



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN

“PROGRAMA PARA COMPUTADORA PARA LA
SELECCION DE BANDAS EN V (sección angosta y
normal)”

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A :
TOMAS URIEL ARIAS SANLUCAR

ASESOR: M.I. FELIPE DIAZ DEL CASTILLO RODRIGUEZ

CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO. DE MÉXICO.

2005

0352340



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

U. N. A. M.
 FACULTAD DE ESTUDIOS
 SUPERIORES CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE
 EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
 DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
 P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
 Jefe del Departamento de Exámenes
 Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

Programa para Computadora para la selección de Bandas en V
(sección Angosta y Normal)

que presenta el pasante: Tomas Uriel Arias Sanlucar
 con número de cuenta: 09950014-6 para obtener el título de:
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

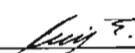
Cuautitlán Izcalli, Méx. a 12 de Septiembre de 2005

PRESIDENTE Ing. Armando Morales 

VOCAL M.I. Felipe Díaz del Castillo Rodríguez 

SECRETARIO Inq. Juan Antonio Preciado Valtierra 

PRIMER SUPLENTE Ing. Marco Antonio Hernández 

SEGUNDO SUPLENTE Ing. José Luis Barbosa Pacheco 

AGRADECIMIENTOS

Les agradezco a mis padres toda su comprensión y apoyo que me han brindado a lo largo de mi vida, pues sin ello, todo esto no habría sido posible.

Les agradezco también a mis hermanas que siempre hayan estado conmigo, y que a pesar de los momentos difíciles nunca dejaron de creer en mi.

A todos mis amigos, pues gracias a ellos, todo ha sido más fácil

A toda la gente que de una u otra forma intervino en mi vida.

A mis profesores, que son una parte importante de todo esto.

Por último a la universidad, que me brindó la oportunidad de crecer tanto como estudiante, como ser humano.

INDICE

| | Pag. |
|---|------|
| INTRODUCCION..... | 1 |
| OBJETIVOS..... | 2 |
| CAPITULO 1 TRANSMISIONES FLEXIBLES | |
| 1.1 Bandas..... | 4 |
| 1.1.1 Materiales de fabricación..... | 7 |
| 1.1.2 Bandas dentadas..... | 10 |
| 1.1.3 Bandas en "V"..... | 12 |
| 1.1.4 Transmisión con bandas para ejes no paralelos..... | 17 |
| 1.2 Impulsores de cadenas..... | 17 |
| 1.2.1 Cadenas de rodillos..... | 17 |
| 1.2.2 Cadenas de dientes invertidos..... | 19 |
| 1.2.3 Lubricación..... | 21 |
| CAPITULO 2 METODO DE SELECCIÓN DE BANDAS | |
| 2.1 Fuerzas que actúan sobre una banda en "V" en contacto con una polea..... | 23 |
| 2.2 Relación de tensión por análisis..... | 26 |
| 2.2.1 La capacidad de potencia de una banda en "V" de un tamaño dado..... | 27 |
| 2.2.2 Potencia transmitida..... | 28 |
| 2.2.3 Estimación de la vida de una banda..... | 28 |
| 2.3 Método de selección de bandas en "V"..... | 31 |
| CAPITULO 3 DESARROLLO DEL PROGRAMA | |
| 3.1 Programación y métodos de programación..... | 35 |
| 3.2 Plataforma de programación..... | 37 |
| 3.3 Objetos y mensajes..... | 38 |
| 3.4 Diagramas de Flujo..... | 40 |
| 3.5 Construcción del programa para la selección de bandas en V..... | 41 |
| 3.6 Diagrama 1 comportamiento de flujo general..... | 42 |
| 3.7 Diagrama 2 Comportamiento detallado del programa..... | 44 |
| CAPITULO 4 USO Y PRUEBA DEL PROGRAMA | |
| 4.1 Uso y prueba..... | 70 |
| CONCLUSIONES..... | 83 |
| BIBLIOGRAFIA..... | 84 |
| REFERENCIAS WEB..... | 85 |
| APENDICE A..... | 86 |

INTRODUCCION

Las transmisiones flexibles son elementos de máquina de amplio uso para la transmisión de potencia, usándose generalmente cuando existe una distancia relativamente grande entre flechas a conectar.

Entre ellas se pueden mencionar: bandas planas, bandas síncronas, bandas en V y bandas de velocidad variable. También, se puede hacer mención de otro tipo de transmisión flexible, que son las cadenas y entre estas se pueden mencionar las siguientes: de rodillos y de dientes invertidos. La selección entre una y otra depende de las condiciones de trabajo en que se encontrarán

Este trabajo se enfoca al desarrollo de un programa para computadora para la selección de bandas en “V”, de tal manera que el proceso sea automatizado y toda la información necesaria se tenga a la mano dentro de la interfaz gráfica, para simplificar el método de diseño de bandas.

Así, en el Capítulo 1, se proporciona un panorama general de las transmisiones flexibles, presentando varios tipos de bandas y algunos más de cadenas y mencionando las ventajas y desventajas de uso; en el Capítulo 2, se explica detalladamente el método de diseño que se utiliza en la selección de bandas en “V”.

En el Capítulo 3, se da una introducción a los métodos de programación y se menciona el desarrollo de los mismos, se menciona la plataforma utilizada, se proporciona información técnica acerca de la programación y se muestran los diagramas de flujo general y de detalle del programa.

En el Capítulo 4 se muestra el uso del programa y se prueba paso por paso con ayuda de un ejemplo, se muestra cada pantalla resultante después de la operación del programa en cada pantalla.

Por último, se establecen las conclusiones obtenidas del desarrollo de este trabajo y la prueba del programa en cuestión.

OBJETIVOS:

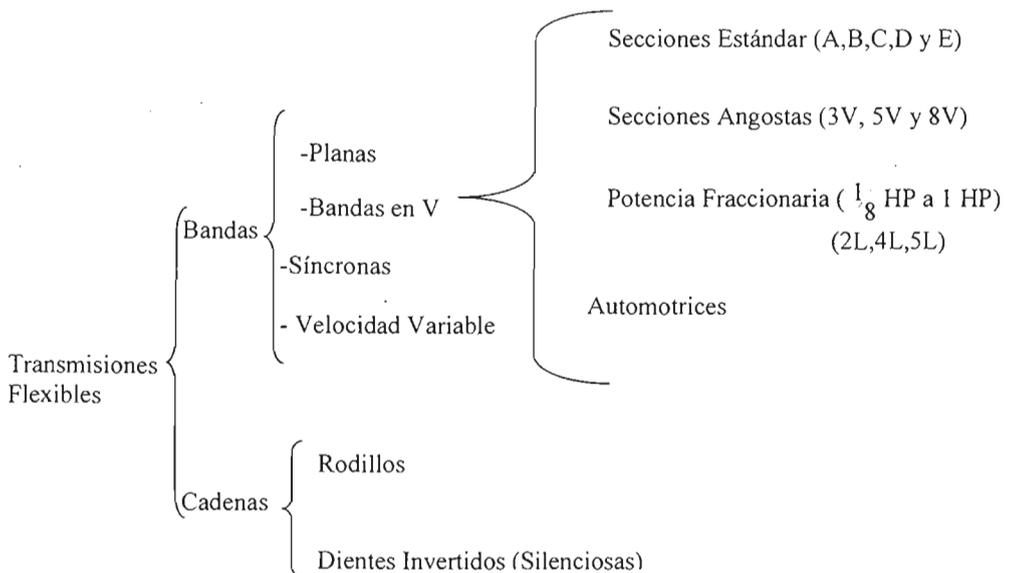
- *Mostrar un panorama general de las transmisiones flexibles.*
- *Dar a conocer el proceso de selección de una banda en "V".-*
- *Desarrollar un programa para computadora para la selección de bandas en "V" que permita la reducción de tiempo en el diseño y facilite el mismo.*
- *El programa debe ser sencillo y fácil de usar.*

CAPITULO 1

TRANSMISIONES FLEXIBLES

Las bandas y las cadenas representan los tipos principales de elementos flexibles para transmitir potencia y son capaces de hacerlo entre flechas que se encuentran muy separadas. Ofreciendo la máxima versatilidad como elementos de transmisión de potencia.

Se puede hacer la siguiente clasificación general de las transmisiones flexibles:



Debe mencionarse que las bandas síncronas y las cadenas son transmisiones positivas, esto es, existe una relación de velocidades constante entre el elemento conductor y el elemento conducido.

Los impulsores de cadena se emplean siempre a velocidades más bajas, con los consecuentes torques de mayor magnitud. Los eslabones de cadenas de acero tienen una alta resistencia a los esfuerzos de tracción para que sean capaces de soportar las considerables fuerzas que resultan de un torque de alta magnitud.

No obstante a velocidades altas, el ruido, el impacto entre los eslabones de la cadena y los dientes de la rueda dentada así como la dificultad para proporcionar una lubricación adecuada se convierten en problemas severos.

Hay que tomar en cuenta que deben considerarse los siguientes factores económicos, antes de llegar a la elección final para utilizar algún tipo de transmisión flexible: costo original, costos directos de mantenimiento y el costo de construcción y pérdida durante el tiempo de paros.

1.1 BANDAS

Una banda es un elemento flexible capaz de transmitir potencia que asienta en forma ajustada sobre un conjunto de poleas o poleas acanaladas. Se pueden ver diversos tipos de bandas en la figura 1.1.

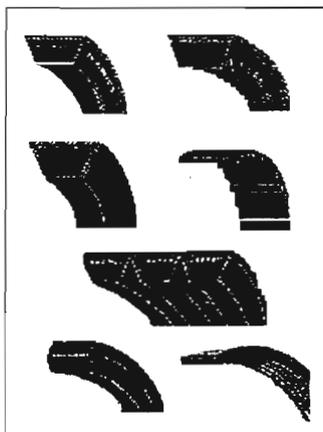


Figura. 1.1 Diversos Tipos de Bandas

Las bandas planas de cuero y de gran longitud fueron de uso general durante muchos años cuando lo común era usar un motor grande para dar movimiento a diferentes maquinas. Actualmente se siguen usando bandas planas de cuero, acero, hule, plástico y tejidos entre otros. Las bandas modernas son virtualmente todas del tipo unitario o de construcción cerrada. Por esta causa, las máquinas que emplean bandas deberán contar con alguna previsión, ya sea flechas móviles, poleas removibles, o poleas seccionadas para permitirle cambio de banda. Los tipos antiguos de bandas, algunos en uso todavía, eran de tipo abierto con algún dispositivo para

cerrarlas, de modo que esto permitía su cambio sin alterar la máquina sobre la que se montaba. Este tipo de banda presenta la desventaja de no poder transmitir tanta potencia como el tipo unitario o cerrado.

Se utiliza entre otros materiales para la fabricación de bandas el caucho (sintético o natural) principalmente. Las correas de caucho se confeccionan con un número de 3 a 12 capas de tejido de lona o lonetas impregnadas posteriormente de caucho vulcanizado. Una correa de caucho de 6 capas tiene 6 tejidos de lona de aproximadamente 0.093g/cm^2 de peso.

También se confeccionan correas de caucho con cuerda o cordón, que presentan mayor resistencia al estiramiento. Como el calor excesivo deteriora lentamente al caucho y como el aceite es particularmente perjudicial, una correa de caucho natural no se debe emplear en lugares muy calientes o en donde salpique aceite, a no ser que sea aceptable el deterioro rápido. Las correas de neopreno, o recubiertas de neopreno son menos susceptibles al deterioro por aceite.

Para instalar la banda generalmente se reduce la distancia central entre las dos poleas y posteriormente se coloca la banda entre ellas, y finalmente se aumenta la distancia entre los centros. Se puede apreciar la llamada distancia entre centros en la figura 1.2

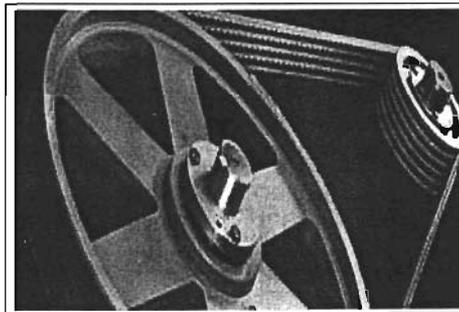


Figura 1.2 Distancia entre centros

Cuando se transmite potencia, la fricción provoca que la banda se adhiera a la polea impulsora, y a su vez, se incrementa la tensión en un lado que se denomina “lado tensionado del impulsor”. El lado opuesto de la banda aún está en tensión pero con una magnitud menor, por lo tanto, se le denomina “lado flojo”, como se muestra en la figura 1.3

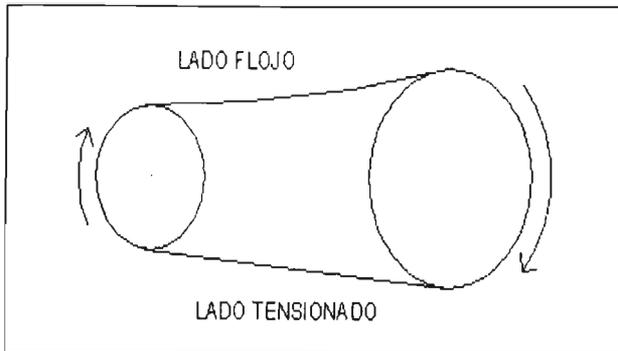


Figura 1.3 Diferentes tensiones en un sistema de poleas

El tipo de banda que más se utiliza, sobre todo en impulsores industriales y aplicaciones en vehículos, es la banda en “V”. La forma de “V” de la banda se inserta apretadamente en la ranura, de la polea en la que está instalada y por ello aumenta la fricción y permite transmitir torques de magnitud considerable antes de que se produzca el deslizamiento.

Una banda plana de superficie lisa debe operar a tensiones altas para transmitir el mismo par que una banda “V”. Las bandas planas tipo transmisión positiva, conocidas como bandas de distribución tienen dientes igualmente espaciados sobre la superficie interior y trabajan sobre poleas dentadas, las tensiones a las que trabaja son menores y por consecuencia las cargas en los baleros son reducidas.

A continuación se hace un balance general acerca del uso de las bandas

Ventajas:

- Proporciona amplias relaciones de velocidad (de hasta 10 a 1).
- Tienen una larga vida (de 3 a 5 años).
- Son fáciles de instalar y remover.
- Requieren poco mantenimiento.
- Tiene buena capacidad para absorber sobrecargas.
- Son bastante eficientes (entre 90 y 95 %).

- Producen poco ruido.
- Hay un aislamiento eléctrico entre unidad de conducción y conducida.
- No se requiere de lubricación.
- La variación entre centros de la flecha y el alineamiento de la flecha son mucho menos críticos que para transmisiones por engranes o transmisiones por cadena.

Desventajas:

- Las bandas sufren de escurrimiento plástico.
- Hay deslizamiento.
- La temperatura de operación cuyo rango se encuentra entre -50°C y 80°C .
- La velocidad máxima de operación ($3000\text{ m}_{\text{min}}$, siendo la óptima de $1450\text{ m}_{\text{min}}$).

1.1.1 Materiales de fabricación

La mayoría de las bandas tienen cuerdas de alta resistencia colocadas en el diámetro de paso de la sección transversal de la banda para incrementar la resistencia al esfuerzo de tracción de esta última.

Las cuerdas que se fabrican de fibras naturales, hebras sintéticas o acero, se impregnan con un compuesto de hule duro para proporcionar la flexibilidad que se requiere para permitir que la banda pase alrededor de la polea. A menudo se agrega una cubierta exterior de tela para darle una durabilidad satisfactoria a la banda.

Las bandas planas, delgadas y ligeras son de uso muy práctico en maquinaria de alta velocidad donde la vibración puede ser un problema muy serio. Además de velocidades de operación relativamente altas también se usan en conexiones donde el peso de una cadena resultaría un problema. Los materiales para construir una banda plana debe tener, entre otras, las siguientes características: alta resistencia, durabilidad, gran flexibilidad y alto coeficiente de fricción, combinadas con bajo costo y buena resistencia a las condiciones ambientales adversas.

Las bandas planas industriales más usadas se fabrican comúnmente de hule reforzado y cuero, en la figura 1.4 podemos ver un ejemplo de este tipo de banda.

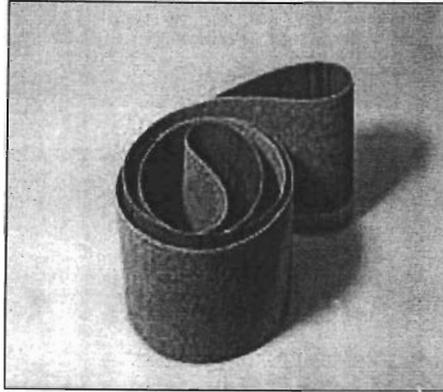


Figura 1.4 Banda de hule y cuero

Las bandas de hule no reforzado se emplean en la industria exclusivamente en transmisiones de baja potencia, en la figura 1.5 podemos ver una banda de este tipo

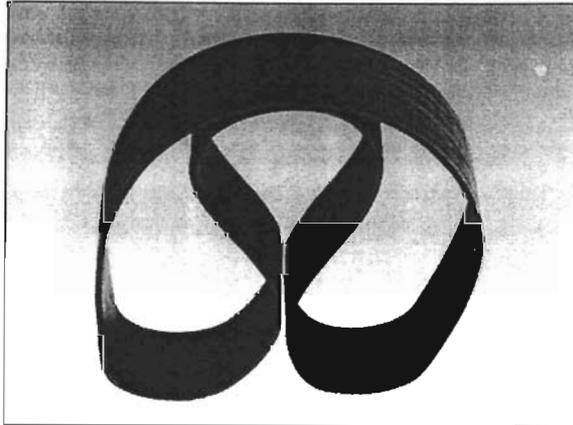


Figura 1.5 Banda de hule no reforzado

Las bandas que se construyen con lona ahulada son las de menor costo. Consisten simplemente de varias capas de lona de algodón o material sintético, impregnadas de hule. Para anchos y espesores similares, este tipo de bandas transmite menos potencia y tiene una vida más corta que las de cuero. Comúnmente vienen en rollos y se cortan al largo requerido y unidas mediante terminales o pegamento, aunque la mayoría son unitarias.

Las bandas de cuerdas ahuladas son sólo del tipo unitario y no están diseñadas para ser fragmentadas. En lugar de capas de lona, están reforzadas con cuerdas impregnadas en hule, que corren en forma longitudinal, lo cual incrementa su resistencia, pues el material de refuerzo se encuentra alineado con la carga de tensión. Un ejemplo puede verse en la figura 1.6



Figura 1.6 Banda con cuerdas ahuladas

Las bandas de cuerdas ahuladas pueden transmitir hasta un 50% más carga que las de lona ahulada. La capacidad máxima está en el rango de los 375 Kw ó 500 HP. Su construcción es más robusta y la capacidad de absorción de choque es limitada. De esta forma están hechas las bandas síncronas y otras de gran resistencia.

La combinación de lona y cuerdas como material de refuerzo, ofrece la resistencia de las cuerdas y la duración superficial de la lona. Las bandas de construcción mixta pueden obtenerse en capas sencillas o de múltiples capas. Las bandas de capa sencilla, cuentan con una capa de lona y una de cuerdas, son muy resistentes y flexibles. Un ejemplo se puede ver en la figura 1.7

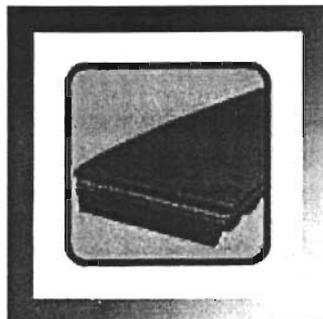


Figura 1.7 Banda de capa sencilla

Las de capa múltiple incorporan varias capas de cuerdas, ofreciendo una gran resistencia a la tensión aunque su flexibilidad es limitada, por lo que requieren poleas de gran diámetro. Encuentran su aplicación en mandos de serpentin y en la transmisión de grandes cargas.

Las bandas de cuero pueden transmitir cargas muy significativas, llegando a 375 Kw ó 500 HP, con vidas sumamente largas. Sin embargo son costosas y deben limpiarse y recubriose con aditivos frecuentemente. Tiene tendencia a alargarse con el uso y normalmente están limitadas a trabajar en altas velocidades.

Las bandas construidas con fibras naturales o sintéticas se impregnan con recubrimientos químicos o con hule; la mayor ventaja que presentan es la uniformidad con que transmiten potencia.

Existen además algunas bandas hechas de una cinta de nylon u otro plástico de alta resistencia recubierta por uno o ambos lados con una película de cuero, hule u otro material de alta adherencia, con lo que se obtiene todas las ventajas de los materiales de recubrimiento más una altísima resistencia a la tensión. Son capaces de transmitir hasta 3 Kw por 1 mm de ancho y operar a muy altas velocidades.

1.1.2 BANDAS DENTADAS

Estas bandas también son llamadas de sincronización (en ingles "timing") además de otros nombres comerciales. Puesto que los elementos de tracción usuales son cables de acero, se estiran muy poco en servicio bajo carga; por consiguiente, la tensión inicial puede ser baja (cargas reducidas en los cojinetes) y no son necesarios dispositivos tensores.

El forro y los dientes son de neopreno y están cubiertos por una loneta de "nylon". Puesto que la transmisión se realiza por medio de los dientes, pueden ser sincronizados los movimientos de diferentes ejes, lo cual suele ser necesario algunas veces.

La forma básica de este tipo de banda puede apreciarse en la figura 1.8

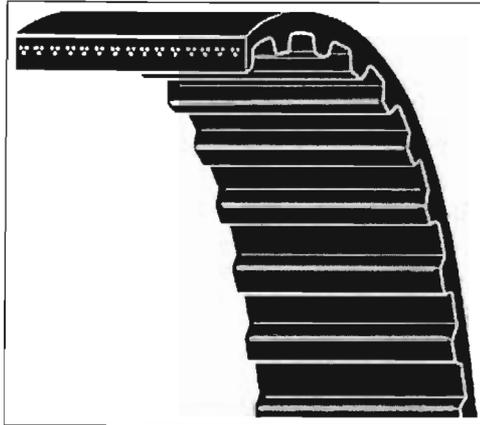


Figura.1.8. Banda Dentada

Pueden mencionarse características notables, entre las que se incluyen: gran capacidad de transmisión de potencia en un pequeño espacio, peso del sistema excepcionalmente ligero si se emplean con poleas de material no ferroso, funcionamiento silencioso a bajas velocidades, no requieren lubricación, son capaces de trabajar con un área de contacto pequeña (para obtener la potencia especificada se necesita un mínimo de 6 dientes en contacto con la polea), están exentas de acción de cuerda o cordal.

Entre sus desventajas podemos mencionar: transmisión de cargas de choque, si se curvan sobre poleas demasiado pequeñas se producirán en ellas esfuerzos de fatiga.

Las poleas donde este tipo de banda trabaja son dentadas a su vez, por lo que se evita el deslizamiento en el momento de transmitir potencia.

Un ejemplo de este tipo de polea se aprecia en la figura 1.9

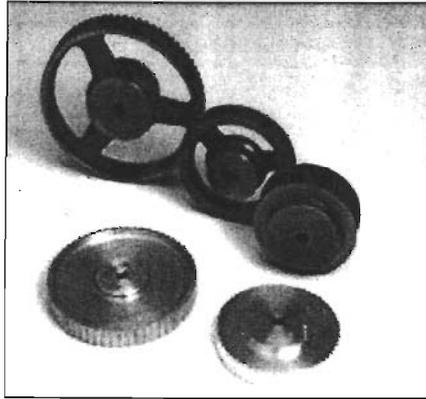


Figura 1.9. Poleas Dentadas

Se les ha utilizado para transmitir potencias de hasta 600 CV. La acción centrífuga en alta velocidad, reduce la fuerza disponible para la transmisión de potencia, por lo que generalmente son impracticables velocidades superiores a 2400 r.p.m. con correas de paso de 2.22 y 3.17 centímetros; para velocidades superiores deben utilizarse pasos menores.

Como la construcción de estas bandas es del tipo de correa sin fin y como además funcionan sobre ruedas dentadas proyectadas para ellas, éstas presentan algunas dificultades para ajustar las dimensiones de las poleas, la distancia entre centros y la longitud de la correa de modo que se acomoden si es posible a piezas de fabricación normal.

1.1.3 Bandas en “V”

El aspecto de las bandas en “V” ó trapezoidales es bien conocida porque siempre se utilizan para diversas transmisiones auxiliares debajo de la capota del motor de un automóvil. Como el caucho tiene baja resistencia y se estira fácilmente, invariablemente se incorporan en su construcción elementos resistentes a la tracción que generalmente están contruidos en tela o nylon.

El material que actúa como almohadillado normalmente es caucho natural o caucho sintético pudiéndose apreciar la sección transversal de este tipo de banda en la figura 1.10

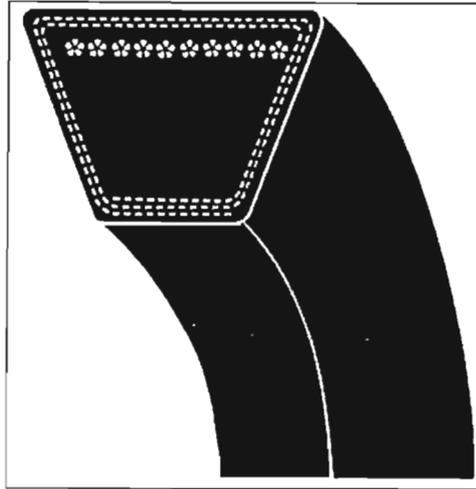


Figura 1.10 Forma Básica de Banda en V

La eficiencia de una transmisión por banda en “V” está normalmente por encima del 95%, pero puede variar típicamente entre 90% y 98%. Teóricamente, la relación de transmisión no debería de tener influencia sobre la eficiencia de transmisión, sin embargo, la eficiencia tiende a bajar con el aumento de la relación de transmisión.

No obstante, esto puede atribuirse a varios factores, más que la influencia directa de la relación de transmisión entre los que podemos mencionar la dificultad para tensar adecuadamente la banda y otros: Aún bajo condiciones ideales de operación, las bandas en “V” presentan algún resbalamiento, y por esta razón no debe utilizarse en aplicaciones que requieran sincronización.

La tensión inicial de la banda es de gran importancia para que la transmisión opere con altas eficiencias y una larga vida de servicio. Una tensión inicial insuficiente provocará un resbalamiento excesivo e ineficacia en el momento de transmitir potencia. Demasiada tensión ocasionará un desgaste prematuro.

Lo anterior no quiere decir que las bandas requieran atención continua, una transmisión apropiadamente instalada, operara sin problemas durante varios meses.

La constitución básica de una banda en “V” puede verse en la figura 1.11.

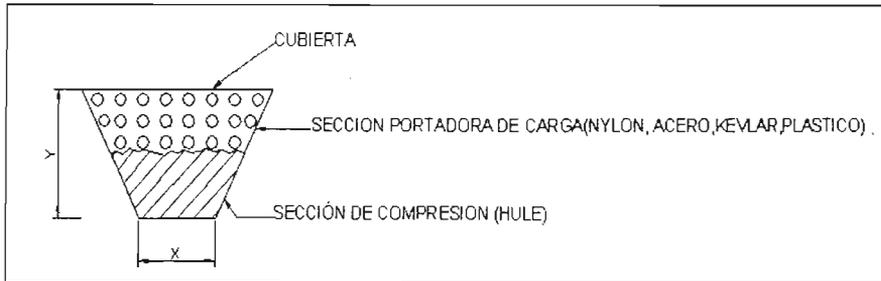


Figura 1.11. Constitución Física de un Banda en “V”

Las ruedas de garganta o acanaladas que funcionan con las correas trapezoidales se llaman poleas acanaladas, poleas de garganta ó roldanas.

A causa de su forma de cuña, las bandas en “V” funcionan bien con distancias de centros cortas sin ajuste frecuente de la tracción inicial. En caso de que se rompa una banda de transmisión cuando se utiliza una banda de correas múltiples, las otras correas restantes deben soportar la carga sin necesidad de paro (pérdida de tiempo de producción). Cuando se instala un nuevo juego se utiliza un juego completo de correas con longitudes especialmente apareadas. Una correa más corta que las otras soportará una proporción excesiva de la carga y se romperá pronto.

Se fabrican también correas de doble V ó dobles, destinadas para flexionarse en ambas direcciones. También hay bandas anchas con varias ranuras longitudinales en V llamadas bandas nervadas que funcionan adaptadas a gargantas convenientemente dispuestas en las poleas que se utilizan para los mismos fines que las correas trapezoidales múltiples. Las correas trapezoidales con elementos de tracción de cable de acero se fabrican para aplicaciones de alta capacidad.

El tamaño de las bandas en “V” se establece en base a las normas ANSI (American National Standards Institute), RMA (Rubber Manufacturers Association) y las MPTA (Mechanical Power Transmission Association).

También se construyen para cubrir algunas especificaciones especiales como las impuestas por la industria automotriz a través de las normas SAE (Society of Automotive Engineers), lo mismo

que las marcadas por las grandes compañías manufactureras y que se enlista en los estándares de la OEM (Original Equipment Manufactures).

En este trabajo se mencionarán las más comunes y a continuación se dan a conocer las dimensiones básicas de una banda en “V” en con referencia a los parámetros mostrados en la figura 1.12

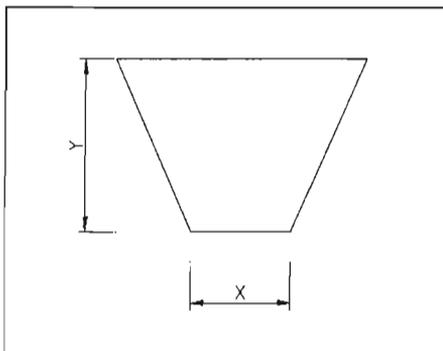


Figura 1.12. Parámetros Principales para las medidas de una banda en V

En base a la clasificación de estas bandas con respecto a su sección, se le dan valores a estos parámetros y se obtienen las dimensiones de la banda, como se aprecia a continuación en las siguientes tablas Tabla 1.1, Tabla 1.2, y Tabla 1.3

Tabla. 1.1 Dimensiones Básicas de las Bandas Estándar

| Sección | X [mm] | Y [mm] |
|---------|-----------|-----------|
| A | 12.7 | 7.9375 |
| B | 16.6687 | 9.525 |
| C | 22.225 | 13.4937 |
| D | 31.75 | 19.05 |
| E | 38.1 | 23.018 |

Tabla 1.2 Dimensiones básicas de las
Bandas de sección angosta

| Sección | X [mm] | Y [mm] |
|---------|-----------|-----------|
| 3V | 9.525 | 7.9375 |
| 5V | 15.875 | 13.4937 |
| 8V | 25.4 | 22.225 |

Tabla 1.3 Dimensiones básicas de las
Bandas de uso ligero

| Sección | X [mm] | Y [mm] |
|---------|-----------|-----------|
| 2L | 6.35 | 3.175 |
| 3L | 9.525 | 5.5562 |
| 4L | 12.7 | 7.9375 |
| 5L | 16.6687 | 9.525 |

En la figura 1.13 se puede apreciar un ejemplo de una banda en “V” doble; en donde 1 es la cubierta exterior, 2 son las cuerdas o alambre utilizado para tensión y el 3 es una doble zona de compresión de hule, que le permite transmitir potencia en dos sentidos de giro, lo cual es muy útil en algunos de los procesos más complejos de la actual industria.

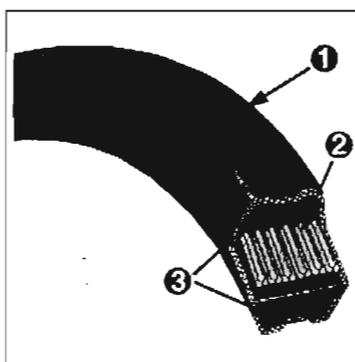


Figura 1.13. Banda en V Doble

1.1.4 TRANSMISIÓN CON BANDA PARA EJES NO PARALELOS

Los ejes conectados por correas no tienen que ser paralelos, pero se debe cumplir con la “*ley de la transmisión por bandas*” a saber: *el ramal de entrada debe aproximarse a la polea en una dirección perpendicular al eje de la polea.*

- a) *Ejes que se cortan.* Si se tienen que conectar mediante bandas dos ejes que se cortan, es necesario emplear dos poleas “de guía”, una en el ramal de entrada y otra en el ramal saliente de la banda. Cada polea de guía debe estar colocada de modo que reciba la banda desde una dirección perpendicular a su eje y la entregue o envíe en dirección perpendicular al eje de la polea siguiente de acuerdo con la ley de transmisión de banda.
- b) *Ejes perpendiculares.* Dos ejes perpendiculares entre sí se pueden conectar mediante la disposición de “cuarto de vuelta”. Los planos de las poleas son naturalmente perpendiculares entre sí. La relación de disposición de las poleas debe ser tal que el plano que pasa por la línea central de cada polea sea tangente a la cara de la otra polea. Esta transmisión satisface la ley de transmisión de banda sólo en el sentido de rotación. Si la rotación tiene que ser invertido, debe colocar una polea de guía para dirigir correctamente la banda.

1.2 IMPULSORES DE CADENA

Una cadena es un elemento de transmisión de potencia que se fabrica como una serie de eslabones que se unen mediante pernos. El diseño proporciona gran flexibilidad mientras permite que la cadena transmita fuerzas de tracción cuya magnitud es muy grande.

Cuando transmite potencia entre flechas o ejes que giran, la cadena activa ruedas dentadas que se enlazan, a este elemento de transmisión de potencia se conoce como *ruedas dentadas o catarinas.*

1.2.1 Cadena de Rodillos

El tipo más común de cadena es la cadena de rodillos, en la que el rodillo de cada perno proporciona una fricción excepcionalmente baja entre cadena y las ruedas dentadas como se puede apreciar en la figura 1.14.

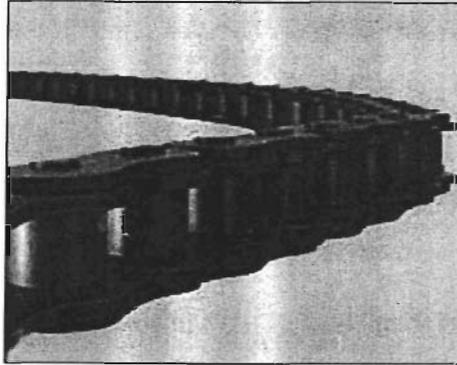


Figura 1.14. Cadena de rodillos

Otros tipos incluyen una variedad de diseños extendidos de eslabones que casi siempre se emplean en transportadoras. Las cadenas transportadoras se clasifican con base en su paso, es decir la distancia entre partes correspondientes de eslabones adyacentes. El paso se ejemplifica generalmente como la distancia entre pernos adyacentes.

Se dispone de una extensa variedad de conectores para facilitar el uso de cadenas de rodillos con el fin de transportar material o manejarlo con otros fines. Por lo regular se utilizan dispositivos en forma de placas o separadores, con orificios incluidos, los conectores que también se utilizan facilitan unir varillas, baldes, recipientes, impulsores de piezas, dispositivos para brindar soporte o tablillas de transportadores a la cadena.

Existen también algunos tipos de cadenas que son llamados dobles de las cuales podemos ver un ejemplo en la figura 1.15

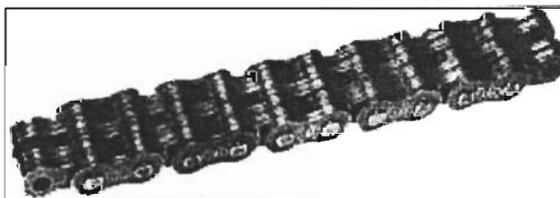


Figura 1.15 Cadena de rodillos doble.

Y en la figura 1.16 podemos ver la disposición de los pernos y eslabones con mayor detalle

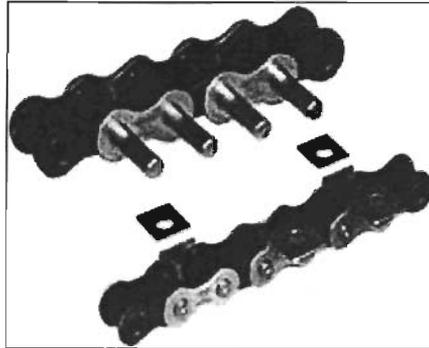


Figura 1.16. Detalle de cadena de rodillos doble

1.2.2 Cadenas de Dientes Invertidos

Las cadenas de dientes invertidos, llamada comúnmente silenciosas, se utilizan mucho para transmisión de potencia en condiciones análogas a las de las cadenas de rodillos, por lo que también son aplicables algunas de las observaciones concernientes a las cadenas de rodillos. El tipo regular de cadenas de dientes invertidos tiene eslabones cuyas caras de contacto son rectas y estas caras hacen contacto con un perfil de diente recto de la rueda.

La construcción “Link-Belt” de las juntas comprende casquillos de superficie endurecida constituidos por dos partes que se extienden en toda la anchura de la cadena, con un pasador de superficie endurecida que une los eslabones.

La cadena “Morse” tiene una junta constituida por dos balancines; cuando trabaja la junta, los balancines basculan mutuamente. También hay una transmisión Morse de cadena silenciosa denominada Hy-Vo, en la cual el diente de la rueda tiene un perfil de envolvente; esto reduce sustancialmente el efecto de cuerda, lo que permite alcanzar velocidades muy altas cuando la rueda menor tiene 25 dientes o más, en la figura 1.17. podemos ver un ejemplo de esta cadena montada en sus poleas.

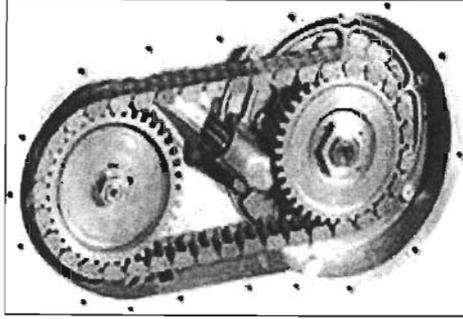


Figura 1.17. Cadena Hv-Vo7

La cadena anterior es de las más comunes, existen modelos más nuevos y no tan comunes llamados Hv-sc del cual podemos ver un ejemplo en la figura 1.18

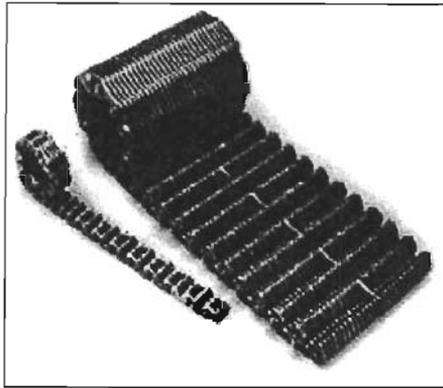


Figura 1.18. Cadena Hv-sc

Para el óptimo funcionamiento de las cadenas hay que proporcionar algún medio para mantener la cadena sobre ruedas dentadas, en algunos casos se consigue con eslabones centrales de guía que se adaptan en ranura de las ruedas.

Para máximo silencio se utilizan ruedas con 27 dientes ó más. Tanto las cadenas de rodillos como las silenciosas en ocasiones requieren de una rueda loca (u otro medio) a fin de compensar la falta de tensión, podemos ver varios tipos de estos medios en la figura 1.19

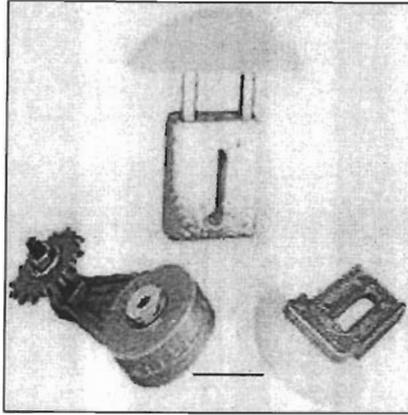


Figura 1.19. Elementos para tensar las cadenas

1.2.3 Lubricación

Los fabricantes de cadenas recomiendan tres métodos distintos para aplicar lubricación, y estos dependen de la velocidad lineal de la cadena. Un suministro constante de aceite limpio es fundamental para una operación suave y una vida útil satisfactoria del impulsor de cadena.

Los parámetros generales corresponden a los límites de velocidad, como se aprecia a continuación:

- **TIPO I** (170 a 650 pies/minuto) Lubricación manual o por goteo. Para lubricación manual el aceite se aplica con una brocha o un pitón surtidor, de preferencia cuando menos cada 8 horas de operación. Para alimentación por goteo de la lubricación, el aceite es alimentado directamente hacia las placas de los eslabones para cada tramo de cadena.
- **TIPO II** (650 a 1500 pies/minuto). Lubricación por baño o disco: la cubierta de la cadena proporciona un colector de aceite en que la cadena se sumerge de forma constante. Como alternativa, un disco o eslinga puede conectarse a uno de los ejes para levantar aceite hacia un conducto arriba del tramo inferior de la cadena. Después la cadena transporta una corriente de aceite, por consecuencia la propia cadena no necesita sumergirse en aceite.

- **TIPO III** (por arriba de 1500 pies/minuto). Lubricación por flujo de aceite. Una bomba de aceite alimenta un flujo continuo de aceite en la parte inferior de la cadena.

Ventajas en transmisión con cadenas:

- Las cadenas son más fáciles de instalar y reemplazar que las bandas, debido a que la distancia entre centros de las unidades de conducción y conducidas no necesita ser reducida para la instalación (las bandas con articulación y empalme salvan esta objeción a costo de la potencia)
- Las cadenas no requieren tensión sobre el lado flojo, por lo que las cargas sobre el apoyo se ven reducidas.
- Las cadenas no se deslizan o se resbalan.
- Son más compactas.
- No desarrollan cargas estáticas.
- No se deterioran con el tiempo, el calor, el aceite y la grasa.
- Operan a altas temperaturas.

Desventajas en transmisión con cadenas:

- Mucho ruido al operar.
- Mantenerlas lubricadas en todo momento.
- No existe aislamiento eléctrico entre la unidad de conducción y la conducida.
- Su costo de compra y mantenimiento es mayor.

CAPITULO 2

METODO DE SELECCIÓN DE BANDAS

En este tema se dará a conocer el método que se utilizará para la selección de bandas y esto se hará dependiendo de las necesidades que se pretendan satisfacer. Pero para entender totalmente ese método debemos de observar y comprender las fuerzas que actúan sobre los componentes del sistema de transmisión de potencia al aplicarse una fuerza.

2.1 Fuerzas que Actúan sobre una banda en V en contacto con una polea.

Cuando se hace la recomendación de utilizar las poleas más grandes compatibles con las restricciones de espacio en el diseño de transmisión por banda, se debe a la observación de que los esfuerzos flexionantes surgen a partir de que la banda se dobla alrededor de la polea y de que estos esfuerzos son mayores para las poleas más pequeñas. En la figura 2.1 se muestra un sistema básico de poleas y una banda en V.

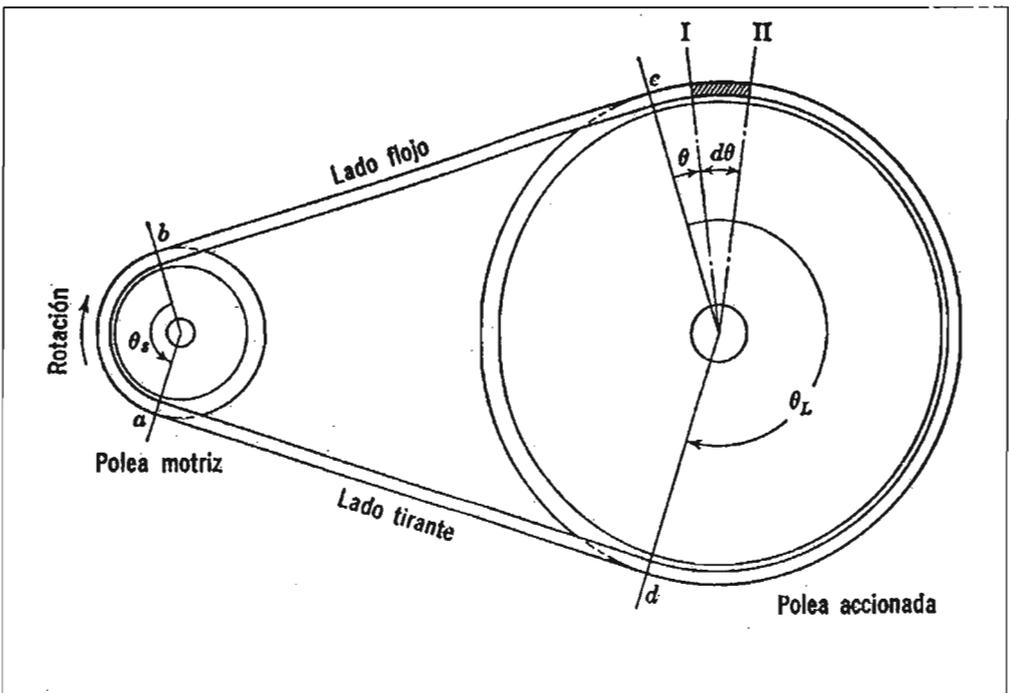


Figura 2.1 Sistema básico de poleas y una banda en V

La fuerza total a la izquierda de la sección transversal mostrada en la figura 2.2, de una banda está designada por F. La fuerza total que actúa a la derecha separada por una distancia r dθ, de donde el plano II que corta la banda está designada por F + dF.

Estas dos fuerzas originarán que la banda ejerza presión contra los lados de la ranura en V y que la polea ranurada ejerza una fuerza (dN)/2 en cada uno de los lados de la banda.

Debido a que la banda trabaja en una trayectoria circular, la fuerza centrífuga tenderá a levantar la partícula de banda fuera de la ranura.

Esta fuerza se muestra en la figura 2.2 como dc.

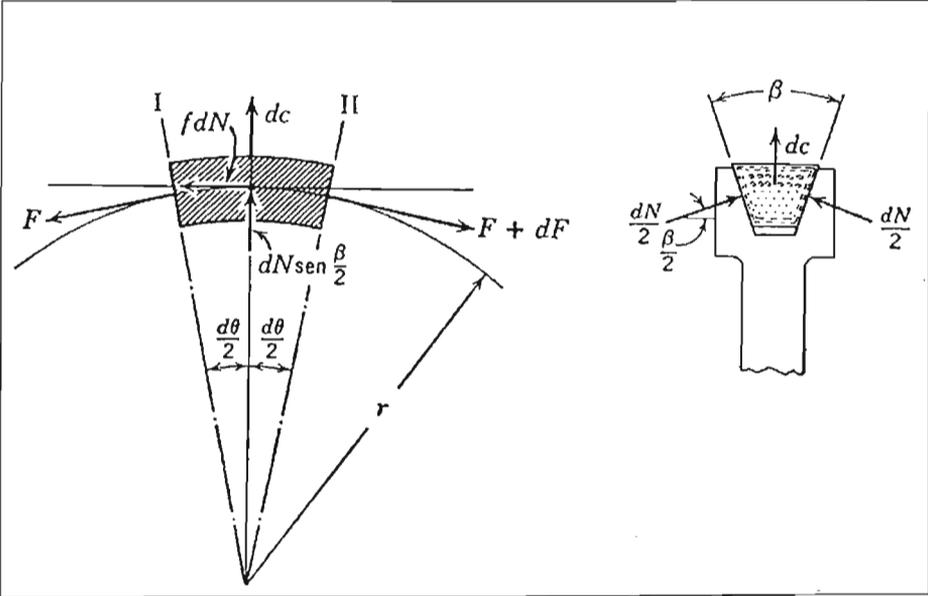


Figura 2.2.- Fuerzas que actúan sobre una partícula de banda V

Por lo que se tiene:

$$dc = \frac{wv^2}{g} d\theta \dots\dots(Ec.2-1)$$

en donde w = al peso de la banda, en libras pie
 v = velocidad de la banda en pies por segundo

g = aceleración de la gravedad en pies por segundo al cuadrado.

El aumento en la tensión de la banda dF es posible sólo debido a la resistencia de rozamiento entre la banda y las poleas, una cantidad que dependerá no solamente de los materiales sino también de la velocidad de deslizamiento y de la magnitud de la presión normal. Para cualquier instalación dada, podemos suponer que el cambio en la tensión de la banda dF se puede obtener multiplicando la fuerza diferencial normal dN por un coeficiente de rozamiento f . Así:

$$f = \frac{dF}{dN} \dots\dots\dots(2-2)$$

y hemos supuesto solamente que la razón de cambio de F con respecto a N es constante. Este coeficiente deberá ser considerado sólo como una relación de fuerzas y no como un valor limitativo obtenido por el deslizamiento real de la banda sobre la polea.

Sumando las fuerzas radiales en la Fig.2.1 nos da:

$$dc + dN \text{sen} \frac{\beta}{2} = F \text{sen} \frac{d\theta}{2} + (F + dF) \text{sen} \frac{d\theta}{2} \dots\dots\dots(2-3)$$

Ahora sustituyendo dc de la ecuación (2-1) y elimine dN entre las ecuaciones (2-2) y (2-3) para obtener

$$\frac{dF}{F - \frac{wv^2}{g}} = \frac{f}{\text{sen} \frac{\beta}{2}} d\theta \dots\dots\dots(2-4)$$

Integrando esta expresión para encontrar la tensión en la banda F en términos de θ tenemos:

$$F - \frac{wv^2}{g} = C_1 e^{\frac{f\theta}{\text{sen}(\beta/2)}} \quad lbs \dots\dots\dots(2-5)$$

En la que C_1 es una constante de integración.

2.2 Relación de tensión por análisis

Aplicando la ecuación (2-5) primeramente a la polea mayor en la figura 2.1. Seleccionando el origen para θ en el punto c donde la tensión de la banda es F_2 , haciendo que el coeficiente de rozamiento es f_L y demostrando que la tensión de la banda en cualquier ángulo θ es:

$$F = \left(F_2 - \frac{wv^2}{g} \right) e^{\frac{f_L \theta}{\text{sen}(\beta/2)}} + \frac{wv^2}{g} \dots\dots\dots(2-6)$$

y considerando la tensión de la banda en el punto d , en donde $\theta = \theta_L$, es F_1 y obtenemos la relación de tensión para que sea:

$$\frac{F_1 - \frac{wv^2}{g}}{F_2 - \frac{wv^2}{g}} = e^{\frac{f_L \theta_L}{\text{sen}(\beta/2)}} \dots\dots\dots(2-7)$$

Ahora aplicando la ecuación (2-5) a la polea menor de la figura 2.1. Seleccionando el origen de θ en el punto b en donde la tensión de la banda es F_2 , haciendo que el coeficiente de rozamiento sea f_8 , y encontramos que la tensión de la banda en cualquier ángulo en la polea menor es:

$$F = \left(F_2 - \frac{wv^2}{g} \right) e^{\frac{f_8 \theta}{\text{sen}(\beta/2)}} + \frac{wv^2}{g} \dots\dots\dots(2-8)$$

Realizando el cálculo de la tensión de la banda en el punto a , en donde $\theta = \theta_8$, sea F_1 y obteniendo la que relación de tensión tenemos:

$$\frac{F_1 - \frac{wv^2}{g}}{F_2 - \frac{wv^2}{g}} = e^{\frac{f_s \theta_s}{\sin(\beta/2)}} \dots\dots\dots(2-9)$$

Y puesto que la relación de la tensión de la ecuación (2-7) es la misma que la de la ecuación (2-9) se deduce que:

$$f_s \theta_s = f_L \theta_L \dots\dots\dots(2-10)$$

que demuestra que si ambas poleas son del mismo material, la banda tenderá a tener más deslizamiento en la polea menor.

Una expresión general para la relación de tensiones es:

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\frac{f\theta}{\sin(\beta/2)}} \dots\dots\dots(2-11)$$

en donde $T_1 = F_1 - \frac{wv^2}{g}$, $T_2 = F_2 - \frac{wv^2}{g}$ y $f\theta$ es el producto del coeficiente de rozamiento y el ángulo de enrollamiento en la polea menor.

2.2.1 La capacidad de potencia de una banda V de un tamaño dado

La ecuación (2-11) da la relación de las tensiones y la ecuación (2-12) presentada a continuación:

$$hp = (T_1 - T_2) \frac{v}{550} \dots\dots\dots(2-12)$$

involucra su diferencia. Ahora combinando estas dos ecuaciones la potencia que una banda en V puede transmitir es:

$$\frac{hp}{Banda} = T_1 \frac{R-1}{R} * \frac{v}{550} \dots\dots\dots(2-13)$$

en donde la relación de tensión $R = \frac{T_1}{T_2}$ y $T_1 = F_1 - \frac{wv^2}{g}$.

2.2.2 Potencia Transmitida

Para la transmisión con banda, el par sobre la polea está dado por

$$T = (F_1 - F_2)R \quad (2-14)$$

Donde radio de paso R está medido desde el centro de la polea hasta el eje neutro de la banda. La potencia transmitida es

$$H = \frac{nT}{63025} \quad (2-15)$$

donde n es la velocidad angular de la polea en revoluciones por minuto y T es el paso de la misma polea en pulgadas-libras. La mayor parte de las transmisiones con banda se diseñan para producir una reducción de velocidad. Las velocidades angulares de las poleas son inversamente proporcionales a los radios de las mismas. Los valores límites de tensión máxima F_1 y tensión mínima F_2 dependen del ángulo de contacto, del coeficiente de fricción y de que se utilice una banda en “V” o se utilice una de otro tipo.

2.2.3 Estimación de la vida de la banda

En las normas RMA-MPTA-RAC no se incluyen fórmulas ni otros métodos para la estimación de la vida de la banda, aunque se ha sobreentendido siempre que la potencia por constante de banda se ha seleccionado para una vida de 18000 horas en condiciones ideales. Por consiguiente, conviene regresar a la que publica la Dayco Rubber Products Company en su guía de diseño actual.

Aunque Dayco proporciona constantes experimentales solamente para sus bandas, diseñadas de acuerdo con las normas SAE que permiten la innovación, su formulación da información cualitativa sobre la vida de la banda para un fabricante y el comportamiento cualitativo para todas las bandas.

Es una buena práctica de ingeniería hacer contacto con el fabricante de bandas para que recomiende las fórmulas de diseño para las bandas que se van a usar tal como Dayco, RMA ó alguna modificación como las que utiliza la Gates Rubber Company.

Después de analizar a numerosas pruebas de laboratorio, se encontró que la vida en ciclos de cada sección transversal, debida a la tensión “ j ” en una polea, por ejemplo la polea “ i ”, se podría representar como:

$$N_{ij} = K_1 (K_0 - \sigma_{0ij})^2 (K_m - \sigma_{mij})^2 L^{1.75} v^k \dots\dots(2-16)$$

en el cual $k = 0$ ó $k = -1$ dependiendo de la sección transversal de la banda y,

$$\sigma_{mij} = \frac{(F_{1e} + F_{be} + 2F_{ce} + F_{2e})}{2A_c} \dots\dots\dots(2-17)$$

$$\sigma_{0ij} = \frac{(F_{1e} + F_{be} - F_{2e})_{ij}}{2A_c} \dots\dots\dots(2-18)$$

donde:

F_{1e} = Tensión de la cuerda en el borde del lado apretado = F_1/n_e

F_{2e} = Tensión de la cuerda en el borde del lado flojo = F_2/n_e

F_{be} = Tensión del borde de la cuerda debida al doblado.

F_{ce} = Tensión del borde de la cuerda debida a la fuerza centrífuga

A_c = área nominal de cada cuerda

Si hay m poleas en la transmisión por banda, y si la tensión de la banda F , es constante para cierto periodo, entonces cada vez que un punto de la banda pase sobre la polea i durante el tiempo en que F , es constante, pierde una $1/N_{ij}$ parte de su vida. Si hay m poleas en la vuelta de la banda, entonces cada vez que la banda haga una revolución todas las poleas han contribuido y la pérdida de vida esta dada por:

$$\frac{1}{N_j} = \sum_{i=1}^m \frac{1}{N_{ij}} \dots\dots\dots(2-19)$$

Como N_j significa la vida de la banda cuando soporta la tensión F_j , se deduce de la relación de Palmgren-Miner que cuando la banda de trabajo de n diferentes cargas donde cada una es constante durante el tiempo en que actúa, la vida de la banda se puede encontrar a partir de :

$$\frac{1}{N_i} = \sum_{j=1}^n \frac{\beta_j}{N_j} \dots\dots\dots(2-20)$$

donde β_j es la proporción del programa de trabajo durante el cual la tensión F_j , La sustitución de $1/N_j$ de la ecuación (2-19) en la ecuación (2-20) da:

$$\frac{1}{N_t} = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m \beta_j N_{ij} \dots\dots(2-21)$$

Para convertir la vida en ciclos a vida en horas, representada por H_t , simplemente se observa que $H_t/N_t = L/v$ donde L es la longitud de la banda y v es su velocidad lineal. Después de insertar los factores de conversión a pies y horas,

$$\frac{H_t}{N_t} = \frac{L}{720v} \dots\dots(2-22)$$

donde $v = \pi d_p n/12$ está en pies por minuto, el diámetro de paso d_p está en pulgadas, y n en revoluciones por minuto. σ_b

La relación entre los esfuerzos y la vida de la banda está representada por la curva en la figura 2.3

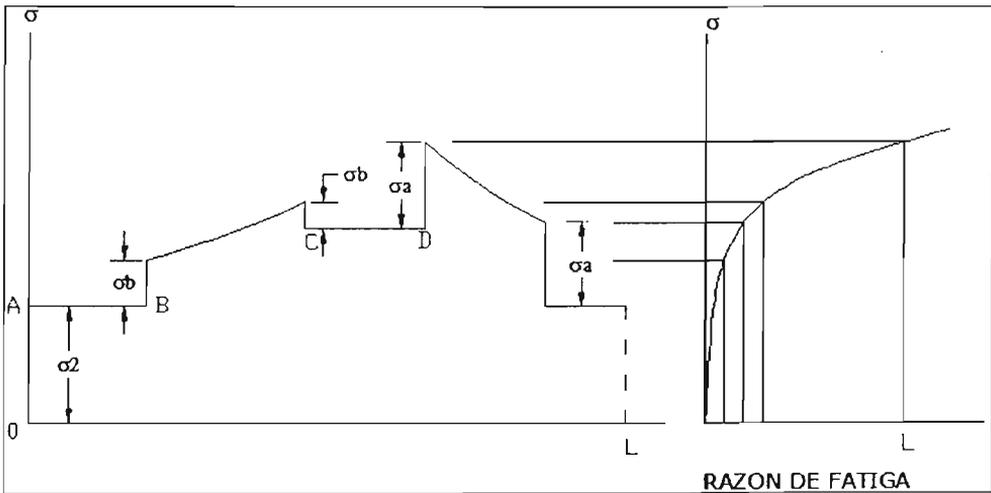


Figura 2.3 Esfuerzo de la banda como una función de la posición a lo largo de la banda

La curva no escalada de σ versus la vida del lado derecho de la figura 2.3 indica que a medida que los esfuerzos aumentan se consume mayor porción de la vida restante en cada revolución de la banda.

Por lo tanto, añadir una polea loca para el ajuste automático resulta una desventaja que se paga reduciendo la vida de la banda.

2.3 Método de Selección de Bandas en “V”

La selección de una banda consiste en encontrar una banda estándar que coincida con los siguientes requerimientos: la relación de velocidad entre las flechas de entrada y salida, la transferencia de potencia y la distancia de centros, la cual es la distancia entre las líneas de centro de la flecha de entrada y de salida.

Debido a la normalización el método de selección de bandas se ha convertido en un procedimiento paso a paso, que es el que presentamos a continuación.

Las compañías fabricantes de bandas generalmente proporcionan manuales que debemos considerar antes que nada para la adecuada selección de una banda. Para poder utilizarlos correctamente es necesario conocer las definiciones que se muestran a continuación:

- ◆ Potencia Nominal.- Es la potencia que se transmite realmente.
- ◆ Potencia de Diseño.- Es la potencia que se utiliza para calcular una transmisión.
- ◆ Diámetro de paso.- Se trata de un diámetro intermedio, esto es, no se considera ni el diámetro exterior de la polea, ni el diámetro interior de la ranura. Teóricamente sobre dicho diámetro se realiza la transmisión.

Una vez establecidas estas definiciones podemos dar a conocer el método que se recomienda seguir para la selección de bandas en “V”. Cabe mencionarse que existen otros métodos, entre los cuales uno toma como base la polea y sus características para hacer la selección de la banda en V.

El método que presentamos consiste en distintos pasos que se deben seguir, para seleccionar correctamente el tipo de banda a emplear y para hacer un correcto diseño de las poleas que se van a utilizar, así como, la distancia entre centros que se va a utilizar en el sistema.

1.-Primeramente se calcula la potencia de diseño a partir de la potencia nominal que debe proporcionarse de antemano y un factor de servicio, presentado en la tabla A-1 del apéndice A de este trabajo, y utilizar la siguiente fórmula:

$$Pot_D = Pot_N * F$$

en donde:

Pot_D es la potencia de diseño

Pot_N es la potencia nominal

F es el factor de servicio que seleccionamos de acuerdo a las condiciones de trabajo de la banda.

2.- Posteriormente se selecciona una sección de banda empleando la gama de potencias que se presentan en la tabla A-2 del apéndice A. Estas tablas presentan un intervalo de potencias y el diseñador debe seleccionar una en donde la potencia de diseño que no se encuentre muy a los extremos de este intervalo.

3.-Después se calcula la relación de velocidades,

$$m_w = \frac{n_p}{n_g} = \frac{D_g}{D_p}$$

en donde:

m_w es la relación de velocidades.

n_p son las revoluciones por minuto (r.p.m) de la polea conductora.

n_g son las revoluciones por minuto de la polea conducida.

D_g es el diámetro de paso de la polea conducida

D_p es el diámetro de paso de la polea conductora

4.-Con el resultado anterior obtenido se determina el diámetro de paso de la polea conducida.

$$D_g = (m_w)(D_p)$$

5.- Si no se conoce la distancia entre centros, esta debe de ser calculada y se selecciona la distancia entre centros de la flecha que se este conectando, normalmente se selecciona la mayor.

$$C = \left(D_p + \frac{D_g + D_p}{2} \right) \rightarrow C = D_g$$

En donde C es la distancia entre centros.

6.- Para encontrar la potencia transmisible por la banda debe hacerse lo siguiente:

- a) Primero se calcula la velocidad lineal de la banda. Para ello utilizamos la siguiente fórmula:

$$V = \omega * r$$

en donde;

V = es la potencia lineal

ω = es la velocidad centrífuga de la banda (en este caso son las rpm de la polea conductora

r = es el radio de la polea conductora

hay que tener cuidado al utilizar esta fórmula, pues se deben usar varios factores de conversión para obtener la velocidad que buscamos en las unidades que se utilizan comúnmente, estas son por lo general m/s y ft/s.

- b) Posteriormente con la velocidad antes calculada y el diámetro de la polea motriz o conductora a partir de las tablas A-3, A-4 y A-5 del apéndice A se obtiene la potencia que puede transmitir una banda con la sección seleccionada
- c) Los datos de las tablas anteriores son válidos para ángulos de contacto de 180° esto es $\theta_p = 180$ de tal modo que si no ocurre así la potencia que se puede transmitir es un poco menor y debe utilizarse un factor de corrección que aparece en la tabla A-6 del apéndice A y utilizando la fórmula siguiente obtenemos la potencia corregida.

$$K' = K * A$$

en donde:

K' = potencia transmitida por banda corregida.

K = potencia transmitida por banda.

A = Factor de corrección por ángulo de contacto.

8.- Se calcula el número de bandas necesario para satisfacer las necesidades de transmisión que nos presentan tomando como máximo seis bandas por transmisión.

$$N_b = \frac{Pot_D}{Pot_N * 1Banda} = \frac{Pot_D}{K'}$$

en donde:

N_b = es el número de bandas necesarias.

9.- Finalmente se calcula la longitud necesaria para la banda con la fórmula:

$$L = 2C + \frac{\pi}{2}(D_g + D_p) + \frac{(D_g - D_p)^2}{4C}$$

en donde L es la longitud necesaria de la banda que se va a utilizar.

Una vez que se obtuvieron todos estos datos, el diseñador debe consultar los manuales correspondientes para seleccionar una banda que satisfaga estos requerimientos. Este método proporciona resultados muy exactos, y a veces estos no coinciden exactamente con las especificaciones de las bandas comerciales, por lo que se debe seleccionar una que se asemeje a las especificaciones obtenidas.

CAPITULO 3

DESARROLLO DEL PROGRAMA

Como primer paso en este capítulo presentaremos un panorama general de lo que es programación y los métodos de programación utilizados. Posteriormente se presentara un panorama general de la plataforma utilizada así como de los diagramas de flujo que ejemplifican el comportamiento del programa. Y por último se darán algunas recomendaciones de uso del programa.

3.1 Programación y métodos de programación

Los programas de computadora, llamados también aplicaciones, son herramientas muy útiles en muchos ámbitos de nuestro quehacer diario, como son el académico, el profesional, el de investigación, etc. Su principal función es el de ayudar de una forma sencilla y rápida, el desarrollo de las tareas que se estén realizando. Existen programas para todos los usos, pueden ser para gráficos, para operaciones, procesadores de palabras, etc.

Un programa en si, es una serie de ordenes y operaciones que se realizan dentro de una plataforma, y que provoca que la computadora nos de ciertos resultados. El conjunto de todas estas ordenes que permiten ser funcional al programa, es llamado código fuente, o simplemente código.

Este código varía de acuerdo a la plataforma que se utilizó para desarrollar el programa. Esto se debe a que se utiliza un lenguaje de programación distinto en las diferentes plataformas existentes, por lo que es necesario conocerlo y tener un manual de referencia preferentemente al momento de realizar la construcción del programa.

Pero todos los lenguajes de programación tienen órdenes de entrada y salida de datos, así como de procesos y operaciones entre otras, por lo que la lógica de los programas es común para todos ellos sin importar la plataforma utilizada.

El diseño de aplicaciones ha cambiado drásticamente en los últimos años y consecuentemente los estilos de programación. De una programación secuencial se paso a una programación modular, para llegar a una programación estructurada con objetos teniendo muy buenos resultados.

A partir de la programación estructurada, los esfuerzos se centraron en potenciar la modularidad y la reutilización del código, lo que condujo a la programación orientada a objetos que se complementa con una programación basada en componentes software. Pero que los estilos hayan cambiado, no significa que el último elimine a los anteriores; al contrario, se apoya en los anteriores.

Para que se pueda decir que un programa es útil debe cumplir con las siguientes características:

- 1) La característica más importante y más simples es que el programa funcione.
- 2) El programa no debe presentar dificultades. Hay que anticiparse a las situaciones particulares en las cuales se va a emplear el programa con el fin de evitar errores. Es responsabilidad del programador que el programa esté libre de errores.
- 3) El programa debe estar bien documentado. La documentación es necesaria para ayudar a comprender y utilizar el programa. La documentación puede realizarse de dos formas: la *documentación externa*, que incluye diagramas de flujo, algoritmos etc. Y la *documentación interna* o comentarios en el propio programa. La documentación externa está dirigida tanto a los usuarios del programa como al propio programador. A los usuarios del programa, para su correcta manipulación, y al programador, porque los detalles se olvidan y el programa generalmente sufre modificaciones a lo largo del tiempo. La documentación interna está dirigida generalmente al programador.
- 4) Por último, el programa debe ser eficiente. Que un programa sea fácil de leer y de comprender son prerequisites importantes para su mantenimiento y modificación.

Cada vez que se nos plantee programar un determinado problema, es conveniente hacerlo ordenadamente, y de preferencia se debe crear un panorama general del funcionamiento que se pretende obtener y de las secuencias que se deben seguir en papel, antes de pasar al diseño e introducción del código a la computadora.

Primeramente se debe hacer un análisis del problema que deseamos pasar a la computadora, hay que tomar en cuenta todos los detalles que estén involucrados en el mismo.

Desarrollar una solución que satisfaga totalmente las necesidades planteadas, es importante en este punto, no sucumbir al encanto de la computadora, e intentar construir el código directamente, pues a la larga esto nos presentara confusiones y errores difíciles de detectar.

La construcción del código del programa es adaptación de la solución antes conseguida, al lenguaje y reglas de programación propias de cada plataforma o lenguaje de programación.

Es importante hacer una prueba de los procedimientos involucrados en papel, antes de proceder a introducirlos a la computadora. Cabe señalar que en esta “simulación” se debe tomar en cuenta todos los errores u obstáculos que se pueden presentar, que puedan crear conflictos y mal funcionamiento dentro del programa, estas pueden ser divisiones entre cero, introducción de caracteres que no corresponden al procedimiento en función, etc.

3.2 Plataforma de Programación

Windows, producto introducido por Microsoft en 1985, es el entorno más popular de interfaz gráfica de usuario (GUI). Microsoft Visual Basic es un sistema de desarrollo diseñado especialmente para crear aplicaciones de interfaz gráfica, de una forma rápida y sencilla. Para soportar este tipo de desarrollos, Visual Basic utiliza fundamentalmente dos herramientas, una que permite realizar los diseños gráficos y un lenguaje de alto nivel.

Visual Basic incluye como características más sobresalientes las siguientes:

- Una biblioteca de clases que da soporte a los objetos Windows tales como ventanas, cajas de dialogo, controles (por ejemplo, etiquetas, cajas de texto, botones de pulsación, etc.).
- Un control que permite utilizar las cajas de dialogo más comúnmente utilizadas (abrir, guardar como, imprimir, color y fuentes).
- Un entorno de desarrollo integrado (editor de texto, intérprete, depurador, examinador de objetos, explorador de proyectos, compilador, etc.). Visual Basic fue diseñado de tal manera que facilita la creación y depuración de las aplicaciones desarrolladas.
- El editor de textos le ayuda ahora a completar cada una de las sentencias visualizando las sintaxis correspondientes a las mismas
- Asistentes para el desarrollo de aplicaciones: asistente para aplicaciones, asistente para barra de herramientas, asistente para formularios de datos, asistente para empaquetado y

distribución , asistente para crear la interfaz pública de controles *ActiveX*, asistente para paginas de propiedades, entre otras.

- Galería de objetos incrustados y vinculados (OLE – *Object Linking and Embedding*). Esto es, software autocontenido en pequeñas y potentes unidades o componentes software para reutilizar en cualquier aplicación.
- Visualización y manipulación de datos de otras aplicaciones Windows utilizando controles OLE.
- Una interfaz para múltiples documentos (MDI- *Multiple Document Interface*) que permite crear una aplicación con una ventana principal y múltiples ventanas de documento.
- Editar y continuar. Durante una sesión de depuración, se puede realizar modificaciones en el código de la aplicación sin tener que salir de dicha sesión.
- Creación y utilización de bibliotecas dinámicas (DLL- *Dynamic Linking Libraries*).
- Acceso a bases de datos a través del control de datos ADO, utilizando el motor de *Acces* o controladores ODBC.

Cuando se combinan estas características, algunas de ellas sólo disponibles en la versión profesional y empresarial, se dispone de un sistema de desarrollo que permite diseñar rápidamente aplicaciones sofisticadas.

3.3 Objetos y mensajes

La unidad fundamental de una aplicación Visual Basic es el *formulario*. Un *formulario* es realmente una ventana sobre la que se dibujan otros objetos llamados *controles*, tales como etiquetas, cajas de texto, marcos, casillas de verificación, botones de opción, botones de pulsación, etc., con fines de aceptar, ejecutar o visualizar datos.

En una aplicación se pueden utilizar tantos formularios como se necesiten, y dependiendo de la utilidad que se les dé, éstos serán de diferentes tipos. Así, se puede crear un formulario para que contenga un gráfico, para visualizar información o bien para aceptar datos.

Para dibujar los controles se utiliza la caja de herramientas (*toolbox*) de Visual Basic. También es posible incluir cualquier imagen diseñada a medida, o proporcionada por un icono, un mapa de bits, un metarchivo (*.wmf), un fichero *jpeg* o un fichero *.gif*.

Además podemos añadir menús desplegables y menús desplegables flotantes para proporcionar al usuario un amplio rango de órdenes seleccionables.

Finalizando el diseño de una interfaz gráfica (medio de comunicación con el usuario de la aplicación) se escribe el código fuente relacionando cada objeto (ventanas y controles). Quiere esto decir que cada objeto (ventanas y controles) está ligado a un código que permanece inactivo hasta que se produce el evento que lo activa.

Según lo expuesto, una aplicación Windows trabaja estableciendo una comunicación entre los objetos mediante *mensajes*, los cuales son producidos por *eventos*. Cuando un mensaje llega a este objeto, éste tiene que procesarlo.

Cuando se desarrolla una aplicación, un fichero de proyecto administra todos los diferentes ficheros que se crean como componentes de la misma. Veamos los ficheros que comúnmente forman un fichero:

- Un fichero de proyecto (*.vbp*) que realiza el seguimiento de todos los componentes de la aplicación. Contiene una lista de todos los ficheros y objetos asociados con el proyecto, así como información acerca de las opciones de entorno establecidas.
- Un fichero (*.frm*) para cada formulario.
- Un fichero binario (*.frx*) por cada formulario que contenga datos sobre propiedades en formato binario, como **Picture** o **Icon**. Estos ficheros no se pueden modificar y los genera automáticamente el formulario que utiliza este tipo de propiedades.
- Opcionalmente un fichero de recursos (*.res*)

Cuando ha completado el proyecto puede convertirlo en un fichero ejecutable (*.exe*) ejecutando la orden de *Generar proyecto.exe* del menú *Archivo*.

Existen diferentes tipos de ficheros ejecutables a continuación se presentan los diferentes tipos de estos

- *.dll*.- Este es un componente *ActiveX* en proceso
- *.exe*.- Fichero ejecutable o componente *ActiveX*
- *.ocx*.- Control *ActiveX*.
- *.vbd*.-Fichero de estado de documento *ActiveX*
- *.wct*.- Plantilla HTML de una clase Web (WebClass)

3.4 DIAGRAMAS DE FLUJO

Como ayuda en el desarrollo de la solución de un problema, podemos utilizar los diagramas de flujo. Un diagrama de flujo es una representación gráfica del flujo lógico de datos que se utilizará en la formulación, generalmente de una determinada parte del programa. Esto quiere decir que los diagramas se dibujan antes de escribir el programa, para asegurar un desarrollo lógico.

Los principales símbolos de un diagrama de flujo son:



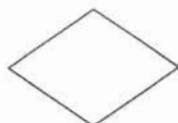
Inicio y Terminación de un programa



Entrada y salida de datos (lectura y escritura)



Proceso interno del ordenador, esto es cualquier serie de transferencia de datos u operaciones aritméticas



Decisión, verifica si el resultado de una expresión es cierto o falso. Existe un caso en que se utiliza este símbolo con la orden SELECT, en el se utiliza solo un lado del símbolo y se responde a varias condiciones



Punto de referencia que indica donde debe continuar el diagrama de flujo. Se utiliza para indicar un cambio en el flujo normal de datos



Este símbolo indica el sentido de flujo de los datos, esto es, cuál es la siguiente operación a realizar a partir del símbolo actual en que nos encontramos



Este símbolo se utiliza para la presentación de resultados en una impresora



Este símbolo se utiliza para iniciar la presentación de datos en la pantalla de la PC.

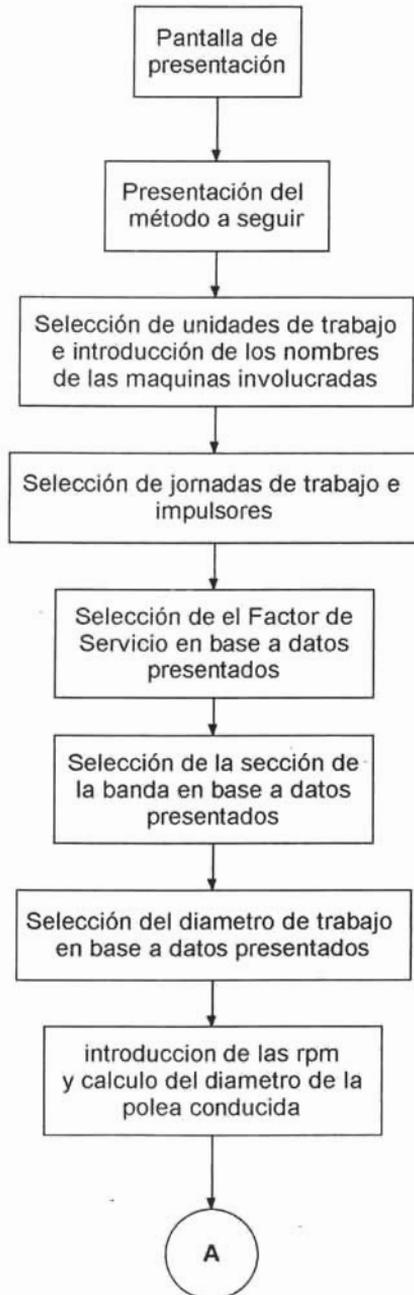
Para dibujar un diagrama de flujo, debemos tomar en cuenta las siguientes reglas:

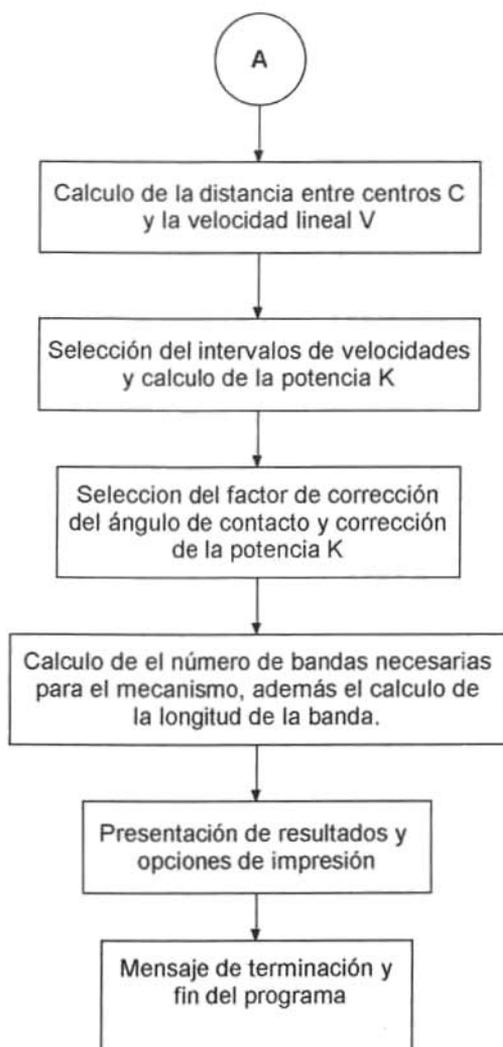
1. Cada símbolo significa un tipo de operación
2. Dentro de cada símbolo se hace un comentario para indicar la operación o proceso específico que se ha de ejecutar
3. Los diagramas de flujo se leen de arriba abajo y de izquierda a derecha.
4. Una secuencia de operaciones se ejecuta hasta que un símbolo terminal designa el final de la ejecución o un conector transfiere el control a otro punto.

3.5 Construcción del programa para la selección de bandas en V

Para poder construir el programa en cuestión primero debemos visualizar el comportamiento general del método que deseamos utilizar y este lo presentamos a continuación.

3.6 Diagrama de bloques “Flujo general del programa”

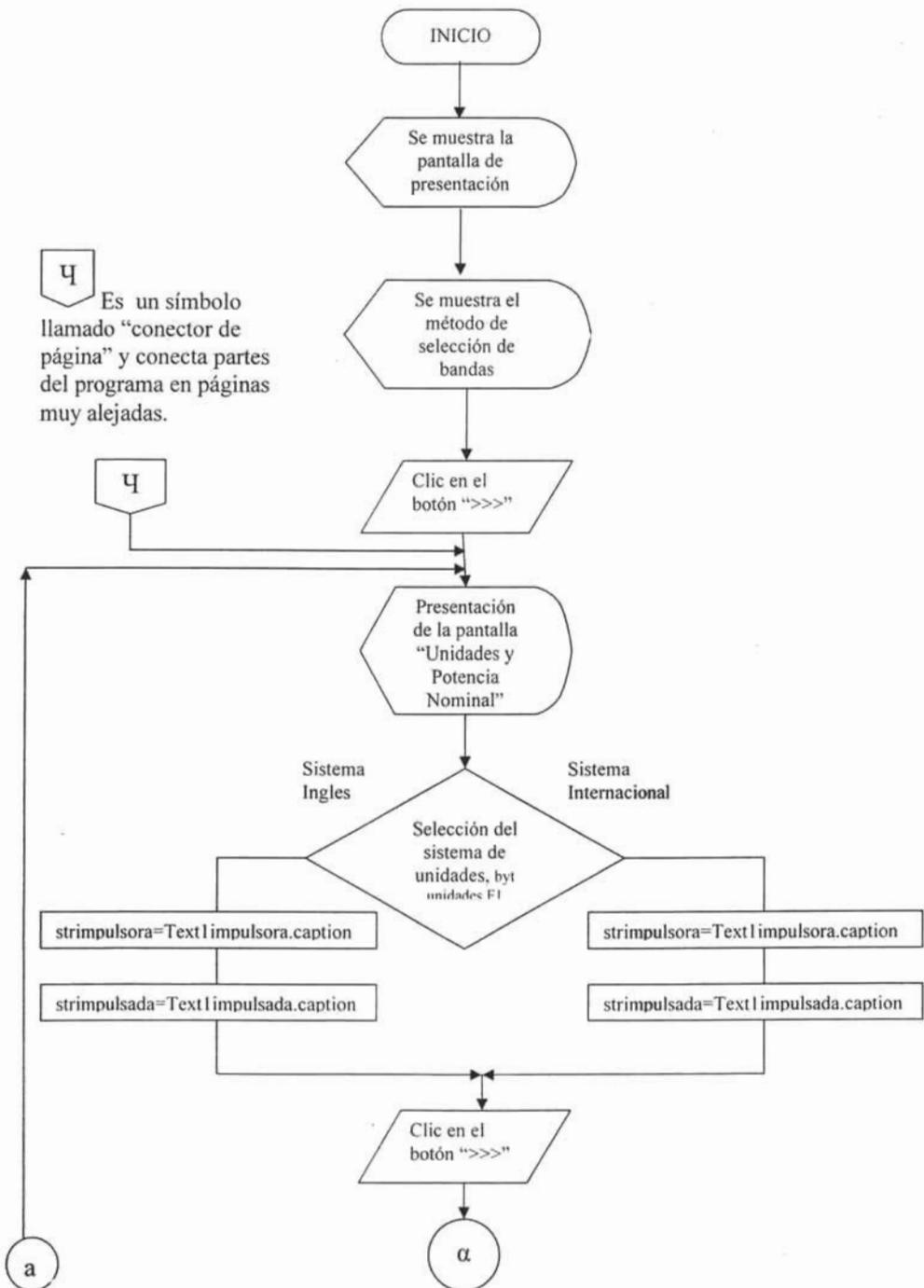


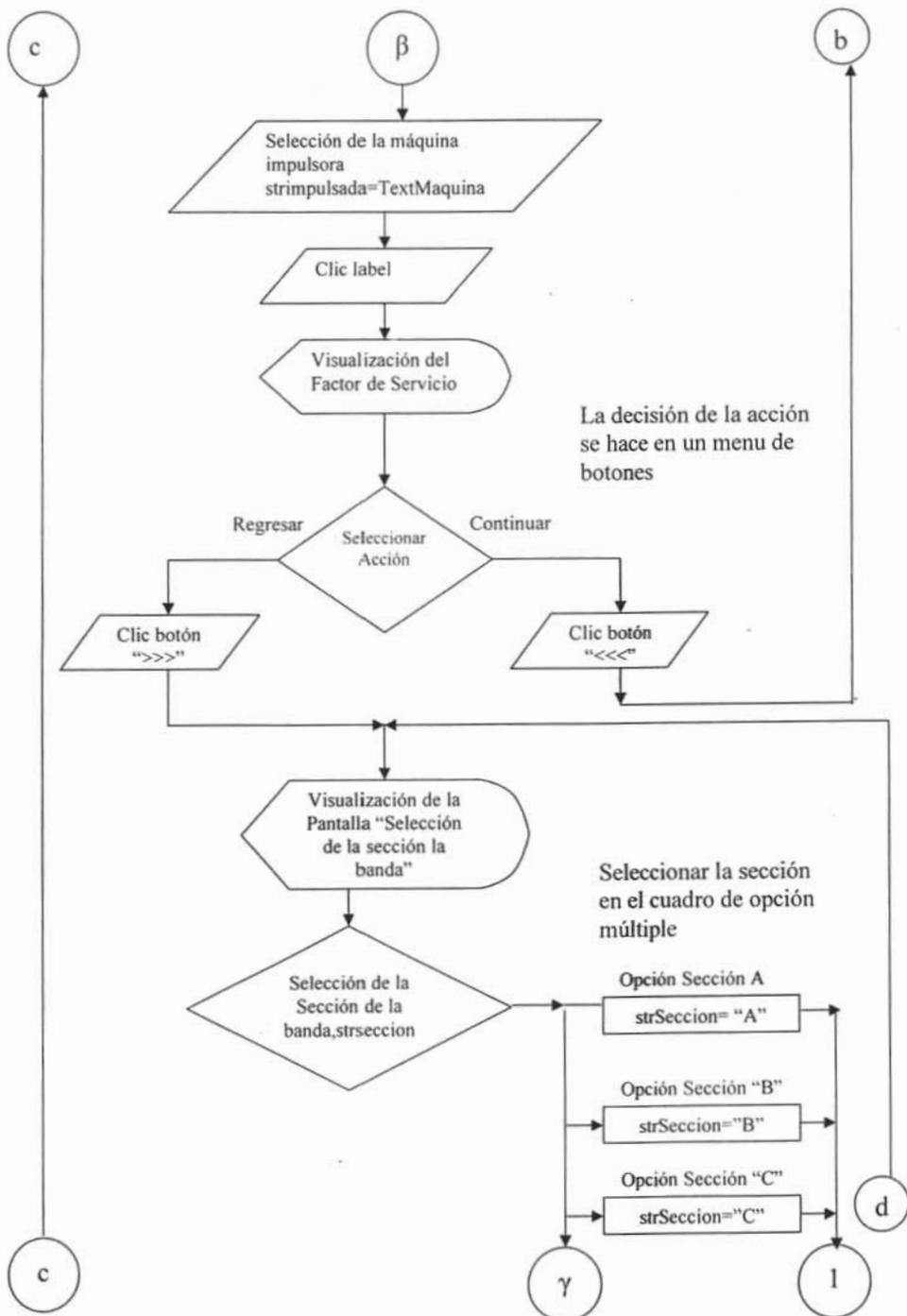


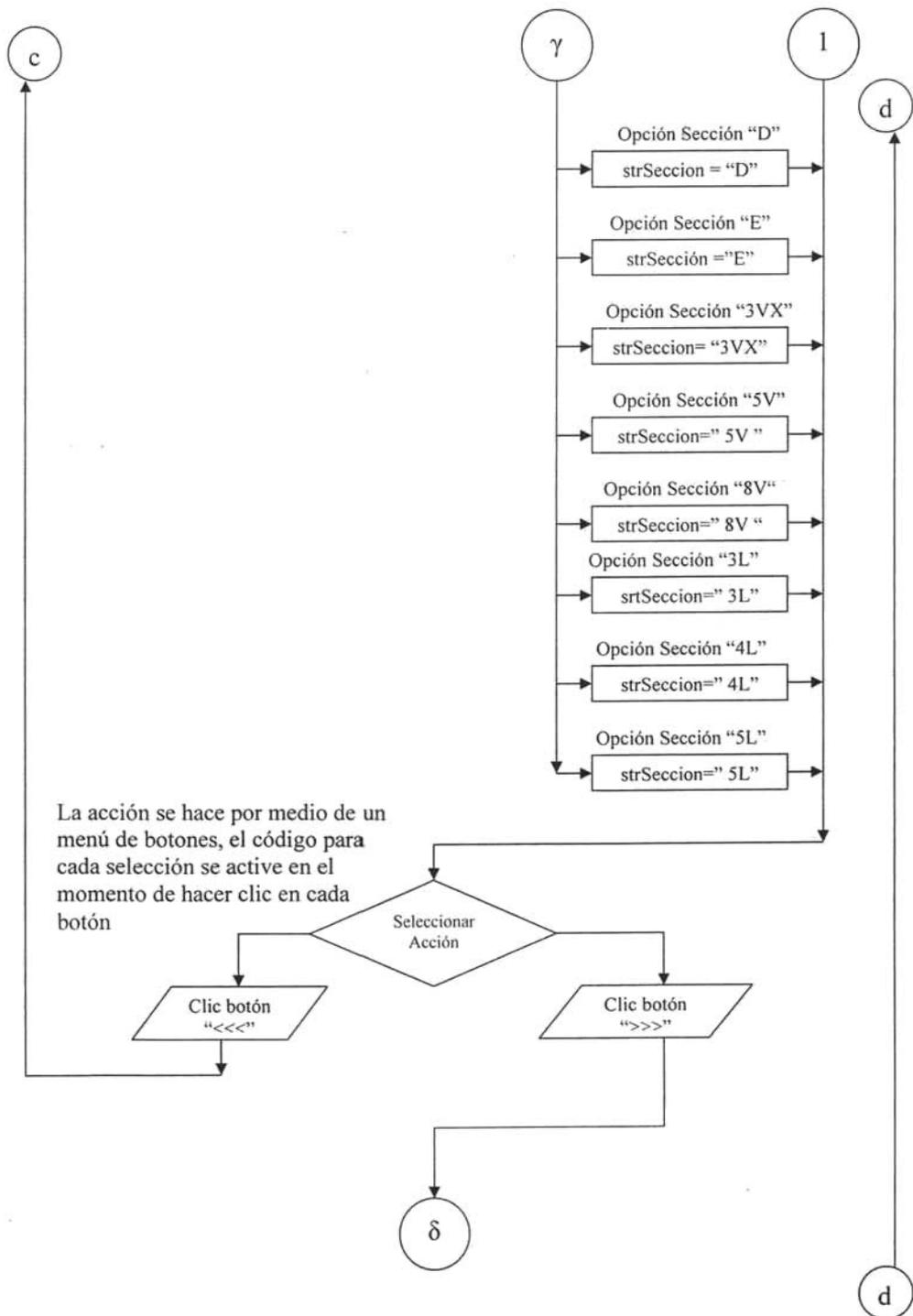
Con esto, podemos determinar la forma en que queremos que el programa quede introducido en la computadora, las operaciones que debemos realizar y en que momento debemos hacerlas, además de la secuencia lógica que debe seguir.

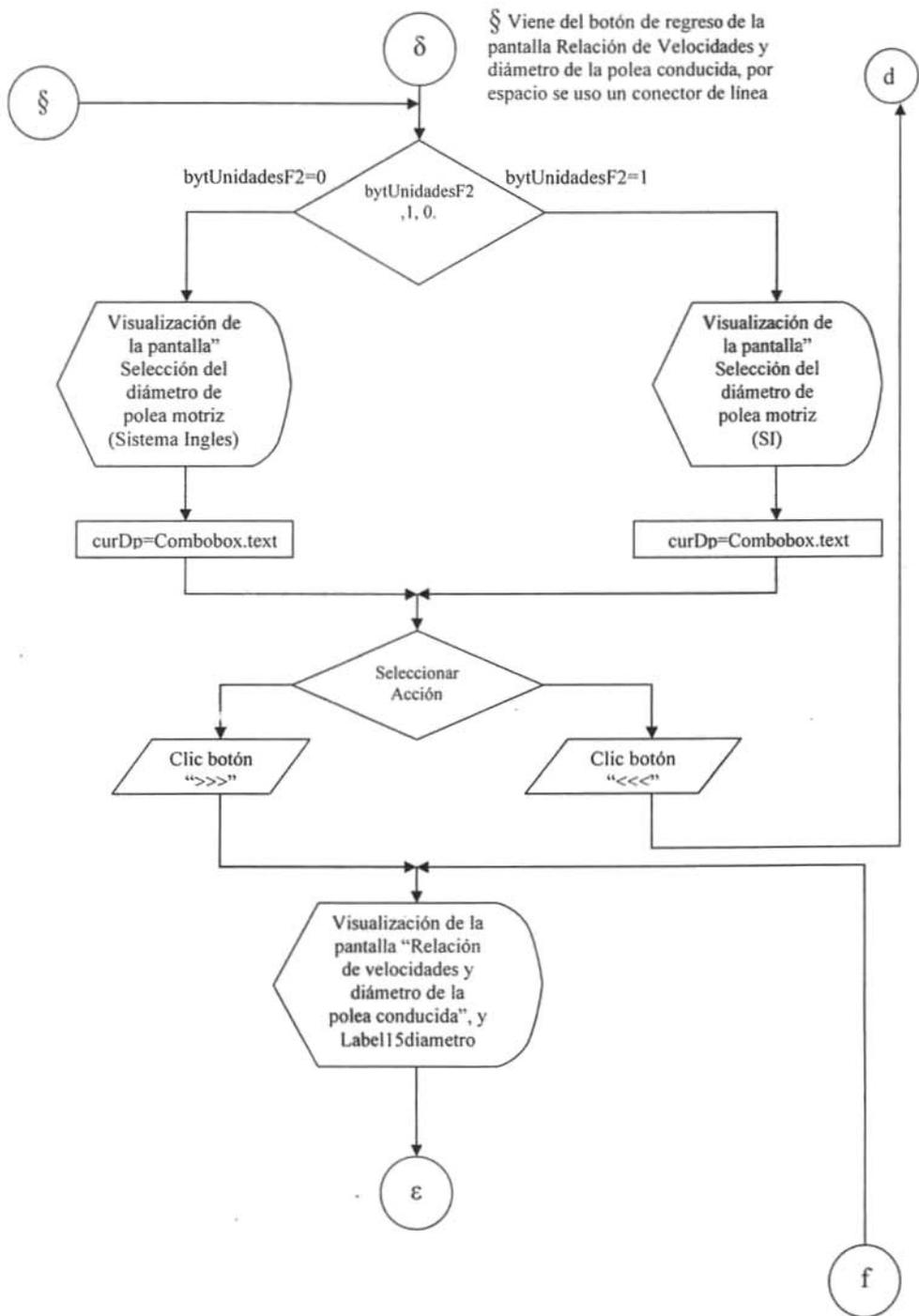
Este programa se hizo en Visual Basic y el resultado después de seguir la secuencia anterior es el siguiente diagrama de flujo.

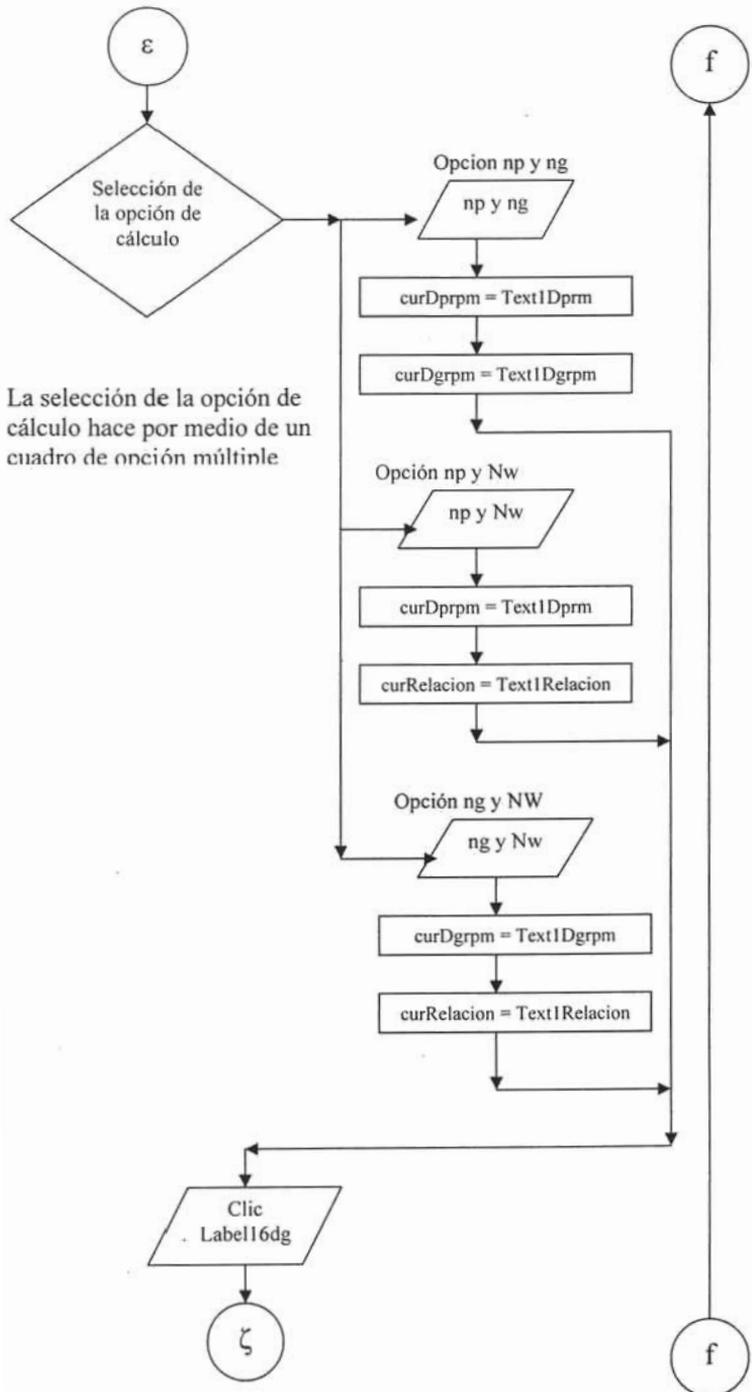
3.7 Diagrama de flujo2 “Comportamiento Detallado del programa”

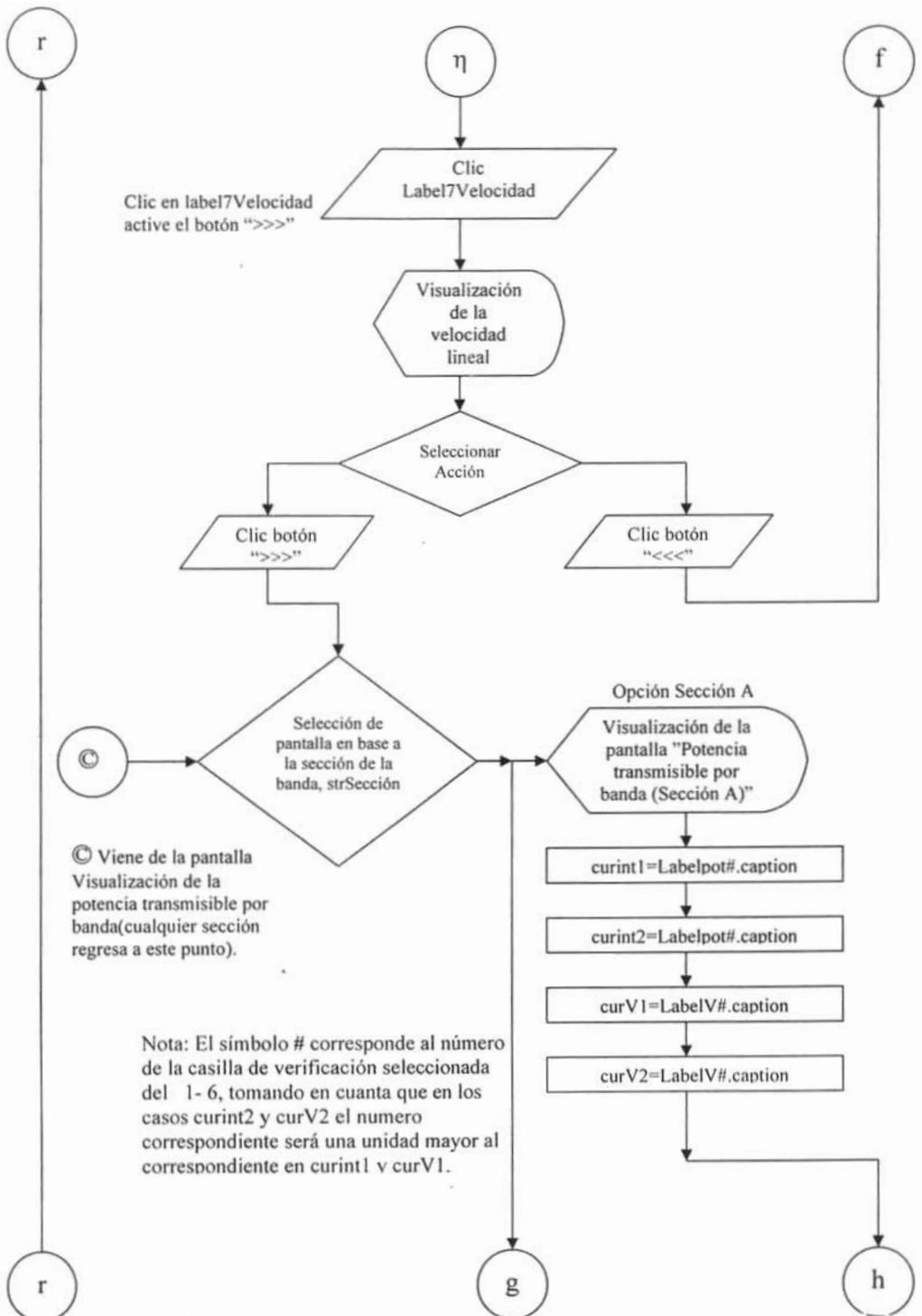


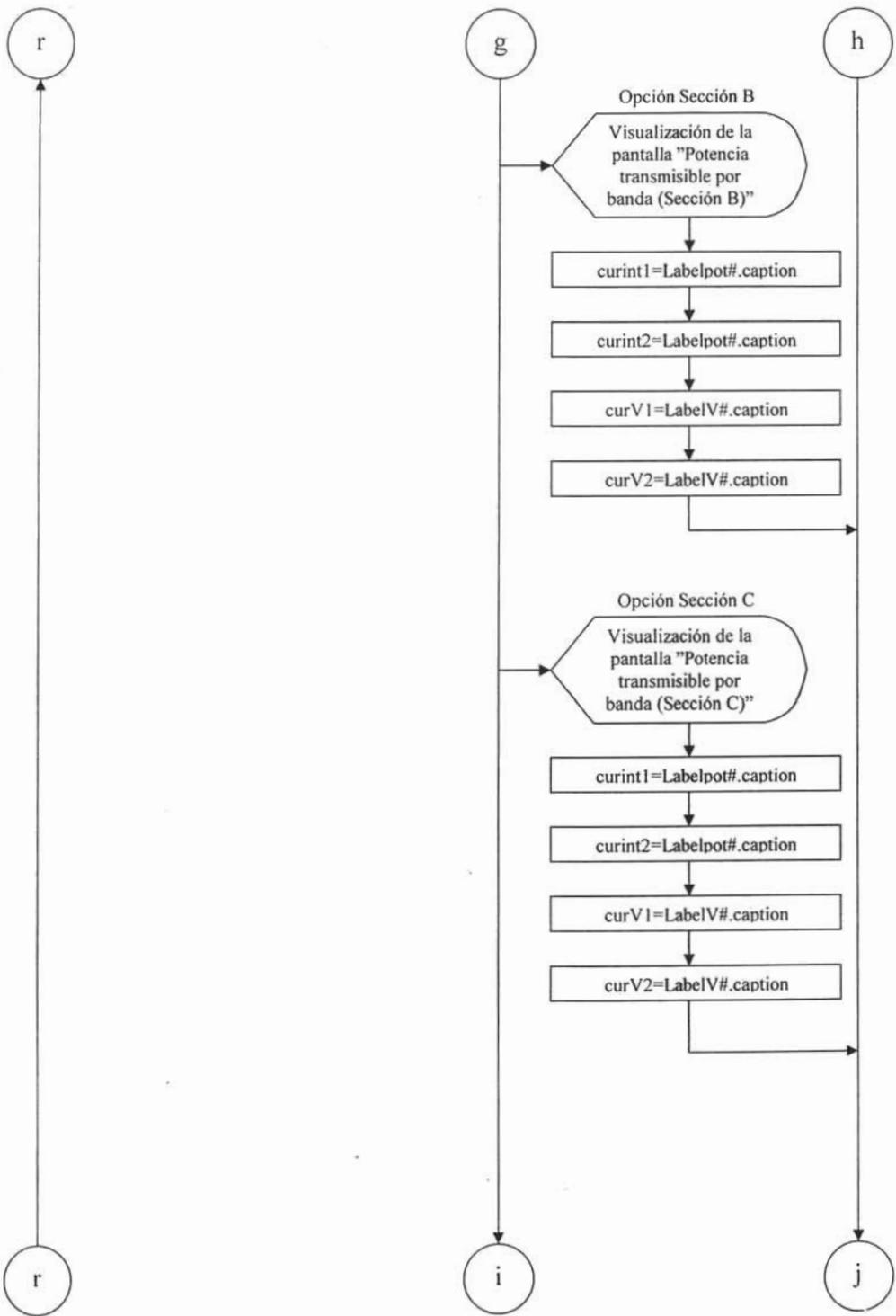


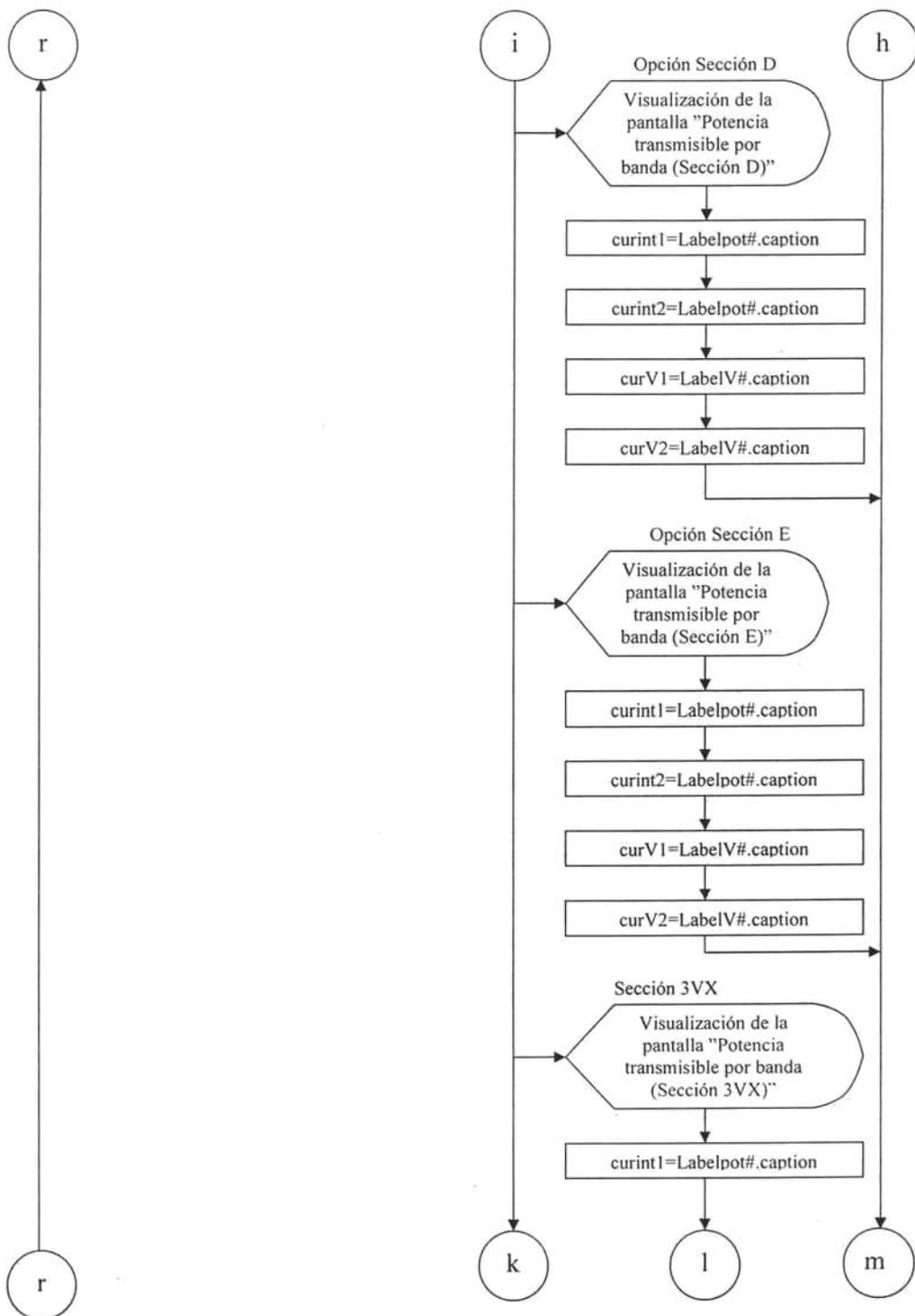














curint2=Labelpot#.caption

curV1=LabelV#.caption

curV2=LabelV#.caption

Opción Sección 5V

Visualización de la pantalla "Potencia transmisible por banda (Sección 5V)"

curint1=Labelpot#.caption

curint2=Labelpot#.caption

curV1=LabelV#.caption

curV2=LabelV#.caption

Opción Sección 8V

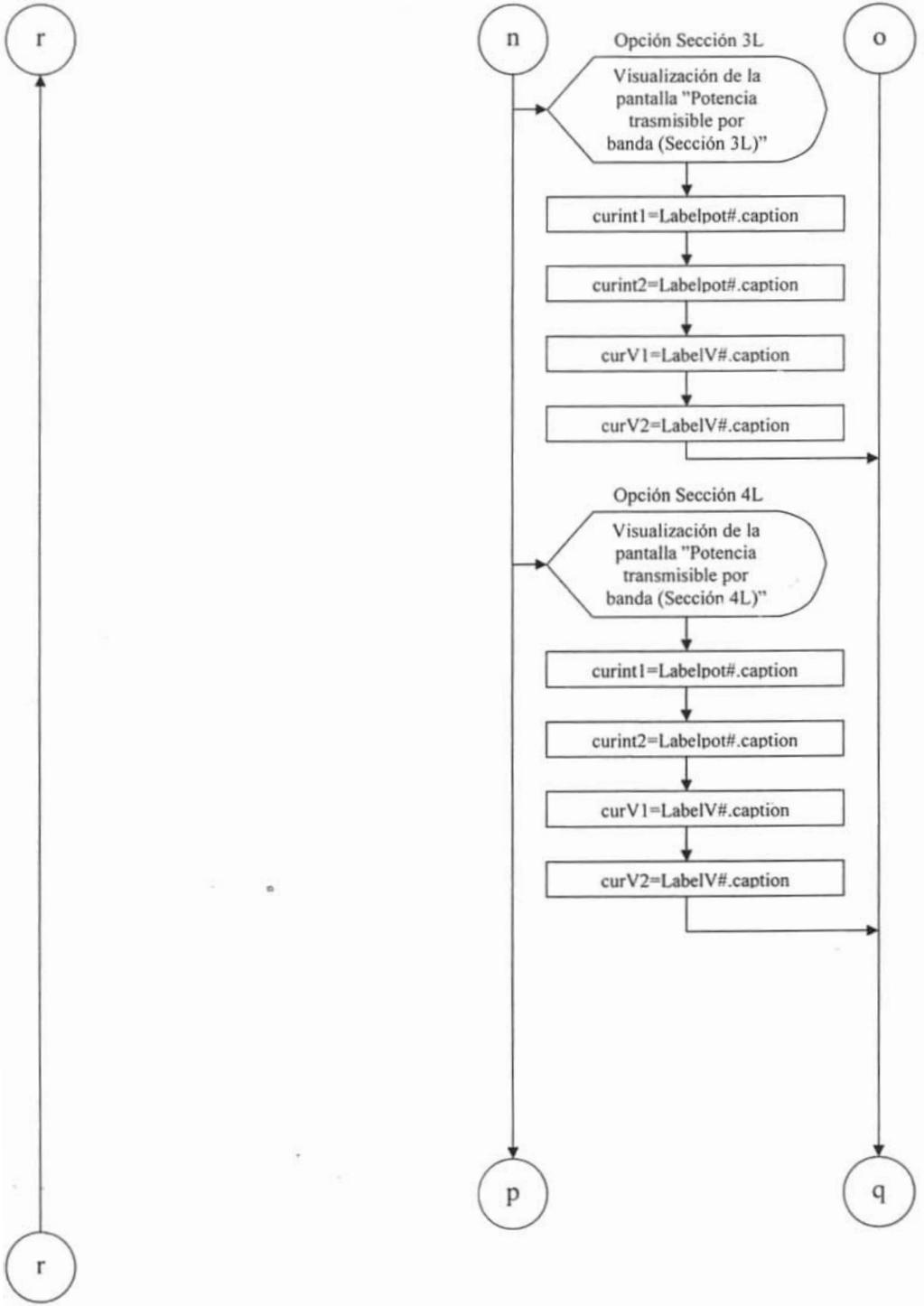
Visualización de la pantalla "Potencia transmisible por banda (Sección 8V)"

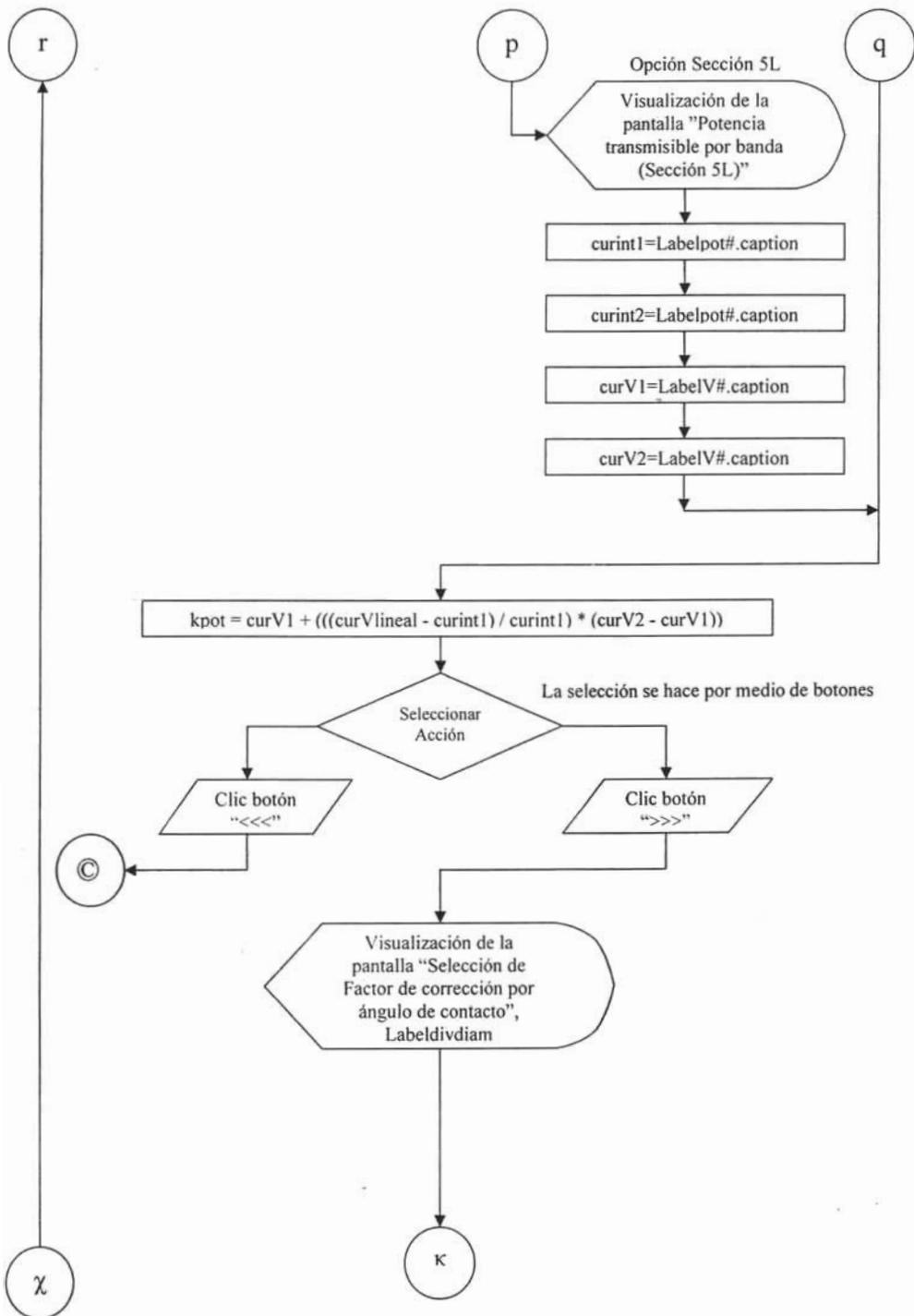
curint1=Labelpot#.caption

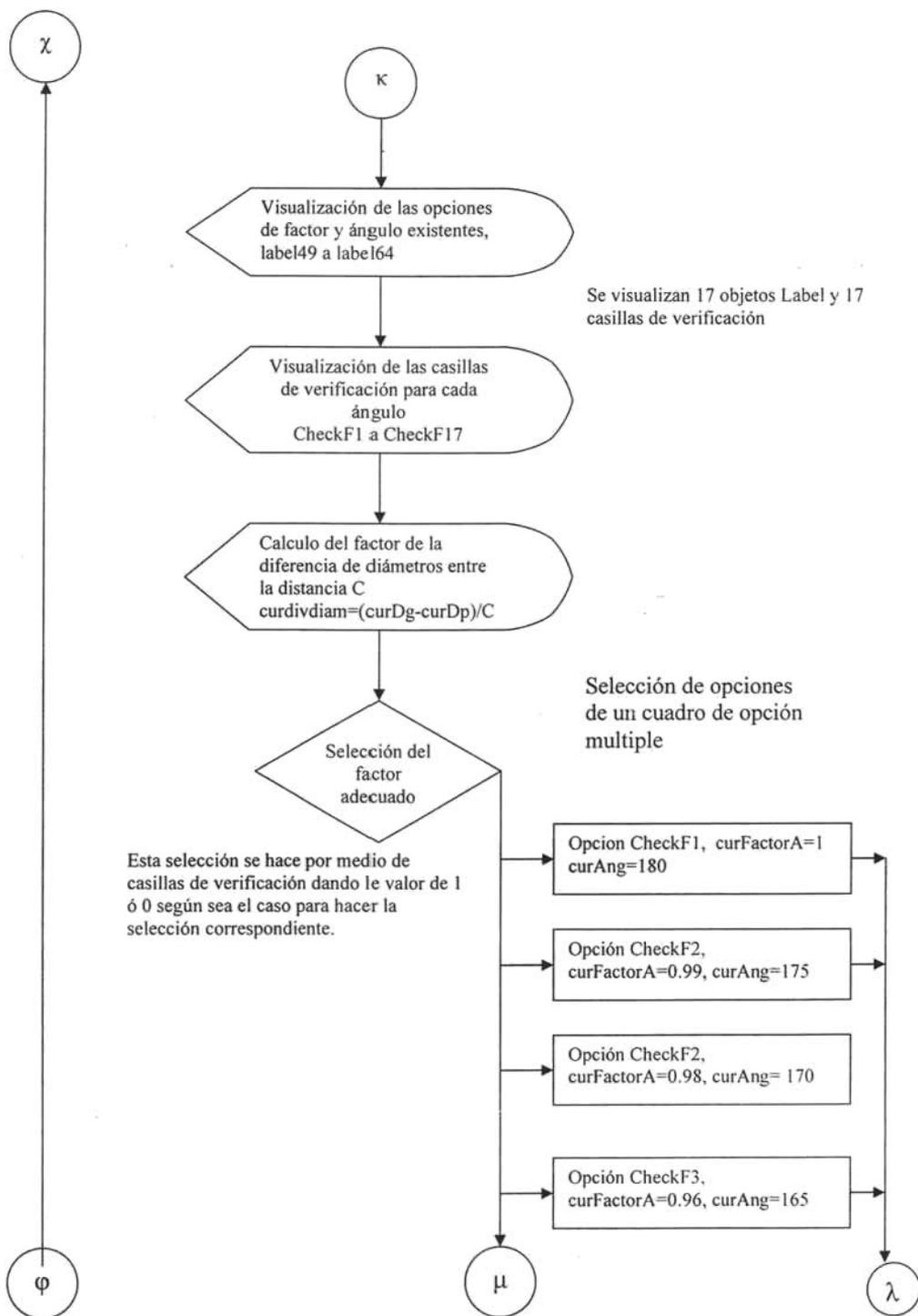
curint2=Labelpot#.caption

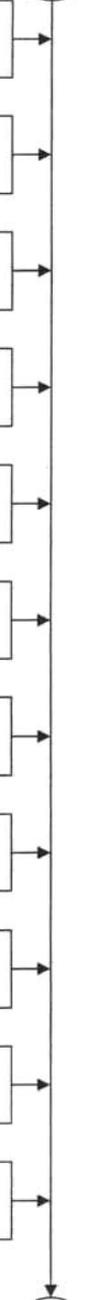
curV1=LabelV#.caption

curV2=LabelV#.caption









Opción CheckF4,
curFactorA=0.96, curang=165

Opción CheckF5,
curFactorA=0.95, curang=160

Opción CheckF6,
curFactorA=0.94, curang=155

Opción CheckF7,
curFactorA=0.92, curang=150

Opción Check F8,
curFactorA=0.91, curang=145

Opción Check F9,
curFactorA=0.89, curang=140

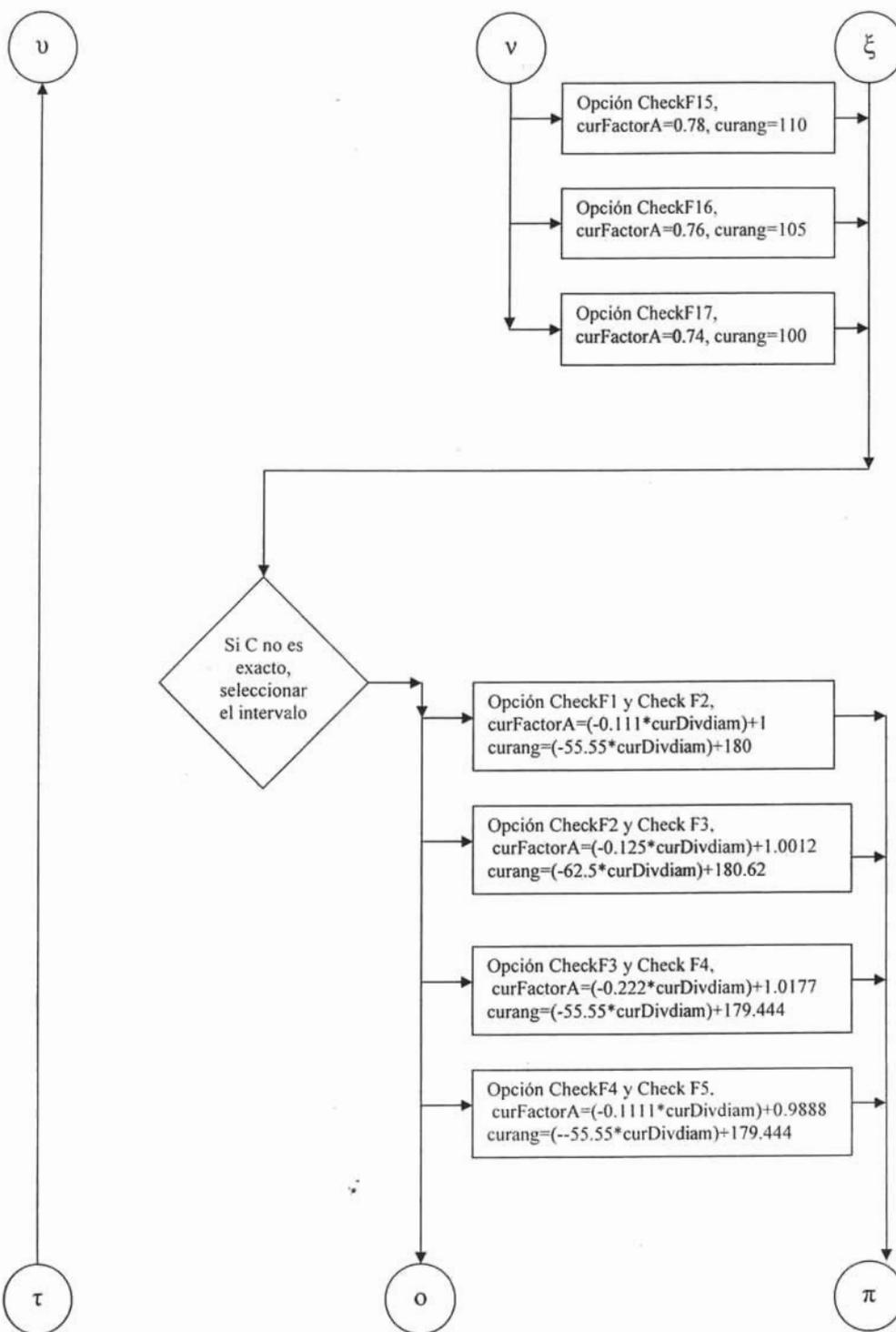
Opción CheckF10,
curFactorA=0.87, curang=135

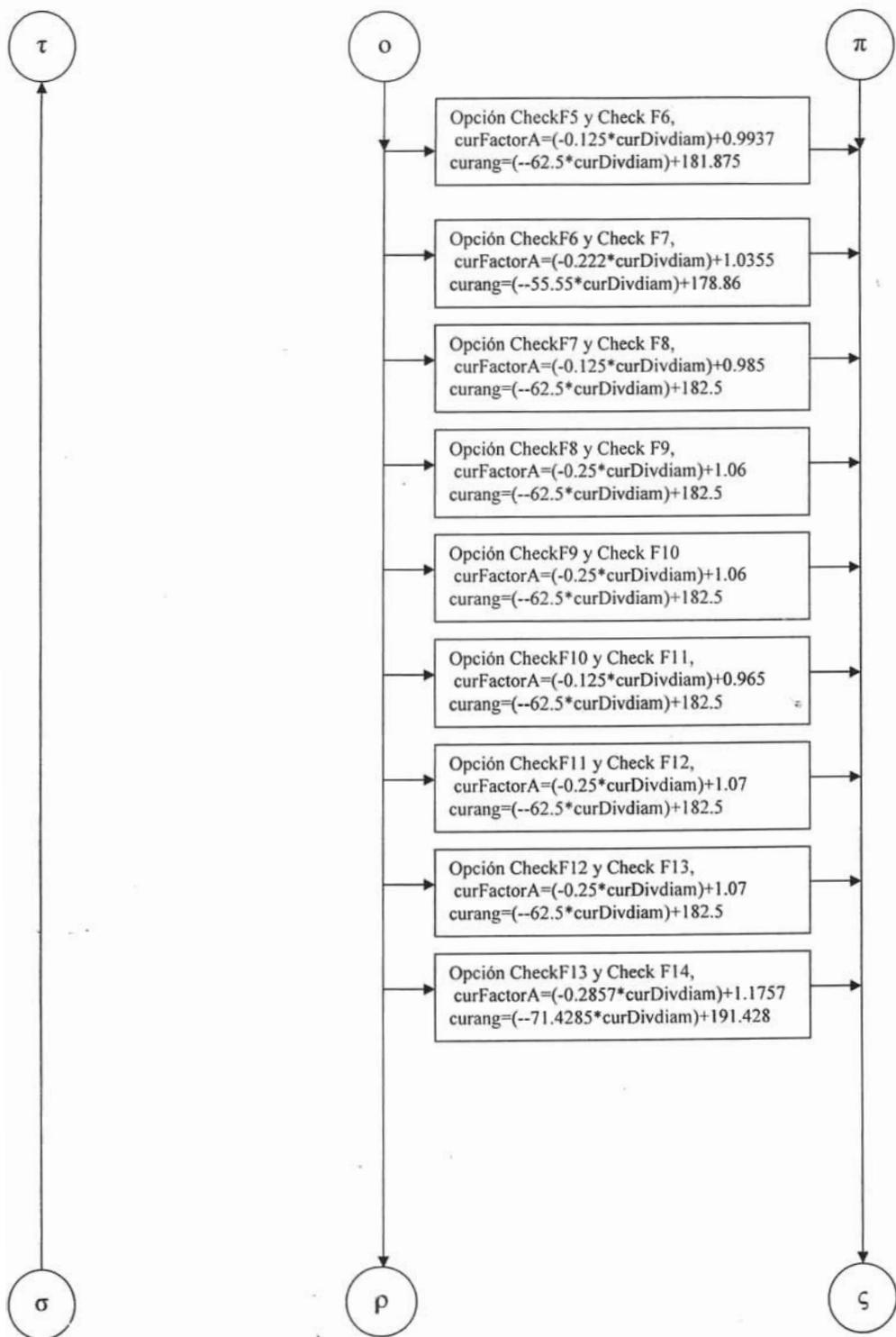
Opción CheckF11,
curFactorA=0.86, curang=130

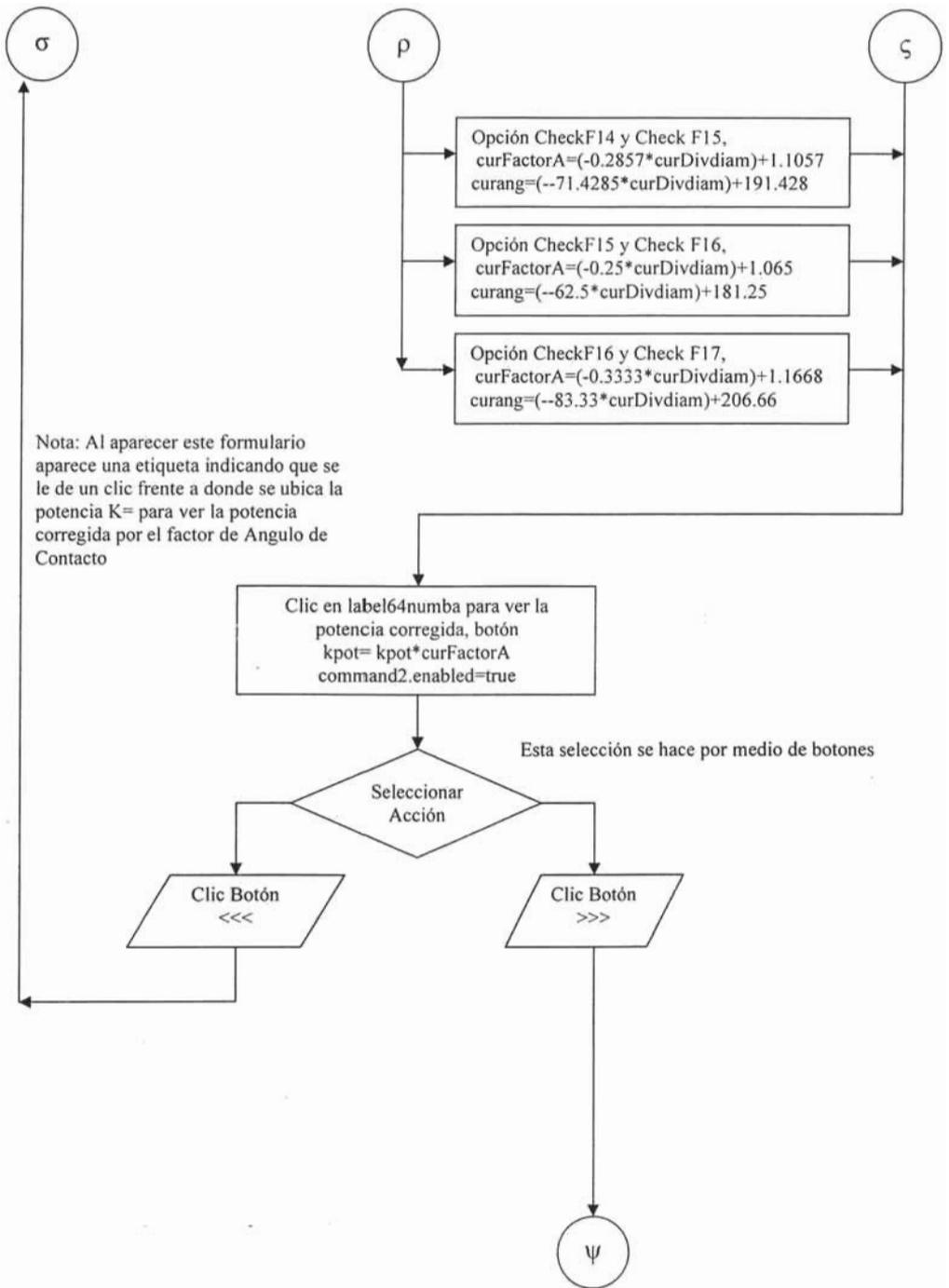
Opción CheckF12,
curFactorA=0.84, curang=125

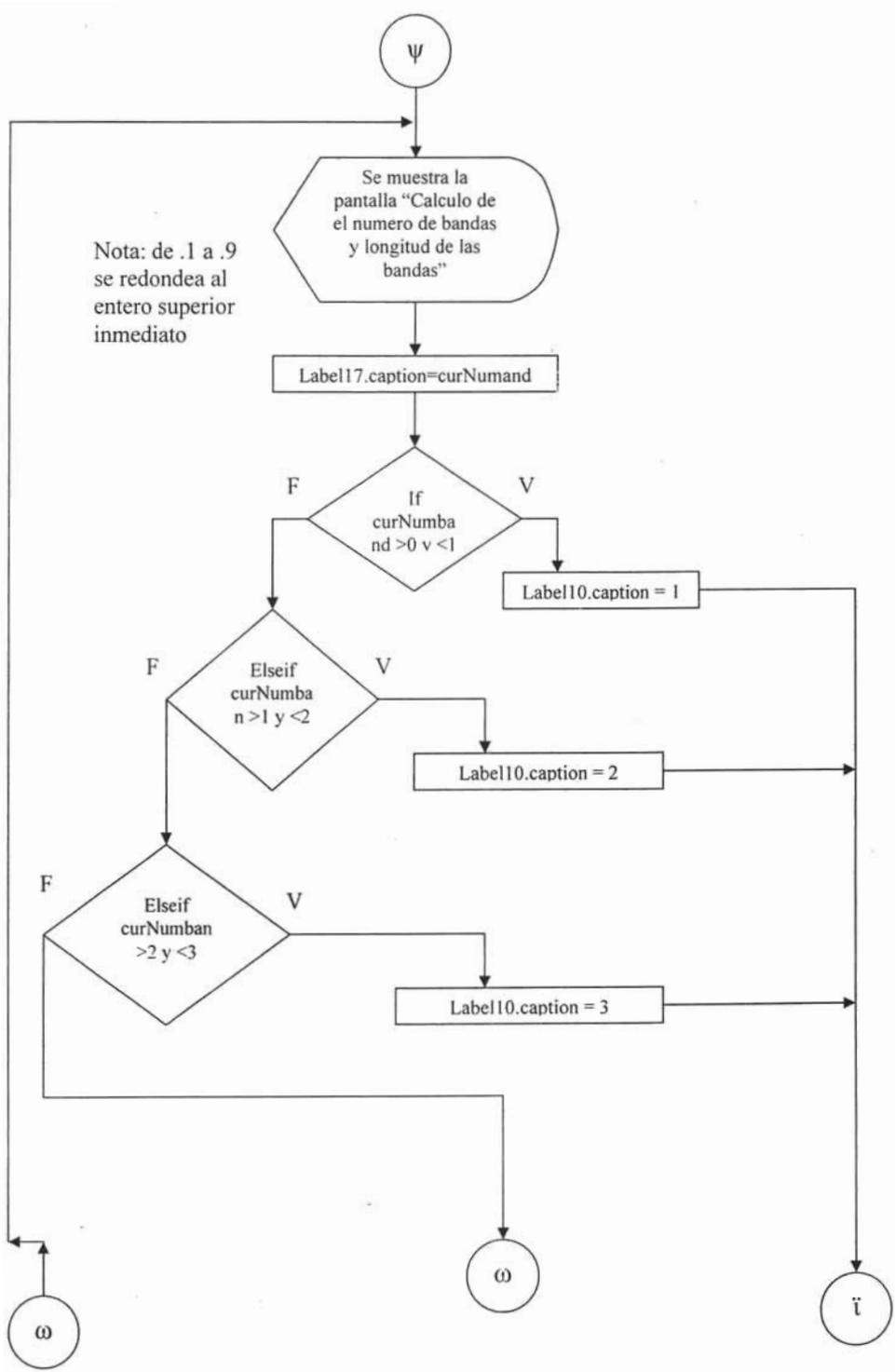
Opción CheckF13,
curFactorA=0.82, curang=120

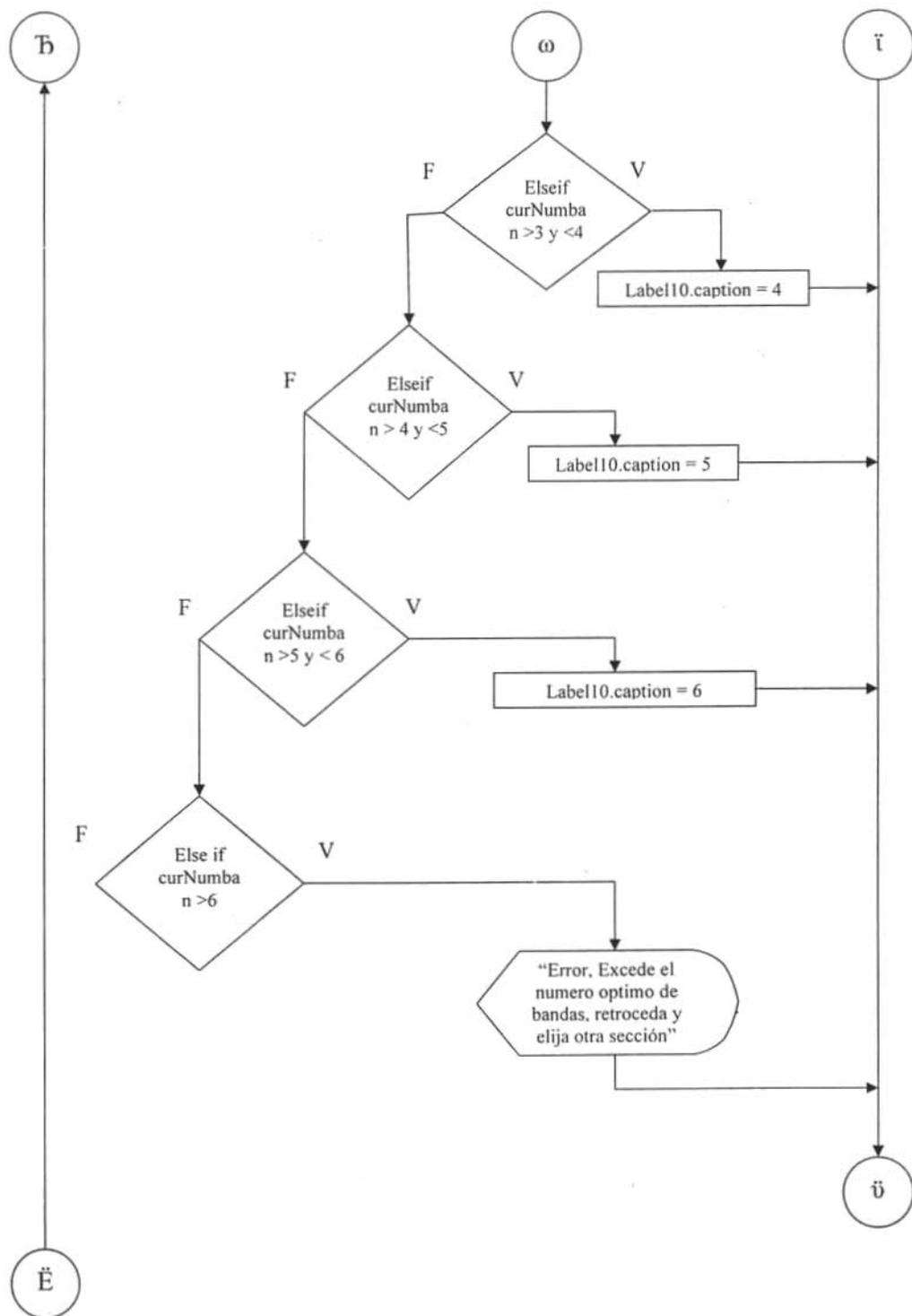
Opción CheckF14,
curFactorA=0.80, curang=115

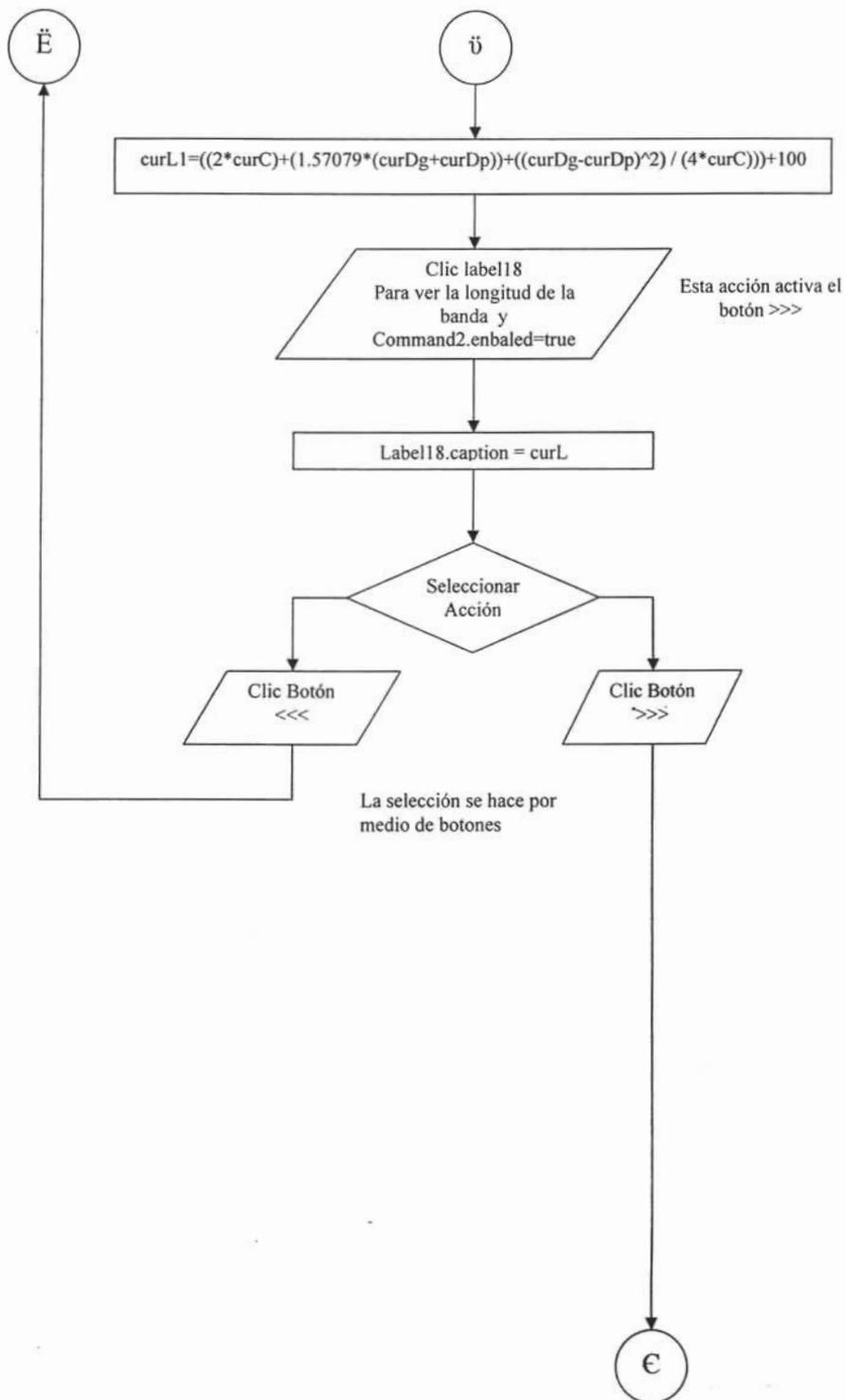


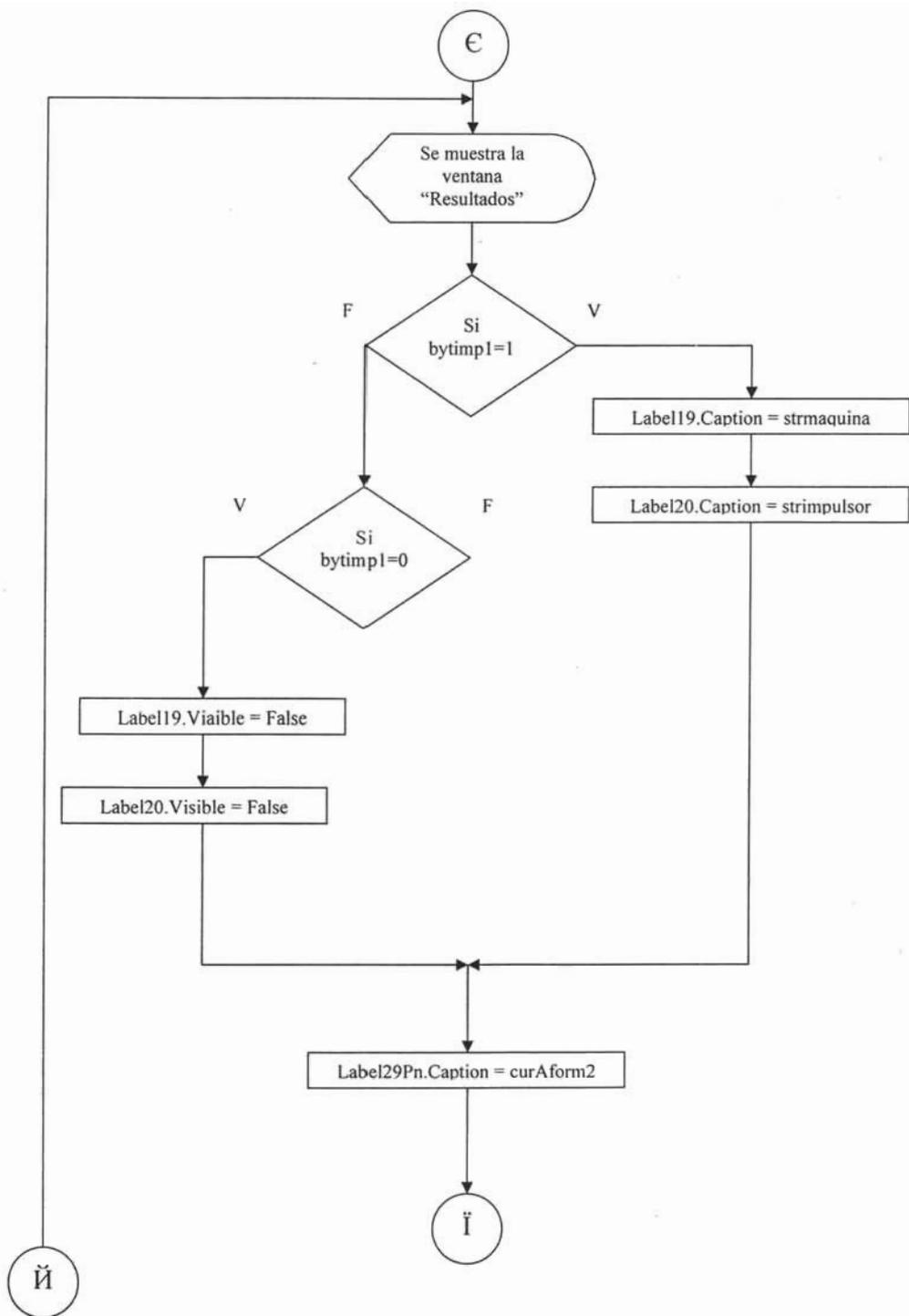












Й

И

Label29Pd.Caption = curPdform11

Label29Seccion.Caption = strSeccion

Label29np.Caption = curDrpm

Label29ng.Caption = curDgrpm

Label29nw.Caption = curRelacion

Label29dp.Caption = curDp

Label29dg.Caption = curDg

Label29c.Caption = curC

Label29vlineal.Caption = curVlineal

Label29fa.Caption = curFactorA

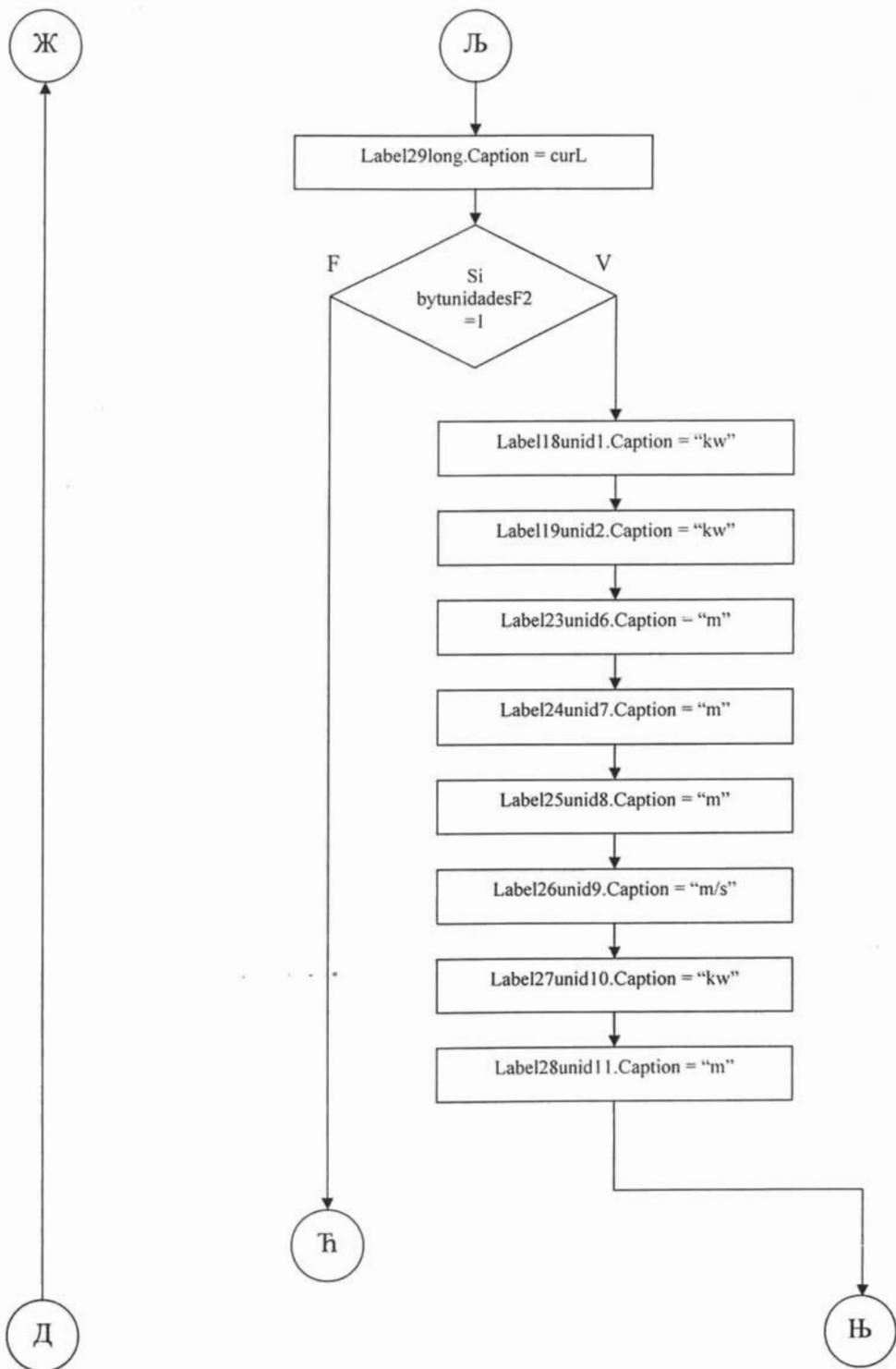
Label29ang.Caption = curang

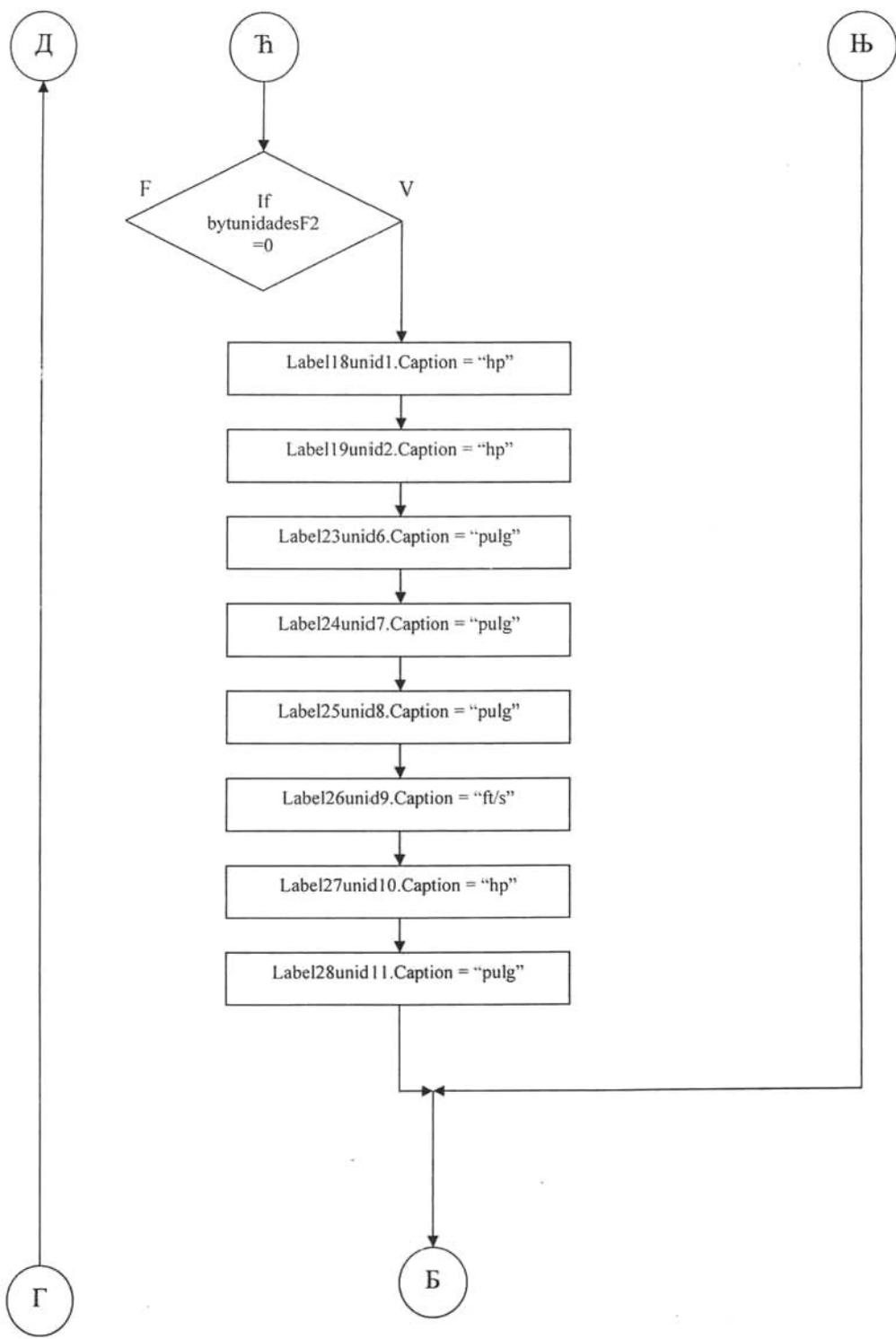
Label29kpot.Caption = kpot

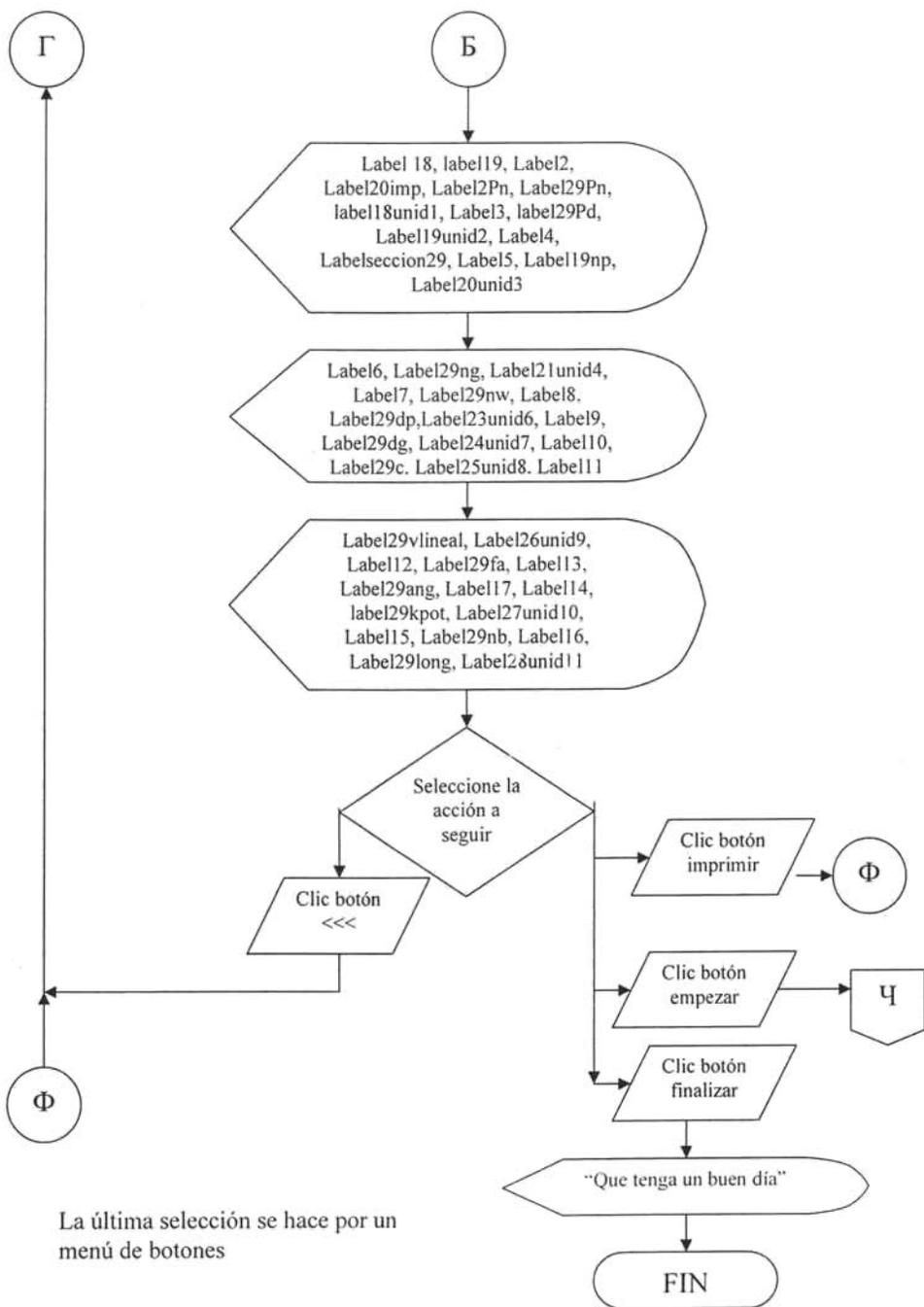
Label29Snbr.Caption = curNumband

Ж

ЛБ







La última selección se hace por un menú de botones

CAPITULO 4

USO Y PRUEBA DEL PROGRAMA

En el presente capítulo presentamos una serie de pasos e indicaciones que se deben seguir para el uso del programa que se desarrolló.

4.1 Uso y prueba

Como primer paso damos a conocer un problema en el que nos basamos para ir suministrando los diferentes datos que necesita el programa para su funcionamiento.

“Un motor eléctrico tipo jaula de ardilla, se utiliza para impulsar un compresor de tipo alternativo. La potencia del motor es de 5hp y la velocidad en la flecha es de 1200 r.p.m. Si se debe usar una transmisión mediante bandas, determine lo siguiente:

- a) El diámetro de la polea conductora y conducida
- b) Sección y longitud de la banda
- c) Número de Bandas
- d) Distancia entre centros

Asúmase que no hay límites de espacio, el servicio es continuo y que la velocidad de la polea del compresor debe de ser de 400 r.p.m.”

Para iniciar el programa le damos un doble clic al icono del programa. Con esto aparece una primera pantalla que es la que se muestra en la figura 4.1

Es la de presentación del programa, incluye los datos del alumno, asesor, nombre de la tesis.



Figura 4.1 Pantalla de presentación

En ella se encuentra un control de tiempo (que no es visible), cuando se cumple un periodo especificado, en este caso 5 segundos, el programa presenta automáticamente la siguiente pantalla.

Hay que resaltar que la figura 4.1 y 4.2 están configuradas con la opción “borderstyle” con un valor de cero o nulo, por lo que no genera ningún indicador del sistema en la barra de herramientas de Windows ubicada en el borde inferior de la pantalla.

Esto no sucede con ninguna de las figuras posteriores, y esto permite que el cambio entre programas se de solo cuando la opción “borderstyle” sea igual con 1.

En esta figura, mostrada en la figura 4.2 se da a conocer el método que se utiliza en el programa.

El método de selección de bandas consiste en los siguientes pasos:

- 1) Se calcula la potencia de diseño, a partir de la potencia nominal y un factor de servicio "F"
- 2) Se propone una sección empleando la gama de potencias (incluidas en el programa)
- 3) Se calcula la relación de velocidades
- 4) Se calcula el diámetro de paso de la polea conducida
- 5) Se calcula o determina la distancia entre centros de las flechas que se conectan
- 6) Para encontrar la potencia transmisible por banda debemos:
 - a) Calcular la velocidad lineal de la banda
 - b) Con la velocidad lineal calculada y el diámetro propuesto para la polea motriz se obtiene la potencia transmisible por banda
 - c) Se calcula el ángulo de contacto, si es más de 180° se utiliza un factor de corrección (incluido en el programa)
- 7) Se obtiene el número de bandas necesarias para la transmisión (máximo 6 bandas por transmisión)
- 8) Finalmente se calcula la longitud necesaria para la banda

Figura 4.2.- Método de Selección de Bandas

Para continuar se da un clic en el botón de la esquina inferior derecha.

Ahora se presenta la pantalla tres, mostrada en la figura 4.3

Unidades y Potencia Nominal

Sistema de Unidades

Sistema Internacional

Sistema Ingles

Introduzca la potencia nominal

Pn =

Desea introducir los nombres de las máquinas??: Si No

Máquinas

Introduzca el nombre de la máquina IMPULSORA:

Introduzca el nombre de la máquina IMPULSORA:

>>

Figura 4.3 Unidades y Potencia Nominal

Primeramente se presenta un cuadro de unidades con dos opciones, en este caso seleccionamos el de sistema inglés, en base a los datos del problema descrito. Un poco mas abajo aparece un cuadro de texto, en el que debemos introducir la potencia nominal. El programa esta hecho de manera que no se pueda introducir letras en la potencia nominal, ni potencias negativas.

Mas abajo, se encuentran otros dos cuadros de texto, en el primero ponemos el nombre de la maquina impulsada, y en el segundo el de la máquina impulsora si así lo decidimos con las opción “Si” o “No”. Estos datos no tienen influencia sobre ningún cálculo y se utilizan para que la presentación de los resultados sea más clara y completa. Para continuar le damos un clic al botón con el símbolo “>>>”

Ahora se presenta la pantalla 4, mostrada en la figura 4.4

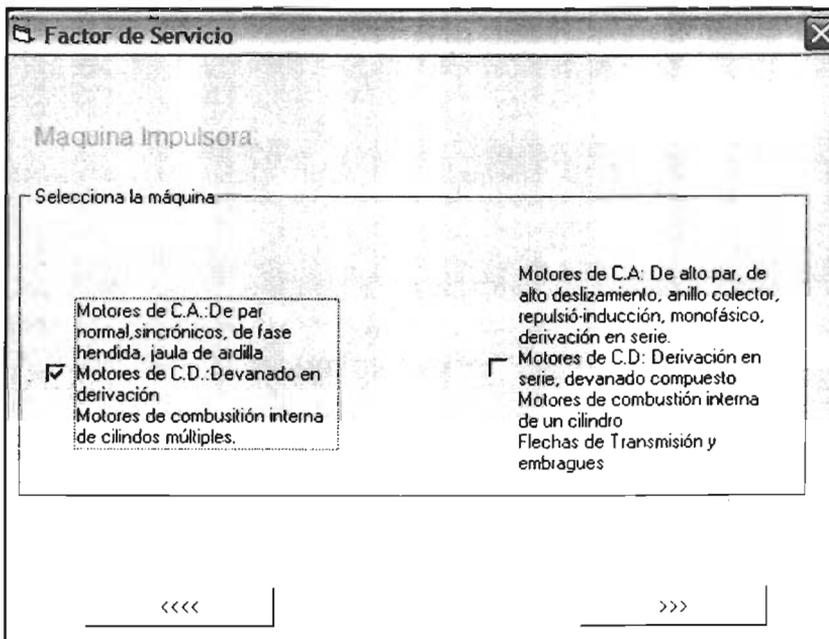


Figura 4.4 Factor de Servicio

En esta se da una lista de maquinas impulsoras, debemos buscar la que vamos a utilizar en los listados y debemos seleccionar este, al hacerlo, el botón de continuar (>>>) que estaba inactivo, se hace funcional y nos permite continuar.

También se presenta el primer botón de retroceso con la leyenda “<<<” y este permite regresar a la pantalla anterior en caso de querer modificar algo. Se hace notar que todo lo que se escribió y selecciono en una pantalla, al apretar el botón de regreso desaparecen y tendrán que volver a introducirse.

A continuación, se presenta la pantalla 5, la cual se muestra en la figura 4.5. En ella aparece primeramente un cuadro de selección de la jornada de trabajo (Intermitente, Normal, y Continuo), en ésta sólo se puede hacer una selección.

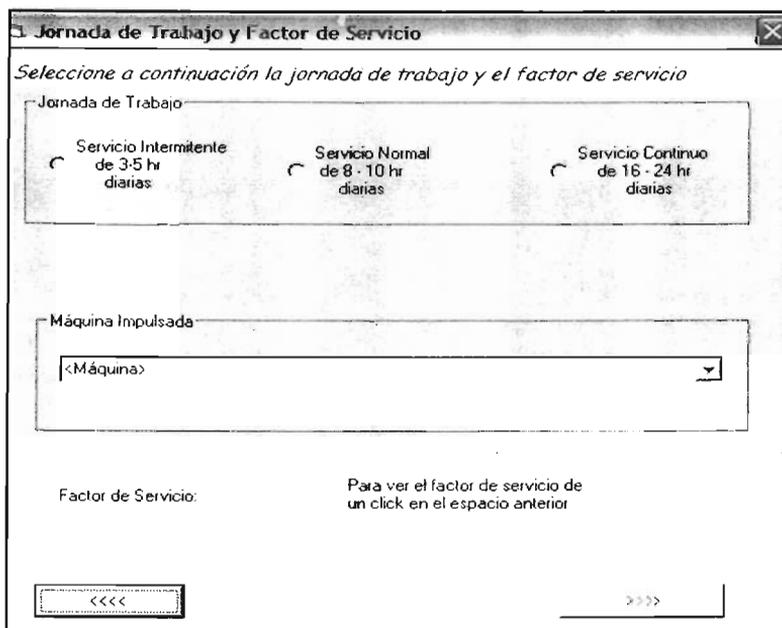


Figura 4.5 Jornada de trabajo y Factor de Servicio

En el cuadro máquina impulsada, se ve la lista completa de máquinas desplegándola con la flecha en el extremo de la caja incluida. Para visualizar el Factor de Servicio, se le debe dar un clic en el espacio que se encuentra delante de la leyenda Factor de Servicio.

Se pueden hacer las modificaciones en cualquiera de las opciones de jornada de trabajo y máquina impulsada en cualquier momento y visualizar el nuevo factor de servicio en cualquier momento las veces que se deseen.

Una vez seleccionado el factor de servicio, en este caso con los datos del problema presentado (jornada “Continuo” y maquina impulsada “Bombas y Compresores”), damos clic en el botón “>>>” y continuamos con el diseño.

La figura4.6 presenta la pantalla donde debemos hacer la selección de la sección de la banda. Esta selección la lleva a cabo de manera arbitraria el diseñador, es recomendable que se seleccione una sección en donde nuestra potencia de diseño no se encuentre muy a los extremos del intervalo de la gama de potencias mostrada por la banda, también es importante ver la gama de diámetros en los cuales opera este tipo de banda.

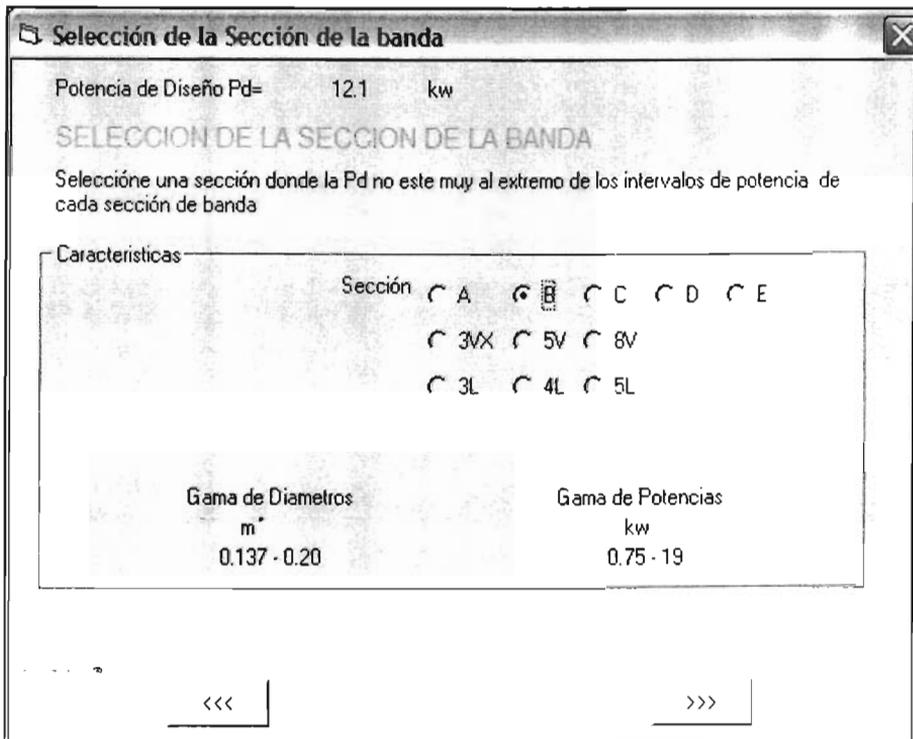


Figura 4.6.- Selección de la Sección de la Banda

Estas dos consideraciones nos determinaran finalmente que banda utilizar para obtener el mejor desempeño de nuestro sistema de bandas y poleas.

Para continuar le damos un clic a el botón con la leyenda “>>>” y para retroceder hacemos lo mismo con el botón “<<<”.

La ventana que se presenta en la figura 4.7 permite seleccionar el diámetro de la polea motriz que vamos a usar, como se puede apreciar sólo la sección que seleccionamos con anterioridad se encuentra iluminada, esto es para evitar en los posible errores por una discrepancia en las secciones.

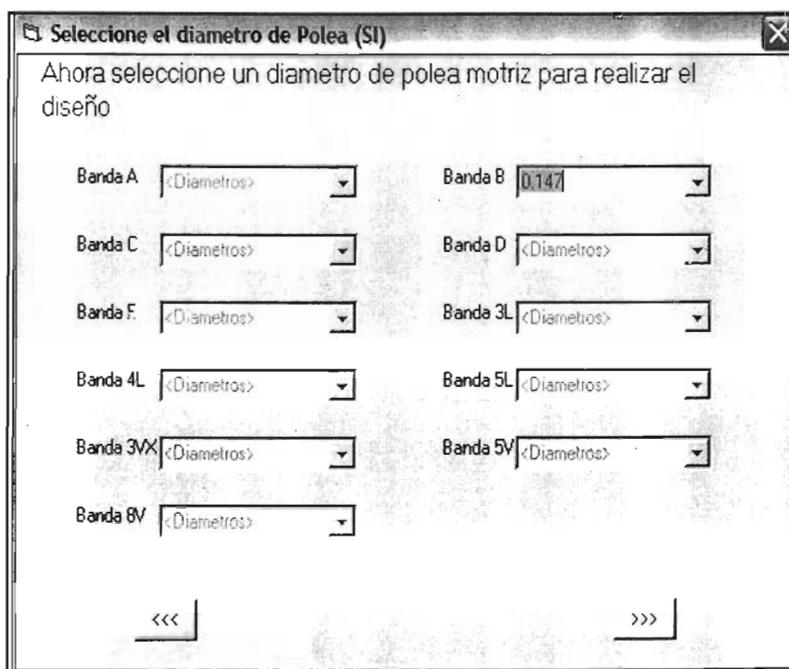


Figura 4.7 Selección del Diámetro

Para seleccionar un diámetro le damos un clic a la flecha situada a la extrema derecha de la barra a utilizar y con esto desplegamos los distintos diámetros para cada sección, una vez que encontramos el que requerimos, le damos un clic y queda seleccionado, se puede desplegar otra vez esta gama de diámetros y seleccionar otro las veces que sea necesario.

Una vez que estamos listos para continuar le damos un clic al botón “>>>”.

Ahora se selecciona una de las 3 opciones, la que se adecua a los datos que tenemos, al hacer esto se iluminan las casillas en donde vamos a introducir los distintos datos, e introducimos los mismos.

A continuación en la pantalla que se muestra en la figura 4.8 se tienen las siguientes opciones de cálculo:

- n_p, n_g .- Velocidades en r.p.m.'s de la polea conductora y conducida
- N_w, n_p .-Relación de velocidades y la velocidad de la polea conductora
- N_w, n_g .-Relación de velocidades y la velocidad de la polea conducida

Relación de velocidades y diámetro de la polea conducida

RELACION DE VELOCIDADES

Seleccione entre introducir n_p y n_g , o la relación de velocidades N_w y una de las revoluciones

Opciones de calculo

n_p y n_g N_w y n_p N_w y n_g

Introduzca los datos:

1) Polea Conducida $n_p =$ r.p.m.

2) Polea Conducida $n_g =$ r.p.m.

La relación de Velocidades N_w es:

DIAMETRO DE LA POLEA CONDUcida

Con el resultado obtenido anteriormente (N_w) calculamos el diámetro de la polea conducida (D_g) para lo cual usamos el diámetro seleccionado anteriormente

$D_p = 0.147$ m y obtenemos $D_g = 0.343$ m (Para ver los resultados de un click en el espacio anterior)

<<< >>>

Figura 4.8 Calculo de las r.p.m y relación de velocidades

Una vez que hayamos hecho esto, debemos dar un clic al espacio situado delante de $D_g =$, con esto la máquina hace los cálculos necesarios para obtener los datos faltantes y calcula el diámetro de la polea impulsada o conducida (D_g).

El botón para continuar (>>>) se activa únicamente cuando damos un clic al espacio situado delante de D_g .

La pantalla que se muestra en la figura 1.9 presenta primero, la distancia entre centros de una forma automática, pero en caso de que se cuente con una distancia específica, tenemos la opción “Manual”, le damos un clic a esta opción e introducimos la distancia, el programa está hecho de tal forma que no se puedan introducir datos negativos ni letras.

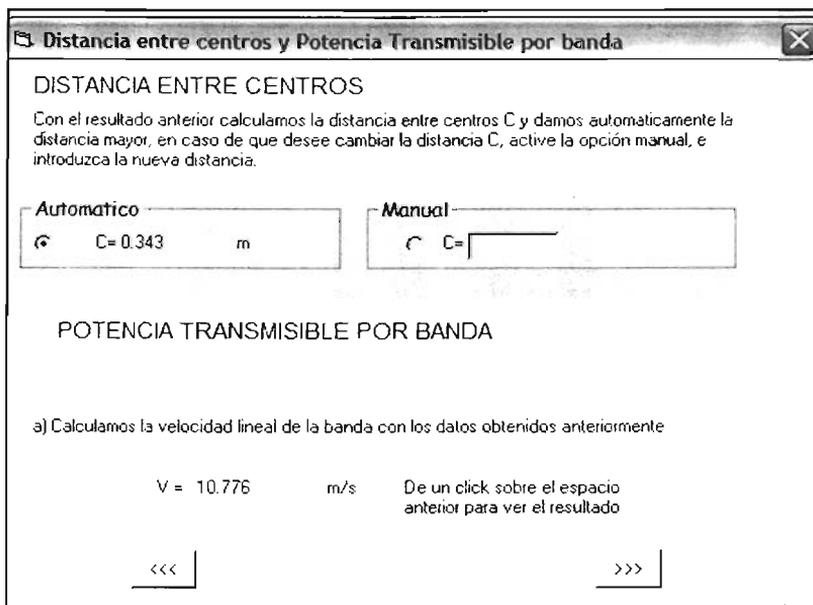


Figura 4.9 Distancia entre centros y velocidad lineal

En caso de que después de introducir la distancia manual evaluamos y decidimos que la automática es más adecuada, podemos darle un clic a la opción automática y restablecer este valor.

Mas abajo, tenemos la casilla de la velocidad lineal. para poder observarla debemos dar un clic a espacio inmediato de la leyenda “V=”, con esto vemos la velocidad lineal y activamos el botón de continuar (>>>)

El cuadro de diálogo que se muestra en la figura 4.10 presenta primero la sección que estamos utilizando, e inmediatamente después el diámetro seleccionado y la velocidad de la banda.

POTENCIA TRASMISIBLE POR BANDA (Banda B)

b) Para obtener la potencia transmitida por la banda (K) seleccione el intervalo de velocidades entre los cuales esta la velocidad obtenida anteriormente haga coincidir los diámetros para un calculo correcto

Sección = B Diámetro = 0.147 Velocidad de la banda = 10.776

Velocidad de la banda (determine los 2 intervalos entre los cuales esta la velocidad lineal)

(INTERVALOS DE VELOCIDAD)

m/s

| | | | | | |
|---------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| INTERVALOS DE POTENCIA kw | 1.2 | 2.1 | 2.7 | 2.9 | 2.6 |

<<< >>>

Figura 4.10 Potencia transmisible por banda

En la parte de abajo nos presenta una serie de intervalos, donde en la parte superior y con color negro se encuentra los intervalos de velocidad que están disponibles para esta banda, y en la parte inferior con azul, se encuentran las potencias correspondientes con cada intervalo.

Es muy raro que la velocidad que calculamos sea exacta con la de alguno de los intervalos establecidos, de ser así se selecciona solo esta velocidad. En caso contrario se deben de seleccionar los dos intervalos entre los cuales se encuentra nuestra velocidad lineal.

Al hacer esto, permitimos que el programa calcule la potencia transmisible por banda correspondiente a la velocidad lineal calculada.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

A continuación, se presenta el cuadro de dialogo que se muestra en la figura 4.11.

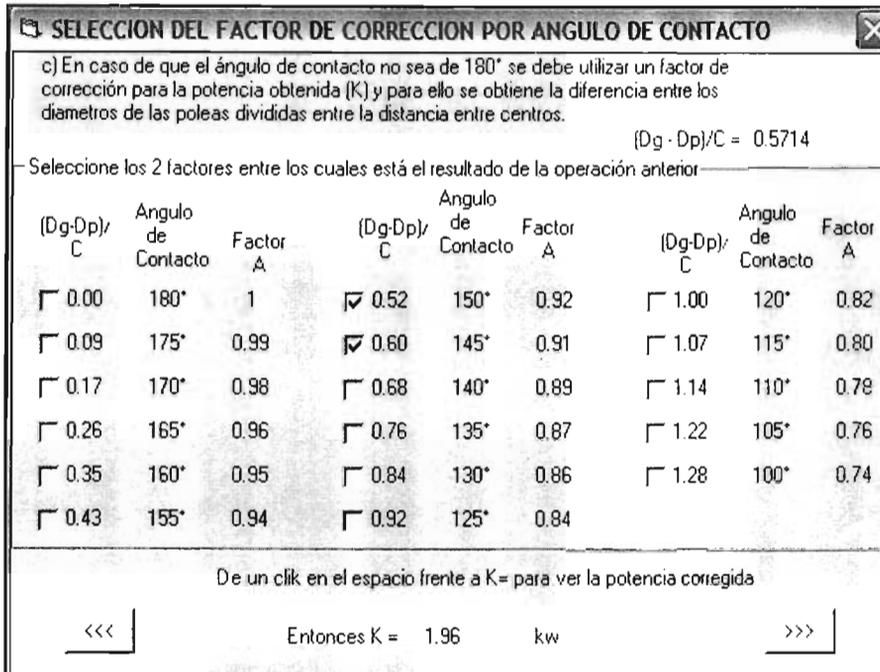


Figura 4.11 Factor de corrección por ángulo de contacto.

En su esquina superior derecha el programa muestra el resultado de la operación de la diferencia de los diámetros de las poleas dividido entre la distancia entre centros, esta operación nos da un número decimal, el cual debemos buscar en la lista inferior y que es equivalente a un ángulo de contacto, así como a un factor de servicio.

En caso de que el resultado coincida exactamente con uno de los decimales presentados, se selecciona solo un dato, en caso contrario seleccionamos los dos decimales entre los cuales se encuentra nuestro dato.

Esto provoca que la máquina haga el cálculo del ángulo de contacto correspondiente a este valor, así como al factor de corrección por ángulo de contacto (A) que se va a utilizar.

Una vez hecho esto, este factor se multiplica de forma automática con la potencia transmisible por banda (K) calculada con anterioridad y se obtiene la potencia (K) corregida. Para verlo se da

Por último, se presenta la pantalla mostrada en la figura 4.12 que muestra el resumen de resultados, en ella se pueden ver inicialmente el nombre de las dos máquinas involucradas y posteriormente todos los resultados obtenidos durante la ejecución del programa.

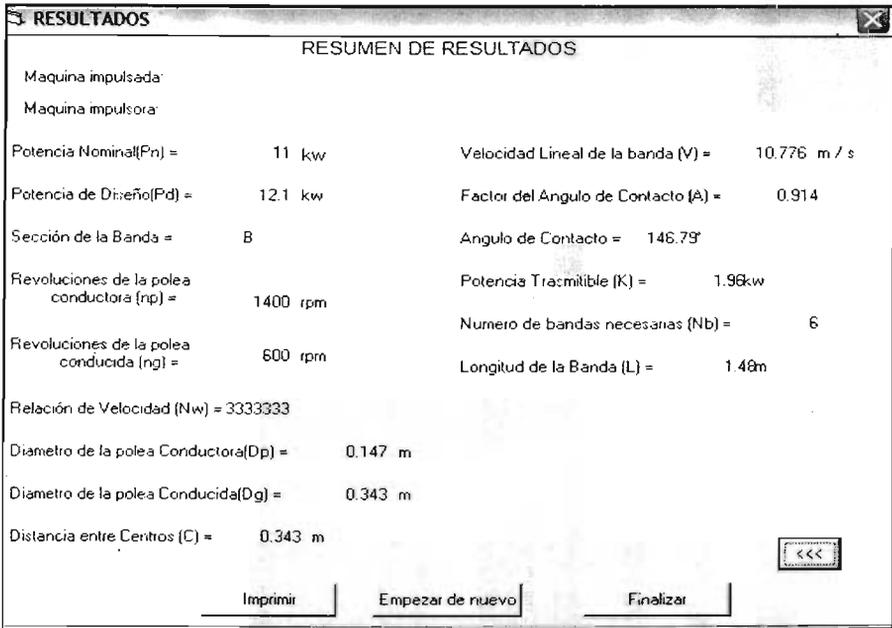


Figura 4.12 Resultados

En la parte inferior de la pantalla se encuentran 4 botones: el de la leyenda “<<<”, nos permite regresar a la pantalla anterior.

El botón de imprimir, envía la información mostrada a la impresora, para obtener estos datos en papel. Después de hacer la impresión se puede ejecutar cualquier otra orden de los botones de esta pantalla.

El botón empezar de nuevo. permite empezar un nuevo cálculo con nuevos datos.

El botón finalizar envía un mensaje de despedida y finaliza nuestra aplicación. Después de ejecutar esta orden para volver a hacer otra serie de cálculos debemos volver a dar doble clic en el icono ejecutable del programa.

CONCLUSIONES

Después del trabajo realizado se pueden establecer las conclusiones siguientes:

1. La solución de un problema por medio de un software es un procedimiento complejo en donde intervienen muchas variables que hay que tomar en cuenta.
2. Es necesario tener un conocimiento integral de los métodos de diseño que se utilizan, para reducir errores, tiempo de construcción y prueba de los programas.
3. La interfaz gráfica del programa debe ser sencilla e intuitiva para permitir a cualquier persona utilizarlo.
4. El programador debe anticiparse a los posibles errores del usuario, como introducir caracteres no admitidos en alguna operación o datos faltantes.
5. Es conveniente que el programador escriba notas y comentarios dentro del código fuente que le permita recordar la lógica, operación o cambios hechos al código.
6. La automatización de este proceso permitió un ahorro de tiempo en el diseño de bandas en V
7. Se simplificó todo el diseño de bandas al presentar todos los datos necesarios dentro de la interfaz gráfica.
8. Todas las materias que se estudian en la carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica guardan una estrecha interrelación entre sí. Esta interrelación puede ser aprovechada para poder crear herramientas que permitan facilitar nuestro trabajo y los métodos de enseñanza.
9. También, se comprueba que la computadora se ha convertido en una herramienta indispensable y útil para nuestra carrera.
10. La programación orientada a objetos crea un ambiente más amigable, flexible y cómodo para la resolución de problemas complejos.

BIBLIOGRAFIA

1. *DISEÑO DE ELEMENTOS DE MAQUINAS*
Virgil Moring Faires
Ed. Limusa, Undecima Reimpresión, México 99
2. *DISEÑO DE MAQUINAS*
Robert L. Norton
Ed. Pearson Education, 1ª Edición, México 1999
3. *DISEÑO DE ELEMENTOS DE MAQUINAS*
Robert L. Mott
Ed. Pearson Education, 2ª Edición, México 1995
4. *ELEMENTOS DE MAQUINAS*
M. F. Spotts, T.E. Shoud
Ed. Prentice may, 7a Edición, México
5. *DISEÑO EN INGENIERIA MECANICA*
Joseph Edward Shigley, Larry D. Mitchell
Ed. McGraw-Hill, 4ª Edición, México 1985
6. *DISEÑO DE COMPONENTES DE MAQUINAS*
Willian C. Orthwein
Ed. CECSA, 1ª Edición, México 1996
7. *DISEÑO DE MAQUINAS. TEORIA Y PRACTICA*
Aarón D. Deutshman, Walter J. Michels
Ed. Compañía Editorial Continental S.A. de C.V., 1ª Edición, México 1996.
8. *DISEÑO DE ELEMENTOS DE MAQUINAS*
Guillermo Aguirre Esponda
Ed. Trillas, 1ª edición, México 1990.
9. *PROGRAMACIÓN ORIENTADA A OBJETOS*
Luis Joyanes Aguilar
Ed. Osborne - McGraw-Hill, 2a Edición, México 1998.
10. *VISUAL C++ 6. APLICACIONES PARA WIN32*
Fco. Javier Ceballos Sierra
Ed. Alfaomega, 2ª Edición, México 1999.
11. *VISUAL BASIC 6 CURSO DE PROGRAMACION*
Francisco Javier Ceballos Sierra
Ed. Alfaomega, Segunda Edición, México 1996.
12. *HEAVY DUTY V-BELT DRIVE DESIGN MANUAL*
The Gates Rubber Company
Denver, Colorado, Copyright 1995.

REFERENCIAS WEB

<http://www.andr.net>.

<http://www.cbmbandas.com/ppala.htm>

<http://www.windpower.dk/s/tour>

<http://www.kapsyn.com/english/nsanbelt.htm>

http://www.pergatory/mit.edu/7.75/2_007%20Topics/topic%20%205%20Power/%20transmission%20omponents.htm

APENDICE A

TABLAS UTILIZADAS EN EL DISEÑO DE BANDAS

| MAQUINA IMPULSADA | <i>MAQUINAS IMPULSORAS</i> | |
|--|--|--|
| | Motores eléctricos: Fase dividida C.A., Jaula de Ardilla par normal y síncronos, C.C. devanado paralelo. Turbinas eléctricas y de agua. Motores de combustión interna más de 4 cilindros | <i>Motores eléctricos: C.A. Monofásicos devanados en serie. Alto deslizamiento, o alto par de arranque. C.A. Rotor devanado tipo capacitor C.C., devanado compound. Máquinas de vapor. Motores de menos de 4 cilindros. Líneas de transmisión con embragues.</i> |
| <i>Agitadores de Líquidos</i> | 1.2 | 1.1 |
| <i>Sopladores y Extractores</i> | 1.2 | 1.1 |
| <i>Bombas Centrífugas y Compresores</i> | 1.2 | 1.1 |
| <i>Ventiladores de hasta 10 HP</i> | 1.2 | 1.1 |
| <i>Transportadores Servicio Ligero</i> | 1.2 | 1.1 |
| <i>Transportadores de banda para arena, granos, etc.</i> | 1.3 | 1.2 |
| <i>Mezcladores de Pastas</i> | 1.3 | 1.2 |
| <i>Ventiladores de más de 10 HP</i> | 1.3 | 1.2 |
| <i>Generadores</i> | 1.3 | 1.2 |
| <i>Flechas de Transmisión</i> | 1.3 | 1.2 |
| <i>Maquinaria de Lavandería</i> | 1.3 | 1.2 |
| <i>Máquinas herramientas</i> | 1.3 | 1.2 |
| <i>Punzonadoras, Preusas y Cortadoras</i> | 1.3 | 1.2 |
| <i>Maquinaria de Impresión</i> | 1.3 | 1.2 |
| <i>Bombas Rotatorias de Desplazamiento Positivo</i> | 1.3 | 1.2 |
| <i>Revolvedoras y Cribadoras Vibratorias</i> | 1.3 | 1.2 |
| <i>Maquinaria para hacer Ladrillos</i> | 1.4 | 1.4 |
| <i>Elevadores de Canchales</i> | 1.4 | 1.4 |
| <i>Excitadores</i> | 1.4 | 1.4 |
| <i>Compresores de Pistón</i> | 1.4 | 1.4 |
| <i>Transportadores (de cadena y rodillo sin fin)</i> | 1.4 | 1.4 |
| <i>Molino a martillos</i> | 1.4 | 1.4 |
| <i>Maquina Batidora de Papel</i> | 1.4 | 1.4 |
| <i>Bombas de Pistón</i> | 1.4 | 1.4 |
| <i>Sopladores de desplazamiento positivo</i> | 1.4 | 1.4 |
| <i>Pulverizadores</i> | 1.4 | 1.4 |
| <i>Maquinaria de Aserradero y Carpintería</i> | 1.4 | 1.4 |
| <i>Maquinaria Textil</i> | 1.4 | 1.4 |

Tabla A-1. Factores de servicio para bandas en V.

| Sección de la banda | Gama de diámetros recomendados | | Gama de potencias para una o dos bandas. | |
|---------------------|--------------------------------|---------------|--|-----------------|
| | Plg | m | HP | Kw |
| A | 3 - 5 | 0.075 - 0.125 | ¼ - 10 | 0.2 - 7.5 |
| B | 5.4 - 8 | 0.137 - 0.20 | 1 - 25 | 0.75 - 19 |
| C | 8 - 12 | 0.20 - 0.315 | 15 - 100 | 11 - 75 |
| D | 13 - 20 | 0.33 - 0.508 | 50 - 250 | 38 - 190 |
| E | 22 - 28 | 0.56 - 0.70 | 100 y mas | 75 y mas |
| 3VX | 2.6 - 6.85 | 0.066 - 0.173 | 1.58 - 16 | 1.178 - 11.92 |
| 5V | 7 - 10.8 | 0.177 - 0.274 | 5.24 - 36.4 | 3.906 - 27.139 |
| 8V | 13 - 21 | 0.33 - 0.533 | 13.8 - 97.9 | 10.289 - 72.994 |
| 3L | 1.4 - 3.54 | 0.35 - 0.89 | 0.05 - 1.8 | 0.037 - 0.803 |
| 4L | 2.3 - 4.7 | 0.058 - 0.119 | 0.2 - 2.36 | 0.148 - 1.754 |
| 5L | 2.44 - 4.64 | 0.061 - 0.117 | 0.05 - 2.25 | 0.037 - 1.673 |

Tabla A-2. Gama de potencias para bandas en V.

| SECCION DE LA BANDA | DIAMETRO DE PASO DE LA POLEA | | VELOCIDADES DE LA BANDA | | | | | | | | | |
|---------------------|------------------------------|-------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|------|-----|-----|------|-----|
| | | | Ft/s | | | | | m/s | | | | |
| | | | 16.4 | 32.8 | 49.21 | 65.61 | 82.08 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| A | 2.6 | 0.066 | 0.536 | 0.670 | 0.536 | 0.134 | 0 | 0.4 | 0.5 | 0.4 | 0.1 | 0 |
| | 3 | 0.076 | 0.670 | 1.072 | 1.072 | 0.938 | 0.402 | 0.5 | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 0.3 |
| | 3.4 | 0.086 | 0.804 | 1.341 | 1.609 | 1.475 | 1.072 | 0.6 | 1 | 1.2 | 1.1 | 0.8 |
| | 3.8 | 0.096 | 0.871 | 1.609 | 1.877 | 2.011 | 1.743 | 0.65 | 1.2 | 1.4 | 1.5 | 1.3 |
| | 4.2 | 0.106 | 0.938 | 1.743 | 2.145 | 2.413 | 2.145 | 0.7 | 1.3 | 1.6 | 1.8 | 1.6 |
| | 4.6 | 0.116 | 1.072 | 1.877 | 2.413 | 2.682 | 2.547 | 0.8 | 1.4 | 1.8 | 2 | 1.9 |
| 5 y mayor | y > | 0.127 | 1.206 | 2.011 | 2.682 | 2.950 | 2.950 | 0.9 | 1.5 | 2 | 2.2 | 2.2 |
| B | 4.2 | 0.106 | 1.072 | 1.608 | 1.742 | 1.206 | 0.268 | 0.8 | 1.2 | 1.3 | 0.9 | 0.2 |
| | 4.6 | 0.116 | 1.206 | 2.01 | 2.278 | 2.144 | 1.206 | 0.9 | 1.5 | 1.7 | 1.6 | 0.9 |
| | 5 | 0.127 | 1.34 | 2.278 | 2.814 | 2.814 | 2.144 | 1 | 1.7 | 2.1 | 2.1 | 1.6 |
| | 5.4 | 0.137 | 1.474 | 2.546 | 3.216 | 3.35 | 2.814 | 1.1 | 1.9 | 2.4 | 2.5 | 2.1 |
| | 5.8 | 0.147 | 1.608 | 2.814 | 3.618 | 3.886 | 3.484 | 1.2 | 2.1 | 2.7 | 2.9 | 2.6 |
| | 6.2 | 0.157 | 1.742 | 3.082 | 3.886 | 4.288 | 4.02 | 1.3 | 2.3 | 2.9 | 3.2 | 3 |
| | 6.6 | 0.167 | 1.876 | 3.216 | 4.288 | 4.69 | 4.422 | 1.4 | 2.4 | 3.2 | 3.5 | 3.3 |
| 7 y mayor | y > | 0.177 | 2.01 | 3.484 | 4.556 | 4.958 | 4.958 | 1.5 | 2.6 | 3.4 | 3.7 | 3.7 |
| C | 6 | 0.152 | 1.876 | 2.68 | 2.68 | 1.876 | 0 | 1.4 | 2 | 2 | 1.4 | 0 |
| | 7 | 0.177 | 2.546 | 3.886 | 4.69 | 4.422 | 3.082 | 1.9 | 2.9 | 3.5 | 3.3 | 2.3 |
| | 8 | 0.203 | 2.948 | 4.824 | 6.03 | 6.298 | 5.494 | 2.2 | 3.6 | 4.5 | 4.7 | 4.1 |
| | 9 | 0.229 | 3.35 | 5.628 | 7.236 | 7.906 | 7.37 | 2.5 | 4.2 | 5.4 | 5.9 | 5.5 |
| | 10 | 0.254 | 3.618 | 6.298 | 8.04 | 9.112 | 8.844 | 2.7 | 4.7 | 6 | 6.8 | 6.6 |
| | 11 | 0.279 | 3.752 | 6.7 | 8.844 | 10.05 | 10.05 | 2.8 | 5 | 6.6 | 7.5 | 7.5 |
| 12 y mayor | y > | 0.305 | 4.02 | 7.102 | 9.38 | 10.184 | 11.12 | 3 | 5.3 | 7 | 7.6 | 8.3 |
| D | 10 | 0.254 | 4.154 | 6.164 | 6.566 | 5.092 | 1.34 | 3.1 | 4.6 | 4.9 | 3.8 | 1 |
| | 11 | 0.279 | 4.958 | 7.772 | 9.112 | 8.442 | 5.628 | 3.7 | 5.8 | 6.8 | 6.3 | 4.2 |
| | 12 | 0.305 | 5.762 | 9.246 | 11.256 | 11.39 | 9.112 | 4.3 | 6.9 | 8.4 | 8.5 | 6.8 |
| | 13 | 0.33 | 6.298 | 10.452 | 12.998 | 13.802 | 12.194 | 4.7 | 7.8 | 9.7 | 10.3 | 9.1 |

| | | | | | | | | | | | | |
|----------|------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|------|------|------|------|
| | 14 | 0.335 | 6.834 | 11.524 | 14.606 | 15.812 | 14.74 | 5.1 | 8.6 | 10.9 | 11.8 | 11 |
| | 15 | 0.381 | 7.236 | 12.328 | 15.946 | 17.554 | 16.08 | 5.4 | 9.2 | 11.9 | 13.1 | 12 |
| | 16 | 0.405 | 7.638 | 13.132 | 17.286 | 19.162 | 19.028 | 5.7 | 9.8 | 12.9 | 14.3 | 14.2 |
| | 17 | 0.431 | 8.04 | 13.936 | 18.09 | 20.234 | 20.636 | 6 | 10.4 | 13.5 | 15.1 | 15.4 |
| E | 16 | 0.405 | 8.71 | 14.204 | 17.554 | 18.09 | 15.276 | 6.5 | 10.6 | 13.1 | 13.5 | 11.4 |
| | 18 | 0.456 | 9.916 | 16.616 | 21.306 | 23.048 | 21.44 | 7.4 | 12.4 | 15.9 | 17.2 | 16 |
| | 20 | 0.508 | 10.854 | 18.626 | 24.254 | 26.934 | 26.398 | 8.1 | 13.9 | 18.1 | 20.1 | 19.7 |
| | 22 | 0.558 | 11.658 | 20.234 | 26.532 | 30.15 | 30.552 | 8.7 | 15.1 | 19.8 | 22.5 | 22.8 |
| | 24 | 0.609 | 12.328 | 21.574 | 28.542 | 32.83 | 34.304 | 9.2 | 16.1 | 21.3 | 24.5 | 25.6 |
| | 26 | 0.66 | 12.998 | 22.78 | 30.284 | 35.108 | 36.716 | 9.7 | 17 | 22.6 | 26.2 | 27.4 |
| | 28 y mayor | 0.711 | 13.4 | 23.718 | 31.758 | 37.118 | 39.128 | 10 | 17.7 | 23.7 | 27.7 | 29.2 |

Tabla A-3. Potencias establecidas para bandas en V con ángulo de contacto de 180° en sistema inglés (HP) y sistema internacional Kw)

| SECCION DE LA BANDA | DIAMETRO DE PASO DE LA POLEA | | VELOCIDADES DE LA BANDA | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------------------------------|------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | m/s | | | | | | ft/s | | | | | |
| | | | 1.52 | 3.04 | 4.57 | 6.09 | 7.62 | 9.14 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 3VX | 0.066 | 2.6 | 1.178 | 2.311 | 3.378 | 4.339 | 5.152 | 5.778 | 1.58 | 3.1 | 4.53 | 5.82 | 6.91 | 7.75 |
| | 0.070 | 2.75 | 1.268 | 2.490 | 3.653 | 4.697 | 5.599 | 6.323 | 1.7 | 3.34 | 4.9 | 6.3 | 7.51 | 8.48 |
| | 0.075 | 2.95 | 1.372 | 2.707 | 3.967 | 5.122 | 6.129 | 6.956 | 1.84 | 3.63 | 5.32 | 6.87 | 8.22 | 9.33 |
| | 0.079 | 3.1 | 1.439 | 2.848 | 4.175 | 5.398 | 6.479 | 7.374 | 1.93 | 3.82 | 5.6 | 7.24 | 8.69 | 9.89 |
| | 0.084 | 3.3 | 1.521 | 3.012 | 4.429 | 5.734 | 6.897 | 7.881 | 2.04 | 4.04 | 5.94 | 7.69 | 9.25 | 10.57 |
| | 0.091 | 3.6 | 1.633 | 3.228 | 4.757 | 6.188 | 7.456 | 8.500 | 2.19 | 4.33 | 6.38 | 8.3 | 10 | 11.4 |
| | 0.103 | 4.07 | 1.789 | 3.504 | 5.167 | 6.710 | 8.127 | 9.320 | 2.4 | 4.7 | 6.93 | 9 | 10.9 | 12.5 |
| | 0.126 | 4.95 | 1.961 | 3.877 | 5.726 | 7.456 | 9.066 | 10.438 | 2.63 | 5.2 | 7.68 | 10 | 12.16 | 14 |
| | 0.133 | 5.25 | 2.013 | 3.974 | 5.890 | 7.680 | 9.320 | 10.737 | 2.7 | 5.33 | 7.9 | 10.3 | 12.5 | 14.4 |
| | 0.141 | 5.55 | 2.050 | 4.064 | 5.965 | 7.829 | 9.544 | 11.035 | 2.75 | 5.45 | 8 | 10.5 | 12.8 | 14.8 |
| | 0.151 | 5.95 | 2.103 | 4.175 | 6.188 | 8.052 | 9.767 | 11.333 | 2.82 | 5.6 | 8.3 | 10.8 | 13.1 | 15.2 |
| | 0.164 | 6.45 | 2.162 | 4.280 | 6.338 | 8.276 | 10.066 | 11.706 | 2.9 | 5.74 | 8.5 | 11.1 | 13.5 | 15.7 |
| | 0.174 | 6.85 | 2.237 | 4.399 | 6.487 | 8.425 | 10.289 | 11.930 | 3 | 5.9 | 8.7 | 11.3 | 13.8 | 16 |
| 5V | 0.178 | 7 | 3.907 | 7.672 | 11.162 | 14.241 | 16.754 | 18.565 | 5.24 | 10.29 | 14.97 | 19.1 | 22.47 | 24.9 |
| | 0.188 | 7.4 | 4.049 | 8.112 | 11.825 | 15.113 | 17.850 | 19.878 | 5.43 | 10.88 | 15.86 | 20.27 | 23.94 | 26.66 |
| | 0.201 | 7.9 | 4.369 | 8.604 | 12.556 | 16.291 | 19.058 | 21.332 | 5.86 | 11.54 | 16.84 | 21.85 | 25.56 | 28.61 |
| | 0.213 | 8.4 | 4.585 | 9.029 | 13.197 | 16.940 | 20.131 | 22.622 | 6.15 | 12.11 | 17.7 | 22.72 | 27 | 30.34 |
| | 0.226 | 8.9 | 4.772 | 9.409 | 13.756 | 17.701 | 21.071 | 23.755 | 6.4 | 12.62 | 18.45 | 23.74 | 28.26 | 31.86 |
| | 0.232 | 9.15 | 4.861 | 9.588 | 14.025 | 18.051 | 21.518 | 24.284 | 6.52 | 12.86 | 18.81 | 24.21 | 28.86 | 32.57 |
| | 0.245 | 9.65 | 5.025 | 9.902 | 14.509 | 18.640 | 21.622 | 25.276 | 6.74 | 13.28 | 19.46 | 25 | 29 | 33.9 |
| | 0.259 | 10.2 | 5.219 | 10.215 | 14.987 | 19.311 | 23.114 | 26.171 | 7 | 13.7 | 20.1 | 25.9 | 31 | 35.1 |
| | 0.274 | 10.8 | 5.331 | 10.528 | 15.434 | 19.908 | 23.859 | 27.140 | 7.15 | 14.12 | 20.7 | 26.7 | 32 | 36.4 |
| 8V | 0.330 | 13 | 10.289 | 20.243 | 29.451 | 37.504 | 43.990 | 48.732 | 13.8 | 27.15 | 39.5 | 50.3 | 59 | 65.36 |
| | 0.351 | 13.8 | 10.916 | 21.488 | 31.315 | 39.964 | 47.122 | 52.416 | 14.64 | 28.82 | 42 | 53.6 | 63.2 | 70.3 |
| | 0.376 | 14.8 | 11.631 | 22.815 | 33.254 | 42.648 | 50.477 | 56.516 | 15.6 | 30.6 | 44.6 | 57.2 | 67.7 | 75.8 |
| | 0.401 | 15.8 | 12.198 | 24.031 | 35.043 | 45.034 | 53.460 | 60.021 | 16.36 | 32.23 | 47 | 60.4 | 71.7 | 80.5 |
| | 0.427 | 16.8 | 12.750 | 25.052 | 36.609 | 47.122 | 56.069 | 63.152 | 17.1 | 33.6 | 49.1 | 63.2 | 75.2 | 84.7 |
| | 0.452 | 17.8 | 13.197 | 25.947 | 38.026 | 48.986 | 58.380 | 65.911 | 17.7 | 34.8 | 51 | 65.7 | 78.3 | 88.4 |
| | 0.478 | 18.8 | 13.600 | 26.842 | 39.293 | 50.626 | 60.468 | 68.446 | 18.24 | 36 | 52.7 | 67.9 | 81.1 | 91.8 |
| | 0.503 | 19.8 | 13.943 | 27.587 | 40.412 | 52.117 | 62.258 | 70.608 | 18.7 | 37 | 54.2 | 69.9 | 83.5 | 94.7 |
| | 0.533 | 21 | 14.390 | 28.333 | 41.604 | 53.683 | 64.271 | 72.994 | 19.3 | 38 | 55.8 | 72 | 86.2 | 97.9 |

Tabla A-4. Potencias establecidas para bandas en V con ángulo de contacto de 180° en sistema inglés(HP) y sistema internacional (Kw).

| SECCION DE LA BANDA | DIAMETRO DE PASO | | VELOCIDAD DE LA BANDA | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------------------|------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | m/s | | | | | | | | ft/s | | | | | | | |
| | m | ft | 0.609 | 1.219 | 1.828 | 2.438 | 3.048 | 3.657 | 4.267 | 4.876 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 |
| 3L | 0.036 | 1.4 | 0.037 | 0.045 | 0.045 | | | | | | 0.05 | 0.06 | 0.06 | | | | | |
| | 0.039 | 1.54 | 0.067 | 0.097 | 0.119 | 0.119 | 0.119 | 0.112 | 0.097 | 0.097 | 0.09 | 0.13 | 0.16 | 0.16 | 0.15 | 0.13 | 0.13 | |
| | 0.044 | 1.74 | 0.082 | 0.134 | 0.171 | 0.193 | 0.208 | 0.208 | 0.208 | 0.164 | 0.11 | 0.18 | 0.23 | 0.26 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.22 |
| | 0.049 | 1.94 | 0.097 | 0.171 | 0.216 | 0.260 | 0.290 | 0.305 | 0.305 | 0.290 | 0.13 | 0.23 | 0.29 | 0.35 | 0.39 | 0.41 | 0.41 | 0.39 |
| | 0.054 | 2.14 | 0.112 | 0.193 | 0.253 | 0.305 | 0.349 | 0.379 | 0.379 | 0.379 | 0.15 | 0.26 | 0.34 | 0.41 | 0.47 | 0.51 | 0.51 | 0.52 |
| | 0.059 | 2.34 | 0.119 | 0.216 | 0.283 | 0.349 | 0.402 | 0.439 | 0.439 | 0.468 | 0.16 | 0.29 | 0.38 | 0.47 | 0.54 | 0.59 | 0.59 | 0.63 |
| | 0.065 | 2.54 | 0.126 | 0.231 | 0.312 | 0.387 | 0.446 | 0.491 | 0.491 | 0.543 | 0.17 | 0.31 | 0.42 | 0.52 | 0.6 | 0.66 | 0.66 | 0.73 |
| | 0.070 | 2.74 | 0.134 | 0.245 | 0.335 | 0.416 | 0.483 | 0.535 | 0.535 | 0.602 | 0.18 | 0.33 | 0.45 | 0.56 | 0.65 | 0.72 | 0.72 | 0.81 |
| | 0.075 | 2.94 | 0.141 | 0.260 | 0.357 | 0.439 | 0.513 | 0.573 | 0.573 | 0.654 | 0.19 | 0.35 | 0.48 | 0.59 | 0.69 | 0.77 | 0.77 | 0.88 |
| | 0.080 | 3.14 | 0.149 | 0.268 | 0.372 | 0.461 | 0.543 | 0.610 | 0.610 | 0.699 | 0.2 | 0.36 | 0.5 | 0.62 | 0.73 | 0.82 | 0.82 | 0.94 |
| | 0.085 | 3.34 | 0.156 | 0.283 | 0.387 | 0.483 | 0.565 | 0.639 | 0.639 | 0.736 | 0.21 | 0.38 | 0.52 | 0.65 | 0.76 | 0.86 | 0.86 | 0.99 |
| | 0.090 | 3.54 | 0.156 | 0.290 | 0.402 | 0.498 | 0.587 | 0.669 | 0.669 | 0.773 | 0.21 | 0.39 | 0.54 | 0.67 | 0.79 | 0.9 | 0.9 | 1.04 |
| 4L | 0.058 | 2.3 | 0.149 | 0.223 | 0.283 | 0.335 | 0.342 | 0.312 | 0.275 | 0.208 | 0.2 | 0.3 | 0.38 | 0.45 | 0.46 | 0.42 | 0.37 | 0.28 |
| | 0.064 | 2.5 | 0.178 | 0.290 | 0.379 | 0.446 | 0.468 | 0.483 | 0.468 | 0.431 | 0.24 | 0.39 | 0.51 | 0.6 | 0.63 | 0.65 | 0.63 | 0.58 |
| | 0.069 | 2.7 | 0.201 | 0.335 | 0.454 | 0.543 | 0.587 | 0.625 | 0.639 | 0.625 | 0.27 | 0.45 | 0.61 | 0.73 | 0.79 | 0.84 | 0.86 | 0.84 |
| | 0.074 | 2.9 | 0.223 | 0.379 | 0.513 | 0.625 | 0.692 | 0.751 | 0.781 | 0.788 | 0.3 | 0.51 | 0.69 | 0.84 | 0.93 | 1.01 | 1.05 | 1.06 |
| | 0.079 | 3.1 | 0.238 | 0.416 | 0.565 | 0.699 | 0.781 | 0.863 | 0.907 | 0.930 | 0.32 | 0.56 | 0.76 | 0.94 | 1.05 | 1.16 | 1.22 | 1.25 |
| | 0.084 | 3.3 | 0.260 | 0.454 | 0.617 | 0.758 | 0.863 | 0.952 | 1.019 | 1.056 | 0.35 | 0.61 | 0.83 | 1.02 | 1.16 | 1.28 | 1.37 | 1.42 |
| | 0.089 | 3.5 | 0.275 | 0.476 | 0.662 | 0.818 | 0.930 | 1.041 | 1.115 | 1.175 | 0.37 | 0.64 | 0.89 | 1.1 | 1.25 | 1.4 | 1.5 | 1.58 |
| | 0.094 | 3.7 | 0.283 | 0.506 | 0.699 | 0.863 | 0.996 | 1.115 | 1.205 | 1.272 | 0.38 | 0.68 | 0.94 | 1.16 | 1.34 | 1.5 | 1.62 | 1.71 |
| | 0.099 | 3.9 | 0.297 | 0.528 | 0.729 | 0.907 | 1.048 | 1.182 | 1.286 | 1.361 | 0.4 | 0.71 | 0.98 | 1.22 | 1.41 | 1.59 | 1.73 | 1.83 |
| | 0.104 | 4.1 | 0.305 | 0.543 | 0.758 | 0.952 | 1.101 | 1.242 | 1.361 | 1.443 | 0.41 | 0.73 | 1.02 | 1.28 | 1.48 | 1.67 | 1.83 | 1.94 |
| | 0.114 | 4.5 | 0.320 | 0.580 | 0.811 | 1.019 | 1.190 | 1.346 | 1.480 | 1.584 | 0.43 | 0.78 | 1.09 | 1.37 | 1.6 | 1.81 | 1.99 | 2.13 |
| | 0.119 | 4.7 | 0.327 | 0.595 | 0.833 | 1.048 | 1.227 | 1.391 | 1.532 | 1.643 | 0.44 | 0.8 | 1.12 | 1.41 | 1.65 | 1.87 | 2.06 | 2.21 |
| 5L | 0.062 | 2.44 | 0.037 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.067 | 2.64 | 0.097 | 0.082 | 0.030 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.13 | 0.11 | 0.04 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.072 | 2.84 | 0.149 | 0.186 | 0.186 | 0.149 | 0.067 | 0 | 0 | 0.2 | 0.25 | 0.25 | 0.2 | 0.09 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.077 | 3.04 | 0.193 | 0.275 | 0.320 | 0.327 | 0.290 | 0.223 | 0.112 | 0 | 0.26 | 0.37 | 0.43 | 0.44 | 0.39 | 0.3 | 0.15 | 0 |
| | 0.082 | 3.24 | 0.231 | 0.357 | 0.439 | 0.483 | 0.491 | 0.454 | 0.387 | 0.268 | 0.31 | 0.48 | 0.59 | 0.65 | 0.66 | 0.61 | 0.52 | 0.36 |
| | 0.087 | 3.44 | 0.268 | 0.424 | 0.543 | 0.617 | 0.639 | 0.662 | 0.625 | 0.543 | 0.36 | 0.57 | 0.73 | 0.83 | 0.86 | 0.89 | 0.84 | 0.73 |
| | 0.092 | 3.64 | 0.297 | 0.483 | 0.632 | 0.744 | 0.818 | 0.848 | 0.840 | 0.788 | 0.4 | 0.65 | 0.85 | 1 | 1.1 | 1.14 | 1.13 | 1.06 |
| | 0.098 | 3.84 | 0.327 | 0.543 | 0.714 | 0.855 | 0.952 | 1.019 | 1.034 | 1.011 | 0.44 | 0.73 | 0.96 | 1.15 | 1.28 | 1.37 | 1.39 | 1.36 |
| | 0.103 | 4.04 | 0.349 | 0.595 | 0.788 | 0.952 | 1.078 | 1.167 | 1.212 | 1.212 | 0.47 | 0.8 | 1.06 | 1.28 | 1.45 | 1.57 | 1.63 | 1.63 |
| | 0.113 | 4.44 | 0.394 | 0.677 | 0.922 | 1.123 | 1.294 | 1.420 | 1.510 | 1.554 | 0.53 | 0.91 | 1.24 | 1.51 | 1.74 | 1.91 | 2.03 | 2.09 |
| | 0.118 | 4.64 | 0.409 | 0.714 | 0.974 | 1.197 | 1.391 | 1.539 | 1.643 | 1.703 | 0.55 | 0.96 | 1.31 | 1.61 | 1.87 | 2.07 | 2.21 | 2.29 |

Tabla A-5. Potencias establecidas para bandas en V con ángulo de contacto de 180° en sistema inglés (HP) y sistema internacional (Kw).

| $\frac{D-d}{C}$ | Angulo de Contacto | Factor de Corrección | $\frac{D-d}{C}$ | Angulo de Contacto | Factor de Corrección |
|-----------------|--------------------|----------------------|-----------------|--------------------|----------------------|
| 0.00 | 180° | 1.00 | 0.76 | 135° | 0.87 |
| 0.09 | 175° | 0.99 | 0.84 | 130° | 0.86 |
| 0.17 | 170° | 0.98 | 0.92 | 125° | 0.84 |
| 0.26 | 165° | 0.96 | 1.00 | 120° | 0.82 |
| 0.35 | 160° | 0.95 | 1.07 | 115° | 0.80 |
| 0.43 | 155° | 0.94 | 1.14 | 110° | 0.78 |
| 0.52 | 150° | 0.92 | 1.22 | 105° | 0.76 |
| 0.60 | 145° | 0.91 | 1.28 | 100° | 0.74 |
| 0.68 | 140° | 0.89 | | | |

Tabla A-6. Factores de corrección por ángulo de contacto (Factor A).