la_polea : boolean;
direccion, seccion, num_bandas, Ls : integer;
combinacion_valida : array [0..22, 0..22] of boolean;
minima_polea_motor, HP_transmitir, Factor_seguridad, RPM_altas,
RPM_bajas, D1, D2, relacion_velocidades, C0, T1, T2, Tb1, Tb2, Tc, Ts,
Fza_rec_masalta, Fza_rec_masbaja, Traccion_res, maximos_fuerza,
vida_probable, frecuencia_1, frecuencia_2, HP_diseño, Vm, Factor_G,
angulo_contacto : real;
function Distancia_real(seccion, longitud_estandar: integer; D1, D2: real): real;
{ Obtiene la distancia real entre centros en base a una long. std. de banda
var
  A, H, Ls : real;
begin
  if longitud_estandar > 210 then
    Ls:=longitud_estandar+Tabla_banda_agregar[seccion,1]
  else
    Ls:=longitud_estandar+Tabla_banda_agregar[seccion,0];
  A:= Ls - 1.57 * (D2 + D1);
  H:= -0.0092 + 0.5776 * (D2 - D1)/A;
  Distancia_real:=( A - H * (D2 - D1))/2;
end {distancia_real};
function Existe_motor_electrico ( HP_motor:real;RPM_motor:integer;
var minima_polea_motor :real ):boolean;
{ Vale verdadero si encuentra la polea minima dependiendo del valor de
HP y RPN; caso contrario, regresa el maximo valor posible de HP que
se puede introducir dependiendo de las RPM
}
var
  X, Y, I : integer;
begin
  Case RPM_motor of
    485..575 : X:=0;
    576..690 : X:=1;
    725..870 : X:=2;
    950..1160: X:=3;
    1425..1750: X:=4;
    2850..3450: X:=5;
  end { case of };
  for I:= 0 to 22 do
    if Tabla_potencia_motor [I] < HP_motor then
      begin
        Y:=I+1;
      end;
    if (Tabla_poleas_motor[X,Y]=0.0) and (Y)10) then
      begin
        Existe_motor_electrico:=false;
        for I:= 10 to 22 do
          if Tabla_poleas_motor[X,I]<>0.0 then
            minima_polea_motor:=Tabla_potencia_motor[I];
          end
        end
      else
        begin
          Existe_motor_electrico:=true;
          if Tabla_poleas_motor[X,Y]=0.0 then
            minima_polea_motor:=2.2
          else

```

```

        minima_polea_motor:=Tabla_poleas_motor[X,Y];
    end;
end { Existe_motor_electrico } ;
procedure Obtiene_la_seccion ( var seccion:integer;RPM_altas,HP_diseno:rea
{ Segun las revoluciones altas y los HP de diseno se selecciona la banda co
la cual se va a trabajar, regresa valor de -1 si acaso son muchas ranuras}
en las poleas
var
    I : integer;
begin
    I:=0;
    repeat
        if (HP_diseno)=Tabla_determina_seccion[I,0,0]and
        (HP_diseno<=Tabla_determina_seccion[I,0,1]and
        (RPM_altas/HP_diseno<=Tabla_determina_seccion[I,0,2]) and (I<>4)
        begin
            seccion:=4-I;
            I:=5;
        end
    else
        if (HP_diseno)=Tabla_determina_seccion[I,1,0]and
        (HP_diseno<=Tabla_determina_seccion[I,1,1]and
        (RPM_altas<=Tabla_determina_seccion[I,1,2]) then
            begin
                seccion:=4-I;
                I:=5;
            end
        else
            begin
                seccion:=-1;
                I:=I+1;
            end;
        end;
    until I=5;
end { Obtiene_la_seccion } ;
procedure Tolerancias_instalacion_mantenimiento(seccion,longitud_estandar
:integer;var instalacion,mantenimiento :real);
{ En base a la seccion y la longitud estandar de la banda, nos proporciona
las tolerancias de instalacion y mantenimiento de las mismas
begin
    case longitud_estandar of
        26..35 : mantenimiento:=Tabla_tolerancia[0];
        38..55 : mantenimiento:=Tabla_tolerancia[1];
        60..85 : mantenimiento:=Tabla_tolerancia[2];
        90..112 : mantenimiento:=Tabla_tolerancia[3];
        120..144 : mantenimiento:=Tabla_tolerancia[4];
        158..180 : mantenimiento:=Tabla_tolerancia[5];
        195..210 : mantenimiento:=Tabla_tolerancia[6];
        240 : mantenimiento:=Tabla_tolerancia[7];
        270..300 : mantenimiento:=Tabla_tolerancia[8];
        330..390 : mantenimiento:=Tabla_tolerancia[9];
        420..660 : if longitud_estandar > 210 then
            mantenimiento:=(longitud_estandar +
            Tabla_banda_agregar[seccion,0])*0.015
        else
            mantenimiento:=(longitud_estandar +

```

Tabla\_banda\_agregar[seccion,1])\*0.015;

```
end { case of };
case seccion+1 of
  1: case longitud_estandar of           ( A )
      26..85 : instalacion:=0.75;
      90..128 : instalacion:=1.00;
    end {case of};
  2: case longitud_estandar of           ( B )
      26..55 : instalacion:=1.00;
      60..180 : instalacion:=1.25;
      195..300 : instalacion:=1.50;
    end {case of};
  3: case longitud_estandar of           ( C )
      38..144 : instalacion:=1.50;
      158..390 : instalacion:=2.00;
      420..660 : instalacion:=2.25;
    end {case of};
  4: case longitud_estandar of           ( D )
      120..210 : instalacion:=2.00;
      240..390 : instalacion:=2.50;
      420..660 : instalacion:=3.00;
    end {case of};
  5: case longitud_estandar of           ( E )
      150..240 : instalacion:=2.50;
      270..390 : instalacion:=3.00;
      420..660 : instalacion:=3.50;
    end {case of};
end { case of };
end { Tolerancias_instalacion_mantenimiento };
Function Determina_CDa(seccion: integer; D1, D2: real; var CDa_fija: boolean;
  var CDa: real; polea_plana, fija_la_polea, unidades_mm: boolean): boolean;
{ Su valor es verdadero si existe un valor usable para la distancia entre
  centros segun los parametros. Utiliza Tolerancias_instalacion_mantenimie
  para sus calculos
var
  I, J, K : integer;
  distancia_minima, distancia_maxima, instalacion,
  mantenimiento, La, Lmax, angulo_contacto : real;
  aux1, aux2 : anystring;
begin
  I:=0;
  J:=0;
  CDa:=0.0;
  CDa_fija:=false;
  Tolerancias_instalacion_mantenimiento(seccion,
    Tabla_bandas_estandar[seccion,0], instalacion, mantenimiento
  if fija_la_polea then
    begin
      while not (combinacion_valida[I, J]) do
        begin
          if J=22 then
            begin
              J:=0;
              I:=I+1;
            end
          end
        end
      end
    end
  end
```

```

        else
            J:=J+1;
        end;
        distancia_minima:=(Tabla_poleas_estandar[seccion,I]+
            Tabla_poleas_estandar[seccion,J])/2+instalacio#
    end
else
    distancia_minima:=(D1+D2)/2+instalacion;
K:=25;
while Tabla_bandas_estandar[seccion,K]=0.0 do K:=K-1;
if fija_la_polea then
    distancia_maxima:=distancia_real(seccion,
        Tabla_bandas_estandar[seccion,K],
        Tabla_poleas_estandar[seccion,I],
        Tabla_poleas_estandar[seccion,J])
else
    distancia_maxima:=distancia_real(seccion,
        Tabla_bandas_estandar[seccion,K],D1,D2);
msg(14,1,24,'DETERMINAR LA DIST. % CENTROS APROX...');
repeat
until keyPressed;
if captura_siono(14,1,24,'Desea un angulo de contacto determinado? S/N'
    and (D1<>D2) then
    begin
        repeat
            captura_reales(14,1,24,'Angulo de contacto (94-180):',
                angulo_contacto,94.0,180.0);
            CDa:= (D2 - D1)/( PI - (angulo_contacto * PI / 180));
            CDa_fija:=true;
            if CDa=0.0 then
                begin
                    msg(14,1,24,'Con ese angulo la dist. es cero...');
                    repeat
                    until KeyPressed;
                end;
            until CDa<>0.0;
        end
    end
else
    if (captura_siono(14,1,24,'Desea fijar una dist. % centros aprox.?' +
        ' S/N')) and (distancia_minima < distancia_maxima) ti
        begin
            if unidades_mm then
                begin
                    Str(distancia_minima*25.4:5:2,aux1);
                    Str(distancia_maxima*25.4:5:2,aux2);
                    captura_reales(14,1,24,'Distancia aprox. entre centros (
                        +aux1+ '-' +aux2+') MM:',CDa,distancia_minima*25.4
                            distancia_maxima*25.4);
                    CDa:=CDa/25.4;
                end
            end
        else
            begin
                Str(distancia_minima:5:2,aux1);
                Str(distancia_maxima:5:2,aux2);
                captura_reales(14,1,24,'Distancia aprox. entre centros (

```

```

+aux1+'-' +aux2+') PLG:',CDa,distancia_minima,
distancia_maxima);
    end;
    CDa_fija:=true;
  end
else
  if polea_plana then
    CDa:=(D2 - D1)/0.85
  else
    if D2 > (D2 + 3*D1)/2 then
      CDa:=D2
    else
      CDa:=(D2 + 3*D1)/2;
    end
  end;
  La:=1.57*(D2 + D1) + CDa*2;
  I:=25;
  while Tabla_bandas_estandar[seccion,I]≠0.0 do I:=I-1;
  Lmax:=tabla_bandas_estandar[seccion,I];
  if (CDa > distancia_maxima) or (CDa < distancia_minima) or
  (distancia_minima > distancia_maxima) or (La > Lmax) or (CDa=0.0) then
    Determina_CDa:=false
  else
    Determina_CDa:=true;
  end ( Determina_CDa );
procedure Despliega_resultados;
{ Por medio de ventanas se despliegan los resultados, los cuales pueden ser
en mm o plg, ser poleas planas o acanaladas
Utiliza la subrutina Tolerancias_instalacion_mantenimiento
var
  s:anystring;
  instalacion,mantenimiento,distancia_maxima:real;
  Indx:integer;
begin
  Indx:=25;
  while Tabla_bandas_estandar[seccion,Indx]≠0.0 do Indx:=Indx-1;
  distancia_maxima:=distancia_real(seccion,Tabla_bandas_estandar[seccion,
  D1,D2]);
  Tolerancias_instalacion_mantenimiento(seccion,Ls,instalacion,mantenimie
case seccion+1 of
  1: s:='A';
  2: s:='B';
  3: s:='C';
  4: s:='D';
  5: s:='E';
  else s:='No determinado...';
end (case of);
msg(14,35,12,'RESULTADOS');
Marco(13,1,11,79,22);
Window(2,13,38,21);
msg(14,1,1,' 8)HP dise&o:');
write(HP_diseño:5:2);
msg(14,1,2,' 9)Seccion:');
write(s);
msg(14,1,3,'10)Numero de bandas:');
write(num_bandas:3);
msg(14,1,4,'D1:');

```

```

if unidades_mm then
begin
write(D1*25.4:6:2, ' MM D2');
if polea_plana then
write(' ext:', (D2-Tabla_polea_plana[seccion,0])*25.4:6:2, ' MM')
else
write(':', D2*25.4:6:2, ' MM');
end
else
begin
write(D1:6:2, ' PLG D2');
if polea_plana then
write(' ext:', (D2-Tabla_polea_plana[seccion,0]):6:2, ' PLG')
else
write(':', D2:6:2, ' PLG');
end;
msg(14,1,5, 'Rel. vel.:');
write(relacion_velocidades:5:2, ' RPM baja vel:', RPM_bajas:5:2);
if not((Vm)1000)and((Vm)6000))then
begin
TextBackGround(12);
msg(15,1,6, 'Velocidad Lineal:');
end
else
msg(14,1,6, 'Velocidad Lineal:');
write(Vm*0.3048/60:5:2, ' M/S');
TextBackGround(0);
if not(((D2-D1)/CD)=0.0)and((D2-D1)/CD(<=1.5)) then
begin
TextBackGround(12);
msg(15,1,7, 'Factor G:');
end
else
msg(14,1,7, 'Factor G:');
write(Factor_G:3:2, ' Ang. cont.:', angulo_contacto:4:1, ' grad. ');
TextBackGround(0);
msg(14,1,8, 'Tipo de Banda: ');
if (s='D') and (Ls)=330) then s:='DR';
write(s+'-', Ls:3);
if not((CD) (D2+D1)/2+instalacion)and(CD(<=distancia_maxima))then
begin
TextBackGround(12);
msg(15,1,9, 'Dist. % centros:');
end
else
msg(14,1,9, 'Dist. % centros:');
if unidades_mm then
write(CD*25.4:6:2, ' MM')
else
write(CD:6:2, ' PLG');
TextBackGround(0);
Window(40,13,78,21);
msg(14,1,1, 'T1:');
write(T1:5:2, ' Kg T2:', T2:5:2, ' Kg');
msg(14,1,2, 'Tb1:');

```

```

write(Tb1:5:2,' Kg Tb2:',Tb2:5:2,' Kg');
msg(14,1,3,'Tc:');
write(Tc:5:2,' Kg Ts:',Ts:5:2,' Kg');
msg(14,1,4,'Fza.rec. +:');
write(Fza_rec_masalta:5:2,' +:',Fza_rec_masbaja:5:2,' Kg');
msg(14,1,5,'Traccion resultante:');
write(Traccion_res:5:2,' Kg');
msg(14,1,6,'Max. fza. ambas poleas:');
write(maximos_fuerza:10:1,' ciclos');
msg(14,1,7,'Vida probable:');
write(vida_probable:10:1,' # horas');
msg(14,1,8,'Frec.: a:');
write(frecuencia_1:5:2,' b):',frecuencia_2:5:2,' Hz');
msg(14,1,9,'Tol. inst.:');
if unidades_mm then
  write((Cd+instalacion)*25.4:6:2,' mant.:',
        (CD+mantenimiento)*25.4:6:2,' MM')
else
  write((CD+instalacion):6:2,' mant.:', (CD+mantenimiento):6:2,
        ' PLG');
Window(1,1,80,25);
end { Despliega_resultados };
procedure Impresion_resultados;
{ Reproduce los datos y resultados obtenidos hasta el momento en papel.
  Utiliza la subrutina Tolerancias_instalacion_mantenimiento.
var
  s:anystring;
  Instalacion,mantenimiento:real;
begin
  case seccion+1 of
    1: s:='A';
    2: s:='B';
    3: s:='C';
    4: s:='D';
    5: s:='E';
    else s:='No definido...';
  end (case of);
  espacios(1);
  writeln(Lst,repite(21,' '), 'RESULTADOS DE LA SELECCION DE BANDAS');
  espacios(2);
  writeln(Lst,repite(38,' '), 'DATOS');
  espacios(2);
  if motor_electrico then
    writeln(Lst,'Existe un motor electrico impulsor de ',RPM_altas:5:2,
            ' RPM y ',HP_transmitir:5:2,' HP')
  else
    writeln(Lst,'Diferente a un motor electrico con ',RPM_altas:5:2,
            ' RPM y ',HP_transmitir:5:2,' HP');
  writeln(Lst,'Un factor de seguridad de ',factor_seguridad:3:1);
  if mucha_exactitud then
    writeln(Lst,'Se requirio mucha exactitud en los calculos');
  if maximas_poleas and not Fija_la_polea then
    writeln(Lst,'Calculo a Maximas Poleas')
  else
    writeln(Lst,'Calculo a Minimas Poleas');

```



```

espacios(2);
writeln(Lst,espite(35,' '), 'RESULTADOS');
espacios(2);
writeln(Lst,'HP de dise&o:',HP_dise&o:5:2,' Tipo de seccion:'+s);
write(Lst,'Polea Menor:');
if unidades_mm then
  begin
    write(Lst,D1*25.4:5:2,' MM Polea Mayor');
    if polea_plana then
      writeln(Lst,' exterior (plana):',(D2-Tabla_polea_plana[seccion
        *25.4:6:2,' MM')
    else
      writeln(Lst,',',D2*25.4:6:2,' MM');
    end
  else
    begin
      write(Lst,D1:6:2,' PLG Polea Mayor');
      if polea_plana then
        writeln(Lst,' exterior (plana):',(D2-Tabla_polea_plana[seccion
          :6:2,' PLG')
      else
        writeln(Lst,',',D2:6:2,' PLG');
      end;
    writeln(Lst,'Relacion de velocidades:',relacion_velocidades:5:2,
      ' RPM de baja velocidad:',RPM_bajas:5:2);
    writeln(Lst,'Velocidad Lineal:',Vm*0.3048/60:5:2,' M/S Numero de banda
      num_bandas:3);
    writeln(Lst,'Factor G:',Factor_G:3:2,' angulo de contacto:',
      angulo_contacto:4:1,' Grados');
    write(Lst,'Tipo de Banda:');
    if (s='D') and (Ls )= 310) then s:='DR';
    write(Lst,s+'-',Ls:3,' Distancia entre centros:');
    if unidades_mm then
      writeln(Lst,CD*25.4:6:2,' MM')
    else
      writeln(Lst,CD:6:2,' PLG');
    writeln(Lst,'T1:',T1:5:2,' Kg T2:',T2:5:2,' Kg');
    writeln(Lst,'Tb1:',Tb1:5:2,' Kg Tb2:',Tb2:5:2,' Kg');
    writeln(Lst,'T centrifuga:',Tc:5:2,' Kg T estatica:',Ts:5:2,' Kg');
    writeln(Lst,'Fuerza recomendada: a)Mas alta:',Fza_rec_masalta:5:2,
      ' Kg b)Mas baja:',Fza_rec_masbaja:5:2,' Kg');
    writeln(Lst,'Traccion resultante:',Traccion_res:5:2,' Kg');
    writeln(Lst,'Maximos de fuerza de ambas poleas:',maximos_fuerza:10:1,
      ' ciclos');
    writeln(Lst,'Vida probable de la banda:',vida_probable:10:1,' # Horas')
    writeln(Lst,'Frecuencias de chicateo: a)',Frecuencia_1:5:2,' b)',
      Frecuencia_2:5:2,' Hz');
    write(Lst,'Tolerancias de instalacion:');
    Tolerancias_instalacion_mantenimiento(seccion,Ls,instalacion,mantenimier
    if unidades_mm then
      writeln(Lst,(CD-instalacion)*25.4:6:2,' MM mantenimiento:',
        (CD+mantenimiento)*25.4:6:2,' MM')
    else
      writeln(Lst,(CD-instalacion):6:2,' PLG mantenimiento:',
        (CD+mantenimiento):6:2,' PLG');

```

```

espacios(3);
writeln(Lst,repite(9,' '),repite(10,' '), ' TERMINA RESULTADOS EN ' +
' SELECCION DE BANDAS ',repite(10,' ( '));
espacios(2);
end { Impresion_resultados };
function Cuantas_bandas(seccion,Ls:integer;relacion_velocidades,Factor_G,
HP_diseño,RPM_altas,D1,D2:real):integer;
{ Nos entrega el valor del numero de bandas, dependiendo de los parametros
usados
var
HP_nominal,C1,C2,C3,CSR,Factor_correccion_potencia,Fc1,Ls_real : real;
I : integer;
begin
C1:=Tabla_seccion_potencia[seccion,0];
C2:=Tabla_seccion_potencia[seccion,1];
C3:=Tabla_seccion_potencia[seccion,2];
I:=0;
while relacion_velocidades > Tabla_dif_potencia[I] do I:=I+1;
Csr:=Tabla_vel_potencia[seccion,I];
HP_nominal:=D1*RPM_altas*(C1*eleve(D1*RPM_altas,-0.09) - C2/D1 -
C3*Sqr(D1*RPM_altas)) + CSR*RPM_altas;
if Ls > 210 then
Ls_real:=Ls+Tabla_banda_agregar[seccion,I]
else
Ls_real:=Ls+Tabla_banda_agregar[seccion,0];
Case seccion+1 of
1: Fc1:= 0.0921 + 0.2152*Ln(Ls_real);
2: Fc1:= 0.0180 + 0.2191*Ln(Ls_real);
3: Fc1:= 0.0778 + 0.2174*Ln(Ls_real);
4: Fc1:=-0.1947 + 0.2184*Ln(Ls_real);
5: Fc1:=-0.2577 + 0.2226*Ln(Ls_real);
end { case of };
Factor_correccion_potencia:=Factor_G * Fc1;
Cuantas_bandas:=Trunc(HP_diseño/(HP_nominal*Factor_correccion_potencia))*
end { cuantas_bandas };
procedure Calculos_finales(seccion,l_s,num_bandas:integer;Vm,Factor_G,HP_diseño
RPM_altas,D1,D2,CD:real;var T1,T2,Tb1,Tb2,Tc,Ts,Fza_rec_masbaja,
Fza_rec_masalta,traccion_mes,maximos_fuerza,vida_probable,frecuencia
frecuencia_2:real);
{ Se calculan las dif. tensiones y fuerza, frecuencia y vida probable de la
banda, segun los parametros que se utilizan. Es la ultima parte, para com
pletar la informacion a la seleccion
const
FC = 0.454;
var
Lf,Ls_real,fuerza_1,fuerza_2,maximos_fuerza_1,maximos_fuerza_2 : real;
I : integer;
begin
T1:=41250.0 * (HP_diseño/(factor_G * Vm))*FC;
T2:=33000.0 * (1.25 - factor_G) * (HP_diseño/(factor_G * Vm))*FC;
Tb1:=Tabla_KbyKc[seccion,0] / (D1 * 2.54);
Tb2:=Tabla_KbyKc[seccion,0] / (D2 * 2.54);
Tc:=Tabla_KbyKc[seccion,1] * Sqr(Vm * 0.3048 / 60) / 100;
Ts:=15 * ((2.5-factor_G)/factor_G) * (HP_diseño*1E3/(num_bandas*Vm))
+ (Tabla_tensiones[seccion,0]*Sqr(Vm)/1E6);

```

```

Lf:=CD * (1 - 0.125 * Sqr((D2 - D1) / CD));
if Ls > 210 then
  Ls_real:=Ls + Tabla_banda_agregar[seccion,1]
else
  Ls_real:=Ls + Tabla_banda_agregar[seccion,0];
if num_bandas > 1 then
  begin
    Fza_rec_masbaja:=(Ts+Tabla_tensiones[seccion,1])*FC/16;
    Fza_rec_masalta:=(1.5*Ts + Tabla_tensiones[seccion,1])*FC/16;
  end
else
  begin
    Fza_rec_masbaja:=(Ts+(Lf/Ls_real)*Tabla_tensiones[seccion,1])*FC/
    Fza_rec_masalta:=(1.5*Ts+(Lf/Ls_real)*Tabla_tensiones[seccion,1]
    *FC/16;
  end;
Ts:=Ts*FC;
Fuerza_1:=T1 + Tb1 + Tc;
Fuerza_2:=T1 + Tb2 + Tc;
Maximos_fuerza_1:=eleva(Tabla_fatiga[seccion,0]/Fuerza_1,
  Tabla_fatiga[seccion,1]);
Maximos_fuerza_2:=eleva(Tabla_fatiga[seccion,0]/Fuerza_2,
  Tabla_fatiga[seccion,1]);
Maximos_fuerza:=1/Maximos_fuerza_1 + 1/Maximos_fuerza_2;
Maximos_fuerza:=1/Maximos_fuerza;
Vida_probable:=Maximos_fuerza/(60*Vm*0.0049/(Ls_real*0.0254)); { # hora;
Frecuencia_1:=Sqrt((T1+Tc) / (2.142*(Tabla_KbyKc[seccion,1]/100)) /
  (2*Lf*0.0254)); { Hz }
Frecuencia_2:=Sqrt((T2+Tc) / (2.142*(Tabla_KbyKc[seccion,1]/100)) /
  (2*Lf*0.0254));
if (D2-D1)/CD (= 1.0 then
  Traccion_res:=(-0.1576 + 0.2243*Ln((PI-(D2-D1)/CD)*180/PI))*(T1+T2)
else
  Traccion_res:=(-1.5625 + 0.5166*Ln((PI-(D2-D1)/CD)*180/PI))*(T1+T2);
end { Calculos_finales };
function Calcula_dimensiones(seccion:integer;RPM_altas,D1,D2,CDa:real;
  var Ls:integer;var CD,Vm,factor_G,angulo_contacto:real):bool
{ Es verdadera cuando los calculos estan correctos. Utiliza el proc. de
  Tolerancias_instalacion_mantenimiento para calculos }
var
  I
  Instalacion,mantenimiento,distancia_maxima,La,Ls_real:real;
begin
  La:=1.57*(D2+D1)+CDa*2;
  I:=-1;
  repeat
    I:=I+1;
    if Tabla_bandas_estandar[seccion,I] > 210 then
      Ls_real:=Tabla_bandas_estandar[seccion,I]
      +Tabla_banda_Agregar[seccion,1]
    else
      Ls_real:=Tabla_bandas_estandar[seccion,I]
      +Tabla_banda_agregar[seccion,0];
  until La < Ls_real;
  Ls:=Tabla_bandas_estandar[seccion,I];

```



```

else
  J:=J+1;
if (I=22) and (J=22) and (not combinacion_valida(22,22)) then
  Fin_combinacion_poleas:=true
else
  begin
    D1:=Tabla_poleas_estandar[seccion,I];
    D2:=Tabla_poleas_estandar[seccion,J];
    Fin_combinacion_poleas:=false;
  end;
end;
end { Fin_combinacion_poleas };
procedure Poleas_proximas( var se_repite:boolean;Da:real;seccion:integer;
  polea_plana,unidades_mm:boolean);
{En caso de que no sea estandar alguna polea, nos proporciona los diametros
de paso std. mas cercanos a los deseados
var
  estandar,termina      :boolean;
  I                      :integer;
  Polea_menor,Polea_mayor:real;
  s1,s2,aux1,aux2      :anysstring;
begin
  Str(Da:3:1,aux2);
  estandar:=false;
  for I:=0 to 22 do
    begin
      Str(Tabla_poleas_estandar[seccion,I]:3:1,aux1);
      if aux1=aux2 then estandar:=true;
    end;
  if (not estandar) and (not polea_plana) then
    if not captura_siono(14,1,24,'0J0, no es polea STD, de acuerdo? S/N'
      begin
        I:=0;
        repeat
          termina:=false;
          if (Da)Tabla_poleas_estandar[seccion,I] and
            (Da)Tabla_poleas_estandar[seccion,I+1] and
            (I<>21) and (Tabla_poleas_estandar[seccion,I]>0.0)then
            begin
              Polea_menor:=Tabla_poleas_estandar[seccion,I];
              Polea_mayor:=Tabla_poleas_estandar[seccion,I+1];
              termina:=true;
            end
          else
            if ((Da)Tabla_poleas_estandar[seccion,I] and
              (Tabla_poleas_estandar[seccion,I+1]=0.0) and
              (I<>21) and (I>5)) or
              ((Da)Tabla_poleas_estandar[seccion,I] and (I=22)) or
              ((Da)Tabla_poleas_estandar[seccion,I] and
              (Tabla_poleas_estandar[seccion,I-1]=0.0) and (I<>0))or
              ((Da)Tabla_poleas_estandar[seccion,I] and (I=0))then
            begin
              Polea_menor:=Tabla_poleas_estandar[seccion,I];
              Polea_mayor:=Polea_menor;
              termina:=true;
            end
          end
        until termina;
      end
    end
  end
end

```

```

        end
    else
        I:=I+1;
    until (termina) or (I=23);
    se_repite:=true;
    if unidades_mm then
        begin
            Str(Polea_menor*25.4:5:2,s1);
            Str(Polea_mayor*25.4:5:2,s2);
            msg(14,1,24,'Los Diam. Std. de paso mas cercanos:'+s1+
                ' y '+s2+' MM');
            repeat
                until KeyPressed;
            end
        end
    else
        begin
            Str(Polea_menor:3:1,s1);
            Str(Polea_mayor:3:1,s2);
            msg(14,1,24,'Los Diam. Std. de paso mas cercanos:'+s1+
                ' y '+s2+' PLG');
            repeat
                until KeyPressed;
            end;
        end
    end
else
    se_repite:=false
else
    se_repite:=false;
end { Poleas_proximas };
procedure Polea_fija(seccion,proviene:integer;minima_polea_motor:real;
    unidades_mm,motor_electrico:boolean;var Da:real;var polea_plana:boolean)
{ Determina el Diametro de paso de la polea fija, dependiendo si es polea
    plana o no. En dado caso de ser el valor menor a el motor electrico o s
    no se encuentra en un rango recomendado y estandar nos avisa
var
    s          :anstring;
    se_repite :boolean;
begin
    repeat
        se_repite:=false;
        Polea_plana:=false;
        if captura_siono(14,1,24,'Conoce el diametro de paso? S/N') then
            if unidades_mm then
                begin
                    case seccion+1 of
                        1:captura_reales(14,1,24,'Diametro de paso (60-610) MM:
                            Da,60.0,610.0);
                        2:captura_reales(14,1,24,'Diametro de paso (102-1118) MM
                            Da,102.0,1118.0);
                        3:captura_reales(14,1,24,'Diametro de paso (152-1524) MM
                            Da,152.0,1524.0);
                        4:captura_reales(14,1,24,'Diametro de paso (254-2794) MM
                            Da,254.0,2794.0);
                        5:captura_reales(14,1,24,'Diametro de paso (482-2794) MM
                            Da,482.0,2794.0);
                    end
                end
            end
        end
    until se_repite;
end

```

```

        end (case of);
        Da:=Da/25.4;
    end
else
    begin
        case seccion+1 of
            1:captura_reales(14,1,24,'Diametro de paso (2.3-24.0) PL
                Da,2.3,24.0);
            2:captura_reales(14,1,24,'Diametro de paso (4.0-44.0) PL
                Da,4.0,44.0);
            3:captura_reales(14,1,24,'Diametro de paso (6.0-60.0) PL
                Da,6.0,60.0);
            4:captura_reales(14,1,24,'Diametro de paso (10.0-110.0)
                Da,10.0,110.0);
            5:captura_reales(14,1,24,'Diametro de paso (19.0-110.0)
                Da,19.0,110.0);
        end (case of);
    end
end
else
    begin
        if unidades_mm then
            begin
                case seccion+1 of
                    1:captura_reales(14,1,24,'Diametro exterior (60-610)
                        Da,60.0,610.0);
                    2:captura_reales(14,1,24,'Diametro exterior (102-1118)
                        Da,102.0,1118.0);
                    3:captura_reales(14,1,24,'Diametro exterior (152-1524)
                        Da,152.0,1524.0);
                    4:captura_reales(14,1,24,'Diametro exterior (254-2794)
                        Da,254.0,2794.0);
                    5:captura_reales(14,1,24,'Diametro exterior (482-2794)
                        Da,482.0,2794.0);
                end (case of);
                Da:=Da/25.4;
            end
        end
    else
        begin
            case seccion+1 of
                1:captura_reales(14,1,24,'Diametro exterior (2.3-24.0
                    +'PLG:',Da,2.3,24.0);
                2:captura_reales(14,1,24,'Diametro exterior (4.0,44.0
                    +'PLG:',Da,4.0,44.0);
                3:captura_reales(14,1,24,'Diametro exterior (6.0-60.0
                    +'PLG:',Da,6.0,60.0);
                4:captura_reales(14,1,24,'Diametro exterior (10.0-110
                    +'PLG:',Da,10.0,110.0);
                5:captura_reales(14,1,24,'Diametro exterior (19.0-110
                    +'PLG:',Da,19.0,110.0);
            end (case of);
        end
    end;
    if proviene=2 then
        if captura_siono(14,1,24,'Es polea plana? S/N') then
            begin
                Da:=Da+Tabla_polea_plana(seccion,0);
            end
        end
    end
end

```

```

        Polea_plana:=true;
    end
  else
    begin
      Da:=Da+Tabla_diam_paso[seccion];
      Polea_plana:=false;
    end
  else
    Da:=Da+Tabla_diam_paso[seccion];
  end;
  if (proviene=1) and (motor_electrico) then
    if Da < minima_polea_motor then
      begin
        if unidades_mm then
          begin
            Str(minima_polea_motor*25.4:5:2,s);
            msg(14,1,24,'Menor a '+s+' MM permisible al motor elec
              / no es posible...');
            repeat
              until KeyPressed;
            end
          end
        else
          begin
            Str(minima_polea_motor:5:2,s);
            msg(14,1,24,'Menor a '+s+' PL6 permisible al motor ele
              + no es posible...');
            repeat
              until KeyPressed;
            end;
            se_repite:=true;
          end;
        if not se_repite then
          poleas_proximas(se_repite,Da,seccion,polea_plana,unidades_mm);
        if (not se_repite) and (proviene=1) then
          if Tabla_poleas_estandar[seccion,0] < Da then
            if not captura_siono(14,1,24,'OJO, la polea menor no se encuent
              / en el rango recomendado, de acuerdo? S/N')
            then
              se_repite:=true;
            end;
          until not se_repite;
        end ( Polea_fija );
      procedure Dos_poleas_fijas(seccion,proviene:integer;minima_polea_motor,
        RPM_altas:real;unidades_mm,motor_electrico,mucha_exactitud:boolean);
      var Da,Db,relacion_velocidades,RPM_bajas:real;var Polea_plana:boolean);
      ( Determina si se fijan una o las dos poleas, considerando al final las RPM
        bajas y relacion de velocidades.
        Utiliza las subrutinas de Polea_fija y Poleas_proximas
      var
        se_repite:boolean;
        s
          :anystring;
      begin
        if proviene=1 then
          s:=' Polea Grande '
        else
          s:=' Polea Chica '
        if Captura_siono(14,1,24,'Fijo la'+s+'tambien? S/N')then

```



```

        Polea_plana:=true;
    end
else
    begin
        Da:=Da+Tabla_diam_paso[seccion];
        Polea_plana:=false;
    end
else
    Da:=Da+Tabla_diam_paso[seccion];
end;
if (proviene=1) and (motor_electrico) then
    if Da < minima_polea_motor then
        begin
            if unidades_mm then
                begin
                    Str(minima_polea_motor*25.4:5:2,s);
                    msg(14,1,24,'Menor a '+s+' MM permisible al motor elec
                        ' no es posible...');
                    repeat
                        until KeyPressed;
                    end
                end
            else
                begin
                    Str(minima_polea_motor:5:2,s);
                    msg(14,1,24,'Menor a '+s+' PLG permisible al motor elec
                        + ' no es posible...');
                    repeat
                        until KeyPressed;
                    end;
                end
            se_repite:=true;
        end;
    if not se_repite then
        poleas_proximas(se_repite,Da,seccion,polea_plana,unidades_mm);
    if (not se_repite) and (proviene=1) then
        if Tabla_poleas_estandar[seccion,8] < Da then
            if not captura_siono(14,1,24,'OJO, la polea menor no se encuen
                ' en el rango recomendado, de acuerdo? S/N') then
                se_repite:=true;
            until not se_repite;
        end { Polea_fija };
    procedure Dos_poleas_fijas(seccion,proviene:integer;minima_polea_motor,
        RPM_altas:real;unidades_mm,motor_electrico,mucha_exactitud:boolean;
        var Da,Db,relacion_velocidades,RPM_bajas:real;var Polea_plana:boolean);
    { Determina si se fijan una o las dos poleas, considerando al final las RPM
        bajas y relacion de velocidades.
        Utiliza las subrutinas de Polea_fija y Poleas_proximas
    var
        se_repite:boolean;
        s          :anystring;
    begin
        if proviene=1 then
            s:=' Polea Grande '
        else
            s:=' Polea Chica '
        if Captura_siono(14,1,24,'Fijo la'+s+'tambien? S/N')then

```

```

begin
  if proviene=1 then
    Polea_fija(seccion,2,minima_polea_motor,unidades_mm,
              motor_electrico,Da,Polea_plana)
  else
    Polea_fija(seccion,1,minima_polea_motor,unidades_mm,
              motor_electrico,Da,Polea_plana);
  if mucha_exactitud then
    if proviene=1 then
      relacion_velocidades:=(Da+Tabla_correccion[seccion,0])/
                            (Db+Tabla_correccion[seccion,0])
    else
      relacion_velocidades:=(Db+Tabla_correccion[seccion,0])/
                            (Da+Tabla_correccion[seccion,0])
    else
      if proviene=1 then
        relacion_velocidades:=Da/Db
      else
        relacion_velocidades:=Db/Da;
      RPM_bajas:=RPM_altas/relacion_velocidades;
    end
  else
    begin
      repeat
        se_repite:=false;
        if captura_siono(14,1,24,'Son revoluciones bajas dato? S/N')then
          begin
            case seccion+1 of
              1:repeat
                captura_reales(14,1,24,'RPM bajas (150-5000):',
                              RPM_bajas,150.0,5000.0);
                until RPM_bajas (<= RPM_altas;
              2:repeat
                captura_reales(14,1,24,'RPM bajas (100-3300):',
                              RPM_bajas,100.0,3300.0);
                until RPM_bajas (<= RPM_altas;
              3:repeat
                captura_reales(14,1,24,'RPM bajas (100-2100):',
                              RPM_bajas,100.0,2100.0);
                until RPM_bajas (<= RPM_altas;
              4:repeat
                captura_reales(14,1,24,'RPM bajas (100-1400):',
                              RPM_bajas,100.0,1400.0);
                until RPM_bajas (<= RPM_altas;
              5:repeat
                captura_reales(14,1,24,'RPM bajas (100-800):',
                              RPM_bajas,100.0,800.0);
                until RPM_bajas (<= RPM_altas;
            end {case of};
            relacion_velocidades:=RPM_altas/RPM_bajas;
          end
        else
          begin
            captura_reales(14,1,24,'Relacion velocidades (0.1-10.0):
                              relacion_velocidades,0.1,10.0);
          end
        end
      until se_repite;
    end
  end
end

```

```

        if mucha_exactitud then
            RPM_bajas:=RPM_altas*0.995/releccion_velocidades
        else
            RPM_bajas:=RPM_altas/releccion_velocidades;
        end;
    if mucha_exactitud then
        if proviene=1 then
            Da:=(Db+Tabla_correccion[seccion,0])*releccion_velocidades
                - Tabla_correccion[seccion,0]
        else
            Da:=(Db+Tabla_correccion[seccion,0])/releccion_velocidades;
                - Tabla_correccion[seccion,0]
        else
            if proviene=1 then
                Da:=Db * releccion_velocidades
            else
                Da:=Db / releccion_velocidades;
            Poleas_proximas(se_repite, Da, seccion, polea_plana, unidades_mm);
            if not se_repite then
                if ((proviene=1) and (Tabla_poleas_estandar[seccion,8](Db)) or
                    ((proviene=2) and (Tabla_poleas_estandar[seccion,8](Da)))
                    if not captura_siono(14,1,24,'OJO, la polea menor no se'
                        ' encuentra en el rango recomendado, de acuerdo? S/N') then
                        se_repite:=true;
            until not se_repite;
        end;
    end { Dos_poleas_planas };
procedure Releccion_de_velocidades(seccion: integer; minima_polea_motor,
    RPM_altas:real; unidades_mm, motor_electrico, mucha_exactitud:boolean; var D1,
    releccion_velocidades, RPM_bajas:real; var polea_plana, fija_la_polea:boolean
{ En caso de fijarse alguna polea, se obtienen los diametros, sus relaciones
de vel. y RPM bajas, caso contrario, en base a las RPM bajas, se obtiene
la relacion de vel. y posteriormente se utilizaran las combinaciones de
poleas que satisfagan esa relacion.
Utiliza las subrutinas Polea_fija y Dos_poleas_fijas
}
var
    lim_inf, lim_sup:real;
    aux1, aux2      :anysting;
begin
    if captura_siono(14,1,24,'Alguna polea fija? S/N') then
        if captura_siono(14,1,24,'Es la polea chica la fija? S/N') then
            begin
                Fija_la_polea:=true;
                Polea_fija(seccion,1,minima_polea_motor,unidades_mm,
                    motor_electrico,D1,polea_plana);
                Dos_poleas_fijas(seccion,1,minima_polea_motor,RPM_altas,
                    unidades_mm,motor_electrico,mucha_exactitud,D2,D1,
                    releccion_velocidades,RPM_bajas,Polea_plana);
            end
        else
            begin
                Fija_la_polea:=true;
                Polea_fija(seccion,2,minima_polea_motor,unidades_mm,
                    motor_electrico,D2,polea_plana);
                Dos_poleas_fijas(seccion,2,minima_polea_motor,RPM_altas,

```

```
unidades_min,motor_electrico,mucha_exactitud,D1,D2,
relacion_velocidades,RPM_bajas,Polea_plana);
```

```
end
```

```
else
```

```
begin
```

```
  Fija_la_polea:=false;
```

```
  Polea_plana:=false;
```

```
  case seccion1 of
```

```
    1:begin
```

```
      Lim_inf:=150.0;
```

```
      Lim_sup:=5000.0;
```

```
    end;
```

```
    2:begin
```

```
      Lim_inf:=100.0;
```

```
      Lim_sup:=3300.0;
```

```
    end;
```

```
    3:begin
```

```
      Lim_inf:=100.0;
```

```
      Lim_sup:=2100.0;
```

```
    end;
```

```
    4:begin
```

```
      Lim_inf:=100.0;
```

```
      Lim_sup:=1400.0;
```

```
    end;
```

```
    5:begin
```

```
      Lim_inf:=100.0;
```

```
      Lim_sup:=800.0;
```

```
    end;
```

```
  end (case of);
```

```
  Str(Lim_inf:3:0,aux1);
```

```
  Str(Lim_sup:4:0,aux2);
```

```
  repeat
```

```
    captura_reales(14,1,24,'RPM bajas('+aux1+'-'+aux2+'):',RPM_baja,
                    Lim_inf,Lim_sup);
```

```
  until RPM_bajas (<= RPM_altas;
```

```
  relacion_velocidades:=RPM_altas/RPM_bajas;
```

```
  end;
```

```
end (Relacion_de_velocidades );
```

```
procedure Menu (s:anystring);
```

```
( Despliega los resultados hasta el momento y nos da las diferentes direcciones que puede seguir nuestro programa.
```

```
  Utiliza la subrutina Despliega_resultados.
```

```
begin
```

```
  Direccion_del_menu:=true;
```

```
  Despliega_Resultados;
```

```
  TextBackGround (12);
```

```
  msg(15,1,25,[' 1)CAMBIOS 2)INICIAR 3)TENSIONES 4)REST. ESP Y #4 5)REL
    '.VEL Y #3,#4 6)FIN ']);
```

```
  TextBackGround (0);
```

```
  msg(14,1,24,s);
```

```
  repeat
```

```
  until KeyPressed;
```

```
  captura_enteros (10,1,24,'MENU...CUAL NUMERO? (1-6): ',direccion,1,6);
```

```
  msg(14,1,25,' ');
```

```
end ( Menu );
```

```

procedure combinacion_poleas(seccion:integer;minima_polea_motor,RPM_altas:#
                                mucha_exactitud,motor_electrico:boolean)
                                var relacion_velocidades,RPM_bajas:real;
( Obtiene la combinacion de poleas con la relacion de velocidad requerida,
  dependiendo de su precision, o bien, la relacion mas proxima al no alcanza
  cumplir los requerimientos.
  Utiliza la subrutina Menu para cambio de direccion en el programa.
var
  primera_vez,combinacion_ok                                :boolean;
  relacion_mas_proxima,relacion_combinacion,la_minima_polea :real;
  precision,I,J,K,L                                        :integer;
  aux1,aux2                                              :anystring;
  combinacion_cercana                                :array [0..22,0..22] of boolean;
begin
  combinacion_ok:=false;
  primera_vez:=true;
  relacion_mas_proxima:=9999;
  for I:=0 to 22 do
    for J:=0 to 22 do
      begin
        combinacion_valida[I,J]:=false; {inicializacion}
        combinacion_cercana[I,J]:=false;
      end;
  captura_enteros(10,1,24,'Precision de la rel. de vel. # decimales (1-3)
    precision,1,3);
  if motor_electrico then
    la_minima_polea:=minima_polea_motor
  else
    begin
      I:=0;
      repeat
        I:=I+1;
        la_minima_polea:=Tabla_poleas_estandar[seccion,I];
      until Tabla_poleas_estandar[seccion,I] <> 0.0;
    end;
  for I:=0 to 22 do
    for J:=0 to 22 do
      if (Tabla_poleas_estandar[seccion,I] >= la_minima_polea) and
        (Tabla_poleas_estandar[seccion,I] <> 0.0 ) then
        begin
          if mucha_exactitud then
            relacion_combinacion:=(Tabla_poleas_estandar[seccion,J]+
              Tabla_correccion[seccion,0])/(Tabla_poleas_estandar[seccion,J]+
              Tabla_correccion[seccion,0])
          else
            relacion_combinacion:=Tabla_poleas_estandar[seccion,J] /
              Tabla_poleas_estandar[seccion,I];
          Str(relacion_combinacion:6:precision,aux1);
          Str(relacion_velocidades:6:precision,aux2);
          if aux1=aux2 then
            begin
              combinacion_ok:=true;
              if primera_vez then
                begin
                  for K:=0 to 22 do

```

```

        for L:=0 to 22 do
            combinacion_valida[K,L]:=false;
            primera_vel:=false;
        end;
        if relacion_combinacion >= 1.0 then
            combinacion_valida[I,J]:=true;
        end
    else
        begin
            if (Abs(relacion_combinacion - relacion_velocidades)
                < Abs(relacion_mas_proxima - relacion_velocidades))a
                (relacion_combinacion - relacion_velocidades <) 0.0)
                and (I <= 8) then
                    begin
                        relacion_mas_proxima:=relacion_combinacion;
                        for K:=0 to 22 do
                            for L:=0 to 22 do
                                combinacion_cercana[K,L]:=false;
                            end;
                        Str(relacion_combinacion:6:precision,aux1);
                        Str(relacion_mas_proxima:6:precision,aux2);
                        if (aux1=aux2) and (relacion_mas_proxima >= 1.0)then
                            combinacion_cercana[I,J]:=true;
                        end;
                    end { for I,J..if };
                Str(relacion_mas_proxima:6:precision,aux2);
                I:=0;
                J:=0;
                if combinacion_ok then
                    begin
                        while not combinacion_valida[I,J] do
                            begin
                                if J=22 then
                                    begin
                                        J:=0;
                                        I:=I+1;
                                    end
                                else
                                    J:=J+1;
                                end;
                            end;
                        if I<=8 then
                            for K:=9 to 22 do
                                for L:=9 to 22 do combinacion_valida[K,L]:=false
                            else
                                if not captura_siono(14,1,24,'No existe la relac. deseada en un
                                    ' rango de poleas recomendable,de acuerdo? S/N') then
                                    if captura_siono(14,1,24,'La rel. de vel. mas proxima es '+a
                                        ' de acuerdo? S/N') then
                                        begin
                                            relacion_velocidades:=relacion_mas_proxima;
                                            for I:=0 to 22 do
                                                for J:=0 to 22 do
                                                    combinacion_valida[I,J]:=combinacion_cercana[I,
                                                end
                                            end
                                        else

```

```

        begin
            Menu('Sugerimos cambio de datos...');
            Exit;
        end;
    end
else
    if captura_opcion(14,1,24,'La rel. de vel. mas prox. es '+aue2+
        ' de acuerdo? S/N')then
        begin
            relacion_velocidades:=relacion_mas_proxima;
            for I:=0 to 22 do
                for J:=0 to 22 do
                    combinacion_valida[I,J]:=combinacion_cercana[I,J];
                end
            end
        else
            begin
                Menu('Sugerimos cambio de datos...');
                Exit;
            end;
            RPM_bajas:=RPM_altas / relacion_velocidades;
        end ( Combinacion_poleas );
    procedure Restricciones_espaciales(seccion: integer; minima_polea_motor,
        RPM_altas: real; motor_electrico, unidades_mm, mucha_exactitud, polea_plana,
        fija_la_polea, maximas_poleas: boolean; var Ls: integer; var D1, D2,
        relacion_velocidades, RPM_bajas, CD, Vm, Factor_G, angulo_contacto: real);
    { Contempla todo el proceso para determinar restricciones fisicas tales con
        distancia entre centros, vel. lineal, diam. poleas, long. std. de la band
        angulo de contacto, etc.
        Utiliza las subrutinas de:
            Combinacion_poleas, Fin_combinacion_poleas, Menu, Determina_CDa,
            Calcula_dimensiones
    }
    var
        combinacion_ok, CDa_fija : boolean;
        I, J                       : integer;
        CDa                        : real;
    begin
        if not Fija_la_polea then
            begin
                Combinacion_poleas(seccion, minima_polea_motor, RPM_altas,
                    mucha_exactitud, motor_electrico, relacion_velocidades, RPM_baja
                if direccion_del_menu then Exit;
                if maximas_poleas then
                    begin
                        I:=22;
                        J:=23;
                    end
                else
                    begin
                        I:=0;
                        J:=-1;
                    end;
                end;
                if Fin_combinacion_poleas(seccion, maximas_poleas, I, J, D1, D2) then
                    begin
                        Menu('Existe un error...');
                        Exit;
                    end;
                end;
            end;
        end;
    end;
end;

```

```

end;
end;
if not Determina_CDa(seccion,D1,D2,CDa_fija,CDa,polea_plana,fija_la_polea,
unidades_mm)then
begin
if fija_la_polea then
begin
Menu('POLEAS MUY GRANDES...');
Exit;
end;
if Fin_combinacion_poleas(seccion,maximas_poleas,I,J,D1,D2) then
begin
Menu('POLEAS MUY GRANDES...');
Exit;
end;
end;
repeat
combinacion_ok:=false;
if Calcula_dimensiones(seccion,RPM_altas,D1,D2,CDa,Ls,CD,Vm,Factor_G,
angulo_contacto)then
combinacion_ok:=true
else
if Fija_la_polea then
begin
Menu('NO CUMPLE CONDICIONES ESPACIALES...');
Exit;
end
else
if Fin_combinacion_poleas(seccion,maximas_poleas,I,J,D1,D2) then
begin
Menu('NO CUMPLE CONDICIONES ESPACIALES...');
Exit;
end
else
if not CDa_fija then
if Polea_plana then
CDa:=(D2+d1)/0.85
else
if D2 > (D2+3*D1)/2 then
CDa:=D2
else
CDa:= (D2+3*D1)/2;
until combinacion_ok;
end ( Restricciones_espaciales );
procedure Solo_calculos;
{ Solo calculos de tensiones, frecuencias y vida probable de la banda.
Es altamente dependiente del numero de bandas a utilizar }
begin
Calculos_finales(seccion,Ls,num_bandas,Vm,Factor_G,HP_diseno,RPM_altas,
D1,D2,CD,T1,T2,Tb1,Tb2,Tc,Ts,Fza_rec_masbaja,Fza_rec_masalta,Traccion_,
maximos_fuerza,vida_probable,frecuencia_1,frecuencia_2);
Despliega_resultados;
if Captura_siono(14,1,24,'IMPRESION DE RESULTADOS? S/N') then
Impresion_resultados;
if captura_siono(14,1,24,'DISEÑO OK... ¿ALGUN CAMBIO A DIRECCION? S/N')

```



```

then
  Menu('Seleccione la direccion')
else
  Termina:=true;
end { Solo_calculos };
procedure CalculosyBandas;
{ Antes de calcular tensiones, frecuencias, vida probable, etc. se determina
el numero de bandas
begin
  if not direccion_del_menu then
    begin
      Num_bandas:=Cuantas_bandas(seccion,Ls,relacion_velocidades,Factor
      HP_diseno,RPM_altas,D1,D2);
      Solo_calculos;
    end;
end { CalculosyBandas };
procedure RestriccionesyCalculos;
{ Determina las restricciones fisicas de las poleas, bandas, distancia, etc
y realiza los calculos de tensiones, frecuencia, etc.
begin
  if not direccion_del_menu then
    Restricciones_espaciales(seccion,minima_polea_motor,RPM_altas,
    motor_electrico,unidades_mm,mucha_exactitud,polea_plana,
    fija_la_polea,maximas_poleas,Ls,D1,D2,relacion_velocidades,
    RPM_bajas,CD,Vm,Factor_B,angulo_contacto);
    CalculosyBandas;
end { RestriccionesyCalculos };
procedure Todo_ciclo;
{ Comprende todo el ciclo para la seleccion de bandas desde determinar la
relacion de vel. hasta los ultimos calculos de tensiones, etc.
begin
  if not direccion_del_menu then
    Relacion_de_velocidades(seccion,minima_polea_motor,RPM_altas,
    unidades_mm,motor_electrico,mucha_exactitud,D1,D2,
    relacion_velocidades,RPM_bajas,polea_plana,fija_la_polea);
    RestriccionesyCalculos;
end { Todo_ciclo };
procedure Seleccion_datos(I: integer);
{ Cambia Datos al programa
var
  continua,otra_vez,se_repite:boolean;
  aux :anstring;
  Lin,Impulsora,Impulsada,tipo:integer;
  servicio :real;
begin
  repeat
    otra_vez:=false;
    msg(14,37,1,'BANDAS');
    msg(14,37,4,'DATOS');
    marco(13,1,3,79,9);
    case I of
      1..4: Window(2,5,38,8);
      5..7: Window(40,5,78,8);
      8..10: begin
          Despliega_resultados;

```

```

        msg(14,35,12,'RESULTADOS');
        Marco(13,1,11,79,22);
        Window(2,13,38,21);
    end;
end (case of);
case 1 of
1: if Captura_siono(14,1,1,'Existe Motor Electrico? S/N')then
    begin
        Motor_electrico:=true;
        msg(14,1,1,' 1)Existe Motor Electrico');
    end
    else
    begin
        Motor_electrico:=false;
        msg(14,1,1,' 1)No Existe Motor Electrico');
    end;
2: if motor_electrico then
    begin
        if captura_siono(14,1,2,'Es de 60 ciclos el motor? S/N')
            begin
                repeat
                    msg(14,1,2,' 2)RPM del motor 60 ciclos:');
                    repeat
                        until KeyPressed;
                    captura_reales(14,1,2,'(575,690,870,1160,1750,3
                        ,RPM_altas,575.0,3450.0);
                    if (RPM_altas=575.0) or (RPM_altas=690.0) or
                        (RPM_altas=870.0) or (RPM_altas=1160.0) or
                        (RPM_altas=1750.0)or (RPM_altas=3450.0) then
                        continua:=true
                    else
                        continua:=false;
                    until continua;
                    msg(14,1,2,' 2)RPM motor 60c:');
                    write(RPM_altas:6:2);
                end
            else
            begin
                repeat
                    msg(14,1,2,' 2)RPM del motor 50 ciclos:');
                    captura_reales(14,1,2,'(485,575,725,950,1425,285
                        ,RPM_altas,485.0,2850.0);
                    if (RPM_altas=485.0) or (RPM_altas=575.0) or
                        (RPM_altas=725.0) or (RPM_altas=950.0) or
                        (RPM_altas=1425.0)or (RPM_altas=2850.0) then
                        continua:=true
                    else
                        continua:=false;
                    until continua;
                    msg(14,1,2,' 2)RPM motor 50c:');
                    write(RPM_altas:6:2);
                    if RPM_altas=575.0 then RPM_altas:=576.0;
                end
            end
        end
    else

```

```

    captura_reales(14,1,2,' 2)RPM altas (100-5000):',RPM_altas,
    100.0,5000.0);
3: if motor_electrico then
    begin
        repeat
            otra_Vez:=false;
            captura_reales(14,1,3,' 3)HP mot.elec.' +
            '(0.5-300):',HP_transmitir,0.5,300.0);
            if not Existe_motor_electrico(HP_transmitir,
            Trunc(RPM_altas),minima_polea_motor) then
                begin
                    Str(minima_polea_motor:5:2,aux);
                    msg(14,1,3,'El maximo valor de HP posible es:' +
                    aux);
                    otra_vez:=true;
                    repeat
                        until KeyPressed;
                    end;
                end;
            until not otra_vez;
            if RPM_altas = 576.0 then RPM_altas:=575.0;
        end
    end
else
    captura_reales(14,1,3,' 3)HP a transmitir (1-700):',
    HP_transmitir,1.0,700.0);
4: begin
    Window(1,1,80,25);
    if con_resultados then
        for Lin:=11 to 22 do
            msg(14,1,Lin,' ');
        Marco(13,1,10,79,23);
        Window(2,11,79,22);
        repeat
            servicio:=1.0;
            se_repite:=false;
            msg(14,26,1,'MENU FACTOR DE SEGURIDAD');
            msg(14,1,2,'MAQUINA IMPULSORA:');
            msg(14,1,4,' 1)Motor de Corriente Alterna');
            msg(14,1,5,' 2)Motor de Corriente Continua');
            msg(14,1,6,' 3)Motor de Combustion Interna');
            captura_enteros(14,1,11,'Cual Maquina Impulsora es (1-3)
            impulsora,1,3);
            msg(14,1,4,' ');
            case impulsora of
                1:begin
                    msg(14,1,2,'MOTOR DE CORRIENTE ALTERNA');
                    msg(14,1,4,' 1)Momento torsion normal,Jaula de
                    'ardilla,sincronos,defasados');
                    msg(14,1,5,' 2)Momento torsion alto,Induccion-
                    'repulsion,deslizam. elev. ');
                    msg(14,1,6,' devanado en serie,anillo de dest
                    'zamiento');
                end;
                2:begin
                    msg(14,1,2,'MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA');
                    msg(14,1,5,' 1)Devanado en Derivacion');
                end;
            end;
        until KeyPressed;
    end;
end;

```

```

msg(14,1,6,' 2)Devanado en Serie, Devanado '+
'Compound');
end;
3:begin
msg(14,1,2,'MOTOR DE COMBUSTION INTERNA');
msg(14,1,5,' 1)Cilindros Multiples');
msg(14,1,6,' 2)Cilindro Sencillo');
end;
end (case of);
captura_enteros(14,1,11,'Cual tipo se ajusta mas? (1-2):
impulsora,1,2);
msg(14,1,2,'TIPO DE SERVICIO:');
msg(14,1,4,' 1)Intermitente');
msg(14,1,5,' 2)Normal ');
msg(14,1,6,' 3)Continuo');
captura_enteros(14,1,11,'Cual tipo de servicio se ajusta
mas? (1-3):',Tipo,1,3);
case Tipo of
1:servicio:=servicio;
2:servicio:=servicio + 0.1;
3:servicio:=servicio + 0.2;
end (case of);
if impulsora=2 then servicio:=servicio + 0.1;
msg(14,1,2,'MAQUINA IMPULSADA');
msg(14,1,3,' 1)Agit. para liq.,vent. y aspi'+
'rad.,bomb. cent. y comp.,');
msg(14,1,4,' vent. (<=10HP, transp. de '+
'servicio ligero');
msg(14,1,5,' 2)Transp. banda para arena,etc.,'+
'mezcl. de masa,vent.)10HP,generadores');
msg(14,1,6,' eje de linea,maq. hta.,prensas-punzona'+
'doras-cizalla,maq. imprenta,');
msg(14,1,7,' bomb. girat. desplaz. pos.,cribas '+
'griat. y vib.');
```

```

msg(14,1,8,' 3)Ladrilladoras,elev. cubo,excitadores,com
'p. embolo,transp. de arrastre,');
msg(14,1,9,' mol. martillo,bat. papel,bomb. embolo, '+
'maq. aserrad.,soplad.,pulver.');
```

```

msg(14,1,10,' 4)Trituradoras(mandib.-girat.-rodillo), '+
'molin.(bolas-mart.),elevadores');
captura_enteros(14,1,11,'Tipo de maq. impul. que se '+
'ajuste mas (1-4):',impulsada,1,4);
case impulsada of
1:servicio:=servicio;
2:servicio:=servicio + 0.1;
3:if impulsora=2 then
servicio:=servicio + 0.3
else
servicio:=servicio + 0.2;
4:if (impulsora=2) then
if tipo=3 then
servicio:=servicio + 0.5
else
servicio:=servicio + 0.4
else

```

```

        servicio:=servicio + 0.3;
end (case of);
Str(servicio:3:1,aux);
if captura_siono(14,1,11,'En base a sus datos sugerimos'
' un factor de servicio de 'aux+' de acuerdo? S/N')f
    factor_seguridad:=servicio
else
    captura_alea(14,1,11,'Factor de servicio (1-0):',
                factor_seguridad,1.0,3.0);
if captura_siono(14,1,11,' INFORMACION CORRECTA? S/N')then
    se_repite:=false
else
    begin
        se_repite:=true;
        for Lin:=1 to 11 do
            msg(14,1,Lin,' ');
        end;
    until not se_repite;
Window(1,1,80,25);
for Lin:=10 to 23 do
    msg(14,1,Lin,' ');
if con_resultados then
    Despliega_resultados;
Window(2,5,38,8);
msg(14,1,4,' 4)Factor de Seguridad:');
write(factor_seguridad:2:1);
end;
5: if captura_siono(14,1,1,'UNIDADES EN MM? S/N')then
    begin
        unidades_mm:=true;
        msg(14,1,1,' 5)Unidades en MILIMETROS');
    end
else
    begin
        unidades_mm:=false;
        msg(14,1,1,' 5)Unidades en PULGADAS');
    end;
6: if captura_siono(14,1,2,'Mucha exactitud en los calculos? S/N')
then
    begin
        mucha_exactitud:=true;
        msg(14,1,2,' 6)Se requiere MUCHA EXACTITUD')
    end
else
    begin
        mucha_exactitud:=false;
        msg(14,1,2,' 6)Precision NORMAL en los calculos');
    end;
7: if captura_siono(14,1,3,'MAXIMAS POLEAS? S/N') then
    begin
        maximas_poleas:=true;
        msg(14,1,3,' 7)SON POLEAS MAXIMAS');
    end
else
    begin

```

```

        maximas_poleas:=false;
        msg(14,1,3,' 7)SON POLEAS MINIMAS');
    end;
8: repeat
    captura_reales(14,1,1,'HP de diseño (1-700):',HP_diseño,1.0
    700.0);
    Obtiene_la_seccion(sección,RPM_altas,HP_diseño);
    if sección=-1 then
        begin
            msg(14,1,1,'EXCESIVO NUMERO DE BANDAS...');
            repeat
                until KeyPressed;
            end;
        until sección <-1;
9: repeat
    repeat
        aux:=Capitales(captura_solo_string(14,1,2,' 9)Sección '+
        '(A-E):')+ ' ';
    until (aux='A ') or (aux='B ') or (aux='C ') or (aux='D ')
    or (aux='E ');
    case aux[1] of
        'A': sección:=0;
        'E': sección:=1;
        'C': sección:=2;
        'D': sección:=3;
        'E': sección:=4;
    end (case of);
    Obtiene_la_seccion(sección,RPM_altas,HP_diseño);
    if sección=-1 then
        begin
            msg(14,1,2,'EXCESIVO NUMERO DE BANDAS...');
            repeat
                until KeyPressed;
            end;
        until sección <-1;
10: captura_enteros(14,1,3,'10)Numero de bandas (1-14):',num_bandas
    1,14);
end (case of);
HP_diseño:=Factor_seguridad * HP_transmitir;
Window(1,1,80,25);
if I < 9 then
    begin
        Obtiene_la_seccion(sección,RPM_altas,HP_diseño);
        if sección=-1 then
            begin
                otra_vez:=true;
                captura_enteros(10,1,24,'EXCESIVO # BANDAS, SELECCIONE'+
                ' EL CAMBIO (2-4):',1,2,4);
            end;
        end;
        until not otra_vez;
    end (Selección_datos);
procedure Inicio;
{ Inicializa variables y comienza la captura minima de datos }
var

```

```

I, cual_numero: integer;
begin
  ClrScr;
  TextMode(c80);
  Termina:=false; direccion_del_menu:=false; motor_electrico:=false;
  Mucha_exactitud:=false; unidades_mm:=false; Maximas_poleas:=false;
  Polea_plana:=false; Fija_la_polea:=false; con_resultado:= false;
  seccion:=0; Num_bandas:=1; Ls:=26;
  Minima_polea_motor:=1.0; HP_transmitir:=1.0; Factor_seguridad:=2.0;
  RPM_altas:=1.0; RPM_bajas:=1.0; D1:=1.0; D2:=1.0; Relacion_velocidades:=1.0;
  Vm:=1.0; Factor_G:=1.0; angulo_contacto:=180.0; Cd:=1.0; T1:=1.0; T2:=1.0;
  Tb1:=1.0; Tb2:=1.0; Tc:=1.0; Ts:=1.0; Fza_rec_mas_baja:=1.0;
  Fza_rec_mas_alta:=1.0; Traccion_res:=1.0; Maximos_fuerza:=1.0;
  vida_probable:=1.0; frecuencia_1:=1.0; frecuencia_2:=1.0; HP_diseño:=1.0;

  for I:=1 to 7 do
    Seleccion_datos(I);
  while not captura_siono(10,1,24,'Informacion correcta? S/N') do
    begin
      captura_enteros(10,1,24,'CUAL NUMERO? (1-7):',cual_numero,1,7);
      case cual_numero of
        1: begin
            Seleccion_datos(1);
            Seleccion_datos(2);
            Seleccion_datos(3);
          end;
        2..3: begin
            Seleccion_datos(2);
            Seleccion_datos(3);
          end;
        else Seleccion_datos(cual_numero);
      end (case of);
    end;
    con_resultados:=true;
  if not captura_siono(10,1,24,'Ejecuta la seleccion o despliega menu? S/N')
  then
    Menu('Escoja su seleccion');
  end (Inicio);

procedure seleccion_bandas;
{ Todo el proceso referente a la seleccion de bandas
var
  numero_cambio : integer;
begin
  repeat
  Inicio;
  if not direccion_del_menu then direccion:=5;
  repeat
  direccion_del_menu:=false;
  case direccion of
    1: begin
      repeat
        Captura_enteros(10,1,24,'CAMBIOS...CUAL NUMERO? (1-10)
                                numero_cambio,1,10);
        case numero_cambio of

```

```

1: begin
    Seleccion_datos(1);
    Seleccion_datos(2);
    Seleccion_datos(3);
end;
2..3: begin
    Seleccion_datos(2);
    Seleccion_datos(3);
end;
4..10: Seleccion_datos(numero_cambio);
end {case of};
until not captura_siono(10,1,24,'MAS CAMBIOS? S/N');
case numero_cambio of
1..7: Todo_ciclo;
8: CalculosyBandas;
9: Todo_ciclo;
10: Solo_calculos;
end {case of};
end;
2: direccion_del_menu:=false;
3: CalculosyBandas;
4: RestriccionesyCalculos;
5: Todo_ciclo;
6: begin
    termina:=true;
    if captura_siono(10,1,24,'IMPRESION DE RESULTADOS HASTA #
    + ' MOMENTO? S/N') then
        impresion_resultados;
    msg(14,1,24,' ');
    msg(14,32,24,'FIN DE SELECCION');
    repeat
        until KeyPressed;
    end;
end {case of};
until not direccion_del_menu;
until termina;
end { Seleccion_bandas };

begin
    ( *** PROGRAMA PRINCIPAL *** )
    repeat
        Seleccion_bandas;
    until not captura_siono(10,1,24,'CONTINUD EN BANDAS S/N');
    TextMode;
end.

```

## 11.5.- LISTADO DEL PROGRAMA DE SELECCION DE CADENAS

```

program cadenas;
{
    PROGRAMA DE CADENAS.

```

Posee dos opciones:

- 1) Informacion de Cadenas, con lo cual puede reproducir las tablas de los manuales de cadenas conforme al estandar ANSI, con mas



precisión y evitando la interpolación.

- 2) Selección de Cadenas, en base a los estándares ANSI y limitaciones de espacio a fin de evitar el tedioso y repetitivo proceso realizado a mano. Comienza con un paso obtenido de una fórmula empírica y de ahí va incrementando hasta encontrar una cadena que satisfaga todas las condiciones. Tiene la opción de dirigirlo a diferentes partes del programa por medio de un MENU, según convenga.

FLAVIO MENDIZABAL ORIZA  
21 de Mayo de 1986.

```
{ $I c:captura }
const
  PI = 3.141592654;
  tipo_sencilla = 'SENCILLA';
  tipo_doble = 'DOBLE';
  tipo_triple = 'TRIPLE';
  tipo_cuadruple = 'CUADRUPLE';
  varios_dientes : array [0..23] of integer
    = (11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25,
       28, 30, 32, 35, 40, 45, 50, 55, 60);
  velocidad_lubricacion : array [0..11, 0..23] of real
    = ((150, 750, 1080), (112.7, 518, 853), (91.4, 396, 701),
       (76, 396, 608), (67, 239, 548), (51.8, 198, 457),
       (45.7, 158.5, 396), (39.6, 131, 357), (35, 112.7, 335),
       (51.8, 198, 457), (45.7, 158.5, 396), (25.9, 79, 274));
  varios_pasos : array [0..12] of integer
    = (25, 35, 41, 40, 50, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200);
  dientes_impulsados : array [0..34] of integer
    = (11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25,
       28, 30, 32, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 64, 68, 70, 72, 76, 80,
       84, 95, 96, 102, 112);

var
  numero_cadena, dientes_chicos, seleccion, dientes_grandes,
  precision_distancia, lubricacion, paso, RPM_altas : integer;
  longitud_cadena, distancia_correcta, relacion_velocidades,
  relacion_combinacion, relacion_mas_proxima, incremento_centros,
  var_lineal, var_mayor, var_menor, factor_tipo_cadena, HP, RPM_bajas,
  HP_transmitir, factor_servicio, diametro_flecha, distancia_centros,
  cte_HP_baja, HP_baja, HP_alta, HP_diseno, Kr, velocidad_soldadura,
  maxima_velocidad, Vm : real;
  combinacion_valida : array [0..23, 0..34] of boolean;
```

```
function para_tipo_lubricacion(I: integer): integer;
{ Determina que tipo de lubricacion en base a la vel. lineal }
begin
  if Vm (= velocidad_lubricacion[I, 0]) then
    para_tipo_lubricacion:=1
  else
    if (Vm (= velocidad_lubricacion[I, 0]) and
        (Vm (= velocidad_lubricacion[I, 1]) then
      para_tipo_lubricacion:=2
    else
      if (Vm (= velocidad_lubricacion[I, 2]) then
```

```

        para_tipo_lubricacion:=3
    else
        para_tipo_lubricacion:=4;
end ( para_tipo_lubricacion );

procedure calcula_HP ( I:integer );
{ Calcula los parametros de Longitud de la cadena, vel. lineal, vel. sold.,
  HP de diseño, HP de tablas, distancia % centros verdadera, var. lineal,
  la maxima vel. que puede alcanzar, lubricacion, etc. }
var
    a,aux : real;
begin
    HP_diseño:=HP_transmitir * factor_servicio / factor_tipo_cadena;
    Longitud_cadena:= 2*distancia_centros/(paso/8) + (dientes_grandes+
        dientes_chicos)/2 + Sqr((dientes_grandes-dientes_chicos)/
        (4*Sqr(PI)*distancia_centros/(paso/8)));
    Longitud_cadena:=Int(Round(Longitud_cadena))+1;
    Distancia_correcta:=(longitud_cadena - (dientes_grandes+
        dientes_chicos)/2 + Sqr((Sqr(longitud_cadena-(dientes_grandes
        +dientes_chicos)/2)-Sqr(dientes_grandes-dientes_chicos)/4.9310))
        * (paso/8)/4;
    var_lineal:=(1-Cos(PI/dientes_chicos))/Cos(PI/dientes_chicos);
    var_mayor:=(1-Cos(PI/dientes_grandes))/Cos(PI/dientes_grandes);
    var_menor:=var_lineal;
    if numero_cadena = 41 then
        cte_hp_baja := 0.0022
    else
        cte_hp_baja := 0.004;
    case numero_cadena of
        25: Kr := 29;
        35: Kr := 29;
        41: Kr := 3.4;
        else Kr:= 17;
    end (case of );
    HP_baja :=cte_hp_baja*eleva(int(varios_dientes[I]),1.08)*
        eleva(int(RPM_altas),0.9)*eleva(paso/8,3-0.07*(paso/8));
    HP_alta :=Kr*eleva(((100*varios_dientes[I])/RPM_altas),1.5)
        *eleva(paso/8,0.8);
    if HP_baja < HP_alta then
        HP := HP_baja * factor_tipo_cadena
    else
        HP := HP_alta * factor_tipo_cadena;
    Vm := (paso/8) * RPM_altas * varios_dientes[I] * 0.3048 / 12;
    case numero_cadena of
        80 : velocidad_soldadura:=0.92*varios_dientes[I]*eleva(
            int(RPM_altas),0.5643*exp(int(varios_dientes[I])*
                (-0.002)));
        100 : velocidad_soldadura:=0.0318*2282.59*
            eleva(int(varios_dientes[I]),1-0.0017*varios_dientes[I])
            * exp(-0.0094*int(varios_dientes[I]));
        120 : velocidad_soldadura:=0.0383*eleva(int(varios_dientes[I]),
            1-0.00364*varios_dientes[I])*1762*exp(int(varios_dientes[I])
            *(-0.0031));
        140 : velocidad_soldadura:=1.07*varios_dientes[I]*eleva(
            int(RPM_altas),0.5643*exp(int(varios_dientes[I])*

```

(-0.0022));

```
160 : begin
  case varios_dientes[I] of
    11..23: velocidad_soldadura:=1.12*varios_dientes[I]*
      eleva(int(RPM_ultas),0.5643*exp(int(varios_dientes[I])*
      (-0.0037)));
    24..60: velocidad_soldadura:=0.82*varios_dientes[I]*
      eleva(int(RPM_ultas),0.5643*exp(int(varios_dientes[I])*
      (-0.0013)));
  end (case of) ;
  end;
180 : velocidad_soldadura:=0.95*varios_dientes[I]*eleva(
  int(RPM_ultas),0.5643*exp(int(varios_dientes[I])*(-0.003)));
200 : velocidad_soldadura:=0.9 *varios_dientes[I]*eleva(
  int(RPM_ultas),0.5643*exp(int(varios_dientes[I])*(-0.0025)));
  else velocidad_soldadura:=10000;
end (case of) ;
if numero_cadena in [35,40,41,50,60,80,100] then
  aux:=exp(-0.0018*int(varios_dientes[I]))
else
  aux:=exp(-0.0016*int(varios_dientes[I]));
a:=varios_dientes[I]*eleva(int(rpm_ultas),0.5643*aux);
case numero_cadena of
  25 : maxima_velocidad := 10000;
  35 : maxima_velocidad := 0.6901 * a;
  40 : maxima_velocidad := 0.7519 * a;
  41 : maxima_velocidad := 0.7519 * a;
  50 : maxima_velocidad := 0.7848 * a;
  60 : maxima_velocidad := 0.83 * a;
  80 : maxima_velocidad := 1.015 * a;
  100: maxima_velocidad := 1.09 * a;
  120: maxima_velocidad := 1.1467 * a;
  140: maxima_velocidad := 1.22 * a;
  160: maxima_velocidad := 1.28 * a;
  180: maxima_velocidad := 1.314 * a;
  200: maxima_velocidad := 1.34 * a;
end (case of) ;
case numero_cadena of
  25 : lubricacion := para_tipo_lubricacion(0);
  35 : lubricacion := para_tipo_lubricacion(1);
  40 : lubricacion := para_tipo_lubricacion(2);
  41 : lubricacion := para_tipo_lubricacion(2);
  50 : lubricacion := para_tipo_lubricacion(3);
  60 : lubricacion := para_tipo_lubricacion(4);
  80 : lubricacion := para_tipo_lubricacion(5);
  100: lubricacion := para_tipo_lubricacion(6);
  120: lubricacion := para_tipo_lubricacion(7);
  140: lubricacion := para_tipo_lubricacion(8);
  160: lubricacion := para_tipo_lubricacion(9);
  180: lubricacion := para_tipo_lubricacion(10);
  200: lubricacion := para_tipo_lubricacion(11);
end (case of) ;
end (calcula_HP);
procedure informacion_cadenas;
{ Nos reproduce las tablas de los manuales }
```

```

var
    s          : anystring;
    cual_numero : integer;
    procedure Captura_tipo_cadena;
    { Para capturar que tipo de cadena se quiere }
    begin
        repeat
            s:=Capitales(captura_solo_string(14,1,3,'1.- tipo de cadena '
                +' (sencilla,doble,triple o cuádruple) : '))+' ';
            until (s=tipo_sencilla) or (s=tipo_doble) or (s=tipo_triple)
                or (s=tipo_cuádruple);
        end { captura_tipo_cadena };
    procedure Captura_numero_cadena;
    { Dependiendo del tipo de cadena, varia el num. de cadena a utilizar }
    var
        seleccion : char;
    begin
        seleccion:=s[1];
        case seleccion of
            'S' : begin
                repeat
                    captura_enteros(14,1,5,'2.- Numero de '
                        +'cadena standard (25-200) : ',numero_cadena,25,200
                    until numero_cadena in [25,35,41,40,50,60,80,
                        100,120,140,160,180,200];
                end;
            'D' : begin
                repeat
                    captura_enteros(14,1,5,'2.- Numero de '
                        +'cadena standard (35-200) : ',numero_cadena,35,200
                    until numero_cadena in [35,41,40,50,60,80,100,
                        120,140,160,180,200];
                end;
            'T' :begin
                repeat
                    captura_enteros(14,1,5,'2.- numero de '
                        +'cadena standard (40-160) : ',numero_cadena,40,160);
                    until numero_cadena in [40,50,60,80,100,120,140,160];
                end;
            'C' :begin
                repeat
                    captura_enteros(14,1,5,'2.- Numero de '
                        +'cadena standard (40-160) : ',numero_cadena,40,160)
                    until numero_cadena in [40,50,60,80,100,120,140,160];
                end;
            end { case of };
        end { captura_numero_cadena };
    procedure captura_rpm_altas;
    { Asi mismo, dependiendo del num. de cadena, se captura las RPM }
    begin
        case numero_cadena of
            25..35: captura_enteros(14,1,7,'3.- RPM alta velocidad (1-10000)
                rpm_altas,1,10000);
            40..41: captura_enteros(14,1,7,'3.- RPM alta velocidad (1-8000) :
                rpm_altas,1,8000);
        end
    end

```

```

50 : captura_enteros(14,1,7,'3.- RPM alta velocidad (1-5000) : '
      rpm_altas,1,5000);
60 : captura_enteros(14,1,7,'3.- RPM alta velocidad (1-4000) : '
      rpm_altas,1,4000);
80 : captura_enteros(14,1,7,'3.- RPM alta velocidad (1-3600) : '
      rpm_altas,1,3600);
100 : captura_enteros(14,1,7,'3.- RPM alta velocidad (1-2600) : '
      rpm_altas,1,2600);
120 : captura_enteros(14,1,7,'3.- RPM alta velocidad (1-2000) : '
      rpm_altas,1,2000);
140 : captura_enteros(14,1,7,'3.- RPM alta velocidad (1-1650) : '
      rpm_altas,1,1650);
160 : captura_enteros(14,1,7,'3.- RPM alta velocidad (1-1300) : '
      rpm_altas,1,1300);
180 : captura_enteros(14,1,7,'3.- RPM alta velocidad (1-1100) : '
      rpm_altas,1,1100);
200 : captura_enteros(14,1,7,'3.- RPM alta velocidad (1-900) : ',
      rpm_altas,1,900);

end { case of } ;
end { captura_rpm_altas } ;
procedure por_pantalla;
{ Reproduce las tablas segun la inf. en pantalla, diente por diente }
var
  I : integer;
  seleccion : char;
begin
  msg(10,1,24,'PARA CONTINUAR PRESIONE CUALQUIER TECLA...');
  seleccion := s[1];
  case seleccion of
    'S' : factor_tipo_cadena:= 1 ;
    'D' : factor_tipo_cadena:= 1.7;
    'T' : factor_tipo_cadena:= 2.5;
    'C' : factor_tipo_cadena:= 3.3;
  end {case of } ;
  paso:= numero_cadena div 10;
  for I:= 0 to 23 do
    begin
      Calcula_HP (I);
      msg(14,22,12,'Numero de dientes: ');
      write( varios_dientes[I]:2);
      msg(14,22,14,'H.P. : ');
      if Vm > maxima_velocidad then
        begin
          TextColor(15);
          TextBackGround(12);
          write('0 (sobrepasa la vel. maxima)');
          TextBackGround(0);
        end
      else
        write(HP:5:2);
      msg(14,22,16,'Lubricacion:');
      case lubricacion of
        1: write(' I (manual)');
        2: write(' II (por goteo)');
        3: write(' III (baño de aceite)');
      end
    end
  end
end

```

```

4: write(' IV (flujo continuo)');
end ( case of );
if Vm ) velocidad_soldadura then
begin
TextColor(15);
TextBackGround(12);
GotoXY(22,18);
write('SOLDADURA INSTANTANEA...CONSULTE');
GotoXY(22,20);
write('AL FABRICANTE');
TextBackGround(0);
end
else
begin
msg(14,22,18,'');
msg(14,22,20,'');
end;
marco ( 12,20,9,60,22);
repeat
until KeyPressed;
end ( for I );
end ( por_pantalla );
procedure por_papel;
{ Reproduce las tablas en papel, a fin de poder conservarlas }
var
I : integer;
seleccion : char;
begin
seleccion := s[1];
case seleccion of
'S' : factor_tipo_cadena := 1 ;
'D' : factor_tipo_cadena := 1.7;
'T' : factor_tipo_cadena := 2.5;
'C' : factor_tipo_cadena := 3.3;
end ( case of );
paso := numero_cadena div 10;
writeln(Lst,repite(12,' ')+'INFORMACION SOBRE CADENAS');
espacios(2);
writeln(Lst,'Tipo de cadena: '+s);
espacios(1);
writeln(Lst,'Numero de la cadena: ',numero_cadena:3);
espacios(1);
writeln(Lst,'RPM altas: ',rpm_altas:5);
espacios(2);
writeln(Lst,repite(50,'#'));
espacios(2);
for I:= 0 to 23 do
begin
calcula_hp (I);
writeln(Lst,'Numero de dientes: ',varios_dientes[I]:2);
write(Lst,'H. P.: ');
if Vm ) maxima_velocidad then
writeln(Lst,'0.0 ( sobrepasa la veloc. maxima )')
else
writeln(Lst,HP:5:2);
end

```

```

write(Lst, 'Lubricacion: ');
case lubricacion of
  1: writeln(Lst, ' I ( manual )');
  2: writeln(Lst, ' II ( por goteo )');
  3: writeln(Lst, ' III ( ba&o de aceite )');
  4: writeln(Lst, ' IV ( flujo continuo )');
end { case of } ;
if Vm > velocidad_soldadura then
  writeln(Lst, '** SOLDADURA INSTANTANEA...CONSULTE AL '
    +'FABRICANTE **');
  espacios(1);
  writeln(Lst, repite(50, '**'));
  espacios(1);
end { for I } ;
espacios(1);
writeln(Lst, repite(14, '('))+' FIN DE INFORMACION '+repite(14, '('));
espacios(2);
end { por_papel } ;

```

```

begin { Informacion_cadenas }

```

```

  Repeat

```

```

    HP_transmitir:=0.0; distancia_centros:=1.0;

```

```

    dientes_grandes:=1; dientes_chicos:=1;

```

```

    paso:=2;

```

```

    ClrScr;

```

```

    TextMode(c80);

```

```

    msg(14,30,1, 'INFORMACION DE CADENAS');

```

```

    captura_tipo_cadena;

```

```

    captura_numero_cadena;

```

```

    captura_rpm_altas;

```

```

    while not(captura_siono(10,1,24, 'Informacion correcta? S/N ')) do
      begin

```

```

        captura_enteros(10,1,24, 'CUAL NUMERO? (1-3) : ', cual_numero,
          1,3);

```

```

        case cual_numero of

```

```

          1: begin

```

```

              captura_tipo_cadena;

```

```

              captura_numero_cadena;

```

```

              captura_rpm_altas;

```

```

            end;

```

```

          2: begin

```

```

              captura_numero_cadena;

```

```

              captura_rpm_altas;

```

```

            end;

```

```

          3: captura_rpm_altas;

```

```

        end { case of } ;

```

```

      end { while not } ;

```

```

      if captura_siono (10,1,24, 'Informacion en pantalla? S/N') then
        por_pantalla;

```

```

      if captura_siono(10,1,24, 'Informacion en papel? S/N') then
        por_papel;

```

```

      until not(captura_siono(10,1,24, 'MAS INFORMACION? S/N'));

```

```

    end { Informacion_cadenas } ;

```

```

procedure Seleccion_cadenas;

```

```

{ Selecciona la mejor y mas barata cadena para nuestras necesidades }
var
s,tipo_de_cadena                                     : anystring
distancia_fija,termina,dientes_datos,direccion_del_menu,
considera_geometria,unidades_mm,combinacion_ok     : boolean;
direccion,numeros_cambio : integer;
procedure Menu (s:anystring);forward;
procedure Tabla_servicio;
{ Despliega la tabla de factores de Servicio }
begin
  Window(1,14,80,24);
  msg(14,40,2,'FUENTE MOTRIZ');
  msg(14,5,4,'SERVICIO');msg(14,16,4,'Motor de Comb. Int. ');
  msg(14,38,4,'Motor Electrico');msg(14,56,4,'Motor de Comb. Int. ');
  msg(14,16,5,'c/trans. hidraulica');msg(14,40,5,'o turbina');
  msg(14,56,5,'c/trans. mecanica');
  msg(14,5,7,'UNIFORME');msg(14,21,7,'1.0');msg(14,43,7,'1.0');
  msg(14,63,7,'1.2');
  msg(14,5,8,'MODERADO');msg(14,21,8,'1.2');msg(14,43,8,'1.3');
  msg(14,63,8,'1.4');
  msg(14,5,9,'PESADO');msg(14,21,9,'1.4');msg(14,43,9,'1.5');
  msg(14,63,9,'1.7');
  marco(13,14,1,76,10);
  marco(13,3,3,36,10);
  marco(13,54,3,76,10);
  marco(13,3,3,76,6);
end { Tabla_servicio };
procedure despliega_resultados;
{ Despliega los resultados obtenidos hasta el momento }
var
  distancia : real;
begin
  marco(13,40,2,79,13);
  window(41,3,78,12);
  msg(14,14,1,'RESULTADOS');
  msg(14,1,2,' 8)HP Diseño:');
  write(HP_diseño:6:2);
  msg(14,1,3,' 9)Rel. vel.:');
  write(relacion_velocidades:5:2);
  msg(14,1,4,'10)# Cadena:');
  write(numero_cadena:3);
  if not dientes_datos then
  begin
    msg(14,1,5,'Diente peq.:');
    write(dientes_chicos:2,' grande:',dientes_grandes:3);
  end
  else
    msg(14,1,5,'DIENTES FIJOS...');
  msg(14,1,6,'Dist.%centros');
  if unidades_mm then
    distancia:=distancia_correcta*25.4
  else
    distancia:=distancia_correcta;
  if distancia_fija then
    write('corr:',distancia:6:2)

```



```

else
  write(' ', distancia:6:2);
if unidades_mm then
  write(' MM')
else
  write(' PLG');
msg(14,1,7,'Long en # pasos:');
write(longitud_cadena:8:2);
msg(14,1,8,'Lubricacion:');
case Lubricacion of
  1: write('I (manual)');
  2: write('II (por goteo)');
  3: write('III (baño de aceite)');
  4: write('IV (flujo continuo)');
  else write('NO DEFINIDO...');
end { case of };
if Vm<velocidad_soldadura then
  begin
    TextColor(15);
    TextBackGround(12);
    GotoXY(1,9);
    write('SOLD. INST. VEL=',Vm:10:2);
    TextBackGround(0);
  end
else
  begin
    msg(14,1,9,'Vel. Lineal:');
    write(Vm:10:2,' MPM');
    write(' %Var:',var_lineal:4:3);
  end;
msg(14,1,10,'RPM bajas:');
write(RPM_bajas:8:2,' +',var_mayor:4:3,'% -',var_menor:4:3,'%');
Window(1,1,80,25);
end { Despliega_resultados };
procedure Impresion_resultados;
{ Reproduce los datos y resultados obtenidos hasta ese mom. en papel }
var
  seleccion : char;
  distancia : real;
begin
  espacios(1);
  writeln(Lst,repite(8,' ')+'RESULTADOS DE LA SELECCION DE CADENAS');
  espacios(2);
  writeln(Lst,repite(13,' ')+'DATOS');
  espacios(2);
  writeln(Lst,'H.P. a transmitir: ',HP_transmitir:6:2);
  espacios(1);
  write(Lst,'Tipo de Cadena: ');
  seleccion:=tipo_de_cadena[1];
  case seleccion of
    'S': writeln(Lst,'SENCILLA');
    'D': writeln(Lst,'DOBLE');
    'T': writeln(Lst,'TRIPLE');
    'C': writeln(Lst,'CUADRUPLA');
  end { case of };

```

```

espacios(1);
write(Lst,'Diametro de la Flecha: ');
if unidades_mm then
  writeLn(Lst,diametro_flecha*25.4:6:1,' MM')
else
  writeLn(Lst,diametro_flecha:5:2,' PLG');
espacios(1);
writeLn(Lst,'Factor de Servicio: ',factor_servicio:3:2);
espacios(1);
writeLn(Lst,'RPM de alta velocidad: ',RPM_altas:5);
espacios(1);
if dientes_dato then
  begin
    writeLn(Lst,'Dientes de Catarina Chica: ',dientes_chicos:2);
    espacios(1);
    writeLn(Lst,'Dientes de Catarina Grande: ',dientes_grandes:3);
  end
else
  writeLn(Lst,'RPM de baja velocidad: ',RPM_bajas:8:2);
espacios(1);
if distancia_fija then
  if unidades_mm then
    writeLn(Lst,'Distancia entre centros: ',
      distancia_centros*25.4:6:2,' MM')
  else
    writeLn(Lst,'Distancia entre centros: ',
      distancia_centros:6:2,' PLG')
else
  writeLn(Lst,'LA DISTANCIA NO FUE FIJADA...');
espacios(2);
writeLn(Lst,repite(15,' ')&repite(7,' ')&'RESULTADOS');
espacios(2);
writeLn(Lst,'H.P. de diseño: ',HP_diseño:6:2);
espacios(1);
writeLn(Lst,'Relacion de velocidades: ',relacion_velocidades:3:2);
espacios(1);
writeLn(Lst,'Numero de cadena: ',numero_cadena:3);
if dientes_dato then
  writeLn(Lst,'LOS DIENTES SE FIJARON...')
else
  begin
    writeLn(Lst,'Dientes de Catarina Chica: ',dientes_chicos:2);
    espacios(1);
    writeLn(Lst,'Dientes de Catarina Grande: ',dientes_grandes:3);
  end;
espacios(1);
if unidades_mm then
  distancia:=distancia_correcta*25.4
else
  distancia:=distancia_correcta;
if distancia_fija then
  writeLn(Lst,'Distancia entre centros corregida: ',distancia:6:2)
else
  writeLn(Lst,'Distancia entre centros: ',distancia:6:2);
espacios(1);

```

```

writeln(Lst, 'Longitud de la cadena en numero de pasos: ',
        Longitud_cadena:3:2);
espacios(1);
write(Lst, 'Tipo de Lubricacion: ');
case Lubricacion of
  1: writeln(Lst, 'I (manual)');
  2: writeln(Lst, 'II (por goteo)');
  3: writeln(Lst, 'III (baño de aceite)');
  4: writeln(Lst, 'IV (flujo continuo)');
  else writeln(Lst, 'NO DEFINIDO...');
end ( case of );
espacios(1);
if Vm > velocidad_soldadura then
  writeln(Lst, 'EXISTE SOLDADURA INSTANTANEA, VELOCIDAD= ',
          Vm:10:2, ' MPM');
else
  begin
    writeln(Lst, 'Velocidad Lineal: ', Vm:10:2, ' MPM');
    espacios(1);
    writeln(Lst, '% Variacion Lineal: ', var_lineal:4:3);
  end;
  espacios(1);
  writeln(Lst, 'RPM de baja velocidad: ', RPM_bajas:8:2, ' + ',
          var_mayor:4:3, '%, - ', var_menor:4:3, '%');
  espacios(3);
  writeln(Lst, repite(5, '(') + ' TERMINA RESULTADOS EN SELECCION DE '
          + ' CADENAS ' + repite(5, '('));
  espacios(2);
end ( Impresion_resultados );

```

```

procedure seguir_incrementando(nama:char); forward;

```

```

procedure revisa_espacio;
{ Determina si con la geometria que se cuenta no chocan los dientes de
  las catarinas, el angulo de contacto sea mayor a 120 grados y el num.
  minimo de dientes que pueden existir dependiendo del diam. de la flecha }
var

```

```

  N_min      : integer;
  diametro_exterior : real;
  deja_iterar : boolean;
begin
  repeat
    deja_iterar:=true;
    diametro_exterior:=(paso/8)*(cos(PI/dientes_grandes)/
      sin(PI/dientes_grandes)-cos(PI/dientes_chicos)/sin(PI/dientes_chicos)
    if (((relacion_velocidades > 3.0) and (distancia_centros<diámetro_ext:
    or ((distancia_centros/(paso/8))(3*(dientes_grandes-dientes_chicos)/3
    or ((distancia_centros/(paso/8))((dientes_grandes+dientes_chicos)/(2*
    and (not direccion_del_menu) then
      seguir_incrementando('E');
    if not direccion_del_menu then
      begin
        case paso of
          2..8 : N_min:=Trunc(4*diametro_flecha/(paso/8)+5);
          10..20 : N_min:=Trunc(4*diametro_flecha/(paso/8)+4);

```

```

        end ( case of ) ;
        if Dientes_chicos < N_min then seguir_incrementando('N');
    end;
    if ((distancia_centros/(paso/8))>3*(dientes_grandes-dientes_chicos)/Sq
and (distancia_centros/(paso/8))>(dientes_grandes+dientes_chicos)/(2*p
and (dientes_chicos)=N_min)) or (direccion_del_menu) then
        if (relacion_velocidades)>3.0) then
            if distancia_centros > diametro_exterior then
                deja_iterar:=true
            else
                deja_iterar:=false
            end
        else
            deja_iterar:=true
        end
    else
        deja_iterar:=false;
until deja_iterar;
end ( revisa_espacio ) ;

```

```

procedure Calculos_seleccion;
{ Determina que cumplan con los HP de dise&o los valores calculados y
la distancia real a que deben estar las catarinas }
var
    I
    aux1,aux2,aux3 : anystring;
begin
    repeat
        I:=0;
        while not(dientes_chicos = var los_dientes[I]) do I:=I+1;
        Calcula_HP (I);
        if (not direccion_del_menu) and ((HP_diseño )= HP/factor_servicio
            (Vm)maxima_velocidad)) then
            if considera_geometria then
                Exit
            else
                seguir_incrementando('N');
        until (((HP_diseño(=HP/factor_servicio) and (Vm(maxima_velocidad))or
            (direccion_del_menu));
        if unidades_mm then
            Str(distancia_correcta*25.4:8:precision_distancia,aux3)
        else
            Str(distancia_correcta:8:precision_distancia,aux3);
        Str(distancia_correcta:8:precision_distancia,aux1);
        Str(distancia_centros:8:precision_distancia,aux2);
        if distancia_fija then
            if not (aux1 = aux2) then
                if not captura_siono(14,1,24,'C corregida: '+aux3+' OK? S/N') then
                    begin
                        Menu('Sugerimos cambiar datos...');
                        Exit;
                    end;
            if direccion_del_menu then exit;
        Despliega_resultados;
        if captura_siono(10,1,24,'IMPRESION DE RESULTADOS? S/N') then
            Impresion_resultados;
        if captura_siono(10,1,24,'DISE&O OK...ALGUN CAMBIO A DIRECCION? S/N'

```

```

then
  begin
    Menu('Seleccione la direccion');
    Exit;
  end
else
  termina:=true;
end ( Calculos_Seleccion );
procedure Combinacion_dientes;
{ Calcula que combinacion de dientes es valida para la rel. vel. requer
var
  Precision,I,J,K,L : integer;
  aux1,aux2,aux3    : anystring;
  primera_vez       : boolean;
begin
  Combinacion_ok := false;
  relacion_mas_proxima := 9999;
  Primera_vez := true;
  captura_enteros(10,1,24,'Precision de la rel. de vel, #'+
    'decimales (1-3):',precision,1,3);
  for I:= 0 to 23 do
    for J:= 0 to 34 do combinacion_valida [I,J]:=false;
  for I:=0 to 23 do
    for J:=0 to 34 do
      begin
        relacion_combinacion:=dientes_impulsados[J]/varios_dientes[I];
        Str(relacion_combinacion:6:precision,aux1);
        Str(relacion_velocidades:6:precision,aux2);
        if aux1 = aux2 then
          begin
            combinacion_ok := true;
            if primera_vez then
              begin
                for K:=0 to 23 do
                  for L:=0 to 34 do
                    combinacion_valida[K,L]:=false;
                    primera_vez:=false;
                  end;
                if relacion_combinacion >= 1.0 then
                  combinacion_valida[I,J]:=true;
              end
            else
              if not combinacion_ok then
                begin
                  if Abs(relacion_combinacion - relacion_velocidades)
                    Abs(relacion_mas_proxima - relacion_velocidades)
                  begin
                    relacion_mas_proxima:=relacion_combinacion;
                    for K:=0 to 23 do
                      for L:=0 to 34 do
                        combinacion_valida[K,L]:=false;
                      end;
                    Str(relacion_mas_proxima:6:precision,aux3);
                    if (relacion_mas_proxima >= 1.0) and (aux1=aux3) th
                      combinacion_valida[I,J]:=true;
                end
              end
            end
          end
        end
      end
    end
  end
end

```

```

        end;
    end { for I,J } ;
I:=0;J:=0;
while not(combinacion_valida[I,J]) do
    begin
        if J=34 then
            begin
                J:=0;
                I:=I+1;
            end
        else
            J:=J+1;
        end;
        dientes_chicos:=varios_dientes[I];
        dientes_grandes:=dientes_impulsados[J];
    end { combinacion_dientes };
    procedure revisa_dientes;
    { Revisa que la combinacion de dientes sea la adecuada al usuario }
    var
        aux:anystring;
    begin
        if not dientes_dato then
            begin
                combinacion_dientes;
                if not combinacion_ok then
                    begin
                        Str(relacion_mas_proxima:6:2,aux);
                        if captura_siono(12,1,24,'NO EXISTE ESA RELACION... LA'+
                            ' MAS PROX. ES:'+AUX+' S/N')then
                            relacion_velocidades:=relacion_mas_proxima
                        else
                            begin
                                Menu('Sugerimos Cambiar Datos...');
                                Exit;
                            end;
                        end;
                        RPM_bajas:=RPM_altas / relacion_velocidades;
                    end;
                end { revisa_dientes };
            procedure Restricciones_espaciales;
            { Es todo lo referente a la geometria de las cadenas }
            begin
                Revisa_dientes;
                if not direccion_del_menu then Revisa_espacio;
            end { Restricciones_espaciales };
            procedure Seleccion_datos(I:integer);forward;
            procedure inicio;
            { Inicializa variables y es el primer paso en la Seleccion de cadenas,
              aqui se determina el paso inicial empirico en la cadena a fin de com-
              menzar las iteraciones }
            var
                I,cual_numero : integer;
            begin
                ClrScr;
                HP_diseño:=0.0;relacion_velocidades:=0.0;

```

```

Numero_cadena:=0;dientes_chicos:=11;dientes_grandes:=11;
distancia_correcta:=0.0;longitud_cadena:=0.0;
lubricacion:=0;Vm:=0.0;var_lineal:=0.0;RPM_bajas:=0.0;
var_mayor:=0.0;var_menor:=0.0;HP_transmitir:=0.0;
distancia_centros:=1.0;
considera_geometria:=true;
paso:=2;
numero_cadena:=varios_pasos[0];
TextMode(c80);
msg(14,30,1,'SELECCION DE CADENAS');
marco(13,1,2,39,13);
Seleccion_datos(1);
Seleccion_datos(2);
Seleccion_datos(3);
Seleccion_datos(4);
Seleccion_datos(5);
Seleccion_datos(6);
Seleccion_datos(7);
while not captura_siono(10,1,24,'Informacion correcta? S/N') do
begin
captura_enteros(10,1,24,'CUAL NUMERO? (1-7): ',cual_numero,
1,7);
Seleccion_datos(cual_numero);
end { while not };
for I:=0 to 12 do
begin
if varios_pasos[I] div 10 (= round(eleva(900/RPM_altas,2/3))
then
begin
paso:=varios_pasos[I] div 10;
numero_cadena:=varios_pasos[I];
end;
if (round(eleva(900/RPM_altas,2/3)) = 0) or (paso=0) then
begin
paso:=2;
numero_cadena:=varios_pasos[0];
end;
if not distancia_fija then
distancia_centros:= 20 * paso/8;
end { for I };
if not captura_siono(10,1,24,'Ejecuta la seleccion o despliega'+
'menu? S/N') then
menu('Escoja su seleccion');
end { inicio };
procedure Solo_calculos;
var
se_repite:boolean;
begin
repeat
se_repite:=false;
if not direccion_del_menu then Calculos_Seleccion;
if not direccion_del_menu and ((HP_diseño)=HP/factor_servicio) or
(Vm)maxima_velocidad)) and (considera_geometria) then
begin
seguir_incrementando('N');

```

```

        se_repite:=true;
        if not direccion_del_menu then Revisa_espacio;
    end;
until not se_repite or direccion_del_menu;
end { Solo_calculos };
procedure Parte_ciclo;
{ No considera el inicializar el programa }
begin
    Restricciones_espaciales;
    Solo_calculos;
end { Parte_ciclo };
procedure Ignora_revision_dientes;
{ No considera el inicio ni revisa los dientes a una comb. adecuada }
var
    I,J      : integer;
begin
    I:=0;J:=0;
    while not combinacion_valida[I,J] and not((I=23)and(J=34)) do
        if J=34 then
            begin
                J:=0;
                I:=I+1;
            end
        else
            J:=J+1;
        end
        if (I=23) and (J=34) and (not combinacion_valida[I,J]) then
            Menu('FALTAN COMBINACIONES DE DIENTES...');
        if not direccion_del_menu then Revisa_espacio;
        Solo_calculos;
    end { Ignora_revision_dientes };
procedure seguir_incrementando;
{ Continúa con la sig. combinacion de dientes valida, en caso de termin
se, continúa con el siguiente numero de cadena
function mas_combinaciones(var dientes_chicos,dientes_grandes,paso,
numero_cadena: integer):boolean;
var
    I,J      : integer;
    siguiente:boolean;
begin
    if (dientes_chicos=varios_dientes[23])and
        (dientes_grandes=dientes_impulsados[34])then
        siguiente:=false
    else
        begin
            I:=0;J:=-1;
            repeat
                if J=34 then
                    begin
                        I:=I+1;
                        J:=0;
                    end
                else
                    J:=J+1;
                end
            until ((dientes_chicos=varios_dientes[I]) and
                (dientes_grandes=dientes_impulsados[J])) or

```



```

        ((I=23) and (J=34));
if (I=23) and (J=34) and (not combinacion_valida[23,34]) then
    siguiente:=false
else
    begin
        if (J=34) and (I<>23) then
            begin
                J:=0;
                I:=I+1;
            end
        else
            if J<>34 then
                J:=J+1;
            while (not combinacion_valida[I,J]) and
                not((I=23)and(J=34)) do
                if J=34 then
                    begin
                        J:=0;
                        I:=I+1;
                    end
                else
                    J:=J+1;
                if (I=23) and (J=34) and
                    (not combinacion_valida[23,34]) then
                        siguiente:=false
                    else
                        begin
                            siguiente:=true;
                            dientes_chicos:=varios_dientes[I];
                            dientes_grandes:=dientes_impulsados[J];
                        end;
                    end;
            end;
        if not siguiente then
            if Paso = 20 then
                mas_combinaciones:=false
            else
                begin
                    mas_combinaciones:=true;
                    I:=0;
                    while not(numero_cadena=varios_pasos[I])do I:=I+1;
                    paso:=varios_pasos[I+1] div 10;
                    numero_cadena:=varios_pasos[I+1];
                    I:=0; J:=0;
                    while not combinacion_valida[I,J] do
                        if J=34 then
                            begin
                                J:=0;
                                I:=I+1;
                            end
                        else
                            J:=J+1;
                    dientes_chicos:=varios_dientes[I];
                    dientes_grandes:=dientes_impulsados[J];
                end
            end
        end
    end

```

```

else
    mas_combinaciones:=true;
end { mas_combinaciones };
function incrementa_paso(var paso,numero_cadena: integer): boolean;
var
    I : integer;
begin
    if paso=20 then
        incrementa_paso:=false
    else
        begin
            incrementa_paso:=true;
            I:=0;
            while not (numero_cadena=varios_pasos[I]) do I:=I+1;
            paso:=varios_pasos[I+1] div 10;
            numero_cadena:=varios_pasos[I+1];
        end;
    end { incrementa_paso };
begin { seguir_incrementando }
    case rama of
        'E': if distancia_fija then
            begin
                if dientes_dato then
                    if not incrementa_paso(paso,numero_cadena) then
                        Menu('Cambiar dist%centros o dientes')
                    else
                        if not mas_combinaciones(dientes_chicos,
                            dientes_grandes,paso,numero_cadena) then
                            Menu('EL DISEÑO NO CUMPLE CON CADENAS...');
                        end
                    else
                        if distancia_centros>50*paso/8 then
                            begin
                                if dientes_dato then
                                    if not incrementa_paso(paso,numero_cadena) then
                                        Menu('Cambiar dist%centros o dientes')
                                    else
                                        else
                                            begin
                                                if not mas_combinaciones(dientes_chicos,
                                                    dientes_grandes,paso,numero_cadena) then
                                                        Menu('EL DISEÑO NO CUMPLE CON CADENAS...')
                                                        distancia_centros:=20*paso/8;
                                                    end;
                                                end
                                            end
                                        else
                                            distancia_centros:=distancia_centros+incremento_centros
                                        end
                                    end
                                if dientes_dato then
                                    if not incrementa_paso(paso,numero_cadena) then
                                        Menu('EL DISEÑO NO CUMPLE CON CADENAS...')
                                    else
                                        else
                                            begin
                                                if not mas_combinaciones(dientes_chicos,dientes_grandes,
                                                    paso,numero_cadena) then
                                                    end
                                                end
                                            end
                                        end
                                    end
                                end
                            end
                        end
                    end
                end
            end
        end
    end
end

```

```

Menu('EL DISEÑO NO CUMPLE CON CADENAS...');
end { case of } ;
msg(10,1,24,'PROCESANDO EN...');
write(' # CADENA=',numero_cadena:3,' dientes chicos=',dientes_chicos;
      ' grandes=',dientes_grandes:3);
end { seguir_incrementando } ;
procedure Seleccion_datos;
{ Cambia los datos del programa }
var
  aux,aux1,aux2 : anystring;
  ok              : boolean;
  seleccion      : char;
  K,L            : integer;
begin
  if I (= 7 then
    begin
      Window(2,3,38,12);
      msg(14,17,1,'DATOS');
    end
  else
    begin
      Window(41,3,78,12);
      msg(14,14,1,'RESULTADOS');
    end;
  case I of
    1: captura_reales(14,1,3,'1)HP trans. (0.01-2,000):',
      HP_transmitir,0.01,2000.0);
    2: begin
        msg(14,1,4,'Cadena (sencilla,doble...');
        repeat
          until KeyPressed;
          msg(14,8,4,'...triple o cuádruple');
          repeat
            until KeyPressed;
            repeat
              s:=Capitales(captura_solo_string(14,1,4,'2)Cadena:'))
                +' ';
            until (s=tipo_sencilla) or (s=tipo_doble) or
              (s=tipo_triple) or (s=tipo_cuádruple);
            tipo_de_cadena:=s;
            seleccion := s[1];
            case seleccion of
              'S' : factor_tipo_cadena:=1 ;
              'D' : factor_tipo_cadena:=1.7;
              'T' : factor_tipo_cadena:=2.5;
              'C' : factor_tipo_cadena:=3.3;
            end { case of } ;
          end;
        3: begin
            repeat
              s:=Capitales(captura_solo_string(14,1,5,'Unidades de'
                +' flecha (mm,plg):'))+' ';
            until (s='MM ') or (s='PLG ');
            if s='MM ' then
              begin

```

```

        unidades_mm:=true;
        captura_reales(14,1,5,'3)D. flecha '+
        '(11.11-6985) MM:',diametro_flecha,11.11,6985.0);
        diametro_flecha:=diametro_flecha/25.4;
    end
else
    begin
        unidades_mm:=false;
        captura_reales(14,1,5,'3)D. flecha '+
        '(0.4375-275) PLG:',diametro_flecha,0.4375,275);
    end;
end;
4: begin
    Tabla_servicio;
    Window(2,3,38,11);
    captura_reales(14,1,6,'4)Factor de Servicio (1-5):',
        factor_servicio,1.0,5.0);
    window(1,14,80,24);
    For I:= 1 to 10 do msg(14,1,I,'');
    I:=0;
end;
5: captura_enteros(14,1,7,'5)RPM alta vel. (1-10000):',
    RPM_altas,1,10000);
6: begin
    repeat
        If captura_si/no(14,1,8,'RPM bajas es dato? S/N') then
            begin
                dientes_datos:=False;
                repeat
                    captura_reales(14,1,9,'6)RPM baja vel. (1-10000):'
                        RPM_bajas,1,10000);
                until RPM_bajas<=RPM_altas;
                relacion_velocidades:=RPM_altas/RPM_bajas;
            end
        else
            begin
                dientes_datos:=True;
                repeat
                    captura_enteros(14,1,8,'6)# dientes cat. chica'+
                    '(11-60):',dientes_chicos,11,60);
                until dientes_chicos in [11..25,28,30,32,40,45,50,
                    55,60];
                repeat
                    captura_enteros(14,1,8,'6)# dientes cat. grande'
                        +' (11-112):',dientes_grandes,11,112);
                until dientes_grandes in [11..25,28,30,32,40,45,50,
                    55,60,64,68,70,72,76,80,84,95,96,102,112];
                str(dientes_chicos:2,aux1);
                str(dientes_grandes:3,aux2);
                msg(14,1,8,'6)dientes chicos:'+aux1+' grandes:'
                    +aux2);
                relacion_velocidades:=dientes_grandes/dientes_chicos;
            end;
        if relacion_velocidades > 7.0 then
            begin

```

```

        ok:= false;
        TextColor(15);
        TextBackGround(12);
        GotoXY(1,3);
        write('RELACION > 7 NO SE PUEDE');
        TextBackGround(0);
        repeat
            until KeyPressed;
        end
    else
        if relacion_velocidades > 5.0 then
            if not captura_siono(12+16,1,9,'DOBLE RE'+
                'DUCCION, DE ACUERDO? S/N') then
                ok:=false
            else
                begin
                    ok:=true;
                    if dientes_dato then
                        msg(14,1,8,'6)dientes chicos:'+aux1+
                            ' grandes:'+aux2)
                    else
                        begin
                            msg(14,1,8,'6)RPM baja vel.:');
                            write(RPM_bajas:5);
                        end
                    end
                end
            else
                ok:=true;
        until ok;
    end;
7: begin
    if (captura_siono(14,1,9,'Dist.% '+
        'centros fija? S/N')) then
        begin
            captura_enteros(14,1,9,'Precision a comparar (1-3):',
                precision_distancia,1,3);
            distancia_fija:=True;
            repeat
                s:=Capitales(captura_solo_string(14,1,9,'UNIDADES'
                    +' (mm,plg):')+ ' ');
            until (s='MM ') or (s='PLG ');
            if s='MM ' then
                begin
                    unidades_mm:=true;
                    captura_reales(14,1,9,'7)Dist.% centros (127-'
                        +'3175) MM:',distancia_centros,127.0,3175.0);
                    distancia_centros:=distancia_centros/25.4;
                end
            else
                begin
                    unidades_mm:=false;
                    captura_reales(14,1,9,'7)Dist.% centros (5-125)'
                        +' PLG:',distancia_centros,5.0,125.0);
                end
            end;
        end;
    end
end

```

```

else
begin
  captura_reales(14,1,9,'Inc. dist.%centros (0.01-'
    +'10):', incremento_centros,0.01,10.0);
  distancia_fija:=False;
  distancia_centros:= 20 * paso/3;
  msg(14,1,9,'7)DIST.% CENTROS NO FIJA...');
end;
end;
8: captura_reales(14,1,2,'8)H.P. Diseño (0.01-2000):',
  HP_diseño,0.01,2000);
9: begin
  captura_reales(14,1,3,'9)Rel.Vel.(1-7):',
    relacion_velocidades,1.0,7.0);
  RPM_bajas:=RPM_altas/relacion_velocidades;
end;
10: begin
  Seleccion:=tipo_de_cadena[1];
  case seleccion of
    'S': begin
      repeat
        captura_enteros(14,1,4,'10)# Cadena (25-200):
          numero_cadena,25,200);
        until numero_cadena in [25,35,41,40,50,60,80,100,
          120,140,160,180,200];
      end;
    'D': begin
      repeat
        captura_enteros(14,1,4,'10)# Cadena (35-200):
          numero_cadena,35,200);
        until numero_cadena in [35,41,40,50,60,80,100,120,
          140,160,180,200];
      end;
    'T': begin
      repeat
        captura_enteros(14,1,4,'10)# Cadena (40-160):'
          numero_cadena,40,160);
        until numero_cadena in [40,50,60,80,100,120,140,
          160];
      end;
    'C': begin
      repeat
        captura_enteros(14,1,4,'10)# Cadena (40-160):'
          numero_cadena,40,160);
        until numero_cadena in [40,50,60,80,100,120,140,
          160];
      end;
  end { case of };
  if not dientes_dato then
  begin
    K:=0;L:=0;
    while not (combinacion_valida[K,L])do
      if L=34 then
        begin
          L:=0;

```

```

                K:=K+1;
            end
        else
            L:=L+1;
            dientes_chicos:=var_los_dientes[K];
            dientes_grandes:=dientes_impulsados[L];
        end;
        paso:=numero_cadena div 10;
        if not distancia_fija then
            distancia_centros:=20*paso/8;
        end;
    end { case of } ;
    if I <= 7 then
        begin
            Window(2,3,38,12);
            msg(14,17,1,'DATOS');
        end
    else
        begin
            Window(41,3,70,12);
            msg(14,14,1,'RESULTADOS');
        end;
        Window(1,1,80,25);
    end { Seleccion_datos } ;
    procedure menu;
    { Despliega los resultados hasta el mom. y nos da las diferentes direcc
    que puede seguir nuestro programa
    var
    seleccion,I : integer;
    begin
        direccion_del_menu:=true;
        Despliega_resultados;
        marco(13,22,14,58,23);
        Window(23,15,57,22);
        msg(14,15,1,'MENU');
        msg(14,1,2,'1.- Cambio a datos');
        msg(14,1,3,'2.- Iniciar');
        msg(14,1,4,'3.- Rest. Esp. + Calculos');
        msg(14,1,5,'4.- Libra Esp. + Calculos');
        msg(14,1,6,'5.- Solo Calculos');
        msg(14,1,7,'6.- Terminar Programa');
        msg(14,1,8,s);
        Repeat
        until KeyPressed;
        captura_enteros(10,1,8,'CUAL NUMERO? (1-6):',direccion,1,6);

        Window (1,1,80,25);
        for I:=14 to 23 do msg(14,1,I,'');
    end { menu } ;

begin { Seleccion_cadenas }
Repeat
termina:=false;
direccion_del_menu:=false;
Inicio;

```

```

if not direccion_del_menu then direccion:=3;
repeat
  direccion_del_menu:=false;
  case direccion of
    1: begin
      repeat
        captura_enteros(10,1,24,'CAMBIOS...CUAL NUMERO? (1-10)
          numero_cambio,1,10);
        seleccion_datos(numero_cambio);
      until not captura_siono(10,1,24,'MAS CAMBIOS? S/N');
      case numero_cambio of
        1..7: Parte_ciclo;
        8: Solo_Calculos;
        9: Parte_ciclo;
        10: Ignora_revision_dientes;
      end (case of);
    end;
    2: direccion_del_menu:=false;
    3: Parte_ciclo;
    4: Ignora_revision_dientes;
    5: begin
      if captura_siono(14,1,24,'Considerando Geometria? S/N')
        considera_geometria:=true
      else
        considera_geometria:=false;
      Solo_calculos;
    end;
    6: begin
      termina:=true;
      if captura_siono(10,1,24,'IMPRESION DE RESULTADOS HASTA EL
        MOMENTO? S/N') then
        Impresion_resultados;
        msg(14,1,24,'');
        msg(14,32,24,'FIN DE SELECCION');
        repeat until KeyPressed;
      end;
    end (case of );
  until not direccion_del_menu;
until termina;
end ( Seleccion_cadenas );

begin ( Programa Principal )
repeat
  ClrScr;
  TextMode(c40);
  msg(14,16,3,'CADENAS');
  msg(14,13,10,'1) INFORMACION');
  msg(14,13,14,'2) SELECCION');
  captura_enteros(10,1,24,'CUAL NUMERO? (1-2): ',seleccion,1,2);
  case seleccion of
    1: Informacion_cadenas;
    2: Seleccion_cadenas;
  end ( case of );
until not captura_siono(10,1,24,'CONTINUO EN CADENAS? S/N');
TextMode;

```



end.

## 11.6.- LISTADO DE SUBROUTINA DE CAPTURA

type

  anystring = string [90];

var

  pasa :boolean;

  pos\_x,

  pos\_y :integer;

procedure letrero ( x,y:integer;s:anystring );

begin

  pasa:=false;

  gotoXY(x,y);

  write(s);

  pos\_y:=WhereY;

  ClrEol;

end ( letrero );

procedure no\_encuentra;

var

  aux : char;

begin

  pasa:=false;

  write(#7);

  TextColor(12+blink);

  GotoXY(pos\_x,pos\_y);

  write('error');

  read(kbd,aux);

  if Ucase(aux) in [#27] then

    begin

      TextMode;

      Halt;

    end;

  GotoXY(pos\_x,pos\_y);

  ClrEol;

end ( no\_encuentra );

function capitales(s:anystring):anystring;

var

  I : integer;

begin

  for I:= 1 to length(s) do

    s[I]:=Ucase(s[I]);

  capitales:=s;

end (capitales);

procedure captura\_enteros( color,x,y:integer;s:anystring;

  var variable:integer;lim\_inf,lim\_sup:integer);

begin

  repeat

    TextColor(color);

    letrero(x,y,s);

    {#I- }read(variable);{#I+ }

    pos\_x:=WhereX;

```

    if IoResult () 0 then
        no_encuentra
    else
        if (variable >= lim_inf) and (variable <= lim_sup) then
            pasa:=true
        else
            no_encuentra;
    until pasa;
end { captura_enteros };
procedure captura_reales( color,x,y : integer;s:anystring;
    var variable:real;lim_inf,lim_sup:real);
begin
    repeat
        TextColor (color);
        letread(x,y,s);
        {#I- }read(variable);{#I+ }
        pos_x:=WhereX;
        if IoResult () 0 then
            no_encuentra
        else
            if (variable >= lim_inf) and (variable <= lim_sup) then
                pasa:=true
            else
                no_encuentra;
        until pasa;
    end { captura_reales };
function captura_solo_string(color,x,y : integer;s:anystring):anystring;
var
    aux:anystring;
begin
    repeat
        TextColor (color);
        letread(x,y,s);
        {#I- }read(aux); {#I+ }
        pos_x:=WhereX;
        if IoResult () 0 then
            no_encuentra
        else
            pasa:=true;
        until pasa;
        captura_solo_string:=aux;
    end {captura_solo_string};
procedure captura_string (color,x,y : integer;s:anystring;
    var variable:anystring;compara:anystring);
begin
    repeat
        TextColor (color);
        letread(x,y,s);
        {#I- }read(variable);{#I+ }
        pos_x:=WhereX;
        if IoResult () 0 then
            no_encuentra
        else
            if copy(variable,1,length(compara)) = compara then
                pasa:=true

```

```

        else
            no_encuentra;
        until pasa;
    end;
function captura_siono ( color,x,y:integer;s:anystring):boolean;
var
    variable:char;
begin
    repeat
        TextColor (color);
        letrero (x,y,s);
        { $I- } read(kbd,variable); { $I+ }
        pos_x:=WhereX;
        if IoResult () = 0 then
            no_encuentra
        else
            if (Ucase (variable) in ['S','N',#27]) then
                pasa:=true
            else
                no_encuentra;
            until pasa;
            if Ucase (variable) in [#27] then
                begin
                    TextMode;
                    Halt;
                end;
            if Ucase (variable) in ['S'] then
                captura_siono:=true
            else
                captura_siono:=false;
            end { captura_siono } ;
        procedure msg(color,x,y:integer;s:anystring);
        begin
            TextColor (color);
            GotoXY(x,y);
            write(s);
            ClrEol;
        end {msg};
        procedure marco(color,arriba_izqX,arriba_izqY,abajo_derX,abajo_derY
            : integer);
        var
            I: integer;
        begin
            TextColor (color);
            GotoXY(arriba_izqX,arriba_izqY);
            write(chr(218));
            for I:= (arriba_izqX+1) to (abajo_derX-1) do write(chr(196));
            write(chr(191));
            for I:= (arriba_izqY+1) to (abajo_derY-1) do
                begin
                    GotoXY(arriba_izqX,I); write(chr(179));
                    GotoXY(abajo_derX ,I); write(chr(179));
                end;
            GotoXY(arriba_izqX,abajo_derY);
            write(chr(192));

```

```

    for I:=(arriba_izqX+1) to (abajo_derX-1) do write(chr(196));
    write(chr(217));
end {marco} ;
function eleva (base,exponente:real):real;
begin
    eleva:=Exp(Ln(base)*exponente);
end { eleva } ;
procedure espacios(I:integer);
var
    J: integer;
begin
    for J:= 1 to I do writeln(Lst);
end { espacios } ;
function repite(q:integer;ch:char):anystring;
var
    J,I : integer;
    aux : anystring;
begin
    repite:='';
    I:=q;
    for J:= 1 to I do aux[J]:=ch;
    repite := copy(aux,1,J);
end { repite };

```

## 12.- BIBLIOGRAFIA

- "Solid Modeling on a P.C.". Mechanical Engineering April 1985, Vol 107 Num. 4. ASME.
- "The PC CAD Probe", "Involvement and integration, a route to CAD/CAM", "Communication among Machines is needed in our factory floors". Mechanical Engineering June 1985, Vol 107 Num 6. ASME
- "Lazear at the Donnybrook: The collapse of the cult of the mainframe", "PC Drafting: The right product at the right time". Mechanical Engineering July 1985, Vol 107 Num 7. ASME.
- "What I wish ti had known about CAD software, but didn't know enough to ask". Mechanical Engineering November 1985, Vol 107 Num 11. ASME.
- "Mileage Record" Mechanical Engineering June 1986, Vol 108 Num 6. ASME.
- "Follow the Leader". Mechanical Engineering July 1986, Vol 108 Num 7. ASME.
- "DAC/FAC (CAD/CAM): La tecnología del futuro aplicada en el presente". Puig Ferran. Regulación y Mando Automatizado Mayo 1983, Vol XVII Num 128.
- "The AUTOCAD Drafting Package". Autodesk Inc. San José CA. USA 1985.
- Carl Nachover and Robert E. Blauth. "The CAD/CAM Handbook". Ed. Computervision, Mass. USA 1980.
- Elde, Jenison, Mashaw, Northup, Sanders. "Engineering Graphics Fundamentals". McGRAW-HILL, New York USA 1985.
- Chan S. Park. "Interactive Microcomputer Graphics". Addison-Wesley Publishing Co. Inc. USA 1985.
- D. Donald Vosinet. "Introduction to Computer-Aided Drafting". McGRAW-HILL International Student Edition Singapore 1985.
- Renato Deschamps Esquivel, Ignacio Guzmán Speziale, Fernando Solorzano Palomares, Julio Vargas Rodríguez. "Apuntes de Computadoras y Programación". Fac. de Ingeniería UNAM.
- Glesecke, Mitchell, Spencer, Hill. "Technical Drawing". McGRAW-HILL, New York USA 1971.

- Jensen. "Dibujo y Diseño de Ingeniería". McGRAW-HILL México 1973.
- Tomas E. French, Charles J. Vierck. "Dibujo de Ingeniería". McGRAW-HILL México 1981.
- Coover/Hesel. "Interpretación de Dibujo Mecánico. McGRAW-HILL México 1983.
- Y. C. Pao. "Elements of Computer-Aided Design and Manufacturing (CAD/CAM)". John Wiley and Sons EUA 1984.
- Egor P. Popov. "Introducción a la Mecánica de Sólidos". Ed. Limusa México 1981.
- Guillermo Levine Gutiérrez. "Introducción a la Computación y a la Programación Estructurada". McGRAW-HILL México 1984.
- Borland International Inc. "TURBO PASCAL Version 3.0. Reference Manual". Borland International Inc. Bluffs Valley CA. USA 1985.
- "The efficiency of Belt Drives". Machine Design April 9 1981, Vol 53 Num 8.
- "Part 1: The Mechanics of Belt Drives". Machine Design June 26 1980, Vol 52 Num 15.
- "Part 2: The Mechanics of Belt Drives". Machine Design July 10 1980, Vol 52 Num 16.
- Joseph Edward Shigley. "Diseño en Ingeniería Mecánica". McGRAW-HILL México 1980.
- Robert C. Juvinall. "Fundamentals of Machine Component Design". John Wiley and Sons, Inc. USA 1983.
- Paul H. Black, D. Eugene Adams Jr. "Machine Design". McGRAW-HILL International Student Edition Japan 1968.
- Virgil Morning Faires. "Design of Machine Elements". Collier-Macmillan International Editions Hong Kong 1970.
- M. F. Spotts. "Proyecto de Elementos de Máquinas". Ed Reverté S. A. España 1979.
- 1878-1978 Dodge Centennial. Dodge Division Reliance Electric. Mishawaka Indiana USA 1978.
- "Designing V-Belt Drives with a MicroComputer". J. E. Motherway. Computers in Mechanical Engineering July 1983.
- Gates Heavy Duty V-Belt Drive Design Manual No. 14995 A. Denver Colorado USA 1979.