

LA LUBRICACIÓN DE LAS MÁQUINAS-HERRAMIENTA

50336

Por: Klüber Lubrication, Alemania

LUBRICANTES ESPECIALES PARA LA INDUSTRIA DE LAS MÁQUINAS-HERRAMIENTA

Las máquinas-herramienta modernas están sometidas a unas exigencias cada vez mayores en cuanto a potencia, precisión y seguridad en su funcionamiento.

Las construcciones que apuntan hacia el futuro requieren lubricantes especiales con una capacidad de rendimiento notablemente superior para poder adaptar el sistema de funcionamiento máquina/lubricante a las exigencias técnicas.

Asimismo, los procedimientos de fabricación no contaminantes al medio ambiente y, por lo tanto, neutros en la eliminación de los desechos, están adquiriendo una importancia cada vez mayor.

En una colaboración que data ya de muchos años con los fabricantes de rodamientos, de cojinetes de deslizamiento y de maquinaria, KLÜBER ha desarrollado una serie de lubricantes especiales para este sector de la industria.

Con los lubricantes especiales KLÜBER se pueden dominar incluso, condiciones de funcionamiento críticas:

- Perfecta transmisión de fuerza
- Funcionamiento libre de mantenimiento
- Sin problemas de eliminación

Estos son algunos de los factores más significativos.

LUBRICACIÓN DE COJINETES DE HUSILLO

Lubricar perfectamente con altos índices de revoluciones

El comportamiento térmico de un husillo tiene una importancia decisiva para la precisión de giro y de trabajo y está especialmente influenciado aparte de su construcción, por la fricción de los cojinetes. Un aumento del índice de revoluciones ocasiona un calentamiento de los cojinetes.

Hasta hace pocos años, la lubricación de cojinetes de husillo de alta velocidad sólo era posible, en su mayor parte, con aceites lubricantes mediante complicados sistemas pulverizadores y dosificadores.

Con el desarrollo de las grasas lubricantes especiales ISOFLEX de KLÜBER, se puede eliminar este aparatoso procedimiento de lubricación.

Las grasas especiales ISOFLEX pueden ser utilizadas en cojinetes de husillo con un diámetro interior de hasta 60 mm; factor de velocidad (n° revoluciones x diámetro medio del cojinete) $\leq 1,3$ millones con una ligera tensión previa de los cojinetes.

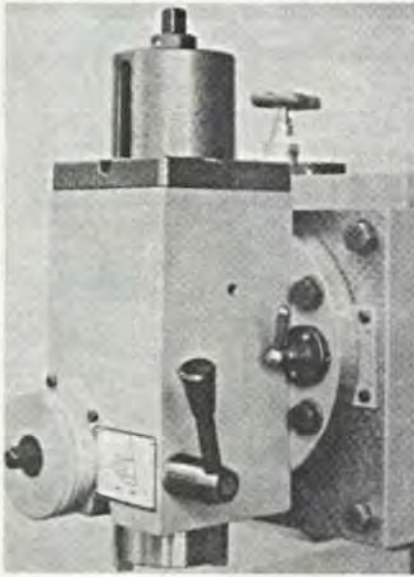
Dependiendo del tiempo de funcionamiento diario, en general se alcanzan períodos de marcha en los cojinetes de husillo, de cinco años sin mantenimiento.

Las grasas especiales ISOFLEX se utilizan en todo el mundo para la lubricación de husillos de máquinas-herramienta de alta velocidad, gracias a su capacidad de rendimiento y fiabilidad.

Indicaciones para una correcta aplicación

1. Limpieza

Antes del nuevo engrase con las grasas especiales ISOFLEX, es imprescindible limpiar a fondo los cojinetes. La limpieza sirve para eliminar películas existentes de aceite, grasa o protectores de la corrosión, y facilita una buena humectabilidad de las superficies del cojinete con las grasas lubricantes ISOFLEX.



Husillo de una fresadora

2. Cantidad de grasa

La cantidad de grasa se elegirá de tal modo que tras el rodaje de los cojinetes (ver punto 3) se encuentre una cantidad de grasa suficiente a su alrededor, la cual complementa la lubricación de las superficies de funcionamiento de los cojinetes. Si existe un amplio espacio colector de grasa muy cercano a los

cojinetes, éstos deberán quedar totalmente engrasados, mientras que el espacio colector debe quedar libre de grasa. Si debido a las mayores exigencias de rigidez del husillo, los espacios colectores de grasa no fueran suficientemente grandes, se recomienda llenar de grasa el volumen libre del cojinete hasta un 30 o 40% y dejar igualmente sin rellenar los espacios colectores de grasa.

3. Rodaje

El rodaje debe iniciarse a bajo número de revoluciones, el cual se irá aumentando una vez se haya alcanzado una temperatura estable del cojinete. Este proceso continuará hasta que se produzca un aumento repentino y rápido de temperatura; la consecuencia de esto es un aumento de las tensiones iniciales. A continuación se deberá dejar enfriar el husillo a temperatura ambiente. Posteriormente se arranca de nuevo con un mayor número de revoluciones, hasta que se produzca otra subida de temperatura. Este ciclo número de revoluciones/aumento de temperatura/enfriado se repite hasta que la temperatura se haya estabilizado con el máximo número de revoluciones de funcionamiento del husillo (ver diagrama). Durante el arranque en frío puede aparecer al principio un fuerte ruido, que en cojinetes de rodillos puede ser debido a un ajuste defectuoso del cojinete, y el cual se puede subsanar regulando de nuevo el juego axial. Al terminar el proceso de rodaje desaparecen estos ruidos.

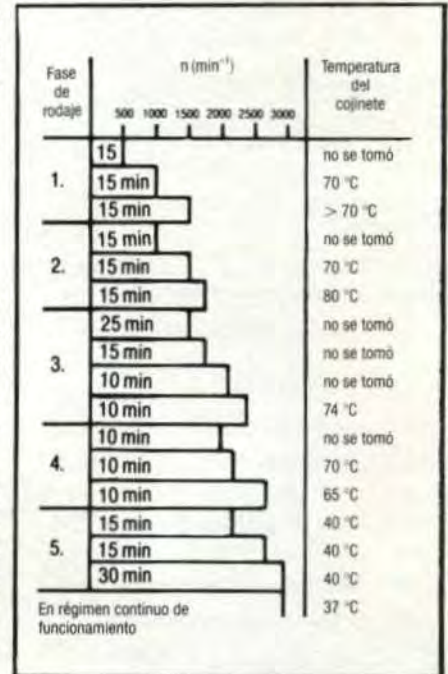
Ejemplo para un proceso de rodaje :

Cojinete de rodillos cónicos :
68712 B

Velocidad máxima :

2800 revoluciones por minuto

Grasa : ISOFLEX NBU 15



También es posible el rodaje con un índice de revoluciones constante.

En este caso, los cojinetes giran a máxima velocidad durante unos 30 segundos.

Después de parar se obtiene la misma temperatura en todo el cojinete; de este modo se evita un peligroso aumento de la temperatura.

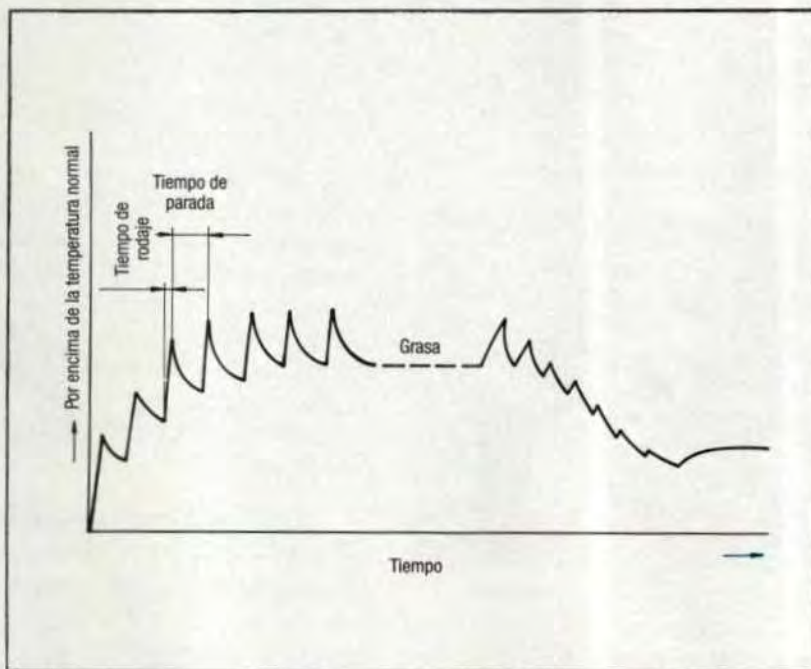
El tiempo de parada se ajusta a las particularidades constructivas, pero en general debería ser al menos cinco veces mayor que el tiempo de rodaje. Este proceso se repite hasta que se consiga una temperatura constante del cojinete.

Grasas ISOFLEX	Color	Punto de gota DIN ISO 2176 (°C)	Campo de temperaturas de servicio (°C)	Factor de velocidad (n · d _m) ≈	Penetración trabajada DIN ISO 2137 (ASTM-D 217) 25 °C (0,1 mm)	Consistencia NLGI DIN 51818	Viscosidad dinámica aparente 25 °C (mPa s) 1) ≈	Ámbitos de aplicación, Datos para elección
ISOFLEX LDS 18 SPECIAL A	amarillo	> 190	-50 ... +120	10 ⁶	265 ... 295	2	3000	Para cojinetes a bolas de husillo con carga pequeña y altos índices de revoluciones. Para construcciones de cojinetes de husillo con rozamiento lateral y carga relativamente alta.
ISOFLEX NBU 15	beige	> 220	-30 ... +130	10 ⁶	265 ... 295	2	4500	Preferibles para cojinetes a bolas de husillo con índices de revoluciones extremadamente altos o con carga también elevada. Especialmente eficaces para cojinetes a bolas de husillo con jaula de material sintético endurecido. En caso de carga baja también para cojinetes de husillo con rozamiento lateral y alto índice de revoluciones.
ISOFLEX TOPAS NB 52	beige	> 240	-50 ... +150	10 ⁶	265 ... 295	2	5000	

A la venta también en forma de dispersiones en un disolvente.

1) Gradiente de velocidad: 300 s⁻¹

Recomendaciones para el rodaje



LUBRICACIÓN DE HUSILLOS A BOLAS Y HUSILLOS DE RODILLOS SATÉLITE

Los husillos a bolas y los husillos satélites se aplican sobre todo donde los movimientos lineales son más simples en rozamiento, pero tienen que realizarse con gran exactitud cíclica.

En principio para su lubricación, se pueden utilizar los mismos lubricantes que para los rodamientos, es decir, tanto aceites como grasas lubricantes.

En comparación con los rodamientos, la temperatura máxima de trabajo de estos accionamientos es mucho más significativa, debido a que la dilatación longitudinal influye en la precisión del accionamiento.

Al mismo tiempo, los accionamientos pueden estar sometidos en mayor medida a la influencia de sustancias de elaboración de metales y de lubricantes refrigerantes.

También en este caso de aplicación, KLÜBER ha desarrollado lubricantes especiales adecuados.

Aceites lubricantes

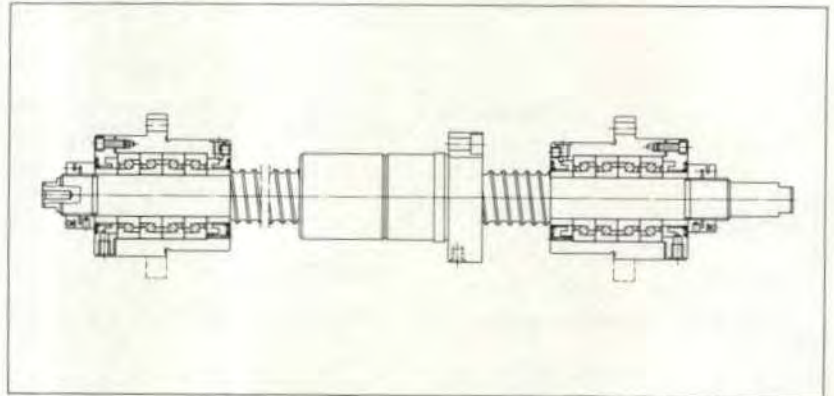
La lubricación por aceite es aplicada para husillos a bolas si existe una instalación de lubricación. La viscosidad del aceite a utilizar depende en primer lugar del número de revoluciones y de la temperatura ambiente, así como de la carga. Para garantizar una película lubricante suficiente en cualquier régimen de marcha se recomienda una viscosidad algo más alta que la indicada.

Para estas aplicaciones han demostrado ser eficaces nuestros aceites especiales

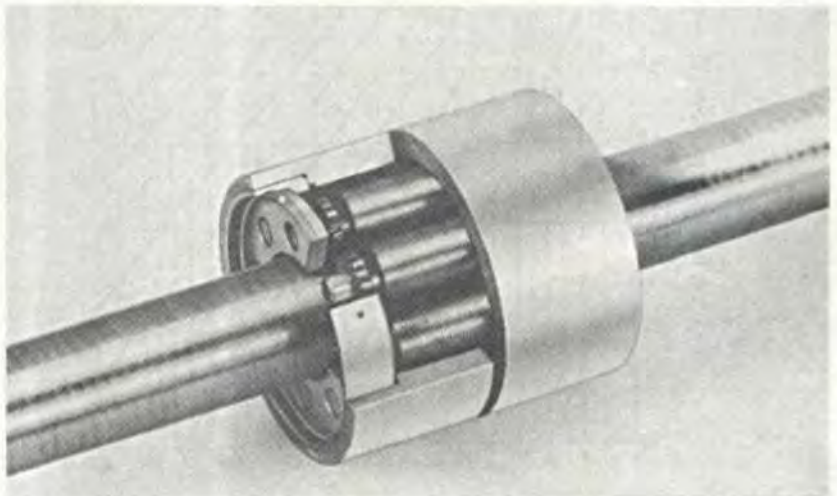
LAMORA y
LAMORA SUPER POLADD.

Los aceites lubricantes LAMORA cumplen las exigencias CLP según DIN 51517, es decir, muestran una mayor protección frente al envejecimiento, desgaste y corrosión. Estos aceites están disponibles en las viscosidades ISO 46 hasta 680.

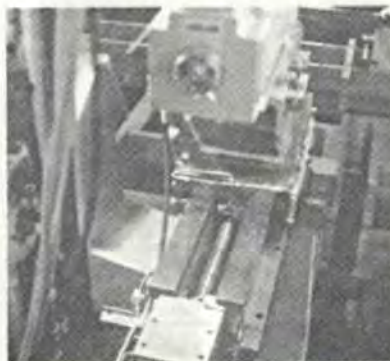
Los aceites lubricantes LAMORA SUPER POLADD están dotados de un especial efecto de afinidad al metal y son por tanto, especialmente adecuados para estas aplicaciones. Están encuadrados en la norma CG "Aceites para vías de deslizamiento" (DIN 51502) y se pueden suministrar en diferentes viscosidades ISO.



Accionamiento de bolas rodantes FAG
a = husillo roscado
b = tuerca doble con brida
c = cojinete



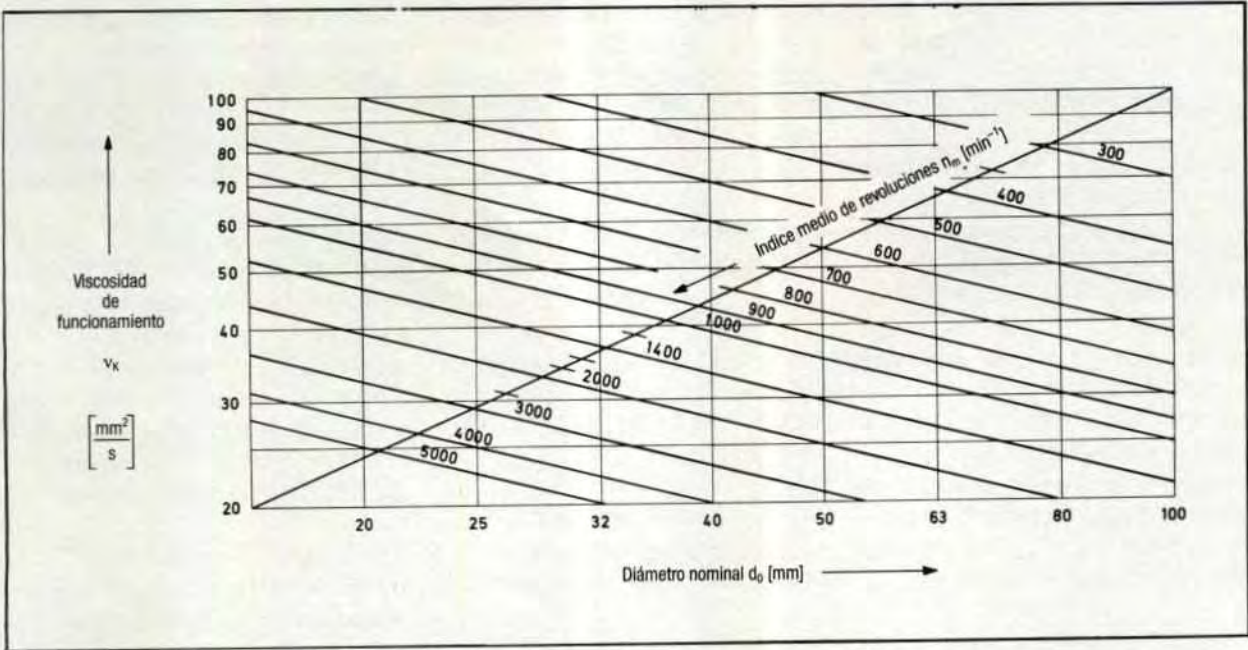
Husillo de rodillos satélite



Accionamiento de bolas rodantes FAG en un centro de mecanizado CNC (del libro FAG "Rodamientos").

Para la determinación de la viscosidad nominal adecuada, se puede determinar la viscosidad de funcionamiento (v_k) con la ayuda del gráfico viscosidad de funcionamiento vs diámetro nominal. La viscosidad de funcionamiento del aceite depende del índice de revoluciones medio del husillo y el diámetro nominal.

Con la viscosidad de funcionamiento hallada así (v_k) y la temperatura de funcionamiento, se puede averiguar, con la ayuda del diagrama viscosidad-temperatura, la viscosidad nominal necesaria.



Viscosidad de funcionamiento vs Diámetro nominal d_0 (Procedente de Información Técnica FAG No. 1154 de octubre de 1984)

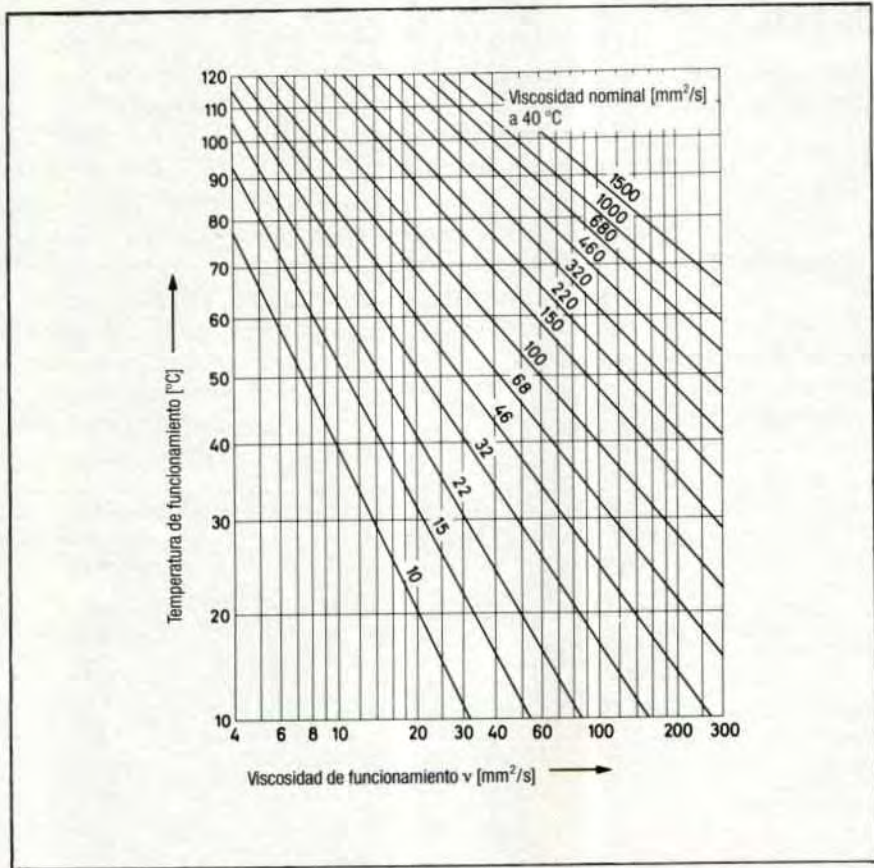


Diagrama viscosidad-temperatura (Información Técnica FAG No. 1154 de octubre de 1984)

La temperatura de funcionamiento es la temperatura medida en la tuerca fija, que en general suele ser aproximadamente de 30° C.

La viscosidad nominal es la viscosidad del aceite lubricante a 40° C. En el diagrama viscosidad-temperatura se han indicado las viscosidades ISO VG (DIN 51519).

La cantidad de aceite necesaria por giro de bolas es de 3 - 6 cm³/h. En caso de lubricación por inmersión es suficiente con que el nivel de aceite se mantenga hasta la mitad del cuerpo rodante situado en la posición más inferior en caso de instalaciones horizontales.

Grasas lubricantes

La lubricación por grasa se ofrece cuando no es posible contar con instalaciones de lubricación, y también en caso de husillos a bolas con un bajo índice de revoluciones. Sus ventajas son :

- Mejor efecto obturador
- Se evita la marcha en seco
- Independencia de la posición de montaje

Para husillos a bolas de giro rápido superando un factor de velocidad de 500.000 (diámetro medio del

cojinete x revoluciones por minuto) en el cojinete y/o 250.000 (diámetro medio del cojinete x revoluciones por minuto) en la rosca, recomendamos *ISOFLEX NBU 15* o *ISOFLEX LDS 18 SPECIAL A*.

Otra ventaja es la unificación con los tipos *ISOFLEX* aplicados para el cojinete del husillo.

Por debajo de estos factores de velocidad, recomendamos *STABURAGS NBU 8 EP* por los aspectos de :

- Resistencia a los medios
- Protección anti-corrosiva
- Elevada resistencia a cargas

LUBRICACIÓN DE ENGRANAJES

Los lubricantes para engranajes *KLÜBER LUBRICATION* son recomendados y/o prescritos por muchos fabricantes de engranajes y máquinas-herramienta.

Según sea el tipo de engranaje (frontal, angular, helicoidal) y el caso de aplicación, se utilizan convenientemente aceites o grasas lubricantes.

Lubricación de engranajes con aceites sintéticos de alto rendimiento

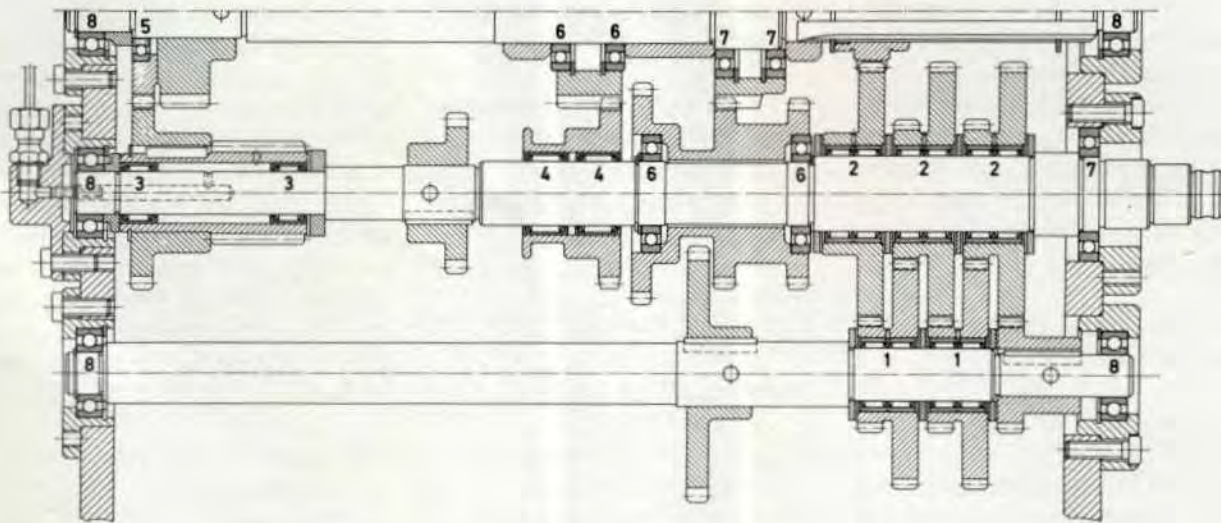
Los aceites para engranajes *SYNTHESO D/EP* son especialmente adecuados para engranajes helicoidales. Es posible aumentar su rendimiento en un 10% aproximadamente, reduciendo simultáneamente la temperatura de servicio. La pérdida de potencia condicionada por el rozamiento del engranaje helicoidal se reduce en un 30% aproximadamente en relación con los aceites minerales.

Los aceites lubricantes *SYNTHESO D/EP* proporcionan de este modo un considerable ahorro de energía. En engranajes de corona dentada, rodamientos y cojinetes de deslizamiento, se consiguen además importantes ventajas en cuanto a lubricación de larga duración y/o reducción de la temperatura.

Los aceites para engranajes *SYNTHESO D/EP* son neutros frente al acero y prácticamente todos los metales no férricos. Esto es válido para todas aquellas piezas humedecidas solamente con lubricante. En caso de esfuerzo dinámico como, por ejemplo, de deslizamiento entre acero y aleación de aluminio y/o alu-bronce, deberían realizarse

STABURAGS	Color	Punto de gota	Campo de temperaturas de servicio	Penetración trabajada	Consistencia	Viscosidad dinámica aparente	Factor de velocidad
		DIN ISO 2176 (°C)	(°C)	DIN ISO 2137 (ASTM-D 217) 25°C (0,1mm)	NLGI DIN 51818	25°C (mPa s) 1) ≈	(n · d _m)
STABURAGS NBU 8 EP	pardusco	> 220	-20...140	265...295	2	8000	5 x 10 ⁵

1) Gradiente de velocidad: 300 S⁻¹



Engranajes de avance de una máquina fresadora

tests de desgaste, especialmente a temperaturas de funcionamiento elevadas de > 100° C.

Con materiales obturadores de goma elástica no se producen, en general, variaciones inadmisibles. A temperaturas continuas de 100°C máximo se pueden utilizar juntas NBR, pero debe tenerse en cuenta que los tipos NBR de distintos fabricantes son diferentes en su comportamiento. A temperaturas superiores deben utilizarse juntas a base de FKM (fluorocarbono) o

VMQ (vinilometilpolisiloxano). Estos materiales de obturación son estables frente a los aceites SYNTHESO D/EP. Dada la variedad de las cualidades de junta que se encuentran en el mercado, se recomienda al cambiar a un nuevo lubricante para engranajes hacer que el fabricante de elastómeros realice siempre una prueba de estabilidad. Los aceites para engranajes SYNTHESO D/EP pueden atacar, como todos los aceites sintéticos, las lacas simples de las máquinas, por lo

que recomendamos utilizar lacas de dos componentes (lacas de reacción) o lacas al fuego, para el lacado interior. Las mirillas de nivel de aceite deberían ser de vidrio natural o de poliamida. Otras materias sintéticas transparentes, como por ejemplo, el polimetacrilato (plexiglas) tienen tendencia a la tensofisuración. **Especialmente** en aplicaciones en serie recomendamos comprobar la idoneidad de los materiales a utilizar en cuanto a su comportamiento frente a SYNTHESO D/EP.

Aceites SYNTHESO D/EP	ISO VG	Densidad	Viscosidad				Indice de Viscosidad	Punto de Inflamación	Pour Point
	DIN 51519	DIN 51757 (ASTM-D 1298) a 20 °C (g/ml)	DIN 51561(ASTM-D 2515) (mm ² /s) a °C ≈ -20 20 40 100				DIN ISO 2909 (ASTM-D 2270) ≈	DIN ISO 2592 (ASTM-D 1310) (°C)	DIN ISO 3016 (°C) ≈
SYNTHESO D 32 EP	32	0,98	2100	78	32	7,2	170	> 200	-45
SYNTHESO D 68 EP	-	1,04	4500	200	80	16	210	> 200	-40
SYNTHESO D 100 EP	100	1,04	5800	255	100	19,8	220	> 200	-40
SYNTHESO D 150 EP	150	1,05	9000	400	150	27,5	220	> 200	-40
SYNTHESO D 220 EP	220	1,05	14000	550	220	41	240	> 200	-35
SYNTHESO D 460 EP	460	1,05	34000	1200	460	82	260	> 200	-35
SYNTHESO D 680 EP	680	1,05	58000	1900	680	107	260	> 200	-30
SYNTHESO D 1000 EP	1000	1,05	70000	2600	1000	170	290	> 200	-30

Los aceites para engranajes *SYNTHESO D/EP* no son mezclables con aceites minerales. Para alcanzar su plena capacidad de rendimiento deberían eliminarse mediante sistemas de lavado los restos de aceites minerales adheridos o de películas protectoras contra la corrosión de los puntos de lubricación.

Aceites para engranajes a base de aceite sintético

Los aceites para engranajes *SYNTHESO D/EP* son muy estables al envejecimiento y poseen un excelente poder sustentador de carga (nivel FZG > 12) según DIN 51354. Se calcula que su duración de uso es más de 4 veces superior a la de los aceites para engranajes a base de aceite mineral, sus principales ventajas son :

- Larga duración
- Alta protección contra el desgaste
- Excelente poder sustentador de cargas
- Bajos índices de rozamiento
- Muy buen comportamiento viscosidad-temperatura
- Amplio campo de temperaturas de uso

Lubricación de engranajes con grasas fluidas a base de aceite sintético

En la práctica, las grasas fluidas especiales también han demostrado su eficacia. Por ello, recomendamos para engranajes de máquinas-herramienta:

STRUCTOVIS P 00 y *STRUCTOVIS P LIQUID*.

Estas grasas fluidas proporcionan :

- Gran resistencia al envejecimiento
- Eficacia lubricante
- Poder sustentador de cargas

Su rendimiento supera el nivel de carga de daños FZG 12 (según DIN 51354).

Debido a su comportamiento tixótopo, bajo carga actúan como un aceite lubricante; por el contrario, en situación de descarga en estado estacionario, adquieren una consistencia grasa. En cuanto a su rendimiento sus valores son comparables con los de los aceites lubricantes *SYNTHESO D/EP*.

En muchos casos, también pueden ser utilizadas las grasas especiales *ISOFLEX* indicadas en el apartado

sobre la lubricación de husillos de máquinas-herramienta con un alto número de revoluciones, como por ejemplo, en cabezales de husillo. La limitación de los tipos de lubricantes utilizados representa una ventaja adicional.

La aplicación de grasas para engranajes depende de manera decisiva de las velocidades periféricas de los engranajes. En general, rigen los siguientes valores límite :

Engranajes helicoidales (tornillo sinfin sumergido)
< 4 metros por segundo (rueda sumergida)
< 1 metro por segundo

Engranajes frontales y de rueda cónica (sumergidos)
< 4 metros por segundo

Tratamiento previo con barnices de deslizamiento

Mediante un tratamiento previo de los flancos con nuestro barniz deslizante de secado al aire *UNIMOLY C 220* se aumenta por un lado, el porcentaje de contacto de los flancos, y por otro, se mejora la humectabilidad de nuestros aceites y grasas para engranajes.

GRASAS STRUCTOVIS P	Color	Penetración Trabajada	Consistencia	Viscosidad Dinámica Aparente	Punto de Gota	Campo de Temperaturas de Servicio
		DIN ISO 2137 (ASTM-D 217) 25 °C (0,1 mm) ≈	NLGI DIN 51818	25 °C (mPa s) 1) ≈	DIN ISO 2176 (°C)	(°C)
STRUCTOVIS P 00	pardusco	410	00	1500	> 130	-40...120
STRUCTOVIS P LIQUID	verdoso	fluida	-	1000	-	-35...130

1) Gradiente de velocidad: 300 s⁻¹

UNIMOLYC 220 se pulveriza sobre las superficies previamente desengrasadas en forma de fina película lubricante (máximo 8 micras).

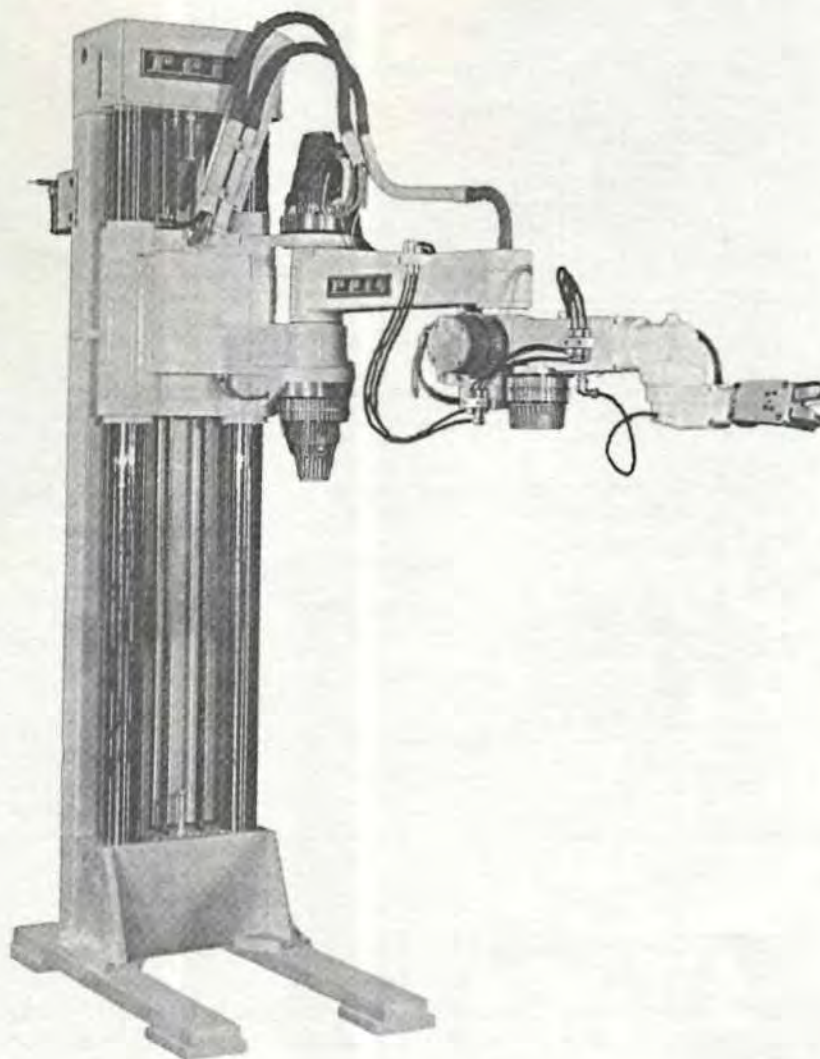
Una vez endurecida la película lubricante seca, se deberá poner en movimiento en seco o compactar mediante un disco de paño. Posteriormente se efectúa la lubricación con el lubricante propiamente dicho.

LUBRICACIÓN DE CADENAS

La lubricación de cadenas forma parte de los casos problemáticos de la técnica de lubricación. Dado que las articulaciones de cadena son comparables con los cojinetes de deslizamiento oscilantes de movimiento lento, no es posible la formación de una película lubricante sustentadora. Como consecuencia, aparece especialmente un rozamiento mixto. Si a estas condiciones desfavorables se suman influencias del ambiente, como polvo y humedad, la capacidad de funcionamiento y la duración de las cadenas quedan reducidas. Las articulaciones de cadena tienen tendencia a funcionar pesadamente; consecuencias de ello son: pérdidas de rendimiento, desgaste y daños de corrosión por rozamiento.

Las cadenas lubricadas con POLYLUB HVT 50 A SPRAY o HOTE MP 2000 SPRAY tienen un funcionamiento mejor y más prolongado. El aceite penetra en las articulaciones de cadena y las mantiene en movimiento.

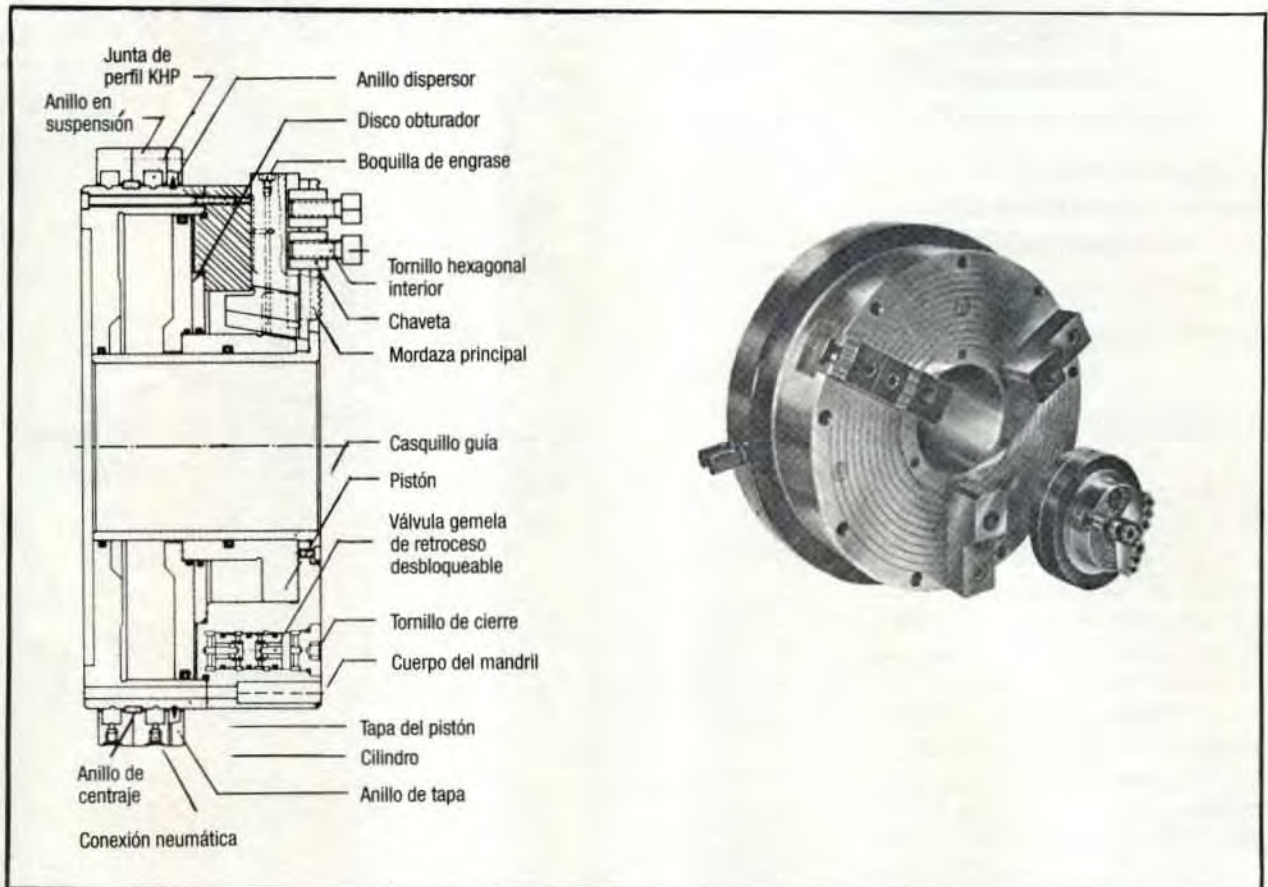
Gracias a su buena adherencia, el lubricante se mantiene en los puntos de rozamiento de la cadena. Como consecuencia, se obtiene un funcionamiento sin averías.



Robot industrial (Cia. REIS, Obensburg)

Productos	Color	Densidad DIN 51757 (ASTM-D 1298) a 20 °C (g/ml)	Viscosidad DIN 51561 (ASTM-D 2515) a 40 °C (mm ² /s)	Punto de Inflamación DIN ISO 2592 (ASTM-D 1310) (°C)
POLYLUB HVT 50 A	Marrón oscuro	1,1	45000 ¹⁾	> 300
HOTE MP 2000	verde	0,94	2000	> 260

1) Valor tras evaporación del disolvente



Mandril

LUBRICACIÓN DE MANDRILES

La progresiva evolución en la construcción de máquinas-herramienta también ha ejercido influencia en la importancia de una lubricación óptima de los dispositivos de apriete (mandril y rodamientos).

Precisión y fuerza tensora estable son las exigencias principales del mandril. Una fuerza tensora débil puede tener como consecuencia que la pieza trabajada se suelte del mandril.

Para aumentar la capacidad de tensión, pero también la duración de los mandriles giratorios, es imprescindible una lubricación eficaz de las piezas del mandril.

Para averiguar la capacidad de rendimiento de los lubricantes para mandriles, el Instituto para la Técnica de las Máquinas-Herramienta y la Técnica de Fabricación de la Universidad Técnica de Berlín, realizó investigaciones con diferentes lubricantes ofertados o utilizados para tal fin. Estas pruebas se efectuaron en los dispositivos tensores más corrientes (mandriles de barras de cuña, de curvas planas y de espiral plana). Los mejores resultados se obtuvieron con la pasta de montaje blanca, *ALTEMP Q NB 50*.

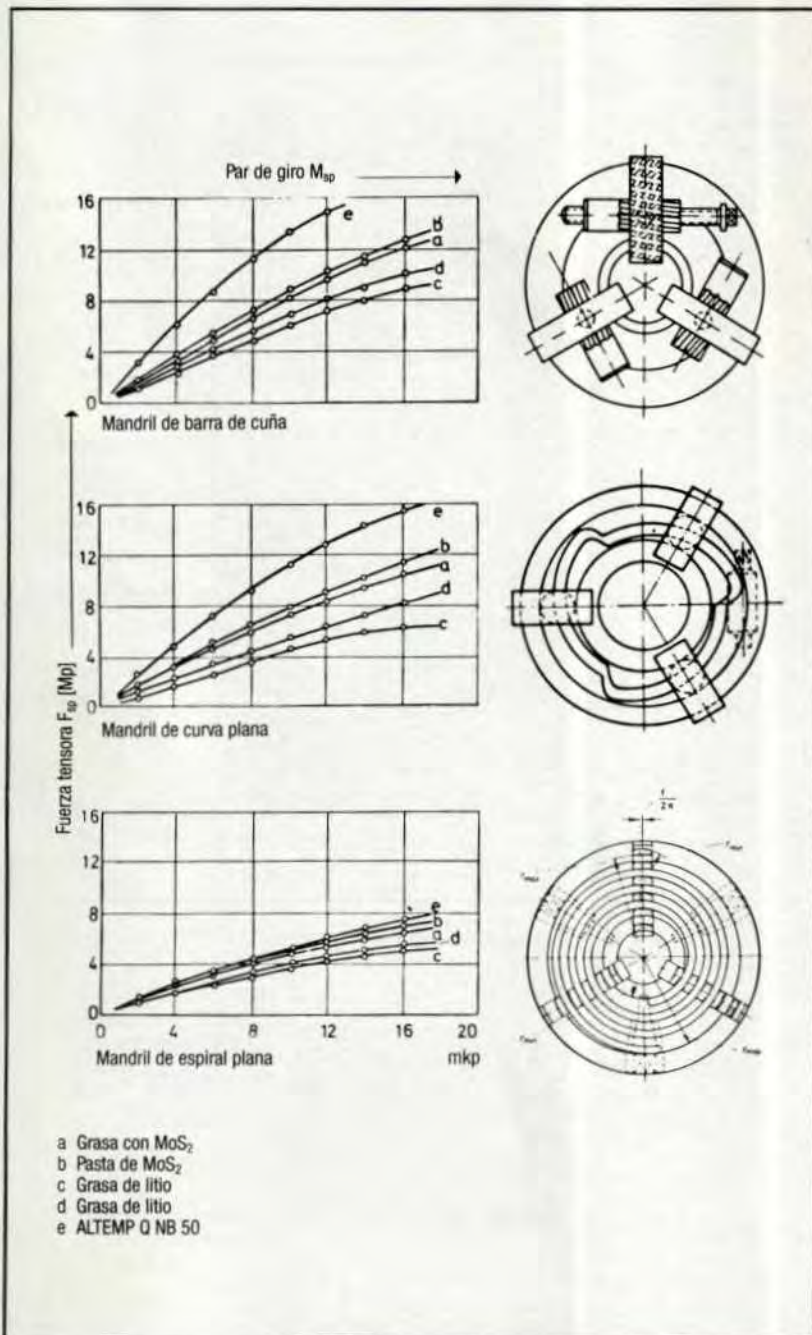
Se registraron los siguientes aumentos de rendimiento en los diferentes mecanismos tensores en comparación con los mejores

productos a base de disulfuro de molibdeno :

- Mandril de curva plana : + 50%
- Mandril de barra de cuña : + 30%
- Mandril de espiral plana : +10%

También se investigó la cantidad óptima de lubricante. En los mandriles de curva plana y de barra de cuña (diámetro 250 mm) se mostró suficiente una cantidad de lubricante de **16 cm³**, en los mandriles de espiral plana, una cantidad de **20 cm³**.

Las grasas lubricantes y las pastas que contienen disulfuro de molibdeno tienen tendencia a aumentar las fuerzas de rozamiento y, junto con líquidos refrigerantes o de corte,



Fuerza tensora en función del par de giro tensor y del lubricante (diámetro: 250 mm)
 Bibliografía: Spannung Von Drehteilen - Spannungsmöglichkeiten - Bauformen und Schmierung, G. Spur y J. Eggert: Maschinenmarkt 79 (1973) 86.

a originar deslizamiento a sacudidas (stick-slip).

ALTEMP Q NB 50 es resistente al agua y, gracias a su espesante,

más resistente a las grasas o pastas universales convencionales frente a los líquidos refrigerantes y de corte.

Otras ventajas :

ALTEMP Q NB 50

- Evita el deslizamiento a sacudidas (stick-slip) en guías verticales
- Actúa contra la tribocorrosión (corrosión por rozamiento y óxido interajuste)
- Aumenta el rendimiento y prolonga la duración de los mandriles

Aplicación

Limpiar y desengrasar las superficies. Aplicar una fina capa de ALTEMP Q NB 50 con pincel o con un trapo que no sea de fibra, cubriendo el metal. No frotar.

Intervalos de mantenimiento

Debido al inevitable ensuciamiento, debe preverse una limpieza y una relubricación adaptada a las

Datos característicos	ALTEMP Q NB 50
Color	beige
Densidad a 20 °C	aprox 1,40 g/cm ³
Penetración trabajada DIN ISO 2137 (ASTM-D 217) 25 °C	aprox 260 . 0,1mm
Tamaño de las partículas	Ø3...5 µm máx. 25 µm
Temperatura de uso	-30...150 °C
Coefficiente de rozamiento. Indicador de deslizamiento según Tannert	aprox.0,15, no se produce stick-slip
Carga de soldadura VKA DIN 51350 T4	> 4000 N
Resistencia al agua DIN 51807 T1, 3h/90 °C	0-90

condiciones de funcionamiento. Los intervalos no deberían ser demasiado largos.

ALTEMP Q NB 50 requiere, en general, una relubricación cada 200 horas de funcionamiento; los productos con contenido de disulfuro de molibdeno cada 8 horas de funcionamiento.

LUBRICACIÓN DE MANDRILES (DISPOSITIVOS DE RODAMIENTOS)

Como en los cojinetes de husillo, también aquí el punto clave son las altas velocidades periféricas. Los índices de revoluciones superan parcialmente los límites para la lubricación de grasa. Muchas veces no es posible una modificación constructiva para lubricar con aceite.

KLÜBER ofrece igualmente para este caso el lubricante ideal: ISOFLEX NBU 15. De este modo se tiene en cuenta también, el interés de la estandarización del taller de fabricación.

Ventajas

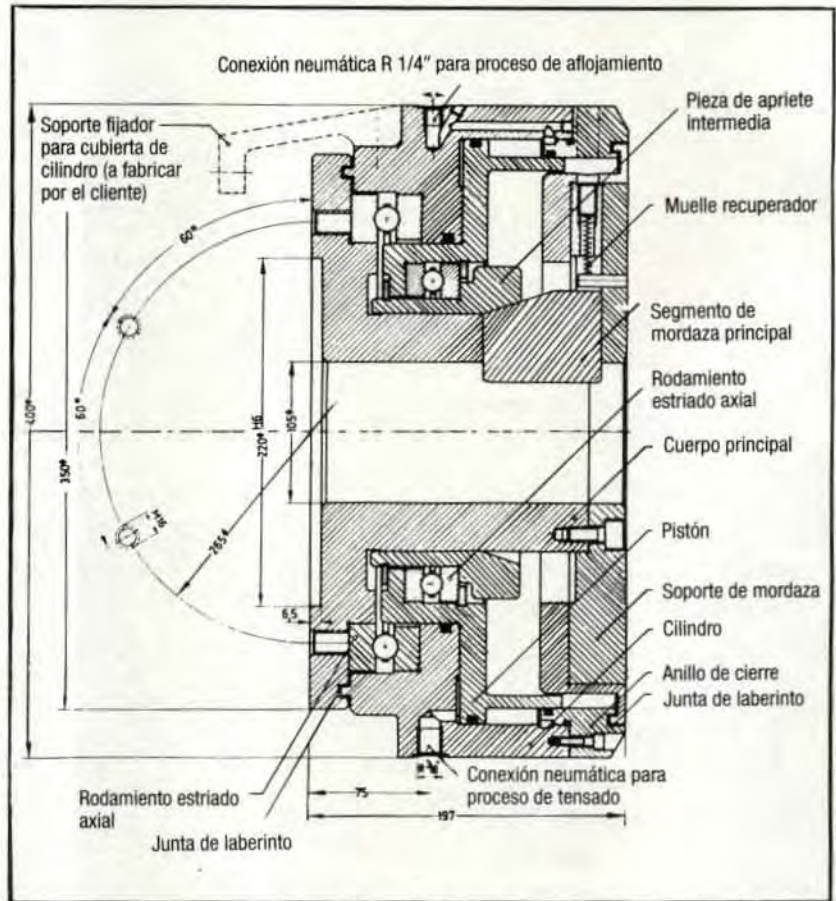
- Bajas temperaturas constantes del cojinete
- Escasa pérdida de rendimiento

Lubricación inicial / limpieza

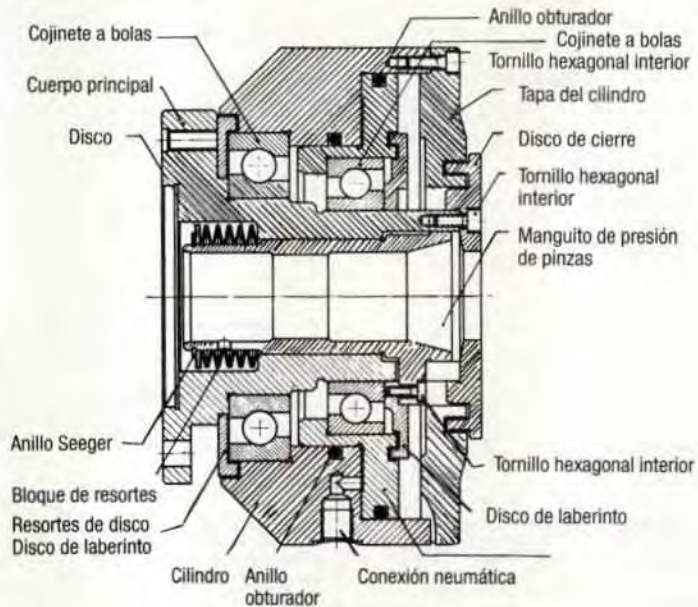
Ver lubricación del husillo.

Relubricación / intervalo de mantenimiento

La duración de las grasas ISOFLEX depende del tamaño de los cojinetes, índice de revoluciones y carga. Como tiempo mínimo de servicio se puede partir de 5000 h de funcionamiento según las experiencias



Mandril de trinquete de husillo múltiple para tornos



Mediciones en rodamientos a bolas oblicuos

obtenidas. Antes de engrasar de nuevo se debe limpiar el cojinete.

LUBRICACIÓN DE VÍAS DE DESLIZAMIENTO Y GUÍAS

A fin de garantizar la precisión de fabricación y de ajuste de la máquina-herramienta, es condición previa que las vías de deslizamiento y guías permitan un movimiento de aceleración y de retardo :

- Suave
- Sin sacudidas sin (stick-slip)
- Sin choques

El deslizamiento a sacudidas (stick-slip) es un factor de avería muy extendido en el sector de las máquinas-herramienta y especialmente dañino para la precisión. Este fenómeno se produce cuando existen bajas velocidades de deslizamiento y una lubricación inadecuada que origina precisión insuficiente de fabricación y ajuste.

Con el desarrollo de los aceites para vía de bancada LAMORA SUPER POLADD y del procedimiento WOLPASIT SECURO, KLÜBER LUBRICATION ha conseguido los requisitos previos que permiten un aumento de la precisión de fabricación y de ajuste, incluso en los casos más difíciles.

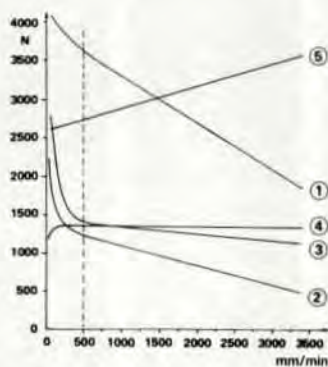
Los aceites para vías de bancada LAMORA SUPER POLADD se destacan por su :

- Excelente efecto lubricante y deslizamiento sin sacudidas incluso a bajas velocidades
- Reducción del rozamiento de arranque
- Buena humectabilidad

- Alto poder sustentador de cargas
- Extraordinaria afinidad al metal gracias a su pronunciado efecto polar

Para evitar el fenómeno del stick-slip, es particularmente importante la coordinación entre la superficie de la vía de bancada y el lubricante. Nuestros aceites lubricantes LAMORA SUPER POLADD son idóneos desde el punto de vista de esta acción recíproca.

Se puede obtener otra mejora decisiva del comportamiento de deslizamiento activando la superficie de la vía de bancada con un reactivo especial mediante un proceso de tratamiento adecuado conduciendo así una lubricación sistemática. Por ello, para vías de deslizamiento en máquinas-herramienta de alta precisión



Repercusión de los diferentes tipos de lubricantes sobre la fuerza de avance con diferentes velocidades de deslizamiento.

1. Aceite normal para vía de bancada
2. Aceite normal para vía de bancada con una primera capa de WOLPASIT SECURO.
3. Aceite especial para vía de bancada LAMORA SUPER POLADD 150
4. LAMORA SUPER POLADD 150 con primera capa de WOLPASIT SECURO
5. WOLPASIT SECURO sin aceite para vía de bancada

recomendamos un tratamiento previo con WOLPASIT SECURO FLUID.

Aplicación

Una condición básica para un buen anclaje de WOLPASIT SECURO FLUID, es que la superficie metálica esté absolutamente limpia y sin restos de aceite o grasa. Para ello se puede efectuar un lavado a fondo con acetona o con 1.1.1.-tricloroetano. La exigencia de una limpieza sin residuos de la superficie a tratar no sólo afecta las máquinas nuevas, sino también las máquinas ya usadas. Para comprobar la limpieza es recomendable repasar con un paño limpio de color claro que no sea de fibra.

WOLPASIT SECURO FLUID debe agitarse bien antes de usar, a fin de conseguir una distribución uniforme. La aplicación más práctica se realiza mediante pistola pulverizadora con una presión de alimentación de 4 a 6 bar. Al realizar esta operación, debe asegurarse un aire comprimido exento de aceite. La regulación de la pistola se efectuará del modo siguiente :

a) A través de la boquilla de pulverización se regulará un chorro fino

b) Para la dosificación se utilizará solamente el tornillo limitador situado en la parte posterior de la pistola. Este se regulará de modo que con el peso del grifo abierto totalmente se produzca un chorro, todavía visible de WOLPASIT SECURO FLUID

La distancia de pulverización debe ser de 15 a 20 cm. Deberá aplicarse perpendicularmente a la superficie y es conveniente levantar de nuevo el grifo de la pistola en cada punto

final de los movimientos giratorios, para evitar la obstrucción de la boquilla por **WOLPASIT SECURO FLUID**.

Con una aplicación correcta, la capa de **WOLPASIT SECURO FLUID** tiene que ser de 1 a 2 micras. El fondo metálico tiene que transparentar.

Dejar reaccionar la capa durante 30 minutos.

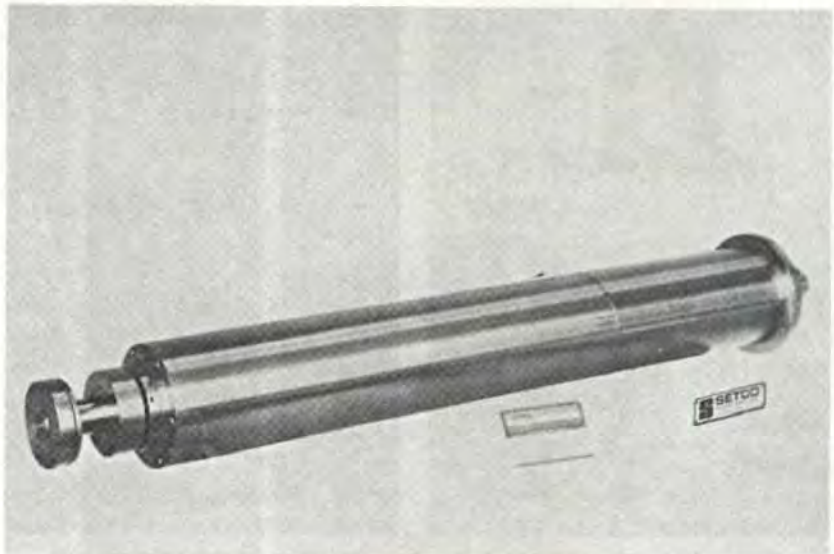
Tras la aplicación y el secado de la capa de **WOLPASIT SECURO FLUID**, situar el carro encima y hacerlo funcionar de un lado a otro (de acuerdo con la carga específica) hasta que se distinguen los puntos sustentadores con un brillo mate y queden completamente lisos.

La velocidad de deslizamiento durante el proceso de rodaje no debería superar los 500 mm por minuto.

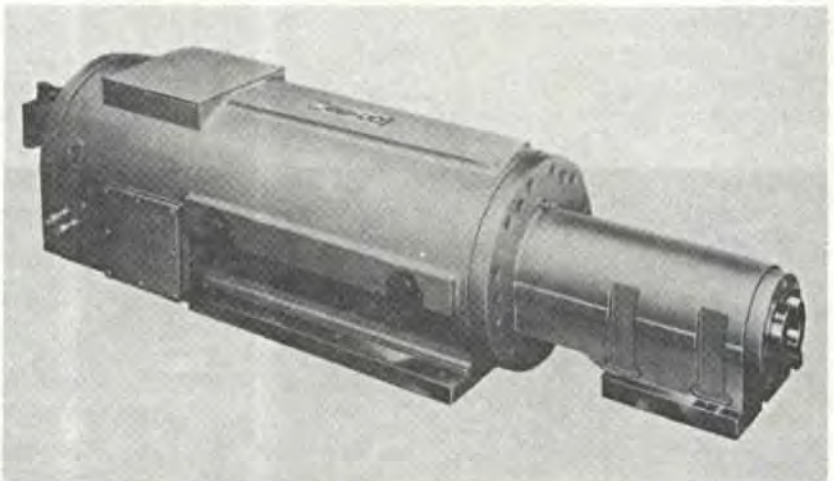
Finalmente, levantar el carro y humedecer la vía de bancada en su longitud total con aceite lubricante **LAMORA SUPER POLADD** de la viscosidad necesaria. Cuidar que los pasos de entrada de aceite no estén obstruidos. Si este fuera el caso, deberá eliminarse de ellos el **WOLPASIT SECURO FLUID** depositado, para que no impida el flujo de aceite.

A partir de este momento, la vía de bancada está lista para su funcionamiento, durante el cual se deberá seguir trabajando con aceite lubricante **LAMORA SUPER POLADD**.

Si en el funcionamiento se observan puntos de abrasión, éstos se deberán desengrasar y tratar de nuevo con **WOLPASIT SECURO FLUID**.



Husillo estándar de alta velocidad para un centro de mecanizado de alta velocidad



Husillo de una fresadora vertical

ATENCIÓN !!

Si la construcción de la vía de bancada exige un rodaje previo el procedimiento **WOLPASIT SECURO FLUID** sólo se puede realizar posteriormente.

CASOS PRÁCTICOS DE APLICACIÓN

Ejemplo de aplicación:

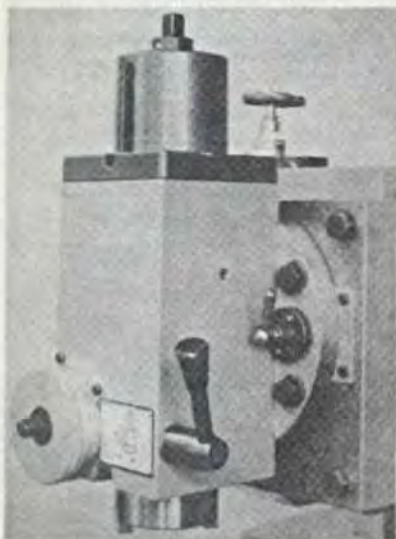
Husillo estándar de alta velocidad

para un centro de mecanizado de alta velocidad/cambio de herramienta automático controlado por CNC.

Rodamiento de bolas oblicuo (d = 60mm; D = 90mm; B = 15mm).

Motor eléctrico de 4,4 Kilowatios hora con 11000 revoluciones por minuto ($n \cdot d_m = 880\ 000$ mm por minuto)

Tensión previa: 560 Newton



Husillo de una fresadora



La temperatura de funcionamiento se estabilizó en 37°C, independientemente del índice de revoluciones y la carga del husillo durante el proceso de mecanizado. *ISOFLEX LDS 18 SPECIAL A*, demostró ser la única grasa lubricante que cumplía las exigencias.

SETCO Industries Inc. ha fabricado durante los seis últimos años cientos de estos husillos con buenos resultados.

Ejemplo de aplicación:

Husillo de una fresadora vertical, fabricado por *SETCO* industries Inc. (EE.UU.)

Rodamiento de bolas oblicuo de alta precisión (ISO 4)
($d = 100$ mm; $D = 125$ mm;
 $B = 20$ mm)

Accionamiento del husillo:
motor de corriente alterna - 2
velocidades (1800 a 3600 r.p.m.)
($n \cdot d_m = 410\ 000$ mm por minuto)
Tensión previa: 900 Newton

No se contempló la posibilidad de lubricar con aceite, por los siguientes motivos:

- Posición vertical del husillo: no se toleraba el goteo
- La lubricación de aceite no podría reducir suficientemente el calor de rozamiento del cojinete
- La película de aceite no habría garantizado una suficiente capacidad sustentadora ni rigidez del husillo
- Problemas de eliminación del aceite

Solución del problema:
ISOFLEX NBU 15

La temperatura de funcionamiento se ajustó a 50 °C. El husillo estuvo funcionando durante 5 años y medio / 7 días de trabajo / funcionamiento en 3 turnos.

Ejemplo de aplicación:

Husillo de una fresadora

Problema:

Debe obtenerse un alto grado de exactitud de la marcha circular ($2\ \mu\text{m}$) a una velocidad de 30000 min^{-1} . Ello es solamente posible a bajas temperaturas.

Solución del problema:
ISOFLEX NBU 15

Con lubricación de larga duración. Se obtuvo la temperatura más baja del cojinete.

Ejemplo de aplicación:

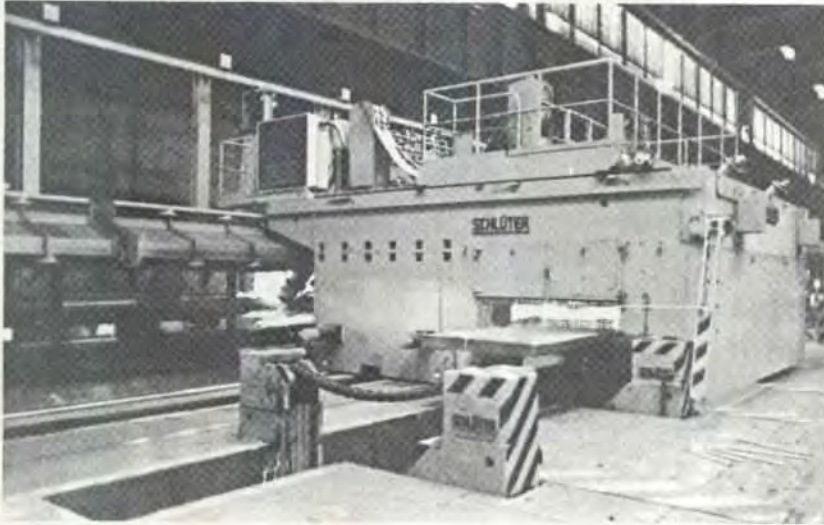
Cojinete de muela en una rectificadora de desbastado.

Problema:

Fallos del cojinete debido a obstrucciones de las boquillas en la lubricación por pulverización del aceite.

Solución del problema:
ISOFLEX NBU 15

El intervalo de cambio de grasa es



de 18 meses. La temperatura del cojinete descendió entre 5 y 8 °C a 43 - 48 °C.

Ejemplo de aplicación:

Rodamiento a bolas axial de un mandril de husillo múltiple para tornos.

Problema:

Alto índice de revoluciones: 900 a 1400 r.p.m. (límite de revoluciones con lubricación de grasa: 800 a 1100 r.p.m.)

Solución del problema :
ISOFLEXNBU 15

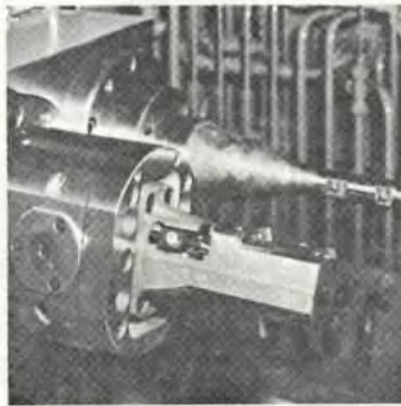
Relubricación: Sólo cada 5000 horas de funcionamiento.

Ejemplo de aplicación:

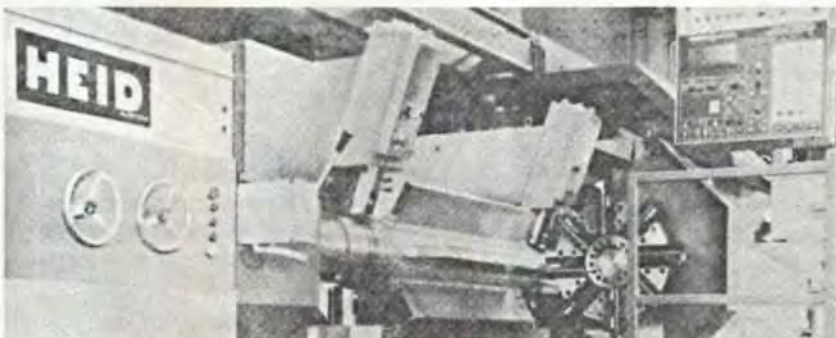
Para mejorar las propiedades de deslizamiento de las piezas móviles del mandril y para una óptima transmisión de la fuerza tensora se aplicó la pasta ALTEMP Q NB 50, con resultados satisfactorios. (Esta pasta lubricante evita también la corrosión por rozamiento y la formación de óxido interajuste).

Es necesaria la relubricación después de aproximadamente 200 horas de funcionamiento.

Ejemplos:



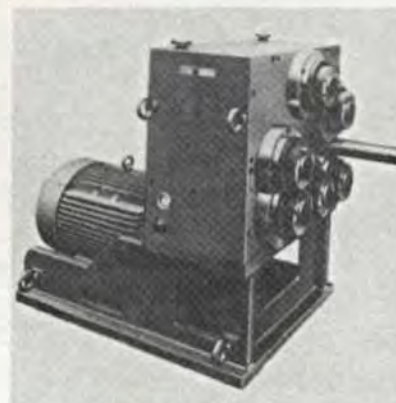
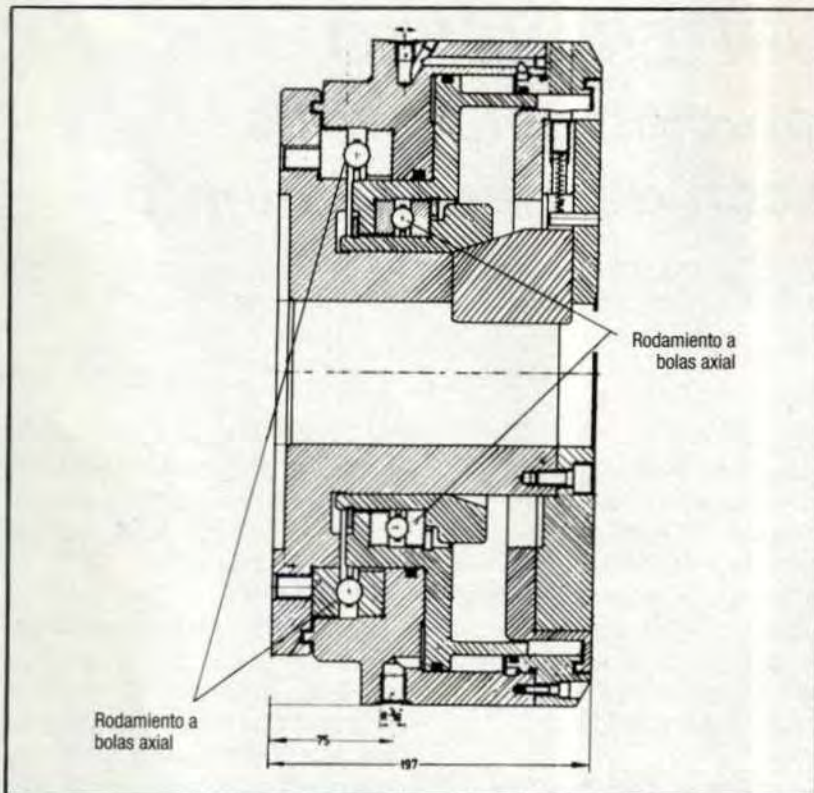
Con STRUCTOVIS P 00 se lubrican perfectamente los cabezales portabrocas planos. Cuando el juego es muy reducido, los piñones, los dentados y pinolas son lubricados con seguridad. La grasa evita las pérdidas por fugas y protege contra la penetración del fluido refrigerante.



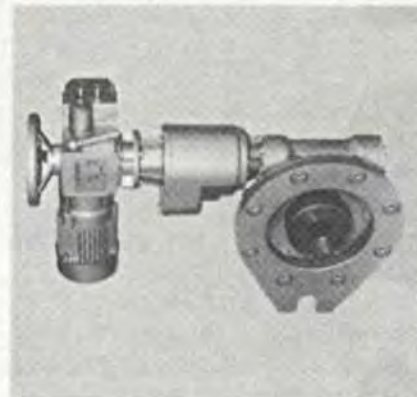
Los cabezales de cambio de la herramienta reciben STRUCTOVIS P 00 como llenado de larga duración para 5 años. Las coronas y los cojinetes de agujas están perfectamente lubricados.

BIBLIOGRAFÍA

KLÜBERLUBRICATION
-- La lubricación de las máquinas-herramienta. -- Munich: Ed. Klüber Lubrication, 1993, 22 p. il.



STRUCTOVIS P 00 es el lubricante de larga duración para este cabezal portabrocas múltiple



STRUCTOVIS P 00 es el lubricante de baja temperatura para la lubricación de larga duración de accionamientos reguladores.



Agradecimientos

A la firma HANSEATICA CIA LTDA. representante en Colombia de la firma KLÜBER LUBRICATION, por su gestión para hacer posible la reproducción de esta información.

Los lectores interesados en obtener mayor información sobre este tema y de los productos de la firma Klüber Lubrication de Alemania pueden dirigirse a la siguiente dirección:

*Hanseatica Cia Ltda.
Calle 17 No. 69B-06 A.A. 14467
Tels: 2922118, 2926973
Santa Fe de Bogotá*

