

DuPont™ Krytox® Performance Lubricants Product Overview



The miracles of science™

La selección del mejor lubricante incluye el analizar las condiciones operativas y escoger de entre los tantos productos sintéticos y basados en petróleo. Muchos de los productos derivados del petróleo comienzan a degradarse antes de los 99° C (210° F) y dejan de funcionar a temperaturas poco menores a los -18° C (0° F). Los lubricantes sintéticos Krytox® tienen un rango de operación desde <-70 a los 316° C (<-94 a 600° F).

Los aceites y grasas Krytox® son el producto a elegir para aplicaciones donde se requiere total inflamabilidad, compatibilidad con oxígeno y resistencia a químicos agresivos. Estos lubricantes sintéticos brindan un desempeño mayor y una vida extendida como lubricantes, selladores y dieléctricos.

Efectividad de costos

Como se puede ver en la **tabla 1**, los lubricantes Krytox® son efectivos en el costo en una amplia gama de aplicaciones. Esto se debe a su larga vida útil en comparación a la de los hidrocarburos tradicionales.

Table 1 Life/ Cost/ Reliability		
Application	Typical Hydrocarbon Lubricant	Krytox®
Electric Motor 227°C (440°F), 1,750 rpm	5 days	9 months
Heated Rolls 199°C (390°F), 5,000 rpm	8 months	24 months
Textile Roll 225°C (437°F), 5,400 rpm	1 month	24 months
Pressure Relief Valves	50% failures	Less than 1% failures
Paper Corrugating Machine	\$144,000	\$3,000

Aplicaciones típicas

Aeroespacial

- Lubricante para rodamientos
- Sellador
- Lubricante para anillos - O
- Sistemas de oxígeno

Industrial

- Rodamientos para corrugar papel
- Mantenimiento de plantas químicas
- Lubricante para válvulas
- Equipo de altas temperaturas
- Cuarto limpio
- Servicios de cloro y oxígeno
- Equipo textil

Automotriz

- Lubricante para rodamientos
- Juntas CVs
- Sistemas de frenado antibloqueo

Sistemas de vacío

- Fluidos para bomba de vacío
- Grasas para alto vacío
- Sellador para sistemas de vacío



Aplicaciones

¿Debería usar una grasa o un aceite?

La función de los lubricantes en los rodamientos anti-fricción es proveer una capa de lubricante entre los elementos rodantes y separadores para reducir la fricción, el calor y el desgaste. También brindan protección contra la corrosión y remueven el calor. Los rodamientos sellados y engrasados mantienen la suciedad fuera, y los sistemas lubricados con aceite remueven la suciedad del rodamiento mientras el aceite pasa a través de él.

Los aceites y las grasas son utilizados en una gran variedad de velocidades y temperaturas operativas. La mejor selección para una aplicación es determinada al evaluar las temperaturas operativas, el peligro de contaminación, el tipo de rodamientos, la carga y el arreglo de los rodamientos.

La grasa se recomienda cuando:

- Los arreglos y los selladores utilizados no están diseñados para retener aceite o proteger contra contaminantes.
- Se requiere protección contra la suciedad, polvo, agua, humos u otros contaminantes.
- Se requieren largos intervalos de tiempo para relubricación.
- La contaminación del producto por parte del lubricante debe ser evitada.

El aceite es recomendado cuando:

- La temperatura operativa es consistentemente alta y el flujo de aceite se necesita para remover calor.
- La suciedad no es excesiva y se pueden utilizar sellos.
- Se desea remover escombros del sistema utilizando el aceite y filtrándolo con un filtro externo.



grado específico, la temperatura de servicio está en un rango de <-70->340°C (<-94->655°F).

NLGI Grade	NLGI Worked Penetration mm/10 at 25°C (77°F)	Appearance
000	445-475	Fluid
00	400-430	Almost Fluid
0	355-385	Semifluid
1	310-340	Very Soft
2*	265-295	Soft
3	220-250	Cup Grease
4	175-205	Cup Grease
5	130-160	Cup Grease
6	85-115	Block Grease

* Standard grade. Others available upon request.

Consistencia de la grasa NLGI

Las grasas se generan al mezclar un aceite base con un espesante para formar una grasa. Las grasas Krytox® usan como espesante a un PTFE de eficiencia especialmente alta y con bajo peso molecular, el cual tiene un tamaño de partícula muy pequeño. Éste es uno de los espesantes térmicamente más estables para grasas de alta temperatura y alta duración. Mientras menor sea el contenido de espesante en la grasa, se maximiza el aceite para una mejor duración de la grasa.

Las grasas pueden ser producidas con aceites de diferentes viscosidades para manejar diferentes temperaturas y condiciones de carga. Los aceites con alta viscosidad pueden ser utilizados en grasas para altas temperaturas o cargas pesadas o aplicaciones de baja velocidad. Los aceites de baja viscosidad se usan en grasas donde se requiere mantener las propiedades a baja temperatura o donde las velocidades son altas. Cantidades más pequeñas de espesante forman grasas más suaves o más fluidas. Mayor espesante produce grasas más duras y fuertes.

Los aditivos se añaden con frecuencia a las grasas para aumentar la protección contra la corrosión, mejorar la capacidad de carga o reducir el desgaste.

Rodamiento rotacional

Las grasas y aceites Krytox® proveen una capa lubricante gruesa para los rodamientos. Ésta capa reduce el contacto entre metales del rodamiento, lo que resulta en una capacidad de carga mayor.

Antes de añadir Krytox® a un rodamiento, éste debe de ser limpiado para remover todos los aceites, grasas o preservativos utilizados para protegerlo mientras se encontraba almacenado. Si no se eliminan por completo, estos hidrocarburos pueden formar depósitos de carbón a temperaturas mayores, lo que puede acelerar la falla del rodamiento. Los solventes clorados no deben de utilizarse porque pueden dejar cloro, el cual puede causar corrosión. Si el rodamiento ha sido empacado previamente con otra grasa, se debe de usar un baño de ultrasonido o la agitación mecánica para asegurar la eliminación de toda la grasa.

Después de limpiar las superficies, se deben lubricar con Krytox® y deben ser almacenadas correctamente para evitar corrosión. Si no van a ser empacadas inmediatamente con Krytox®, o si van a ser almacenadas por un largo tiempo, pueden ser bañadas en una solución de aceite Krytox® y surfactante de flúor Krytox® para proteger contra la oxidación.

La lubricación correcta se logra utilizando la cantidad correcta de grasa. Poca grasa en el rodamiento puede causar fallas prematuras. En cambio, mucha grasa al momento de rellenar el rodamiento o durante la relubricación puede causar el sobrecalentamiento de los rodamientos que están corriendo a velocidad media, causando la falla del rodamiento. La cantidad de grasa que se le debe poner al rodamiento depende de la aplicación y la velocidad de operación. El rodamiento puede ser rellenado a su capacidad para aplicaciones como transportadores de rodillo y maquinaria de baja velocidad con valores DN menores a 50,000. Puede llenarse en un 50-70% para

aplicaciones de velocidad media (DN 50,000–200,000). Para sistemas de alta velocidad se llena normalmente en un 30-40%. Algunas aplicaciones especiales tienen relleno de tan solo 10-15% (favor de ver el factor de velocidad para la definición de los valores de DN). Debido a que Krytox® es más pesado que los lubricantes de hidrocarburos, su densidad debe considerarse cuando se determina la cantidad de relleno de acuerdo al peso.

Los accesorios para grasa deben de cambiarse a otro estilo para asegurar que no se ponga otro tipo de grasa en el rodamiento de manera accidental. Se debe usar una pistola para grasa que concuerde con el accesorio que se empleé.

Table 3
Ball Bearing Grease Performance Tests
with Krytox® Greases

Test Conditions*	240AB	240AC	283AC	GPL225
10,000 rpm, 204°C (400°F)	—	>500 hr	—	>5000 hr
10,000 rpm, 260°C (500°F)	—	—	>750 hr	—
20,000 rpm, 204°C (400°F)	>500 hr	—	—	—

* ASTM D3336—Light Thrust Load.

Los rodamientos a los que se le cambia de lubricación por aceite a lubricación por grasa operan a una temperatura interna más alta debido a que la grasa no remueve el calor como lo hace el aceite que circula. Este gradiente de mayor temperatura hace que el rodamiento se expanda y puede provocar una falla si el rodamiento no tiene un espacio libre interno adecuado. Dependiendo del tipo de equipo y de las condiciones de operación, se puede necesitar un rodamiento con mayor holgura interna. El fabricante de los rodamientos o del equipo debe ser consultado antes de cambiar el equipo de aceite a grasa.

Lubricantes anticorrosión

Los aditivos son mezclados con Krytox® para aumentar su habilidad de proteger las superficies metálicas de la corrosión causadas por la humedad y el oxígeno.

Grasas antidesgaste

Las grasas Krytox® que contienen aditivos antidesgaste tienen propiedades especiales que dan una alta capacidad de carga específica y la más alta protección contra el desgaste.

Grasas suaves o fluidas

Estas grasas suaves o fluidas tienen características de flujo libre. Pertenecen a la clase de penetración de NLGI 0-000 y son utilizadas con frecuencia para la lubricación de transmisiones selladas

Grasas para presión extrema (EP)

Estas grasas de uso pesado se utilizan para cargas pesadas o bajas velocidades. Las grasas EP tienen una alta capacidad de carga y buenas características en condiciones de fricción de frontera y mixta. Krytox® es un buen lubricante EP por naturaleza, pero se le pueden agregar aditivos de alta presión.



Table 4
**Extreme Pressure Properties*
of Krytox® Greases**

	240AZ	240AC	250AC	GPL225	GPL226
Load Wear Index	75	127.8	>161	None*	None**
Weld Point, kg	400	620	None	None	None

* ASTM D2596, Measurement of Extreme Pressure Properties of Lubricating Grease, Four Ball Method.

** These samples maxed the load limit of the test apparatus, and a load wear index cannot be determined.

Grasas de acanelamiento

Algunas aplicaciones requieren de una grasa rígida y que no se retroceda fácilmente a los rodamientos. A menudo, estos sistemas operan a altas velocidades. Las grasas duras NLGI Grado 3 de Krytox® se recomiendan para estas aplicaciones.

Grasas para cadenas

Las cadenas impulsoras, tales como las cadenas de rodillos, necesitan lubricarse. Están expuestas constantemente a la atmósfera y necesitan un lubricante con propiedades anticorrosivas. El lubricante necesita tener también buena adhesión y la habilidad para humedecer los eslabones de la cadena – propiedades que Krytox® proporciona. A menudo se incluyen los aditivos EP para reducir el desgaste de la cadena causados por la fricción deslizante y de oscilación.

Grasas para altas temperaturas

Krytox® es un lubricante natural para altas temperaturas por su estabilidad térmica y su característica de no oxidarse. La grasa Krytox® tiene un punto de escurrimiento o goteo de 325° C (617° F). Los resultados de las pruebas del punto de goteo pueden ser malinterpretados cuando se hacen para las grasas espesadas PTFE. Las pruebas muestran una separación de aceite alrededor de los 210° C (410 °F), lo cual ha sido reportado en ocasiones como el punto de goteo. Las grasas Krytox® están disponibles con rangos de temperatura hasta 288° C (550° F) para uso continuo. Fórmulas especiales de espesantes han sido mezcladas para brindar lubricación hasta los 371–399° C (700–750° F) con picos de hasta 427° C (800° F) o más cuando existe relubricación constante.

Grasas para bajas temperaturas

Los grados Krytox® formulados con viscosidad baja pueden ser usados a temperaturas tan bajas como -57°C (-70°F).

Lubricantes de válvulas

Krytox® es usado en todo tipo de válvulas para lubricar piezas en movimiento, sellos conectores, en empaques y para proteger superficies contra la corrosión y la degradación. Krytox® lubrica el empaque de la válvula y le permite expandirse y contraerse sin atarse, reduciendo la salida alrededor del vástago. Las válvulas operan suavemente porque Krytox® elimina el pegarse y el saltar. Se usa en válvulas de descarga de seguridad para prevenir que se peguen y la sobre presurización.

Lubricantes para anillo O/Plástico/Goma

Los lubricantes Krytox® para sellos y material de juntas no provocan grietas o hinchamientos y son compatibles con todos los plásticos y materiales de goma sintética.



Fluidos de barrera para sellos mecánicos

Los sellos mecánicos son utilizados en muchas reacciones químicas agresivas. Los fluidos de barrera convencionales pueden reaccionar de manera violenta con algunos químicos. Krytox® puede ser utilizado como un fluido de barrera para sellos en sistemas con químicos reactivos sin peligro de que ocurra una reacción entre los químicos y el fluido de barrera. La desinfección con cloro, fluorización, brominación, nitración

y otras reacciones agresivas pueden ser selladas con seguridad dentro del recipiente de reacción.

Grasas para alto vacío

Un aceite Krytox® especial para baja presión de vapor puede ser utilizado para formular una grasa para aplicaciones en alto vacío. También es útil para sellar las conexiones de cristal de los laboratorios como un lubricante/sellador de hilo.

Fluidos para bomba de vacío

Los fluidos Krytox® para bomba de vacío se usan en aplicaciones donde los aceites convencionales causan problemas de seguridad, de mantenimiento y de retiro de desperdicios. Son inflamables y reducen el riesgo de fuego en las bombas. No son reactivos y son seguros de usar en sistemas de oxígeno. Pueden reemplazar a cualquier fluido PFPE competitivo, así como a cualquier otro tipo de fluido para vacío. Los fluidos Krytox® no contienen grupos acetal, los cuales son susceptibles al ataque de ácidos de Lewis. Esto le da a Krytox® una estabilidad superior como fluido para bomba de vacío. Los fluidos para vacío Krytox® están parcialmente destilados para brindar una presión de bajo vapor y tener un desempeño mayor. Además, los fluidos Krytox® son reciclables.

Lubricantes de grado para alimentos

Las grasas Krytox® entran en la clasificación de la USDA con un valor de H-2 cuando son utilizadas en plantas de procesamiento de comida.

Grasas para la industria nuclear

Muchas partes de una planta nuclear están expuestas a un calor alto y a humedad, o es muy difícil su acceso para lubricar nuevamente. El uso de Krytox® con su vida útil más larga y sus capacidades de alta temperatura permite que estas partes operen sin relubricación para el ciclo de combustible completo. Pruebas han mostrado que Krytox® puede utilizarse en radiación de hasta 10^7 rads sin descomponerse.

Grasas Aeroespaciales

La grasa Krytox® 240 cumple con una variedad de especificaciones militares e industriales. Algunas de las especificaciones militares y los productos de Krytox® son:

Especificación	Producto Krytox®
MIL-PRF-27617 Type I	240AZ NLGI 1
MIL-PRF-27617 Type II	240AC
MIL-PRF-27617 Type III	240AC

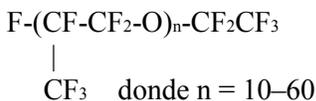
Estabilidad mecánica de la grasa

Las grasas Krytox® tienen una excelente estabilidad mecánica en los rodamientos. No se descomponen bajo estrés mecánico ni pierden su habilidad de retener aceite. Las grasas fueron mezcladas en un trabajador para grasas por 60, 10,000, y 100,000 golpes y se analizaron para encontrar cambios en su dureza. Todas las grasas probadas tuvieron cambios de menos de 30 puntos en la escala de penetración de NLGI, y estuvieron dentro de ½ grado de su punto de inicio original. Pruebas de estabilidad de rodado fueron realizadas de acuerdo a la ASTM D1831 por dos horas con una referencia de 4500 libras de carga. El cambio en la penetración estuvo dentro de ½ grado del punto original de inicio.

Composición

Krytox® es un perfluoropolieter (PFPE) – también llamado perfluoroalkalieter (PFAE) o perfluoropolialkieter (PFPAE).

Los aceites fluorinados Krytox® son una serie de homopolímeros de hexafluoropropileno epóxico de bajo peso molecular, con capas de flúor en sus enlaces finales, con la siguiente estructura química:



La cadena del polímero está completamente saturada y contiene únicamente carbón, oxígeno y flúor; el hidrógeno no se encuentra presente. En base al peso, un aceite Krytox® típico contiene 21.6% de carbón, 9.4% de oxígeno y 69.0% de flúor.

El nombre químico para el aceite fluorinado Krytox® es oxirano, trifluoro (trifluorometil), homopolímero y su número de registro CAS es el 60164-51-4.

Resultados de la prueba de presión extrema

Table 5
Krytox® Extreme Pressure Properties by the
Timken EP Method—ASTM D2509

	OK Load	Score Load	Scar Width at OK Load
GPL214	30 lb	40 lb	1.271 mm
GPL215	30 lb	40 lb	1.507 mm
GPL225	50 lb	60 lb	1.109 mm
GPL295	60 lb	70 lb	1.125 mm

The OK load is the maximum load added to the system at which no scoring or seizure occurs. This load reflects the load carrying capability of the lubricant.

The score load is the minimum load added to the system at which scoring or seizure occurs.

The scar width is the average scar width at the load corresponding to the OK load valve.

Desempeño relativo

Muchos lubricantes sintéticos muestran un desempeño excepcional en una o más categorías, pero sólo Krytox® combina estabilidad, ser inflamable y ser químicamente inerte con un desempeño de lubricación sobresaliente bajo una gran cantidad de condiciones. La tabla 6 compara el desempeño relativo de varios lubricantes.

Table 6
Typical Lubricants Wear and Load Carrying Ability

Oil Type	4-Ball Wear Scar, mm*	Falex Pin and V-Block Fail Load, lb
Krytox® PFPAAE	0.36	>4,500**
Chlorotrifluoroethylene	0.37	>4,500**
Fluorosilicone	0.43	1,150
Diester	0.61	2,300
Petroleum	0.69	1,300

* 20 kgf, 107°C (225°F), 1200 rpm, 60 min, 52100 steel on steel.

** Test was stopped at 4,500 lb.

Estabilidad

No arde

Los lubricantes Krytox® contienen solamente carbón, oxígeno y flúor. Debido a la ausencia de hidrógeno, estos productos son inflamables. No se queman ni favorecen la combustión, incluso en ambientes con oxígeno 100% líquido o gaseoso.

Químicamente inerte

Los lubricantes de desempeño Krytox® no son solamente resistentes al oxígeno, sino que son inertes ante todos los químicos usados en una gran variedad de industrias. Son insolubles en la mayoría de los solventes, pero son solubles en fluidos con alto contenido de flúor dentro de algunos fluidos súper críticos como el CO₂.

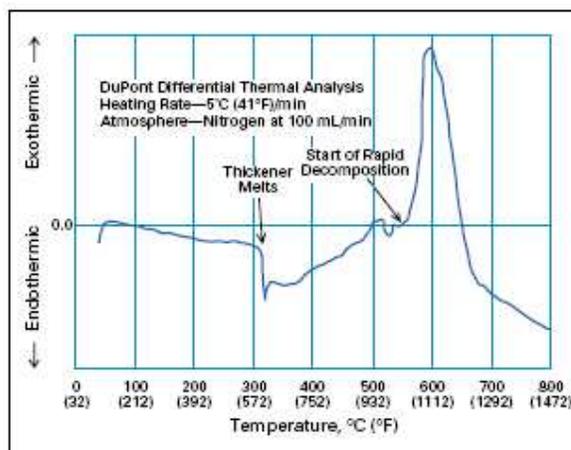
Estabilidad térmica y de oxidación

La temperatura a la que la descomposición de los aceites Krytox® ocurre depende de la prueba o método utilizado para medirlo y de cómo se mide el punto de deterioro. Por medio del análisis del diferencial térmico, el deterioro del aceite ocurre a cerca de los 470°C (878°F) en la ausencia de aire. La técnica de isotenisocopia muestra un punto de descomposición inicial de 355°C (671°F), medido por el aumento de la presión sobre el aceite. A los 355°C (671°F), la tasa de descomposición es, aproximadamente, de 0.03 wt% por día. A los 399°C (750°F), dicha tasa aumenta a 1.3 wt% por día. Cuando

se hace la prueba en presencia de nitrógeno a 371°C (700°F), Krytox® no presenta un aumento en el número de neutralización ni un cambio significativo en su viscosidad. La presencia de aire no disminuye el punto de descomposición de los aceites Krytox® de manera substancial. Sin embargo, en presencia de ciertos óxidos metálicos, la depolimerización del aceite puede comenzar a temperaturas tan bajas como 288°C (550°F). Durante la despolimerización, se liberan productos gaseosos y el líquido restante es menos viscoso, pero no se forman sedimentos o depósitos de goma.

Los aceites resultan útiles para usarse en aplicaciones donde existe una temperatura constante de hasta 288°C (550°F) por largos periodos de tiempo, así como para cuando existen temperaturas intermitentes hasta de 427°C (800°F). La **Figura 1** muestra la estabilidad térmica de la grasa fluorada Krytox®.

Figura 1. Estabilidad térmica típica de la grasa fluorada Krytox®. Todos los grados de grasas son similares



Compatibilidad con elastómeros y plásticos

Krytox® es compatible con todos los sellos hechos de elastómeros y los plásticos para ingeniería. El factor limitante para utilizar Krytox® con cualquier material es la estabilidad térmica del elastómero o del plástico.

Los lubricantes de desempeño Krytox® son compatibles con los siguientes elastómeros y plásticos comunes:

Fluorosilicona

Ethilacrilato

Metil silicona

Viton® un Fluoro elastómero

Uretano

Hypalon® Goma sintética

Hytrel® Poliéster elastómero

Butil 325

Neopreno WRT

Nycar 100 (Buna N)

EPT, Peróxido

Nordel® Goma de hidrocarburo

Delrin® Acetal

Zytel® Nylon

Vespel®

Teflon® Fluoropolímero

Kalrez® Fluoroelastómero*

*15–20 % del volumen se hincha a altas temperaturas cuando se sumerge.



Compatibilidad con metales

Debido a sus tensiones superficiales tan bajas, los lubricantes Krytox® humedecen fácilmente las superficies metálicas. Los lubricantes Krytox® son químicamente inertes y por ello no tienen un efecto adverso en los metales a temperaturas menores a los 288°C (550°F). Arriba de los 288°C (550°F), muchas aleaciones de acero, aceros inoxidable y otros metales como aleaciones de aluminio, de titanio, de níquel y de cobalto pueden ser utilizadas con Krytox®.

Compatibilidad con oxígeno

A temperaturas y presiones elevadas, los perfluoroalquilpoliéteres son altamente resistentes a los ataques por oxígeno líquido o gaseoso. Como resultado de ello, los aceites fluorinados Krytox® se han convertido en los lubricantes preferidos en la industria de manufactura de oxígeno y en aquellas industrias que utilicen oxígeno en sus procesos.

Los aceites Krytox® no reaccionan con oxígeno en estado gaseoso o líquido (LOX), tetraóxido de nitrógeno ni con el humo rojo inhibido de ácido nítrico en las pruebas de impacto. Las pruebas de impacto LOX fueron realizadas de acuerdo al Marshall Space Flight Center MSFC-Spec-106B. Otras pruebas de impacto, realizadas a 214 J/cm² (200 ft·lb/in²) y de acuerdo al método descrito por el boletín 250 de la ASTM, tampoco muestran reacción alguna.

Los lubricantes Krytox® han sido evaluados también por el Instituto Federal de Alemania para Evaluación de Materiales (Bundesanstalt für Materialprüfung, BAM) para reactividad con oxígeno líquido y gaseoso bajo presión. La **Tabla 7** muestra la compatibilidad de los lubricantes Krytox® con oxígeno.

Los componentes de elastómeros no son afectados por los lubricantes Krytox®

Estabilidad de radiación

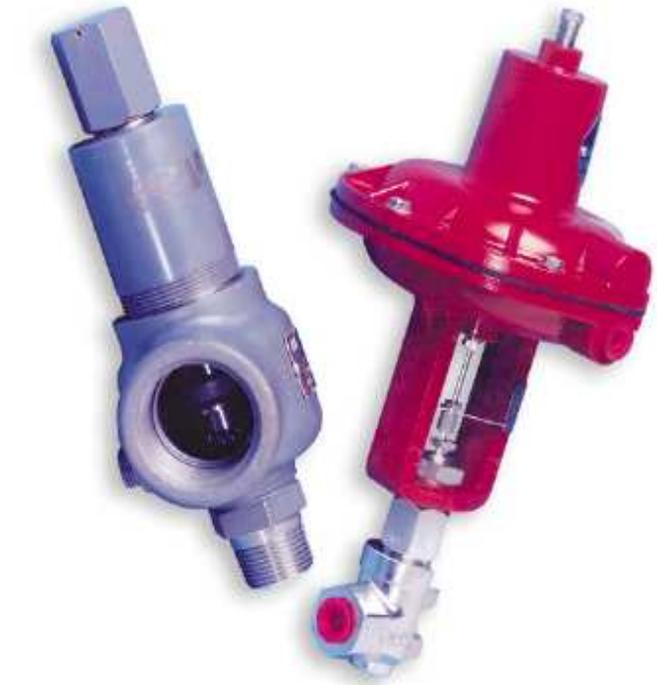
Los aceites Krytox® son muy estables ante la radiación cuando se comparan con otros materiales usados como lubricantes. En general, la irradiación de los aceites Krytox® causa una despolimerización menor, con una reducción de la viscosidad y la formación de productos volátiles, pero no de sólidos ni de sedimentos. En una prueba realizada se expuso una prueba de Krytox® a un bombardeo de electrones de 10⁷ rad a temperatura ambiente. El resultado fue un decremento de la viscosidad en un 8%, mientras que la prueba irradiada no contenía sedimentos y su apariencia se mantuvo sin cambios.

Propiedades biológicas

Los aceites fluorinados Krytox® son biológicamente inertes y no pueden ser metabolizados. No son biodegradables ni favorecen algún tipo de crecimiento biológico.

Estabilidad ante los ácidos de Lewis

Todos los perfluoropolialquiléteres sufren de despolimerización a temperaturas elevadas en presencia de tricloruro de aluminio, hierro (férrico), cloruro de zinc o trifloruro de boro.



Éstos ácidos de Lewis, que se encuentran principalmente en los ambientes de manufactura de semiconductores, tienen un efecto sobre Krytox® mucho menor que en otros fluidos. Esto se debe a la estructura molecular de Krytox®. Existen datos adicionales disponibles sobre el tema bajo pedido.

Table 7
Oxygen Compatibility of Krytox® Lubricants

Test Type	Temperature, °C (°F)	Oxygen Pressure, MPa (psi)	Impact Energy, J (ft-lb)	Test Result
Ignition in gaseous oxygen ^a	400 (752)	13 (1,886)		No ignition
Pressure drop in gaseous oxygen bomb ^b	99 (210)	0.7 (100)		No pressure drop after 600 hr
Mechanical impact in liquid oxygen	Ambient		98 (72)	No reaction in 20 trials ^{c,d,e}
Mechanical impact in liquid oxygen	Ambient		122 (90)	No reaction in 10 trials ^a
Mechanical impact in liquid oxygen	Ambient		736 (543)	No reaction in multiple trials ^f

^a British Specification 3100.

^b American Society for Testing and Materials D942.

^c Marshall Space Flight Center Specification 106B.

^d National Aeronautics and Space Administration Handbook, 8060.1B, Test 13, Part 1.

^e American Society for Testing and Materials D2512.

^f West German Federal Institute for Materials Testing (BAM), 8104-411.

Viscosidad

Unidades de viscosidad

La viscosidad es la medida de la resistencia de un fluido al flujo cuando es sometido a fuerzas externas. La viscosidad expresada en esta sección es la viscosidad cinemática – el cociente de la viscosidad dinámica o absoluta con respecto a la densidad – a las mismas temperaturas. La viscosidad cinemática es el valor que se mide comúnmente, pero se puede convertir a la viscosidad dinámica de la siguiente manera:

$$\text{centistoke} \times \text{densidad} = \text{centipoise}$$
$$\text{cSt} \times \text{g/cc} = \text{cP}$$

Para los fluidos Krytox®, la viscosidad dinámica es casi del doble de la cinemática, debido a la alta densidad del producto.

Viscosidad de las grasas

La viscosidad de las grasas se compara típicamente en base a la viscosidad de su aceite base. Las grasas tienen una viscosidad mucho mayor a la de su aceite base debido a que las grasas son espesadas. La viscosidad de la grasa es afectada por la temperatura, el grado de dureza y la viscosidad del aceite base. Los valores para la grasa Krytox® GPL 205 son de aproximadamente 9000 cSt a 25°C (77°F) y de 6000 cSt a 100°C (212°F). La viscosidad varía de acuerdo a la tasa de corte.

Factor de velocidad

El factor de velocidad (DN) indica el rango de velocidad permisible para una grasa en un rodamiento rotacional. El valor de DN corresponde a la velocidad de la parte interna medida en mm X rpm. Se ha logrado obtener valores de 100,000 a 400,000 utilizando las grasas Krytox® a temperaturas desde 204°C a 260°C (400 a 500°F).

El factor de velocidad se ve afectado por el tipo de aceite base, por la viscosidad y por el tipo de espesante, y es una medida de la fricción interna del lubricante. La velocidad límite para un rodamiento rotacional lubricado con grasa depende del tipo de rodamiento, su carga, su velocidad, la precisión y del sistema de lubricación.

Propiedades eléctricas

Los aceites Krytox® son buenos aislantes. La **Tabla 8** muestra la propiedad dieléctrica más común de estos aceites.

Las propiedades eléctricas de las grasas Krytox® libres de aditivos se aproximan a las de los aceites. Sin embargo, si se le incorpora un aditivo a la grasa, estas características varían significativamente. La conductividad de una grasa puede ser aumentada, si se desea, incorporándole un aditivo conductor como cobre en polvo.



Los componentes metálicos pueden ser lubricados con Krytox®.

Table 8 Oil Electrical Properties		
Dielectric Breakdown Voltage, ASTM D877, kV/0.1 in	143AZ 143AA 143AC	34 47 56
Specific Resistivity, ASTM D257, ohm-cm		0.6–4.0 × 10 ¹⁴
Dielectric Constant, ASTM D150 at 10 ² –10 ⁵ Hz		2.1–2.2
Dielectric Constant, ASTM D924 at 60 Hz, 25°C (77°F)		2.2–2.4
Dissipation Factor, ASTM D150, % at 10 ² –10 ⁵ Hz		3.0–7.0 × 10 ⁻³
Volume Resistivity, ASTM D1169, 25°C (77°F), 500 V, ohm-cm		2.3–550 × 10 ¹²

Medio ambiente

El uso de Krytox® puede ayudar al medio ambiente. Las propiedades originales de los fluidos se pueden recuperar a través de la regeneración, por lo que no es necesario desecharlos o incinerarlos. DuPont cuenta con un programa de re-manufactura, a través del cual los fluidos utilizados son recolectados y el fluido original se recupera utilizando filtros, lo que reduce el costo de los fluidos y elimina los problemas de seguridad y de desperdicios liberados al medio ambiente.

Este proceso remueve la contaminación y permite la renovación del fluido a un nuevo fluido de desempeño. Si se usa para empacar válvulas, Krytox® reduce las emisiones en los vástagos de éstas. Si se usan las grasas y aceites Krytox®, se elimina la necesidad de usar lubricantes de hidrocarburos y el impacto potencial que estos tienen sobre el medio ambiente. Además duran más, por lo que se necesita menos lubricante. Son productos no tóxicos y no liberan compuestos orgánicos volátiles a la atmósfera.

Figura 2. Espectro infrarrojo del aceite Krytox® (celda de cloruro de sodio, pantalla capilar). La espectroscopia de absorción infrarroja es la forma más rápida y el mejor para identificar los Krytox®. Todos los grados de viscosidad de Krytox® muestran un espectro similar al que aparece abajo.

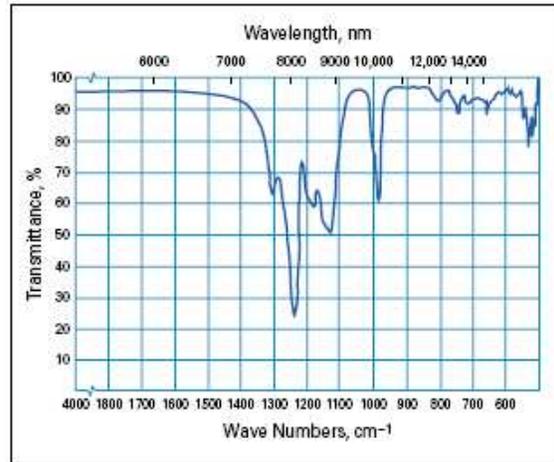
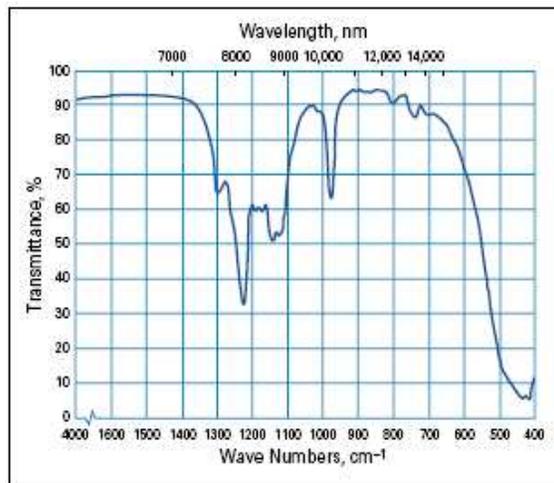


Figura 3. Espectro infrarrojo de la grasa Krytox® (celda de cloruro de sodio, pantalla capilar). Todos los grados de viscosidad de Krytox® muestran un espectro similar al que aparece abajo.



Otras propiedades

En la **Tabla 9** se pueden ver propiedades adicionales de los productos Krytox®.

Seguridad personal, primeros auxilios y almacenamiento y manejo

Utilice la Hoja de Datos de Seguridad de Materiales (MSDS) más reciente para obtener información sobre la seguridad de un producto.

Table 9 Typical Properties of Krytox® Fluorinated Oils*	
Density**	
24°C (75°F), g/mL	1.86–1.91
204°C (400°F), g/mL	1.52–1.60
24°C (75°F), lb/gal	15.5–16.0
Refractive Index**, nD25	1.296–1.301
Surface Tension**	
26°C (79°F), mN/m (dyn/cm)	16–20
Isothermal Secant Bulk Modulus 38°C (100°F) and 34.5 MPa (5000 psi)	
MPa approximate	1034
psi approximate	150,000
Average Coefficient of Thermal Expansion	
per °C (25–99)	0.00095–0.00109
per °F (77–210)	0.00053–0.00061
Specific Heat, cal/g·C or Btu/lb·F	
–18°C (0°F)	0.20–0.21
38°C (100°F)	0.23–0.24
99°C (210°F)	0.25–0.26
204°C (400°F)	0.29–0.30
Specific Heat, kJ/kg·K	
–18°C (0°F)	0.84–0.88
38°C (100°F)	0.96–1.00
99°C (210°F)	1.05–1.09
204°C (400°F)	1.21–1.26
Thermal Conductivity**	
Btu·ft/h·ft²·F at 38°C (100°F)	0.048–0.054
Btu·ft/h·ft²·F at 260°C (500°F)	0.040–0.051
W/m·K at 38°C (100°F)	0.0831–0.0934
W/m·K at 260°C (500°F)	0.0692–0.0883

* This table gives typical properties (not specifications) based on historical production performance. Viscosity may vary within ±10%. DuPont does not make any express or implied warranty that these products will continue to have these typical properties.

** Increases slightly with increasing molecular weight.

Información y pedido de literatura adicional

Las características físicas generales de cada categoría de aceite fluorinado Krytox® están descritas en este folleto. También está disponible información más detallada que muestra las propiedades específicas de cada producto Krytox®. Para mayor información o asistencia técnica, llame por favor del interior de la república al 01-800.49-7514, y del D.F. Y Zona metropolitana al 5722-1150.

Krytox®, Delrin®, Vespel®, Hytrel®, Teflon® y Zytel® son marcas registradas de DuPont. Kalrez®, Hypalon®, Nordel® y Viton® son marcas registradas de DuPont Dow Elastomers. Para mayor información acerca de estos productos, favor de llamar del interior de la república al 01-800.49-7514, y del D.F. Y Zona metropolitana al 5722-1150.

Referencias adicionales para los lubricantes PFPE

Synthetic Lubricants and High Performance Functional Fluids, segunda edición, Marcel Dekker, Inc.

Nueve meses de valeros



Nueve meses de valeros con Krytox®



Para mayor información o asistencia técnica, llame del interior de la república al 01-800-49-7514, y del D.F. y Zona Metropolitana al 5722-1150
O visítenos en la web: <http://www.krytox.com>

La información expuesta en este documento es suministrada libre de costo y se basa en datos técnicos que DuPont cree que son confiables. Esta previsto para ser utilizado por personas que tienen habilidades técnicas y bajo su propia discreción y riesgo. Debido a que las condiciones de uso están fuera de nuestro control, no hacemos ninguna garantía, explícita o implícita, y no asumimos responsabilidad alguna en lo que corresponde al uso de esta información. Nada de lo aquí expuesto debe ser tomado como una licencia para operar bajo alguna patente o como una recomendación para infringir patente alguna.

El logo Oval de DuPont, DuPont™, Los milagros de la ciencia™ y todos los productos marcados con los símbolos™ ó ® son marcas registradas de E.I. du Pont de Nemours and Company. Todos los derechos reservados.



The miracles of science®