



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

**"DISEÑO DE UNA MAQUINA EMBOBINADORA
AEREA DE CABLE DE FIBRA OPTICA"**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A N :
ROSENDO MARTINEZ ORTIZ
(AREA MECANICA)

RODOLFO MATUS QUIROZ
(AREA ELECTRICA)

JAVIER ARANA DIAZ DE LEON
(AREA INDUSTRIAL)

DIRECTOR DE TESIS: M.I. LEOPOLDO GONZALEZ GONZALEZ



MEXICO, D. F.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1994



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

A MI MADRE

Por haberme dado la vida.
Por haberme procurado las mejores atenciones
durante ésta parte de mi vida.
Por haberme dedicado tu tiempo
en los momentos que más te necesite.
Tu eres y serás una de las partes más
importantes de mi vida.

A MIRIAM

El gran amor que nos une se fortalece
con cada triunfo y éste triunfo es de
ambos
Por ese gran amor que siempre me has
demostrado.
Dedico especialmente para ti esta
tesis.

A TI PADRE

Porque siempre me has acompañado
Y sé que también estás pendiente
de éste trabajo.

A MIS HERMANOS Y HERMANAS

Por el gran apoyo y respaldo
que siempre me han brindado.

MI OTRA FAMILIA

A MIS SOBRINOS

Ya que son parte de lo que me motiva cada día.

A MIS CURADOS

Por haber sido parte importante de mi vida.

A VICTOR Y AURORA

Porque con su cariño me enseñaron el camino a seguir.

VICKO

Hermano comparte este trabajo como tuyo.

CON ESPECIAL CARINO A LAS FAMILIAS

Aceves-Martínez
Castillo-Martínez
García Magro
Magro-Ordoñez
Magro-Trujillo
Martínez-Martínez
Martínez-Ortiz
Montes-Mejía
Murillo-Martínez
Vasquez-Martínez

A MIS AMIGOS

Por haber ayudado a moldear mi carácter.

COMO EN LA GRAN COFRADIA

Por haberme brindado
tú amistad y apoyo
incondicional

No podían faltar ustedes
Un caballero falso jamás...

ING. ROSENDO MARTINEZ ORTIZ

A MI ESPOSA E HIJOS

con todo mi amor

A MI MADRE

toda tenura y cariño

**A LA MEMORIA DE MI PADRE
Y DE MIS ABUELOS**

A MIS HERMANOS Y CUADROS
con fraternal cariño

A MIS SOBRINOS

**A MIS COMPAÑEROS
Y AMIGOS**

AL ING. LEOPOLDO GONZALEZ GONZALEZ

POR SU APOYO EN LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO

ING. RODOLFO MATUS GUIROZ

A MI ESPOSA

Porque con tu actitud
me mostrastes el camino a seguir
y a no desistir en mis ideas.

A MI HIJO

Que desde el vientre
de su mama me ha impulsado
a superarme cada día.

A MIS HERMANAS

MARCELA
LAURA
CECILIA
ISABEL

Por su apoyo y comprensión,
por ser compañeras de mi infancia
y por aquellos recuerdos que solo
son nuestros

A MI MADRE

Muy en especial
por la inquebrantable fe
y el eterno apoyo que me
profesó en todo momento
para lograr en armonioso equilibrio
la culminación de mis estudios.

ING. JAVIER ARANA DIAZ DE LEON

CONTENIDO

	Pag.
I. INTRODUCCION.	(1)
II. DEFINICION DEL PROBLEMA.	(5)
III. FIBRA OPTICA.	
III.1. Ventajas de las comunicaciones.	(7)
por medio de fibras ópticas.	
III.1.1. Alta capacidad de transmisión de información.	
III.1.2. Dimensiones.	
III.1.3. Peso y tiempo de instalación.	
III.1.4. Atenuación.	
III.1.5. Costo.	
III.1.6. Otras ventajas de las fibras ópticas.	
III.2 Cables ópticos.	(11)
III.2.1. Generalidades.	
III.2.2. Propiedades mecánicas de la fibra óptica.	
III.2.3. Consideraciones de diseño.	
III.2.4. Elementos de un cable óptico.	
III.2.5. Pruebas a los cables.	
III.3 Instalación de un cable óptico.	(18)
III.3.1. Instalaciones en ductos.	
III.3.2. Instalaciones en los subductos.	
III.3.3. Instalación manual.	
III.3.4. Instalación directamente enterrada.	
III.3.5. Instalación aérea.	
III.3.6. Instalación submarina.	
III.3.7. Instalación en interiores.	

IV. SISTEMAS DE LA MAQUINA.

IV.1	Sistema de Soporte y Desplazamiento lineal. ..	(27)
IV.1.1.	Introducción.	
IV.1.2.	Principio de operación.	
IV.1.3.	Alternativas para el sistema.	
IV.1.4.	Selección de la mejor alternativa.	
IV.1.5.	Descripción del sistema.	
IV.2	Sistema de Balanceo.	(34)
IV.2.1.	Introducción.	
IV.2.1.1.	Balanceo en Regimen Estático.	
IV.2.1.2.	Balanceo en Regimen Dinámico.	
IV.2.2.	Principio de operación.	
IV.2.3.	Alternativas para el sistema.	
IV.2.4.	Selección de la mejor alternativa.	
IV.2.5.	Descripción del sistema.	
IV.2.6.	Memoria de cálculo.	
IV.2.6.1.	Zona de Resguardo.	
IV.2.6.2.	Características de los cables de acero.	
IV.2.6.3.	Características de los contrapesos.	
IV.2.6.3.1.	Contrapesos Fijos.	
IV.2.6.3.2.	Contrapesos Móvil.	
IV.2.6.4.	Características y Analisis del Balanceo.	
IV.2.6.5.	Modelo Matematico.	
IV.2.6.6.	Dosificación del Cable de fibra óptica.	
IV.2.6.7.	Determinación de la velocidad del contrapeso móvil.	
IV.3	Sistema de Yransmisión.	(60)
IV.3.1.	Introducción.	
IV.3.2.	Principio de operación.	
IV.3.3.	Alternativas para el sistema.	
IV.3.4.	Selección de la mejor alternativa.	
IV.3.5.	Descripción del sistema.	
IV.3.6.	Memoria de cálculo.	
IV.3.6.1.	Determinación número de dientes de los engranes "A" y "B".	

IV.4	Sistema de Embobinado.	(80)
IV.4.1.	Introducción.	
IV.4.2.	Principio de operación.	
IV.5	Sistema de Motriz.	(83)
IV.5.1.	Introducción.	
IV.5.2.	Principio de operación.	
IV.5.3.	Alternativas para el sistema.	
IV.5.4.	Selección de la mejor alternativa.	
IV.5.5.	Descripción del sistema.	
IV.5.6.	Memoria de cálculo.	
IV.5.7.	Mecanismo de embrague.	
IV.5.7.1.	Justificación.	
IV.5.7.2.	Descripción del mecanismo de embrague.	
V.	ESTUDIO ECONOMICO.	(93)
	CONCLUSIONES.	(110)
	PLANOS DE FABRICACION Y ENSAMBLE.	
	APENDICE DE PARTES COMERCIALES.	
	BIBLIOGRAFIA.	

CAPITULO I

INTRODUCCION

La comunicación por medio de fibras ópticas ha revolucionado hoy en día el concepto tradicional de las telecomunicaciones, porque a través de ellas es posible enviar señales luminosas en lugar de señales eléctricas, con una alta capacidad de transmisión de ancho de banda infrarrojo y muy bajas atenuaciones.

El desarrollo de esta nueva tecnología ha logrado tal impacto, que en la actualidad se construyen redes de telecomunicaciones y de video, utilizando cables de fibras ópticas; se desarrollan también entre otros, diversos tipos de sensores con fibras ópticas que tienen múltiples aplicaciones en la industria, la medicina y el diseño experimental. Conforme avanza la tecnología en telecomunicaciones los productos fabricados han venido evolucionando. Se inició con la fabricación de pares sencillos, tercias y cuartetos; después vinieron los cables multipares como son los TAP (Aislamiento de Papel) y los SCREB (Aislamiento de Polietileno) de hasta 2400 pares; posteriormente se hicieron los cables multipares PCM (Modulación por Impulsos modificados), hasta llegar finalmente a los coaxiales.

Todos estos productos, aunque se siguen utilizando en las redes telefónicas, no son susceptibles de cambios significativos, además de que no representan técnicamente lo más avanzado, ya que muchos de estos cables se desarrollaron desde principios de siglo. Sin embargo, todos ellos guardan una característica en común, que es el ser conductores de señales eléctricas.

En medios de transmisión típicos, como son los cables coaxiales, el par telefónico, las microondas, el radio, etc., llegan a utilizar frecuencias de hasta 100 [G Hz]. Ahora bien, mientras mayor sea el rango de la frecuencia lograda, hablando en términos de comunicación, habrá mayor capacidad de canales, lo cual nos interesa. Las radiaciones infrarrojas y visibles que oscilan en frecuencias de 100 [G Hz] y 10 [T Hz], son las óptimas para lograr tal propósito, debido a que podemos utilizar la misma luz.

La utilización de la luz como transportadora de señales en sistemas de comunicación no es del todo nueva, pues dicha propiedad fue estudiada hace más de 100 años por Alejandro Graham Bell, inventor del teléfono. Bell utilizó un espejo, un detector de Selenio y luz solar para demostrar que la voz humana podía ser transmitida a través de la luz misma. Su sistema, conocido como fotó-fono, consistía en hacer llegar la voz humana hasta el detector que estaba en un espejo; cuando las ondas del sonido llegan al espejo, producen una vibración que es inmediatamente capturada por el detector de luz como una variación de energía luminosa.

En su sistema opto-electrónico, Bell se enfrentó con dos problemas: el primero de ellos debido a la luz que estaba utilizando, ya que la luz blanca, por su alta variación de frecuencia, no era la adecuada para lograr nitidez en la modulación del sonido, y por otra parte, el aire no parecía ser el medio más adecuado para lograr la transmisión.

Dado que las partículas que lo constituyen absorben la luz, originando pérdidas de información.

El principio de operación de los sistemas de telecomunicación, hoy en día, es en esencia el mismo, a partir de la primera demostración del

laser de Rubí en 1960 y la evolución igualmente paralela de la tecnología de las fibras ópticas en la década de los 60' y en base al principio de Bell se inicia la transmisión de voz utilizando luz para los modernos sistemas de comunicación.

Ante la creciente demanda y la necesidad de hacer más eficiente la comunicación, las compañías telefónicas fueron las pioneras en experimentar utilizando cables de fibras ópticas para la transmisión de señales. Los resultados obtenidos en un principio no fueron alentadores; pese a ello la esperanza de lograr una telecomunicación casi perfecta no fue abandonada.

Las fibras existentes hasta 1966 tenían pérdidas superiores a los 1000 dB/km, y para entonces los laboratorios Standar Telecommunications, de Inglaterra, especulaban que si se lograban pérdidas menores a los 20 dB/km, entonces dichas fibras podrían ser utilizadas en telecomunicaciones. Esto lo hicieron en 1970 tres físicos de la Corning Glass Works, removiendo impurezas en los materiales de las fibras. Actualmente, el avance tecnológico há llegado al punto de producir fibras con pérdidas del orden de 0.15 dB/Km, a una longitud de onda de 1550 [nm].

Las ventajas de las comunicaciones por medio de fibras ópticas en comparación con los cables de cobre, ofrecen múltiples beneficios en los sistemas de comunicación. Teniendo como único inconveniente es que la infraestructura requerida para la creación de una red de comunicación fabricada con cables de fibra óptica es muy compleja y costosa, dado que se debe de respetar las restricciones para el manejo de cables de fibra óptica, que posteriormente analizaremos.

En base a lo anterior y teniendo en cuenta que la comunicación de un país es fundamental para poder lograr un desarrollo y una competitividad mundial, se presenta la siguiente tesis que muestra el diseño de un prototipo de una máquina para embobinado aéreo de cable de fibra óptica, para ser utilizado en la transmisión de voz y datos en áreas rurales, urbanas y suburbanas de nuestro país. Usando al 100% la infraestructura existente de la red de energía eléctrica de alta tensión de nuestro país, reduciendo así al máximo tanto los costos de instalación de nuestra red óptica así como el tiempo requerido para su creación e instalación, manteniéndose a la vanguardia con el resto del mundo y siendo de vital importancia en el ambiente económico actual de nuestro país (Tratado de libre comercio).

CAPITULO II

DEFINICION DEL PROBLEMA

La necesidad de comunicación entre las zonas urbanas y zonas rurales, nos obligan a desarrollar técnicas y sistemas para poder optimizar los recursos, destinados por el presupuesto nacional para la creación de la red de comunicación, la importancia de crear dicha red de comunicación responde a la necesidad de establecer una comunicación directa entre la población urbana y la rural, logrando con esto fortalecer el crecimiento y desarrollo de nuestro país.

Esto nos conduce a actuar de manera efectiva y rápida a las variaciones de la demanda de crecimiento y a mejorar en calidad, costo y eficiencia en el desarrollo de sistemas, colocándonos a la vanguardia con respecto al desarrollo mundial. Desde esta perspectiva, el entorno para los sistemas de comunicación parece complicarse cada día más. Una manera de responder adecuadamente a las presiones y a los retos que se presentan, es la creación de una infraestructura sólida, eficaz, económica y de rápida aplicación, en la cual podamos basar la red de comunicación.

El desarrollo de la telefonía Rural se intensificó hace 10 años, época en la cual, debido a su costo y complejidad, las redes existentes, pocas en esa época, solamente eran accesibles a grandes zonas urbanas, tales como Distrito Federal, Monterrey, Guadalajara, entre algunas otras, pasando a segundo término las entidades suburbanas y rurales privándolas de los servicios de comunicación.

En los momentos actuales y entorno al desarrollo mundial nos es imprescindible, el lograr establecer los canales de comunicación con las zonas suburbanas y rurales de una manera rápida

y económica, para poder mantenernos competitivos a nivel mundial y fortalecer el crecimiento de nuestro país, logrando con esto mejorar la calidad y el nivel de vida de todas las personas.

La creación de la infraestructura se ha visto frenada por los altos costos que involucra la construcción de las canalizaciones requeridas para alojar la red de fibra óptica, la canalización utilizada hasta el momento, es la canalización Francesa.

CAPITULO III

FIBRA OPTICA

III.1. VENTAJAS DE LAS COMUNICACIONES POR MEDIO DE FIBRAS OPTICAS

En comparación con los cables de cobre, los de fibras ópticas ofrecen múltiples ventajas en los sistemas de comunicación.

- Alta capacidad de transmisión de información
- Dimensiones.
- Peso y tiempo de instalación.
- Atenuación.
- Costo.

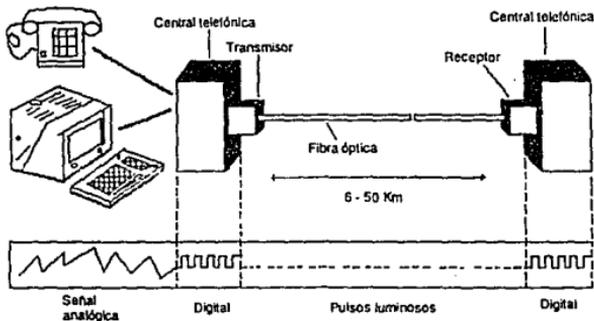


Figura 3.1 Tipos de Señal de Transmisión en la Fibra.

III.1.1. ALTA CAPACIDAD DE TRANSMISION DE INFORMACION

Las fibras ópticas pueden transmitir grandes volúmenes de información a altas velocidades y permitir una conversación simultánea de un gran número de usuarios.

III.1.2. DIMENSIONES

Un cable de 2,400 pares (TAP), con diámetro externo de 80 [mm], puede ser substituido por un cable de una fibra óptica con diámetro externo de 3.5 [mm].

III.1.3. PESO Y TIEMPO DE INSTALACION

Un cable múltipar de 3.5 Km. de largo pesa aproximadamente 20,650 Kg. y requiere de 800 horas-hombre para instalarlo; un cable coaxial para la misma capacidad y longitud pesa aproximadamente 18,620 Kg. y requiere de 400 horas-hombre; en cambio, un cable de fibras ópticas pesa 350 Kg. y necesita de tan solo 88 horas-hombre.

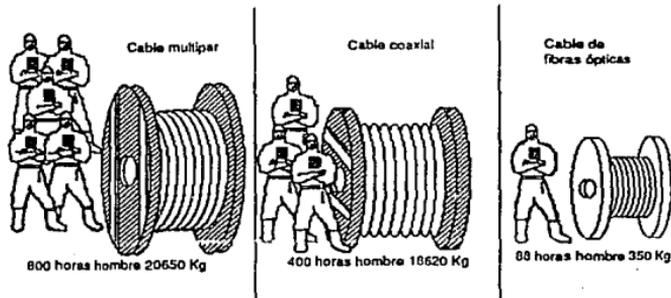


Figura 3.2 Comparación de requerimiento de mano de obra para instalación de diferentes tipos de cables.

III.1.4. ATENUACION

Conforme se desarrolla la técnica de fabricación de fibras ópticas, se obtienen atenuaciones cada vez más bajas, actualmente el orden de 0.4 dB/Km. para fibras Monomodo, con fibras ópticas de sílica, y se espera que con la fibra óptica a base de fluoruros se logren atenuaciones aun menores; se observa la gran diferencia con los cables coaxiales en los que la atenuación es del orden de 33 dB/Km.

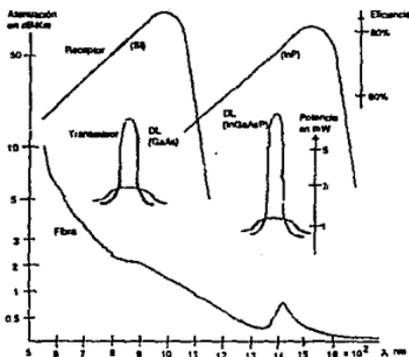


Figura 3.3 Atenuación en db/Km.

III.1.5. COSTO

Mientras el costo de los cables de cobre se incrementa año con año, el costo de los cables de fibras ópticas disminuye, debido al perfeccionamiento de la técnica para producirlas.

En el siguiente diagrama se observan las tendencias del costo de los cables; notese que los precios de los cables de cobre (par, microcoaxial y coaxial) van en aumento en tanto que el precio del cable de fibra óptica ha disminuido.

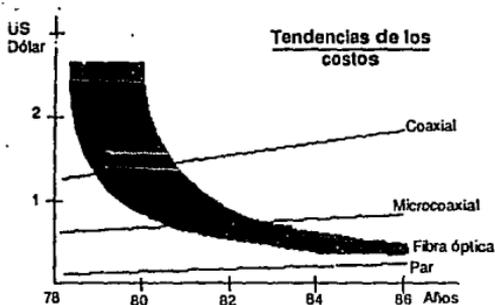


Figura 3.4 Tendencia de los costos.

Si consideramos el costo total del sistema de comunicación, resultará siempre más económico usar fibras ópticas que cualquier otro tipo de cable. Cuando se necesita transmitir mucha información (Número de canales) entre dos puntos y se requiere hacer enlaces de larga distancia.

III.1.6. OTRAS VENTAJAS DE LAS FIBRAS OPTICAS

Las fibras ópticas son flexibles, de bajo peso y permiten la propagación a muy altas tensiones, sin la necesidad de transformadores que aislen la corriente; también son inmunes al ruido, no radian, son altamente resistentes a intrusión e insensibles a interferencias de campos electromagnéticos causados por medios externos. Por estas y muchas otras razones de peso, que se expondrán

a lo largo de la tesis, se espera un uso universal de las fibras ópticas en los sistemas de comunicación, Telecomunicaciones, redes locales, instrumentación y control.

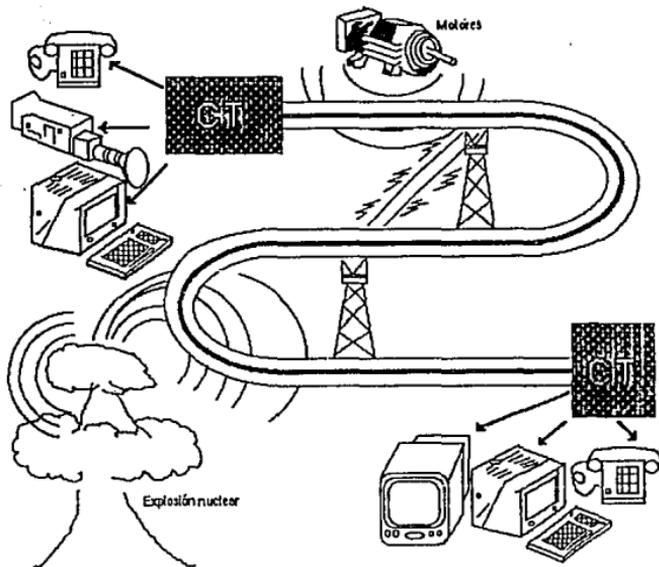


Figura 3.5 Inmunidad a Medios Externos en la Transmisión.

III.2 CABLES OPTICOS

Para poder utilizar la fibra en forma práctica, ésta debe de estar protegida contra esfuerzos mecánicos, humedad y otros

Factores que afectan el desempeño de la fibra. Por ello es necesario proporcionar una estructura protectora a la fibra formándose así el cable óptico.

La estructura variará dependiendo si el cable será instalado, ya sea en ductos subterráneos, enterrado directamente, suspendido en postes, sumergido en agua, etc.

III.2.1. GENERALIDADES

El mecanismo de propagación y las propiedades físicas de las fibras ópticas son diferentes a la de los conductores metálicos convencionales, sin embargo, el propósito básico de la construcción del cable de la fibra óptica es el mismo que el de los cables de telecomunicaciones metálicos convencionales.

Las propiedades que se manejan son: flexibilidad, identificación de fibras, peso, torsión, vibración, límite de tensión, facilidad de pelado, facilidad de cortado, facilidad de alineación del cable y la fibra, resistencia química, resistencia al fuego, resistencia a la penetración de agua, atenuación estable, etc.

Los parámetros más importantes que deben ser tomados en cuenta para escoger la estructura y los elementos que formarán un cable especial son:

- a) Esfuerzos máximos permitidos en la fibra durante su fabricación, instalación y servicio.
- b) Fuerza lateral dinámica y estática máxima ejercida sobre la fibra.
- c) Flexibilidad

d) Rango de temperatura y medio ambiente donde el cable va a operar.

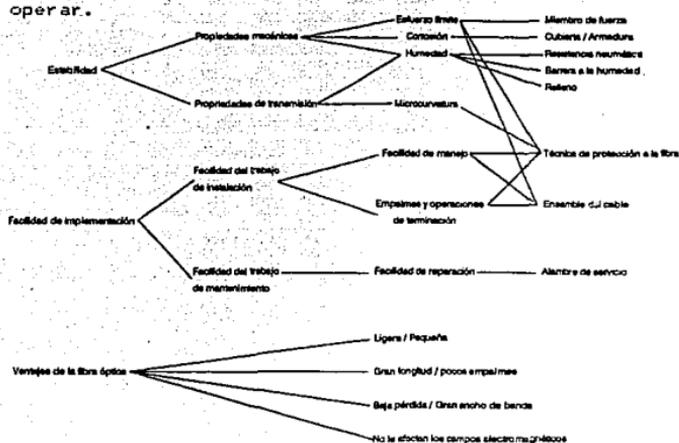


Figura 3.6 Factores que Influyen en el Diseño de un Cable.

Las condiciones ambientales a ser consideradas dependen del lugar donde el cable de la fibra óptica se vaya a instalar, este puede estar:

- En el aire.
- Enterrado
- Conducido por ducto
- Bajo el agua
- Utilizando un alambre externo como guía

Los factores que afectan en cada condición ambiental se muestran en la siguiente tabla.

Condiciones Ambientales	Aéreo	Enterrado	Ducto Conduit	Túnel	Submarino
Temperatura	<ul style="list-style-type: none"> - Daño del cable debido a Contracción y expansión - Agrieta mínimo de cubierta - Incremento en las pérdidas ópticas debido a las altas y bajas temperaturas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Superficie levantada por el congelamiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Daño al cable subterráneo debido a la compresión. 	<ul style="list-style-type: none"> - Daño debido al fuego 	
Viento	<ul style="list-style-type: none"> - Daño por la presión del viento. - Daño por traives del cable. - Daño por las vibraciones. 				
Daño por sal	<ul style="list-style-type: none"> - Corrosión de metales 	<ul style="list-style-type: none"> - Corrosión debido a agua salada. 			<ul style="list-style-type: none"> - Corrosión debido al agua salada.
Lluvia	<ul style="list-style-type: none"> - Corrosión de metales y putrefacción de maderas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Corrosión de metales 	<ul style="list-style-type: none"> - Corrosión de metales 		
Humedad	<ul style="list-style-type: none"> - Corrosión de metales - Incremento en las pérdidas ópticas debido a la penetración de agua. - Disminución de la fortaleza de la fibra. 	<ul style="list-style-type: none"> - Igual al aéreo 	<ul style="list-style-type: none"> - Igual al aéreo 	<ul style="list-style-type: none"> - Igual al aéreo 	<ul style="list-style-type: none"> - Igual al aéreo

Tabla 3.1 Factores Relacionados con las Condiciones Ambientales.

III.2.2. PROPIEDADES MECANICAS DE LA FIBRA.

Los factores a ser considerados en la construcción de cables de fibra óptica son los tipos de fuerzas a los que el cable será expuesto durante la manufactura, instalación y operación, como se muestra en el siguiente diagrama:

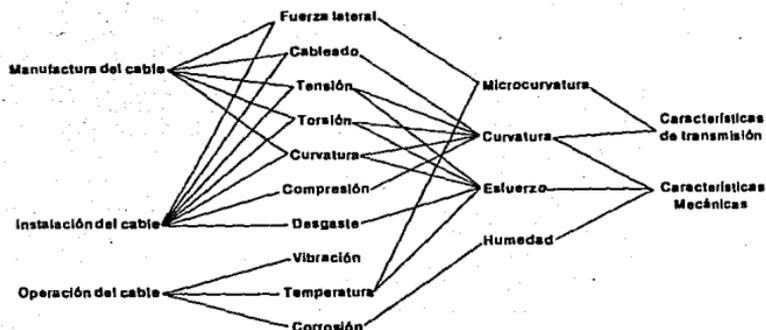


Figura 3.7 Factores considerados en la Construcción de un cable Fibra Óptica.

Los fenómenos resultantes, tales como microcurvaturas, torceduras y tensión, pueden perjudicar las propiedades mecánicas o de transmisión.

Factores básicos de las propiedades mecánicas de la fibra

- Curvado.
- Esfuerzos.
- Humedad.

III.2.3. CONSIDERACIONES DE DISEÑO.

Mecánicamente el vidrio es considerado un material frágil, sin embargo al presentarse como fibra su resistencia longitudinal a la ruptura es muy alta llegando inclusive a acercarse a la del acero. Así la fibra óptica utilizada en telecomunicaciones posee una fuerza de tensión a la ruptura muy elevada.

Las diferencias mecánicas que existen entre la fibra de vidrio y el alambre de cobre son su capacidad de elongación y su resistencia transversal a la ruptura.

III.2.4. ELEMENTOS DE UN CABLE OPTICO.

En la fabricación de cualquier cable óptico se busca minimizar los defectos estructurales de la fibra, ya que ellos son los principales causantes de pérdidas.

Los parámetros más importante que deben ser tomados en cuenta para escoger la estructura y los elementos que forman un cable son:

- Esfuerzo máximo permitido en la fibra durante su fabricación, instalación y servicio.
- Fuerza lateral dinámica y estática máxima ejercida sobre la fibra.
- Flexibilidad del cable.
- Rango de temperatura
- Número y tipo de fibras a utilizar en el cable.

Componentes de un cable óptico.

- a) Cubierta Primaria
- b) Cubierta Secundaria
- c) Miembro de Tensión
- d) Barrera contra la humedad
- e) Armadura
- f) Cubierta del cable

Los principales materiales utilizados como miembros de tensión en un cable de fibra óptica son:

- a) Acero
- b) Filamento plástico.
- c) Fibras sintéticas.
- d) Fibras de vidrio.
- e) Plástico reforzado con fibras.

III.2.5 PRUEBAS A LOS CABLES.

Una vez fabricado el cable puede evaluarse en sus propiedades ópticas, mecánicas y térmicas. Para las características ópticas se elaboran las mismas pruebas a las fibras antes de la fabricación del cable.

Ello se hace con el objeto de evaluar las pérdidas ópticas causadas por el proceso de fabricación del cable.

Los cables se sujetan a pruebas mecánicas para establecer si pueden conservar sus propiedades al estar sometidos a esfuerzos mecánicos en diferentes ambientes, a diferentes temperaturas.

Las pruebas se establecen en base a normas internacionales y comprenden tanto cables para uso común como para usos especiales. Las principales pruebas mecánicas a las que se someten los cables son:

- a) Prueba de tensión.
- b) Prueba de flexión cíclica.
- c) Prueba de torsión.
- d) Prueba de impacto.

Las principales pruebas térmicas y ambientales que se efectúan a los cables ópticos son:

- a) Prueba de ciclado térmico.
- b) Prueba de penetración de agua.

III.3 INSTALACION DE UN CABLE OPTICO.

En cable de fibra óptica por su característica de tamaño y peso, permite que sea colocado en grandes longitudes de hasta 5,000 [mts.] Las técnicas usadas para la instalación son similares a la de los cables convencionales. Sin embargo, se requiere de precauciones específicas durante la instalación, esto con el fin de minimizar los esfuerzos de tensión y dobléz.

Existen básicamente 5 tipos de instalación del cable óptico.

- a) Instalación en ductos subterráneos.
- b) Instalación directamente enterrado.
- c) Instalación aérea.
- d) Instalación submarina.
- e) Instalación en interiores.

III.3.1 INSTALACION EN DUCTOS:

La mayor parte del cable óptico instalado para telecomunicaciones en distancias largas, se encuentra en ductos subterráneos. Esto se debe a que se aprovecha la red de ductos ya instalados para cable de cobre, también a que pueden manejarse ambos tipos de cable en las nuevas redes de ductos y además permite futuras expansiones a bajo costo.

Antes de iniciar la instalación en ductos o inmersión del cable óptico se deben seguir los siguientes pasos:

- a) Revisar los planos de la ruta a instalar y comprobar que estos correspondan físicamente a la zona donde se va a trabajar, revisando las condiciones del terreno, el número de pozos.
- b) Inspeccionar los pozos y comprobar que se encuentren en condiciones de trabajo.
- c) Verificar que la trayectoria del cable se encuentre libre de obstáculos en los ductos.
- d) Comprobar que se tenga todo el equipo necesario y los recursos humanos indispensables, ello incluye el mismo cable, vehículos, protecciones, equipo de comunicación, etc.
- e) Comprobar que el número de carretes del cable, el número de fibras, la longitud del cable, etc. correspondan al cable a instalarse.

La bobina o carrete de cable a utilizar, debe tener los siguientes cuidados para conservar las propiedades del cable al ser instalado.

- a) Nunca debe dejarse caer el carrete o acostarlo.
- b) No debe rodarse el carrete para transportarlo, únicamente pequeños movimientos en el sitio de instalación en cuyo caso se deberá seguir el sentido de rodamiento que indica la flecha en el carrete.
- c) No debe retirarse las tablas de protección del carrete hasta que se comience a realizar la inmersión.

El cable puede ser transportado en los mismos vehículos que se utilizan para cable metálico convencional, se debe prestar especial cuidado a la tensión aplicada al cable durante su instalación ya que no debe sobrepasarse la tensión especificada en el cable.

En caso de que el cable óptico sea instalado en ductos telefónicos convencionales de 4 pulgadas de diámetro, es conveniente subdividir el ducto mediante tubos de menor diámetro elaborados con PVC para aprovechar mejor el espacio del ducto y darle mayor protección al cable óptico.

III.3.2 INSTALACION DIRECTAMENTE ENTERRADO

La ruta propuesta para el cable enterrado debe ser revisada antes de iniciar los trabajos de construcción. Es necesario determinar con exactitud la localización de todos los puentes, curvas, cables de energía enterrados, tuberías de gas y de agua y de otros cables telefónicos enterrados y completar con las profundidades de todas estas y localizar los puntos de intersección.

La localización de las cajas y puntos de empalme deberá definirse por adelantado en cualquier trabajo.

La instalación del cable directamente enterrados, requiere de una supervisión muy estrecha, debido a que las operaciones de apertura, colocación del cable y cerrado de zanja se realizan con bastante rapidez, si se usa una máquina excavadora que en general éste es el método mas económico para instalación de cables ópticos

Directamente enterrados. Además que una vez enterrado el cable es imposible realizar una inspección visual.

Durante la operación de enterrado del cable, se vigilará que no se produzcan obstrucciones, que la alimentación sea continua y que se mantenga la profundidad adecuada.

Para evitar tensiones excesivas sobre el cable se debe empezar la operación de excavado a la velocidad más baja posible y lubricando constantemente el eje de la bobina para que gire libremente.

Cualquier cambio en la velocidad del excavador puede causar un cambio en la velocidad del suministro del cable y provoca una sobretensión en el cable.

Al tender el cable mediante el excavador hay que evitar las curvas agudas, puesto que ello daña a las fibras dentro del cable, aunque el cable físicamente no presente ningún daño.

Se recomienda que la apertura de zanjas se haga con un método mecanizado reduciendo al mínimo la excavación manual. Además, el ancho de la zanja no debe ser superior a 10 cm. para obtener una máxima velocidad y eficiencia.

III.3.3 INSTALACION AEREA

Existen dos tipos de cable para ser usados en instalaciones aéreas:

- a) El cable óptico auto soportado.

- b) Cable óptico para sujetarse a un alambre de suspensión externo.

Instalación con cable auto soportado.

Los cables ópticos auto soportado pueden instalarse siguiendo los métodos empleados para los cables de cobre convencionales y teniendo la precaución siempre de no exceder los radios máximos de curvatura del cable (de acuerdo a lo especificado por el fabricante) y de aplicar siempre la tensión sólo sobre la guía de suspensión incorporada al cable.

Para reducir la catenaria y evitar que el cable sea agitado por el viento, hay que aplicar una tensión bastante alta sobre la guía de suspensión y torcer el cable óptico sobre su propia guía, aproximadamente una vuelta cada 10 [mts.]. Antes de hacer la instalación, se deben calcular los esfuerzos mecánicos a que estará sometido el cable y verificar que estos no excedan a los valores máximos que especifica el fabricante, si las condiciones del terreno permiten un fácil acceso por vehículo, se montará el carrete de cable sobre un camión y se desenrollará a lo largo de la línea de postes.

El cable se jala del carrete y se coloca sobre poleas localizadas en cada poste en el lugar donde finalmente el cable será sujetado.

Si el terreno no permite el acceso por vehículo, el cable será jalado en forma manual e instalado en los postes de manera similar.

La sujeción a los postes se hace por medio de sujetadores convencionales de acero galvanizado de un tamaño que permita adaptarse a la guía de suspensión. Cuando se usa una guía de suspensión no metálica de requiere de sujetadores especialmente diseñados para no dañar a la guía.

Instalación en alambres de suspensión externa.

La utilización de alambres de suspensión externa reporta algunas ventajas. El alambre de suspensión puede instalarse por adelantado, siguiendo los métodos convencionales o bien puede usarse alguno ya existente que esté realizando alguna otra función (cables de guarda, cables de energía etc.).

El cable óptico se une al alambre externo embobinándolo a éste en forma helicoidal.

La instalación de cable óptico en una guía externa por medio de la máquina embobinadora se realiza de la siguiente manera.

- a) Se efectúa, una estimación precisa de los requerimientos de cable calculando la distancia entre torre y sumándole el cable excedente por la formación de la catenaria, para poder efectuar la requisición del cable al proveedor.

- b) Se planea conjuntamente con la Comisión Federal de Electricidad o con la Compañía de Luz y fuerza del centro según sea el caso, los días disponibles para poder trabajar en las líneas de alta tensión, planeando de ésta forma las cuadrillas requeridas para la instalación.

c) La instalación inicia con la movilización del equipo requerido :

E q u i p o

- Una camioneta por cada brigada de trabajo.
- Una máquina embobinadora por brigada.
- Una grúa manual con capacidad de carga de 2,000 Kg.
- Herramienta de mano para cada integrante de la brigada.
- Un equipo de intercomunicación por brigada.
- Equipo de seguridad para trabajar a mas de 30 [mts]. de altura.

d) Se inicia la instalación preparando la máquina embobinadora con el cable y se verifica el buen funcionamiento de sistema motriz.

e) Se inicia el ascenso de la máquina embobinadora por medio de la grúa manual colocada en la cima de la torre.

f) Una vez montada la máquina en el cable de guarda, se inicia su operación hasta la próxima torre donde se verifica el consumo del cable y en caso de requerirlo se reemplaza la bobina, para continuar con la instalación.

III.3.4 INSTALACION SUBMARINA

La instalación de este tipo de cable requiere de una planeación apropiada. Es necesario hacer una inspección física de la ruta, se realiza un mapa del fondo submarino. La ruta se marca con boyas y se tiende un cable para facilitar el seguimiento durante la instalación.

Antes de la instalación se realizan pruebas en tramos pequeños de forma consecutiva para localizar obstáculos, investigar la densidad de la tierra en el fondo y el comportamiento de mareas.

Para la instalación, las bobinas utilizadas se colocan frente al arado deslizante, que es jalado por un winch, el cable se alimenta a través de un brazo suministrador de cable.

El arado contiene en la punta un dispositivo que arroja agua a presión, permitiendo que éste penetre fácilmente durante la instalación para asegurarse que el cable sea adecuadamente cubierto.

III.3.5 INSTALACION EN INTERIORES

Los cables ópticos para interiores están contruidos de manera diferente a los cables usados en exteriores. Muchas administraciones recomiendan que los cables para interiores contengan un cubierta externa de material retardante a la propagación de incendios, tal como PVC o los poliuretanos.

Los cables ópticos en las centrales telefónicas normalmente se instalan sobre charolas para cables, debiendo planear cuidadosamente la ruta de los mismos, con el fin de prevenir fuerzas excesivas que corten las fibras ópticas, especialmente cuando se cruza por donde existen cables muy pesados.

Cuando los cables cruzan por diferentes niveles o se encuentran al alcance del público, se les deben proteger al menos con una cubierta metálica en forma de " U " , para no exceder la máxima carga de tensión del cable, cuando este corre en forma vertical, se debe sujetar cada metro por medio de cintillos de metal suave con el propósito de no dañar el cable.

CAPITULO IV

SISTEMAS DE LA MAQUINA

IV.1 SISTEMA DE SOPORTE Y DESPLAZAMIENTO LINEAL

IV.1.1 INTRODUCCION

Ambos sistemas tienen la función tanto de soportar todo el peso de la máquina así como de proveer el movimiento necesario para que la máquina se desplace de una torre a otra.

IV.1.1.1 SOPORTE DE LA MAQUINA:

El soporte de la máquina se hará a través de un conjunto de elementos los cuáles deberán mantenerse sobre el cable de guarda para asegurar una buena posición, por lo tanto dichos elementos deberán ajustarse a los diferentes tamaños de cable de guarda. Además debe permitir que todo el conjunto que vá a embobinar y a balancear a la máquina gire en torno al sistema de soporte. El sistema de soporte solo debe desplazarse linealmente y no deberá perder la posición sobre el cable de guarda ya que esto traería como consecuencia que la máquina no dejara bien colocado el cable de fibra óptica.

IV.1.1.2 DESPLAZAMIENTO LINEAL DE LA MAQUINA:

El desplazamiento lineal de la máquina se hará a través de un conjunto de elementos mecánicos, los cuáles, estarán conectados directamente con el sistema motriz a través de un acoplamiento mecánico, el cuál servirá para transmitir el movimiento a la máquina embobinadora.

IV.1.2 PRINCIPIO DE OPERACION

Tanto el sistema de soporte como el sistema de desplazamiento lineal estarán íntimamente ligados ya que ambos sistemas contarán con los mismos elementos, los cuáles, tendrán la función principal de dar soporte a toda la estructura de la máquina al mismo tiempo que servirán para que se desplace sobre el cable de guarda de las torres de energía eléctrica de alta tensión.

Los sistemas de soporte y desplazamiento lineal tendrán como base o apoyo a elementos, los cuáles estarán colocados, uno en la parte delantera y otro en la parte posterior de la máquina (como se muestra en la siguiente figura).

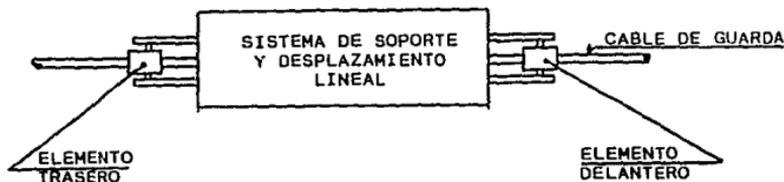


FIGURA IV.1

El movimiento que proporcionará el sistema motriz será aprovechado directamente por el elemento de punta, el cuál, debe girar sobre el cable de guarda para con esto hacer que la máquina se desplace linealmente. Este elemento deberá ser diseñado de tal manera que sea rígido para que pueda soportar el peso de la máquina y a su vez no se resbale sobre el cable, ya que el movimiento de giro se debe aprovechar al máximo en el sistema de transmisión de la máquina.

El elemento que estará colocado en la parte posterior de la máquina servirá como soporte y también se desplazará girando sobre el cable de guarda por lo que deberá tener características similares, al elemento delantero.

Los elementos que girarán sobre el cable de guarda estarán acoplados con el sistema de transmisión de la máquina y unidos entre sí, para proporcionar soporte tanto al sistema de embobinado como al sistema de balanceo ya que, ambos sistemas se desplazarán girando sobre dichos elementos de soporte.

Para poder colocar el cable de fibra óptica, el sistema de embobinado debe girar en torno al cable de guarda al mismo tiempo que la máquina va avanzando sobre el mismo cable. Por esta razón el soporte de la máquina debe estar constituido por un conjunto de elementos los, cuáles, permitan avanzar al mismo tiempo que el sistema de embobinado gira en torno a dicho soporte.

IV.1.3 ALTERNATIVAS PARA EL SISTEMA DE SOPORTE Y DESPLAZAMIENTO

LINEAL

ALTERNATIVA 1 Combinar un par de placas (con una ranura en el centro de tal forma que por ahí se pueda introducir el cable de guarda) con 6 barras de acero de tal forma que permitan el giro de toda la estructura y a la vez no sufran deformación. Dichas placas estarán unidas a un par de poleas, las cuáles, servirán para proporcionar el movimiento sobre el cable de guarda.

Por otro lado, las barras que unirán las placas, tendrán montados un par de rodamientos (en cada barra) para que se permita el giro del sistema de embobinado sobre los mismos. (como se muestra en la figura IV.2)

- 1.- Polea delantera
- 2.- Polea trasera
- 3.- Guarda polvo
- 4.- Acoplamiento
- 5.- Base circular
- 6.- Rodamientos
- 7.- Apoyo para polea
- 8.- Barras
- 9.- Engrane recto
- 10.- Chumacera
- 11.- Soporte
- 12.- Flecha
- 13.- Engrane cónico
- A.- Cable de guarda

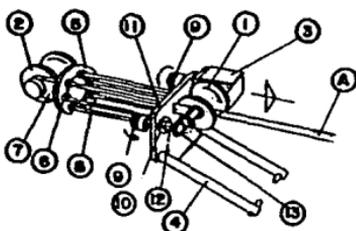


FIGURA IV.2

ALTERNATIVA 2 Utilizar un par de placas ranuradas de tal forma que se pueda alojar el cable de guarda entre ellas y fijar en ellas varios rodamientos para soportar la estructura que vá girando sobre ellos y unir ambas placas a través de un elemento sólido que permita también el alojamiento del cable de guarda. Pero a su vez dicho elemento sólido debe poder unir, a un par de poleas, las cuáles, proporcionarán el desplazamiento sobre el cable de guarda. (ver figura IV.3)

- 1.- Polea
- 2.- Base
- 3.- Elemento sólido con ranura
- 4.- Rodamientos
- 5.- Cuerpo que alojara a los sistemas de enbobinado y de balanceo

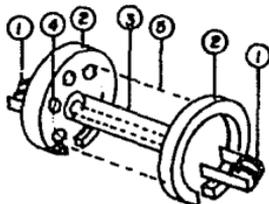


FIGURA IV.3

IV.1.4 SELECCION DE LA MEJOR ALTERNATIVA

Ventajas y Desventajas de la Alternativa 1

VENTAJAS:

- 1.- Fácil fabricación
- 2.- Fácil calibración
- 3.- Costo menor con respecto a la otra alternativa
- 4.- Fácil mantenimiento
- 5.- Fácil reposición de piezas
- 6.- Bajo peso con respecto a la otra alternativa ya que se utilizan barras de acero

DESVENTAJAS:

- 1.- Su armado se debe realizar fuera de todo el conjunto
- 2.- Incrementa el tiempo de armado de la máquina en el campo

Ventajas y Desventajas de la Alternativa 2

VENTAJAS:

- 1.- No requiere que los rodamientos estén alineados entre sí
- 2.- No necesitan ser del mismo tamaño las placas

DESVENTAJAS:

- 1.- Costo elevado
- 2.- Diseño muy complejo
- 3.- Peso elevado
- 4.- Difícil acceso para reposición de piezas
- 5.- Incrementa el peso de la máquina por usar un cuerpo sólido

El criterio de selección de la mejor alternativa se fundamenta principalmente en el costo y en el peso.

Bajo los dos criterios anteriores la alternativa seleccionada para éste sistema es la ALTERNATIVA 1

IV.1.5 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE SOPORTE Y DESPLAZAMIENTO LINEAL

Como se muestra en la figura IV.2 el sistema está compuesto por los siguientes elementos:

1.- Dos poleas:

Estas poleas serán de aluminio para aligerar su peso y deberán tener un recubrimiento de hule para que no se derrapen al girar sobre el cable de guarda.

2.- Dos placas ranuradas:

Las cuáles, servirán como soporte para las poleas y además en las mismas placas se montarán seis barras de acero.

3.- Seis barras de acero:

Las cuáles, servirán como flechas para alojar un par de rodamientos en cada barra y estarán unidas a las placas de manera que los rodamientos queden colocados paralelamente a las mismas placas, esto es con el objeto de permitir que el sistema de embobinado utilice a los rodamientos como pista para girar sobre ellos.

Las poleas que se utilizarán en éste sistema, se les llamará de la siguiente manera:

1.- La polea que irá en la parte delantera de la máquina, se le llamará polea motriz, ya que su movimiento será transmitido a todo los demás elementos con los que estará interconectada a través del sistema de transmisión.

2.- La polea que irá en la parte trasera de la máquina, se le llamará polea conducida ya que esta polea solo servirá para apoyar a la máquina y no transmitirá ningún movimiento a otro sistema.

Los baleros servirán como guías para que gire todo el mecanismo rotatorio, pero se debe asegurar que el eje de giro de todo el sistema coincida, con el eje de el cable de guarda, para tener un desarrollo concéntrico en todo momento y no se presente cabeceo en la máquina, lo cuál impediría un trabajo adecuado

IV.2 SISTEMA DE BALANCEO

IV.2.1 INTRODUCCION

Debido a que la máquina embobinadora aérea, se irá desplazando sobre el cable de guarda simulando el movimiento de un móvil sobre un monorriel, se debe considerar la importancia de mantener balanceada la máquina en todo momento para que no pierda su posición y a su vez se desplace libremente sobre el riél, el cuál, será el cable de guarda de las torres de energía eléctrica de alta tensión y tal balanceo se deberá realizar a través de un sistema específico para esta función, al cuál, le llamaremos "sistema de balanceo".

Este sistema tendrá la función de proporcionar a la máquina un equilibrio constante durante todo el recorrido entre torre y torre.

El sistema de balanceo se deberá diseñar de tal manera que conforme avance la máquina, compense el peso del cable de fibra óptica que se irá alojando en el cable de guarda. De tal manera que se logre tener un equilibrio, en todo el conjunto rotatorio en cualquier instante; durante el movimiento de la máquina.

Lo que se logra al tener balanceada la máquina en todo momento, es que se consuma un mínimo de energía y por lo tanto, el desgaste en todos los elementos de la máquina embobinadora sea menor.

Se debe considerar que la máquina deberá estar balanceada tanto en régimen estático como en régimen de dinámicos

IV.2.1.1 BALANCED EN REGIMEN ESTATICO.

Para mantener balanceada la máquina en régimen estático, se debe contar con una serie de elementos, los cuáles, tendrán la función de mantener a la máquina en equilibrio cuando esté montada sobre el cable de guarda y bajo cualquier condición de operación. Esto quiere decir que la máquina no deberá de empezar a girar sin que se haya empezado a desplazar sobre el cable de guarda. Para lograr éste equilibrio, se deberá considerar a todas las piezas de la máquina como cargas concentradas en diferentes puntos y para poder balancear habrá que suministrar las cargas concentradas que sean necesarias en diferentes puntos hasta lograr el equilibrio.

IV.2.1.2 BALANCED EN REGIMEN DINAMICO.

Una vez que la máquina empiece su desplazamiento, también iniciará la colocación de cable de fibra óptica sobre el cable de guarda. Puesto que el cable de fibra óptica será proporcionado por el carrete que lo contiene, éste carrete irá perdiendo peso. Por esta razón se contará con un conjunto de elementos los cuáles tendrán la función de compensar ésta pérdida de peso.

IV.2.2. PRINCIPIO DE OPERACION DEL SISTEMA DE BALANCEO.

Al montar la máquina sobre el cable de guarda, se deberá contar con elementos los cuáles servirán para balancear a la misma, sin que ésta se mueva.

Una vez que la máquina se empieza a desplazar e inicie el embobinado de cable de fibra óptica, perderá peso y ésta pérdida de-

peso ocasionará un desbalanceo, el cuál, se irá incrementando conforme avance la máquina y disminuya el peso del carrete, éste desbalanceo será compensado por una masa móvil, la cuál, se irá desplazando sobre un elemento macánico, el cuál, será diseñado para realizar ésta función.

El sistema de balanceo deberá colocarse en el lado opuesto al que estará colocado el carrete de cable de fibra óptica.

IV.2.3. ALTERNATIVAS PARA BALANCEAR LA MAQUINA

La máquina se balanceará con diferentes elementos, los cuáles pueden ser fijos o móviles

ALTERNATIVA 1 Utilizar una o varias masas fijas

- 1.- Base para apoyo
- 2.- Flecha para colocar los contrapesos
- 3.- Contrapesos
- 4.- Tornillo para fijar
- 5.- Seguro para no permitir la salida de los contrapesos

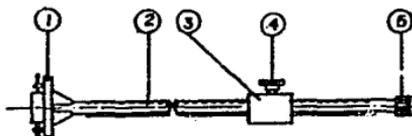


FIGURA IV.4

Ventajas:

- 1.- Bajo costo.
- 2.- Diseño muy sencillo.
- 3.- Fácil de sustituir.

Desventajas:

- 1.- Solo balancea a la máquina en un instante.
- 2.- Ocasiona problemas de desajuste en los demás componentes.
- 3.- Genera mayor consumo de energía.

ALTERNATIVA 2 Utilizar una masa móvil.

- 1.- Tornillo sin fin
- 2.- Engrane de sin fin
- 3.- Barra guía
- 4.- Elemento de ensamble
- 5.- Contrapeso móvil

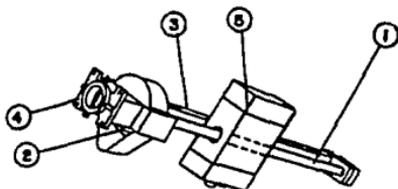


FIGURA IV.5

Ventajas:

- 1.- Puede mantener el balanceo en todo momento.

Desventajas:

- 1.- Tendrá un costo más elevado que la alternativa anterior.
- 2.- Requiere de un elemento mecánico especial para su movimiento.
- 3.- Este elemento será muy largo.

ALTERNATIVA 3 Utilizar masas fijas y una masa móvil.

Estructuras:

- 1.- Tornillo sin fin
 - 2.- Engrane de sin fin
 - 3.- Barra guía
 - 4.- Elemento de ensamble
- Contrapesos:

- 5.- Contrapeso móvil
- 6.- Contrapesos fijos

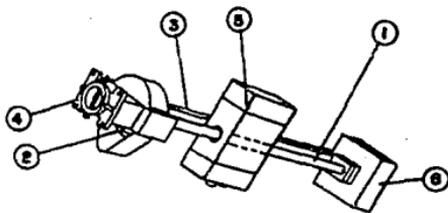


FIGURA IV.6

Ventajas:

- 1.-Balancéo de la máquina en todo momento.
- 2.-Ahorro de energía.
- 3.-Aprovechamiento eficiente de la potencia de la unidad motriz.
- 4.-Menor desgaste de las piezas clave.
- 5.-Menor potencia en la unidad motriz.
- 6.-Mejores beneficios a mediano y largo plazo.

Desventajas:

- 1.-Costo elevado debido a la incorporación de un elemento especial, el cuál será muy largo.
- 2.-Se deberá tener una estructura más rígida y más costosa.
- 3.-El brazo de la máquina no será muy largo.
- 4.-Mayor costo que cualquiera de las otras alternativas.

IV.2.4. SELECCION DE LA MEJOR ALTERNATIVA

Los criterios de selección para la mejor alternativa serán los siguientes:

- 1.- La máquina deberá estar balanceada en todo momento.
- 2.- La alternativa deberá proporcionar el menor consumo de energía.
- 3.- La dimensión de la alternativa deberá ser mínima.

Por lo tanto se selecciona como la mejor alternativa el tener varias masas fijas y una masa móvil montadas sobre un elemento mecánico especial (ALTERNATIVA 3, como se muestra en la fig. IV.6)

IV.2.5 DESCRIPCION DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

La figura IV.6 muestra la alternativa seleccionada, la cuál, está constituida por los siguientes elementos:

El elemento mecánico sobre el cuál se desplazará la masa móvil será un tornillo sin fin y sus dimensiones se determinarán más adelante en la memoria de cálculo.

La masa móvil será la tuerca del mismo tornillo y estará montada sobre una pieza metálica y en adelante se le llamará contrapeso móvil y su peso se determinará más adelante en la memoria de cálculo.

Las masas fijas serán piezas metálicas de diferentes dimensiones y en adelante se les llamará contrapesos fijos, tales dimensiones se determinarán en la memoria de cálculo.

Al iniciar el desplazamiento la máquina embobinadora desde una torre hasta otra, también se iniciará el giro del tornillo sin fin, y sobre él se desplazará el contrapeso móvil. Se debe asegurar que dicho contrapeso no gire junto con el tornillo para garantizar que la máquina esté balanceada.

El sistema de balanceo contará con un elemento que tenga la función de impedir que el contrapeso móvil gire, pero que a su vez, le permita que se desplace sobre el tornillo sin fin (cuando dicho tornillo se encuentre girando) además este elemento deberá ser articulado para que, cuando la máquina llégue al final de su recorrido, permita que el contrapeso móvil se pueda regresar manualmente a su posición inicial y de ésta manera quedar listo para un nuevo recorrido.

IV.2.6 MEMORIA DE CALCULO PARA SISTEMA DE BALANCED

Para la determinación de la distancia que debe tener el brazo, en el cuál se van a montar los contrapesos para balancear la máquina embobinadora aérea, debemos tomar en cuenta las medidas de seguridad adecuadas y convenientes para garantizar que no exista ningún percance que cause algún accidente.

Así que de acuerdo a las normas técnicas para instalaciones eléctricas se menciona en el artículo 604.1 que debe existir un espacio de resguardo entre las fases vivas para intalaciones aéreas con tensión nominal superior a los 600 volts.

IV.2.6.1 ZONA DE RESGUARDO

La zona de resguardo es aquella zona, la cuál debe tener un conductor (en este caso una fase viva) para que no se provoquen accidentes, tales como saltos de arco eléctrico o en caso de que alguna persona o equipo se cayera de una torre de alta tensión o subestación eléctrica, no se hiciera contacto con dos fases vivas a la vez.

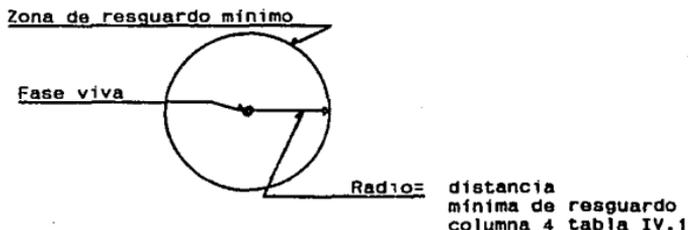


FIGURA IV.7

En la siguiente tabla se muestran los valores necesarios para la zona de resguardo.

Tensión Nominal Entre fases	Altura Mínima	Distancia Horizontal Mínima	Distancia Mínima de Resguardo Entre Partes Vivas
[Kv]	[m]	[m]	[m]
0.6	2.4	1.0	0.05
6.6	2.5	1.0	0.15
13.8	2.7	1.1	0.20
23.0	2.8	1.1	0.25
34.5	2.9	1.2	0.35
69.0	3.2	1.5	0.65
85.0	3.3	1.7	0.90
115.0	3.5	1.9	1.05
138.0	3.7	2.0	1.25
161.0	4.0	2.4	1.50
230.0	4.3	2.6	2.10

TABLA IV.1

Así que, si consideramos la tensión nominal de 230 [kv], en la columna 4 de la tabla IV.1, se observa que la distancia mínima entre fases vivas para la zona de resguardo es de 2.10 [m].

Pero ya que la distancia entre una fase viva y el cable de guarda es mayor que entre 2 fases vivas, podemos suponer que la distancia de 2.10 [m] se puede incrementar (en este caso).

IV.2.6.2 CARACTERISTICAS DE LOS CABLES DE ACERO

Los cables de acero, se emplean muy poco como conductores eléctricos. Se deben galvanizar (protegerlos con una capa de zinc) para evitar la corrosión.

Las ventajas principales que presentan son:

- 1.- Alta Resistencia Mecánica.
- 2.- Bajo Costo.

Sus desventajas principales son:

- 1.- Pobres Características Eléctricas.
- 2.- Fácilitad para Corroerse.
- 3.- Pérdidas debidas a Histéresis ya que es un Material Magnético.

Características Eléctricas del Acero	
Conductividad a 20°	12.3%
Resistividad (en volúmen) a 20°	0.15 [Ω /m/mm]
Resistividad (en masa) a 20°	1.821 [Ω /m/g]
Densidad Relativa	7.83

TABLA IV.2

Los cables de guarda tienen la función principal de proteger las líneas eléctricas de descargas directas de rayos.

El cable de guarda en las torres de alta tensión tiene un diámetro de 3/8" para torres eléctricas de 230 [kv].

(Redes Eléctricas pag.46)

Los cables de guarda son de acero galvanizado y generalmente son de 3/8" de diámetro y 7 hilos.

La máquina embobinadora aérea deberá desplazarse sobre el cable de guarda de las torres de energía eléctrica de alta tensión, por lo que deberá estar balanceada en todo momento para consumir el mínimo de potencia, además de que así se tendrá la misma tensión de embobinado de cable de fibra óptica.

Para garantizar el balanceo adecuado de dicha máquina se ha escogido como la mejor alternativa, el tener dos tipos de contrapesos, los cuáles son: varios contrapesos fijos y un contrapeso móvil.

IV.2.6.3 CARACTERISTICAS DE LOS CONTRAPESOS

IV.2.6.3.1 Contrapesos fijos; los cuáles serán de diferentes espesores de acuerdo con los cálculos que se realizarán para el balanceo de la máquina, el material de los mismos será acero (por ser el material más fácil de conseguir y de menor costo) y el peso de los mismos dependerá del consumo de fibra óptica.

IV.2.6.3.2 Contrapeso móvil; este contrapeso será una masa metálica, la cuál, irá montada sobre la tuerca de un tornillo sin fin, dicho tornillo hará que el contrapeso se desplace conforme la máquina avance sobre el cable de guarda, con lo que se generará un momento igual y opuesto al momento que se esté generando al ir disminuyendo el peso del carrete de cable de fibra óptica.

El contrapeso móvil se calculará, de tal manera que cuando se inicie el embobinado en una torre, esté en su punto de máximo momento, es decir se encuentre al inicio de su carrera, y al llegar a la siguiente torre se tenga colocado en el límite de la misma.

Así pues, en torres intermedias se deberá regresar el contrapeso móvil a su principio de carrera y se retirará un contrapeso fijo, el cuál, previamente se habrá especificado.

A continuación se describe el proceso seguido para el análisis del balanceo de la máquina embobinadora aérea.

IV.2.6.4 CARACTERISTICAS Y ANALISIS DEL BALANCEO DE LA MAQUINA EMBOBINADORA

Para la determinación de las características que deben tener los elementos que componen el sistema de balanceo se debe tener en cuenta la colocación que tendrá la máquina, una vez montada sobre el cable de guarda como se muestra en la siguiente figura.

- 1.- Polea motriz
- 2.- Polea conducida
- 3.- Tornillo sin fin
- 4.- Contrapeso móvil
- 5.- Contrapesos fijos
- 6.- Cuerpo de la máquina
- 7.- Carrrete
- 8.- Expulsor de cable
- A.- Cable de guarda

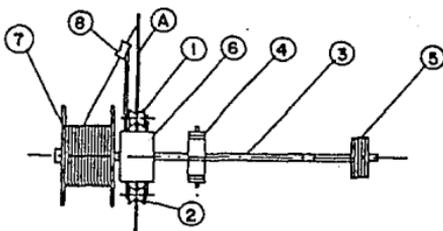
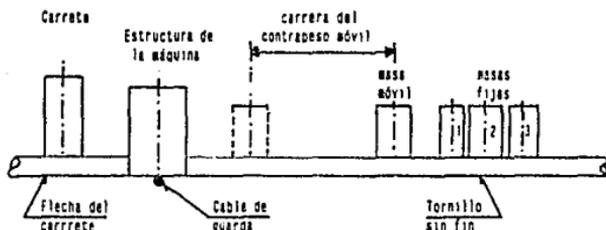


FIGURA IV.8

La figura anterior presenta el esquema básico que será utilizado a lo largo de éste cálculo y de ella se desprenden tanto el diagrama de cuerpo libre, como el diagrama de fuerzas que intervienen en la máquina y que afectan al balanceo para el embobinado en las 3 torres como se presenta a continuación.



D.C.L DE LA FIGURA 1V.8

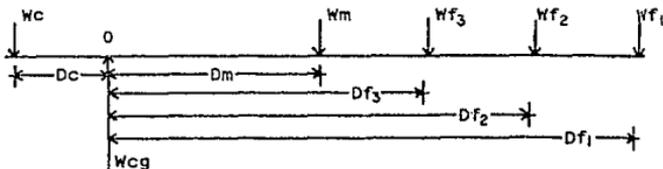


FIGURA IV.9

De donde:

W_c = Peso del carrete (incluyendo el cable)

W_m = Peso del contrapeso móvil

W_{fn} = Peso del ó de los contrapesos fijos

W_{cg} = Peso del cable de guarda

D_c = Distancia del punto de aplicación del peso del carrete al centro de masa de la máquina

D_m = Distancia de aplicación del peso del contrapeso móvil al centro de masa

D_{fn} = Distancia del punto de aplicación del peso ó de los pesos de los contrapesos fijos al centro de masa

O = Centro de masa de la máquina

IV.2.6.5 MODELO MATEMATICO

Para el planteamiento del modelo matemático que servirá para determinar los pesos de los contrapesos fijos así como del contrapeso móvil, se considerarán como fuerzas concentradas de acuerdo con el D.C.L de la figura IV.8

El cable de fibra óptica se fabrica en diferentes tamaños de carrete y los más comunes en el mercado son los siguientes:

- 1.- Carrete de 25 [kg/km]
- 2.- Carrete de 35 [kg/km]
- 3.- Carrete de 45 [kg/km]

Para el análisis se considerará un carrete de cable de fibra óptica con las siguientes características:

- 1.- Peso del cable 45 [kg/km]
- 2.- Carrete de 1200 [m]
- 3.- Material madera
- 4.- Peso total 59 [kg]

características adicionales:

- 1.- Peso del carrete vacío 5 [kg]

La máquina embobinadora aérea, deberá diseñarse de manera que tenga un ancho máximo de 0.40 [m] medidos sobre la estructura y sin considerar las longitudes de la flecha del carrete y el tornillo sin fin.

Como primer paso: Se supondrá el peso del contrapeso móvil de 6 [kg] y se deberá calcular el peso de los contrapesos fijos.

Se ha considerado un carrete de 45 [kg/km] para realizar el embobinado de cable de fibra óptica en tres torres. Por lo que la máquina perderá 400 [m] de cable de fibra óptica, el cuál, quedará alojado sobre el cable de guarda entre torre y torre por lo que podemos determinar el peso de dicho cable de fibra óptica que será el mismo que pierde el carrete, resultando ser de 18 [kg].

Por lo tanto el contrapeso móvil compensará 18 [kg] con su carrera.

El segundo paso, es determinar la distancia que deberá recorrer el contrapeso móvil.

Con los datos anteriores se puede determinar la distancia que deberá recorrer el contrapeso móvil para que balancee el peso que pierde el carrete entre torre y torre.

De manera que el diagrama que se empleará para determinar la distancia que recorrerá el contrapeso móvil, se muestra en la siguiente figura.

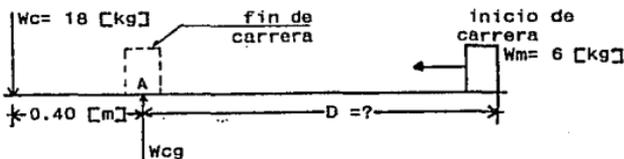


FIGURA IV.10

Haciendo suma de momentos con respecto al punto "A" de la figura anterior.

$$\Sigma M_A = 0$$

Por lo tanto, la ecuación para balancear es:

$$\Sigma M_A = (18\text{kg})(0.4\text{m}) - (5\text{kg})(D_m) = 0$$

Despejando D_m tenemos:

$$D_m = 1.20 \text{ [m]}$$

por lo tanto, la distancia que deberá desplazarse el contrapeso móvil deberá ser de 1.20 [m] entre torre y torre.

La máquina embobinará cable de fibra óptica en tres torres por cada carrete de 1200 [m]. De tal forma que si pensamos que el contrapeso móvil se desplazara 1.20 [m] entre dos torres, el tornillo sin fin deberá ser de 3.60 [m], lo cual es impráctico, puesto que se puede diseñar de manera que solo se desplace 1.20 [m] de una torre a otra y al llegar a la siguiente torre se regrese a su principio de carrera para iniciar de nuevo el proceso. Para que este procedimiento realmente balancee a la maquina, se debe retirar un contrapeso fijo en el mismo momento que se regresa el contrapeso móvil a su principio de carrera.

Puesto que la máquina embobinadora colocará 400 [m] de cable de fibra óptica entre dos torres; tendrá la capacidad de colocar todo el cable de fibra óptica del carrete entre 4 torres, es decir en 3 tramos, por lo que se deberá calcular para tres condiciones diferentes.

Haciendo un resumen hasta esta parte de la memoria de cálculo se cuenta con los siguientes datos, los cuáles, serán útiles en la determinación de los elementos del sistema de balanceo.

Peso del carrete vacío	5.0 [kg]
Peso del carrete con 1200 [m] de cable de fibra óptica	59.0 [kg]
Peso del contrapeso móvil	6.0 [kg]
Peso del contrapeso fijo número 1	? [kg]
Peso del contrapeso fijo número 2	? [kg]
Peso del contrapeso fijo número 3	? [kg]
Distancia del peso del carrete	0.4 [m]
Distancia del contrapeso móvil al centro de masa	1.4 [m]
Distancia del contrapeso número 1	? [m]
Distancia del contrapeso número 2	? [m]
Distancia del contrapeso número 3	? [m]

Al utilizar el siguiente diagrama como el que representa al sistema de balanceo, nos damos cuenta que se puede contar con una ecuación y 6 incógnitas por lo que de ésta forma no se llegará a una solución, así que se debe generar otra alternativa.

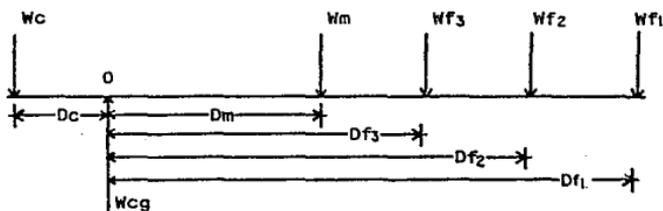
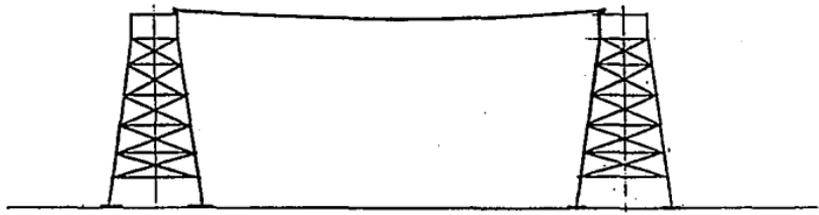


FIGURA IV.11

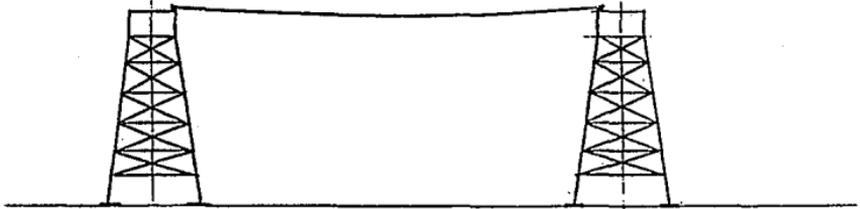
DESPLAZAMIENTO →



TORRE 1

TORRE 2

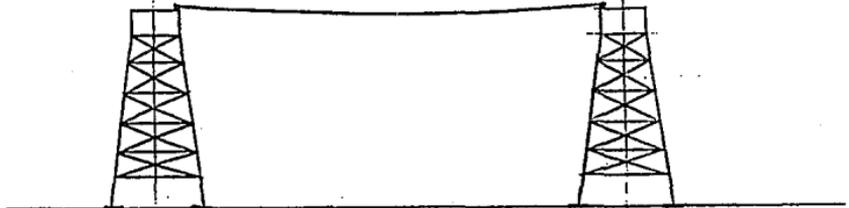
DESPLAZAMIENTO →



TORRE 2

TORRE 3

DESPLAZAMIENTO →



TORRE 3

TORRE 4

FIGURA IV.11 A

La otra alternativa, será emplear solo los datos que se conocen y con estos datos generar cada una de las condiciones. Puesto que sabemos que la máquina se desplazará de acuerdo con la figura IV.11 A. De ésta manera sabemos que al llegar a la torre 4, quedará con el carrito vacío por lo que deberá tener las condiciones que se muestran en el siguiente figura:

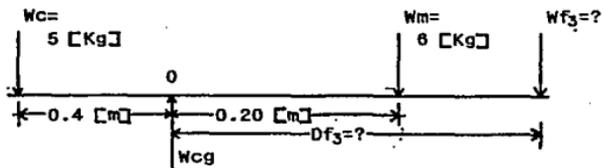


FIGURA IV.12

AL FINAL DE LA TORRE 3

En este punto se termina el cable, así que se tiene solo el peso del carrito, de tal forma que la ecuación queda de la siguiente forma:

$$\Sigma M_0 = 0$$

$$\Sigma M_0 = (5\text{kg})(0.40\text{m}) - (6\text{kg})(0.20\text{m}) - (W_{f_3})(D_{f_3}) \dots \dots \dots (1)$$

Puesto que se tienen 2 incógnitas se puede despejar una de ellas e iterar con un valor supuesto ajustando a las condiciones que sean más propias para éste efecto.

Se debe considerar que la distancia, a la cuál irá colocado este contrapeso no puede ser menor de 1.40 [m] ya que el punto de fin de carrera del contrapeso móvil es 0.20 [m] y la carrera es de 1.20 [m] por lo que partiremos de una base de 1.45 [m] y ajustaremos a valores más reales.

despejando el peso del contrapeso fijo número 3; se tiene:

$$Wf_3 = \frac{(5\text{kg})(0.40\text{m}) - (6\text{kg})(0.20\text{m})}{(1.45\text{m})} \dots\dots\dots (2)$$

$$Wf_3 = 0.5517241 \text{ [kg]} \dots\dots\dots (3)$$

que no es una dimensión fácil de dar en un material, por lo que ahora ajustaremos dando el valor de 0.55 [Kg]

Al realizar la operación de nueva cuenta obtenemos que: despejando Df_3 de la ecuación (1) y sustituyendo el valor ajustado se tiene:

$$Df_3 = 1.455 \text{ [m]}$$

comprobando los valores obtenidos

$$\Sigma M_0 = (5\text{kg})(.40\text{m}) - (6\text{kg})(.20\text{m}) - (.55\text{kg})(1.455\text{m})$$

$$\Sigma M_0 = 0$$

por lo tanto, ya se tiene el peso del contrapeso fijo número 3, ahora solo bastará con verificar las condiciones que tendría la máquina una etapa antes. Es decir en el inicio de la torre número tres.

AL PRINCIPIO DE LA TORRE 3

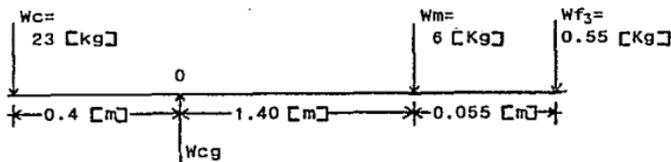


FIGURA IV.13

$$\Sigma M_0 = 0$$

$$\Sigma M_0 = (23\text{kg})(.40\text{m}) - (6\text{kg})(1.40\text{m}) - (.55\text{kg})(1.455\text{m})$$

$$\Sigma M_0 = 0$$

Por lo tanto se demuestra que efectivamente el contrapeso fijo número 3 debe ser de 0.55 [kg].

Todo el análisis que se realizó tanto al final de la torre 3 como al inicio de la misma torre, se realizará al final y al principio de la torre 2 y también en la torre 1; con lo que quedarán determinados los pesos de los contrapesos fijos.

AL FINAL DE LA TORRE 2

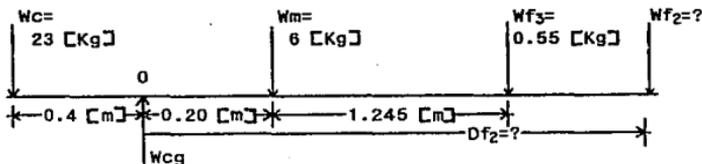


FIGURA IV.14

Para este caso, se ha considerado que la distancia Df_2 deberá ser mayor que la distancia $Df_3 = 1.455$ [m] por lo que como inicio supondremos $Df_2 = 1.50$ [m]

con $Df_2 = 1.50$ [m] se obtiene $Wf_2 = 4.8$ [Kg]

sustituyendo estos valores en la ecuación de equilibrio, se observa que efectivamente con estos valores la máquina se encontrará balanceada en el final de la torre 2.

$$\Sigma M_0 = 0$$

$$\Sigma M_0 = (23\text{kg})(.40\text{m}) - (6\text{kg})(.20\text{m}) - (.55\text{kg})(1.455\text{m}) - (4.8\text{kg})(1.50\text{m})$$

$$\Sigma M_0 = 0$$

Comprobando que la máquina se encuentre balanceada al principio de la torre 2 se tiene:

AL INICIO DE LA TORRE 2

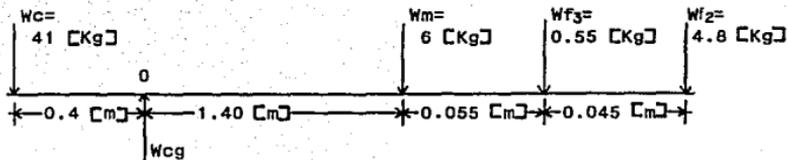


FIGURA IV.15

$$\Sigma M_0 = 0$$

$$\Sigma M_0 = (41\text{kg})(.4\text{m}) - (6\text{kg})(1.40\text{m}) - (.55\text{kg})(1.455\text{m}) - (4.8\text{kg})(1.50\text{m})$$

$$\Sigma M_0 = 0$$

Por lo tanto, la máquina se encuentra balanceada de la torre 2 a la torre 3 con el contrapeso $W_{f2} = 4.8$ [kg] colocado a una distancia de 1.5 [m].

Analizando las condiciones al final de la torre 1

AL FINAL DE LA TORRE 1

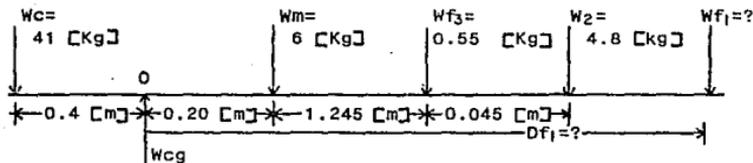


FIGURA IV.16

Para este caso se ha considerado que la distancia D_{f1} deberá ser mayor que la distancia $D_{f2} = 1.50$ [m], por lo que; como inicio supondremos $D_{f1} = 1.56$ [m].

con $D_{f1} = 1.56$ [m] se obtiene $W_{f1} = 4.615$ [kg]

sustituyendo estos valores en la ecuación de equilibrio se observa que efectivamente con estos valores, la máquina se encontrará balanceada en el final de la torre 1.

$$\Sigma M_0 = 0$$

$$\Sigma M_0 = (41\text{kg})(.4) - (6\text{kg})(.2) - (.55\text{kg})(1.455) - (4.8\text{kg})(1.5) - (4.615\text{kg})(1.56)$$

$$\Sigma M_0 = 0$$

Comprobando que la máquina esté balanceada al principio de la torre 1 que es lo mismo que al inicio de el recorrido.

AL PRINCIPIO DE LA TORRE 1

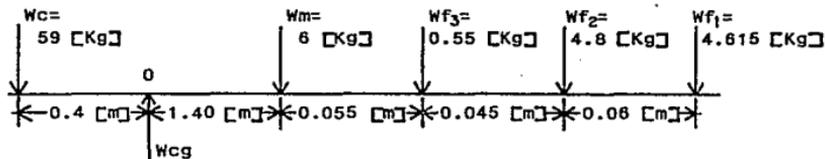


FIGURA IV.17

$$\Sigma M_0 = 0$$

$$\Sigma M_0 = (59\text{kg})(.4) - (6\text{kg})(1.4) - (.55\text{kg})(1.445) - (4.8\text{kg})(1.5) - (4.615\text{kg})(1.56)$$

$$\Sigma M_0 = 0$$

Por lo tanto la máquina se encontrará balanceada de la torre 1 a la torre 2 con un contrapeso $W_{f1} = 4.615$ [kg].

De todo lo anterior, se concluye que la máquina embobinadora se encontrará balanceada en todos los puntos del cable de guarda siempre y cuando el contrapeso móvil compense con su movimiento la pérdida de peso del carrete, el cual, contiene el cable de fibra óptica. De tal forma que debe existir una relación entre la velocidad embobinado con la velocidad del contrapeso móvil, por lo que procederemos a su análisis.

IV.2.6.6 DOSIFICACION DEL CABLE DE FIBRA OPTICA

Sabemos que el cable de fibra óptica se va a enrollar en un cable de guarda de 3/8" de diámetro, y que, la distancia que deberá haber de cresta a cresta debe ser de 12", es decir de 1 [ft] como una restricción de diseño, para no rebasar el ángulo máximo de curvatura del cable de fibra óptica.

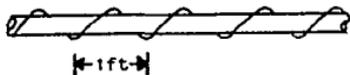


FIGURA IV.18

De lo anterior, sabemos que la longitud total del cable de fibra óptica que realmente se vá a consumir en 12" de cable de guarda será la siguiente:

$$Dr = A + D$$

donde: A = paso de la helicoidal

D = diámetro del cable de guarda

Dr = distancia real

sustituyendo valores tenemos:

$$Dr = 12" + (3/8")$$

por lo tanto, se tiene:

$$Dr = 12.375"$$

también: Dr = 0.314 [m] de cable de fibra óptica por cada
12" de cable de guarda.

De donde se desprende, que en un metro de cable de guarda se va a alojar 1.031 [m] de cable de fibra óptica.

Si consideramos que el cable de fibra óptica pesa 45 [kg/km].

El consumo de peso de cable de fibra óptica será: "Cp"
por lo tanto, el peso del cable de fibra óptica que se alojara en el
cable de guarda será de $C_p = 0.045$ [kg/m]

Relacionando D_r y C_p

Tendremos que para cada metro de cable de guarda se alojara
1.031 [m] y 0.0467 [Kg] de cable de fibra óptica

IV.2.6.7 DETERMINACION DE LA VELOCIDAD DEL CONTRAPESO MOVIL

El contrapeso móvil debe ser una pieza metálica, la cual, irá
sujeta en una tuerca que será la que se desplace sobre un tornillo
sin fin, con el objeto de transformar el movimiento angular del
tornillo sin fin, a movimiento lineal de la tuerca, que es lo que
realmente balanceará a la máquina.

Para éste análisis supondremos la utilización de un tornillo
de potencia de 3/4" de diámetro; rosca cuadrada y 16 [hilos/pulgada].

Puesto que la máquina alojara 400 [m] de cable de fibra
óptica en el cable de guarda entre dos torres se tiene que la
distancia embobinada de cable de guarda es de:

$$l \text{ [m]} \text{ cg} \text{-----} 1.031 \text{ [m]} \text{ cfo}$$

$$X \text{ [m]} \text{ cg} \text{-----} 400.000 \text{ [m]} \text{ cfo}$$

donde: cg= cable de guarda

cfo= cable de fibra óptica

por lo tanto: $X = 387.88$ [m]

lo que significa que por cada 400 metros de cable de fibra óptica se
recorran 387.88 metros de cable de guarda.

Se considerará que la máquina trabaje a una velocidad constantemente uniforme de 9.144 [m/min].

La velocidad de la máquina embobinadora será de 30 [ft/min] (constante) es decir 9.144 [m/min] con estos datos encontramos el tiempo que tarda en desplazarse la máquina desde una torre a la otra, y por otro lado, sabemos que también, será el mismo tiempo que se tarde en desplazar el contrapeso móvil a lo largo de su carrera es decir 1.20 [m].

A continuación, se muestran las siguientes relaciones que darán por resultado el tiempo que tardará en desplazarse el contrapeso móvil sobre el tornillo sin fin.

Como la máquina embobinadora tendrá una velocidad de 9.144 [m/min] y la distancia que recorrerá de una torre a otra, será de 387.88 [m], entonces:

$$V = 9.144 \text{ [m/min]} \quad (30 \text{ ft/min})$$

$$D = 387.88 \text{ [m]}$$

Por lo tanto el tiempo que tardará en desplazarse la máquina embobinadora desde una torre a otra será de:

recordando que:

$$V = \frac{D}{T}$$

donde:

V= velocidad
D= distancia
T= tiempo

despejando

$$T = \frac{D}{V}$$

sustituyendo valores:

$$T = \frac{387.88 \text{ [m]}}{9.144 \text{ [m/min]}}$$

por lo tanto,

$$T = 42.42 \text{ [min]}$$

Por lo que éste será el tiempo que tardará la máquina en desplazarse de torre a torre y por lo tanto será el mismo que tarde en desplazarse el contrapeso móvil 1.20 [m]

El avance de un tornillo se define como la distancia que debe desplazarse la tuerca del mismo cuando éste de una vuelta [360°] además dicho avance es también igual al paso de un tornillo.

De manera que con los datos anteriores estamos en posibilidad de determinar las revoluciones por minuto con las cuáles debe girar el tornillo sin fin.

La rosca es de 16 hilos por pulgada esto es, que el tornillo sin fin debe dar 16 vueltas para que la tuerca se desplace una pulgada

En una distancia de 1.20 [m] se tienen 47.24 [pulg]

y puesto que el avance es 16 hilos por pulgada se tiene que

16 revoluciones-----1 [pulg]

X revoluciones-----47.24 [pulg]

X= 755.82 [revoluciones]

por lo tanto, se necesitan 755.82 [revoluciones] para que el contrapeso se desplace 1.20 [m] a la misma velocidad de la máquina embobinadora.

Como sabemos que el tiempo, en que el contrapeso móvil se desplace las 47.24 [pulgadas] es de 42.42 [min], se tiene:

$$n_{sf} = \frac{755.82 \text{ [rev]}}{42.42 \text{ [min]}}$$

donde:

s_f = sin fin

n_{sf} = 16 [revoluciones / minuto]

Por lo tanto, el tornillo sin fin se encontrará girando a 16 [rpm] ya que la máquina tendrá una velocidad de 9.144 [m/min]

En resumen de ésta memoria de cálculo se tendrán los siguientes resultados obtenidos de acuerdo a la siguiente figura:

- 1.- Polea motriz
- 2.- Polea conducida
- 3.- Tornillo sin fin
- 4.- Contrapeso móvil
- 5.- Contrapesos fijos
- 6.- Cuerpo de la máquina
- 7.- Carrete
- 8.- Expulsor de cable
- A.- Cable de guarda

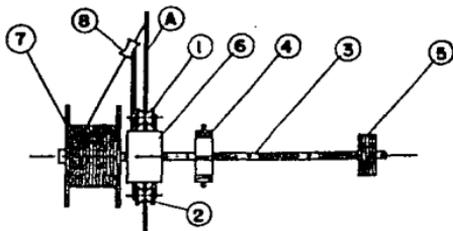


FIGURA IV.19

Peso del carrete vacío	5.0 [Kg]
Peso del carrete con 1200 [m] de cable de fibra óptica	59.0 [Kg]
Peso del contrapeso móvil	6.0 [Kg]
Peso del contrapeso fijo número 1	0.551 [Kg]
Peso del contrapeso fijo número 2	4.8 [Kg]
Peso del contrapeso fijo número 3	4.615 [Kg]
Distancia del peso del carrete	0.4 [m]
Distancia del contrapeso móvil	1.4 [m]
Distancia del contrapeso número 1	1.455 [m]
Distancia del contrapeso número 2	1.50 [m]
Distancia del contrapeso número 3	1.56 [m]
Longitud mínima del tornillo sin fin	1.40 [m]
Longitud mínima de la cuerda del sin fin	1.25 [m]
Velocidad de la máquina embobinadora	9.144 [m/min]
Velocidad del tornillo sin fin	16 [rpm]

IV.3 SISTEMA DE TRANSMISION

IV.3.1 INTRODUCCION

La máquina embobinadora aérea se desplazará sobre el cable de guarda de las torres de energía eléctrica de alta tensión, lo cual, se llevará a cabo a través de un sistema de desplazamiento lineal. Este sistema estará conectado directamente con un conjunto de elementos mecánicos, los cuáles, servirán para transmitir el movimiento proveniente del sistema desplazamiento lineal y que a su vez, lo transmitirán a los sistemas de embobinado y balanceo, a dicho conjunto de elementos se le llamará "sistema de transmisión".

IV.3.2 PRINCIPIO DE OPERACION

Cuando la máquina embobinadora aérea se empieza a desplazar, lo hará debido a que la polea motriz estará girando, y éste giro, se transmitirá a un juego de elementos mecánicos, los cuáles, se encargarán de cambiar el eje de giro 90° (como se muestra en la figura IV.20) para hacerlo llegar hasta otros elementos, los cuáles harán que el sistema de embobinado gire en torno al cable de guarda.

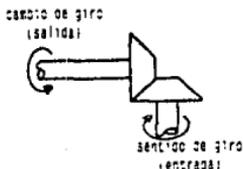


FIGURA IV.20

Por lo tanto, el sistema de transmisión tendrá como entrada al giro de la polea motriz y como salida tanto el giro del carrete, como del tornillo sin fin.

IV.3.3 ALTERNATIVAS DE SOLUCION

Para llevar a cabo la transmisión de movimiento se presentarán las siguientes alternativas:

ALTERNATIVA 1.- Usar engranes cónicos combinados con poleas y bandas

- 1.- Polea motriz
- 2.- Polea conducida
- 3.- Engranes cónicos
- 4.- Sistema de poleas
- 5.- Bandas
- 6.- Tornillo sin fin

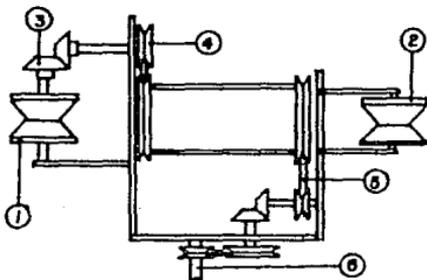


FIGURA IV.21

VENTAJAS

- 1.- Elementos fáciles de conseguir
- 2.- Los elementos aligeran el peso de la máquina.

DESVENTAJAS

- 1.- Requieren de un elemento para tensar la banda de las poleas.
- 2.- Incrementan de manera importante el tamaño de la máquina.
- 3.- Provocaría un desbalanceo considerable.
- 4.- Se requiere de armar ya montada la máquina sobre la torre.
- 5.- No concentran el peso en un punto constante.
- 6.- Se deberá usar banda con grapas.

ALTERNATIVA 2.- Utilizar únicamente engranes.

- 1.- Polea motriz
- 2.- Polea conducida
- 3.- Engranes cónicos
- 4.- Sistema de engranes
- 5.- tornillo sin fin

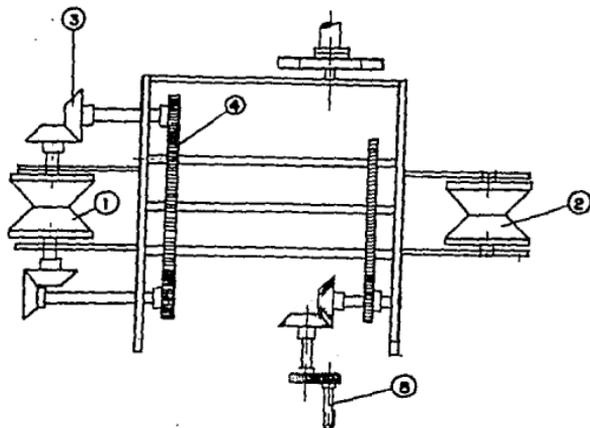


FIGURA IV 22

VENTAJAS

- 1.- El tamaño de la máquina es mínimo al emplear engranes.
- 2.- No requiere de un sistema de tensión.
- 3.- El desbalanceo debido a engranes es mínimo.
- 4.- Se puede considerar a la máquina como carga concentrada en un punto.
- 5.- Se puede armar a nivel de piso para después montarse.

DESVENTAJAS

- 1.- Costo elevado.
- 2.- Todos los engranes se deberán fabricar bajo especificación de la memoria de cálculo.

IV.3.4 SELECCION DE LA MEJOR ALTERNATIVA.

La selección de la mejor alternativa se basa en los siguientes criterios:

- 1.- La máquina por ningún motivo deberá armarse sobre las torres ya que esto podría provocar accidentes.
- 2.- La máquina no deberá ocupar mucho espacio de la zona de resguardo. (ver sistema de balanceo)

Bajo los criterios anteriores se selecciona la ALTERNATIVA 2 como la mejor, es decir, tener solo engranes como componentes del sistema de transmisión, como se muestra en la siguiente figura.

- 1.- Polea motriz
- 2.- Polea conducida
- 3.- Engranes cónicos F y G, H e I
- 4.- Engranes A y A'
- 5.- Engranes B y B'
- 6.- Engrane C
- 7.- Engranes cónicos J y K
- 8.- Engrane D
- 9.- Engrane E
- 10.- Tornillo sin fin

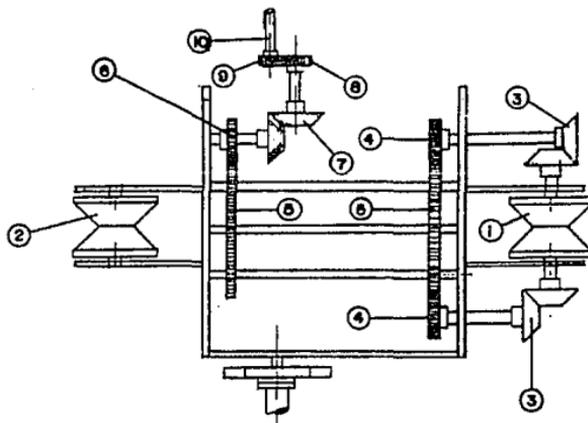


FIGURA IV.23

IV.3.5 DESCRIPCION DEL SISTEMA DE TRANSMISION

Puesto que el tornillo sin fin está conectado a todo un tren de engranes, en el cuál, dicho tornillo es la salida del tren. Debemos considerar las condiciones a la entrada, las cuáles determinarán precisamente la velocidad del tornillo en la salida.

A la entrada se tiene la polea motriz, dicha polea se deberá diseñar de tal modo que nos proporcione las condiciones para que en la salida del tren de engranes se tengan las 16 revoluciones por minuto que necesita el tornillo sin fin. (ver sistema de balanceo)

ENGRANES CONICOS "F"y"G", "H"e"I"

Directamente conectados a cada lado de la flecha de la polea motriz se encuentra un par de engranes cónicos, los cuáles servirán exclusivamente para cambiar de dirección el eje de giro pero nunca cambiarán la velocidad, obviamente ambos juegos deberán girar de manera tal que no se contrapongan.

ENGRANES "A" y "A'"

Estos engranes irán conectados directamente con los engranes cónicos, por lo que tendrán la misma velocidad que la polea motriz por lo tanto, los llamaremos engranes motrices, y sus características se determinarán más adelante en la memoria de cálculo.

ENGRANES "B" y "B'"

El engrane "B" estará montado sobre el cuerpo de la máquina y además estará conectado directamente con los engranes motrices, de tal manera que al moverse estos, harán que dicho engrane obligue a girar al cuerpo de la máquina alrededor del cable de guarda.

El engrane "B'" estará montado en la parte posterior del mismo cuerpo del engrane "B" por lo tanto, cuando dicho engrane ("B") se mueva también lo hará el engrane "B'".

ENGRANE "C"

Este engrane, estará conectado con el engrane "B'" y servirá para transmitir la velocidad proveniente de el engrane "B'".

ENGRANES CONICOS "J" y "K"

Estos engranes, estarán conectados directamente con el engrane "C" y solo servirán para cambiar de dirección el eje de giro, pero no la velocidad.

ENGRANE "D"

Este engrane, estará conectado directamente con el engrane cónico "K" y tendrá la misma velocidad que el engrane "C"

ENGRANE "E"

Este engrane, estará conectado directamente con el engrane "D" y a su vez servirá para llevar el movimiento al tornillo sin fin.

IV.3.6 MEMORIA DE CALCULO DEL SISTEMA DE TRANSMISION.

Sabemos que la velocidad, con la cuál se desplazará la máquina será proporcionada directamente por la polea motriz: así que la velocidad de 30 [ft/min] será la velocidad de la zona de contacto de la polea motriz con el cable de guarda. Por otro lado, también se sabe cada vez que avance la máquina 1 [ft], se deberá dar una vuelta completa del mecanismo rotatorio para que se deje alojado el cable de fibra óptica sobre el cable de guarda.

Por lo que nos concentraremos en diseñar el número de dientes del engrane "A" que llevará la misma velocidad que la polea motriz, ya que se debe considerar que cuando la máquina avance 1 [ft] el engrane "B" que conecta directamente al engrane anteriormente descrito dará una vuelta completa. En el figura IV.23, se muestran todos los elementos que intervienen en el tren de engranes.

IV.3.6.1 DETERMINACION DEL NUMERO DE DIENTES DE LOS ENGRANES

"A" Y "B"

Como primer paso definiremos las abreviaturas que se emplearan en este análisis.

V	= velocidad de la máquina.	[m/min]
V_p	= velocidad de la polea motriz	[m/min]
V_x	= velocidad del engrane "x"	[m/min]
n_p	= velocidad de giro de la polea motriz	[rpm]
r_p	= radio de la zona de contacto de la polea motriz	[pulgadas]
D_x	= diámetro paso del engrane "x"	[pulgadas]
D_p	= diámetro de la zona de contacto de la polea motriz	[pulgadas]
N_x	= número de dientes del engrane "x"	[dientes]
n_x	= velocidad de giro del engrane "x"	[rpm]

sabemos que la velocidad de la máquina es de:

$$V = 9.144 \text{ [m/min]}$$

También sabemos que la velocidad tangencial de la polea motriz, tiene que ser igual a la velocidad lineal de la máquina y a la velocidad de la polea motriz por lo que:

$$V = V_p = V_a$$

La relación entre la velocidad lineal y la velocidad angular está dada por:

$$V = \omega r \dots \dots \dots (1)$$

sabemos también que la velocidad angular está dada por:

$$\omega = (2\pi)(n) \dots \dots \dots (2)$$

por lo que:

$$V = (2\pi)(n)(r) \dots \dots \dots (3)$$

donde: $r = \frac{D}{2}$

despejando "n" de la ecuación 3 tenemos:

$$n = \frac{V}{2\pi r} \text{ [rpm]}$$

sustituyendo valores:

$$n = \frac{9.144}{2\pi r} \dots \dots \dots (4)$$

Observamos que la relación entre el engrane motriz y el engrane "B" dependerá del radio (ó diámetro) de la zona de contacto de la polea motriz

No se puede elegir el diámetro de la zona de contacto de la polea al azar ya que esto puede afectar directamente al desarrollo de la máquina en lo que a velocidad y balanceo se refiere. Por ésta razón, se desarrolló una tabla, la cuál, muestra los valores que se pueden elegir para la velocidad de la salida de la polea motriz; dentro de la misma tabla se puede encontrar la relación de velocidad existente entre el engrane "B" y de la polea motriz, que es la misma que la velocidad del engrane motriz y por lo tanto se puede determinar la relación de engranes que existe entre el engrane "B" y el engrane motriz.

Para el desarrollo de la tabla, se tomo como criterio principal el hecho de que el engrane "B" deberá dar una vuelta cada vez que la máquina avance 1 [ft]. Esto garantizará, que quede enrollada una vuelta de cable de fibra óptica en 1 [ft] de cable de guarda.

n_p [RPM]	D_p $V = 30$ [ft/min] V $D_p = \frac{V}{\pi n_p}$ [Pulg]	Perimetro πD [Pulg]	Número de Vueltas de la Polea motriz por cada Vuelta de el engrane "B"	Relación de engranes $\frac{n_p}{n_B}$
50	2.2918	7.2	1.6	1.59
60	1.9909	6.0	2.0	2.00
70	1.6370	5.14	2.33	2.33
80	1.432	4.50	2.66	2.63
90	1.2732	4.0	3.0	3.00
120	0.9549	3.0	4.0	4.00
150	0.7639	2.4	5.0	5.00

TABLA IV.3

Sabemos que cada revolución que dé, la flecha de la polea motriz provocará también una revolución en el engrane motriz ya que como se mencionó anteriormente, los engranes cónicos solo sirven como elementos para cambio de dirección de la velocidad.

De la tabla anterior, se desprende que el diámetro de la zona de contacto de la polea motriz, estará restringido, por el espesor de la pared, que debe quedar después de descontar el diámetro de flecha.

De manera que para el diseño de la máquina se utilizará el diámetro de la zona de contacto que proporcione 90 [rpm] en dicha polea y además también genera una relación de engranes de 1:3 entre el engrane motriz y el engrane "B", estos datos son suficientes para dar entrada a diversos diámetros de paso, así como "pasos" para estimar el tamaño de los engranes.

Con los datos obtenidos hasta este momento podemos suponer las diferentes características del engrane motriz y del engrane "B", de manera que nos permitan seguir con este desarrollo.

Para el análisis de el engrane motriz y el engrane "B" se utilizarán la siguientes abreviaturas:

D_x = Diámetro de paso del engrane "x" [pulgadas]

N_x = Número de dientes del engrane "x" [dientes]

n_x = [rpm] del engrane "x"

P_x = paso del engrane "x" [dientes/pulgada]

Las relaciones existentes entre los valores anteriores están dadas por:

$$D_x = \frac{N_x}{P_x}$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{D_1}{D_2}$$

siendo 1 y 2 dos engranes interconectados.

De acuerdo a la relación existente de dientes entre el engrane "B" y el engrane motriz de 1:3, se considerará que:

El engrane "B" tendrá 72 dientes, por lo tanto, el engrane motriz tendrá 24 dientes, con lo que podemos garantizar que la velocidad que necesitamos en el engrane "B" se respetará y por lo tanto, lo que falta, es determinar la relación de engranes que irán conectados al sistema automático del contrapeso móvil.

Ya que de la tabla IV.3, se seleccionarán 90 [rpm] para la polea motriz y serán las mismas del engrane motriz, por lo tanto, el engrane "B" debe girar a 30 [rpm], mientras que el tornillo sin fin girará a 16 [rpm] (ver sistema de balanceo) Las dimensiones de los engranes que componen al sistema de transmisión están íntimamente ligadas a dichos valores.

Sabemos que el engrane "B" trabajará a [30] rpm y además se conectará con un engrane más pequeño, el cuál, tendrá un mayor número de revoluciones por minuto

Considerando que:

$$D_B = 6 \text{ [pulgadas]}$$

$$N_B = 72 \text{ [dientes]}$$

$$n_B = 30 \text{ [rpm]}$$

sabemos que:

$$P_B = \frac{N_B}{D_B}$$

Para conectar dos engranes se debe tener el mismo paso, por lo que, si escogemos una relación de 2:1 entre el engrane "B" y el engrane "C" se tendrá:

$$n_C = 2n_B$$

por lo tanto:

$$n_C = 60 \text{ [rpm]}$$

y como la relación de dientes esta dada por:

$$\frac{N_B}{N_C} = 2$$

el engrane "C" tendrá 36 [dientes]

y además

$$D_C = \frac{36}{12}$$

por lo tanto,

$$D_C = 3"$$

De tal forma que la especificación del engrane "C" será la siguiente:

$$P_C = 12 \text{ [dientes/pulgada]}$$

$$D_C = 3 \text{ [pulg]}$$

$$N_C = 36 \text{ [dientes]}$$

$$n_C = 60 \text{ [rpm]}$$

Así que se transmitirán 60 [rpm] a los piñones cónicos que están conectados con el engrane "D", el cuál, está conectado directamente con el tornillo sin fin.

Observando la figura IV.23 nos damos cuenta que el engrane "E" está montado sobre el tornillo sin fin, el cuál, debe girar a 16 [rpm] (ver sistema de balanceo) y por otro lado también está conectado al engrane "D", el cuál estará girando a 60 [rpm], por lo que debemos determinar las características de éstos engranes.

sabemos que:

$$\frac{n_E}{n_D} = \frac{N_D}{N_E} = \frac{D_E}{D_D}$$

sabemos que:

$$n_E = 16 \text{ [rpm]}$$

$$n_D = 60 \text{ [rpm]}$$

sustituyendo valores se tiene:

$$\frac{N_D}{N_E} = \frac{D_E}{D_D} = 3.75$$

suponemos que:

$$D_D = 1 \text{ [pulgada]}$$

por lo tanto:

$$D_E = 3.75 \text{ [pulgadas]}$$

Para determinar el número de dientes tanto del engrane "D" como del engrane "E" se debe tener en cuenta que, si dos engranes están conectados directamente deben tener el mismo paso.

recordando que:

$$D_x = \frac{N_x}{P_x}$$

suponiendo que:

$$P = 16 \text{ [dientes/pulgada]}$$

despejando N_x para cada caso se tiene:

$$N_D = (D_D)(P)$$

$$N_E = (D_E)(P)$$

sustituyendo valores se tiene:

$$N_D = (1)(16) \text{ [dientes]}$$

$$N_E = (3.75)(16) \text{ [dientes]}$$

por lo tanto, se tiene:

$$N_D = 16 \text{ [dientes]}$$

$$N_E = 60 \text{ [dientes]}$$

Finalmente la especificación de los engranes "D" y "E" será la siguiente:

Engrane "D"

$$P_D = 16 \text{ [dientes/pulgada]}$$

$$D_D = 1 \text{ [pulgada]}$$

$$N_D = 60 \text{ [dientes]}$$

$$n_D = 16 \text{ [rpm]}$$

Engrane "E"

$$P_E = 16 \text{ [dientes/pulgada]}$$

$$D_E = 1 \text{ [pulgada]}$$

$$N_E = 60 \text{ [dientes]}$$

$$n_E = 16 \text{ [rpm]}$$

De acuerdo al desarrollo anterior se concluye que el sistema de transmisión cumplirá con las especificaciones de velocidad tanto a la entrada como a la salida.

Se debe considerar que los engranes "D" y "E" que irán conectados directamente con el tornillo sin fin, serán de un paso diferente de los otros engranes que conforman el sistema de transmisión.

De tal manera que las especificaciones de las dimensiones de los engranes así como su número de dientes se muestran a continuación.

Engrane	Paso [dtes/pulg]	N [dtes]	Dx [pulg]
A	12	12	1.0
B	12	72	6.0
C	12	36	2.0
D	16	16	1.0
E	16	60	3.75

TABLA IV.4

En la siguiente tabla, se muestran las relaciones de engranes y los pasos diametrales que se pueden utilizar como otras opciones para conformar todo el tren de engranes que servirá para el desarrollo de la máquina embobinadora.

Engranes	Relación de Engranes	Engranes	Relación de Engranes
A : A'	1 : 1	F : G	1 : 1
A : B	1 : 3	H : I	1 : 1
A' : B	1 : 3	J : K	1 : 1
B : B'	1 : 1	F : H	1 : 1
B' : C	2 : 1	H : J	1 : 1
D : E	1 : 3.75		

TABLA IV.5

Recordando que al principio de ésta memoria de cálculo se especificó, que las características que se obtuvieran para los diferentes engranes de éste sistema, no éran únicas. En las tablas IV.6 y IV.7 se muestran diferentes alternativas para la selección de los mismos

USO Y MANEJO DE LAS TABLAS IV.6 y IV.7

TABLA TIPO

PASO	ENGRANES							
	DAIMETRO DE PASO / NUMERO DE DIENTES					16 [dtes/pulg]		
	A	A'	B	B'	C	D	E	

Todas las dimensiones de la tabla estan en sistema ingles

DESCRIPCION DE LAS TABLAS

(1) ENGRANES:

Este renglón involucra a todos los engranes que intervienen en la máquina embobinadora aérea excepto los engranes cónicos.

(2) PASO:

En la columna de paso se deberá elegir el tipo de paso que se desea para los engranes, desde "A" hasta "C"

(3) PASO= 16 [dtes/pulg]:

Esta sección es exclusivamente para los engranes "D" y "E" ya que de acuerdo con la memoria de cálculo, es conveniente que estos engranes sean de diferente paso a todos los anteriores.

(4) DIAMETRO DE PASO / NUMERO DE DIENTES:

En este renglón, lo que se representa para cada columna de engranes es:

(4A) Antes de la diagonal:

El diámetro de paso de cada engrane de la máquina.

(4B) Después de la diagonal:

El número de dientes de cada engrane de la máquina.

(5) ENGRANE "X":

En éste renglón se presentan todos los engranes que intervienen en el sistema de transmisión, excepto los engranes cónicos

Ejemplo de selección de los engranes que conformarán la máquina (no incluye engranes cónicos)

- 1.- Definir: si el tipo de engrane que se empleará es de paso fino o paso burdo.
 Si se elige paso burdo ver tabla IV.6.
 ó ver tabla IV.7 para paso fino
- 2.- Definir: el paso de los engranes a emplear
- 3.- Definir: el diámetro de paso de el engrane "A"
- 4.- Entrar a la tabla, con el paso seleccionado. (verticalmente)
- 5.- Una vez seleccionado el paso de los engranes entrar con el diámetro de paso del engrane "A". (horizontalmente)
- 6.- Siguiendo una línea horizontal se pueden leer los valores de diámetro de paso y el número de dientes para cada uno de los engranes.

De manera que los datos para el ejemplo pueden ser:

- 1.-Engranes de paso burdo.
- 2.-Paso de los engranes 16 [Dtes/pulg]
- 3.-Diámetro de paso del engrane "A"= 2.5 [pulgadas]

PASO	ENGRANES						
	DAIMETRO DE PASO / NUMERO DE DIENTES					PASO= 16dtes/pulg	
	A	A'	B	B'	C	D	E
16	2.5/40	2.5/40	7.5/120	7.5/120	3.75/60	1/16	3.75/60

Con los datos anteriores se visualiza la tabla IV.6 y se podrán leer los siguientes valores:

ENGRANES SELECCIONADOS

Engrane "A"

Paso = 16 [dtes/pulg]
Diámetro de paso = 2.5 [pulg]
Número de dientes = 40

Engrane "A'"

Paso = 16 [dtes/pulg]
Diámetro de paso = 2.5 [pulg]
Número de dientes = 40

Engrane "B"

Paso = 16 [dtes/pulg]
Diámetro de paso = 7.5 [pulg]
Número de dientes = 120

Engrane "B'"

Paso = 16 [dtes/pulg]
Diámetro de paso = 7.5 [pulg]
Número de dientes = 120

Engrane "C"

Paso = 16 [dientes/pulg]
Diámetro de paso = 3.75 [pulg]
Número de dientes = 60

Engrane "D"

Paso = 16 [dientes/pulgada]
Diámetro de paso = 1 [pulg]
Número de dientes = 16

Engrane "E"

Paso = 16 [dientes/pulg]
Diámetro de paso = 3.75 [pulg]
Número de dientes = 60.

ENGRANES DE PASO BURDO

ENGRANES RECTOS									
PASO	NUM DE DIENTES/DIAM. PASO						PASO-16		
	A	A'	B	B'	C	D		E	
4	1	4	3	12	1.5	6	19	3.75	60
	1.5	6	4.5	18	4.5	9	19	3.75	60
	2	8	6	24	6	12	19	3.75	60
	2.5	10	7.5	30	7.5	15	19	3.75	60
	3	12	9	36	9	18	19	3.75	60
	3.5	14	10.5	42	10.5	21	19	3.75	60
	4	16	12	48	12	24	19	3.75	60
	4	16	12	48	12	24	19	3.75	60
10	1	10	3	30	1.5	15	19	3.75	60
	1.5	15	4.5	45	4.5	23	19	3.75	60
	2	20	6	60	6	30	19	3.75	60
	2.5	25	7.5	75	7.5	38	19	3.75	60
	3	30	9	90	9	45	19	3.75	60
	3.5	35	10.5	105	10.5	53	19	3.75	60
	4	40	12	120	12	60	19	3.75	60
	4	40	12	120	12	60	19	3.75	60

ENGRANES RECTOS									
PASO	NUM DE DIENTES/DIAM. PASO						PASO-16		
	A	A'	B	B'	C	D		E	
4	1	12	3	36	1.5	18	19	3.75	60
	1.5	18	4.5	54	4.5	27	19	3.75	60
	2	24	6	72	6	36	19	3.75	60
	2.5	30	7.5	90	7.5	45	19	3.75	60
	3	36	9	108	9	54	19	3.75	60
	3.5	42	10.5	126	10.5	63	19	3.75	60
	4	48	12	144	12	72	19	3.75	60
	4	48	12	144	12	72	19	3.75	60
10	1	16	3	48	1.5	24	19	3.75	60
	1.5	24	4.5	72	4.5	36	19	3.75	60
	2	32	6	96	6	48	19	3.75	60
	2.5	40	7.5	120	7.5	60	19	3.75	60
	3	48	9	144	9	72	19	3.75	60
	3.5	56	10.5	168	10.5	84	19	3.75	60
	4	64	12	192	12	96	19	3.75	60
	4	64	12	192	12	96	19	3.75	60

TABLA IV.6

ENGRANES DE PASO FINO

ENGRANES RECTOS													
PASO	NUM DE DIENTES/DIAN. PASO					PASO-16							
	A	A'	B	B'	C	D	E						
20	1	20	1	20	3	60	3	60	1.5	30	1	3.75	60
	1.5	30	1.5	30	4.5	90	4.5	90	2.25	45	1	3.75	60
	2	40	2	40	6	120	6	120	3	60	1	3.75	60
	2.5	50	2.5	50	7.5	150	7.5	150	3.75	75	1	3.75	60
	3	60	3	60	9	180	9	180	4.5	90	1	3.75	60
	3.5	70	3.5	70	10.5	210	10.5	210	5.25	105	1	3.75	60
	4	80	4	80	12	240	12	240	6	120	1	3.75	60
	4	80	4	80	12	240	6	120	1	18	1	3.75	60
24	1	24	1	24	3	72	3	72	1.5	36	1	3.75	60
	1.5	36	1.5	36	4.5	108	4.5	108	2.25	54	1	3.75	60
	2	48	2	48	6	144	6	144	3	72	1	3.75	60
	2.5	60	2.5	60	7.5	180	7.5	180	3.75	90	1	3.75	60
	3	72	3	72	9	216	9	216	4.5	108	1	3.75	60
	3.5	84	3.5	84	10.5	252	10.5	252	5.25	126	1	3.75	60
	4	96	4	96	12	288	12	288	6	144	1	3.75	60
	4	96	4	96	12	288	6	144	1	18	1	3.75	60

ENGRANES RECTOS													
PASO	NUM DE DIENTES/DIAN. PASO					PASO-16							
	A	A'	B	B'	C	D	E						
32	1	32	1	32	3	96	3	96	1.5	48	1	3.75	60
	1.5	48	1.5	48	4.5	144	4.5	144	2.25	72	1	3.75	60
	2	64	2	64	6	192	6	192	3	96	1	3.75	60
	2.5	80	2.5	80	7.5	240	7.5	240	3.75	120	1	3.75	60
	3	96	3	96	9	288	9	288	4.5	144	1	3.75	60
	3.5	112	3.5	112	10.5	336	10.5	336	5.25	168	1	3.75	60
	4	128	4	128	12	384	12	384	6	192	1	3.75	60
	4	128	4	128	12	384	6	192	1	18	1	3.75	60
40	1	40	1	40	3	120	3	120	1.5	60	1	3.75	60
	1.5	60	1.5	60	4.5	180	4.5	180	2.25	90	1	3.75	60
	2	80	2	80	6	240	6	240	3	120	1	3.75	60
	2.5	100	2.5	100	7.5	300	7.5	300	3.75	150	1	3.75	60
	3	120	3	120	9	360	9	360	4.5	180	1	3.75	60
	3.5	140	3.5	140	10.5	420	10.5	420	5.25	210	1	3.75	60
	4	160	4	160	12	480	12	480	6	240	1	3.75	60
	4	160	4	160	12	480	6	240	1	18	1	3.75	60

TABLA IV.7

IV.4 SISTEMA DE ENBOBINADO

IV.4.1.- INTRODUCCION.

En la instalación de cable de fibra óptica en alambres de suspensión externa (cables de guarda, cables de energía, etc.) los métodos de instalación son:

a).- Instalación del cable por medio de grapas como herrajes.

Este método consiste en colocar al cable de fibra óptica en forma paralela al alambre exterior y fijarlo a él, por medio de herrajes o grapas espaciadas regularmente.

b).- Instalación embobinando el cable al alambre exterior.

El cable de fibra óptica se une a la guía externa por medio de un trenzado al alambre exterior, colocando al cable de fibra óptica en forma helicoidal teniendo como centro el alambre externo.

Las restricciones que se tienen en este tipo de instalación son las requeridas para el manejo de cables de fibra óptica.

- 1.- No exceder el radio de curvatura permisible según el tipo de armado del cable.
- 2.- La tensión del cable no debe exceder a la tensión permisible del Mailar,

elemento de soporte de tensión del los cables de fibras ópticas.

- 3.- Mantener un paso entre cresta y cresta de la helicoidal no mayor a 12", para evitar la elongación del cable de fibra óptica.

IV.4.2.- PRINCIPIO DE OPERACION.

El mecanismo de embobinado de la máquina de instalación de cable de fibra óptica en un alambre externo como guía es fundamental dado que este sistema en combinación con el mecanismo de balanceo de la máquina son los responsables del embobinado helicoidal del cable en el alambre externo, dado que ambos controlaran la tensión de embobinado, el paso entre cresta y cresta de las helicoidales y la tensión del cable embobinado.

El mecanismo de embobinado y balanceo de nuestra máquina instaladora será remolcado por el sistema de poleas motrices para que de esta forma se pueda efectuar el embobinado helicoidal que deberá cumplir con las siguientes restricciones.

- a).- El sistema de embobinado siempre deberá estar en equilibrio por medio del sistema de balanceo de la máquina para que se pueda Efectuar un momento y de esta forma el giro requerido para realizar la helicoidal.

b). La propulsión que recibe de la polea motriz se transmite al mecanismo de embobinado / balanceo por medio de una relación de engranes la cual deberá estar ajustada a un paso de 12" entre cresta y cresta del cable instalado.

Los elementos del mecanismo de embobinado son:

a).- Flecha Soporte del Carrete.

a.1 Flecha.

a.2 Perno para seguro del carrete.

a.3 Balero de rodamiento de la flecha.

a.4 Polea de freno para la flecha.

a.5 Brazo Guía.

b).- Cilindro cuerpo del mecanismo de embobinado y balanceo.

b.1 Chasis del cuerpo.

b.2 cilindro o cuerpo de embobinado.

IV.5 SISTEMA MOTRIZ

IV.5.1. INTRODUCCION.

En el diseño de nuestra máquina embobinadora, una parte muy importante es el sistema motriz, el cual, está formado en su parte esencial por un motor, un soporte, y todo el sistema de arrastre de la parte embobinadora.

El sistema motriz tiene como función, jalar a toda la máquina, para poder realizar el embobinado de cable de fibra óptica, sobre el cable de guarda de las líneas de alta tensión. Dicho sistema, para poder realizar su función, tendrá como restricción principal el que su peso no exceda los 30 [Kg]

IV.5.2. PRINCIPIO DE OPERACION

El sistema estará colocado en la parte delantera de la máquina embobinadora y servirá para jalar a la misma.

El sistema deberá tener un conjunto de elementos diseñados de tal forma que le permitan moverse de manera autónoma y que además se puedan interconectar con los otros sistemas, para lograr que todo el conjunto se desplace y así puedan realizar su función.

IV.5.3. ALTERNATIVAS DE SOLUCION.

Para que la máquina sea jalada por el sistema motriz, se contará con un motor que le proporcione la energía suficiente para su movimiento, considerando las siguientes alternativas:

IV.5.3.1 Utilizar motores eléctricos.

VENTAJAS:

- 1.- Bajo costo.
- 2.- Bajo costo de mantenimiento.
- 3.- Velocidad fija o variable.

DESVENTAJAS:

- 1.- Se requiere de un suministro constante de energía eléctrica de baja tensión, lo cual ocasionaría que tendríamos que tener un fuente de energía en el campo, lugar donde nos proponemos realizar nuestro embobinado.

IV.5.3.2 Utilizar motores de combustión interna.

IV.5.3.2.1 Utilizar motores de combustión interna sin accesorios.

VENTAJAS:

- 1.- Movimiento autónomo.

DESVENTAJAS:

- 1.- Requiere que se le adapten embrague, marcha y batería para su funcionamiento.
- 2.- Utiliza combustible que fácilmente se volatiliza.
- 3.- Mayor costo que el motor eléctrico.

IV.5.3.2.2 Utilizar motores de combustión interna con accesorios.

VENTAJAS:

- 1.- Movimiento autónomo.
- 2.- Cuenta con embrague marcha y batería integrados.

DESVENTAJAS:

- 1.- Utiliza combustible que fácilmente se volatiliza.
- 2.- Mayor costo que el motor eléctrico.
- 3.- Mayor costo que el motor de combustión interna sin accesorios.

IV.5.4 SELECCION DE LA MEJOR ALTERNATIVA

Por razones obvias, en este tipo de diseño, se requiere que el movimiento del sistema motriz sea autónomo, consideración sumamente importante, para la selección de la mejor alternativa, ya que realizamos el embobinado en zonas alejadas a poblaciones, de tal manera que el criterio para la selección, se basará fundamentalmente en la autonomía del movimiento y en el costo; por lo tanto, se selecciona como mejor alternativa el utilizar un motor de combustión interna sin accesorios.

IV.5.5. DESCRIPCION DEL SISTEMA MOTRIZ

Como ya hemos mencionado, nuestra selección fue un motor de combustión interna, que de acuerdo con la memoria de cálculo se determinó que fuera de 3 [h.p.], el cuál irá montado sobre un soporte tubular y deberá proporcionar la energía suficiente para jalar a la máquina embobinadora con una velocidad de 9.144 [m/min] a la salida(ver sistema de balanceo). Para lo cuál deberá contar con varios elementos como se muestran en la siguiente figura:

- 1.- Motor de combustión interna de 3 [h.p.]
- 2.- Cople de alta velocidad tamaño 3F
- 3.- Reductor de velocidad tamaño 301
- 4.- Cople de baja velocidad tamaño 4F
- 5.- Polea de aluainio
- 6.- Bnada de transmisión
- 7.- Polea de aluainio

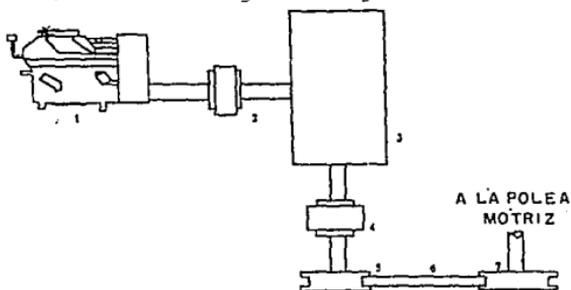


FIGURA IV.24

1.- Motor de combustión interna marca "WISCONSIN", con las siguientes características:

- Potencia 3 [H.P.] (ver memoria de cálculo).
- Peso aprox. 7 [Kg]
- R.P.M. 3600
- Capacidad del tanque 2.5 [lts.]
- Combustible gasolina
- Batería de 12 [volts]

2.- Cople de alta velocidad marca "FALK" modelo steel-flex tamaño 3F. (según: CATALOGO DE SELECCION DE COPLES FALK)

3.- Reductor tipo corona y sin fin marca "FRAN" tamaño 301 con las siguientes características (según: CATALOGO DE SELECCION DE REDUCTORES MARCA FRAN)

- Potencia de entrada 3.1 [h.p.]
- Potencia de salida 2.4 [h.p.]
- Relación de reducción 30:1
- RPM a la entrada 3600
- RPM a la salida 120

4.- Cople de baja velocidad marca "FALK" modelo steel-flex tamaño 4F (según: CATALOGO DE SELECCION DE COPLES FALK)

5.- Polea de aluminio con las siguientes características (según: CATALOGO DODGE)

- Dp= 2"
- Sección "B"
- De una ranura

6.- Banda de transmisión sin fin con las siguientes características (según: CATALOGO DODGE)

- Tipo "V"
- Longitud 21"
- Sección "B"

7.- Polea de aluminio con las siguientes características (según: CATALOGO DODGE)

- $D_p = 5.34"$
- Sección "B"
- Una ranura

Con los elementos antes descritos se garantizará que la velocidad con la que se moverá la máquina embobinadora aérea sobre el cable de guarda será la supuesta en el sistema de embobinado.

IV.5.6 MEMORIA DE CALCULO

Partiendo del hecho, de que todo el conjunto de embobinado deberá desplazarse sobre el cable de guarda de las torres de energía eléctrica de alta tensión y considerando, que dicho cable forma una curva (catenaria) la cuál tiene un ángulo máximo de 30° con respecto a la horizontal en su punto más crítico procederemos a la determinación de la potencia necesaria para hacer que la máquina cuyo peso es de aproximadamente 120 [kg], se desplace a lo largo de la curva que describe el cable de guarda entre torre y torre.

La potencia máxima requerida se presentara en el tramo de ascenso de la catenaria, como se muestra en la siguiente figura IV.25

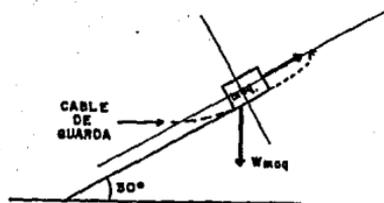


FIGURA IV.25

Puesto que se há determinado que la máquina permanecerá balanceada en todo momento durante el embobinado entre torre y torre, podemos considerar para fines de cálculo, que todo su peso estará concentrado en un punto.

Bajo la consideración anterior se puede establecer el siguiente sistema de fuerzas:

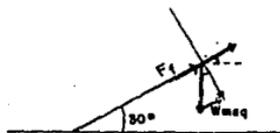


FIGURA IV.26

donde:

W = Peso de la máquina

F_f = Fuerza de fricción

Si descomponemos el peso de la máquina en sus componentes normal (F_N) y tangencial (F_T), tendremos:

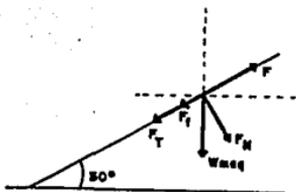


FIGURA IV.27

de la segunda ley de Newton se tiene:

$$F = m a$$

donde $m = 120$ [kg]

$$a = 9.81$$
 [m/seg²]

sustituyendo valores se tiene:

$$F = 1177.2$$
 [N]

de la figura anterior se desprende que:

$$F_T = F \cos \theta$$

$$F_N = F \sin \theta$$

donde: $\theta = 60^\circ$

sustituyendo valores se tiene:

$$F_T = 588.6$$
 [N]

$$F_N = 1019.5$$
 [N]

La máquina deberá vencer, tanto a la fuerza de fricción como a la fuerza tangencial, por lo que se tiene:

$$F = F_f + F_T \dots \dots \dots (1)$$

Sabemos que la fuerza de fricción es proporcional a la fuerza normal.

Considerando que el coeficiente de fricción entre los materiales involucrados es $\mu = 0.6$ (entre hule y acero), tenemos:

$$F_f = F_N(\mu)$$

sustituyendo valores se tiene:

$$F_f = 611.9 \text{ [N]}$$

de la ecuación (1) se tiene:

$$F = F_f + F_T$$

sustituyendo los valores de F_f y de F_T tenemos:

$$\underline{F = 1200.3 \text{ [N]}}$$

Como sabemos, la potencia esta dada por:

$$P = F V \dots \dots \dots (2)$$

donde:

$$F = \text{fuerza [N]}$$

$$V = \text{velocidad [m/seg]}$$

Recordando que, en el sistema de balanceo se determinó que la velocidad del conjunto de embobinado es de 9.144 [m/min] y sustituyendo valores tenemos:

por lo que la velocidad en [m/seg] será de 0.1524

sustituyendo valores en la ecuación (2) tenemos

$$P = (1200.3 \text{ [N]}) (0.1524 \text{ [m/seg]})$$

así que: $P = 182.93 \text{ [WATTS]}$

$$P = 0.244 \text{ [h.p.]}$$

Por lo tanto, la potencia necesaria para vencer la resistencia al movimiento en el tramo de ascenso sera de 0.244 [h.p.]

De lo anterior y considerando un factor de seguridad de 2, obtenemos la potencia requerida para garantizar el movimiento a todo lo largo del cable de guarda entre torre y torre.

Así que:

$$P = (2)(0.244) \text{ [h.p.]}$$

$$P = 0.488 \text{ [h.p.]} \approx 0.5 \text{ [h.p.]}$$

Por lo tanto se deberá usar un motor de 1/2 [h.p.]. Pero como los motores de combustión interna se fabrican desde 3 [h.p.] como mínimo, por lo que consideraremos en nuestra máquina un motor con ésta potencia, la cuál está muy sobrada.

NOTA: Se há considerado solo a los motores que se venden en el mercado nacional, aunque los proveedores de éste tipo de equipos nos hán informado que no tienen conocimiento de la existencia de motores de menor potencia.

IV.5.7 MECANISMO DE EMBRAGUE

IV.5.7.1 JUSTIFICACION

A la salida de la flecha del motor utilizado tendremos 3600 [rpm] y por medio del equipo de reducción seleccionado llegaremos a tener 45 [rpm] en la flecha de salida del mismo equipo, como se muestra en la figura IV.24. Sobre esta flecha irá colocada una polea, la cuál estará conectada por medio de una banda a otra polea que estará colocada sobre el cable de guarda y que será la encargada de proporcionar la tracción necesaria para mover a todo el conjunto de embobinado

Una vez montado todo el conjunto de embobinado sobre el cable de guarda, se deberá encender el motor, el cuál no deberá iniciar su desplazamiento hasta que se tengan todas la condiciones adecuadas para el embobinado. Por ésta razón es necesario que el motor cuente con un mecanismo de embrague, el cuál será accionado manualmente.

IV.5.7.2 DESCRIPCION

El mecanismo de embrague se ha diseñado, de tal forma que el motor pueda transmitir su movimiento con el simple accionar de una palanca (como se muestra en la figura IV.28)

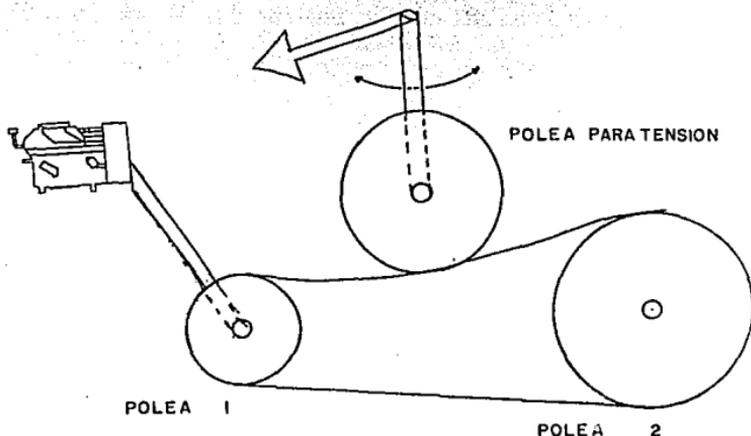


FIGURA IV.28

En la figura anterior se observa que entre las dos poleas se encuentra una banda para transmisión de movimiento.

Para que el movimiento sea transmitido desde la polea 1 hasta la polea 2, es necesario que la banda se encuentre tensada, para lo cual tendrá un mecanismo articulado que le permita tensar o no la banda en el momento que se requiera. Garantizando de ésta manera que cuando el motor éste encendido, todo el conjunto se desplace ó no de acuerdo a la posición del mecanismo de embrague.

CAPITULO V

ESTUDIO ECONOMICO

Habiendo concluido con el diseño del prototipo de una máquina para embobinar cable de fibra óptica en líneas de alta tensión, nos hemos dado cuenta que existe un mercado potencial por cubrir y que tecnológicamente no existe impedimento para llevar a cabo el proyecto.

Por lo anterior se desarrolla el siguiente estudio comparando los costos de una instalación efectuada con la tecnología actual y su equivalente utilizando la propuesta de esta tesis.

Enlace de las poblaciones de Tlaxcoapan - Tlahuelilpan (Hidalgo), para ser utilizado en la transmisión telefónica y televisión educativa a las zonas rurales de estas entidades.

**I.- PLAN DE PRECIOS ENLACE
TLAXCOAPAN -- TLAHUELILPAN (HIDALGO)
INSTALACION REALIZADA**

a).- OBRAS CIVILES (Instalacion Realizada)

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	Material Precio	Construccion Precio	Total
DUCTOS					
Suministro e instalacion de ducto de PVC en una via.	Mts.	2,496	87,772	48,104	135,876
POZOS					
Pozo de Empalme.	C/U	29	11,148	5,016	16,164
Pozo de Mano.	C/U	14	13,453	9,417	22,870
POSTES DE SEÑALAMIENTO					
Postes de señalamiento	C/U	562	76,707	8,380	85,087
ROTURA DE VIAS					
Via Asfaltada (5 cm.)	m2	5,083	0	36,164	36,164
Via de Concreto (10 cm.)	m2	160	0	19,321	19,321
RESTAURACION DE VIAS					
Via Asfaltada (5 cm.)	m2	5,083	0	36,164	36,164
Via de Concreto (10 cm.)	m2	160	0	1,932	1,932
RESTAURACION DE VIA/ACERA/CEPED					
Via Asfaltada (5 cm.)	m2	5,083	99,626	69,698	189,322
Via de Concreto (10 cm.)	m2	160	6,010	4,204	10,214
CRUCES DE VIAS Y LINEAS FERREAS					
Perforación e instalación de ductos de acero galvanizado.					
En calle	m2	16	2,822	1,364	4,186
Via Ferrea	m2	19	3,353	1,620	4,973
PERFORACION E INSTALACION DE DUCTOS DE PVC.					
Calle ducto PVC <= 10	m2	38	2,447	3,371	5,818
Calle ducto PVC <= 20	m2	179	11,305	15,570	26,875
Calle ducto PVC 10 = 20	m2	64	3,862	5,457	9,419

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	Material Precio	Construccion Precio	Total
TRINCHERAS/INSTALACION DE ACERO CON 3 SUB-DUCTOS BAJO CALLES E INSTALACION DE CABLE					
Calle ducto PVC <= 10	m2	26	953	690	1,643
Calle ducto PVC <= 20	m2	219	7,874	7,254	15,228
Calle ducto PVC 10 = 20	m2	116	4,091	3,819	7,910
CRUCE DE PUENTES CON DUCTOS DE PVC E INSTALACION DE CABLE					
Puente con ducto PVC <= 20	mla	501	36,888	22,793	59,681
Puente con ducto PVC 20 - 40	mla	377	27,213	16,813	44,026
Puente con ducto PVC 40 - 80	mla	735	52,013	32,137	84,150
Puente con ducto PVC 80 - 100	mla	610	42,319	26,140	68,459
Puente con ducto PVC 100 - 200	mla	884	58,763	36,318	95,081
CRUCE DE ALCANTARILLAS E INSTALACION CON CINTA DE PRECAUCION CABLE DE FIBRA OPTICA A UNA PROFUNDIDAD DE 0.8 --- 1 Mts.					
Alcantarilla, ancho 4 - 8 mts.	mts	73	1,617	3,822	5,439
Alcantarilla, ancho 8 - 12 mts.	mts	13	282	667	949
CRUCE DE ALCANTARILLAS E INSTALACION CON CINTA DE PRECAUCION CABLE DE FIBRA OPTICA A UNA PROFUNDIDAD DE 0.5 --- 1 Mts.					
Alcantarilla, ancho 4 - 8 mts.	mts	238	7,980	12,463	20,443
CRUCE DE ALCANTARILLAS E INSTALACION CON CINTA DE PRECAUCION CABLE DE FIBRA OPTICA A UNA PROFUNDIDAD DE 0.2 --- 0.5 Mts.					
Alcantarilla, ancho 4 - 8 mts.	mts	46	7,670	2,408	10,078
CONSTRUCCION DE ESTACION REPETIDORA	c/u	1	38,571	26,998	65,569

TOTAL >>>>>>>

1,063,241

b).- INSTALACION DE CABLE (InstalacionRealizada)

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	Material Precio	Construccion Precio	Total
INSTALACION DE CABLE SUBTERRANEO (DIRECTAMENTE ENTERRADO)					
Suelo Blando	mts	77,540	249,421	67,639	317,060
Suelo Duro	mts	1,112	4,841	1,455	6,396
TRINCHERA EN SUELO BLANDO E INSTALACION DE CABLE	mts	26,481	519,026	144,374	663,400
TRINCHERA EN SUELO DURO E INSTALACION DE CABLE	mts	1,115	29,513	6,839	36,452
TRINCHERA EN SUELO ROCOSO E INSTALACION DE CABLE	mts	1,073	45,220	20,240	65,460
INSTALACION DE 3 SUBDUCTOS, EN CANALIZACION EXISTENTE CON INSTALACION DEL CABLE	mts	17,800	207,767	56,286	264,053

TOTAL -----> 1,355,821

OBRAS CIVILES (INSTALACION REALIZADA)	1,063,241
INSTALACION DE CABLE (INSTALACION REALIZADA)	<u>1,355,821</u>
	2,419,062

I.- PLAN DE PRECIOS ENLACE
 TLAXCOAPAN -- TLAHUELILPAN (HIDALGO)
 INSTALACION PROPUESTA EMBOBINADO DE CABLE.

a).- OBRAS CIVILES (Requeridas)

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	Material Precio	Construccion Precio	Total
POZOS					
Pozo de Empalme.	C/U	29	11,148	5,018	16,164
Pozo de Mano.	C/U	14	13,453	9,417	22,870
ROTURA DE VIAS					
Via Asfaltada (5 cm.)	m2	2,000	0	14,229	14,229
RESTAURACION DE VIAS					
Via Asfaltada (5 cm.)	m2	2,000	0	14,229	14,229
Via Asfaltada (10 cm.)	m2	160	0	1,932	1,932
PERFORACION E INSTALACION DE DUCTOS DE PVC.					
Calle ducto PVC <= 10	m2	38	2,447	3,371	5,818
Calle ducto PVC <= 20	m2	179	11,305	15,570	26,875
Calle ducto PVC 10 = 20	m2	64	3,962	5,457	9,419
TRINCHERAS/INSTALACION DE ACERO CON 3 SUB-DUCTOS BAJO CALLES E INSTALACION DE CABLE					
Calle ducto PVC <= 10	m2	26	953	890	1,843
Calle ducto PVC <= 20	m2	219	7,874	7,354	15,228
Calle ducto PVC 10 = 20	m2	116	4,091	3,819	7,910
CRUCE DE ALCANTARILLAS E INSTALACION CON CINTA DE PRECAUCION CABLE DE FIBRA OPTICA A UNA PROFUNDIDAD DE 0.8 -- 1 Mts.					
Alcantarilla, ancho 4 - 8 mts.	mts.	73	1,617	3,822	5,439
Alcantarilla, ancho 8 - 12 mts.	mts.	13	282	667	949
CRUCE DE ALCANTARILLAS E INSTALACION CON CINTA DE PRECAUCION CABLE DE FIBRA OPTICA A UNA PROFUNDIDAD DE 0.5 -- 1 Mts.					
Alcantarilla, ancho 4 - 8 mts.	mts.	238	7,980	12,453	20,443
CRUCE DE ALCANTARILLAS E INSTALACION CON CINTA DE PRECAUCION CABLE DE FIBRA OPTICA A UNA PROFUNDIDAD DE 0.2 -- 0.5 Mts.					
Alcantarilla, ancho 4 - 8 mts.	mts.	46	7,670	2,408	10,078
CONSTRUCCION DE ESTACION REPETIDORA					
	c/u	1	38,571	26,998	65,569
TOTAL ----->					238,985

b).- INSTALACION DE CABLE (Requerida)

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	Material Precio	Construccion Precio	Total
INSTALACION DE CABLE EN EL ALAMBRE DE GUARDA EN LAS LINEAS DE ALTA TENSION.	mts	77,540	65,000	0	65,000
INSTALACION EN DUCTOS EXISTENTES	mts	10,000	60,000	0	60,000
INSTALACION DE 3 SUBDUCTOS, EN CANALIZACION EXISTENTE CON INSTALACION DEL CABLE	mts	17,800	207,767	56,286	264,053
TOTAL ----->					389,053

OBRAS CIVILES (COSTO ESTIMADO) 238,995

INSTALACION DE CABLE (COSTO ESTIMADO) 389,053

628,048

**PLAN DE PRECIOS ENLACE
TLAXCOAPAN -- TLAHUELILPAN (HIDALGO)
CUADRO COMPARATIVO DE AHORROS DEL PROYECTO**

	INST. ACTUAL	INST. PROPUESTO	AHORRO	%
OBRA CIVIL	1,063,241	238,995	824,246	77.52%
INSTALACION DEL CABLE	1,355,821	389,053	966,768	71.30%
GASTOS NO ESTIMADOS		20,000	(20,000)	
TOTAL	2,419,062	648,048	1,771,014	73.21%
TIEMPO DE INSTALACION	8 Meses	4 Meses	4 Meses	50.00%

REFERENCIA CROQUIS	DESCRIPCION DE LOS TRABAJO INSTALACION EFECTUADA
(A -- A')	<p>Canalización urbana con los siguientes trabajos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rotura de Vías. - Restauración de Vías. - Rotura de Acera / Césped. - Restauración de Acera y césped. - Cruce de Alcantarillas. - Perforación e Instalación de ductos. - Instalación de poliducto. - Instalación de Cable.
(A' -- B)	<p>Canalización suburbana con los siguientes trabajos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rotura de Vías. - Restauración de Vías. - Trinchera en suelo blando. - Pozos de Empalme. - Perforación e Instalación de ductos. - Instalación de poliducto. - Instalación de Cable subterráneo.
(B' -- C)	<p>Canalización suburbana con los siguientes trabajos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rotura de Vías. - Restauración de Vías. - Cruce de Carretera. - Trinchera en suelo blando. - Pozos de Empalme. - Perforación e Instalación de ductos. - Instalación de poliducto. - Instalación de Cable subterráneo.
(C' -- D)	<p>Canalización suburbana con los siguientes trabajos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rotura de Vías. - Restauración de Vías. - Cruce de Rio. - Trinchera en suelo blando. - Pozos de Empalme. - Perforación e Instalación de ductos. - Instalación de poliducto. - Instalación de Cable subterráneo.

REFERENCIA CROQUIS	DESCRIPCION DE LOS TRABAJO INSTALACION EFECTUADA
(D' -- E)	<p>Canalización suburbana con los siguientes trabajos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rotura de Vías. - Restauración de Vías. - Cruce de Carretera. - Trinchera en suelo blando. - Pozos de Empalme. - Perforación e Instalación de ductos. - Instalación de poliducto. - Instalación de Cable subterráneo.
(E' -- F)	<p>Canalización suburbana con los siguientes trabajos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rotura de Vías. - Restauración de Vías. - Cruce de Rio. - Trinchera en suelo blando. - Pozos de Empalme. - Perforación e Instalación de ductos. - Instalación de poliducto. - Instalación de Cable subterráneo.
(F' -- G)	<p>Canalización suburbana con los siguientes trabajos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rotura de Vías. - Restauración de Vías. - Trinchera en suelo blando. - Pozos de Empalme. - Perforación e Instalación de ductos. - Instalación de poliducto. - Instalación de Cable subterráneo.
(G' -- H)	<p>Canalización suburbana con los siguientes trabajos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rotura de Vías. - Restauración de Vías. - Cruce de Rio. - Trinchera en suelo blando. - Pozos de Empalme. - Perforación e Instalación de ductos. - Instalación de poliducto. - Instalación de Cable subterráneo.

REFERENCIA CROQUIS	DESCRIPCION DE LOS TRABAJO INSTALACION EFECTUADA
(H' -- I)	<p>Canalización suburbana con los siguientes trabajos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rotura de Vías. - Restauración de Vías. - Trinchera en suelo blando. - Pozos de Empalme. - Perforación e Instalación de ductos. - Instalación de poliducto. - Instalación de Cable subterráneo.
(I' -- J)	<p>Canalización suburbana con los siguientes trabajos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rotura de Vías. - Restauración de Vías. - Cruce de Río. - Trinchera en suelo blando. - Pozos de Empalme. - Perforación e Instalación de ductos. - Instalación de poliducto. - Instalación de Cable subterráneo.
(J' -- K)	<p>Canalización suburbana con los siguientes trabajos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rotura de Vías. - Restauración de Vías. - Trinchera en suelo blando. - Pozos de Empalme. - Perforación e Instalación de ductos. - Instalación de poliducto. - Instalación de Cable subterráneo.
(K' -- L)	<p>Canalización suburbana con los siguientes trabajos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rotura de Vías. - Restauración de Vías. - Trinchera en suelo blando. - Pozos de Empalme. - Perforación e Instalación de ductos. - Instalación de poliducto. - Instalación de Cable subterráneo.

REFERENCIA
CROQUIS

DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS
INSTALACION EFECTUADA

(L' -- M)

Canalización suburbana con los siguientes trabajos

- Rotura de Vías.
- Restauración de Vías.
- Cruce de Carreteras.
- Trinchera en suelo blando.
- Pozos de Empalme.
- Perforación e Instalación de ductos.
- Instalación de poliducto.
- Instalación de Cable subterráneo.
- Inician trabajos Canalización Urbana.

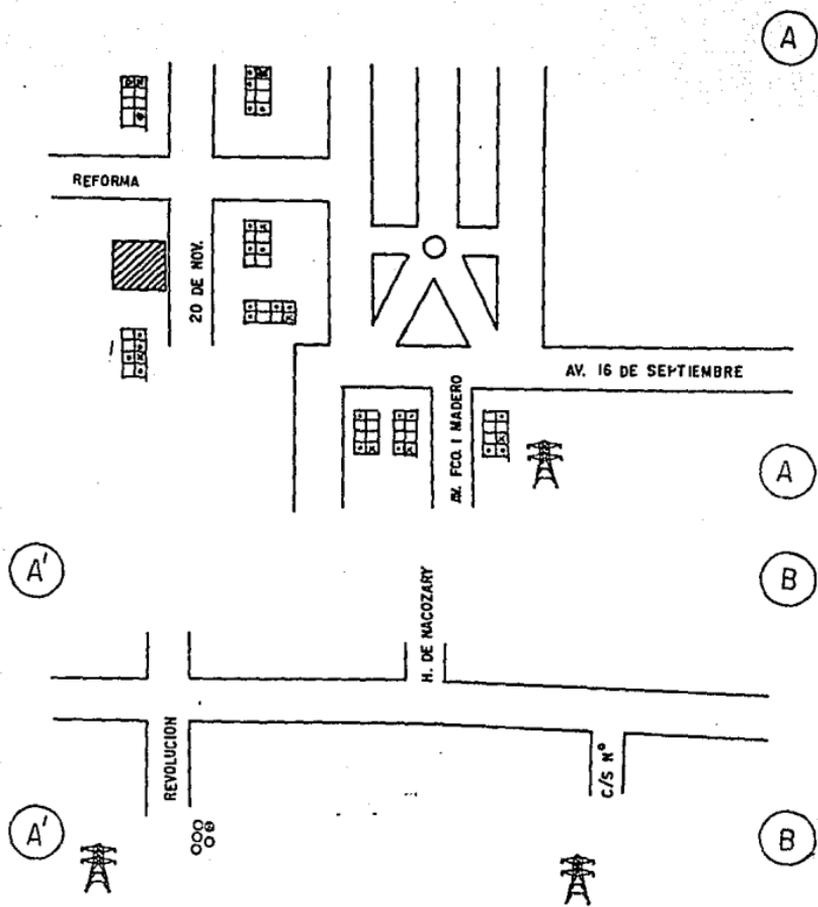
(M' --)

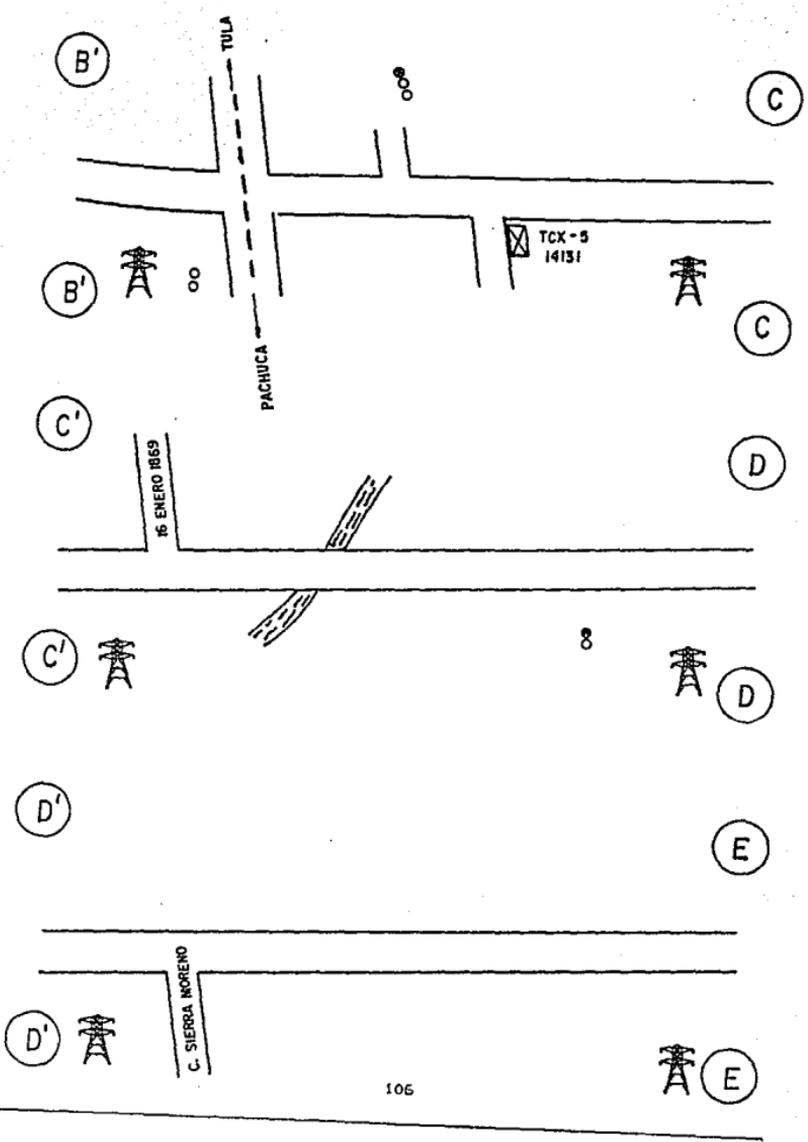
Canalización urbana con los siguientes trabajos

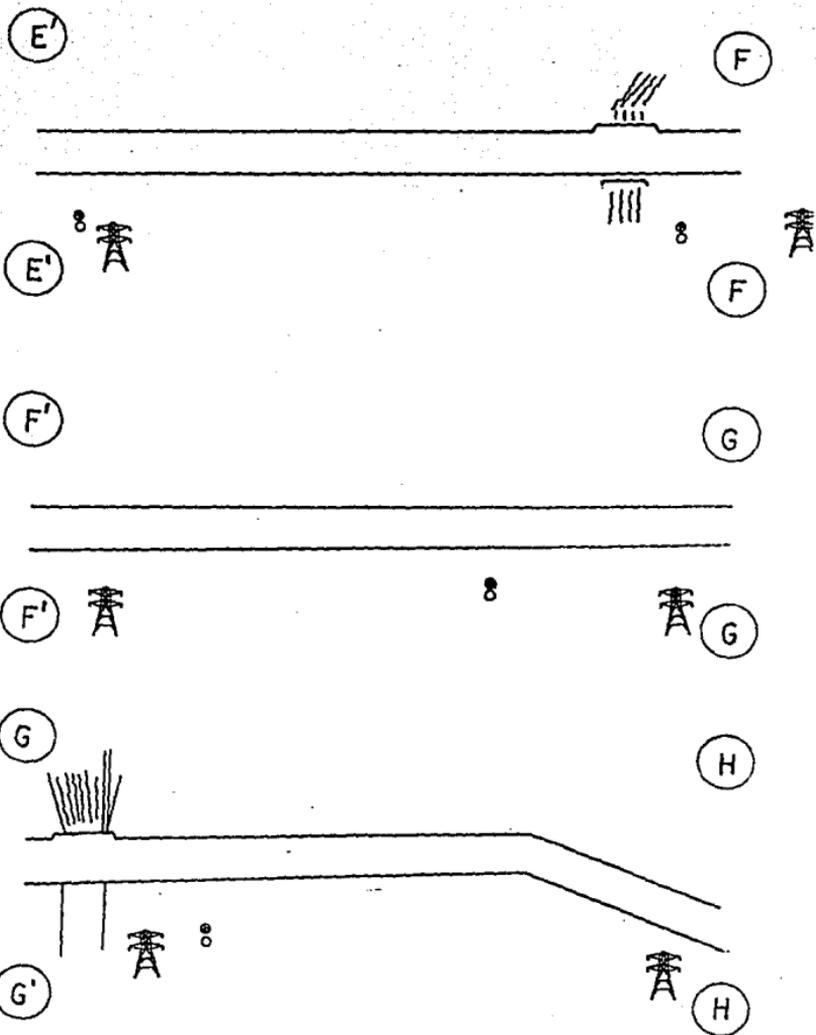
- Rotura de Vías.
- Restauración de Vías.
- Rotura de Acera / Césped.
- Restauración de Acera y Césped.
- Cruce de Alcantarillas.
- Perforación e Instalación de ductos.
- Instalación de poliducto.
- Instalación de Cable.

INSTALANDO EL CABLE EN LINEAS DE ALTA TENSION.

REFERENCIA CROQUIS	DESCRIPCION DE LOS TRABAJO INSTALACION PROPUESTA
(A -- A')	Canalización urbana con los siguientes trabajos <ul style="list-style-type: none"> - Rotura de Vías. - Restauración de Vías. - Rotura de Acera / Césped. - Restauración de Acera y césped. - Cruce de Alcantarillas. - Perforación e Instalación de ductos. - Instalación de poliducto. - Instalación de Cable.
(A' -- B)	Instalación suburbana con los siguientes trabajos <ul style="list-style-type: none"> - Instalación de Cable en líneas de alta tensión con MAQUINA EMOBINADORA. - Empalmes aéreos en cada torre. <ul style="list-style-type: none"> - Fijación del cable en las torres.
(B' -- C)	
(C' -- D)	
(D' -- E)	
(E' -- F)	
(F' -- G)	
(G' -- H)	
(H' -- I)	
(I' -- J)	
(J' -- K)	
(K' -- L)	
(L' -- M)	
(M' --)	Canalización urbana con los siguientes trabajos <ul style="list-style-type: none"> - Rotura de Vías. - Restauración de Vías. - Rotura de Acera / Césped. - Restauración de Acera y Césped. - Cruce de Alcantarillas. - Perforación e Instalación de ductos. - Instalación de poliducto. - Instalación de Cable.







(H')

(I)



(H')

(I)

(I')



(J)

(I')

(J)

(J')

(K)



(J')

K2C



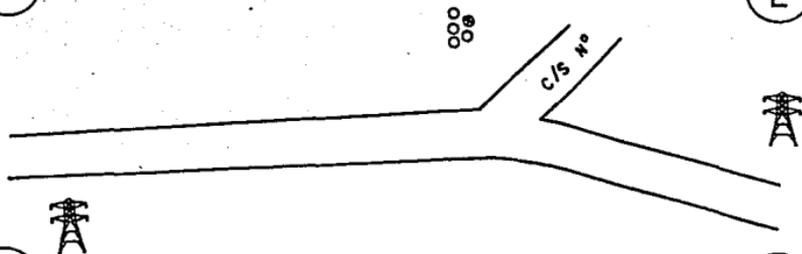
10B

(K)



(K)

(L)

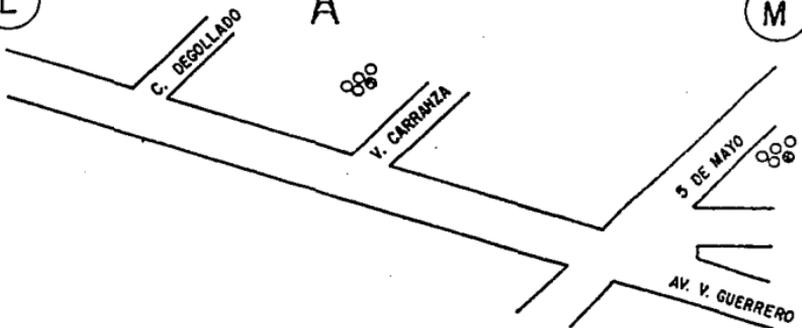


(K')

(L)

(L')

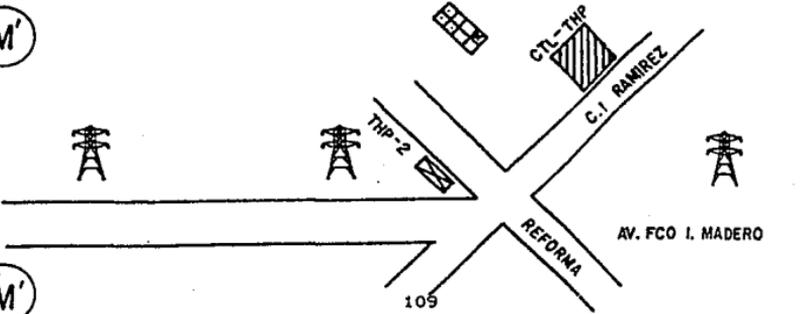
(M)



(L')

(M)

(M')



(M')

109

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

De todo el trabajo realizado en ésta tesis se concluye que la fabricación de la máquina embobinadora de cable de fibra óptica es posible y ofrecerá grandes beneficios a todas las comunidades del país; en el aspecto de comunicación ya que con ella se podrá agilizar la expansión de las redes de comunicación por medio de fibra óptica.

Esta máquina ofrecerá en el aspecto económico un gran ahorro con respecto a los métodos tradicionales de instalación de redes de fibra óptica

La fabricación de la máquina no requiere de una gran infraestructura ya que su diseño ha sido proyectado utilizando piezas las cuáles son fáciles de conseguir en el mercado nacional; con esto, lo que se logra es tener una máquina 100% nacional, evitando de alguna manera la dependencia tecnológica que se tiene en éste momento con éste tipo de equipos.

Después de realizar un análisis detallado de la viabilidad para la elaboración de una máquina embobinadora de cable de fibra óptica, llegamos a la conclusión de que ésta es factible; además de tener un gran número de ventajas realizando el embobinado sobre el cable de guarda de la líneas eléctricas de alta tensión.

Entre la ventajas encontramos:

Su costo: el cual es significativamente inferior a los costos de los métodos utilizados tradicionalmente.

El número de empleados en la colocación del cable disminuye considerablemente.

El costo de fabricación de la máquina es bastante accesible.

Lo más importante de esta tesis ha sido el abrir la posibilidad de poder colaborar para que nuestro país tenga una mejor comunicacion entre todos sus habitantes.

PLANOS DE FABRICACION

LISTA DE MATERIALES

MARCA	CANT	UNIDAD	DESCRIPCION	REFERENCIA
01	1	PZA	PLACA DE ACERO A-36 1/4" DE ESPESOR	E A F - 01
02	4	PZAS	PLACA DE ACERO A-36 1/4" DE ESPESOR	E A F - 01
03	13	PZAS	CALVICERAS WCL. SEAL MASTER MODELO "VF-B" FLECHA 1/2"	
04	2	PZAS	POLEA DE ALUMINIO CON RECUBRIMIENTO DE MULE VOLCANIZADO DE 1/8" DE ESPESOR	E A F - 08
05	4	PZAS	DISTANCIADORES DE BRONCE DIAM. EXT 1", INT 1/2" ESP. 1/4"	
06	6	PZAS	ENGRANE CONICO DP-1"; 16 DTES/PULGADA ESPESOR 1"	
07	2	PZAS	ENGRANE RECTO "K" DP-1"; 12 DTES/PULG. ESP. 1"	
08	1	PZA	FLECHA MOTRIZ	E A F - 07
09	2	PZAS	FLECHA "A"	E A F - 07
10	12	PZAS	ROBANA ESPECIAL DIAM. EXT 3/4", INT 1/2" ESP. 1/8"	
11	12	PZAS	TORNELLO N° B LCAS. 3/4" - 26 HILOS UNF	
12	12	PZAS	CILIN 3/4" X 5/16" X 5/16"	
13	1	PZA	FLECHA CONDUCTA	E A F - 01
14	1	PZA	PLACA DE ACERO A-36 1/4" DE ESPESOR	E A F - 02
15	1	PZA	ENGRANE RECTO "C" DP-2" 12 DTES/PULG. ESP. 1"	
16	1	PZA	ENGRANE RECTO "D" DP-1" 16 DTES/PULG. ESP. 1/2"	
17	1	PZA	FLECHA "D"	E A F - 01
18	1	PZA	TORNILLO SIN FIN	E A F - 03
19	1	PZA	ENGRANE RECTO "E" DP-3.75 16 DTES/PULG. ESP. 1/2"	

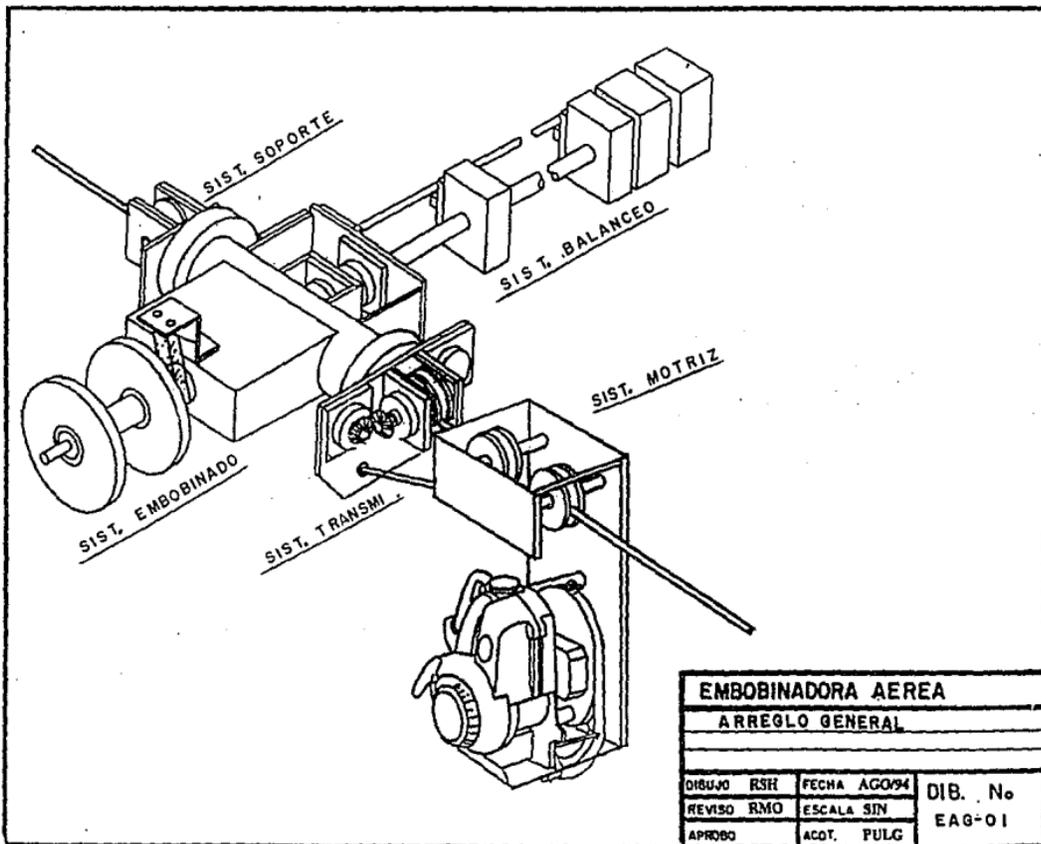
LISTA DE MATERIALES

MARCA	CANT	UNIDAD	DESCRIPCION	REFERENCIA
20	4	PZAS	PLACA ACERO A-36 DE 1/4" ESPESOR	E A F - 04
21	2	PZAS	PLACA ACERO A-36 DE 1/4" ESPESOR	E A F - 03
22	4	PZAS	PLACA ACERO A-36 DE 1/4" ESPESOR	E A F - 04
23	1	PZA	FLECHA "C"	E A F - 01
24	1	PZA	FLECHA PARA CARRETE	E A F - 11
25	1	PZA	BOBINA -	
26	2	PZAS	ENGRANE RECTO "M" DP-6" 12 DTES/PULG. ESP. 1"	
27	1	PZA	TUDO DE 3 1/4" DIAM NOMINAL CEB. 40	E A F - 05
28	3	PZAS	CONTRAPESO FIJO	
29	1	PZA	CONTRAPESO MOVIL	
30	1	PZA	PLACA DE ACERO A-36 DE 1/4" ESPESOR	
31	1	PZA	SOPORTE DE FRENO	E A F - 12
32	2	PZAS	PERNO DE TENSION 1/4" 28 HILOS UNF	E A F - 14
33	1	PZA	BANDA DE ASBESTO	
34	1	PZA	POLEA DE FRENADO EN ACERO COLORROLLED SAE 1018	E A F - 13

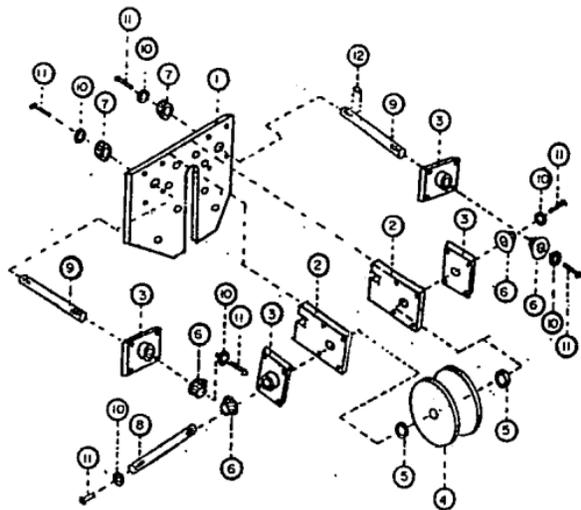
EMBOBINADORA AEREA

LISTA DE PARTES Y COMPONENTES

DIBUJO	RSH	FECHA	AGO/94	DIB. No EAL-01
REVISO	RMO	ESCALA	SIN	
APROBO		ACOT.	SIN	



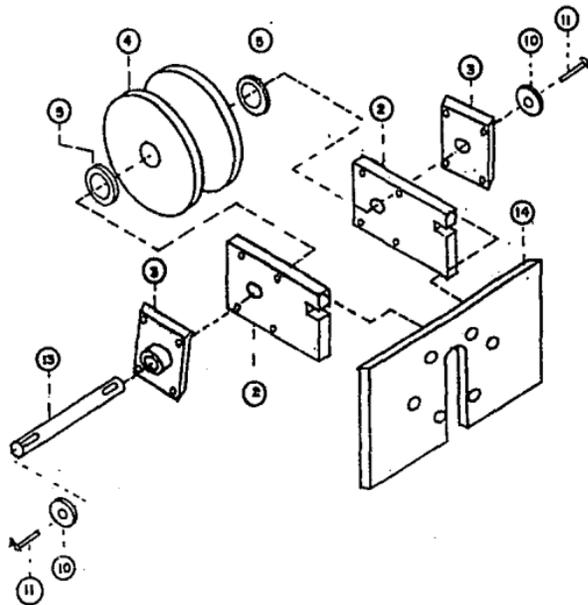
EMBOBINADORA AEREA			
ARREGLO GENERAL			
DIBUJO	ESH	FECHA	AGO/94
REVISO	RMO	ESCALA	SIN
APROBO	ACOT.	FULG	
			DIB. No
			EAG-01



EMBOBINADORA AEREA

SOPORTE DELANTERO

DIBUJO	RSH	FECHA	AGO/94	DIB. N° EAE-01
REVISO	RMO	ESCALA	SIN	
APROBO		ACOT.	PULG.	



EMBOBINADORA AEREA

SOPORTE TRASERO

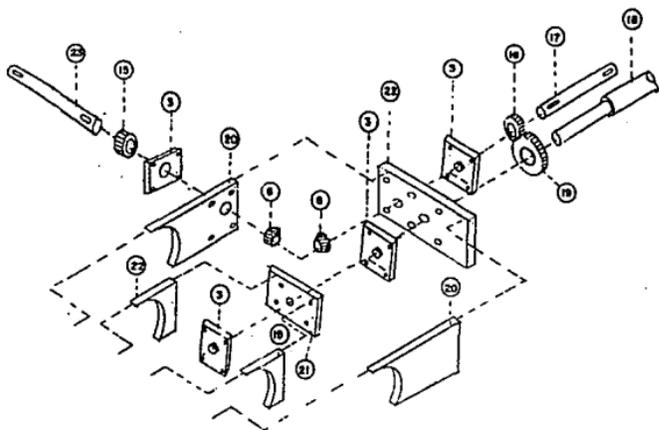
DIBUJO RSH FECHA AGO/54

DIB. N.º

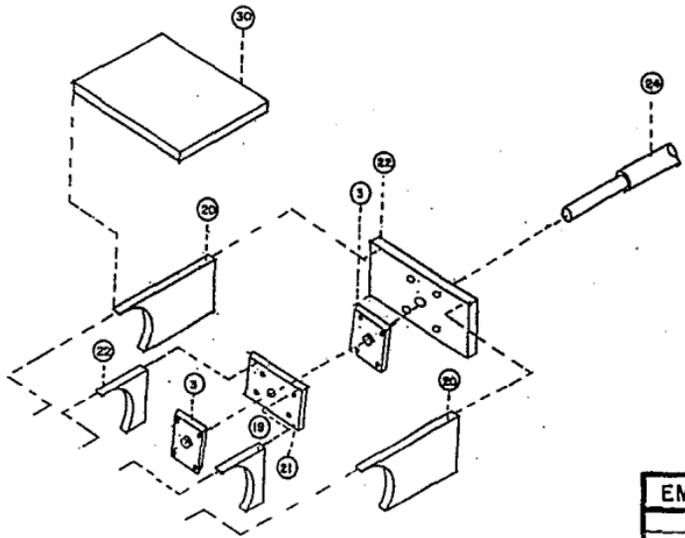
REVISO RMO ESCALA SIN

EAE-02

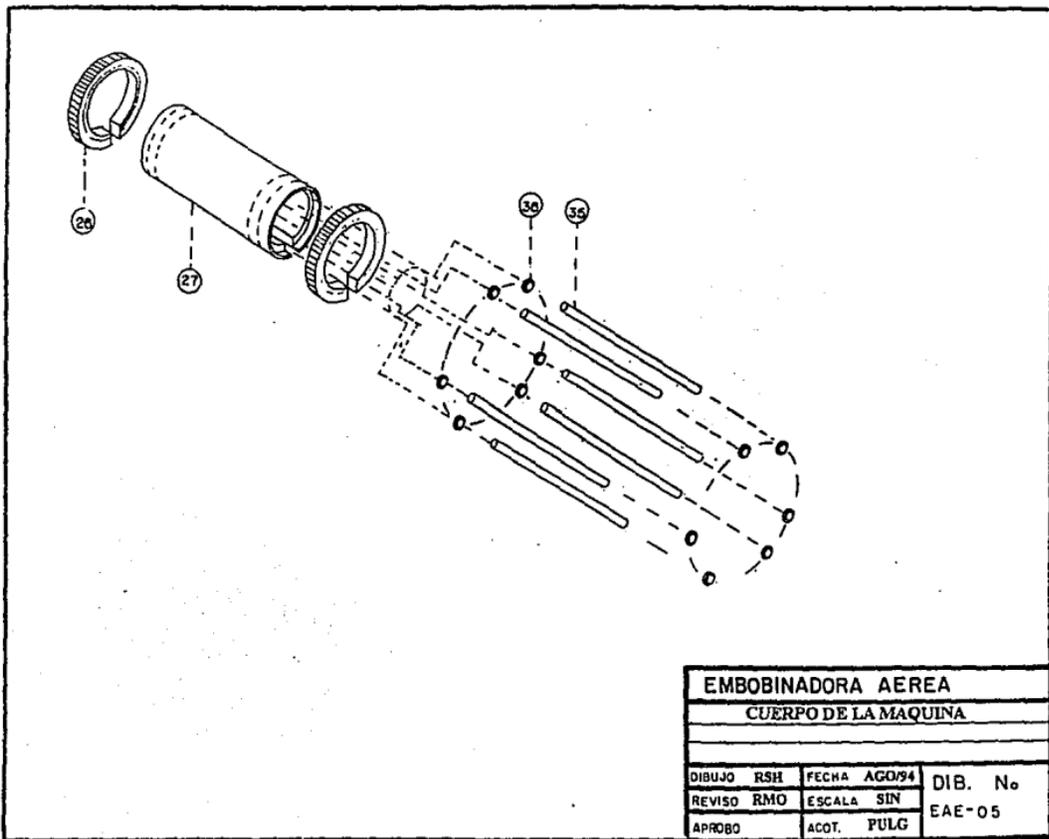
APROBO ACOT. PULG.



EMBOBINADORA AEREA			
SOPORTE PARA TORNILLO SIN FIN			
DIBUJO	RSH	FECHA	AGO/94
REVISO	RMO	ESCALA	SIN
APROBO		ACOT.	PULG
			DIB. No
			EAE-03



EMBOBINADORA AEREA			
SOPORTE PARA CARRETE			
DIBUJO	RSH	FECHA	AGO/94
REVISO	RMO	ESCALA	SIN
APROBO	ACOT.	PULG	
			DIB. No
			EAE-04



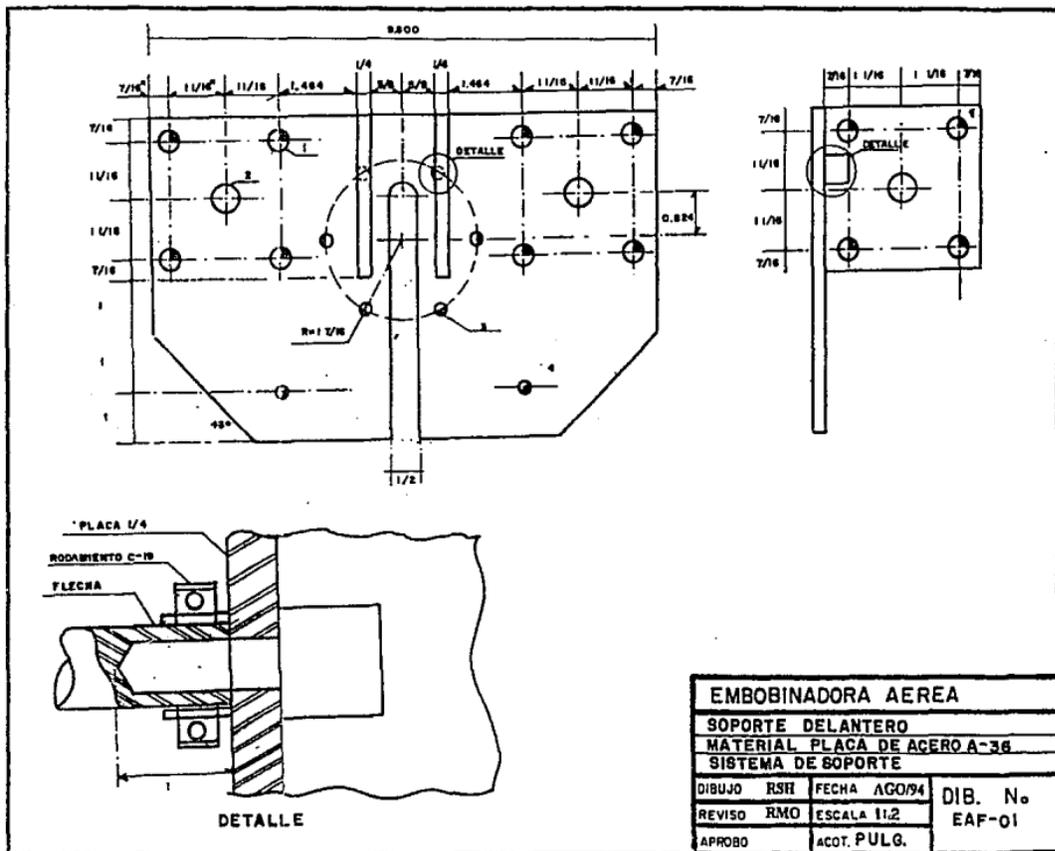
EMBOBINADORA AEREA			
CUERPO DE LA MAQUINA			
DIBUJO	RSH	FECHA	AGO/54
REVISO	RMO	ESCALA	SIN
APROBO	ACOT.	PULG	
			DIB. No
			EAE-05

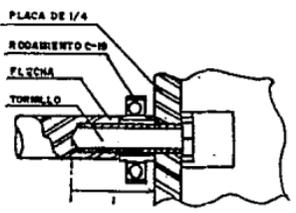
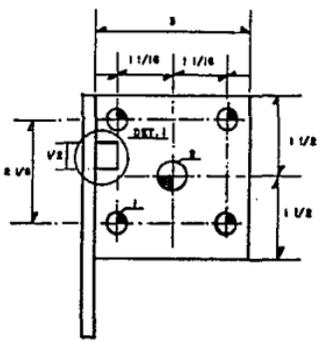
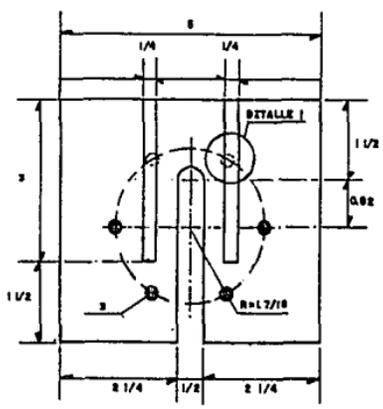
SIMBOLOGIA		
REFERENCIA	SIMBOLO	DESCRIPCION
1		AGUJERO PASADO DE 3/8" DE DIAMETRO
2		AGUJERO PASADO DE 0.520" DE DIAMETRO
3		BARRENO ROSCADO DE 1/4" - 28 HILOS UNF
4		BARRENO ROSCADO DE 3/8" - 10 HILOS UNF
5		AGUJERO PASADO DE 7/16" DE DIAMETRO
6		AGUJERO PASADO DE 1/4" DE DIAMETRO
7		AGUJERO PASADO DE 3/16" DE DIAMETRO

NOTAS :

- 1 TOLERANCIAS EN DECIMALES $\pm 0.005''$
- 2 TOLERANCIAS EN FRACCIONES $\pm 0.010''$
- 3 TOLERANCIAS EN DIAMETRO EXTERIOR DE FLECHAS $\begin{matrix} + 0.000'' \\ - 0.005'' \end{matrix}$
- 4 TOLERANCIAS EN DIAMETRO INTERIOR DE ENGRANES $\begin{matrix} + 0.005'' \\ - 0.000'' \end{matrix}$

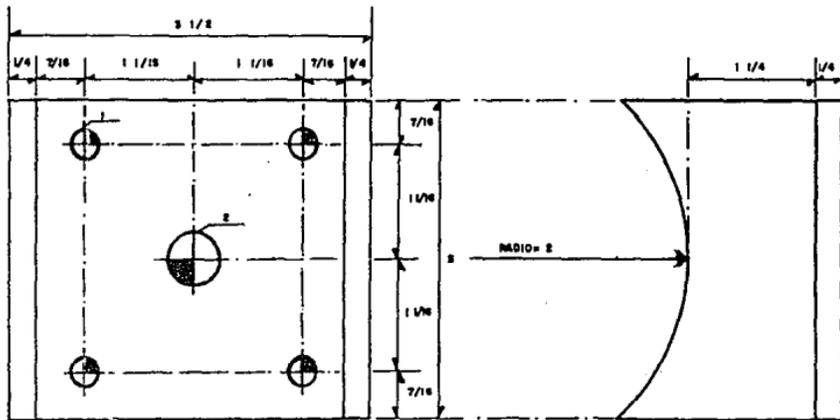
EMBOBINADORA AEREA			
SIMBOLOGIA			
DIBUJO	RSH	FECHA	ACO/94
REVISO	RMO	ESCALA	SIN
APROBO	ACOT.	SIN	
			DIB. No
			EAS-01



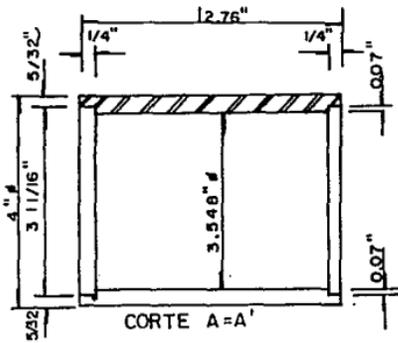
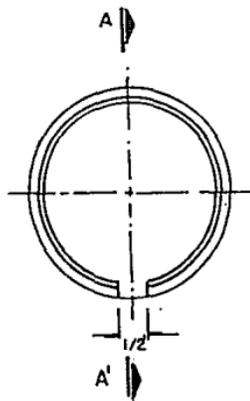


DETALLE 1

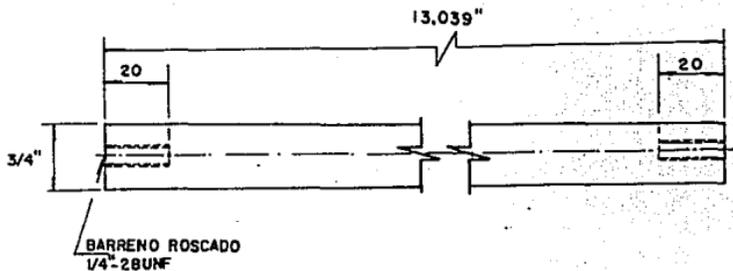
EMBOBINADORA AEREA			
SOPORTE POSTERIOR			
MATERIAL PLACA DE ACERO A 36 1/4			
SISTEMA DE SOPORTE			
DIBUJO RSR	FECHA AGO/94	DIB. No EAF-02	
REVISO RMO	ESCALA 1:2		
APROBO	ACOT. PULG.		



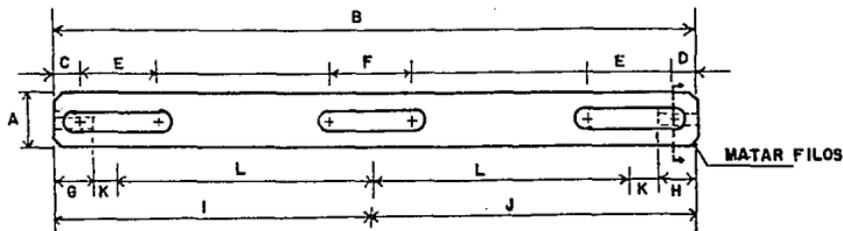
EMBOBINADORA AEREA		
SOPORTE POSTERIOR(LATERAL INT.)		
MATERIAL ACERO A36 1/4 DE ESP.		
SISTEMA DE BALANCEO		
DES.: RSH.	FECHA: AGO/94	DIB. No.
REV: RMO	ESC: 1:1	EAF-03
APR:	ACOT.: PULG	



EMBOBINADORA AEREA		
CUERPO DE LA MAQUINA		
MATERIAL TUBO DE 3 1/2" NOM. CED, 40		
SISTEMA DE SOPORTE		
DIBUJO	RSH	FECHA AGO/94
REVISO	RMO	ESCALA SIN
APROBO	ACOT. PULG.	DIB. No. EAF-05



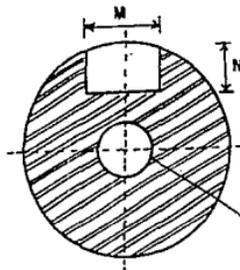
EMBOBINADORA AEREA			
BARRA DEL SOPORTE			
MATERIAL ACERO 1018			
SISTEMA DE SOPORTE			
DIBUJO	RSH	FECHA	AGO/94
REVISO	RMO	ESCALA	SIN
APROBO		ACOT.	PULG.
			DIB. No
			EAf-06



FLECHAS

DIMENSIONES

NOMBRE	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
ESTRIZ	0.5	6.8	7/32	7/32	13/16	13/16	9/16	9/16	3.4	3.4	1/16	2.78	3/16	3/32
CONDUCTORA	0.5	3.9				13/16			1.95	1.95			3/16	
"A"	0.5	3 29/32	7/32	7/32	13/16		9/16	9/16	1 61/64	1 61/64	1/16	1.23	3/16	3/32
"C"	0.5	3 27/64	1/8	1/8	32/32			9/16	1.71	1.71		1.23	3/16	3/32
"B"	0.5	3 29/64	3/25	7/32	17/32			9/16	1.71	1.71		1.23	3/16	3/32
"N"	0.5	6.8	7/32		13/16	13/16	9/16		3.4	3.4		2.78	3/16	3/32



BARREND ROSCADO DEL NUMERO 8

36 HILOS - UNF

EMBOBINADORA AEREA

FLECHA

MATERIAL ACERO 1045

SISTEMAS DE TRANSMISION Y SOPORTE

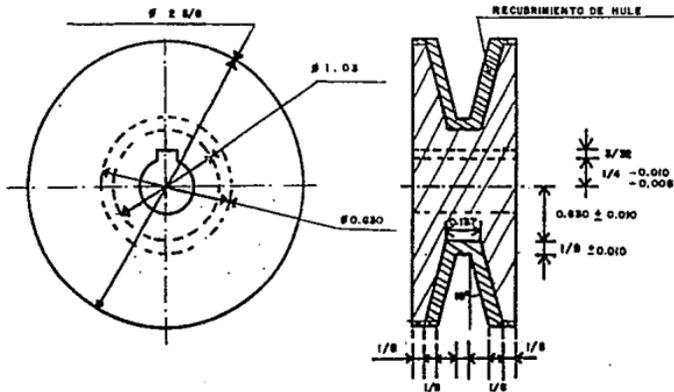
DIBUJO RSH FECHA AGO/94

DIB. No

REVISO RMO ESCALA SEN

EAF-07

APROBO ACOT. PULG.



EMBOBINADORA AEREA

POLEA

MATERIAL: ALUMINIO CON RECURRIMIENTO
 DE HULE VULCANIZADO LISODE 1/4" ESPESO
 SISTEMA DESORTE

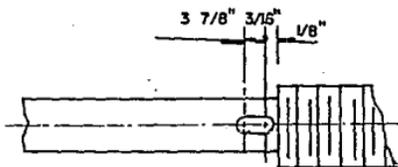
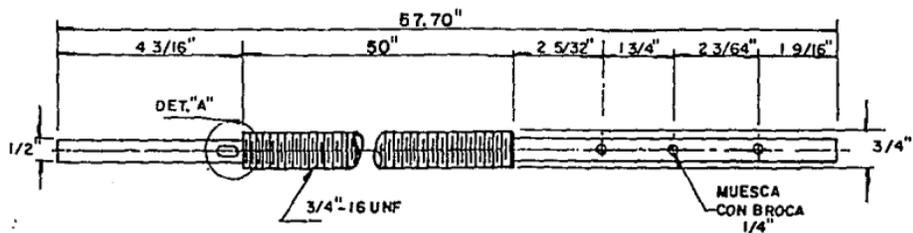
DB.: RSH FEC: AG074

DIB. No.

REV: RMO ESC: 1:1

EAF-08

APR.: ACOT.: PULG



DETALLE "A"

EMBOBINADORA AEREA

TORNILLO SIN FIN

MATERIAL ACERO SAE 1045

SISTEMA DE BALANCEO

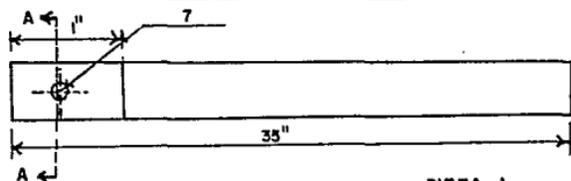
DIBUJO RSH FECHA AGO/94

REVISO RMO ESCALA 1:25

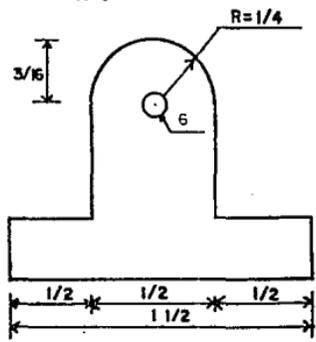
APROBO ACOY. PULG.

DIB. No.

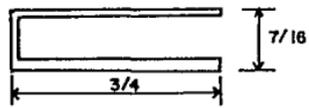
EA F-09



PIEZA 1

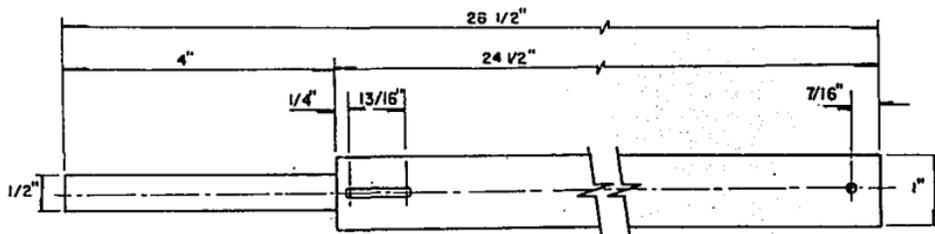


PIEZA 2

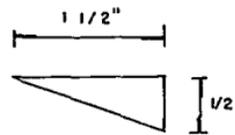
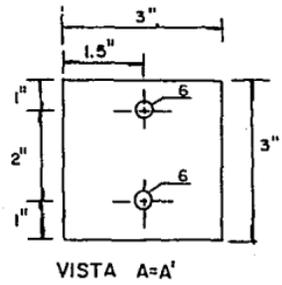
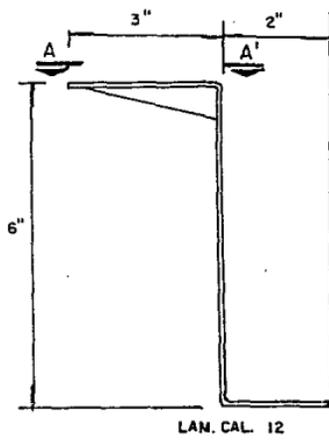


CORTE A-A

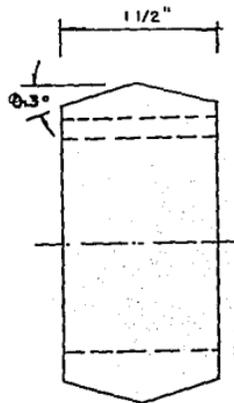
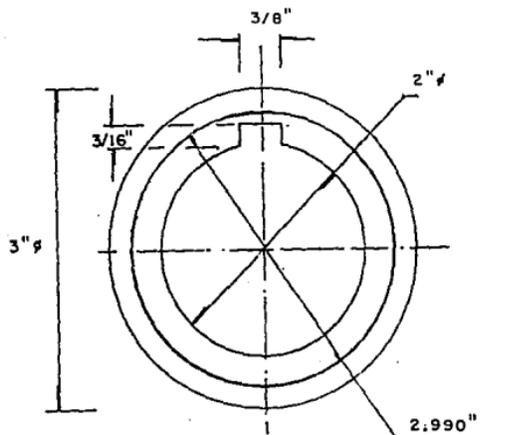
EMBOBINADORA AEREA		
BARRA ARTICULADA		
MAT. PZA 1 Ac. SAE 1018 PZA 2 LAM. CAL. 12		
SISTEMA DE BALANCEO		
DIBUJO RSH	FECHA AGO/94	DIB. No
REVISO RMO	ESCALA INDIC.	EAF-10
APROBO	ACOT. PULG.	



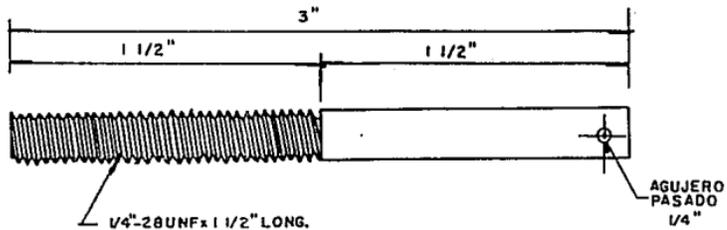
EMBOBINADORA AEREA			
FLECHA DEL CARRETE			
MATERIAL ACERO SAE 1045			
SISTEMA DE EMBOBINADO			
DIBUJO	RSH	FECHA	AGO/94
REVISO	RMO	ESCALA	1:3.35
APROBO		ACOT.	PULG
			DIB. No
			EAF-II



EMBOBINADORA AEREA			
SOPORTE DE FRENO			
MATERIAL LAMINA CAL. 12			
SISTEMA DE EMBOBINADO			
DIBUJO	RSH	FECHA	AGO/94
REVISO	RMO	ESCALA	1:2
APROBO	ACOT. PULG		
			DIB. No.
			EAF-12



EMBOBINADORA AEREA		
POLEA DE FRENO		
MATERIAL ACERO 1018		
SISTEMA DE EMBOBINADO		
DIBUJO RSH	FECHA AGO/94	DIB. No EAF-13
REVISO RMO	ESCALA 1:10	
APROBO	ACOT. PULQ.	



EMBOBINADORA AEREA			
PERNO DE TENSION			
MATERIAL ACERO SAE 1018			
SISTEMA DE EMBOBINADO			
DIBUJO	RSII	FECHA	ACO/94
REVISO	RMO	ESCALA	2:1
APROBO		ACOT.	PULG.
			DIB. No
			EAf-14

**APENDICE DE PARTES
COMERCIALES**

STOCK CLASSICAL V-DRIVE SELECTION Using Standard Motor Speeds

Step 1—Determine Service Factor. Refer to Typical Service Factors, Table 12. Locate type of Driven and Driver equipment. (If an idler is used, increase the factor by value indicated.) Correct factor is determined by 1. The extent and frequency of peak loads. 2. Number of operating hours/year, broken down in average/hour/day of continuous service. 3. Proper service category (Intermittent, Normal or Continuous). Select the one closest to the application conditions.

Step 2—Compute Design HP. Multiply normal running hp required on nameplate rating by service factor obtained in Step 1.

Step 3—Choose Belt Section. Using Table 11, below, read up from design hp figure obtained in Step 2 and over from the rpm of faster shaft. This intersection indicates belt section.

Step 4—Select the Drive. a. Using belt section from Step 3, refer to Stock Drive Selection Tables beginning on page D4-34, 35. Under appropriate driver speed column find Driven RPM nearest to the desired speed. To the right note HP per Belt. Read left for Driver/Driven Shaft Information. If driver is an electric motor be sure motor shaft diameter is not less than shown in Table 13, c). Read out opposite page and find figure nearest the required center distance. Note Arc-Length Correction Factor (in the shaded row below the C.D. figure, d). Read to the top of the table for the belt size, e). To determine number of belts, multiply the HP per Belt value by the Arc-Length Correction Factor. This is the corrected hp/belt. Divide design hp by corrected hp/belt to determine number of belts required.

NOTE: Good practice dictates that shaft and bushing system (or alternate shaft mounting method) be verified for adequate rating. See section D1 for bushing torque ratings, page D10-48 for example procedure.

EXAMPLE OF SELECTION

Select a classical drive for a continuous duty 3 cylinder compressor, with a 2½" shaft, to run at about 275 rpm, driven by 30HP, 1160rpm square gear electric motor with a 2" shaft. Desired center distance is approximately 35".

Step 1—Service factor from Table 12 is 1.4.

Step 2—Design HP = 1.4 × 30 = 42 hp

Step 3—A Groveton belt is shown in Table 11 when reading to the right of 1160 rpm and up from 42 design hp.

Step 4—Turn to C-Stock Drive Selection Tables beginning on page D4-52. Under 1160 RPM Driven, read down to find 275 rpm. The nearest appears as 274 on page D4-56. Note hp/belt as 14.57 for all Sealed Life II belts and Polyand belts over 116" and 17.38 for all Dyna-Cog II and Polyand under 116". Also note sprockets listed as a B.5 Driver, 36.0 Driven. Table 13 shows driver is not undersize. Reading to opposite page the C.D. figure of 35.9 is closest to 35". Top of table shows belt size as C144.

The hp/belt for Sealed-Life II is 14.57. This value × .95 factor = 13.84 correct hp/belt. 42 hp ÷ 13.84 = 3.03. Going to the right whole number the drive requires 4 Sealed-Life II belts. Center to center operating distance is 35.9 in. min. Orders: 1. Groveton C144 Sealed-Life II Belts, 2. 1" groove C16 Taper-Lock Sheave, 3. 1½" bore 2.51" Sprockets, 4. 1" and groove C36 Taper-Lock Sheave, 5. 1-2½" bore 35.9" bushing. (The steps above may be used to give a Dyna-Cog II drive with higher hp ratings. This drive is only used in groves and will be more compact. The drawback to use Sealed Life II, Dyna-Cog II or Polyand belts involves economic, interchangeability, etc.)

Table 12—Typical Service Factors

Driven Machine Types	Driver Types					
	AC Motors: Normal Torque, Square-Cap. Inverter, Soft-Start	DC Motors: Square Wave Inverters, Permanent Magnet, Brushless	AC Motors: High Torque, High Sals. Repulsion-Induction, Single Phase, Series Wound, Ind. Prot. Lap-Wound or Single Cylinder Internal Combustion	DC Motors: Series Wound, Compound Wound, Lap-Wound or Single Cylinder Internal Combustion	DC Motors: High Torque, High Sals. Repulsion-Induction, Single Phase, Series Wound, Ind. Prot. Lap-Wound or Single Cylinder Internal Combustion	DC Motors: Series Wound, Compound Wound, Lap-Wound or Single Cylinder Internal Combustion
Intermittent Service	Normal Service	Continuous Service	Intermittent Service	Normal Service	Continuous Service	
None	None	None	None	None	None	
1.0	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3	
1.1	1.2	1.3	1.2	1.3	1.4	
1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6	
1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.8	
1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	2.0	
1.0	1.0	1.4	1.0	1.0	1.4	
2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	

* Apply indicated service factor to continuous motor engine rating. Contact ICI for a maximum service factor of 1.3 when applying to maximum engine rating.

† As indicated concerning a Drive Motor, it is recommended that drives be designed using a service factor of 2.0 on the HP rating of the motor.

TABLE 11—CLASSICAL CROSS SECTION SELECTION CHART

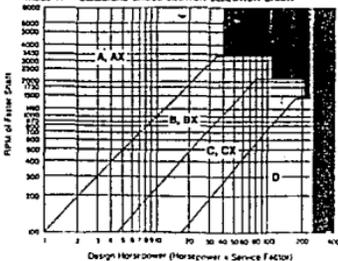


Table 13—Min. Recommended Classical Groove Sheave Diameters for Drives Using Electric Motors

Motor RPM	Motor Horsepower																		
	A, B, C, D	1	1½	2	3	5	7½	10	15	20	25	30	40	50	60	75	100	125	
875	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6
1160	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6
1740	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6
3590	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6

Note: As per IECMA Standard MG1-14-42, in areas where diameters are not listed, consult motor manufacturer.

STOCK CLASSICAL V-DRIVE SELECTION For Speeds Other Than Standard Motor Speeds and Speed-Up Drives

For Speeds Other Than Standard Motor Speeds:

Step 1—Determine Speed Ratio
($\frac{\text{Desired RPM}}{\text{Driver RPM}}$)

Step 2—Consult Design HP. Multiply normal running hp required or nameplate rating by service factor from Table 12.

Step 3—Determine Allowable Diameter of Driver Shafts @ 4500 rpm:

$$D \text{ (d.)} = \frac{6500}{\text{rpm}}$$

Step 4—Select Basic Cross Section, Using Table 11, read up from design hp figure obtained in Step 2 and over from the type of taper shaft. This intersection indicates belt section.

Step 5—Select Drive. Using the belt section from Step 4, make a tentative selection from Stock Drive Selection Tables. (Note that several choices are available by the ratio obtained from Step 1. Other choices take the ratio very close produce a functional drive. For the most economical drive, select shafts with the fewest number of grooves and/or smaller diameters). Read on to opposite page and find figure nearest the required center distance. The Arc-Length Correction Factor is listed in the shaded row below the C.D. figure. Read to the top of the table for the belt size.

Step 6—Size the Drive. From Basic HP Tables beginning on page D4-62, locate hp rating at intersection of rpm row and small shaft column. To this, add the "addition of hp" figure based on drive ratio. This becomes the rated hp. Multiply this sum by the arc-length correction factor noted in Step 5. This becomes the corrected hp per belt. To find required number of belts $\frac{\text{Design HP}}{\text{Corrected HP/Belt}}$.

NOTE: Good practice dictates that shaft and bushing system for alternate shaft mounting method be verified for adequate rating. See section D3 for bushing torque ratings, D10-48 for example procedure.

EXAMPLE OF SELECTION

A 1/4-hp is needed for a 15 HP, 2000 rpm gasoline engine, with a 1 1/2" shaft, requires a reducer on a shaft conveyor. 2% reducer input shaft rpm at 1215 rpm. Service is intermittent. Center distance is 30".

Step 1—Speed Ratio = $\frac{2000}{1215} = 1.62$

Step 2—Service Factor = 1.1 = Design HP = $15 \times 1.1 = 16.5$

Step 3—Driver Shafts Max. Dia. = $\frac{6500}{2000} = 3.25$ D = 3.24

Step 4—Belt Cross Section = Table 11 indicates A, AL.

Step 5—Turn to A, AL Stock Drive Selection Tables beginning on page D4-58. Find the 1.52 Ratio obtained in the Step 1 calculations. The most economical drive shows a 4.6 Drive, 7.0 Drive Shaft. The C.D. nearest 30" is 36.5. The correction factor from the C.D. figure is a 1.01. Top of table shows a 3.00 belt.

Refer to Basic HP Tables on page D4-62. From the 2000 rpm of the basic shaft row and down from the 4.6 small shaft; 4.97 hp/belt plus an additional hp of .45 in the 1.52 drive 1.99 into column. The sum = 5.42 hp/belt x 1.07 arc length correction factor = 5.8 hp/belt. Number of belts = $\frac{16.5}{5.8} = 2.84$ or 3 belts.

Order 1—3 grooves A4.6 Taper-Lock Shafts, 1-1/4" bore 1610 bushing, 1-3 grooves A7.0 shafts, 1-2 1/4" bore 2517 bushing, 3—A00 Sealed-Life B belts.

Example of an "A" Speed-Up Drive

A 1.0 HP 3450 rpm AC motor with a 1 1/2" shaft is to drive a high speed blower @ 4975 rpm. The blower shaft is 1 1/4", center distance 24" and equivalent run 24 feet/ft.

- Service Factor from Table 12 is 1.2.
- Design HP = $10 \times 1.2 = 12$ hp.
- Speed Ratio = $\frac{4975}{3450} = 1.44$
- In Stock Drive Table, under 1.44 ratio, shafts are listed as 3.8 Drive/5.2 Drive. Do is 4 and do drive the 3.8 shafts become the Drives, the 5.2 Drives. The opposite page of the table shows the C3 and center distance as 23.7 with an arc length correction factor of .96. Belt shafts at top of table is 4.60.
- From Basic HP Tables @ 3000 rpm = 14.70 x 1.028 = 3.20, 5.20 x .96 (arc correction factor) = 4.99 corrected HP/belt.
- Number of Belts = $\left(\frac{\text{Design HP}}{\text{Corrected HP/Belt}} \right) = \frac{12}{4.99} = 2.4$ or 3 belts
- Order 1—3 grooves A5.2 Taper-Lock Shafts, 1-1/4" bore 2517 bushing, 1-3 grooves A3.8 Taper-Lock Shafts, 1-1 1/4" bore 1610 bushing, 3—A00 Sealed-Life B belts.

NOTE: To determine required belt length when center distance and groove pitch diameters are known, use the following formula:

$$L = 2c + 1.57(D + d) + \frac{(D - d)^2}{4c}$$

Table 14—Classical Belt Length Correction Factors

Pitch Length	Pitch Length	Factor	Pitch Length	Factor	Pitch Length	Factor	Pitch Length	Factor	
A belts	A Belts (Cont.)	B Belts (Cont.)	B Belts (Cont.)	C Belts (Cont.)	C Belts (Cont.)	D Belts	D Belts	E Belts	
13.3	68	7.7	107	41.8	87	174.8	107	315.9	118
16.1	71	8.1	111	43.0	90	179.8	108	320.9	119
17.7	71	7.9	111	43.0	87	174.8	107	315.9	118
19.3	73	8.3	114	44.2	90	179.8	109	325.9	121
19.3	73	8.1	114	44.2	87	174.8	107	315.9	118
21.9	73	8.1	114	44.2	87	174.8	107	315.9	118
21.9	73	8.3	114	44.2	90	179.8	109	325.9	121
22.5	77	8.5	117	45.4	93	184.8	111	335.9	124
24.1	78	8.9	120	46.6	96	189.8	113	345.9	127
25.7	79	8.7	119	46.1	93	184.8	111	335.9	124
26.3	82	8.9	122	46.6	96	189.8	113	345.9	127
27.9	81	8.9	122	46.6	93	184.8	111	335.9	124
28.5	81	9.1	123	47.1	96	189.8	113	345.9	127
29.1	82	9.1	123	47.1	93	184.8	111	335.9	124
30.7	84	9.3	126	47.6	96	189.8	113	345.9	127
31.3	83	9.3	126	47.6	93	184.8	111	335.9	124
32.9	84	9.4	127	48.1	96	189.8	113	345.9	127
33.5	84	9.6	127	48.1	93	184.8	111	335.9	124
34.1	85	9.5	127	48.1	96	189.8	113	345.9	127
35.7	86	9.7	128	48.6	93	184.8	111	335.9	124
36.3	87	9.6	128	48.6	96	189.8	113	345.9	127
37.9	87	9.8	128	48.6	93	184.8	111	335.9	124
38.5	87	10.1	128	49.1	96	189.8	113	345.9	127
40.1	88	10.3	130	49.6	93	184.8	111	335.9	124
40.7	88	10.3	130	49.6	96	189.8	113	345.9	127
42.3	89	10.5	131	50.1	93	184.8	111	335.9	124
42.9	89	10.5	131	50.1	96	189.8	113	345.9	127
44.5	90	10.7	133	50.6	93	184.8	111	335.9	124
45.1	90	10.7	133	50.6	96	189.8	113	345.9	127
46.7	91	10.9	135	51.1	93	184.8	111	335.9	124
47.3	91	10.9	135	51.1	96	189.8	113	345.9	127
48.9	92	11.1	137	51.6	93	184.8	111	335.9	124
49.5	92	11.1	137	51.6	96	189.8	113	345.9	127
51.1	93	11.3	139	52.1	93	184.8	111	335.9	124
51.7	93	11.3	139	52.1	96	189.8	113	345.9	127
53.3	94	11.5	141	52.6	93	184.8	111	335.9	124
53.9	94	11.5	141	52.6	96	189.8	113	345.9	127
55.5	95	11.7	143	53.1	93	184.8	111	335.9	124
56.1	95	11.7	143	53.1	96	189.8	113	345.9	127
57.7	96	11.9	145	53.6	93	184.8	111	335.9	124
58.3	96	11.9	145	53.6	96	189.8	113	345.9	127
60.9	97	12.1	147	54.1	93	184.8	111	335.9	124
61.5	97	12.1	147	54.1	96	189.8	113	345.9	127
63.1	98	12.3	149	54.6	93	184.8	111	335.9	124
63.7	98	12.3	149	54.6	96	189.8	113	345.9	127
65.3	99	12.5	151	55.1	93	184.8	111	335.9	124
65.9	99	12.5	151	55.1	96	189.8	113	345.9	127
67.5	100	12.7	153	55.6	93	184.8	111	335.9	124
68.1	100	12.7	153	55.6	96	189.8	113	345.9	127
69.7	101	12.9	155	56.1	93	184.8	111	335.9	124
70.3	101	12.9	155	56.1	96	189.8	113	345.9	127
71.9	102	13.1	157	56.6	93	184.8	111	335.9	124
72.5	102	13.1	157	56.6	96	189.8	113	345.9	127
74.1	103	13.3	159	57.1	93	184.8	111	335.9	124
74.7	103	13.3	159	57.1	96	189.8	113	345.9	127
76.3	104	13.5	161	57.6	93	184.8	111	335.9	124
76.9	104	13.5	161	57.6	96	189.8	113	345.9	127

Table 15—Arc Correction Factors

D.d.c	Approx. Arc of Contact on Small Wheel	Factor	D.d.c	Approx. Arc of Contact on Small Wheel	Factor
0.0	180	1.00	80	127	.87
10	174	.99	90	127	.85
20	168	.98	100	127	.82
30	162	.96	110	127	.80
40	156	.94	120	127	.77
50	151	.91	130	127	.75
60	146	.88	140	127	.73
70	142	.87	150	127	.71

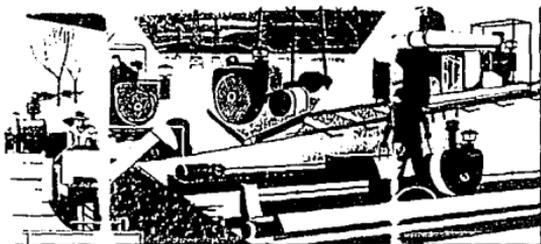
D = Dia of large shaft

d = Dia of small shaft

c = Center distance

Classical B All Sealed Life II and Polyband Over 116" **Classical BX** Dyna Cog II and Polyband Under 116" **STOCK DRIVE SELECTIONS**

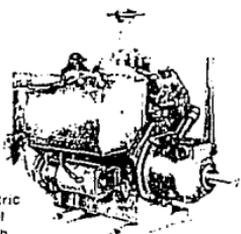
Lead Code	Pitch	Diam	No. of Gears	3000 RPM Gear		1750 RPM Gear		1160 RPM Gear		Belt Number & Approx. Center Distance (See Page 4)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
				HP per Belt	HP per Shaft	HP per Belt	HP per Shaft	HP per Belt	HP per Shaft	B.E.	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1.42	1.5	8.5	1.0	1.0	2.42	1.37	1.51	2.21	2.45	1.05	1.17	1.29	1.41	1.53	1.65	1.77	1.89	2.01	2.13	2.25	2.37	2.49	2.61	2.73	2.85	2.97	3.09	3.21	3.33	3.45	3.57	3.69	3.81	3.93	4.05	4.17	4.29	4.41	4.53	4.65	4.77	4.89	5.01	5.13	5.25	5.37	5.49	5.61	5.73	5.85	5.97	6.09	6.21	6.33	6.45	6.57	6.69	6.81	6.93	7.05	7.17	7.29	7.41	7.53	7.65	7.77	7.89	8.01	8.13	8.25	8.37	8.49	8.61	8.73	8.85	8.97	9.09	9.21	9.33	9.45	9.57	9.69	9.81	9.93	10.05	10.17	10.29	10.41	10.53	10.65	10.77	10.89	11.01	11.13	11.25	11.37	11.49	11.61	11.73	11.85	11.97	12.09	12.21	12.33	12.45	12.57	12.69	12.81	12.93	13.05	13.17	13.29	13.41	13.53	13.65	13.77	13.89	14.01	14.13	14.25	14.37	14.49	14.61	14.73	14.85	14.97	15.09	15.21	15.33	15.45	15.57	15.69	15.81	15.93	16.05	16.17	16.29	16.41	16.53	16.65	16.77	16.89	17.01	17.13	17.25	17.37	17.49	17.61	17.73	17.85	17.97	18.09	18.21	18.33	18.45	18.57	18.69	18.81	18.93	19.05	19.17	19.29	19.41	19.53	19.65	19.77	19.89	20.01	20.13	20.25	20.37	20.49	20.61	20.73	20.85	20.97	21.09	21.21	21.33	21.45	21.57	21.69	21.81	21.93	22.05	22.17	22.29	22.41	22.53	22.65	22.77	22.89	23.01	23.13	23.25	23.37	23.49	23.61	23.73	23.85	23.97	24.09	24.21	24.33	24.45	24.57	24.69	24.81	24.93	25.05	25.17	25.29	25.41	25.53	25.65	25.77	25.89	26.01	26.13	26.25	26.37	26.49	26.61	26.73	26.85	26.97	27.09	27.21	27.33	27.45	27.57	27.69	27.81	27.93	28.05	28.17	28.29	28.41	28.53	28.65	28.77	28.89	29.01	29.13	29.25	29.37	29.49	29.61	29.73	29.85	29.97	30.09	30.21	30.33	30.45	30.57	30.69	30.81	30.93	31.05	31.17	31.29	31.41	31.53	31.65	31.77	31.89	32.01	32.13	32.25	32.37	32.49	32.61	32.73	32.85	32.97	33.09	33.21	33.33	33.45	33.57	33.69	33.81	33.93	34.05	34.17	34.29	34.41	34.53	34.65	34.77	34.89	35.01	35.13	35.25	35.37	35.49	35.61	35.73	35.85	35.97	36.09	36.21	36.33	36.45	36.57	36.69	36.81	36.93	37.05	37.17	37.29	37.41	37.53	37.65	37.77	37.89	38.01	38.13	38.25	38.37	38.49	38.61	38.73	38.85	38.97	39.09	39.21	39.33	39.45	39.57	39.69	39.81	39.93	40.05	40.17	40.29	40.41	40.53	40.65	40.77	40.89	41.01	41.13	41.25	41.37	41.49	41.61	41.73	41.85	41.97	42.09	42.21	42.33	42.45	42.57	42.69	42.81	42.93	43.05	43.17	43.29	43.41	43.53	43.65	43.77	43.89	44.01	44.13	44.25	44.37	44.49	44.61	44.73	44.85	44.97	45.09	45.21	45.33	45.45	45.57	45.69	45.81	45.93	46.05	46.17	46.29	46.41	46.53	46.65	46.77	46.89	47.01	47.13	47.25	47.37	47.49	47.61	47.73	47.85	47.97	48.09	48.21	48.33	48.45	48.57	48.69	48.81	48.93	49.05	49.17	49.29	49.41	49.53	49.65	49.77	49.89	50.01	50.13	50.25	50.37	50.49	50.61	50.73	50.85	50.97	51.09	51.21	51.33	51.45	51.57	51.69	51.81	51.93	52.05	52.17	52.29	52.41	52.53	52.65	52.77	52.89	53.01	53.13	53.25	53.37	53.49	53.61	53.73	53.85	53.97	54.09	54.21	54.33	54.45	54.57	54.69	54.81	54.93	55.05	55.17	55.29	55.41	55.53	55.65	55.77	55.89	56.01	56.13	56.25	56.37	56.49	56.61	56.73	56.85	56.97	57.09	57.21	57.33	57.45	57.57	57.69	57.81	57.93	58.05	58.17	58.29	58.41	58.53	58.65	58.77	58.89	59.01	59.13	59.25	59.37	59.49	59.61	59.73	59.85	59.97	60.09	60.21	60.33	60.45	60.57	60.69	60.81	60.93	61.05	61.17	61.29	61.41	61.53	61.65	61.77	61.89	62.01	62.13	62.25	62.37	62.49	62.61	62.73	62.85	62.97	63.09	63.21	63.33	63.45	63.57	63.69	63.81	63.93	64.05	64.17	64.29	64.41	64.53	64.65	64.77	64.89	65.01	65.13	65.25	65.37	65.49	65.61	65.73	65.85	65.97	66.09	66.21	66.33	66.45	66.57	66.69	66.81	66.93	67.05	67.17	67.29	67.41	67.53	67.65	67.77	67.89	68.01	68.13	68.25	68.37	68.49	68.61	68.73	68.85	68.97	69.09	69.21	69.33	69.45	69.57	69.69	69.81	69.93	70.05	70.17	70.29	70.41	70.53	70.65	70.77	70.89	71.01	71.13	71.25	71.37	71.49	71.61	71.73	71.85	71.97	72.09	72.21	72.33	72.45	72.57	72.69	72.81	72.93	73.05	73.17	73.29	73.41	73.53	73.65	73.77	73.89	74.01	74.13	74.25	74.37	74.49	74.61	74.73	74.85	74.97	75.09	75.21	75.33	75.45	75.57	75.69	75.81	75.93	76.05	76.17	76.29	76.41	76.53	76.65	76.77	76.89	77.01	77.13	77.25	77.37	77.49	77.61	77.73	77.85	77.97	78.09	78.21	78.33	78.45	78.57	78.69	78.81	78.93	79.05	79.17	79.29	79.41	79.53	79.65	79.77	79.89	80.01	80.13	80.25	80.37	80.49	80.61	80.73	80.85	80.97	81.09	81.21	81.33	81.45	81.57	81.69	81.81	81.93	82.05	82.17	82.29	82.41	82.53	82.65	82.77	82.89	83.01	83.13	83.25	83.37	83.49	83.61	83.73	83.85	83.97	84.09	84.21	84.33	84.45	84.57	84.69	84.81	84.93	85.05	85.17	85.29	85.41	85.53	85.65	85.77	85.89	86.01	86.13	86.25	86.37	86.49	86.61	86.73	86.85	86.97	87.09	87.21	87.33	87.45	87.57	87.69	87.81	87.93	88.05	88.17	88.29	88.41	88.53	88.65	88.77	88.89	89.01	89.13	89.25	89.37	89.49	89.61	89.73	89.85	89.97	90.09	90.21	90.33	90.45	90.57	90.69	90.81	90.93	91.05	91.17	91.29	91.41	91.53	91.65	91.77	91.89	92.01	92.13	92.25	92.37	92.49	92.61	92.73	92.85	92.97	93.09	93.21	93.33	93.45	93.57	93.69	93.81	93.93	94.05	94.17	94.29	94.41	94.53	94.65	94.77	94.89	95.01	95.13	95.25	95.37	95.49	95.61	95.73	95.85	95.97	96.09	96.21	96.33	96.45	96.57	96.69	96.81	96.93	97.05	97.17	97.29	97.41	97.53	97.65	97.77	97.89	98.01	98.13	98.25	98.37	98.49	98.61	98.73	98.85	98.97	99.09	99.21	99.33	99.45	99.57	99.69	99.81	99.93	100.05	100.17	100.29	100.41	100.53	100.65	100.77	100.89	101.01	101.13	101.25	101.37	101.49	101.61	101.73	101.85	101.97	102.09	102.21	102.33	102.45	102.57	102.69	102.81	102.93	103.05	103.17	103.29	103.41	103.53	103.65	103.77	103.89	104.01	104.13	104.25	104.37	104.49	104.61	104.73	104.85	104.97	105.09	105.21	105.33	105.45	105.57	105.69	105.81	105.93	106.05	106.17	106.29	106.41	106.53	106.65	106.77	106.89	107.01	107.13	107.25	107.37	107.49	107.61	107.73	107.85	107.97	108.09	108.21	108.33	108.45	108.57	108.69	108.81	108.93	109.05	109.17	109.29	109.41	109.53	109.65	109.77	109.89	110.01	110.13	110.25	110.37	110.49	110.61	110.73	110.85	110.97	111.09	111.21	111.33	111.45	111.57	111.69	111.81	111.93	112.05	112.17	112.29	112.41	112.53	112.65	112.77	112.89	113.01	113.13	113.25	113.37	113.49	113.61	113.73	113.85	113.97	114.09	114.21	114.33	114.45	114.57	114.69	114.81	114.93	115.05	115.17	115.29	115.41	115.53	115.65	115.77	115.89	116.01	116.13	116.25	116.37	116.49	116.61	116.73	116.85	116.97	117.09	117.21	117.33	117.45	117.57	117.69	117.81	117.93	118.05	118.17	118.29	118.41	118.53	118.65	118.77	118.89	119.01	119.13	119.25	119.37	119.49	119.61	119.73	119.85	119.97	120.09	120.21	120.33	120.45	120.57	120.69	120.81	120.93	121.05	121.17	121.29	121.41	121.53	121.65	121.77	121.89	122.01	122.13	122.25	122.37	122.49	122.61	122.73	122.85	122.97	123.09	123.21	123.33	123.45	123.57	123.69	123.81	123.93	124.05	124.17	124.29	124.41	124.53	124.65	124.77	124.89	125.01	125.13	125.25	125.37	125.49	125.61	125.73	125.85	125.97	126.09	126.21	126.33	126.45	126.57	126.69	126.81	126.93	127.05	127.17	127.29	127.41	127.53	127.65	127.77	127.89	128.01	128.13	128.25	128.37	128.49	128.61



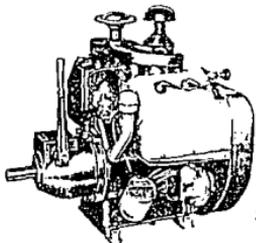
WISCONSIN HEAVY-DUTY ENGINES

MODEL VF4D 25 h.p. 107.7 cu. in. • **MODEL VH4D** 30 h.p. 107.7 cu. in.

These versatile heavy-duty air-cooled V-4's are interchangeable



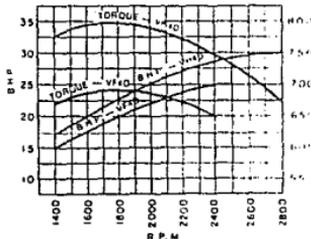
25-hp VF4D with electric start and flywheel-clutch assembly



30-hp VH4D manual start with clutch take-off assembly

	Model VF4D	Model VH4D
Displacement	107.7	107.7
Bore	3 1/2"	3 1/2"
Stroke	3 1/2"	3 1/2"
Speed		
1400 rpm	15	17.2
1600 rpm	17.5	20
1800 rpm	19.5	22.5
2000 rpm	21	24.7
2200 rpm	23	26.5
2400 rpm	25	28
2600 rpm		29.2
2800 rpm		30

SUPPORT AND SERVICE — After the sale, Teledyne Wisconsin has a staff ready to assist you with any maintenance or service requirement. We have a world-wide network of more than 1,800 distributors and Service Centers in over 80 countries — to provide the availability of replacement engines, parts, servicing and repair. All staffed by competent personnel ready to assist you with any maintenance or service requirement.



POWER CURVES show maximum dynamometer brake horsepower for test engines, complete with cooling fan multiplier, and are corrected to standard sea level barometer reading of 29.92 in. Hg at 80°F. when tested in accordance with SAE Test Code for engines, as shipped will develop at least 85% of published horsepower to reduce friction to a minimum and operate at maximum power shown. Generally, power will decrease 30% at 10,000 feet above sea level, and 1% for each 100 feet above sea level on 80°F.

NOTE: Do not exceed maximum rpm printed for each engine. Maximum operation limit is 80% of power shown at a rated rpm.

Tipo de Motor	Duración del Trabajo por Día	Clasificación de la Carga		
		UNIFORME	ATRANCONES	
			LIGEROS	PESADOS
ELECTRICO	Ocasional 1/2 hora	0.80	0.90	1.00
	Intermitente 2 horas	0.90	1.00	1.25
	10 horas	1.00	1.25	1.50
	24 horas	1.25	1.50	1.75
	Ocasional 1/2 hora	0.90	1.00	1.25
DE COMBUSTION INTERNA DE VARIOS CILINDROS	Intermitente 2 horas	1.00	1.25	1.50
	10 horas	1.25	1.50	1.75
	24 horas	1.50	1.75	2.00

	5	7.5	10	15	20	25	30	40	50	60	70
REL. APLICADA	5	7.5	10	15	20	25	30	40	50	60	70
HP entrada	3.34	2.54	2.13	1.60	1.34	1.10	0.95	0.80	0.66	0.54	0.46
HP salida	3.17	2.26	1.96	1.44	1.16	0.98	0.74	0.63	0.51	0.41	0.35
Par Motor kg/cm	656	723	839	894	974	911	914	1020	1049	1015	1005
Carga en Voladizo kg	164	183	202	224	244	228	229	255	292	254	251
HP Térmicos	3.12	2.32	1.92	1.40	1.14	0.84	0.71	0.59	0.48	0.39	0.33
	5	7.5	10	15	20	25	30	40	50	60	70
HP entrada	4.29	4.02	3.40	2.78	2.14	1.92	1.64	1.21	1.06	0.93	0.83
HP salida	4.55	3.74	3.13	2.50	1.89	1.53	1.27	0.93	0.81	0.70	0.67
Par Motor kg/cm	943	1160	1295	1551	1562	1546	1574	1541	1682	1746	1372
Carga en Voladizo kg	232	290	324	368	390	396	393	385	327	437	343
HP Térmicos	4.48	3.67	3.07	2.42	1.83	1.47	1.22	0.87	0.77	0.67	0.46
	5	7.5	10	15	20	25	30	40	50	60	70
HP entrada	6.25	5.50	4.68	3.95	2.95	2.73	2.32	1.62	1.46	1.31	0.80
HP salida	5.94	5.12	4.30	3.56	2.60	2.10	1.80	1.24	1.12	1.00	0.80
Par Motor kg/cm	1229	1566	1780	2207	2149	2261	2233	2061	2316	2478	1739
Carga en Voladizo kg	300	397	445	552	537	565	558	515	570	616	435
HP Térmicos	5.84	5.03	4.22	3.45	2.52	2.10	1.73	1.19	1.06	0.96	0.58
	5	7.5	10	15	20	25	30	40	50	60	70
HP entrada	8.08	7.81	6.69	6.40	4.48	3.59	3.10	2.37	2.01	1.68	1.23
HP salida	7.67	7.27	6.15	5.76	3.94	3.67	2.40	1.83	1.54	1.27	0.90
Par Motor kg/cm	1548	2256	2547	3577	3260	2970	2984	3021	3187	3162	2806
Carga en Voladizo kg	407	594	688	820	836	874	891	1043	1138	1171	1300
HP Térmicos	7.54	7.14	6.03	5.59	3.82	2.76	2.31	1.75	1.46	1.22	0.93
	5	7.5	10	15	20	25	30	40	50	60	70
HP entrada	11.48	10.55	9.56	6.84	4.82	4.05	3.38	3.01	2.31	2.22	1.69
HP salida	10.90	9.81	8.79	6.16	4.24	3.24	2.62	2.32	1.76	1.68	1.19
Par Motor kg/cm	2256	3045	3641	3822	3513	3353	3248	3641	3652	4183	4034
Carga en Voladizo kg	500	693	650	671	791	860	950	1097	1043	1115	1500
HP Térmicos	10.72	9.64	8.62	5.97	4.12	3.11	2.51	2.23	1.67	1.62	1.34
	5	7.5	10	15	20	25	30	40	50	60	70
HP entrada	19.1	13.6	11.3	9.4	7.5	6.3	5.7	4.3	3.5	3.1	2.0
HP salida	18.2	12.7	10.4	8.4	6.6	5.0	4.4	3.3	2.7	2.3	2.0
Par Motor kg/cm	3761	3930	4284	5239	5492	5206	5470	5498	5601	5847	5922
Carga en Voladizo kg	900	1123	1224	1497	1644	1787	2061	2121	2300	2471	2592
HP Térmicos	17.0	12.4	10.1	8.2	6.4	4.8	4.2	3.2	2.6	2.3	2.0



ran, S.A. de C.V., tiene como objetivo primordial aplicar a sus productos la más alta tecnología, para ofrecer a usted cada día mayor eficiencia y calidad.

Para ello nuestro Departamento de Investigación y Desarrollo ha incorporado a los Reductores de Sinfin y Corona las características del

Diente de Contacto Total, así como mejoras en la calidad de los materiales, tales como acero 4140 nitruado en el sinfin, 4140 tratado en la flecha de salida y, el bronce S.A.E. 68 en la corona, entre otros.

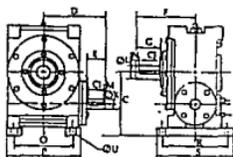
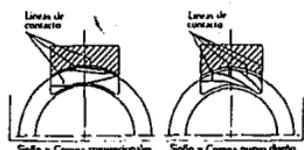
El Sinfin lleva los flancos rectificadas.

Para resistir los empujes

axiales en las flechas de entrada y salida continuamos utilizando rodamientos cónicos Timken o similar.

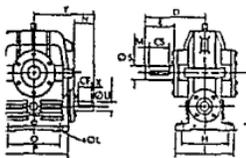
Esta conjunción de diseño y materiales optimiza la capacidad de transmisión de potencia en el reductor, tal como lo demuestra el éxito obtenido en el campo durante más de 15 años.

NOTA: Todas las medidas están en milímetros



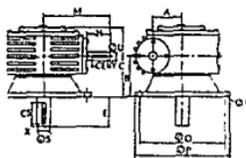
REDUCTORES UNIVERSALES SIMPLE REDUCCION

Modelo	A	B	C	D	E	F	G	OK	OL	M	N	O	P	R	S	Cl	Cl
201	127	53	103.8	113	41	100	42	15.87	22.22	5	5	100	126	110	140	4.76 × 2.38 × 35	6.35 × 3.17 × 35
234	140	57.7	117.7	120	42	111	50	10.06	25.40	5	5	105.5	130	120	150	4.76 × 2.38 × 35	6.35 × 3.17 × 21



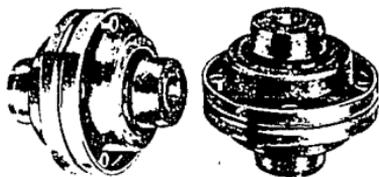
REDUCTORES HORIZONTALES CORONA Y SINFIN

Modelo	A	B	C	D	E	H	I	M	N	O	P	OS	CS	OU	CE	X	Y	OL
251	63.5	55	203	135	73	106	130	10	51	124	162	28.56	7.94 × 3.97 × 40	17.45	4.76 × 2.38 × 31	7	142	10.5
301	76.2	64	236	161	79	126	155	10	55.5	135	175	31.75	7.94 × 3.97 × 45	22.22	6.35 × 3.17 × 38	7	156.5	10.5
351	88.9	76	283	178.5	88.5	139	175	10	61	155	205	38.10	9.52 × 4.76 × 55	25.40	6.35 × 3.17 × 48	7	180	13.5
401	101.6	94	336	189	88	160	200	10	68.5	175	233	44.45	11.11 × 5.55 × 60	28.57	7.94 × 3.97 × 53	7	201.5	16.5
501	127	114	401	216.5	104.5	180	230	10	81	202	262	50.80	12.74 × 6.35 × 70	34.92	9.52 × 4.76 × 63	7	228	16.5
601	152.4	125	450	249	124	215	260	10	84	239	304	57.15	15.88 × 7.94 × 80	38.10	9.52 × 4.76 × 63	7	252	20
701	177.8	135	498	290.5	152.3	235	295	10	100	278	354	63.50	18.58 × 7.94 × 95	41.27	11.11 × 5.55 × 78	7	297	23
801	203.2	145	548	304	154	270	330	10	107	324	404	69.85	19.05 × 9.52 × 110	44.45	11.11 × 5.55 × 83	7	324	23
901	228.6	155	608	329.5	169.5	295	360	10	112	358	448	76.80	19.05 × 9.52 × 125	50.80	12.70 × 6.35 × 93	7	361	27
1001	254	165	666		181	316		10	120	400	495	82.55	22.22 × 11.11 × 135	57.15	15.88 × 7.94 × 103	7	375.5	27



REDUCTORES VERTICALES SIMPLE REDUCCION

Modelo	A	B	C	E	M	N	OU	CE	Y	OS	CS	Y	OU	OP
251V	63.5	80	140	60	140	51	17.45	4.76 × 2.38 × 31	7	28.56	7.94 × 3.97 × 40	10	180	200
301V	76.2	90	160	70	156.5	55.5	22.22	6.35 × 3.17 × 35	7	28.56	7.94 × 3.97 × 40	10	180	200
351V	88.9	100	180	80	180	61	25.40	6.35 × 3.17 × 48	7	38.1	9.52 × 4.76 × 55	10	240	270
501V	127	130	240	96	228	81	34.92	9.52 × 4.76 × 63	7	50.80	12.7 × 6.35 × 70	10	330	400
601V	152.4	143	270	106	257	84	38.10	9.52 × 4.76 × 68	7	57.15	15.88 × 7.94 × 80	10	400	440
801V	203.2	188	336	116	329	107	44.45	11.11 × 5.55 × 83	7	69.85	19.05 × 9.05 × 110	10	462	500



Para Aplicaciones Horizontales o Verticales

EL COPLE ESTANDAR STEELFLEX LLENA TODOS LOS REQUERIMIENTOS GENERALES

Los coples flexibles no cumplen su función completa si solamente conectan las máquinas —sin protegerlas— Las máquinas no pueden protegerse solas contra daños causados por impactos o desalineamientos... algo tiene que ceder. Cuando usted especifica STEELFLEX, se algo —por diseño— es la rejilla resistente y no sus costosas máquinas. Este concepto básico es considerado en primer término en el diseño del cople FALK y después en el desarrollo de cada fase de su producción. El resultado es una línea de coples verdaderamente resistentes con la resistencia del acero.

Como se ilustra arriba, el cople tipo "F" puede utilizarse tanto para aplicaciones horizontales como verticales sin ninguna modificación. Esto es posible gracias al tipo de sello de hembra macho que evita la salida de lubricante y la entrada de polvo o impurezas.

Una prueba de la calidad del cople FALK es que ha sido especificado más de un millón de veces para conectar y proteger toda clase de instalaciones industriales, grandes, medianas y pequeñas... desde 1/2 a 1000 hp a 100 rpm.

Extensas experiencias en campo y exhaustivas pruebas de laboratorio han hecho posible la estandarización de la línea de coples STEELFLEX tipo "F" para el 90 % de las aplicaciones industriales en general.

El cople básico tipo "F" puede ser usado en la mayoría de las aplicaciones industriales para proporcionar una vida más larga y PROTECCIÓN EXCEPCIONAL PARA SU EQUIPO.

Además contamos con coples para aplicaciones especiales, los cuales se describen en este boletín y se listan en el índice de la derecha.

INDICE

F		Como Seleccionar Método de Tablas 5 Método de Fórmula 8 Factores de Servicio 7 Dimensiones 8-9
---	-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Selección y Dimensiones de Otros Tipos:

FL		Espaciador 10
----	-----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------

CM		Espacio Limitado y Servicio Reversible 11
----	-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------

H		Alta Velocidad 12
---	-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------

BW		Rueda para Freno 13-15
----	-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------

P		Pincha Flotante 16-17
---	-----------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------

FT		Par Torsional Controlado 18-19
----	-----------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------

	Información de Ingeniería 20-21
	Lubricación 22
	Cómo Hacer el Pedido 23

TABLA DE CONVERSIONES

1 Lb	0.453 Kg
1 Pulg	25.4 mm
1 Lb-pulg	0.01155 Kg-mt
1 Lb-pulg ²	2.93 Kg-cm ²
1 HP	0.746 Kilowatts

SELECCION DE UN COPLE... Por Método de Tablas

- A. DETERMINAR EL FACTOR DE SERVICIO** — Para aplicaciones en las que la máquina motriz es un MOTOR TURBINA, consultar la tabla 5, página 7.
Para aplicaciones en las que la máquina motriz es un MOTOR DE COMBUSTION INTERNA, consultar la tabla 7, página 7.
Para aplicaciones con freno o altos picos de carga, referirse a la página 6.
- B. DETERMINAR LA POTENCIA EQUIVALENTE** — Referirse a la tabla 1. Debajo de los hp efectivos del motor y opuesto al factor de servicio determinado en el inciso A, obténgase los hp equivalentes.
- C. SELECCIONAR EL TAMAÑO DEL COPLE** — Referirse a la tabla 2. Trazar una línea horizontal desde la velocidad requerida hasta encontrar un valor igual o mayor que el de los hp equivalentes determinados en el inciso B. Leer el tamaño del cople en la parte superior de la columna.
- D. SELECCIONAR EL TIPO DE COPLE** — La selección de un cople flexible tipo "F" es la apropiada para 9 de cada 10 aplicaciones industriales. Para aplicaciones especiales contamos con coples tipo "H" de alta velocidad, "FL" con espaciador, "FT" de par torsional controlado, "BV" con rueda para freno, "P" para flecha flotante y "CK" para servicio reversible o espacio limitado. Consulte el índice para su descripción.

- E. VERIFICAR EL BARRENO MAXIMO Y LA VELOCIDAD** — Referirse a las tablas de dimensiones del tamaño y tipo de cople seleccionado y verificar que el barrenó y la velocidad máxima sean mayores que el máximo requerido para la aplicación. Si el barrenó requerido es mayor, consultar la tabla 13 de la página 20 que contiene los barrenos máximos con cuña plana y cuñero reducido o seleccione un cople de mayor tamaño. Si se requiere un cople para una velocidad más alta que la tabulada, seleccionar el tipo "H". El procedimiento de selección es el mismo para todos los coples listados.

EJEMPLO:

Se requiere un cople para conectar un motor de 20 hp con 1750 rpm a un reductor de velocidad que mueva un transmisor de banda. El diámetro de la flecha del motor es de 1 5/8" y el diámetro de la flecha del reductor es de 1 1/2".

SELECCION

- A. De la tabla 5, el factor de servicio es 1.0.
B. De la tabla 1, el hp equivalente es 20.
C. De la tabla 2, al cople seleccionado es el GF.
D. De la tabla de dimensiones de la página 8, el cople GF con 1 1/2" de barrenó máximo y una velocidad máxima de 6000 rpm, resulta ser la selección correcta.

TABLA 1 POTENCIA EQUIVALENTE = HP EFECTIVOS x FACTOR DE SERVICIO

Factor de Servicio	POTENCIA REAL DEL MOTOR EN HP																									
	3/4	1	1 1/2	2	3	5	7 1/2	10	15	20	25	30	40	50	60	75	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500
15	56	75	111	155	200	337	56	75	115	150	220	300	37	45	56	75	94	112	150	187	225	262	300	337	375	
10	75	100	150	200	300	50	75	100	150	200	300	40	50	60	75	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	
1.35	94	125	190	255	385	63	94	125	190	255	385	50	63	75	94	125	150	187	250	313	375	438	500	563	625	
1.15	1.1	1.5	2.2	3.0	4.5	7.5	11.3	15	22	30	38	45	60	75	90	112	150	187	225	300	375	450	525	600	675	750
1.3	1.3	1.8	2.6	3.5	5.3	8.8	13.1	18	26	35	44	53	70	88	105	131	175	215	263	350	438	525	613	700	788	875
2.0	1.5	2.0	3.0	4.0	6.0	10.0	15.0	20	30	40	50	60	80	100	120	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000
2.5	1.9	2.5	3.8	5.0	7.5	12.5	18.8	25	38	50	63	75	100	125	150	188	250	313	375	500	625	750	875	1000	1125	1250
3.0	2.3	3.0	4.5	6.0	9.0	15.0	22.5	30	45	60	75	90	120	150	180	225	300	375	500	625	750	875	1000	1125	1250	1375
3.4	2.6	3.5	5.3	7.0	10.5	17.5	26.7	35	53	70	88	105	140	175	210	263	350	438	525	700	875	1050	1225	1400	1575	1750

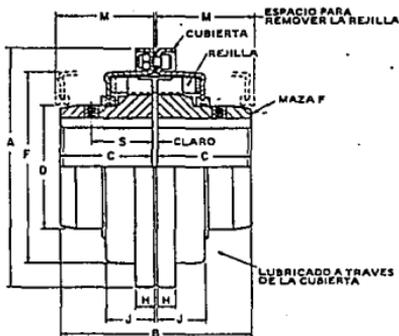
Para factores de servicio no listados, calcular los hp equivalentes = hp efectivos x factor de servicio.

TABLA 2 SELECCION DE COPLES... BASADA EN LA POTENCIA EQUIVALENTE EN HP

Velocidad en rpm	TAMAÑO DEL COPLE																								
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	190	200	210	220	230				
2500	7.7	17.2	38.6	40.0	72.0	154	228	300	429	557	655	818	957	1125	1300	1462	1810	2590	4100	5600	7500	9500	11500	13500	15500
2000	6.4	14.3	25.9	33.4	62.0	128	190	250	350	448	548	671	795	937	1090	1250	1540	2100	3200	4400	5800	7500	9200	11000	12800
1500	5.0	8.6	14.3	20.0	37.5	77	114	150	214	278	340	416	495	581	671	775	940	1250	1800	2400	3100	3900	4800	5800	6800
1000	3.5	7.2	12.2	17.1	32.0	66	95	128	183	240	300	370	445	525	615	715	860	1100	1500	2000	2600	3300	4100	5000	6000
1120	3.8	6.9	10.6	14.4	26.8	58	82	108	155	207	260	320	390	465	545	635	760	975	1430	2000	2600	3300	4100	5000	6000
1400	2.5	5.5	9.2	12.8	24.0	50	73	96	138	181	224	271	320	370	425	490	580	715	1030	1400	1800	2300	2900	3600	4400
470	2.2	4.9	8.2	11.5	21.3	44	66	85	123	168	212	258	305	350	400	460	540	650	820	1100	1400	1800	2300	2900	3600
720	1.9	4.2	7.1	9.9	18.3	38	56	74	106	142	182	225	271	317	365	415	490	580	720	950	1200	1500	1900	2400	3000
550	1.7	3.7	6.1	8.5	15.5	35	52	68	98	129	168	208	255	305	355	405	480	570	710	920	1150	1450	1850	2350	2950
580	1.6	3.6	6.0	8.3	15.3	35	52	68	97	127	167	207	255	305	355	405	480	570	710	920	1150	1450	1850	2350	2950
520	1.5	3.3	5.5	7.7	14.2	29.5	44	57	82	108	135	165	205	255	305	355	420	500	620	800	1000	1250	1550	1950	2450
420	1.2	2.6	4.5	6.5	12.0	24.0	37	48	69	90	110	140	170	210	250	290	350	420	520	650	820	1020	1250	1550	1950
350	1.1	2.4	3.9	5.6	10.4	21.6	32	42	60	82	102	128	158	198	238	278	330	400	500	620	780	980	1200	1450	1800
280	0.9	2.0	3.3	4.7	9.0	18.0	26.6	35	50	67	85	105	135	165	205	245	290	350	430	530	660	820	1000	1200	1500
230	0.8	1.7	2.9	4.0	7.4	15.0	22.8	30	43	56	71	89	111	134	161	195	235	280	340	430	520	630	780	950	1150
190	0.7	1.5	2.5	3.4	6.4	13.0	19.6	25.8	37	50	65	82	100	125	150	180	215	260	320	400	490	600	740	900	1100
155	0.6	1.3	2.1	3.0	5.5	12.0	17.0	22.4	32	42	55	68	85	105	125	150	180	215	260	320	400	490	600	740	900
125	0.5	1.1	2.1	2.4	4.5	9.0	13.0	18.1	25.9	34	45	56	69	85	105	125	150	180	215	260	320	400	490	600	740
100	0.5	1.0	1.5	2.1	4.0	8.0	11.9	15.5	22.2	34	47	57	70	82	100	120	145	175	210	260	320	400	490	600	740
84	0.4	1.0	1.3	1.8	3.3	6.9	10.3	13.5	19.3	29.5	41	50	61	75	91	110	135	165	200	250	310	380	470	580	700
58	0.7	1.1	1.6	2.0	3.9	8.0	11.7	16.7	25.0	35	42	52	64	78	94	112	135	165	200	250	310	380	470	580	700
56	0.7	1.1	1.6	2.0	3.9	8.0	11.7	16.7	25.0	35	42	52	64	78	94	112	135	165	200	250	310	380	470	580	700
45	0.6	1.1	1.5	2.1	4.3	8.4	12.3	17.2	25.4	37	44	54	66	80	97	115	138	168	205	260	320	400	490	600	740
37	0.5	1.0	1.3	1.8	3.3	6.9	10.3	13.5	19.3	29.5	41	50	61	75	91	110	135	165	200	250	310	380	470	580	700
30	0.4	0.9	1.3	1.8	3.3	6.9	10.3	13.5	19.3	29.5	41	50	61	75	91	110	135	165	200	250	310	380	470	580	700
25	0.3	0.8	1.1	1.6	2.9	5.9	8.9	11.7	16.7	25.0	35	42	52	64	78	94	112	135	165	200	250	310	380	470	580
20	0.3	0.7	1.0	1.4	2.5	5.0	7.5	9.8	14.0	21.0	30	37	46	56	68	82	97	115	140	175	215	265	325	400	500
15	0.2	0.6	0.9	1.2	2.1	4.2	6.3	8.4	11.9	18.0	25.4	37	53	74	96	119	145	175	215	265	325	400	500	600	750
12.5	0.2	0.5	0.8	1.1	2.0	4.0	6.0	8.0	11.0	15.0	21.0	30.0	40.0	50.0	60.0	75.0	90.0	110.0	135.0	165.0	200.0	250.0	310.0	380.0	500.0
11.0	0.2	0.5	0.7	1.0	1.9	3.8	5.7	7.6	10.8	16.2	23.1	33.0	44.0	56.0	70.0	86.0	105.0	128.0	158.0	195.0	240.0	300.0	370.0	450.0	550.0
9.0	0.2	0.4	0.6	0.9	1.7	3.4	5.1	6.8	9.5	14.3	20.0	28.0	37.0	46.0	56.0	68.0	82.0	100.0	125.0	155.0	195.0	245.0	305.0	380.0	500.0
7.5	0.2	0.4	0.5	0.7	1.3	2.6	3.9	5.2	7.2	10.8	15.0	20.0	27.0	34.0	42.0	51.0	62.0	75.0	90.0	110.0	135.0	165.0	200.0	250.0	300.0

* Si la velocidad requerida no está en la tabla, use la siguiente menor o interpole entre las existentes.

PARA COPLES DE MAYOR TAMAÑO, CONSULTESE EL D.O.E. TÍN 431-112E.



TAM.	Potencia Bólica	Vel. Máx. rpm ¹	Barrero Máx. Cufle Cuad.*		Barrero Mín.	Peso Aprox. sin Barrero Kg	Peso del Lubricante Kg	DIMENSIONES - PULGADAS											TAM.
			con Prisionero					A	B*	C	D	F	H	J	M	S*	Claro		
			Sobre Cufle	A 90° Cufle															
3F	0.27	6000	1.00	1.06	0.38	1.8	0.03	3.72	3.38	1.82	1.56	2.59	0.41	0.88	1.69	1.12	0.12	3F	
4F	0.8	6000	1.25	1.31	0.44	2.7	0.04	4.05	4.38	2.12	1.81	2.91	0.41	1.12	2.19	1.30	0.12	4F	
5F	1.0	6000	1.44	1.50	0.44	3.6	0.06	4.47	4.38	2.12	2.12	3.34	0.41	1.12	2.19	1.38	0.12	5F	
6F	1.4	6000	1.62	1.61	0.54	4.5	0.03	4.07	4.39	2.12	2.59	3.84	0.44	1.12	2.19	1.38	0.12	6F	
7F	2.8	6000	2.00	2.19	0.44	6.8	0.08	5.59	4.38	2.12	2.94	4.47	0.44	1.12	2.19	1.30	0.12	7F	
8F	5.4	5000	2.38	2.62	0.50	13.8	0.14	7.34	6.12	3.00	3.82	5.25	0.82	1.52	3.00	1.81	0.12	8F	
9F	8.0	4500	2.62	2.91	1.25	16.9	0.17	7.94	6.62	3.25	3.21	5.75	0.82	1.52	3.00	1.81	0.12	9F	
10F	10.5	3750	2.88	3.25	1.50	22.8	0.17	8.25	7.69	3.75	4.50	6.38	0.86	1.69	3.75	2.25	0.19	10F	
11F	15.0	3600	3.25	3.56	1.60	27.2	0.23	8.91	7.69	3.75	4.94	7.03	0.90	1.91	3.75	2.25	0.19	11F	
12F	23.0	3600	3.88	4.25	2.00	34.0	0.28	9.69	7.94	3.88	5.38	7.81	0.98	1.97	3.75	2.25	0.19	12F	
13F	32.0	2700	4.25	4.62	2.00	45.4	0.34	10.94	7.94	3.88	6.12	9.06	0.98	1.94	3.75	2.25	0.19	13F	
14F	47.0	2500	4.62	5.00	2.50	65.8	0.68	11.89	10.00	4.88	6.76	9.81	0.76	2.44	4.75	2.25	0.25	14F	
15F	67.0	2400	5.00	5.38	2.50	79.4	0.68	13.75	10.25	5.00	7.25	10.00	1.03	2.47	4.75	2.25	0.25	15F	
18F	93.0	2300	5.50	5.88	2.50	97.5	0.91	15.25	10.25	5.00	8.25	11.50	1.03	2.47	4.75	2.25	0.25	18F	
17F	120.0	2200	6.00	6.38	3.00	129.3	1.25	16.75	10.50	5.12	9.31	13.09	1.03	2.47	4.75	2.25	0.25	17F	
18F	150.0	2100	7.00*	7.38	3.00	165.0	1.47	18.75	11.25	5.50	10.60	14.59	1.22	2.47	4.75	2.25	0.25	18F	

* Consultarse a la fábrica para velocidades mayores.

† La dimensión B está basada en un diseño normal.

• Barrero máximo con cubro para cufle plano.

Las dimensiones sirven únicamente como referencia y están sujetas a cambio sin previo aviso, a menos que se certifiquen.

* Los tamaños del 3 al 11 son proporcionados con ajuste sin interferencia con pistones sobre el cubro o a 90° de eje. Los coples del 12 en adelante serán proporcionados con ajuste de interferencia sin pistones, a menos que se especifico lo contrario. Consultarse la tabla 11 para cufles recomendados con barrero máximo y la tabla 12 para barrero máximo con cubro reducido.

BIBLIOGRAFIA

- Optical Amplifiers & Their Application.
(Technical Digest Services, 1992 : Vol 17)

- Optical Communications Systems, 2nd. ed. John Gowar

- Optical & electrical Active Polymers Market 1991.

- Nagel, S.R. eds. Optical Fiber Materials & Properties:
Proceedings of Symposium Held at MRS.

- Okoshi, Takanon, Optical Fibers. LC 81-17594. 1982.

- Optical Fiber Communication. (Nineteen Eight-Nine
Technical Digest Ser. Vol. 5) 1992.

- Optical Fiber Communication. (Nineteen Ninety Technical)
Ed. 1992.

NORMAS TECNICAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS
Edit. I P N

REDES ELECTRICAS
Jacinto Viqueira
Representaciones y Servicios de Ingeniería

GEOMETRIA ANALITICA
Gordon - Fuller

CALCULO CON GEOMETRIA ANALITICA
Earl W Swokowski

DISENO EN INGENIERIA MECANICA
Shygley - Mitchell

CATALOGO DODGE

CATALOGO FALK (COPLER)

CATALOGO FRAN (REDUCTORES)

BELT CONVEYOR FOR BULK MATERIALS
CONVEYOR EQUIPMET MANUFACTURERS ASSOCIATION
CEMA

CATALOGO 1000 (LINK BELT)