

2.3.3.4 Reductores Montados en Flecha

Los reductores MONTADOS EN LA FLECHA (o EN EL EJE), al igual que todos los componentes de transmisión, son producidos por muchos fabricantes diferentes. La mayoría de los fabricantes producen varios tipos, además de las unidades montadas en el eje. Para la construcción de las transmisiones montadas en el eje se utilizan varios tipos básicos de diseño de reductores, que incluyen los tipos de ejes concéntricos y paralelos. El fabricante determina los tipos de construcción.

Las cajas de engranes son de hierro fundido, acero formado o acero soldado. Como consecuencia de su métodos de montaje inusual, la mayoría de las transmisiones montadas en el eje permite que el motor se apoye directamente sobre la caja de reductor de una forma u otra. Esto elimina la necesidad de contar con una base separada para el motor y permite obtener una unidad completa. Cuando se monta el motor en el reductor, hay que analizar la carga sobre el eje para garantizar que los cojinetes del eje proporcionen apoyo adecuado.

La mayoría de los reductores montados en el eje tienen un eje de salida hueco, que permite la extensión parcial o total del eje impulsado a través de la transmisión. El fabricante especifica el largo mínimo aceptable del eje. Naturalmente, cuanto más eje soporte la unidad, mejor será el montaje. Algunos reductores, como el del tipo concéntrico, sólo permiten la inserción del eje de montaje hasta la mitad de la caja del reductor. Cuando se utilizan transportadores de tornillo sin fin o reductores del tipo con bridas el largo del eje no tiene importancia crítica.

Los reductores más comunes tienen ejes con un diseño descentrado en lugar del diseño de eje concéntrico. En el diseño descentrado, el eje de entrada está descentrado hacia un costado en relación al eje de salida. Un buen ejemplo del diseño descentrado sería una

unidad de reducción sencilla. Aun con unidades de reducción múltiple, se utiliza el diseño descentrado. Los juegos de engranes de reducción adicionales se instalan descentrados en relación al eje de entrada. Algunos de los reductores montados en el eje, de tamaño más grande, que se asemejan a las unidades standard de ejes paralelos, utilizan ejes descentrados para una reducción de engranajes por lo menos.

Para los reductores montados en el eje se utilizan casi exclusivamente engranes helicoidales. Tal vez haya uno o dos tipos diferentes, pero estos no son muy comunes. El engrane helicoidal proporciona la transmisión de energía uniforme y silenciosa que se desea.

Como los reductores montados en el eje van conectados directamente a la máquina que impulsan, usualmente no proporcionan la reducción total requerida, tal como las unidades con patas de montaje. Por lo tanto, son un tipo incompleto de unidad de reducción y requieren otros medios para llevar a cabo la reducción total requerida.

La reducción adicional generalmente se obtiene mediante transmisiones en banda en V son seleccionadas frecuentemente para ayudar al reductor a producir las RPM específicas de salida. El tamaño y tipo de las transmisiones de banda en V depende de la potencia y las RPM de entrada.

Cuando se utilizan transmisiones de banda en V, se requieren medios para mantener la tensión adecuada en las bandas. Si el motor está montado a un costado del reductor, una base deslizante o agujeros alargados en la estructura de apoyo proporcionan los medios necesarios de tensionamiento. Si el motor está unido al reductor, la tensión apropiada se obtiene mediante tornillos de ajuste en la placa de base del motor. Como las bandas en V se utilizan frecuentemente cerca de otro equipo operativo, es importante instalar guardas de seguridad para proteger al personal de la planta contra lesiones.

La mayoría de los reductores montados en el eje están equipados con un TENSOR DE TORNIQUETE. Este mecanismo impide la rotación del reductor durante el funcionamiento, especialmente cuando el motor está montado directamente en el reductor. En ciertos casos, el tensor también sirve para mantener la tensión apropiada de la transmisión por banda en V.

Como alternativa del tensor de torniquete, la mayoría de los fabricantes de reductores montados en el eje también ofrecen tensores con RESORTE. Los tensores con resorte se clasifican como ALIVIADORES DE SOBRECARGA y se les instala en una posición que desengancha la transmisión de banda en V cuando se produce sobrecarga. Estos desenganches de sobrecarga se pueden ajustar como para que se suelten a cualquier límite de sobrecarga dentro de cierto rango. Cuando están sobrecargados y desenganchados, el eje de entrada del reductor se acerca al motor. Esto afloja las bandas de transmisión, y permite así que la polea de entrada gire libremente. La mayoría de los dispositivos de sobrecarga se construyen con terminales eléctricas. Cuando se produce una sobrecarga y el mecanismo se desengancha, se envía una señal al operario en un panel de control. En los grandes sistemas de manejo de materiales, esta alarma también puede estar conectada de modo que detenga el equipo que precede a la unidad.

Algunos reductores montados en el eje se clasifican como reductores MONTADOS SOBRE BRIDAS, o reductores para TRANSPORTADOR DE TORNILLO SIN FIN. Estos reductores tienen cajas con agujeros perforados y roscados o una placa de montaje que se puede atornillar directamente a la estructura. No se necesitan tensores que sirvan de sujetadores para estos reductores, ya que su montaje es rígido.

Los reductores montados en el eje generalmente utilizan cojinetes de rodillos cónicos como apoyo para los ejes, debido al empuje generado y al espacio muy reducido dentro del

reductor. Sin embargo, también se utilizan cojinetes de bolas y de rodillos. El diseño y el fabricante de la unidad determinan el tipo de cojinete utilizado. Al igual que en el caso de otros tipos de reductores, los cojinetes se sujetan mediante anillos de sujeción, salientes (en los ejes y la caja), o una combinación de cualesquiera de éstos. Los sellos del eje normalmente van apretados contra la caja y se les retiene por apriete.

Como los reductores montados en el eje son de diseño compacto, principalmente se utiliza la lubricación de salpicadura para los cojinetes y engranes. Hay algunos pocos reductores que utilizan sistemas de circulación, pero no son muy comunes.

El rendimiento nominal de los reductores montados en el eje se determina sobre la base de los estándares AGMA. Esta clasificación se basa en factores de servicio similares a las unidades con patas de montaje.

2.3.3.5 Reductores de Corona sin Fin

Su diseño y construcción compactos permiten colocarlos en un espacio relativamente limitado. La mayoría de los reductores de tornillo sin fin se utiliza para aplicaciones de potencia fraccional o muy pequeña. Sin embargo, también hay muchas industrias que utilizan reductores de tornillo sin fin impulsados por motores de gran potencia.

Al igual que la mayoría de los reductores, las cajas de engranes de los reductores de tornillos sin fin se fabrican en hierro fundido, acero fundido, y algunos caos acero soldado. Además, algunos fabricantes utilizan un alojamiento de aluminio fundido. El tipo y estilo de caja de engranaje utilizado es determinado por el fabricante y el uso dado.

El reductor de tornillo sin fin es compacto como resultado directo de la colocación del TORNILLO SIN FIN (engranes de entrada) en su eje y del engrane de salida impulsado por el tornillo. El tornillo cumple la misma función que el piñón de alta velocidad en otros reductores. La transmisión de fuerza a través del reductor de tornillo sin fin se realiza en ángulos rectos en todo momento. Esta transmisión de fuerza en ángulo recto, combinada con el diseño del tornillo, permite al reductor funcionar solamente en una dirección. No se puede producir rotación inversa de esta unidad.

La mayoría de los engranes de tornillo sin fin de reducción sencilla varía en su relación, de 5:1 a 60:1. La relación se determina por el número de ROSCAS del tornillo sin fin y el número de dientes del engrane impulsado. Generalmente, hay una sola rosca en el tornillo sin fin. Esta rosca única se cuenta como un diente cuando se pone en contacto con el engrane impulsado. Si el tornillo sin fin tiene más de una rosca (dos, cuatro, seis u ocho), la relación cambia reflejando el distinto número de roscas.

La relación se obtiene al dividirse el número de dientes del engrane por el número de roscas (o ranuras) en el tornillo sin fin, de la misma forma que la relación de transmisión de un engrane cilíndrico de dentadura recta se obtiene al dividirse el número de dientes del engrane por el número de dientes del piñón. Por ejemplo, si se utiliza un tornillo sin fin de rosca sencilla con un engrane de tornillo sin fin con 50 dientes, la relación de transmisión o reducción es de 50:1. Si el tornillo sin fin tiene dos roscas y el número de dientes del engrane sigue siendo de 50, la reducción pasa a ser de 50:2, o sea 25:1.

En los caso en los que se requiere una relación más alta que la disponible, se utiliza un reductor de reducción doble. La unidad de reducción doble de tornillo sin fin opera en forma

muy similar a los otros reductores de reducción doble. Es decir, el eje de entrada de la segunda reducción es impulsado por el engrane de salida de la reducción de la primera etapa.

En reductores de tornillo sin fin con reducción doble, el eje de entrada y el eje de salida pueden estar en distintas posiciones relativas. Algunos fabricantes producen unidades de reducción doble en una sola caja, y las clasifican como reductores de ejes paralelos.

Algunos tipos de reductores combinan unidades de tornillo sin fin y de engranes helicoidales en una caja. En estos reductores, el engrane helicoidal sirve de reducción primaria entre el motor y el eje de entrada del reductor de tornillo. Esta a su vez sirve de reducción secundaria final, con el tornillo sin fin impulsado por el engrane impulsado del conjunto primario.

Los materiales de los engranes varían de unidad en unidad. El tornillo sin fin de entrada generalmente es de acero, con la rosca desarrollada a partir del eje mismo. Los dientes son endurecidos y esmerilados, lo que los hace muy resistentes al desgaste. El engrane impulsado normalmente es de bronce fundido o de otro material blando que puede formar el engrane completo, o simplemente el segmento de engrane. El material más blando se utiliza para permitir el desgaste provocado por la acción deslizante del tornillo sin fin sobre los dientes del engrane. Esta acción deslizante también impide que el reductor invierta su sentido de rotación. Cuando se utilizan engranes helicoidales combinados con el reductor de tornillo sin fin, los engranes helicoidales son de acero.

Los cojinetes utilizados en reductores de tornillo sin fin generalmente son del tipo de rodillos cónicos, adecuados para recibir la carga de empuje del tornillo sin fin y del engrane impulsado algunos fabricantes utilizan cojinetes de bolas en los ejes de entrada, pero éstos no son muy comunes.

Normalmente, los reductores de tornillo sin fin se lubrican por salpicadura. Si el eje de entrada va montado debajo del engranaje impulsado, está en baño de aceite. Si está por encima del engrane impulsado, el engrane impulsado suministra suficiente aceite para lubricar todas las piezas de la caja.

Como el reductor es tan compacto y genera calor durante el ciclo de funcionamiento, los niveles térmicos nominales son importantes en los reductores de tornillo sin fin. Por este motivo, generalmente se utiliza algún medio para impedir el recalentamiento de la unidad. El método más fácil de enfriamiento de la unidad consiste en montar un ventilador en el extremo más alejado del eje de entrada. Además, la mayoría de los fabricantes utiliza un diseño de caja fundida, con aletas situadas de sus superficies exteriores. Estas aletas sobre funcionan como radiadores y disipan el calor generado dentro de la unidad.

Los motores de los reductores de tornillo sin fin pueden ir montados sobre una base separada y acoplados al eje de entrada, o bien tener montaje integral con la unidad, en cuyo caso se utiliza un motor con bridas en "C". Las unidades integrales son muy similares a los reductores del tipo concéntrico para los que se utilizan cajas integrales del motor. Frecuentemente, estas unidades integrales incorporan el engrane helicoidal como reducción primaria, pero no en todos los casos.

En ocasiones, el engrane de salida tiene un eje hueco en lugar de un eje sólido, que se extiende más allá del costado de la caja. En estas aplicaciones, el eje hueco permite convertir al reductor de tornillo sin fin en reductor montado en el eje. También se puede utilizar la unidad con el eje de salida hueco y montada sobre patas en una estructura. La aplicación específica determina el tipo de reductor requerido.

2.3.3.6 Reductores de velocidad variable

Los reductores de velocidad variables cumplen diversas funciones en una planta industrial. Entre sus aplicaciones se incluye el control de distintas velocidades en máquinas como tornos y mezcladoras, y en diversas operaciones de alimentación. Adicionalmente se emplean para hacer funcionar simultáneamente varios equipos alineados y para garantizar que todos ellos obtengan velocidades iguales y parejas. En ciertos casos la regulación de velocidad se logra mediante el empleo de una polea de velocidad variable colocada sobre el eje de salida de un motor.

Entre los reductores de velocidad que se analizarán son de tipo mecánico y eléctrico. Las transmisiones de tipo mecánico son unidades cerradas provistas de un motor y de la unidad de velocidad variable. A veces se agrega un pequeño reductor de engranes como parte integrante de la unidad dentro de la misma caja. Generalmente, las transmisiones de tipo mecánico poseen relaciones de reducción variable entre 1,5:1 y 10:1.

Las transmisiones de velocidad variable de tipo eléctrico consisten generalmente en motores cuya velocidad puede ser variada a voluntad. Esta propiedad les permite funcionar a cualquier velocidad dentro del rango comprendido entre 0 RPM y las RPM máximas, sin necesidad de emplear engranes, bandas, ni otros componentes mecánicos.

La selección de un tipo específico de transmisión de velocidad variable queda determinada por muchos factores. Básicamente, la transmisión se selecciona teniendo en consideración la magnitud de la variación de velocidad que se requiere, el rango de velocidades, la potencia motriz, y las condiciones ambientales de la potencia motriz, y las condiciones ambientales de la planta (ambientes húmedos, químicos, polvorientos, etc.).

también influyen en la selección el tamaño de la unidad, su peso, su vida útil, la confiabilidad de su funcionamiento, la respuesta de velocidad y, por supuesto, el costo. Sin embargo, puede darse el caso de que el ingeniero de la planta o el ingeniero de mantenimiento prefieran un tipo determinado por sobre otros por razones tales como la facilidad de reparación, los bajos requerimientos de mantenimiento, el bajo número de piezas de repuesto necesarias, o la buena calidad del servicio que presta un determinado equipo.

2.3.3.7 Transmisiones con velocidad variables del tipo de disco (Beier)

Otro tipo de transmisión mecánica con velocidad variable es la de disco. Aunque varios fabricantes las producen, las transmisiones de disco no son usadas tan frecuentemente como las de banda. Este funciona sobre la base del principio de las posiciones relativas entre las componentes impulsoras e impulsadas. Su funcionamiento puede explicarse en una forma bastante simple.

El eje de entrada de la transmisión está provisto de dos discos denominados SOLES fijados al eje mediante cuñas o estrías. Estos discos solares giran a la misma velocidad que el eje, y la acción de unos resortes garantiza que ejerzan una tensión constante sobre unos discos impulsados ajustables denominados DISCOS PLANETAS. Estos discos planetarios impulsados se mantienen en posiciones estacionarias sobre un SOPORTE TRANSPORTADOS DE LOS PLANETAS que está directamente unido al eje de salida mediante cuñas. La posición de los planetas en el soporte transportador, con relación al centro de la transmisión, se puede controlar mediante un anillo de reacción exterior fijo. La rotación de los discos soles fuerza la rotación de los discos planetas. Sin embargo, como los

discos planetas están obligados a mantener sus posiciones por el anillo de reacción fijo, su fuerza rotatoria es transferida al soporte transportador de los planetas.

El anillo de reacción exterior está hecho de dos partes y está conectado a una manivela de ajuste. Al mover la manivela de ajuste, los anillos de reacción se separan o se juntan cambiando así la posición de los discos planetarios impulsados. Cuando los anillos exteriores de reacción se separan, los planetas pueden desplazarse hacia fuera sobre sus ranuras en el soporte transportador. Al moverse hacia fuera, la posición del punto de contacto entre el disco planeta y el disco sol cambia con respecto al centro del disco planeta. Como los discos planetas impulsan soporte transportador girando en torno a sus propios centros, la velocidad resultante del soporte transportador (y de la transmisión en su conjunto) queda determinada por la velocidad del disco planeta.

Los alojamientos de la mayor parte de los reductores de discos están fabricados de hierro fundido aunque en algunos casos son de acero soldado. Los ejes y los anillos impulsores van generalmente montados en cojinetes de bolas. Algunos fabricantes colocan uno o dos conjuntos de cojinetes de bolas en la transmisión con el objeto de absorber el efecto del empuje provocado por los anillos impulsores cuando hay cambios de velocidad o cuando la transmisión comienza a funcionar.

La mayor parte de las transmisiones de discos emplean sistemas de lubricación por salpicadura debido al gran número de partes rotatorias que incluyen. Estos sistemas han demostrado ser bastante exitosos gracias a que el diseño circular de la carcasa y de las piezas internas garantiza que, en todo instante, aproximadamente a un tercio de la transmisión se encuentre sumergido en aceite.

Si bien la mayoría de las transmisiones de discos tienen montajes de pies, con los ejes funcionando en un plano horizontal, existen también algunos tipos que van montados verticalmente. Los fabricantes especifican la posición recomendada para la unidad, o las posiciones alternativas de la misma.

16 RAZONES PARA COMPRAR UN VARIADOR SM-BEIER

CARACTERÍSTICAS

BENEFICIOS

- | | |
|---|---|
| 1. No hay contacto metal-con-metal, lo que elimina el desgaste y deterioro de la superficie. El torque se transmite vía deslizamiento de aceite viscoso | Larga vida útil sin problemas, 2 años de garantía, ilimitadas horas de operación. |
| 2. Todos los componentes están inmersos en aceite y sellados para evitar la entrada de humedad, tierra, y polvo que reducen la vida útil. | Protección ambiental como un estándar. |
| 3. Cambiar el aceite cada 2500 horas; carece de bandas o discos que se desgasten. | Mantenimiento periódico mínimo. |
| 4. Múltiples puntos de contacto en el disco para compartir las variaciones de carga y soportar sobrecargas | Capacidad de carga de choque fuerte. |
| 5. Todas las partes encerradas en baño de aceite y son lubricadas de manera continua. | No hay corrosión por fricción entre las partes. |
| 6. Su diseño permite que la unidad se instale en lugar de otros motores más grandes. | Compacto, en tamaños de muchos caballos de fuerza. |
| 7. 88% de eficiencia a alta velocidad es | El cliente ahorra dinero en gastos de |

- | | |
|---|--|
| mayor que otros tipos de motores de velocidad variable. | operación del motor. |
| 8. Todas las partes son dinámicamente balanceadas y simétricas para una operación de baja inercia y libre de vibraciones | Baja vibración. |
| 9. Ajuste manual brinda ajustes de incrementos por encima del rango de velocidad de operación. | Ajuste infinito 3.3:1, 4:1 ó 10:1 por encima del rango de velocidad. |
| 10. No hay contacto de metal-con-metal que ranure los discos como en otros motores. El corte de fluido viscoso sólo pule las superficies de los discos. | Discos no-ranurados |
| 11. Los discos no-ranurados eliminan los saltos de velocidad; y el tornillo roscado de ajuste fija la configuración de velocidad. | Mantiene velocidad fija. |
| 12. Cambio de velocidad es +1% de la velocidad fijada en base a un cambio del 75% en la carga. | Excelente regulación de velocidad. |
| 13. Las tablas presentan los factores pre-servicio para un servicio de 24 horas al día con un factor de 1.0. | Fácil de seleccionar desde el catálogo. |
| 14. Disponibilidad de muchas configuraciones y opciones. | Fácil de aplicar a una amplia variedad de usos del cliente |
| 15. El tiempo de entrega es de 10 días hábiles hasta 40 HP; las unidades más grandes tardan de 10-12 semanas | Rápida satisfacción de los requerimientos del cliente |

16. Aumento de capacidad de torque. Fácil de aplicar a usos de HP constante.

INTRODUCCIÓN DE BEIER

Sumitomo Heavy Industries finalizó un acuerdo de licencia en 1952. Se realizaron las pruebas del concepto Beier hasta 1954. Durante este tiempo, el flujo de potencia a través de la máquina fue invertido y se agregó la leva de cara. Durante la década de 1950, la División de Poleas Reeves de Reliance tuvo la licencia de fabricar el variador Beier en los EE.UU. Tuvieron muchos problemas con los discos de cono que vibraban con un chirrido de tono agudo. Como resultado de esto, dejaron caducar la licencia a principios de la década de 1960. A fines de esta década, el Beier mejorado estaba siendo bien aceptado y al establecerse SMA aquí, el Beier se volvió a introducir en los EE.UU.

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Tal como se muestra en la Figura 1, la rotación de alta velocidad del eje de entrada se transmite a través de los engranajes locos hasta los conjuntos de discos de cono alineados sobre un conjunto múltiple de contraejes ranurados. Estos discos de cono conducen los discos de reborde que están conectados con el eje de salida a través de la leva de cara y la manga acompañante la cual, a su vez, está calzada sobre el eje de salida.

Los contraejes múltiples, sobre los cuales están montados los discos de cono, están conectados por los brazos giratorios. El movimiento rotacional de los brazos giratorios alrededor del engranaje loco empuja a los centros de los contraejes con los discos de cono a moverse hacia o alejarse de los centros de los discos de reborde. Una corona de cambio circular conecta estos brazos giratorios al tornillo de cambio, lo cual permite que cada brazo giratorio se mueva precisamente al unísono.

Cuando el punto de contacto de los discos de reborde está cerca de la periferia de los discos de cono, se logra una elevada velocidad de salida, y cuando el punto de contacto de los discos de reborde está cerca de los discos de cono se logra una baja velocidad de salida (consulta la Figura 2).

CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO

TRANSMISIÓN DE POTENCIA POR MEDIO DEL ARRASTRE VISCOSO

La potencia se transmite por medio del arrastre viscoso o la fuerza de tracción de la película de aceite entre los discos en el punto de contacto, y no por medio de la fricción entre el cono y los discos de reborde. Los discos de cono son relativamente delgados, por lo tanto el radio de curvatura es grande. Esto minimiza la presión de contacto. Por consiguiente, en el punto de contacto, se logra una lubricación límite ideal cercana a la fricción de la película de fluido.

CAPACIDAD DE CARGA PESADA

La presión de contacto es relativamente baja, dado que la transmisión de potencia está parejamente distribuida a través de muchos puntos de contacto. Esto da como resultado una excelente resistencia ala sobrecarga. El Beier puede soportar una sobrecarga momentánea o

elevada sin romper la película de aceite, lo cual daría como resultado un contacto metálico. Tiene la capacidad de carga más alta de cualquier reductor mecánico: 200 HP.

DURABILIDAD

Se evita el contacto metálico al mantener una película constante de aceite entre los discos, minimizando así el desgaste de los discos. Este singular diseño da como resultado una prolongada vida útil y un bajo costo de mantenimiento. No existe un desgaste virtual y no hay formación de ranuras ni corrosión por frotamiento.

DISEÑO COMPACTO QUE AHORRA ESPACIO

La sección de transmisión de potencia está compuesta de muchos discos metálicos delgados. Esta característica permite un diseño compacto que ahorra espacio, transmitiendo al mismo tiempo un par elevado. El Beier no requiere más espacio que un reductor común con engranajes de capacidad similar.

VIBRACIÓN MÍNIMA

Las piezas rotativas, incluyendo los discos, son completamente simétricas y el momento de inercia es bajo. Esto asegura un funcionamiento casi sin vibraciones.

ELEVADA EFICIENCIA DE FUNCIONAMIENTO

El Variador Beier está diseñado para minimizar el deslizamiento al mantener una presión de contacto correcta bajo condiciones de carga variable, asegurando así una eficiencia pico y regulación de la velocidad.

AJUSTE DE VELOCIDAD

Las velocidades son infinitamente ajustables dentro del rango de velocidad de 4:1. Los ajustes permanecen estables, aun durante periodos de tiempo prolongados. No es necesario hacer funcional el Beier diariamente a través del rango completo de velocidades. Se dispone de Variadores Beier de rango amplio, aumentando el rango de velocidades hasta 10:1.

CAPACIDADES

Las capacidades están basadas en un servicio diario las 24 horas del día bajo condiciones de carga uniforme o con pocas fluctuaciones. Los factores de servicio semejantes al 1.0 son sólo requeridos para condiciones de cargas pesadas.

El par de salida del variador Beier estándar en realidad aumenta al disminuir la velocidad de salida. Este aumento sigue una curva dando como resultado un par de salida de aproximadamente 2.65 veces en el rango bajo como en el rango alto. Es casi un variador de HP constante.

APLICACIONES

El Variador Beier está disponible desde ½ hasta 200 HP. Con este rango amplio cubre un gran porcentaje de todos los requerimientos de velocidad variable y puede reemplazar eficazmente los variadores mecánicos del tipo de banda, de CC, de corriente parásita e hidroviscosos en muchas aplicaciones industriales.

Una aplicación típica es para mezcladoras en la industria química. Típicamente se requiere un funcionamiento a un valor de velocidad durante periodos largos, una configuración a prueba de explosiones y un par que aumente al aumentar el espesor del material. El Variador Beier puede cumplir con todos estos requerimientos. El funcionar durante periodos largos a

un valor único es lo más común porque, en una unidad de 25 HP, por ejemplo, hay 66 zonas de cizalla de aceite entre los discos de cono y de reborde. No hay contacto metal a metal entre los discos conductores y conducidos. El requerimiento a prueba de explosiones se cumple usando un motor de inducción estándar de CA a prueba de explosiones, en lugar de usar un motor CC a prueba de explosiones o un acoplamiento de corriente parásita. La característica de multiplicación del par a valores de velocidad lenta frecuentemente permite usar un Variador Beier y motor más pequeños que aquellos requeridos por un variador de CC convencional; es decir, un Variador Beier de 25 HP en lugar de un variador de CC de 50 HP.

2.3.3.8 Transmisiones Hidráulicas de Velocidad Variable

Además de las transmisiones mecánicas con velocidad variable de correas, cadenas, discos y rodillos, existen varios otros tipos disponibles. Entre estos, el tipo más común es el que utiliza un acoplamiento hidráulico como dispositivo de transmisión de potencia. Las dos mitades del acoplamiento, que van montadas en una caja soldada, no están conectadas rígidamente entre sí. Para su funcionamiento, se suministra al acoplamiento una cantidad determinada de fluido hidráulico, que en el caso particular de esta transmisión, es agua. La cantidad de fluido hidráulico dentro del acoplamiento se controla mediante un tubo vaciado situada en la carcasa exterior del acoplamiento. Al levantar o bajar el tubo, el nivel de fluido hidráulico dentro del acoplamiento disminuye o aumenta. Como resultado de lo anterior, la velocidad de salida de la unidad disminuirá o aumentará respectivamente. El fluido hidráulico necesario para el funcionamiento del acoplamiento es suministrado por una bomba exterior.

2.3.3.9 Transmisiones Eléctricas de Velocidad Variable

La mayor parte de ellas tiene la apariencia de motores. De hecho, la mayor parte de ellas consiste solamente en un motor. Hasta hace poco, la mayor parte de las transmisiones eléctricas con velocidad regulable consistían en motores de corriente continua. Debido al flujo constante de corriente eléctrica., las unidades de CD eran muy fáciles de regular. Todo lo que se requería para controlar la velocidad del motor era un REOSTATO (dispositivo para variar la resistencia de una corriente) que permitía regular la cantidad de corriente que llegaba al motor desde la alimentación del mismo. Esto permitía, en consecuencia, aumentar o disminuir las RPM del motor.

Una variante de lo anterior son las TRANSMISIONES DE CORRIENTE PARÁSITAS. En este caso, se utiliza un motor normal de CA para generar corriente en uno de los extremos del sistema de transmisión. Una pequeña parte de la corriente alterna generada es extraída del motor, luego es RECTIFICADA (convertida) para obtener corriente continua, y empleada para excitar la bobina inductora en el lado de la CD del acoplamiento de corrientes parásitas. Al aumentar o disminuir la cantidad de potencia de la CD, la velocidad del motor, y por lo tanto del eje de salida, cambia proporcionalmente.

Otro tipo de transmisión eléctrica con velocidad variable emplea una transmisión de banda con velocidad variable como elemento básico del sistema. Para los efectos de su funcionamiento, la transmisión de banda – que es igual a la descrita más arriba tiene su eje de salida conectado a una maquinaria o a un reductor como ocurría anteriormente. El mencionado produce generalmente corriente alterna y está conectado eléctricamente a varios motores.

El motor PRINCIPAL o unidad motriz básica debe funcionar a una potencia nominal igual a la suma de la de todos los motores SUBORDINADOS, y dicho motor principal tiene velocidad constante. La velocidad de salida de la unidad generadora (y también la cantidad de corriente) queda controlada por la posición de la banda ajustable de la transmisión. Este ajuste interno de la velocidad del mecanismo de transmisión de banda es efectuado manual o automáticamente por medio de uno de los diversos tipos de unidades. Estos sistemas de motores eléctricos de corriente alterna con velocidad variable se utilizan frecuentemente cuando se requiere que varios motores tengan la misma velocidad de funcionamiento, o que todos ellos deban cambiar simultáneamente sus velocidades.

Un reciente desarrollo en el campo de control de los motores eléctricos de CA se denomina el control SCR. La unidad SCR de control consiste en una unidad de estado sólido que funciona de una manera similar a un reostato de CC, y se emplea frecuentemente con motores de CC. Sin embargo, los controles de velocidad pueden emplearse también con motores de standard de CA que operan estos equipos. Se adapta a dichos motores un dispositivo sensor que se conecta al control de estado sólido que funciona de una manera similar aun reostato de CD, y se emplea frecuentemente con motores de CD.

Cuando funciona en conjunto con un motor de CA, la unidad SCR de control permite el flujo de una cantidad determinada de corriente al motor. Cuando la velocidad del motor alcanza la velocidad para la cual está calibrado, el dispositivo sensor envía una señal de monitoreo al control y disminuye la cantidad de corriente de alimentación. En este forma, el control SCR mantiene un equilibrio entre la demanda y la corriente de funcionamiento. Si se produce una sobrecarga sobre el motor, el dispositivo sensor comunica la disminución de velocidad y permite el paso de una mayor cantidad de corriente al motor.

El mantenimiento de las unidades accionadas por motor sólo requiere, en general, la lubricación de los cojinetes y el mantenimiento y buen estado de limpieza del área donde están instaladas. La lubricación y el mantenimiento de los equipos eléctricos son realizados, en casi todas las plantas, por los electricistas.

2.3.4 Motores

Todos los motores eléctricos operan bajo el principio de que una fuerza actúa en un conductor cuando éste lleva corriente en un campo magnético. Aunque existe una amplia variedad de tipos de motores, éstos difieren solamente en los métodos utilizados para crear el campo magnético y controlar la corriente.

2.3.4.1 Factores Comunes

Sin considerar el tipo, algunos factores son comunes para todos los motores y deben entenderse antes de entrar en temas específicos.

Al hablar de motores se utilizan dos abreviaturas: Corriente alterna, que generalmente se abrevia como "CA". El otro tipo básico de motor es el de corriente directa y se abrevia "CD".

Los tipos de motor incluyen el común de 3 fases CA (más propiamente llamado polifásico), CA de una fase, CD, servo, motores de paso y el sincrónico.

Sistemas de Unidad

La capacidad nominal para motores que se usan en Norteamérica se basan en pies, libras y segundos, frecuentemente llamadas Unidades Inglesas de Ingeniería. Virtualmente todo el resto del mundo utiliza una versión del sistema métrico llamada SI, o Estándar Internacional.

Las diferencias entre los dos sistemas pueden causar malos entendidos y malas aplicaciones. En la última sección de este capítulo se indican las diferencias importantes.

Capacidad Nominal de Entrada y Salida

Los motores CA regularmente operan directamente sobre líneas de energía de CA. Sin embargo, están nominados en voltaje, como de 115, 200, 230, 460 y 575 Volts CA, y en frecuencias (la velocidad con que el voltaje alterna de positivo a negativo). La frecuencia se expresa en hertz (Hz), que son ciclos por segundo.

Los motores para Norteamérica, América Central, México, los países del Caribe, Filipinas y Corea del Sur, generalmente operan en sistemas de 60 Hz. América del Sur, Japón y Arabia Saudita usan ambos sistemas 50 y 60 Hz. La mayor parte de los otros países utilizan 50 Hz.

La salida nominal para usos generales en los motores Norteamericanos se indica en caballos de potencia (HP) y en revoluciones por minuto (RPM).

Armazón

Muchas de las características de operación y tamaño físico de los motores fabricados en los Estados Unidos de América, están establecidas por National Electrical Manufacturers Association (NEMA). Estas normas permiten a los usuarios de motores ordenar y usar los motores con un alto grado de conocimientos acerca del rendimiento del motor y su tamaño físico. Esto permite el intercambio entre motores de diferentes fabricantes.

Los tamaños de los armazones con frecuencia se definen por medio de números y letras. Los números indican la distancia desde la base del motor hasta el centro del eje, y la longitud del motor. Las letras indican características especiales, Tabla 11-1.

TABLA 11-1 – Armazones NEMA comunes, Sufijos para motores CA	
Sufijo	Explicación
T.....	Eje “largo, para carga con bandas
TS.....	Eje “corto”, para conexión directa
C.....	Motor Brida C
TC.....	Motores Brida C, con eje T o eje largo.
JM, JP.....	Motores para bomba con cople cerrado
U.....	Relaciones del tamaño del armazón con la potencia. Normas Norteamericanas previamente existentes

Para usos especiales como lavadores, secadoras y otros aparatos, los motores con armazón que no tienen especificaciones NEMA son de diseño especial, producidos en grandes cantidades y no son intercambiables con motores producidos por otros fabricantes.

Calentamiento del Motor

Por naturaleza, y por las leyes de física, los motores producen calor, generalmente en proporción con el cuadrado de la carga. (Duplicar la carga aumenta el calor cuatro veces).

Por lo tanto, un motor debe tener capacidad de disipar el calor que produce. De no ser así, aumentará la temperatura y eventualmente se quemará.

Por lo tanto, la capacidad terminal debe ser adecuada para la carga más severa del motor. La tarea de selección es sencilla cuando la carga del motor es relativamente constante, por

ejemplo, en bombas de velocidad constante y en los compresores y de desplazamiento positivo y velocidad constante.

Sin embargo, seleccionar motores para aplicaciones sujetas a recuentes arranques y paros o sobrecarga, es más complicado. En estos casos es necesario hacer una gráfica del ciclo de trabajo y calcular una carga media cuadrática equivalente (rms).

Tipos de Carga

Las cargas de toque variable incluyen bombas, ventiladores, sopladores y compresores. Las cargas de torque constante incluyen bandas transportadoras, malacates y bombas y sopladores de desplazamiento positivo. Las cargas de HP constantes incluyen cortadoras de metal, máquinas enrolladoras y para desenrollar. Estas últimas pueden ser del tipo de velocidad constante o ajustable.

Aislamiento del Motor

Todos los motores tienen un sistema de aislamiento que evita que los conductores que llevan corriente hagan corto con los conductores adyacentes o con el armazón del motor. El sistema de aislamiento es el factor que limita la temperatura máxima que puede soportar sin riesgo de devanado.

TABLA 11-2 – Aumento de temperatura permitido por el aislamiento arriba de los 40° C.	
Temperatura Ambiente	
Aislamiento Clase	Aumento Permitido °C
B	90
F	105
H	130

***Notas:**

1. La tolerancia del "punto caliente" es de 10°C más de la temperatura de la lista arriba indicada.
2. Estos valores de aumento de temperatura están basados en el método de resistencia para medir las temperaturas de la bobina.

En las placas de los motores se identifica con una letra el aumento de temperatura máxima que el motor soporta por encima de la temperatura ambiente (el aire que rodea al motor), Tabla 11-2. Tanto las normas Norteamericanas como las IEC basan los índices de aumento de temperatura sobre una temperatura ambiente de 40°C (104° F).

Factor de Servicio

Con frecuencia se abrevia "FS" en la placa del motor, el factor de servicio define la cantidad de sobrecarga que un motor desarrolla en forma continua sin sobrecalentarse. Por ejemplo, un motor con 1.0 FS, está diseñado para proporcionar su carga nominal en forma continua. Un motor con 1.15 FS puede proporcionar 115% de la carga nominal sin sobrecalentarse. Esta capacidad extra permite al motor suministrar la carga completa, y aún así, estar protegido contra daños de sobrecarga. Este no es el caso en un motor con factor de servicio de 1.0, el cual es más difícil de proteger al estar suministrando potencia de salida cercana a la nominal.

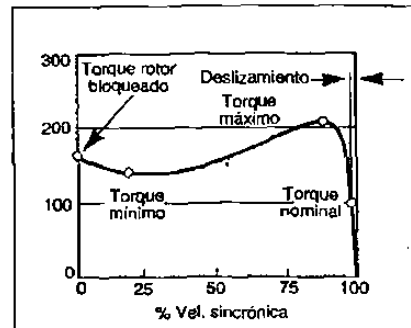


Fig. 11-1 — Curva de torque-velocidad de un motor de inducción CA.

Curvas de Torque-Velocidad

Una de las herramientas de aplicación más importantes que se utilizan para adaptar el rendimiento de un motor a su carga, es la curva de torque-velocidad (P-V), Fig. 11-1.

La Curva P-V define el torque máximo disponible que proporciona un motor a cualquier velocidad en particular. Indica la capacidad de torque a corto plazo del motor, incluyendo el torque disponible para arrancar y acelerar la carga, y la capacidad de torque continúa a un voltaje y frecuencia nominales.

Enclaustramientos

Los motores de inducción tienen cinco tipos básicos de enclaustramientos, cada uno de ellos proporcionando un nivel diferente de protección mecánica y de enfriamiento. Los cinco tipos están protegidos para que el personal no toque una pieza móvil o que esté electrificada.

Enclaustramientos APG

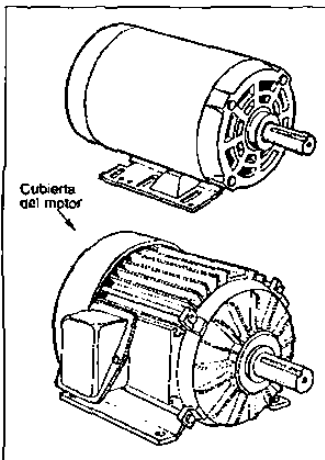


Fig. 11-2 — Motor típico APG, a prueba de goteo, el de arriba, y totalmente cerrado, enfriado por ventilador (TVVB), el de abajo. La cubierta del TCCV aloja un ventilador externo, montado en el eje del motor. Este ventilador sopla aire sobre las aletas exteriores TCCV.

El enclaustramiento que se usa más ampliamente es el APG (a prueba de goteo). Fig. 11-2, es apto para ambientes industriales limpios, secos, bajos techo, que no necesitan enfriamiento adicional. O sea, el ventilador interno montado en el eje del motor proporciona suficiente aire de enfriamiento para mantener al motor dentro de los límites de temperatura de diseño.

Enclaustramiento WP. (Weather Protected).

Una versión más reforzada que el APG, el WP (con protección ambiental), está diseñada para instalaciones a la intemperie. El enclaustramiento permite un libre intercambio del aire de enfriamiento dentro del motor, sin embargo, las mamparas evitan que la humedad ingrese al motor.

Enclaustramientos APG con Ventilador Externo.

Los motores que están sujetos a arranques frecuentes o a sobrecargas, con frecuencia necesitan un ventilador aparte impulsado por motor. Estos motores se clasifican como APG con Ventilador Externo (a prueba de goteo, ventilados con abanico). Este enclaustramiento se necesita regularmente para aplicaciones de velocidad ajustable CA.

Enclaustramientos TCNV.

Los motores para usarse en lugares húmedos, sucios y a la intemperie, necesitan ser totalmente cerrados, sin ventilación (TCNV). Sin embargo, estos enclaustramientos generalmente están limitados para motores pequeños. Un motor TCNV no tiene abanico externo. Disipa todo su calor a través del armazón y las superficies de montaje.

Enclaustramientos TCCV.

Un motor totalmente cerrado con un ventilador externo impulsado por el eje que sopla aire de enfriamiento sobre la parte de afuera del armazón del motor. Este tipo se llama TCCV (totalmente cerrado, enfriado por ventilador). Fig. 11-2.

Motores para lugares peligrosos.

Hay motores de inducción disponibles para operar en presencia de líquidos, gases y polvos explosivos. Las normas Norteamericanas requieren características de operación especiales, enclaustramientos y regímenes de prueba para estos motores, los cuales se diseñan especialmente para ese propósito. No son simplemente motores estándar modificados en enclaustramientos especiales.

No debe suponerse que un motor probado, que aparece en la lista o reconocido como que cumple con las normas Norteamericanas para lugares peligrosos, cumplirá con las normas IEC o viceversa.

Montaje Especial

Para montar en forma conveniente los motores a ciertos tipos de cargas impulsadas (reductores de engranes, bombas, o similares), se ofrecen motores con configuraciones de montaje bien definidas. En la Fig. 11-3 se presentan dos de los más comunes.

Motores Brida C.

Los motores que tienen una cara terminada con orificios roscados en los cuales el usuario puede montar equipo de impulsión, se llaman motores Brida C. 11-3.

Motores Brida D.

Una cara con brida permite al usuario atornillar los motores utilizando los orificios (orificios sin rosca) directamente a la maquinaria impulsada. Los círculos de los tornillos en los motores con Brida D, Fig. 11-3, son más robustos y grandes que los motores de Brida C.

Modificaciones

Los motores eléctricos se ofrecen con una amplia gama de modificaciones previamente diseñadas. Las opciones mecánicas incluyen rodamientos especiales, extensiones especiales de eje, respiraderos (para permitir que pequeñas cantidades de aire ingresen y salgan del

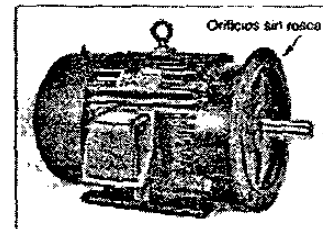
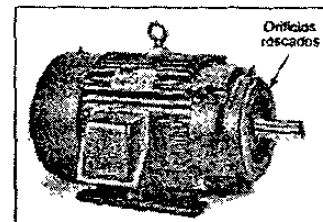


Fig. 11-3 — Arriba, Brida C y abajo, Brida D, para montar el motor a cargas impulsadas. Estas con frecuencia incluyen reductores de velocidad, bombas y maquinaria especial.

enclaustramiento a medida que se calienta y se enfría), drenaje (para que el agua condensada pueda drenarse), sellos, dispersores, aislamiento de alta temperatura, detectores de temperatura para el devanado, detectores de vibración y muchas otras.

Las modificaciones ambientales incluyen tropicalización y una variedad de enclaustramientos especiales. Las modificaciones eléctricas incluyen voltajes o frecuencias especiales, capacidades especiales de ciclo de trabajo, torques más altos de lo normal y muchas otras.

Protección para el Motor

Es imperativo incluir algún tipo de protección de sobrecarga para evitar que la temperatura del motor se exceda de los valores de diseño. Esta función de protección normalmente la suministra el controlador del motor, también llamado “arrancador del motor.” La mayoría perciben la corriente del motor y lo apagan, si los niveles permitidos se exceden durante mucho tiempo.

2.3.4.2 Motores de Corriente Alterna y Directa

Motores CA

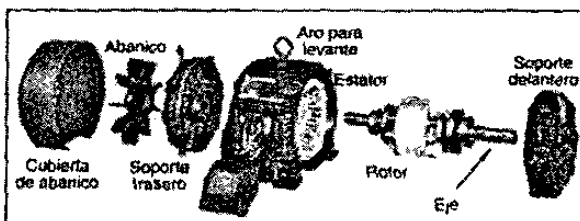


Fig. 11-4 — Motor de inducción CA, de 3 fases típico. Las protuberancias en cada extremo del rotor actúan como ventiladores para circular el aire de enfriamiento interno.

Algunas veces difícil de entender, aún cuando su construcción es sencilla, el motor de CA contiene dos partes principales, el estator y el rotor. Como su nombre lo indica, el estator es estacionario y contiene

los devanados con dos o más polos magnéticos por fase. Estos devanados producen un campo magnético giratorio alrededor del rotor, Fig. 11-4.

En la mayoría de los motores de inducción CA, el rotor consiste de un cilindro laminado con barras de aluminio o de cobre en ranuras alrededor de la parte de afuera de este cilindro. Las barras están conectadas a anillos circulares en cada extremo del rotor. Las barras conductoras y los anillos se parecen a una jaula de ejercicio para arillas, de ahí el nombre de “motor jaula de ardilla.”

El campo giratorio induce corriente en los conductores del rotor. Esta corriente del rotor, a su vez, produce un campo magnético que reacción con el campo giratorio. Después el rotor sigue al campo magnético del estator, pero a una velocidad ligeramente menor.

Todo esto hace surgir la pregunta: ¿Qué tan rápido gira el rotor? La respuesta depende de varias cosas, la frecuencia de la potencia aplicada, número de polos del motor, y carga del motor, Entre más alta sea la frecuencia aplicada, menor número de polos y menor la carga, el rotor gira más rápido.

TABLA 11-3 – Velocidades sincrónicas para motores que operan con un suministro de energía de 50 y 60 Hz.		
No. polos	Velocidad Sincrónica, RPM	
	50 Hz	60 Hz
2	3000	3600
4	1500	1800
6	1000	1200
8	750	900

Velocidad Sincrónica.

La velocidad de rotación del campo magnético del estator se llama velocidad sincrónica del motor, un valor determinado por:

$$NS = 120f/p$$

en donde:

NS = Velocidad sincrónica, RPM

f = Frecuencia de la potencia aplicada, Hz

p = Número de polos por fase

La Tabla 11-3 presenta la lista de velocidades sincrónicas para los motores más populares de 60 Hz y 50 Hz.

La carga determina en dónde el motor opera sobre la curva de torque velocidad del motor, Fig. 11.1. Según muestra esta curva, a mayor carga, más lenta la velocidad.

Deslizamiento.

La diferencia entre la velocidad sincrónica y la velocidad real del rotor se denomina deslizamiento. Para que un motor de inducción opere debe haber algo de deslizamiento. Este deslizamiento es necesario para inducir corriente en el rotor. La mayoría de los motores de inducción CA tienen de 3 a 5% de deslizamiento a carga plena.

Niveles de torque críticos.

La curva de torque-velocidad de la Fig.11-1, muestra los cuatro valores de torque que son críticos para la selección y aplicación del motor: torque-bloqueado a rotor, torque mínimo, torque máximo y torque normal.

El torque bloqueado es el torque disponible a cero velocidad para acelerar la carga. El torque mínimo es el mínimo disponible durante el arranque y típicamente ocurre del 20 al 40% de la velocidad sincrónica. El torque máximo, es el máximo disponible que ocurre alrededor del 80 al 95% de la velocidad sincrónica. El torque normal es el máximo que un

motor puede transmitir en forma continua. Este valor ocurre a una velocidad ligeramente por debajo de la sincrónica, típicamente alrededor de los 1,750 RPM para un motor de cuatro polos que opera a 60 Hz.

Motor Polifásico

El motor CA más sencillo de entender, también el más confiable y común con distribuidores de transmisión de potencia industrial, es el motor de inducción CA de tres fases. En vista de que las tres fases naturalmente forman un campo magnético giratorio, tiene la construcción y características de operación más sencillas. Estos motores están disponibles en capacidades desde fraccionarios hasta miles de caballos de potencia.

A continuación presentamos los principales factores en la selección y aplicación de estos “caballos de trabajo” de la industria.

Tipos de diseño.

Al cambiar el diseño del rotor, la forma de la curva de torque-velocidad puede alterarse para producir diferentes características necesarias para las diversas aplicaciones.

Las normas Norteamericanas reconocen tres diseños comunes de motores de inducción: Diseño B, diseño c y Diseño D. Estos están definidos en forma similar tanto por NEMA (National Electrical Manufacturers Association) y CEEMA, su homólogo canadiense. La Fig. 11-5 presenta las curvas de torque-velocidad para los tres y la Tabla 11-4 resume sus características.

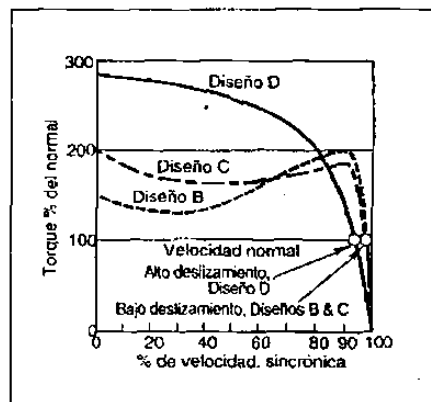


Fig. 11-5 — Curvas de torque-velocidad típicas del Diseño B, Diseño C y Diseño D, de motores CA de 3 fases.

TABLA 11-4 – Características de diseño de los motores de inducción de tres fases

Torque Diseño	Torque de Arranque	Máximo	Eficiencia Deslizamiento	Relativa
B	Normal	Alta	Bajo	Alta
C	Alta	Normal	Bajo	Ala
D	Alta	Alta/Normal	Alto	Moderada

Los Diseños B y C tienden a tener relaciones similares de armazón-caballos de potencia.

Los motores Diseño D son más grandes y más caros.

Los motores Diseño B, los más ampliamente usados, típicamente se usan en ventiladores, abanicos, bombas centrífugas y compresores y otras cargas fáciles de arrancar. Los motores Diseño C se utilizan en las bandas de transportadores, compresores recíprocos, bombas de desplazamiento positivo y cargas similares difíciles de arrancar. Los motores Diseño D se instalan en prensas de perforación, máquinas cortadoras, malacates, bombas para pozos de petróleo, y otra maquinaria de carga con picos altos.

Motores de Velocidad Múltiple.

Los motores de inducción CA polifásicos también son para operación a dos o más velocidades. Estos motores contienen devanados de estator que pueden ser interconectados para proporcionar un número diferente de polos. Los así llamados motores de devanado sencillo, de velocidades múltiples, ofrecen dos velocidades nominales en donde la velocidad más baja es generalmente la mitad de la velocidad más alta.

Por otra parte, los motores de velocidades múltiples de dos devanados, pueden operar a otras relaciones de velocidad además de la de 2 a 1. Y dichos motores están disponibles en tres y cuatro velocidades nominales.

Los motores de velocidades múltiples de dos devanados no deben confundirse con los motores reconectables. Estos últimos pueden ser reconectados para operación desde ya sea

230 ó 460 VCA. Los motores de velocidades múltiples, por otra parte, son reconectables (usando arrancadores de motor de velocidades múltiples), para proporcionar dos velocidades diferentes cuando operan desde el mismo voltaje y frecuencia.

Capacidad Nominal.

Los motores Diseño B y C se surten en los rangos inferiores, pero los costos aumentan rápidamente para los de más de 150 HP.

Los motores de inducción construidos bajo las normas Norteamericanas típicamente tienen una capacidad nominal de 230, 460 ó 575 VCA. Estos son para usarse en sistemas de energía con voltajes nominales de 240, 480 y 600 VCA, respectivamente. Las caídas de voltaje corresponden a la diferencia entre los voltajes del motor y del sistema de energía.

La mayoría de los fabricantes ofrecen motores reconectables que pueden arreglarse para operar ya sea a 230 ó 240 VC. (Están marcados con 230/240 Volts para indicar el doble voltaje). Los motores con capacidad nominal de 500 hasta 750 HP típicamente operan en estos sistemas de bajo voltaje. Los motores con capacidad superior a este nivel operan regularmente en sistemas de voltaje medio, como de 2,3000 ó 4,000 VCA.

Impulsores CA de Velocidad Ajustable.

Para obtener la operación de velocidad ajustable de motores CA altamente confiables, controladores comúnmente llamados inversores, se desarrollaron para controlar el voltaje y la frecuencia aplicada a los motores de CA. La confiabilidad del controlador ha aumentado de tal manera que los impulsores de velocidad ajustable de CA, generalmente se toman muy en cuenta, tanto como los sistemas CD antiguos y comprobados.

Motores de Inducción Monofásicos

Operan bajo los mismos principios básicos que los del tipo polifásico, sin embargo, el motor monofásico no tiene un campo magnético de estator giratorio natural. Por lo tanto, se utilizan varias técnicas de diseño para crear este campo giratorio, incluyendo polo-sombreado, fase-dividida, de arranque con capacitor y de capacitor dividido permanente.

Motores de polo sombreado.

Un circuito de cobre o sombreado rodea una porción de cada fase del polo en el motor de polo-sombreado. El campo magnético en la porción sombreada de la cara polar, retarda esa en la otra porción, un arreglo que produce el llamado campo giratorio. El diseño de más bajo costo de motores sombreados se utiliza en los ventiladores, aparatos pequeños y otras aplicaciones que aceptan torques de arranque y máximo inferiores.

Motores de fase-dividida.

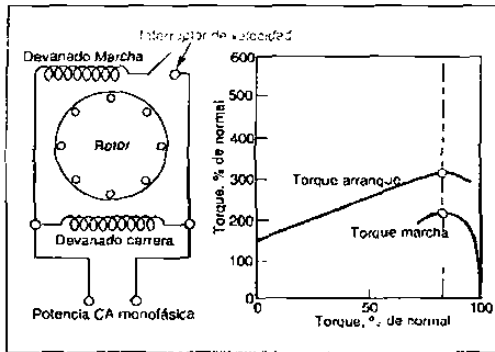


Fig. 11-6 — Dibujo y curva de torque-velocidad para motores de fase dividida.

El motor monofásico industrial de aplicación general más común, el motor de fase dividida, crea un campo magnético preparando las bobinas de los devanados de arranque y de operación con diferentes valores de inductancia. Al arrancar, ambos devanados se energizan y las diferencias en características eléctricas de los devanados de arranque y marcha producen un campo magnético giratorio. A medida que el motor se acerca a la velocidad de marcha, un interruptor de velocidad mecánico o de estado sólido desconecta el devanado de arranque, Fig. 11-6.

Los motores de fase dividida son más caros que los motores equivalentes de polo sombreado, pero tienen valores más altos de torque de arranque máximo.

Motores con capacitor de arranque.

El segundo motor industrial monofásico más común, el motor con capacitor de arranque, ofrece valores más altos de arranque y de torque máximo, que el de los motores de polo sombreado o el de fase dividida. El desplazamiento de fase entre los devanados de arranque y de carrera, y el campo magnético

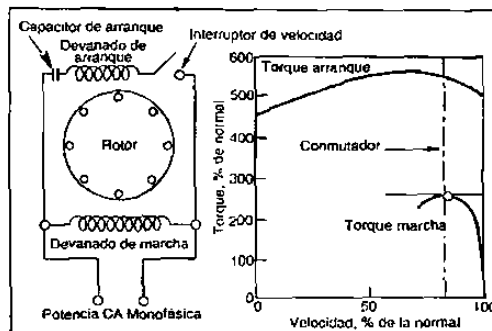


Fig. 11-7 — Esquema y curva de torque-velocidad para motor con capacitor de arranque. Se observa el torque de arranque más alto de este motor sobre el motor de fase dividida. El capacitor de arranque con frecuencia se monta en la parte superior del motor en una "lata" cilíndrica larga.

giratorio, se produce conectando un capacitor en serie con los devanados de arranque. En ese caso también un interruptor de velocidad desconecta el devanado de arranque a medida que el motor se acerca a la velocidad de marcha. Fig. 11-7

Motor de capacitor dividido permanente.

Aunque similares a los motores con capacitor de arranque, los motores de capacitor dividido permanente no emplean un interruptor de velocidad porque ambos devanados operan continuamente. Estos motores ofrecen una eficiencia y un factor de potencia mayor que los otros tipos, pero generalmente tienen torque de arranque y torque máximo más bajos. Los motores con capacitor dividido se utilizan ampliamente para suministrar energía a

bombas y cargas de abanicos en donde no son necesarios altos valores de toque arranque y torque máximo.

Motores CD

Aún cuando son más complejos y costosos y necesitan de más mantenimiento que los motores de inducción CA correspondientes, los motores CD pueden operar a velocidad ajustable cuando se conectan a controladores relativamente sencillos. Existen dos tipos básicos de motores de CD: los tipo escobilla y sin escobilla.

Motores CD Tipo Escobilla

A su vez, existen dos tipos de motores CD tipo escobilla, de imán permanente (PM) y de campo devanado.

Imán Permanente.

De estos dos tipos para capacidad menor de 2 HP, el tipo PM es el más popular en distribuidores de transmisión de energía. Los motores PM generalmente se ofrecen desde 1/8 hasta 2 HP. Los motores CD de más de 2HP son de campo devanado.

Los imanes permanentes, montados en el estator, crean un campo magnético fijo. El estator también sostiene las escobillas de carbón que pasan sobre las barras de cobre del conmutador montadas en la armadura, Fig. 11-8. (La parte giratoria de un motor CA es el rotor, en un motor CD es la armadura). Estas barras se conectan a alambres devanados sobre

las laminaciones de acero que lleva la armadura.

Cuando gira la armadura, las barras de cobre pasan bajo las escobillas de carbón repetidamente,

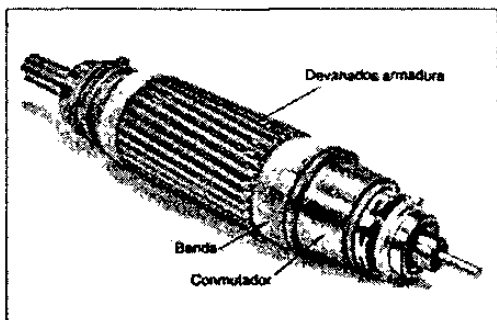


Fig. 11-8 — Motor CD de armadura devanada. Las escobillas de carbón están asentadas en el conmutador para conducir la corriente a los devanados de la armadura. Las bandas mantienen los devanados en su lugar durante la operación de alta velocidad.

conectan y desconectan los conductores a medida que el motor gira, un proceso denominado conmutación. Al pasar corriente a través de estos devanados de la armadura crea una reacción torque entre los devanados de la armadura y el campo magnético del estator. Esta reacción torque hace que la armadura gire.

Campo devanado.

El campo magnético para los motores CD de campo devanado tipo escobilla lo producen los polos devanados (llamados devanados de campo) en el estator. Fig. 11-9. Al pasar corriente a través de estos devanados se produce el campo magnético. La armadura es similar a la armadura del motor PM.

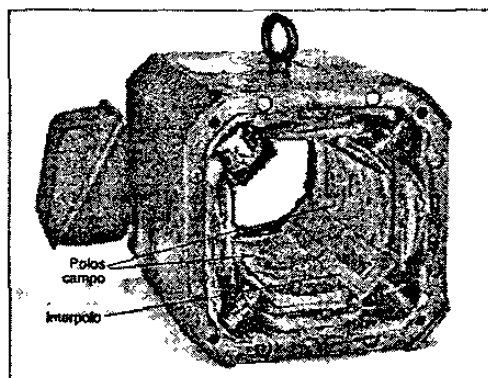


Fig. 11-9 — Estator de motor CD. Los polos de campo contienen devanados en serie y en derivación. Los interpolos son devanados en serie que reducen las chispas entre las escobillas y el conmutador para una vida más prolongada de escobillas y conmutador.

Hay tres tipos distintos de motores de campo devanado —devanado en serie, devanado en derivación y devanado compuesto o devanado estilizado. Estos términos en cada caso definen la técnica empleada para producir el campo magnético.

Devanado en serie.

El devanado de campo se conecta en serie con el devanado inducido, Fig. 11-10. El arreglo ofrece torque de arranque alto y la velocidad del motor varía ampliamente con la carga. Este tipo de motor es ideal para rolar metal y para impulsores de

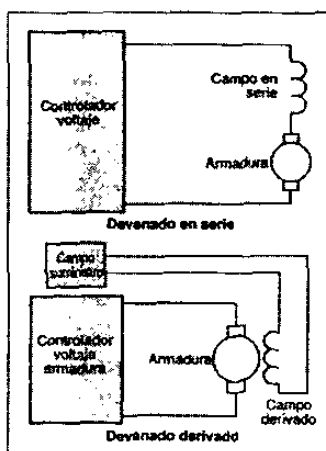


Fig. 11-10 — Los motores CD incluyen devanados en serie, devanados derivados, o ambos. Los motores con ambos, son los motores de devanado compuesto

tracción (tranvías y trenes eléctricos). Sin embargo, los motores en serie se exceden de velocidad cuando no tienen carga.

Devanado en derivación.

El devanado de campo del motor generalmente se conecta en derivación, o en paralelo con la armadura, Fig. 11-10. Sin embargo, en algunos casos, los dos operan desde diferentes fuentes de energía. En cualquier caso, disminuye ligeramente la velocidad del motor al aumentar la carga. Los motores derivados no desarrollan exceso de velocidad cuando se cargan ligeramente, pero pueden exceder la velocidad al perder energía de campo.

La velocidad regularmente se ajusta variando en forma independiente el voltaje aplicado a la armadura. Y los sistemas de control sofisticados varían tanto los voltajes de la armadura como los del campo.

Devanado compuesto y derivado estabilizado.

Los motores que tengan ambos devanados derivados y en serie, típicamente muestran una característica de velocidad que varía poco con la carga. El campo en serie en los motores compuestos y de devanado derivado estabilizado, es considerablemente más débil que el de campo en serie, en un motor en serie.

Factores de capacidad.

Los motores CD tipo escobilla fabricados bajo las normas norteamericanas se pueden obtener en las mismas capacidades de potencia que los motores CA. Las velocidades base (nominales), son similares a las velocidades nominales para los motores de inducción de 60 Hz. Los voltajes de armadura y campo coinciden con los voltajes producidos por la

rectificación de media onda y onda-completa de los voltajes estándar 60 Hz del controlador de impulsión.

Los motores CD se clasifican como de capacidad subfraccionaria, fraccionaria y de HP integrales. Cuando aumenta la capacidad de potencia, también aumenta la de campo y el voltaje de la armadura. La Tabla 11-5 presenta la lista de las capacidades típicas disponibles de una amplia gama de proveedores.

TABLA 11-5 – Potencia típica y capacidades de voltaje para motores CD tipo escobilla			
Categoría	Rango Hp	Ved	
		Armadura	Campo
Hp Subfraccionario	1/50 a 1/8	90 & 180	PM
Hp Fraccionario	¼ a 1	90 & 180	PM, 50, 90, 100
Hp Integral	1 a 700+	180, 240, 500	PM, 150, 240, 300

Nota: PM = Campo magnético permanente
Los otros son motores de campo devanado.

Motores CD Sin Escobillas

Como los motores de escobilla de imán permanente, los motores CD sin escobillas emplean imanes permanentes. Pero a diferencia de los motores tipo escobilla, los imanes están montados en el rotor y la armadura está devanada en el estator. Por lo tanto, a los motores CD sin escobillas, algunas veces se las llama motores de rotor externo.

Además, este tipo de motor no tienen conmutador ni escobillas. El controlador de estado sólido proporciona la función de conmutación electrónicamente, en respuesta a las señales de la posición del rotor. La conmutación electrónica es más eficiente y confiable que la del tipo escobilla. Como resultado, los motores CD sin escobillas transmiten el torque normal a velocidades más altas que los motores de imán permanente convencionales.

Capacidades.

Los motores CD sin escobillas para servicio general se encuentran generalmente en capacidades hasta de 10 HP en 1800 RPM. Y algunos de los motores sin escobillas se producen en tamaños superiores a los 100 HP.

Enclaustramientos.

Los motores DC generalmente se suministran en cuatro tipos de enclaustramientos diferentes, cada uno ofreciendo un nivel diferente de enfriamiento y protección mecánica. El más popular es DDPG (a prueba de goteo, totalmente protegido). Los otros son DPBV (a prueba de goteo, ventilados con abanico), TENV (totalmente cerrado, no ventilado), y TEFC (totalmente cerrado, enfriado con abanico).

Opciones.

Las opciones de rendimiento incluyen tacómetros para retroalimentación de velocidad, ventiladores, capacidad térmica adicional y rodamientos para servicio pesado. Las opciones de protección incluyen devanado y termostatos de rodamientos o RTD (detectores de temperatura de resistencia), calentadores de espacio, respiraderos y drenajes.

2.3.4.3 Servomotores y Motores de Paso

Servomotores

Un motor de clase especial, los servomotores tienen inercias bajas y respuestas altas que producen la capacidad para acelerar desde cero, a velocidad completa en milisegundos. Cuando se usan con controladores dedicados, típicamente muestran velocidades máximas más altas y respuesta más rápida que la de los motores convencionales. Los servomotores se usan ampliamente para aplicaciones de inversión rápida y posicionamiento de precisión, como en máquinas herramienta, máquinas empacadoras y equipo de inspección.

Los motores y controladores se ofrecen regularmente en paquete, un controlador manejando desde uno hasta ocho motores simultáneamente.

Dos tipos de servomotores son populares, CA tipo escobilla y sin escobilla. Además, los motores CD de inducción, con rotores de baja inercia, impulsados por controladores de vector de flujo, funcionan como impulsores servo.

Servomotores Tipo Escobilla

La mayoría de los servomotores tipo escobilla tienen campos magnéticos permanentes, y unos cuantos tienen campos devanados. Excepto porque tienen armadura de inercia más baja y respuesta más rápida, ambos tienen la misma construcción básica como los motores CD de uso general previamente presentados.

Servomotores Sin Escobilla

Los motores sin escobilla en algunos casos se llaman CD y otras veces CA, pero los dos son muy similares en su construcción. Los detalles de la construcción básica del motor sin escobillas se presentan en la sección previa sobre motores CD.

Como se indica anteriormente, los servomotores sin escobillas (frecuentemente llamados BLDC para los CD sin escobillas), contienen imanes permanentes sobre la armadura (o rotor), con devanados montados en el estator. Para cumplir con las necesidades precisas de la operación servo, se monta sobre un eje del motor un codificador, resolvidor u toro

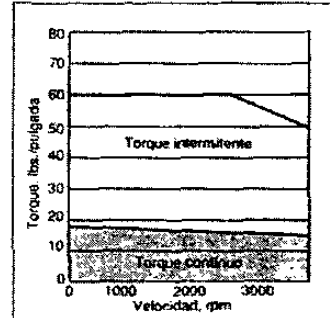


Fig. 11-11 — Curva torque-velocidad de un servomotor sin escobillas típico (BLDC).

dispositivo de retroalimentación de velocidad. Este dispositivo de retroalimentación envía una señal que indica de regreso la velocidad precisa del motor al controlador servo.

La Fig. 11.11 muestra una curva torque-velocidad típica.

Factores de Capacidad.

Los servomotores norteamericanos se clasifican típicamente en torque de salida (libras por pulgada y onzas por pulgada). En ambos casos, la capacidad de velocidad puede ser ya sea en radianes por segundo (Rad/s) o revoluciones por segundo (rps).

Los voltajes de entrada para el motor deben ser compatible con la salida del controlador.

Armazones y Enclaustramientos

Los servomotores típicamente se suministran TENV (totalmente cerrados, no ventilados). Los diámetros de los motores norteamericanos en general concuerdan con los armazones de los fraccionarios, como 23, 34, y 42. Como típicamente se requieren para aplicaciones de precisión, los motores generalmente incluyen dispositivos de retroalimentación montados en el eje, regularmente un codificador o resolvidor.

Motores de Paso

Un motor de tipo especial, los motores de paso se usan en forma amplia industrial y comercialmente en máquinas de escribir, impresoras, impulsores de disco y una variedad de otras aplicaciones que no necesitan la alta velocidad y alto torque ofrecido por los servomotores. A diferencia de los motores convencionales, los motores de paso convierten los impulsos eléctricos en movimiento angular discreto.

La rotación angular producida por un impulso eléctrico se llama ángulo de paso. Los motores de paso más ampliamente utilizados giran 1.8 grados por impulso, ó 200 incrementos por revolución. Los ángulos de paso disponibles de muchos fabricantes van desde 7.2 hasta 0.18 grados. Existen tres tipos básico de motores de paso: imán permanente, reluctancia variable e híbridos.

Motores de Paso de Imán Permanente.

El estator de un motor de paso de imán permanente contiene dos o más devanados, y el rotor sostiene múltiples imanes permanentes. Cuando se aplican los impulsos, secuencialmente a los devanados, los imanes giran paso-a-paso, concordando en cada paso con la polaridad del devanado impulsado. Los motores de paso de imán permanente son sencillos y baratos, pero muestran características de resonancia a cierta velocidad y aumento de temperatura excesiva en alta velocidad. Estas limitaciones pueden minimizarse con las *técnicas de control de circuito cerrado adecuadas.*

Motores de Paso de Reluctancia Variable

El estator de un motor de paso de reluctancia variable se parece al del motor de paso de imán permanente, pero el rotor consiste de polos de acero salientes en lugar de imanes. Aquí, cuando se envían pulsos a los devanados, el rotor gira paso a paso, buscando una posición de reluctancia mínima. La relación de torque a inercia de un motor de reluctancia variable es alta, pero el torque producido es menor que el de los tipos comparables de imán permanente e híbridos.

Motores de Paso Híbridos

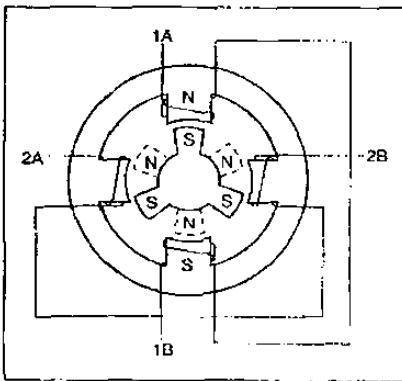


Fig. 11-12 — Diagrama de un motor de paso híbrido de dos fases.

Al combinar las mejores características de los motores de paso de imán permanente y de reluctancia variable, los motores de paso híbridos son populares para aplicaciones de torque alto. Para mostrar los conceptos básicos de cómo operan estos motores, la Fig. 11-12 presenta el diagrama de un motor híbrido de dos fases. Aquí, el rotor contiene dos juegos de tres polos salientes, un juego compensa al otro en 60 grados. Un imán permanente en el eje magnetiza un juego, como de polo norte y el otro como de polo sur. Al impulsar las fases en forma alterna, gira el eje a 30° grados por impulso.

Control de Medio Paso y Micropaso

Con las técnicas de control adecuadas, un motor se puede hacer girar a la mitad o hasta una porción más pequeña de un paso por cada impulso. Por ejemplo, al energizar una fase del motor en la Fig. 11-12, luego ambas fases, y después la primera fase de nuevo, pero con

polaridad invertida, y así sucesivamente, el motor gira 15 grados, o medio paso, con cada impulso. Aún los pasos más pequeños resultan cuando se emplean las así llamadas técnicas de micropaso. Aquí, para cada paso, se debilita una fase sólo ligeramente y la otra fase se refuerza como corresponde. Con un motor típico, uno con 200 pasos completos por revolución, las técnicas de control de medio paso y de micropaso pueden aumentar el número de pasos de 400 a 100,000 pasos por revolución.

Características de Torque-Velocidad

Los motores de paso muestran un tipo diferente de características de torque-velocidad que los otros tipos de motores. La Fig. 11-13 es un ejemplo de un motor de paso híbrido típico. Las curvas definen valores torque de retención y para dos rango de velocidad, el rango de arrancar-aparar y el rango de respuesta.

El torque de retención es el torque máximo que un motor puede transmitir con excitación nominal a cero velocidad sin rotación del eje. El rango de arrancar-parar es un área en donde el motor puede

detenerse dentro de un solo paso. El rango de respuesta es un área en donde el motor responde precisamente a una frecuencia de impulsos. Un motor pierde pasos si la frecuencia de impulsos exceden a los indicados en la curva de respuesta. Y un motor debe demorarse del área de rotación rápida al área de arrancar-parar, antes de que pueda detenerse sin perder pasos.

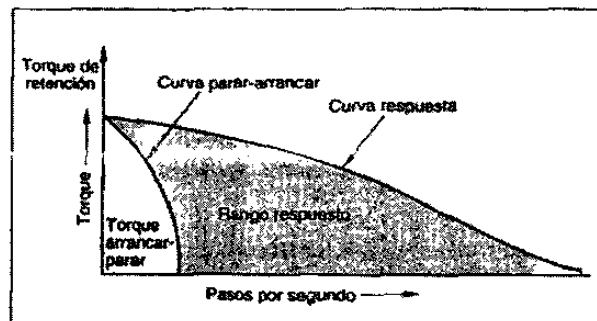


Fig. 11-13 — Curva de torque-velocidad, motor de paso híbrido típico.

El torque de retención, que no se presenta en la curva de torque-velocidad, es el torque máximo que desarrolla un motor cuando se desenergiza. Solamente los motores de imán permanente y los híbridos muestran el torque de retención.

Bobinas Bifilares

La mayoría de los motores de paso tienen dos juegos de devanados por polo, el llamado arreglo bifilar. Los dos juegos pueden conectarse ya sea en serie o en paralelo. Al conectar los devanados en serie proporcionan torque de salida más alto a frecuencia de impulso bajo, que en la conexión paralela, pero los valores de torque mínimo son más bajos a frecuencias de impulso altas. Los valores de torque mínimo son los que se definen en la curva de rotación rápida en la Fig. 11-13. Esos valores son el torque máximo que el motor puede producir a las frecuencias de impulso correspondientes sin desenganchar el sincronismo y perder pasos.

Resonancia.

Un motor de paso es un sistema de masa resonante que oscila cuando se impulsa a su frecuencia natural. A esta frecuencia de impulso, un motor de paso rebota o vibra con cada impulso. Cuando la vibración es severa, el motor puede desenganchar el sincronismo y pararse. Las técnicas de medio paso y micropaso evitan o minimizan los problemas de resonancia.

Capacidad Nominal, Armazones y Gabinetes

Los motores de paso norteamericanos típicamente se clasifican en torque de salida (libras por pulgada u onzas por pulgada). En ambos casos, la capacidad de la velocidad puede ser en radianes por segundo (Rad/s) o revoluciones por segundo (rps).

Los motores de paso industriales se ofrecen con torque de 14 a más de 3,000 onzas por pulgada. Y algunas capacidades de torque se acercan a las de los motores de potencia integral. Los motores de paso norteamericanos utilizan armazones de tamaño 17, 23, 34, y 42, generalmente en enclaustramientos TENV (totalmente cerrados, no ventilados). Los motores de paso compiten favorablemente con los servomotores en muchas de las aplicaciones de torque bajo a moderado.

2.3.4.4 Aplicación y Selección

Para seleccionar motores para una aplicación específica es necesario considerar numerosos parámetros.

Se incluyen la carga de torsión, inercia de carga, características de carga (continua o intermitente), ciclo de trabajo, el número de arranques por hora, temperatura ambiente, altitud y medio ambiente (limpio, seco, húmedo, gases explosivos, etc.). Todos estos factores deben conocerse o estimarse en forma conservadora.

Además, la selección de servomotores y motores de paso, necesitan de un análisis detallado de la carga impulsada y los objetivos de aplicación.

Motores de Inducción

Los valores de torque máximo, torque mínimo y de torque bloqueado deben ser suficientes para arrancar, acelerar y operar a la carga esperada.

Si se utiliza cualquier forma de arrancador de corriente reducida, o de voltaje reducido, debe tomarse en cuenta el efecto de la técnica de arranque sobre el torque generado. Por

ejemplo, reducir la corriente de arranque a mitad de lo normal corta el torque de arranque a una cuarta parte de lo normal.

En muchas aplicaciones industriales, el costo de operación, y por lo tanto la eficiencia del motor, son también factores importantes.

Todos los principales fabricantes de motores ofrecen motores Diseño B de alta eficiencia.

El equipo de arranque del motor protege al motor de las sobrecargas y limita el daño ocasionado por los cortos circuitos en los devanados. Además, el alto costo de los motores grandes con frecuencia justifica el uso de dispositivos de detección de daño a los rodamientos y devanados, los cuales disminuyen aún más la probabilidad del daño al motor debido al mal funcionamiento del motor o del suministro de energía.

Después de seleccionar el motor, la corriente de torque bloqueado del motor – típicamente seis o más veces la corriente a carga completa – debe determinarse antes de que pueda especificarse el equipo de arranque adecuando.

Impulsores de Frecuencia Ajustable

La selección de motores de inducción para usarse con impulsores de frecuencia ajustable, requiere de consideraciones adicionales. Aquí, los motores están propulsados por inversores que convierten la energía de un sistema de frecuencia constante, a una en donde la frecuencia es controlable. aunque esta técnica permite la operación a velocidad ajustable de los motores de inducción, la forma de onda de corriente no sinusoidal genera más calentamiento al motor que las aplicaciones de frecuencia constante, la cual opera desde la corriente de onda sinusoidal pura.

Se debe reducir la capacidad de los motores de inducción Diseño B cuando están impulsados por frecuencia ajustable, especialmente cuando operan a baja velocidad. Muchos proveedores de motores publican reglas de uso especiales para sus motores cuando se operan en esa forma. Y el fabricante del motor debe estar informado en donde puede operarse un motor de inducción por encima de la velocidad normal de funcionamiento (operado a una frecuencia mayor de 60 Hz).

Los motores que son para servicio con inversor, con frecuencia incluyen sistemas de ventilación independiente, para mantener un flujo de aire de enfriamiento constante a pesar de la velocidad del motor. Además, los motores CA para impulsores de Frecuencia ajustable de vector de flujo, generalmente necesitan de un dispositivo retroalimentación de velocidad, montado en el eje.

2.4 Aspectos técnicos en ingeniería de transmisión de potencia

2.4.1 Introducción

Los aspectos de ingeniería que debemos considerar son en cuanto se refiere a la aplicación específica o especial de un equipo. Los principales son por ejemplo:

Aplicación: a esto se refiere que tipo de mecanismo va a transmitir la potencia, puede ser un transportador de banda, canchales, de gusano, helicoidal, aéreo, de cadena, etc. Elevadores, grúas, ruedas o poleas giratorias, separador, molinos de martillo, molino limpiador, hornos rotatorios, hornos estacionarios, puertas industriales, válvulas, bombas positivas, torres de enfriamiento, maquinaria de empaque, por mencionar algunas. El ambiente de trabajo, si hay

polvo, humedad, ambiente corrosivo, agua, sales, etc. Si la operación va ser intermitente o continua, como en las grúas viajeras o elevadores de personas o carga. Arreglo de las flechas, si es en posición vertical, horizontal, flecha hueca o sólida, la posición, tipo de brida o montaje. Existe un cuestionario bien detallado mas delante con respecto a este tema.

2.4.2 Características particulares en la selección de equipos de Transmisión de potencia.

Para realizar una correcta selección de un reductor de velocidad, favor de proporcionar la máxima cantidad posible de información como:

- a) Potencia del motor instalado
- b) Velocidad de entrada a la unidad reductora.
- c) Relación de transmisión o velocidad de salida de la unidad reductora
- d) Tipo de máquina que accionará. Operación continua o intermitente.
- e) Posición de montaje (preferentemente adjunte croquis de la aplicación).
- f) Rangos de velocidad
- g) Ambiente, temperatura, polvo, corrosión, agua, intemperie, etc.
- h) Cargas axiales o radiales

Los puntos **a**, **b**, y **c** son fundamentalmente para la selección del tamaño de la unidad reductora, ya que de ellos depende el dimensionamiento de cada uno de sus componentes

(engranajes, ejes y rodamientos) y en definitiva de la totalidad de la caja. Debe tenerse en cuenta que a medida que disminuimos la velocidad de entrada a la unidad reductora, para una misma potencia, aumentamos el momento torsor de entrada y lo mismo para la salida si aumentamos la relación de transmisión y por consiguiente disminuimos la velocidad en el eje.

El punto d es muy importante para calcular el factor de servicio o coeficiente de seguridad a adoptar de acuerdo al comportamiento de la carga, si la misma es estable o uniforme, el equipo se verá mucho menos exigido que si se producen variaciones en el estado de carga y peor aún si éstos son muy bruscos o en breves lapsos de tiempo.

También debe considerarse en este punto la cantidad de horas por día que el equipo estará en funcionamiento.

Por último, el punto e es muy importante y de tenerse en cuenta para la correcta lubricación de todos los elementos del equipo dado que son muy pocos los que puedan montarse en cualquier posición, y si la lubricación es incorrecta será mucho más corta la vida útil del reductor.

Además es importante especificar cualquier condición especial como alta o baja temperatura ambiente, equipo a prueba de explosión, polvo, chorro de agua, etc., motor de dos velocidades, aislamiento clase F o H, para uso con inversor, etc.

3.- Método de Entrevista y Prospección

Los métodos de prospección que nosotros como Fabricantes de equipo original, utilizamos lo que son firmas de ingeniería para ver y concursar en proyectos, ampliaciones y modernizaciones. Otro método o forma de hacer contactos son en ferias y exhibiciones, nacionales e internacionales. Recibimos las solicitudes y posteriormente los contactamos por medio de cartas, invitando a los fabricantes de equipo original con a los clientes de alto consumo que seria denominados como OEM'S y firmas de ingeniería, tales como Buffet industrial y Techint. Elaboramos un formato para prospectar de una forma profesional y hacer un compromiso con asistencia, ha sido la forma más efectiva para dar una platica nuestra. Es muy importante que esta carta sea firmada de recibido y bien responder por el mismo conducto, la confirmación de la fecha y hora que se quiera impartir dicha platica. Una vez recibida la carta, se codina con el personal involucrado para realizar puntualmente y con el distribuidor correspondiente. Posteriormente el seguimiento de esta platica es realizada tanto por nosotros como por el representante técnico de ventas del distribuidor.

Mayo 30 del 2001

Ing. Abel Román c.c. Sr. Víctor Velázquez, Ing. Raymundo Reyes
Solvey Flour México, SA de CV
Cd. Juarez, Chihuahua, México
Tel. 16-330013 Fax. 33-0183

Asunto: Aprobación de nuestra marca para su proyecto de expansión.

Estimado Ing. Román:

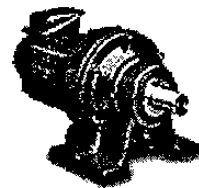
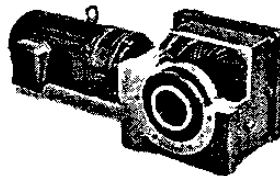
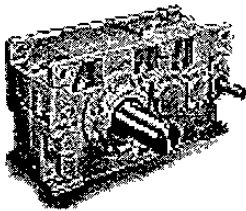
Sumitomo Machinery Co. of America es fabricante de reductores y motorreductores de velocidad tipo cicloidal, engranes helicoidales, variadores de velocidad con tracción viscosa, e inversores de frecuencia, que a través del tiempo han demostrado serlos más confiables y compactos en la industria, si diseño de reducción sin engranes lo hace diferente a cualquier otro.

Las ventajas del reductor cyclo por su funcionamiento son: un ahorro de hasta un 30% de energía, mantenimiento y espacio. **Soporta hasta un 500% de sobrecarga, operación silenciosa, libre de vibración, alta reducción en poco espacio (6:1 @ 119:1 simple reducción y hasta 7,569:1 en doble red.) y sobre todo 24 meses de garantía sin limite de tiempo de operación;** nuestros equipos están trabajando en plantas de tratamiento de aguas, siderurgicas, trasportadores de materiales, plantas forestales, torres de enfriamiento, química, petroquímica, etc.

Queremos que haya un proyecto de compromiso, para lo cual nos gustaría una presentación en sus oficinas 31/05/01 o 1/06/01, a cualesquier hora, (favor de indicar), para que conozcan nuestra línea de productos y vean porque la industria esta cambiando a **Sumitomo**. Esperando recibir noticias tuyas muy pronto, coordinando una presentación en conjunto o individualizada, a los diversos Departamentos de Proyectos ingeniería y ventas, de las ventajas y beneficios que podemos brindarle, me despido quedando a sus ordenes para cualquier duda o aclaración, muy

Atentamente,

Ing. Gustavo A. Rodríguez
Gerente de Ventas
c.c. Ing. Héctor González



3.1 Dialogo (Script)

En toda entrevista, la mas importante es la primera, el llegar bien vestido, a tiempo, con seriedad, da un valor agregado muy significativo al momento de hacer una prospección o visita técnica de ventas. Dentro de una conversación natural, nosotros debemos solicitar y llenar el cuestionario de aplicación, que a medida de que uno termine el vendedor ya se haya informado de la necesidad especifica del cliente o fabricante. Tanto el precio disponible a pagar, competencia, urgencia (tiempo), algún proyecto futuro, modernización o ampliación en la cual se vean involucrados equipos de transmisión de potencia.

3.2 Casos Típicos y Reales

Es muy importante de que cada vendedor técnico, se convincente y deje huella en su visita, por lo cual es necesario o recomendable llevar un curriculum de equipos o bien soluciones de otros cliente con nuestro equipos. El ejemplo vivo o bien al menos con fotografías deja un grado de confiabilidad que puede lograr a cerrar la venta esclareciéndose cualesquier tipo de duda que exista. Hoy en día nuestra mejor arma de ventas es una gran cantidad de soluciones típicas y complejas de aplicaciones donde los clientes nos invitan a participar en la sustitución o reemplazo de un equipo. Por lo cual desde hace 6 años llevamos un record de cada aplicación exitosa que hacemos. Es obvio mencionar que cada una de estas imágenes o ejemplos fueron en su mayoría autorizadas por el personal involucrado de cada empresa u organización. Se lleva ante todo un formato donde se nos da toda la información requerida para hacer una mejor recomendación a la solución del problema.



S M - C Y C L O D E M E X I C O , S . A . D E C . V .
SUBSIDIARIA DE SUMITOMO MACHINERY CORPORATION OF AMERICA

EMPRESA: _____ RESPONSABLE: _____
MAQUINA: _____ APLICACIÓN: _____

Mostrar rpm cada etapa

MANTENIMIENTO:

CONSECUENCIAS:

DATOS ENTRADA:

MOTOR: H.P. _____ Volts _____ Amps _____ Hz _____ rpm _____ Armazón _____
TRANS. ENTRADA: Cople _____ Polea _____ Catarina _____ Hueco _____ Integrado _____
TRANS 2ª ETAPA: Cople _____ Polea _____ Catarina _____ Piñón _____ Hueco _____ Otro _____
TRANS 3ª ETAPA: Cople _____ Polea _____ Catarina _____ Piñón _____ Hueco _____ Otro _____
Opciones: _____

OPERACIÓN:

Días x Semana _____ Horas _____ Arranques / paros _____ Reposo _____ min Amperes _____

DATOS REDUCTOR:

Marca _____ Tipo _____ Eje Salida _____ Pelación _____
Salida: CW _____ CCW _____ Capacidad Mecánica _____ Cap. Térmica _____ Carga Vol. _____
Opciones: _____

2º REDUCTOR (Si Existe):

Marca _____ Tipo _____ Eje Salida _____ Relación _____
Salida: CW _____ CCW _____ Capacidad Mecánica _____ Cap. Térmica _____ Carga Vol. _____
Opciones: _____

CONDICIONES:

Temperatura _____ °C a _____ °C Altitud _____ snm Atmósfera _____ Instalación _____

REQUERIMIENTOS:

H.P. _____ Torque _____ in-lbs Factor Servicio _____ Orientación Final: CW _____ CCW _____
Adicionales _____

ALTERNATIVA:

Tipo: _____ Modelo: _____ Potencia _____ H.P. Relación _____:1 rpm _____
Inversión Estimada: USD \$ _____ Ahorro Estimado: _____
Ventajas: _____

Ing. Gustavo A. Rodríguez

FECHA

RESPONSABLE

En los casos reales o historias exitosas son muy importantes en el área de capacitación, aquí es donde el vendedor le puede dar un panorama increíble de aplicaciones, posibilidades, ideas, etc. También se aclaran dudas o bien se crean dudas para el cuestionamiento y la interacción del curso y aprendizaje del producto.

3.3 Definición de Estrategia

El plan es llegar a todos los usuarios, fabricantes, firmas de ingeniería etc. haciendo demostraciones para que vean las características, ventajas y beneficios. Lograr que se especifique la marca. Satisfacer las necesidades del cliente, en el equipo, servicio a cliente, servicio de posventa, programas de capacitación de ensamble y desensamble etc. La estrategia principal es la hacer una diferenciación entre un reductor X, contra uno del nuestro es dar un valor agregado a cada aplicación o cotización que hagamos, visitando y viendo la aplicación, hacer una selección adecuada. Mencionar nuestro formato T en ventas visto en el capítulo 2 de esta tesis, y tratar antes de vender en solucionar un problema. En cada uno de los formatos podemos ver nuestra fuerzas vs las debilidades de la competencia. El análisis competitivo y el tiempo de respuesta es lo que monitoriamos y nos encargamos de investigar para darnos cuenta de cómo esta la situación actual. Las condiciones de precio en el mercado, los tiempo de entrega, y obviamente tratamos de conseguir ante todo ganar mercado y sembrar hoy para cosechar mañana. Es para nosotros muy importante saber vender esa diferenciación, las ventajas y beneficios son las claves para el cierre de ventas. Y si de precio se trata, es importante estar en el momento oportuno para la obtención de la orden. Por lo que la comunicación juega un rol muy determinante. El hacernos amigo, colaborador, parte del

equipo del cliente, es a veces la gran diferencia. Una parte importante que nosotros hemos considerado es tener el equipo disponible en un periodo corto de tiempo. Tenemos un stock muy bueno que creemos que es parte clave. Servicio de pos venta así como un tiempo de respuesta pronto ante cualquier reclamación o duda. Las bondades de nuestra estructura de producción nos permite elaborar un equipo que difícilmente un competidor pudiera hacer. Sin embargo nos significa todo, hay que doblar esfuerzos hoy día, ya que la competencia no descansa y esta detrás de nosotros y viceversa.

3.4 Clientes internos y externos

Todos y cada uno de los involucrados en el proceso de una venta es un cliente, el darle y comunicarle abiertamente , satisfaciendo sus necesidades es la clave del éxito. Por lo que hay que considerarlo y mencionarlo en este manual. En cuanto mas efectivo sea eso, el crecimiento de nuestras ventas se dará con el tiempo. Así mismo también se esta llevando acabo un programa de capacitacion interna de servicio a cliente. Es a través de unos videos, preguntas y respuestas lo cual lo estamos haciendo en forma de grupos y cada un expone. Es increíble los resultados que hemos obtenido. Nosotros mismos nos evaluamos y una vez al año se manda un formato de evaluación de cada uno de los departamentos para los clientes. En cuanto a los clientes externos y en la búsqueda de nuevos nichos de mercado, podríamos ir haciendo de la mano un estudio de mercado, analizando el medio ambiente del mercado. Se definió actualmente el segmento de la industrial alimenticia, que es la que según el estudio es la que mas inversión va tener el presente año. Dentro de este giro esta la industria azucarera, mantequera, procesadora de alimentos balanceados, avícola, láctea, pro mencionar algunas. Incluyendo los fabricantes de equipo original. Cabe mencionar que el estudio de

mercado fue dado por la madurez de este tipo de industria y el crecimiento en los últimos meses que nosotros hemos tenido a través de nuestros distribuidores. El segundo siguiente es el de maquila, metal mecánica y minera (incluyendo la de la construcción). El crecimiento eminente de la población en México y la situación colapsada ante esta crisis mundial nos a indicado este camino. Sin embargo esto no significa el encerrarnos a este segmento de mercado. Es de realizar una penetración del mercado en general. Para el cumplimiento efectivo de este manual es necesario crear intereses bilaterales. Por lo que se esta evaluando un plan de incentivos para lograr un mayor compromiso distribuidor y fabricante.

3.5 VMP (verificar precio) y cierre de venta

La perdida de un pedido es algo que nunca se podrá recuperar, por lo cual es importante que nuestros colaboradores lleguen hasta el ultimo, tengas una buena relacion con el cliente de manera que puedas aclarar dudas, aclarar alguna duda, etc. El precio juega un papel decisivo, entonces siempre hay que saber como esta la competencia, y quien esta involucrado en cada negociación.

A partir de hace 3 años, Sumitomo Machinery Corporation of America implanto una política de Verificar el Precio de Mercado a lo que le llamaron (VMP) . La cual consiste en llevar el precio de equipo hasta con un mínimo de utilidad del 10% global en el pedido, lo que pudiese significar una perdida en alguna partida pero que globalizado tengamos utilidad. Esta agresividad nos permitió realizar una buena penetración en el mercado. Sin embargo no significa todo. Hay que obtener la información veraz y oportuna, consultar el descuento máximo, y obtener al final el cierre de ventas. Es muy importante tomar en cuenta que la

forma de presentarse al momento de ofrecer un productos, saber bien que es en primera estancia que el comprador o cliente es lo mas importante para nosotros, considerar sus necesidades y requerimientos, como podemos ayudar, cuales son los obstáculos, quien esta también involucrado (competencia), que debemos hacer (precio, tiempo de entrega, tipo de producto), ofrecer lo que se puede hacer tomando en cuenta las condiciones existentes del negocio, producción, existencia etc. Nunca mentir para la obtención de un pedido, si puedes arriesgar y prometer, pero hacérselo saber para que en un futuro se programe mas con tiempo en productos muy especializados.

Es muy importante el trabajar pajo presión y con objetivos bien específicos. Enfatizar en lso beneficios del producto sin importar las necesidades del cliente. Eliminar las barreras de la comunicación, prestando atención e interés en lo que dice el cliente. Escuchar con atención, y no reaccionar nunca en forma negativa o pesimista. El estar en la misma frecuencia que el interlocutor, estudiar el lenguaje corporal, y del medio ambiente de su oficina.

4.- Prototipo de Capacitación continua, específica y eficaz

4.1 Descripción

En si, este curso tiene como base, empezar con un grupo de 5 distribuidores locales, con el fin de hacer una evaluación, hacer un compromiso con cada uno de los distribuidores interesados y ponerle algunos incentivos en el programa. Para si poder lograr sacarle doble provecho. De acuerdo con el segmento de mercado (alimenticia) , hacer visitas conjuntas haciendo presentaciones y enseñado a los vendedores a realizar todo lo visto en curso, con el manual de capacitación en la mano. A diferenciación de otros curso impartidos en tiempo atrás, el compromiso del distribuidor será:

- 1.- Nombrar una persona responsable de nuestra línea de producto. (ingeniero de preferencia)
- 2.- Se comprometerá a promover y difundir las ventajas y beneficios de Sumitomo
- 3.- Los vendedores internos le cuestionarán cualesquier duda en cuanto a precio, selección, aplicación se refiera.
- 4.- coordinará reportes de avances con presentaciones en el segmento del mercado.

Nosotros daremos un programa de incentivo a cambio, sujeto a la autorización de nuestro presidente en Estados Unidos.

- 1.- En base al promedio de venta mensual de los últimos tres años, se otorgará un descuento de un 5% mensual quien supere la cuota promedio (histórica), dando una nota de crédito.
- 2.- Premiar un viaje a Cancún al que tenga mayor crecimiento. Tomando en cuenta su situación geográfica y potencialidad.
- 3.- Se dará un reconocimiento al mejor vendedor de los distribuidores de mejor crecimiento.

Esto con la finalidad de cada distribuidor este motivado para alcanzar los mejores descuentos mes con mes, con objetivos alcanzables y reales para poder lograr un crecimiento en cada zona de nuestro territorio nacional. El programa consistirá en lo siguiente.

Dentro de la estructura se elaborará una sesión de la visión integral que necesita un vendedor:

Actitud: Creencias, compromiso, deseo, metas realistas, persistente, auto motivación, entusiasmo, propósitos, autodisciplina, confianza, creatividad, curiosidad, creatividad, ir más allá del límite impuesto, auto superación, organización del tiempo.

Habilidades personales: Para hacer preguntas, para escuchar, estilos sociales, nivel psicológico, lenguaje corporal, cinética.

Conocimiento del producto: Características, usos, aplicaciones, debilidades del producto, fuerzas del producto, conocimientos de la competencia.

Habilidades en las ventas: para conseguir clientes, en la presentación de venta o del producto, manejo de objeciones, cierre de la venta, registros, servicio.


Programa Curso Distribuidores 2k2:

Miércoles 14 de Agosto, 2002:

15:00-19:00	Registro de Distribuidores Foráneos	
20:00 Hrs. 45 (25°)	Brindis Inauguración (Para todos Participantes)	Salón Club

Jueves 15 de Agosto, 2002

8:00-8:45 <i>Reforma (Mezz)</i>	Desayuno Buffet (Para Distribuidores Foráneos)	Café
9:00-9:30 <i>(1er.)</i>	Presentación SM-Cyclo de México (H. González)	Salón Fiesta
9:30-10:00	Reseña de productos Sumitomo (G. Rodríguez)	
10:00-11:30	Reductor Ciclodal SM-Cyclo (Jorge López / J. Ambriz)	
11:30-11:45	Receso	
11:45-13:30 <i>(1er.)</i>	Reductores Buddy Box e Hyponic (G. Rodríguez)	Salón Fiesta
13:30-14:30		Comida Buffet <i>Café Reforma (Mezz)</i>

13:30-15:30	 Registro de Fabricantes Foráneos Comida Abierta para Fabricantes Foráneos <i>Reforma (Mezz)</i>	Café
-------------	---	------

◆ 15:00 Tarde Libre para Distribuidores

	Fabricantes de Equipo Original (OEMs)	
16:00-17:00	Presentación y Reseña de Productos (H. González)	Salón Fiesta <i>(1er.)</i>
17:00-18:30	Reductor Cyclo (Mario Cortes / A. Córdova)	
18:30-18-45		Receso
18:45-19:15 <i>(1er.)</i>	Reductores Buddy Box e Hyponic (G. Rodríguez)	Salón Fiesta
19:15-20:00	Reductor Paramax (G. Rodríguez)	
20:00-20:30	Preguntas y Respuestas	
20:30-22:00	Brindis Clausura OEMs	Salón Club 45 (25°)
20:00-22:00 <i>Reforma (Mezz)</i>	Cena Abierta para Distribuidores Foráneos	Café

Viernes 16 de Abril, 2002

8:00-8:45 <i>Reforma (Mezz)</i>	Desayuno Buffet (Para Distribuidores Foráneos)	<i>Café</i>
9:00-10:15 <i>Versalles (2º)</i>	Otros Equipos Línea Sumitomo (G. Rodríguez)	<i>Salón</i>
10:15-11:00	Uso y Manejo del CD Sumitomo (J. Ambriz)	
11:00-11:30	Receso	
11:30-13:30 <i>(1er.)</i>	Ensamble Cyclo Grupo A (A. Cordova/M. Echeverría)	<i>Salón Esmeralda</i>
<i>Topacio (1er.)</i>	Inversores Grupo B (E, Bonilla/J. Ambriz)	<i>Salón</i>
<i>Versalles (2º)</i>	Reductor Paramax Grupo N (H. González / G. Rodríguez)	<i>Salón</i>
13:30-14:30	Comida Buffet	<i>Café Reforma (Mezz)</i>
15:00-17:00	Inversores Grupo A (J. López / J. Ambriz)	<i>Salón Topacio (1er.)</i>
<i>Versalles (2º)</i>	Reductor Paramax Grupo B (II. González / G. Rodríguez)	<i>Salón</i>
<i>Esmeralda (1er.)</i>	Ensamble Cyclo Grupo N (A. Córdova / M. Echeverría)	<i>Salón</i>
17:00-17:30	Receso	
17:30-19:30 <i>Versalles (2º)</i>	Reductor Paramax Grupo A (H. González / G. Rodríguez)	<i>Salón</i>
<i>Esmeralda (1er.)</i>	Ensamble Cyclo Grupo B (A. Córdova / M. Echeverría)	<i>Salón</i>
<i>Topacio (1er.)</i>	Inversores Grupo N (J. López / J. Ambriz)	<i>Salón</i>
20:00-20:30	Salida Cena Brindis	<i>Fuera Hotel</i>

Sabado 17 de Abril, 2001

8:00-8:45 <i>Reforma (Mezz)</i>	Desayuno Buffet (Para Distribuidores Foráneos)	<i>Café</i>
9:00-10:30 <i>(1er.)</i>	Lista de Precios / Cotizaciones Grupos A, B, y N (Varios)	<i>Salón Fiesta</i>
10:30-10:45	Receso	
10:45-12:30	Tiempo de Entrega, Ordenes de Compra, Devoluciones y Otros (M. Echeverría)	<i>Salón Fiesta (1er.)</i>
12:30-13:30	Preguntas y Respuestas	
13:30-14:00	Entrega de Habitaciones Distribuidores Foráneos	
14:00-15:30 <i>Stelaris (25º)</i>	Comida de Clausura y Entrega de Diplomas	<i>Salón</i>

4.2 Puesta en marcha, diseño, e implementación.

Ya después de haber demostrado el funcionamiento y haber logrado los logros, metas y objetivos definidos, se verá la programación de los 30 distribuidores de toda la república. Creo y tengo la confianza absoluta que esta capacitación lograra los resultados proyectados hoy día, de ser el número uno a nivel mundial. Cada vendedor nuestro se comprometerá a darle seguimiento a cada distribuidor. Haciendo visitas conjuntas, programas de trabajo, presentaciones, etc. Mi objetivo final es hacer esto como parte de nuestra política de capacitación y ventas a nivel Latinoamérica. Lo interesante es ver el programa de objetivos y metas con el apoyo técnico, y forma de ganar más mercado e ingresos en forma simultánea. En el curso se les entregará información técnica, una carpeta de todas las tablas T de ventas de nuestros equipos, visto en el capítulo 2 (marco teórico), así como una presentación en Power point de cada producto, se hará una simulación de ventas para como prospectar, ver las necesidades específicas y no específicas (visita al cliente). Se elaborará también una simulación de objeciones, preguntas y respuestas para el cierre de una venta.

Anexo # 1.- Cartas de compromiso Distribuidor - Proveedor

Anexo # 2.- Descuentos por logros y objetivos en base a la capacitación y mejora continua

Ventas contra lo presupuestado bimestralmente o trimestralmente.

A TODOS LOS DISTRIBUIDORES

Compromiso de Ventas

Por este medio les informamos las modificaciones que se realizaron en los descuentos de cuotas de ventas.

1.-Si cubre:

Del 50 al 74.99% de su cuota , se otorgará un 5% de descuento. (mult. Normal $0.8 \times 1.05 = 0.84$)

Del 75 al 89.99% descuentos normales.

Del 90 al 99.99%, se dará descuento adicional del 3%

Del 100%, descuento adicional del 6%

Los descuento correspondiente se les bonificarán a su Estado de Cuenta, la primera semana posterior al cierre del mes.

2.-El multiplicador por cantidad hasta la fecha se ha aplicado en un solo pedido, ahora será aplicado mensualmente a los productos con precio de lista (no incluye los productos con precios especiales). La diferencia del costo se bonificará al Estado de Cuenta.

3.-Se continuará con el descuento del 5% , a todos los productos tipo Cicloid

Con estos cambios podrán incrementar las ventas y que competir con la competencia al ofrecer precios más atractivos.

Atentamente,

Gerente de Ventas

Ing. Gustavo Rodríguez Rodríguez

Ing. Joaquín Treviño
Sirsa Industrial, S. A. de C. V.
Aguacaliente #205
Col. Mitras Centro
Monterrey, N. L. 64460

Estimado Ing. Treviño:

Por este medio le informamos que a partir del 1 de Mayo del 2002, todos nuestros Distribuidores deberán cubrir una Cuota de venta; misma que se asignará sobre la base de la potencialidad de su Territorio.

Su cuota mensual de ventas será de \$20,000.00 Dlls.

Sin más por el momento y en espera de vernos favorecidos con sus pedidos, quedamos a sus órdenes para cualquier duda o aclaración.

Atentamente,

Gerente de Ventas
Ing. Gustavo Rodríguez Rodríguez

5.- Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

En esta parte se presentaran las conclusiones con respecto a nuestras experiencia, y lo vivido y aprendido durante el periodo de estudio de mi maestría aquí en la Universidad.

Respecto a la trayectoria de hace 10 años a la fecha vemos que los niveles de estudio y capacitación en la especialización de equipos de transmisión de potencia del personal en ventas es limitada. Decidimos que seria un elemento clave para el crecimiento de nuestro negocio.

Las estrategias del prototipo va ser la clave del éxito que vamos a tener. Es importante que nuestro enfoque es hacer algo que nuestra competencia no lo esta haciendo. O bien en otra escala de información. Cabe mencionar que el sistema de capacitación que teníamos con anterioridad difieren en puntos clave para su desarrollo total. Vamos a crear intereses comunes, que estimulen e incentiven a cada uno de los distribuidores para que podamos tener el crecimiento. Tanto el lo practico como en la teoría.

Con un método donde se puedan encontrar los parámetros críticos en el desarrollo del mercado, enfocándonos donde se estén generando nuevas fuentes de trabajo.

5.2 Recomendaciones

Como trabajo futuro a este manual tenemos ya pensado editar un CD interactivo e inteligente que nos diga en forma inmediata la definición de preguntas claves que surgen en nuestro trabajo. Este ayudara a tener un maestro en casa o cada una de las oficinas estacionarias y en movimiento. Podríamos adjuntar un catalogo de productos. Programa de selección existentes hoy en día, y hacer algo completo y global.

Así mismo podríamos ir elaborando nuevas estrategias de mercadotecnia, como descuentos por porcentaje de crecimiento de un año fiscal contra otro. Forma de ganar puntos en la medida de compra en un periodo de un bimestre. Premios o viajes canjeables etc. Programa de incentivos a los vendedores que seria nuestro mayor enfoque. Gente que esta en el campo de batalla.

Otro aspecto que podríamos evaluar sería las cuentas corporativas. Lograr convencer a los altos directivos nuestros clientes finales, de descuentos cuando ellos estandaricen o bien especifiquen nuestro producto que en la modernización de alguna línea o planta nueva, a todos sus integradores, fabricantes y contratistas. La intención de este manual es lograr crear conciencia en la actualización de conocimientos especializados, creando compromisos e intereses de por medio.

Referencias Bibliográficas

- PTDA 97 Power Transmission Distributor Handbook 1997
- TPC 96 Training System 1301 So. Grow Ave. Barrington Ill 96
- SPC – 93 Power Trasmisión Product SPC- 1993
- SMCYCLO 01 Manual de Sumitomo Hevy Ind. 01, Japan

